02415
C-1
CNR-0226_3

GOBIERNO DE
CHILE
COMISIÓN NACIONAL
DE RIEGO

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN DE OBRAS MEDIANAS DE RIEGO - PROM

CONSULTORÍA:
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE

INFORME FINAL

TOMO II: INFORME

CAPÍTULO 3: SITUACIÓN CON PROYECTO
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA
CAPÍTULO 5: PARTICIPACIÓN CIUDADANA

SANTIAGO, MARZO DE 2010

PROCIVIL INGENIERIA LTDA.
Dir: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA – SANTIAGO
Fonos: 02-2358656 02-2360325 e-mail: procivil@entelchile.net www.procivil.cl

GOBIERNO DE
CHILE
COMISIÓN NACIONAL
DE RIEGO

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN DE OBRAS MEDIANAS DE RIEGO - PROM

CONSULTORÍA:
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE

INFORME FINAL

TOMO II: INFORME

CAPÍTULO 3: SITUACIÓN CON PROYECTO
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA
CAPÍTULO 5: PARTICIPACIÓN CIUDADANA

SANTIAGO, MARZO DE 2010

PROCIVIL INGENIERIA LTDA.
Dir: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA – SANTIAGO
Fonos: 02-2358656 02-2360325 e-mail: procivil@entelchile.net www.procivil.cl

TOMO II: INFORME

3.- Situación con proyecto 3.1.-

3.1.- Antecedentes generales y documento de acuerdo 3.1.1.-
3.1.1.- Introducción 3.1.2.-
3.1.2.- Documento acuerdo de proyecto Integrado 3.1.4.-

3.2.- Situación agrícola futura o con proyecto 3.2.1.-
3.2.1.- Introducción 3.2.2.-
3.2.2.- Bases de sustentación del desarrollo y beneficios del proyecto . . 3.2.3.-
3.2.3.- Uso futuro de la tierra 3.2.4.-
3.2.4.- Caracterización productiva futura 3.2.20.-
3.2.5.- Caracterización económica futura 3.2.20.-
3.2.6.- Estándares productivos y económicos de los cultivos. Situación futura 3.2.21.-
3.2.7.- Márgenes brutos futuros de los predios tipo 3.2.22.-
3.2.8.- Proyección de la situación futura o con proyecto 3.2.24.-
3.2.9.- Demandas de agua de riego futuras 3.2.27.-
3.2.10.- Asistencia técnica y capacitación 3.2.29.-
3.2.10.1.- Costos de la asistencia técnica y capacitación propuesta . 3.2.33.-
3.2.11.- Inversiones intraprediales 3.2.34.-

3.3.- Estudio de alternativas de obras civiles 3.3.1.-
3.3.1.- Generalidades. 3.3.2.-
3.3.2.- Análisis de alternativas de revestimiento del canal matriz . . . 3.3.3.-
3.3.3.- Metodología para evaluar alternativas de revestimiento 3.3.5.-
3.3.4.- Criterios y antecedentes para el cálculo de eje hidráulico en alternativas de revestimiento del canal Matriz Almahue. 3.3.5.-
3.3.4.1.- Altura normal 3.3.8.-
3.3.4.2.- Ecuaciones para cálculo del eje hidráulico. 3.3.8.-
3.3.4.3.- Geometría proyectada del canal matriz Almahue . . . 3.3.10.-
3.3.4.4.- Caudales y pérdidas por filtración consideradas. 3.3.13.-
3.3.4.5.- Revanchas consideradas 3.3.13.-
3.3.5.- Criterios y antecedentes para cálculo estructural 3.3.14.-
3.3.5.1.- Parámetros estructurales.. . . . . 3.3.14.-
3.3.5.2.- Materiales utilizados 3.3.14.-
3.3.5.3.- Solicitaciones y método de cálculo 3.3.14.-
3.3.5.4.- Criterios del diseño estructural de las obras. 3.3.21.-
3.3.6.- Análisis de la alternativa N°1: Revestimiento de bordes y fondo con canoa de hormigón armado. 3.3.23.-
3.3.6.1.- Descripción de la alternativa N°1. . . . . 3.3.23.-
3.3.6.2.- Beneficios de la alternativa N°1. . . . . 3.3.23.-
3.3.6.3.- Cálculo hidráulico de la alternativa N°1 . . . . . 3.3.24.-
3.3.6.3.1.- Parámetros y características hidráulicas de los materiales de la solución. 3.3.24.-
3.3.6.3.2.- Cálculo del eje hidráulico de la alternativa N°1. . . . 3.3.25.-
3.3.6.3.3.- Conclusiones del eje hidráulico de la alternativa N°1. . 3.3.29.-
3.3.6.4.- Cálculo estructural de la alternativa N°1. . . . . 3.3.30.-
3.3.6.4.1.- Solicitaciones 3.3.31.-

(Continuación Índice – Tomo II – 3.3.- Estudio de alternativas de obras civiles)

3.3.6.5.- Cubicación y valorización de la alternativa Nº1. . . . . 3.3.32.-
3.3.6.5.1.- Cubicación 3.3.32.-
3.3.6.5.2.- Cálculo del precio unitario del revestimiento. 3.3.36.-
3.3.6.6.- Resumen de los valores calculados para la alternativa Nº1 . 3.3.38.-
3.3.7.- Análisis de la alternativa Nº2: Revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado sin revestimiento del lecho . . 3.3.40.-
3.3.7.1.- Descripción de la alternativa Nº2. . . . . 3.3.40.-
3.3.7.2.- Beneficios de la alternativa Nº2. . . . . 3.3.40.-
3.3.7.3.- Cálculo hidráulico de la alternativa Nº2. . . . . 3.3.41.-
3.3.7.3.1.- Parámetros y características hidráulicas de los materiales de la solución. 3.3.41.-
3.3.7.3.2.- Cálculo del eje hidráulico de la alternativa Nº2. . . . 3.3.42.-
3.3.7.3.3.- Conclusiones del eje hidráulico de la alternativa Nº2 . 3.3.46.-
3.3.7.4.- Cálculo estructural de la alternativa Nº2. . . . . 3.3.47.-
3.3.7.4.1.- Solicitaciones 3.3.48.-
3.3.7.4.2.- Estabilidad de la estructura. 3.3.52.-
3.3.7.5.- Cubicación y valorización de la alternativa Nº2. . . . . 3.3.53.-
3.3.7.5.1.- Cubicación 3.3.53.-
3.3.7.5.2.- Valorización 3.3.58.-
3.3.7.6.- Resumen de los valores calculados para la alternativa Nº2 . 3.3.59.-
3.3.8.- Análisis de la alternativa Nº3: Revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado y con revestimiento de lecho con albañilería de piedras 3.3.61.-
3.3.8.1.- Descripción de la alternativa Nº3 . . . . . 3.3.61.-
3.3.8.2.- Beneficios de la alternativa Nº3. . . . . 3.3.61.-
3.3.8.3.- Cálculo hidráulico de la alternativa Nº3. . . . . 3.3.62.-
3.3.8.3.1.- Parámetros y características hidráulicas de los materiales de la solución. 3.3.62.-
3.3.8.3.2.- Cálculo del eje hidráulico de la alternativa Nº3. . . . 3.3.62.-
3.3.8.3.3.- Conclusiones del eje hidráulico de la alternativa Nº3. . 3.3.66.-
3.3.8.4.- Cálculo estructural de la alternativa Nº3. . . . . 3.3.66.-
3.3.8.5.- Cubicación y valorización de la alternativa Nº3. . . . . 3.3.67.-
3.3.8.5.1.- Cubicación 3.3.67.-
3.3.8.5.2.- Valorización 3.3.67.-
3.3.8.6.- Resumen de los valores calculados para alternativa Nº3 . . 3.3.68.-
3.3.9.- Análisis de la alternativa Nº4: Revestimiento de ambos bordes con losetas de hormigón armado y revestimiento del lecho con albañilería de piedras 3.3.70.-
3.3.9.1.- Descripción de la alternativa Nº4. . . . . 3.3.70.-
3.3.9.2.- Beneficios de la alternativa Nº4 . . . . . 3.3.70.-
3.3.9.3.- Cálculo hidráulico de la alternativa Nº4 . . . . . 3.3.71.-
3.3.9.3.1.- Parámetros y características hidráulicas de los materiales de la solución. 3.3.71.-
3.3.9.3.2.- Cálculo del eje hidráulico de la alternativa Nº4 . . . 3.3.71.-
3.3.9.3.3.- Conclusiones del eje hidráulico de la alternativa Nº4 . 3.3.76.-
3.3.9.4.- Cálculo estructural de la alternativa Nº4. . . . . 3.3.77.-
3.3.9.4.1.- Solicitaciones 3.3.78.-
3.3.9.4.2.- Estabilidad de la estructura. 3.3.81.-

(Continuación Índice – Tomo II – 3.3.- Estudio de alternativas de obras civiles)

3.3.9.4.3.- Cálculo de armadura necesaria para la loseta . . . 3.3.84.-
3.3.9.5.- Cubicación y valorización de la alternativa N°4 . . . . . 3.3.86.-
3.3.9.5.1.- Cubicación 3.3.86.-
3.3.9.5.2.- Valorización 3.3.89.-
3.3.9.6.- Resumen de los valores calculados para la alternativa N°4 . 3.3.93.-

3.3.10.- Análisis de la alternativa N° 5: Revestimiento de ambos bordes con losetas de hormigón armado y sin revestimiento del lecho . . . 3.3.94.-
3.3.10.1.- Descripción de la alternativa N°5 . . . . . 3.3.94.-
3.3.10.2.- Beneficios de la alternativa N°5 . . . . . 3.3.95.-
3.3.10.3.- Cálculo hidráulico de la alternativa N°5 . . . . . 3.3.95.-
3.3.10.3.1.- Parámetros y características hidráulicas de los materiales de la solución 3.3.95.-
3.3.10.3.2.- Cálculo del eje hidráulico de la alternativa N°5. . . . 3.3.96.-
3.3.10.3.3.- Conclusiones del eje hidráulico de la alternativa N°5. . 3.3.100.-
3.3.10.4.- Cálculo estructural de la alternativa N°5 . . . . . 3.3.101.-
3.3.10.4.1.- Solicitaciones 3.3.101.-
3.3.10.4.2.- Estabilidad de la estructura 3.3.101.-
3.3.10.5.- Cubicación y valorización de la alternativa N°5 . . . . 3.3.101.-
3.3.10.5.1.- Cubicación 3.3.101.-
3.3.10.5.2.- Valorización. 3.3.101.-
3.3.10.6.- Resumen de los valores calculados para la alternativa N°5. . 3.3.102.-
3.3.11.- Análisis comparativo de las alternativas de revestimiento del canal matriz Almahue 3.3.104.-
3.3.12.- Materiales de refuerzo de bordes en canales derivados . . . 3.3.107.-
3.3.12.1.- Antecedentes preliminares 3.3.107.-
3.3.12.2.- Cálculo hidráulico 3.3.109.-
3.3.12.2.1.- Cálculo hidráulico de obra N°25. . . . . 3.3.109.-
3.3.12.2.2.- Cálculo hidráulico de obra N°26 . . . . . 3.3.112.-
3.3.12.2.3.- Cálculo hidráulico de obra N°27 . . . . . 3.3.115.-
3.3.12.2.4.- Cálculo hidráulico de obra N°28 . . . . . 3.3.118.-
3.3.12.2.5.- Cálculo hidráulico de obra N°30 . . . . . 3.3.120.-
3.3.12.2.6.- Cálculo hidráulico de obra N°32. . . . . 3.3.124.-
3.3.12.2.7.- Cálculo hidráulico de obra N°33 y N°34 . . . . 3.3.127.-
3.3.12.3.- Cálculos estructurales y verificaciones de seguridad . . . 3.3.130.-
3.3.12.3.1.- Media canoa de H.A. 3.3.130.-
3.3.12.3.2.- Albañilería de piedras 3.3.139.-
3.3.12.4.- Cubicación y valorización de las alternativas de refuerzo de bordes débiles en canales derivados 3.3.148.-
3.3.12.4.1.- Media canoa de H.A. 3.3.148.-
3.3.12.4.2.- Albañilería de piedras 3.3.158.-
3.3.12-5.- Análisis comparativo entre las alternativas y conclusión con la solución sugerida. 3.3.165.-
3.3.13.- Fortificación boca de entrada túnel San Roberto 3.3.166.-
3.3.14.- Sedimentador 3.3.168.-
3.3.15.- Métodos alternativos para la desinfección del agua. 3.3.174.-
3.3.16.- Rejas desbasurizadoras 3.3.177.-
3.3.17.- Descanso canal matriz Km 5,05 . . . . . 3.3.179.-

(Continuación Índice – Tomo II – 3.3.- Estudio de alternativas de obras civiles)

3.4.- Dimensionamiento económico de obras 3.4.1.-
3.4.1.- Concepto de dimensionamiento y tipos de obras 3.4.2.-
3.4.2.- Revestimientos del canal matriz, para recuperar agua y mejorar su operación 3.4.4.-
3.4.2.1.- Antecedentes para el dimensionamiento económico del revestimiento del canal matriz. 3.4.4.-
3.4.2.2.- Estimación preliminar de beneficios asociados al revestimiento del canal matriz. 3.4.7.-
3.4.2.3.- Conclusiones del dimensionamiento económico del revestimiento del canal matriz. 3.4.15.-
3.4.3.- Obra de desarenación y sedimentación, para mejorar la calidad del agua 3.4.16.-
3.4.3.1.- Antecedentes para el dimensionamiento económico del desarenador / sedimentador 3.4.16.-
3.4.3.2.- Estimación preliminar de beneficios asociados a la mejor calidad de agua. 3.4.17.-
3.4.3.3.- Conclusiones del dimensionamiento económico del desarenador /sedimentador 3.4.31.-
3.4.4.- Generación hidroeléctrica mediante minicentral 3.4.32.-
3.4.4.1.- Antecedentes para el dimensionamiento económico de las alternativas de generación hidroeléctrica 3.4.32.-
3.4.4.2.- Estimación preliminar de beneficios asociados a la generación hidroeléctrica 3.4.33.-
3.4.4.3.- Conclusiones del dimensionamiento económico de las alternativas de generación hidroeléctrica. 3.4.41.-
3.4.5.- Obras de diseño tipificado 3.4.41.-

3.5.- Anteproyecto preliminar de obras 3.5.1.-
3.5.1.- Obras de captación 3.5.3.-
3.5.1.1.- Compuertas desmontables sector La Isla 3.5.3.-
3.5.1.2.- Obras en las compuertas de admisión y descarga del canal matriz Almahue 3.5.16.-
3.5.1.3.- Defensas fluviales canal Cerrillos en sector Lo Argentina de Larmahue 3.5.35.-
3.5.1.3.1.- Cálculo de la socavación para diseño de enrocado . . 3.5.36.-
3.5.1.3.2.- Socavación general 3.5.36.-
3.5.1.3.3.- Socavación local. 3.5.37.-
3.5.2.- Sedimentación y limpieza para mitigación de la contaminación. . 3.5.42.-
3.5.2.1.- Métodos para la desinfección del agua 3.5.42.-
3.5.2.2.- Sedimentador 3.5.42.-
3.5.2.3.- Peralte de bordes en aducción para análisis de eventual sedimentador 3.5.50.-
3.5.2.4.- Rejas desbasurizadoras 3.5.51.-
3.5.2.5.- Recuperación de camino de servicio y solución de focos contaminantes 3.5.53.-
3.5.3.- Obras de conducción y de aforo en el canal matriz 3.5.55.-
3.5.3.1.- Nueva sección y refuerzo de bordes con revestimiento en el canal matriz 3.5.55.-

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

(Continuación Índice – Tomo II – 3.5.- Anteproyecto preliminar de obras)

3.5.3.1.1.- Generalidades 3.5.55.-
3.5.3.1.2.- Antecedentes del prediseño del revestimiento . . . 3.5.55.-
3.5.3.1.3.- Reperfilamiento del canal matriz. 3.5.62.-
3.5.3.2.- Descarga del canal al río Cachapoal. 3.5.66.-
3.5.3.3.- Aportes o descargas de quebradas laterales al canal matriz. . 3.5.70.-

3.5.3.4.- Refuerzo de los bordes en sector de ruedas azudas y solución para obstrucciones. 3.5.75.-
3.5.3.5.- Aforadores y obras en marcos partidores 3.5.88.-
3.5.3.6.- Puentes y pasarelas para cruce sobre el canal. 3.5.92.-
3.5.4.- Mejoramiento de canales derivados 3.5.136.-
3.5.4.1.- Refuerzos de bordes 3.5.136.-
3.5.4.2.- Atravieso de quebradas y descargas de agua. 3.5.139.-
3.5.4.3.- Fortificación boca de entada del túnel San Roberto. . . . 3.5.145.-
3.5.5.- Tranques de regulación nocturna 3.5.147.-
3.5.6.- Sistemas de drenaje. 3.5.150.-
3.5.6.1.- Desagüe del estero las Condenadas. 3.5.150.-

3.6.- Presupuesto y listado de obras 3.6.1.-
3.6.1.- Listado resumen de obras 3.6.2.-
3.6.2.- Generalidades del presupuesto del proyecto. 3.6.8.-

4.- Evaluación económica 4.1.-

4.1.- Alcance metodológico general de la evaluación económica 4.1.1.-

4.2.- Metodología de la evaluación social. 4.2.1.-
4.2.1.- Factores de corrección social. 4.2.1.-
4.2.2.- Beneficios brutos sociales 4.2.1.-
4.2.3.- Costos brutos sociales 4.2.2.-
4.2.4.- Escenario básico para la evaluación social global del proyecto.. . 4.2.3.-

4.3.- Precisiones a la evaluación social. 4.3.1.-

4.4.- Análisis de sensibilidad de la evaluación social. 4.4.1.-

4.5.- Metodología de la evaluación privada. 4.5.1.-
4.5.1.- Beneficios brutos a precios de mercado. 4.5.1.-
4.5.2.- Costos brutos a precios de mercado. 4.5.2.-
4.5.3.- Escenario básico para la evaluación económica global del proyecto a precios de mercado. 4.5.3.-

4.6.- Análisis de sensibilidad de la evaluación a precios de mercado . . . 4.6.1.-

4.7.- Valoración de beneficios y costos a precios sociales y de mercado para evaluación económica del proyecto. 4.7.1.-
4.7.1.- Definición de sectores para el análisis. 4.7.1.-

(Continuación Índice – Tomo II – 4.- Evaluación Económica)

4.7.2.- Superficies beneficiadas en cada sector 4.7.1.-
4.7.3.- Beneficios netos agrícolas 4.7.4.-
4.7.3.1.- Curvas o funciones de producción 4.7.4.-
4.7.3.1.1.- Metodología de construcción de las curvas de producción 4.7.4.-
4.7.3.1.2.- Antecedentes hidrológicos por sector. 4.7.7.-
4.7.3.1.3.- Relación entre el caudal disponible en bocatoma y a nivel de predio. 4.7.7.-
4.7.3.1.4.- Curvas de producción por sector 4.7.10.-
4.7.4.- Beneficios directos 4.7.21.-
4.7.4.1.- Cálculo de beneficios agrícolas usando funciones de producción. 4.7.21.-
4.7.4.2.- Otros beneficios directos. 4.7.33.-

4.7.4.2.1.- Beneficio por conducción de aguas lluvias de terceros por los cauces de la Asociación 4.7.33.-
4.7.4.2.2.- Beneficio económico por ahorro por menores roturas de los canales en sus bordes débiles y filtrantes . . . 4.7.35.-
4.7.4.3.- Resumen de beneficios directos.. . . . . 4.7.38.-
4.7.5.- Beneficios indirectos. 4.7.40.-
4.7.6.- Costos 4.7.41.-
4.7.6.1.- Inversión inicial, costos de mantención y de operación proporcionales por sector. 4.7.41.-
4.7.6.2.- Costos de habilitación agrícola y de incorporación al riego. . 4.7.46.-
4.7.6.3.- Costos de asistencia técnica y capacitación 4.7.58.-
4.7.6.4.- Costos de superficies a incorporar sobre cota de canal . . 4.7.58.-

4.8.- Resultados de la evaluación económica 4.8.1.-
4.8.1.- Resultados de la evaluación económica a precios sociales. . . . 4.8.1.-
4.8.1.1.- Resultados de la evaluación económica a precios sociales de toda el área de riego del proyecto. 4.8.1.-
4.8.1.2.- Resultados de la evaluación económica a precios sociales del sector Santa Amelia. 4.8.5.-
4.8.1.3.- Resultados de la evaluación económica a precios sociales del sector Toco San Roberto. 4.8.9.-
4.8.1.4.- Resultados de la evaluación económica a precios sociales del sector San Luís Caleuche. 4.8.13.-
4.8.1.5.- Resultados de la evaluación económica a precios sociales del sector Santa Irene- El Salto. 4.8.17.-
4.8.1.6.- Resultados de la evaluación económica a precios sociales del sector Larmahue 4.8.21.-
4.8.2.- Resultados de la evaluación económica a precios de mercado . . 4.8.25.-
4.8.2.1.- Resultados de la evaluación económica a precios de mercado de toda el área de riego del proyecto. 4.8.25.-
4.8.2.2.- Resultados de la evaluación económica a precios de mercado del sector Santa Amelia. 4.8.29.-
4.8.2.3.- Resultados de la evaluación económica a precios de mercado del sector Toco San Roberto. 4.8.33.-

(Continuación Índice – Tomo II – 4.- Evaluación Económica)

4.8.2.4.- Resultados de la evaluación económica a precios de mercado del sector San Luís Caleuche. 4.8.37.-
4.8.2.5.- Resultados de la evaluación económica a precios de mercado del sector Santa Irene- El Salto. 4.8.41.-
4.8.2.6.- Resultados de la evaluación económica a precios de mercado del sector Larmahue 4.8.45.-

4.9.- Análisis financiero.
4.9.1.- Metodología general. 4.9.1.-
4.9.2.- Determinación de la capacidad de pago y crédito. 4.9.3.-
4.9.3.- Presentación y análisis de los resultados. 4.9.4.-

4.10.- Niveles de Empleo 4.10.1.-
4.10.1.- Mano de obra asociada a la ejecución de las obras civiles del proyecto. 4.10.1.-
4.10.2.- Mano de obra asociada a la reposición de obras. 4.10.2.-
4.10.3.- Mano de obra agrícola. 4.10.3.-

5.- Participación ciudadana 5.1.-

5.1.- Introducción. 5.2.-

5.2.- Participación en etapa de preinversión. 5.2.-

5.3.- Participación en etapa de inversión y explotación. 5.5.-

5.4.- Actividades de participación ciudadana en la consultoría. 5.6.-
5.4.1.- Talleres y reuniones de trabajo entre el Estado, a través de la consultoría, con la directiva de la Asociación canal Almahue y sus técnicos 5.6.-
5.4.2.- Talleres y reuniones de trabajo con sectores especializados, actores indirectos. 5.9.-
5.4.3.- Reunión de participación ciudadana de "Difusión a toda la comunidad" 5.11.-
5.4.4.- Información a la comunidad sobre las actividades de los profesionales durante el estudio de prefactibilidad. 5.13.-

5.5.- Actores en las actividades de participación ciudadana. 5.14.-
5.5.1.- Asociación de canalistas canal Almahue. 5.14.-
5.5.2.- Actores indirectos. 5.16.-

5.6.- Participación de género. 5.17.-

5.7.- Planes de acción. 5.17.-

3.- Situación con proyecto

3.1.- Antecedentes generales y documento de acuerdo
3.2.- Situación agrícola futura o con proyecto
3.3.- Estudio de alternativas de obras civiles
3.4.- Dimensionamiento económico de obras
3.5.- Anteproyecto preliminar de obras
3.6.- Presupuesto y listado de obras

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.1.- Antecedentes generales y documento de acuerdo

3.1.1.- Introducción
3.1.2.- Documento acuerdo de proyecto Integrado

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.1.1.- Introducción.

Considerando la diversidad de obras que comprende este proyecto del canal Almahue y su concentración de obras relevantes en el canal matriz, además de obras menores en los ramales derivados, que permite regar aproximadamente 7.734 ha, se hace necesario señalar que el énfasis del análisis de las obras que se consulta el proyecto se concentra precisamente en el revestimiento del canal matriz Almahue. El costo del revestimiento corresponde a unos 2.300 a 3.400 millones de pesos, dependiendo de la alternativa escogida según se analiza en el Capítulo N°3.3 siguiente. Este valor es aproximadamente el 60% de la inversión total del proyecto completo y por ende requiere de un estudio mucho más acabado que otras obras de poca gravitación en el presupuesto total del proyecto. Así mismo son fuertemente gravitantes en el costo la obra de sedimentación, como también las obras propias de la microgeneración hidroeléctrica, esta última resulta antieconómica en el análisis.

El otro elemento decisivo que determina la orientación general relativo al énfasis de las obras del estudio lo constituye el denominado: "Documento Acuerdo de Proyecto Integrado" que en el marco del presente estudio la Asociación firmó conjuntamente con la consultora. Este documento es la resultante de la activa participación de los organismos de base que operan en torno a la Asociación Canal Almahue, denominados Comités Sectoriales. En dicho documento se contienen además las necesidades que han sido señaladas a lo largo del tiempo, por los diferentes organismos territoriales que influyen en la actividad propia del canal como lo es especialmente la Municipalidad de Pichidegua; así mismo aquellos influenciados por la actividad del canal, como son los numerosos propietarios de terrenos que colindan con el canal y también los mismos regantes-usuarios de las aguas que conduce el canal.

En el período desde diciembre de 2008 hasta mayo de 2009, se realizaron cerca de 20 reuniones con los profesionales y directivos de la Asociación Canal Almahue, con los Comité Sectoriales, con la Municipalidad de Pichidegua, con el presidente de la organización Pueblo de Larmahue, con la directiva del Canal-Derrames Palquiales y con regantes; donde se fueron recogiendo las necesidades de mejoramiento en los diferentes canales. De todo ello se concluye que, sin lugar a duda, la obra que mayoritariamente interesa abordar es el mejoramiento del canal matriz. Este requerimiento es apoyado íntegramente por la Asociación, que permanentemente recibe correspondencia de los organismos de base con las peticiones de los interesados, para que se logre materializar especialmente obras de refuerzo de bordes en el canal matriz. Una muestra de estas peticiones se contiene en el Anexo N°2.5.2-B..

En efecto, la Asociación ha debido desviar recursos económicos hacia obras relativamente pequeñas, en desmedro de la inversión o cofinanciamiento de la ejecución de obras de gran impacto que van asociados a subsidios fiscales, como es el caso de la segunda etapa del mejoramiento de la bocatoma que se postuló a través de la Ley de Fomento al Riego N°18.450, pero que no lograron finalmente reunir el aporte propio.

Este Documento de Acuerdo es el resultado de un prolongado proceso que realizaron conjuntamente la Asociación y los profesionales de la consultora en que se fue discutiendo sector por sector y obra por obra, sobre su importancia y ventajas.

Las obras del proyecto se abordan según 3 metodologías o criterios complementarios de análisis que depende principalmente de la envergadura del costo y/ o del beneficio que ellas involucran. Estas etapas de análisis son:

i.- Estudio de alternativas: El estudio de alternativas que se realiza en base a costos y beneficios, lo cual se trata en el Capítulo N°3.3. En el análisis de alternativas se incluye la obra de revestimiento del canal matriz, el análisis de los refuerzos de borde débil en los canales derivados, el mejoramiento del túnel San Roberto, el revestimiento del sedimentador y el sistema de desinfección del agua de riego.

ii.- Dimensionamiento económico de las obras: El Capítulo N°3.4 sobre el dimensionamiento, se orienta a resolver sobre la conveniencia de revestir el canal matriz en toda su extensión de 7,17 Km. El beneficio del revestimiento del canal es la estabilidad de sus bordes y la recuperación de agua que actualmente se infiltra. La relación que se construyó para analizar este concepto es el VAN simplificado v/s longitud de revestimiento, que es continuamente creciente con la longitud, por tanto se concluye la gran ventaja de revestir toda la longitud del canal matriz. En este análisis no se hace el cálculo exhaustivo sobre revanchas y alturas de muros de revestimiento, tampoco se concluye sobre la conveniencia de revestir solamente los bordes o bien si conviene además añadir el revestimiento de fondo. Todo esto se aborda en detalle en el Capítulo N°3.3 – "Estudio de Alternativas" y también en el prediseño propiamente tal de esta obra.

En el Capítulo N°3.4, se aborda además en profundidad la obra de desarenación-sedimentación, que es una obra compleja, porque su impacto se manifiesta en la calidad del agua. Finalmente se aborda también mediante la metodología del dimensionamiento las dos alternativas de microgeneración hidroeléctrica con el cálculo preliminar del VAN, resultando ambas antieconómicas considerando el actual estado de costos en inversiones, y los ingresos por concepto de venta de energía.

iii.- Anteproyecto preliminar de obras. En el Capítulo N°3.5 se contienen los prediseños de todas las obras del proyecto, incluidas las señaladas en el Documento Acuerdo, y considerando las soluciones recomendadas en el Capítulo N°3.3 – "Análisis de Alternativas" y acorde a las dimensiones señaladas en el Capítulo N°3.4 – "Dimensionamiento económico". Las demás obras contenidas en este Capítulo N°3.5 son obras de menor gravitación en cuanto a inversión, en que se recurre a diseños de mínimo costo con diseños ampliamente probados, provenientes de manuales de la CNR y planos tipificados de la DOH para obras menores.

iv.- Presupuesto de las obras: En ell Capítulo N°3.6 se valoriza el costo directo de las obras consideradas en este proyecto, las obras se encuentran contenidas en el Documento de Acuerdo del Capítulo siguiente. El resultante del presente punto es el presupuesto de obras del proyecto.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.1.2.- Documento Acuerdo de Proyecto Integrado.

En la Asamblea General de la Asociación canal Almahue del día 30 de mayo de 2009, en la que participaron profesionales de la CNR y de la consultora, se aprobó sin objeción el listado de obras elaborado conjuntamente con esa Asociación entre los meses de marzo y mayo, cuyo texto completo se acompaña al final de este Capítulo. También participaron en la confección del listado los Comités Sectoriales de los canales derivados, atendiendo a que cada comité recibe permanentemente los requerimientos que informan los celadores, que son quienes recorren los canales y conocen los puntos débiles del sistema.

La participación señalada de los Comités Sectoriales en la etapa de definición de las obras de mejoramiento de la red de canales comuneros, fue muy significativa para la eficacia de este proyecto, porque es la forma práctica en que los regantes participaron manifestando sus intereses, en relación a sus necesidades de reparar los canales. Este modo de trabajo conjunto le brinda el necesario sustento al proyecto para poder seguir con propiedad una etapa siguiente de factibilidad. En el Capítulo N°5 – "Participación Ciudadana" - se contienen los antecedentes en detalle sobre participación y las minutas de reunión con los acuerdos.

Todos los trabajos de terreno para identificación de las obras de mejoramiento en el canal matriz y en los canales derivados, se realizaron conjuntamente con la participación de los profesionales de la consultora y de la Asociación.

Es importante señalar que la Asociación tiene internalizado ejecutar determinados trabajos de mejoramiento de obras, pero con cargo a recursos propios y/o fiscales, destacando los mejoramientos en las obras de distribución. Específicamente en el año 2008 se adquirieron los materiales de construcción, para recambio de las hojas partidoras de acero para todos los marcos deteriorados. Por ese motivo no se incluyen en este proyecto dichos mejoramientos en las obras de distribución en los canales derivados, salvo el mejoramiento de los saques: Protectora N°1 y Protectora N°2, ubicados en el canal matriz. La Asociación también está ejecutando con financiamiento propio y fiscal, desde junio de 2009, un revestimiento significativo del borde derecho de 200 m de longitud en el canal matriz en el sector La Católica.

El listado de obras convenidas y que se contienen en el Documento Acuerdo son las siguientes:

i) Mejoramiento del canal matriz Almahue de 7,17 Km de longitud. Se incluyen los análisis de alternativas de reperfilamiento y revestimiento para el fondo y bordes, especialmente: losetas prefabricadas, hormigón armado, albañilería y hormigón proyectado - shotcrete; obras de aforo; análisis para obras receptoras de escombros provenientes de descargas de aguas lluvia; rejas desbasurizadoras.

ii) Mejoramiento de la obra de admisión, específicamente en la zona de compuertas de admisión y descarga, y compuertas desmontables de emergencia en sector La Isla.

iii) Análisis de 2 alternativas de hidrogeneración. Ambos trazados consultarán la opción para evacuar descargas de aguas lluvias.

iv) Sedimentador aguas arriba de las compuertas de descarga. Esta obra se complementa con otras que se relacionan con el mejoramiento de la calidad de agua, destacando: las rejas desbasurizadoras y revestimientos en canal matriz. Se darán además orientaciones generales para un programa de difusión y gestión de la Asociación frente organismos, así como para sistemas intraprediales para desinfección de agua.

v) Derivado San Roberto. Fortificación boca de entrada túnel San Roberto, obra de descanso en quebrada derrames Orrego y obra de descanso en marco Toco N°7.

vi) Derivado San Luis. Refuerzo de bordes débiles filtrantes en 4 sectores del canal San Luis Caleuche que totalizan 1200m, obra de descanso sector Armando Osorio.

vii) Derivado El Salto. Refuerzos de borde en 3 sectores canal El Salto que totalizan 120m, obra de descanso Km 3,25, compuerta de descanso Orlando Fredes, descanso quebrada La Posesión o Santa Irene.

viii) Obra de descanso Fundo El Álamo Sector Santa Amelia.

ix) Prediseño tipificado valorizado para muros de soporte de ruedas azudas (2 tipos); rehabilitación de 3 acumuladores nocturnos comunitarios; puente vehicular y peatonal de cruce canal matriz. Estos prediseños no se incluirán en el presupuesto de obras del proyecto, en atención a lo solicitado en el Acuerdo y debido a que son obras desvinculadas del interés de la Asociación.

A continuación se acompaña el Documento de Acuerdo de Proyecto Integrado:

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

DOCUMENTO DE ACUERDO DEL PROYECTO INTEGRADO
MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE

Con fecha, 4 de Junio de 2009, entre la Asociación de Canalistas del canal Almahue representada por su Presidente el sr. Juan José Lyon A., RUT 5.027.085-8 domiciliados ambos en Pichidegua s/n en adelante la Asociación; y la Consultora Proyectos de Ingeniería Civil y Servicios Ltda., - Procivil Ingeniería Ltda. -, representada por sus socios sres. Werner Kremer V., RUT 6.5961.27-K y Juan Carlos Croxatto O. RUT 6.584.244-0, todos domiciliados en 11 de Septiembre 1480 of 82 Providencia, en adelante la Consultora, se firma el siguiente acuerdo:

ANTECEDENTES.

1. Por medio de la Resolución CNR Nº 4112 de 17 de diciembre 2008, se aprobó como ejecutor de la Consultoría "MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE" a la Consultora Proyectos de Ingeniería Civil y Servicios Ltda.
2. De acuerdo a los documentos aprobados en la resolución anterior se especifica que todos los antecedentes que emplee la Consultora deberá hacerlos suyos, siendo responsable de su utilización, luego de su análisis en conjunto con la Asociación Canal Almahue y sus asesores, de lo cual deberá elaborarse un Documento de Acuerdo del Proyecto Integrado, con el resumen de todos los aspectos que deben convenirse y aprobarse con la firma de ambas partes, para su presentación a la Comisión Nacional de Riego.
3. En especial, la Consultora deberá solicitar a la Asociación los anteproyectos que dispongan de rehabilitación que han presentado a los Concursos de la Ley de Fomento al Riego y Drenaje (Ley 18.450), realizado por los consultores: Procivil Ing. Ltda., y otros Informes de Diagnóstico disponibles en la Asociación.
4. Este documento de Acuerdo se someterá a conocimiento para ratificación de la Asamblea de Accionistas en mayo de 2009.

ACUERDO

1. La Asociación es propietaria de los siguientes antecedentes, los que han sido entregados a la Consultora para el análisis del proyecto:
    a. Proyecto de Rehabilitación de Bocatoma Canal de Almahue - Primera Etapa; Concurso Público CNR Nº8-2003 Grupo "A". Asociación Canal de Almahue. PROCIVIL ING. LTDA.
    b. Proyecto de Rehabilitación de Bocatoma Canal Almahue - Segunda Etapa; Concurso Público CNR Nº7-2006 - Grupo "D". Asociación Canal Almahue. PROCIVIL ING. LTDA

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

c. Diagrama unifilar del Canal Almahue contenido dentro del Convenio de Cooperación entre Asociación de Canalistas del Canal Almahue y la Comisión Nacional de Riego. 2008.

2. Durante el desarrollo del proyecto integrado se ha fijado la modalidad de trabajo conjunto con la Asociación. Para documentar dicho procedimiento en cada una de las actividades, especialmente reuniones y comunicaciones de trabajo, se levantarán minutas firmadas por la Consultora y la Asociación. Las minutas, especificarán a lo menos la fecha de ocurrencia, el lugar, los participantes y los acuerdos de la reunión.

3. La Asociación difundirá durante todo el período el proyecto integrado a sus asociados a través de los canales habituales de comunicación de ésta, y acompañará a la Consultora en terreno, con el objeto de crear confianza en sus asociados.

4. Las obras que se consulten en el estudio de prefactibilidad a nivel de prediseño comprenderán los siguientes aspectos:

   i) Mejoramiento del canal matriz Almahue de 7,1 Km, Se incluye los análisis de alternativas de reperfilamiento y revestimiento para el fondo y bordes, especialmente: losetas prefabricadas, hormigón armado, albañilería y hormigón proyectado - shotcrete; obras de aforo; análisis para obras receptoras de escombros provenientes de descargas de aguas lluvia; rejas desbasurizadoras. En los diseños de revestimiento deberá tenerse en cuenta los tramos ya ejecutados por la Asociación o por terceros, que totalizan aproximadamente 1400 m lineales de borde de canal.

   ii) Mejoramiento de la obra de admisión, específicamente en la zona de compuertas de admisión y descarga, y compuertas desmontables de emergencia en sector La Isla.

   iii) Análisis de 2 alternativas de hidrogeneración en los Km 2 y 4,8 del canal matriz. Ambos trazados consultarán la opción para evacuar descargas de aguas lluvia.

   iv) Sedimentador aguas arriba de las compuertas de descarga. Esta obra se complementa con otras que se relacionan con el mejoramiento de la calidad de agua destacando: las rejas desbasurizadoras y revestimientos en canal matriz. Se darán además orientaciones generales para un programa de difusión y gestión de la Asociación frente organismos, así como para sistemas intraprediales para desinfección de agua.

   v) **Derivado San Roberto.** Fortificación boca de entrada túnel San Roberto, obra de descanso en quebrada derrames Orrego y obra de descanso en marco Toco No.7.

   vi) **Derivado San Luis.** Refuerzo de bordes débiles filtrantes en 4 sectores del canal San Luis Caleuche que totalizan 1200m, obra de descanso sector Armando Osorio.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

vii) **Derivado El Salto.** Refuerzos de borde en 3 sectores canal El Salto que totalizan 120m, obra de descanso Km 3,25, compuerta de descanso Orlando Fredes, descanso quebrada La Posesión o Santa Irene.

viii) Obra de descanso Fundo El Álamo Sector Santa Amelia.

ix) Prediseño tipificado valorizado para muros de soporte de ruedas azudes (2 tipos); rehabilitación de 3 acumuladores nocturnos comunitarios; puente vehicular y peatonal de cruce canal matriz. Estos prediseños no se incluirán en el presupuesto de obras del proyecto.

5. Es preocupación de la Asociación, que una vez terminado el estudio de prefactibilidad, y concluyéndose de él índices económicos favorables para la Asociación y sus accionistas, se indague con la CNR para que ella entregue orientaciones referente a la fracción de costo y condiciones de pago que significan las obras y la comparación de las condiciones de los diferentes instrumentos de fomento del Estado, de apoyo a la construcción de obras de riego, como la Ley 18.450.

Para la firma se tiene a la vista el acuerdo de Asamblea Ordinaria de fecha 15 de Mayo de 2008, reducida a escritura pública de fecha 27 de Agosto de 2008, ante el notario público de San Vicente Tagua Tagua, señora Isabel Margarita Chadwick Vergara, donde el sr. Juan José Lyon Amand, por mandato de la Asamblea es el Presidente de la Asociación.

La personería de los sres. Werner Kremer Vera y Juan Carlos Croxatto Ovando, consta en escritura de constitución de la sociedad de fecha 28 de julio de 1988, otorgada ante Notario Público Titular de la vigésima novena Notaría de Santiago, don Raúl Undurraga Laso.

Juan José Lyon A.
Presidente de la Asociación
Canal Almahue

Juan Carlos Croxatto O.
Proyectos de Ing. Civil y Servicios Ltda.

Werner Kremer V.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.2.- Situación agrícola futura o con proyecto

3.2.1.- Introducción
3.2.2.- Bases de sustentación del desarrollo y beneficios del proyecto
3.2.3.- Uso futuro de la tierra
3.2.4.- Caracterización productiva futura
3.2.5.- Caracterización económica futura
3.2.6.- Estándares productivos y económicos de los cultivos situación futura
3.2.7.- Márgenes brutos futuros de los predios tipo
3.2.8.- Proyección de la situación futura o con proyecto
3.2.9.- Demandas de agua de riego futuras
3.2.10.- Asistencia técnica y capacitación
3.2.10.1.- Costos de la asistencia técnica y capacitación propuesta
3.2.11.- Inversiones intraprediales

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.2.1.- Introducción

La política actual de la CNR propende al uso múltiple del agua en los sistemas de riego. Sin embargo, las obras de riego proyectadas a nivel de pre factibilidad, como éstas, deben cumplir primero con alcanzar una rentabilidad mínima del 8% (TIR), para avanzar a las etapas siguiente de factibilidad, diseño y de construcción. Los restantes usos del agua que se analicen, tal como generación eléctrica u otras, a su vez, para seguir siendo considerada en etapas sucesivas, deben mostrar que también son rentables por sus propios méritos.

El desarrollo agropecuario que aquí se analiza, se basa, exclusivamente, en los efectos directos que producirán las obras proyectadas para la situación "Con Proyecto" o "Situación Futura". Sin embargo, de acuerdo a la metodología, habrá una relación biunívoca entre los grados de desarrollo agropecuario que se plantean para el futuro y el tipo y magnitud de las obras de riego que se han proyectado, lo cual se definirá de acuerdo a un modelo ad hoc de funciones productivas, que se explicitó en otro acápite de este proyecto. Lo anterior significa que, aunque aquí se plantee un desarrollo agrícola para el máximo potencial posible de lograr con los mejoramientos del canal, es el modelo con las funciones productivas el que definirá, finalmente, el porcentaje de este desarrollo que será el más adecuado.

Las obras hidráulicas que se proyectan consisten en el mejoramiento de las condiciones de escurrimiento del canal, lo que se traducirá en una disminución de las pérdidas de agua durante la conducción. En otras palabras, como beneficio directo, habrá un incremento de la cantidad de agua de riego disponible a nivel predial y, por ende, en la posibilidad de incrementar la superficie regada en aquellos terrenos aún de secano, ubicados sobre cota de canal o en el uso más intensivo de suelos ocupados con pastos naturales, con riego precario, bajo cota de canal.

De acuerdo a lo determinado en el diagnóstico, entre los factores que limitan a la agricultura y puede hacerlo aún más en el futuro próximo, es la mala calidad de las aguas que ingresan al canal. Estas llegan ya contaminadas desde sus fuentes, como son el río Cachapoal y el Estero Zamorano. El efecto directo actual de esta contaminación es la prohibición del cultivo de hortalizas de hojas y otras, por los organismos de salud de la Región de O'Higgins. Y, a breve plazo, se cierne sobre el área la posible prohibición de la exportación de frutas de huertos regados por el canal Almahue.

La mitigación de este factor negativo en la agricultura, como es la contaminación de las aguas, se realizará con obras en la bocatoma que permitan decantar las arenas y otros sedimentos y eliminar las basuras que llegan desde las fuentes, para evitar su entrada al sistema de conducción, complementadas por otras medidas como, la eliminación de los ductos de aguas servidas que caen al canal en su paso por el pueblo de Larmahue e impedir que el canal y sus derivados se use como vertedero de basuras, dentro del área el proyecto.

Las medidas de mitigación mencionadas no eliminarán totalmente la contaminación de las aguas pero, bajarán significativamente, el nivel de ésta de forma que, con medidas complementarias, como los tratamientos prediales del agua con luz ultravioleta u otros métodos, se pueda eliminar la contaminación del agua de riego a costos razonables.

De acuerdo a los dos tipos de obras que se proyectan, se han planteado 3 escenarios para el desarrollo agropecuario futuro, que deberán ser evaluados. El primer escenario parte del supuesto que el Sistema de Riego Canal Almahue dispondrá de mayor cantidad de agua, dada las mayores eficiencias de captación y conducción que permitirán las obras hidráulicas, antes mencionadas. Ello significará un incremento del área regada basado en la utilización de superficies, actualmente de secano, ubicadas de preferencia en suelos de piedmont, sobre cota de canal.

El segundo escenario a evaluar es el efecto en la agricultura actual de las obras de descontaminación de las aguas de riego para, finalmente, evaluar un tercer escenario que representa la combinación de los dos anteriores, es decir, el efecto de la descontaminación en una agricultura futura y la incorporación de mayor superficie.

El primer y tercer escenario será evaluado con el tradicional "Método del Presupuesto", mientras el segundo escenario se evaluará con base al "daño evitado", es decir, las pérdidas que se producirían en la agricultura, al ser castigada por la mala calidad del agua de riego, pasan a representar los beneficios de las obras que se construyan para evitarlas.

3.2.2.- Bases de sustentación del desarrollo y beneficios del proyecto.

La implementación del proyecto multiuso tendrá el efecto de una mayor disponibilidad de agua a nivel predial el que será variable, de acuerdo a los derechos de agua, longitud y dimensiones de cada canal.

El programa de desarrollo tiene como punto de partida la Situación Actual de la agricultura del área de influencia del Proyecto y las potencialidades de los recursos suelo y clima existentes.

Los supuestos de desarrollo que estarán presentes en la determinación de la Situación Futura, con proyecto de riego, son los siguientes:

- No hay cambios en la estructura de las propiedades, según tamaño, durante el horizonte del proyecto. Tampoco habrá variaciones significativas en el nivel y relaciones de los precios agrícolas, definidos en la Situación Actual. En consecuencia, todos los beneficios que se cuantifican en este proyecto multiuso son atribuibles sólo a las obras hidráulicas proyectadas.
- Se asume que los caudales de los ríos Cachapoal y Estero Zamorano y, por ende, la disponibilidad del canal Almahue seguirá, durante el horizonte del proyecto, las mismas variaciones que han tenido históricamente en los últimos 30 años, con registros hidrológicos.
- La expansión de la fruticultura futura se realizará sólo en los predios que ya poseen la especialización productiva, niveles tecnológicos y economías de escala. Además, ya cuentan con la infraestructura de empaque, comercialización y de servicios para ello y con la mano de obra especializada. Además, disponen de los derechos de agua necesarios para asegurar el riego en los períodos de máxima demanda.
- La nueva superficie de frutales se implantará en forma proporcional en un plazo de 5 años. La nueva superficie de cultivos anuales se realizará, también proporcional pero en un plazo mas breve, en 2 años.

3.2.3.-

- Las especies frutales a considerar serán las mismas que existen en la actualidad y que presentan gran rentabilidad por ser exportables.
- El impacto del proyecto en los márgenes económicos se medirá a través de la mayor disponibilidad del agua de riego, debido a la disminución las pérdidas por la obras en la bocatoma y por el mejoramiento de los canales.
- No se ha considerado el incremento de la tecnificación del riego en la agricultura, con base en sistemas presurizados de alta frecuencia, como goteo y aspersión, por sobre la que ya existe en la actualidad. De hacerlo, se producirían beneficios económicos que son independientes de lo que se trata de medir, como son los del mejoramiento del canal.
- Sí se han considerado sistemas de riego presurizados para las nuevas superficies de frutales que se planten como efecto directo del mejoramiento del canal.
- El desarrollo agropecuario planteado debe sustentarse en el tiempo. Para ello, se debe asegurar que la incorporación de las nuevas superficies de frutales y cultivos anuales se realice apenas las obras queden terminadas. Se ha considerado que las obras hidráulicas demorarán un año en su implementación y, por ende, las nuevas plantaciones de frutales menores y el incremento de superficie de cultivos anuales, se deberán realizar desde el año 1 del proyecto en adelante.
- La organización de los regantes debe jugar un rol de importancia en la redefinición de las normas de operación del sistema y de las obras, con el objeto de mejorar la distribución del recurso agua.

Como consecuencia de lo anterior, los principales beneficios agrícolas directos que se producirán serán:

- El aumento de la superficie regada y, con ello, la expansión del área con riego permanente será en reemplazo de parte de lo que actualmente se mantiene de secano y lo actualmente regado en forma eventual con pastos naturales.
- El incremento de frutales en los predios que por tamaño y disponibilidad de agua, podrán incrementar estos cultivos permanentes.
- Un aumento de la superficie de cultivos hortícola del área del proyecto y para lo cual presentan ventajas naturales y de experiencia en su cultivo, como son el melón, la sandía y el tomate.
- Disminuirá el riesgo de rechazo de la fruta que se envía al exterior.

Para el caso de determinar beneficios como "daño evitado", para el escenario de mejorar la calidad de las aguas se valorizará la fruticultura de exportación no con precios internacionales sino sólo con precios del mercado interno, que sería el peor de las opciones para esta fruta.

3.2.3.- Uso futuro de la tierra.

Los caudales del canal Almahue provienen de la Segunda Sección del Río Cachapoal y del Estero Zamorano cauces que, a pesar de no están regulados por embalses, tienen regularidad estacional en sus caudales porque éstos se originan más en afloramientos y recuperaciones que por condiciones climáticas. Las disminuciones de los caudales en los cauces y, por ende, en el canal Almahue, se producen muy pocas veces y es en parte del ciclo de años secos. Esta característica hidrológica del área, determina un uso de la tierra

3.2.4.-

no influenciado por escasez de agua en verano, relativamente estable en el tiempo y, por lo tanto, con gran predominancia de cultivos de desarrollo estival.

Las diferencias en el uso de la tierra, como se explicitó en la Situación Actual, se producen entre predios de diferentes tamaños, donde los predios grandes por mayor capacidad de capitalización, economías de escala y acceso a mercados externos, se dedican preferentemente a frutales hasta donde les permite la disponibilidad de agua en el predio, mientras los predios pequeños y gran parte de los medianos, por razones contrarias, se dedican los cultivos anuales, también hasta donde les permite la disponibilidad de agua en el predio y algunos pastos naturales para aprovechar los excedentes de primavera. Los mejoramientos en el canal Almahue no alterarán esta característica de la agricultura del valle sólo que, al mejorar las condiciones del canal, podrán disponer de mayor cantidad agua por sus derechos. Los predios grandes incrementarán la superficie de frutales y los medianos incrementarán las superficies de cultivos más rentables en desmedro de pastos naturales. Es lo que se reflejará en este acápite sobre uso de la tierra en la Situación Futura o "Con Proyecto".

El uso futuro de la tierra de cada sector se ha definido a partir de los 3 Predios Tipo promedio, determinados en la Situación Actual. En la distribución de las aguas adicionales para cada canal, determinadas por la unidad de ingeniería de esta Consultora, se consideraron los derechos de agua, la longitud, las dimensiones y condiciones de escurrimiento, tanto para la Situación Actual como para la situación "Con Proyecto".

La superficie adicional de riego permanente que se podría regar con el excedente de agua que se producirán con las obras fue estimada, basada en las tasas de riego que dispone cada canal. El incremento de la superficie regada en forma permanente será, en los predios pequeños y medianos, a expensa de la actual superficie con riego ocupada por pastos naturales y/o mezclas forrajeras y por terrenos sin habilitar por falta de agua, en los predios grandes.

La distribución de la superficie de riego adicional, en cada canal, se hizo proporcionalmente, según la superficie agrícola actual de los Predios Tipo. Se ha considerado que esta superficie de riego adicional corresponderá a riego permanente y, en los predios grandes se utilizará en frutales en desmedro de la superficie agrícola de secano.

En los Cuadros N°3.2.3-1 al N°3.2.3-15 siguientes se presenta la evolución proyectada del uso de la tierra en el plazo comprendido desde la Situación Actual hasta la Situación Futura, para cada uno de los 3 Predios Tipo, y para cada uno de los 5 sectores, todo lo cual está expresado en hectáreas.

CUADRO Nº3.2.3-1
EVOLUCIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

P. TIPO: 1 SECTOR: LARMAHUE PREDIOS REPRESENTADOS: 170

Año	Maíz Grano	Tomate Cons.	Alfalfa 2º-5ºaño	Limón Prod.	Tomate Futuro 1	Tomate Futuro 2	Total Sup. Riego	Sup. Secano	Sup. Agric. de P.T.
Sit Actual	0,47	0,25	0,18	0,11			1,0	0,10	1,1
1	0,23	0,25	0,18	0,11	0,05		0,8	0,25	1,1
2	0,23	0,25	0,18	0,11	0,05	0,05	0,9	0,2	1,1
3	0,23	0,25	0,18	0,11	0,05	0,05	0,9	0,2	1,1
4	0,23	0,25	0,18	0,11	0,05	0,05	0,9	0,2	1,1
5 – 30	0,23	0,25	0,18	0,11	0,05	0,05	0,9	0,2	1,1

CUADRO Nº3.2.3-2
EVOLUCIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

P. TIPO: 2 SECTOR: LARMAHUE PREDIOS REPRESENTADOS: 13

Año	Melón	Paltos P.Prod	Paltos Futuro 1	Paltos Futuro 2	Paltos Futuro 3	Paltos Futuro 4	Paltos Futuro 5	Total Sup. Riego	Sup. Secano	Sup. Agric. de P.T.
Sit Actual	3,7	5,0	-	-	-	-		8,7	31,1	39,8
1	1,9	5,0	6,22	-	-	-		13,1	26,7	39,8
2	1,9	5,0	6,22	6,22	-	-		19,3	20,5	39,8
3	1,9	5,0	6,22	6,22	6,22	-		25,5	14,2	39,8
4	1,9	5,0	6,22	6,22	6,22	6,22		31,7	8,0	39,8
5 – 30	1,9	5,0	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	38,0	1,8	39,8

CUADRO Nº3.2.3-3
EVOLUCIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

P. TIPO: 3 SECTOR: LARMAHUE PREDIOS REPRESENTADOS: 3

Año	Maíz Grano	Paltos P.Prod	Nectarinos P.Prod	Limoneros P.Prod	Naranjos P.Prod	Paltos Fut 1	Paltos Fut 2	Paltos Fut 3	Paltos Fut 4	Paltos Fut 5	Necta-rinos 1	Necta-rinos 2	Necta-rinos 3	Necta-rinos 4	Necta-rinos 5	Sup. Riego	Sup. Secano	Sup. Agric.
Sit Actual	5,9	13,3	11,3	5,2	8,6											44,3	27,2	71,5
1	5,9	13,3	11,3	5,2	8,6	2,0					3,44					49,7	21,8	71,5
2	5,9	13,3	11,3	5,2	8,6	2,0	2,0				3,44	3,44				55,2	16,3	71,5
3	5,9	13,3	11,3	5,2	8,6	2,0	2,0	2,0			3,44	3,44	3,44			60,6	10,9	71,5
4	5,9	13,3	11,3	5,2	8,6	2,0	2,0	2,0	2,0		3,44	3,44	3,44	3,44		66,1	5,4	71,5
5 – 30	5,9	13,3	11,3	5,2	8,6	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,44	3,44	3,44	3,44	3,44	71,5	0,0	71,5

CUADRO Nº3.2.3-4
EVOLUCIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

P. TIPO: 1 SECTOR: S. AMELIA PREDIOS REPRESENTADOS: 16

Año	Trigo	Prad. Natural	Melones	Total Sup. Riego	Sup. Secano	Sup. Agric. de P.Tipo
Sit Actual	1,0	0,10	-	1,10	0,10	1,20
1	1,0	0,05	0,10	1,15	0,05	1,20
2	1,0	-	0,20	1,20	0,00	1,20
3	1,0	-	0,20	1,20	0,00	1,20
4	1,0	-	0,20	1,20	0,00	1,20
5 a 30	1,0	-	0,20	1,20	0,00	1,20

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº3.2.3-5
EVOLUCIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

P. TIPO: 2 SECTOR: S. AMELIA PREDIOS REPRESENTADOS: 54

Año	Maíz Grano	Trigo	Poroto Cos.	Alfalfa 1º año	Mezcla Forr	P.Natural	Melones Fut	T Sup. Riego	Sup. Secano	Sup. Agric.
Sit. Actual	7,8	1,2	0,6	0,4	1,5	1,2	0,0	12,7	0,0	12,7
1	3,9	1,2	0,6	0,4	1,5	-	1,2	8,8	3,9	12,7
2	3,9	-	0,6	0,4	1,5	-	2,4	8,8	3,9	12,7
3	3,9	-	0,6	0,4	1,5	-	2,4	8,8	3,9	12,7
4	3,9	-	0,6	0,4	1,5	-	2,4	8,8	3,9	12,7
5 a 30	3,9	-	0,6	0,4	1,5	-	2,4	8,8	3,9	12,7

CUADRO Nº3.2.3-6
EVOLUCIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS PREDIOS TIPO
ALTERNATIVA: INCORPORACIÓN AL RIEGO DE ÁREAS DE SECANO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

P. TIPO: 3 SECTOR: S. AMELIA PREDIOS REPRESENTADOS: 3

Año	Maíz Grano	Duraznero Prod	Nectarina Prod	Paltos Prod	Kiwi Prod	Manzano Prod	Nectarín 1	Nectarín 2	Nectarín 3	Nectarín 4	Nectarín 5	Paltos 1	Paltos 2	Paltos 3	Paltos 4	Paltos 5	T Sup. Riego	Sup. Secano	Sup. Agric.
Sit Act.	24,3	4,3	21,2	3,6	4,8	2,4											60,6	41,1	101,7
1	12,2	4,3	21,2	3,6	4,8	2,4	4,0					4,22					56,7	45,0	101,7
2	12,2	4,3	21,2	3,6	4,8	2,4	4,0	4,0				4,22	4,22				64,9	36,8	101,7
3	12,2	4,3	21,2	3,6	4,8	2,4	4,0	4,0	4,0			4,22	4,22	4,22			73,1	28,5	101,7
4	12,2	4,3	21,2	3,6	4,8	2,4	4,0	4,0	4,0	4,0		4,22	4,22	4,22	4,22		81,3	20,3	101,7
5 a 30	12,2	4,3	21,2	3,6	4,8	2,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,22	4,22	4,22	4,22	4,22	89,6	12,1	101,7

CUADRO Nº3.2.3-7
EVOLUCIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

P. TIPO: 1 SECTOR: TOCO – SAN ROBERTO PREDIOS REPRESENTADOS: 18

Año	Trigo	P.Natural	Melones Fut.	Otros Cult.	Total Sup. Riego	Sup. Secano	Sup. Agric. de P.T.
Sit Actual	1,6	0,2	-	0,0	1,8	0,0	1,8
1	0,8		0,1	0,0	0,9	0,9	1,8
2	0,8	-	0,2	0,0	1,0	0,8	1,8
3	0,8	-	0,2	0,0	1,0	0,8	1,8
4	0,8	-	0,2	0,0	1,0	0,8	1,8
5 – 30	0,8	-	0,2	0,0	1,0	0,8	1,8

CUADRO Nº3.2.3-8
EVOLUCIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

P. TIPO: 2 SECTOR: TOCO – SAN ROBERTO PREDIOS REPRESENTADOS: 66

Año	Maíz Grano	Trigo	Melón	Alfalfa 2-5 años	Mezcla Forr	P.Natural	Naranjo Prod	Naranjo 1	Naranjo 2	Naranjo 3	Naranjo 4	Naranjo 5	Sup. Riego	Sup Secano	Sup. Agric.
Sit Actual	10,0	0,5	0,6	0,3	1,3	0,3	0,5						13,5	1,40	14,9
1	5,0	0,5	0,6	0,3	1,3	0,3	0,5	0,28					8,8	6,12	14,9
2	5,0	0,5	0,6	0,3	1,3	0,3	0,5	0,28	0,28				9,1	5,84	14,9
3	5,0	0,5	0,6	0,3	1,3	0,3	0,5	0,28	0,28	0,28			9,3	5,56	14,9
4	5,0	0,5	0,6	0,3	1,3	0,3	0,5	0,28	0,28	0,28	0,28		9,6	5,28	14,9
5 – 30	5,0	0,5	0,6	0,3	1,3	0,3	0,5	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	9,9	5,00	14,9

CUADRO Nº3.2.3-9
EVOLUCIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

P. TIPO: 3 SECTOR: TOCO – SAN ROBERTO PREDIOS REPRESENTADOS: 15

Año	Maíz Grano	Trigo	Melón	Alfalfa	P.Natural	Uva mesa Prod	Olivo	Kiwi	Arándanos Prod.	Uva mesa 1	Uva mesa 2	Uva mesa 3	Uva mesa 4	Uva mesa 5	Kiwi 1	Kiwi 2	Kiwi 3	Kiwi 4	Kiwi 5	Sup. Riego	Sup. Secano	Sup. Agric.
Sit Actual	1,2	3,9	1,5	2,4	10,7	28,5	11,2	1,8	7,9											69,1	112,0	181,1
1	0,6	3,9	1,5	2,4	10,7	28,5	11,2	1,8	7,9	11,2					11,2					90,9	90,2	181,1
2	0,6	3,9	1,5	2,4	10,7	28,5	11,2	1,8	7,9	11,2	11,2				11,2	11,2				113,3	67,8	181,1
3	0,6	3,9	1,5	2,4	10,7	28,5	11,2	1,8	7,9	11,2	11,2	11,2			11,2	11,2	11,2			135,7	45,4	181,1
4	0,6	3,9	1,5	2,4	10,7	28,5	11,2	1,8	7,9	11,2	11,2	11,2	11,2		11,2	11,2	11,2	11,2		158,1	23,0	181,1
5 – 30	0,6	3,9	1,5	2,4	10,7	28,5	11,2	1,8	7,9	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	180,5	0,6	181,1

CUADRO Nº3.2.3-10
EVOLUCIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

P. TIPO: 1 SECTOR: SAN LUIS - CALEUCHE PREDIOS REPRESENTADOS: 57

Año	Maíz Grano	Mezcla Forr.	Limón Prod.	Limón 1	Limón 2	Limón 3	Limón 4	Limón 5	Sup. Riego	Sup. Secano	Sup. Agric.
Sit Actual	0,4	0,1	0,2						0,70	0,20	0,90
1	0,2	0,1	0,2	0,04					0,54	0,36	0,90
2	0,2	0,1	0,2	0,04	0,04	-			0,58	0,32	0,90
3	0,2	0,1	0,2	0,04	0,04	0,04			0,62	0,28	0,90
4	0,2	0,1	0,2	0,04	0,04	0,04	0,04		0,66	0,24	0,90
5 – 30	0,2	0,1	0,2	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,70	0,20	0,90

CUADRO Nº3.2.3-11
EVOLUCIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

P. TIPO: 2 SECTOR: SAN LUIS - CALEUCHE PREDIOS REPRESENTADOS: 161

Año	Maíz Grano	Trigo	Melón	Tomate Ind.	Mezcla Forr.	P.Natural	Naranjo Prod.	Eucaliptus	Naranjo 1	Naranjo 2	Naranjo 3	Naranjo 4	Naranjo 5	Sup. Riego	Sup. Sec.	Sup. Agric.
Sit Actual	7,3	1,0	1,3	1,2	1,7	0,6	0,2	0,1	0	0				13,40	0,40	13,8
1	3,7	1,0	1,3	1,2	1,7	0,6	0,2	0,1	0,08					9,83	3,92	13,8
2	3,7	1,0	1,3	1,2	1,7	0,6	0,2	0,1	0,08	0,08				9,91	3,84	13,8
3	3,7	1,0	1,3	1,2	1,7	0,6	0,2	0,1	0,08	0,08	0,08			9,99	3,76	13,8
4	3,7	1,0	1,3	1,2	1,7	0,6	0,2	0,1	0,08	0,08	0,08	0,08		10,07	3,76	13,8
5 – 30	3,7	1,0	1,3	1,2	1,7	0,6	0,2	0,1	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	10,15	3,68	13,8

CUADRO Nº3.2.3-12
EVOLUCIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

P. TIPO: 3 SECTOR: SAN LUIS - CALEUCHE PREDIOS REPRESENTADOS: 6

Año	Maíz Grano	Tomate Ind.	Mezcla Forr.	Naranjos 1	Naranjos 2	Naranjos 3	Naranjos 4	Naranjos 5	Sup. Riego	Sup. Secano	Sup. Agric.
Sit Actual	24,5	4,9	7,4	-	-	-			36,8	0,90	37,7
1	12,3	4,9	7,4	0,18	-	-			24,7	12,92	37,7
2	12,3	4,9	7,4	0,18	0,18	-	-	-	24,9	12,74	37,7
3	12,3	4,9	7,4	0,18	0,18	0,18	-	-	25,1	12,56	37,7
4	12,3	4,9	7,4	0,18	0,18	0,18	0,18	-	25,3	12,38	37,7
5 - 30	12,3	4,9	7,4	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	25,5	12,20	37,7

CUADRO Nº3.2.3-13
EVOLUCIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

P. TIPO: 1 SECTOR: SANTA IRENE – EL SALTO PREDIOS REPRESENTADOS: 36

Año	Maíz Grano	Trigo	P.Natural	Melón Fut.	Sup. Riego	Sup. Secano	Sup. Agric.
Sit Actual	0,7	0,2	0,1	-	1,0	0,2	1,2
1	0,4	0,2	0,1	0,1	0,8	0,5	1,2
2	0,4	0,2	0,1	0,2	0,9	0,4	1,2
3	0,4	0,2	0,1	0,2	0,9	0,4	1,2
4	0,4	0,2	0,1	0,2	0,9	0,4	1,2
5 -30	0,4	0,2	0,1	0,2	0,9	0,4	1,2

CUADRO Nº3.2.3-14
EVOLUCIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

P. TIPO: 2 SECTOR: SANTA IRENE – EL SALTO PREDIOS REPRESENTADOS: 98

Año	Maíz Grano	Melón	Tomate Ind.	Alfalfa	P.Natural	Melón Fut.	Sup. Riego	Sup. Secano	Sup. Agric.
Sit Actual	8,1	0,7	1,0	1,6	1,4	0,0	12,8	0,0	12,8
1	4,1	0,7	1,0	1,6	0,7	0,7	8,8	4,0	12,8
2	4,1	0,7	1,0	1,6	-	1,4	8,8	4,0	12,8
3	4,1	0,7	1,0	1,6	-	1,4	8,8	4,0	12,8
4	4,1	0,7	1,0	1,6	-	1,4	8,8	4,0	12,8
5 – 30	4,1	0,7	1,0	1,6	-	1,4	8,8	4,0	12,8

CUADRO Nº3.2.3-15
EVOLUCIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

P. TIPO: 3 SECTOR: SANTA IRENE – EL SALTO PREDIOS REPRESENTADOS: 4

Año	Durazneros	Nectarin	Naranjo	Nectarin 1	Nectarin 2	Nectarin 3	Nectarin 4	Nectarin 5	Sup. Riego	Sup. Sec	Sup. Agric.
Sit Actual	10,2	6,8	25,7	-	-				42,7	0,90	43,6
1	10,2	6,8	25,7	0,18	-				42,9	0,72	43,6
2	10,2	6,8	25,7	0,18	0,18				43,1	0,54	43,6
3	10,2	6,8	25,7	0,18	0,18	0,18			43,2	0,36	43,6
4	10,2	6,8	25,7	0,18	0,18	0,18	0,18		43,4	0,18	43,6
5 – 30	10,2	6,8	25,7	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	43,6	-	43,6

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En los Cuadros Nº3.2.3-16 al Nº3.2.3-20 se muestra el uso futuro de la tierra de cada uno de los sectores, por estrato de tamaño de los predios. Los valores se han obtenido expandiendo las superficies de los Predios Tipo promedio multiplicado por el correspondiente número de predios a los que representa.

CUADRO Nº3.2.3-16
EVOLUCIÓN SUPERFICIES
SECTOR LARMAHUE
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

Estratos	Superficie de Riego Actual que sigue en el Futuro									Superficie de Secano que se incorpora al Riego			Superficie de Riego Actual	Secano Incorp. al riego	Super. de Riego Futura
	Maíz Grano Actual	Trigo Act	Tomate Cons	Melón Actual	Alfalfa Act	Limón Act	Naranjos Actual	Paltos Actual	Nectarin Actual	Tomate Futuro	Paltos Futuro	Nectarin Futuro			
1	79,6	-	42,5		30,6	18,0				17,0			170,7	17,0	187,7
2		-		48,1				65,0			404,3		113,1	404,3	517,4
3	17,7	-				15,6	25,8	39,9	33,9		30,0	51,6	132,9	81,6	214,5
Total Sector	97,3	-	42,5	48,1	30,6	33,6	25,8	104,9	33,9	17,0	434,3	51,6	416,7	502,9	919,6

CUADRO Nº3.2.3-17
EVOLUCIÓN SUPERFICIES
SECTOR SANTA AMELIA
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

Estratos	Superficie de Riego Actual que sigue en el Futuro											Superficie de Secano que se incorpora al Riego Futuro			Sup. Riego Actual	Secano Incorp. al Riego	Super. de Riego Futura
	Maíz Grano Act	Trigo Act	Melones Actual	Alfalfa Actual	Mezcla Forr. Actual	Poroto Actual	Limón Actual	Nectarin Actual	Duraznero Actual	Kiwi Act.	Manzano Actual	Melones Futuro	Paltos Futuro	Nectarín Futuro			
1		16,0	3,2			-									19,2	-	19,2
2	421,2			21,6	81,0	32,4						129,6			556,2	129,6	685,8
3	72,9						10,8	63,6	12,9	14,4	7,2		63,3	60,0	181,8	123,3	305,1
Total Sector	494,1	16	3,2	21,6	81	32,4	10,8	63,6	12,9	14,4	7,2	129,6	63,3	60	757,2	252,9	1.010,1

CUADRO N°3.2.3-18
EVOLUCIÓN SUPERFICIES
SECTOR EL TOCO - SAN ROBERTO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

Estratos	Sup. Riego Actual que sigue en el Futuro											Superficie de Secano que se Incorpora al Riego Futuro			Sup. Riego Actual	Secano Incorp. riego	Sup. Riego Futura
	Maíz Grano Actual	Trigo Actual	Melones Actual	Alfalfa Actual	Mezcla Forr Actual	P.Natural Actual	Naranjo Actual	Uva mesa Actual	Olivo Actual	Kiwi Act.	Arándonos Actual	Naranjo Futuro	Uva mesa Futuro	kiwi Futuro			
1		28,8	3,6	-	-	-									32,4	-	32,4
2	660,0	33,0	39,6	19,8	85,8	19,8	33,0					92,4			891,0	92,4	983,4
3	18,0	58,5	22,5	36,0		160,5		427,5	168,0	27,0	118,5		840,0	840,0	1.036,5	1.680,0	2.716,5
Total	678,0	120,3	65,7	55,8	85,8	180,3	33,0	427,5	168,0	27,0	118,5	92,4	840,0	840,0	1.959,9	1.772,4	3.732,3

CUADRO N°3.2.3-19
EVOLUCIÓN SUPERFICIES
SECTOR SAN LUIS - CALEUCHE
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

Estratos	Sup. Riego Actual que sigue en el Futuro									Superficie de Secano que se Incorpora al Riego Futuro		Sup. Riego Actual	Secano Incorp. riego	Sup. Riego Futura
	Maíz Grano Actual	Trigo Actual	Tomate Ind. Actual	Melón Actual	Mezcla Forr Actual	P.Natural Actual	Limón Actual	Naranjo Actual	Eucaliptus Actual	Naranjos Futuro	Limón Futuro			
1	22,8	-			5,7		11,4				11,4	39,9	11,4	51,3
2	1.175,3	161,0	193,2	209,3	273,7	96,6		32,2	16,1	64,4		2.157,4	64,4	2.221,8
3	147,0		29,4		44,4					5,4		220,8	5,4	226,2
Total	1.345,1	161,0	222,6	209,3	323,8	96,6	11,4	32,2	16,1	69,8	11,4	2.418,1	81,2	2.499,3

CUADRO Nº3.2.3-20
EVOLUCIÓN SUPERFICIES
SECTOR SANTA IRENE - EL SALTO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

Estratos	Sup. Riego Actual que sigue en el Futuro									Superficie de Secano que se incorpora al Riego		Sup. Riego Actual	Secano Incorp. riego	Sup. Riego Futura
	Maíz Grano Actual	Trigo Actual	Tomate Ind. Actual	Melón Actual	Alfalfa Actual	P.Natural Actual	Naranjo Actual	Nectarin Actual	Durazneros Actual	Melón Futuro	Nectarin Futuro			
1	25,2	7,2		7,2		3,6						43,2	-	43,2
2	793,8		98,0	68,6	156,8					137,2		1.117,2	137,2	1.254,4
3							102,8	27,2	40,8		3,6	170,8	3,6	174,4
Total	819,0	7,2	98,0	75,8	156,8	3,6	102,8	27,2	40,8	137,2	3,6	1.331,2	140,8	1.472,0

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Finalmente, en el Cuadro Nº3.2.3-21 siguiente puede verse el potencial uso futuro de la tierra para el total del área del proyecto que abarca hasta 9.633 ha, diferenciado según los 3 estratos de tamaño de los Predios Tipo. Este cuadro se obtuvo integrando los valores de los cinco sectores en que se se ha subdividido el proyecto.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº 3.2.3-21
EVOLUCIÓN SUPERFICIES
TOTAL AREA DEL PROYECTO
SITUACIÓN FUTURA
(HECTÁREAS)

Estratos	Superficie de Riego actual que sigue en el Futuro																	
	Maíz Grano Actual	Trigo Actual	Tomate Industrial Actual	Melón Actual	Alfalfa Actual	Mezcla Forr. Actual	P.Natural Actual	Poroto Cos. Actual	Limón Actual	Naranjo Actual	Paltos Actual	Nectarin Actual	Durazneros Actual	Uva Mesa Actual	Olivo Act.	Kiwi Act.	Arándonos Actual	Manzano Actual
1	127,6	52,0	42,5	14,0	30,6	5,7	3,6	-	29,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	3.050,3	194,0	291,2	365,6	198,2	440,5	116,4	32,4	-	65,2	65,0	-	-	-	-	-	-	-
3	255,6	58,5	29,4	22,5	36,0	44,4	160,5	-	26,4	128,6	39,9	124,7	53,7	427,5	168,0	41,4	118,5	7,2
Total	3.433,5	304,5	363,1	402,1	264,8	490,6	280,5	32,4	55,8	193,8	104,9	124,7	53,7	427,5	168,0	41,4	118,5	7,2

Estratos	Superficie de Secano que se incorpora al Riego								Sup. Riego Actual	Secano incor. Riego	Sup. Riego Futura
	Melón Futuro	Tomate Futuro	Naranjos Futuro	Limón Futuro	Paltos Futuro	Nectarin Futuro	Uva mesa Futuro	Kiwi Futuro			
1	-	17,0	-	11,4	-	-	-	-	305,4	28,4	333,8
2	266,8	-	156,8	-	404,3	-	-	-	4.834,9	827,9	5.662,8
3	-	-	5,4	-	93,3	115,2	840,0	840,0	1.742,8	1.893,9	3.636,7
Total	266,8	17,0	162,2	11,4	497,6	115,2	840,0	840,0	6.883,1	2.750,2	9.633,3

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.2.4.- Caracterización Productiva Futura

A futuro los frutales que se incrementen en el valle serán de las mismas especies ya cultivadas en la zona de Almahue con tecnologías medias y altas. Además, cada especie se implanta en los mismos Predios Tipo promedio en los que ya existen. Las nuevas plantaciones, por ser en predios medianos y grandes, se plantarán en forma gradual y proporcional en un plazo de 5 años y se iniciarán en el año N°1 del proyecto. Se hace el supuesto conservador que los futales se desarrollan con el mismo nivel tecnológico que las plantaciones existentes, por lo que la curva de producción de cada especie será idéntica a la actual.

En cuanto a los cultivos anuales, serán el melón y el tomate las principales especies que potencialmente se incrementará en las nuevas superficies con riego permanente. Al igual que en la Situación Actual, se presentan diferencias en el manejo y en el nivel tecnológico con que se cultivan, lo que es variable según el tamaño de los predios. Estos se reflejan nítidamente en los estándares de cultivo.

En lo referente a la ganadería, es posible preveer que en los Predios Tipo que actualmente desarrollan este rubro, habrá asociada una pequeña disminución de la cantidad de materia seca necesaria para la alimentación del ganado, al quedar finalmente menor superficie con pastos naturales. Pero ello no tendrá relevancia en los resultados económicos, porque ésta producción es más bien marginal. Por la baja productividad de los pastos, se debiera tener un impacto económico muy bajo.

Los rendimientos de todos los cultivos anuales y permanentes considerados para la Situación Futura o "Con Proyecto", se asume conservadoramente que son los mismos que los presentados en el Capítulo N°2.4.4 anterior correspondientes a la Situación Actual.

3.2.5.- Caracterización Económica Futura.

La caracterización económica futura está orientada a cuantificar los márgenes brutos agrícolas a nivel de cultivo y márgenes netos, tanto a nivel de Predio Tipo, como por estrato de tamaño de la propiedad, por sectores y para el total del valle Almahue. Es necesario, entonces, determinar los costos e ingresos de cada cultivo en la Situación Futura o "Con Proyecto", lo que se ha realizado mediante los Estándares Productivos y Económicos de los Cultivos.

Como se mencionó en acápites anteriores, las obras proyectadas sólo incrementan la disponibilidad de agua, pero no alteran la variación estacional de esta disponibilidad ni aumenta la seguridad de riego interanual actual. Sin embargo, provocará el incremento de la superficie regada en forma permanente abarcando también el secano y, en parte, el riego eventual, pero con un patrón de uso de la tierra semejante al actual, que está adaptado a las características hidrológicas bastante estables del río Cachapoal y del Estero Zamorano. Por lo tanto, los estándares de la Situación Actual son perfectamente aplicables a la Situación Futura, salvo que será a una superficie regada superior. Ello implica que, para la Situación Futura no se consideran beneficios por cambios en los niveles tecnológicos de la agricultura. Eso no significa que no se esperen mejoras en ese factor, sólo que estos cambios no serán por efecto directo de este proyecto.

Como se señaló anteriormente en el punto Nº2.4.4 - Diagnóstico de la Situación Actual, el efecto negativo en la productividad por el "factor agua", se producía por la disminución de los rendimientos y se reflejaba en un menor margen bruto por ha. Este efecto se midió mediante los resultados para años hidrológico normales (50%), años moderadamente secos (65%) y muy secos (85%).

En la Situación Futura se trata de medir la rentabilidad del proyecto de mejoramiento del sistema de riego, donde los beneficios serán fundamentalmente el incremento de la superficie cultivada y en menor grado, los cambios en el uso de la tierra, considerando constante el nivel tecnológico actual.

Para las nuevas plantaciones de frutales que se propone implantar en la zona en un plazo de 5 años, se utilizaron los Estándares con los costos, ingresos y márgenes brutos por hectárea para cada año, considerando el período comprendido entre la plantación del frutal y la edad de plena producción. Además, en los costos, ingresos y márgenes, se consideró la vida útil de cada especie, de forma de considerar el replante cuando haya cumplido su vida útil dentro del horizonte del proyecto.

El margen bruto predial, se ha determinado con los valores por unidad de superficie de los cultivos realizados en el predio, multiplicado por las correspondientes superficies de esos mismos cultivos.

Otros costos que se deben considerar, y que no forman parte de los estándares de producción de los cultivos son los costos indirectos, que son aquellos que no se pueden atribuir a un cultivo específico y se deben más bien al manejo general del predio. Los costos indirectos se establecieron a nivel de los Predios Tipo y sólo fueron incrementados en los predios que incrementaron la superficie de frutales.

Los márgenes netos prediales de la Situación Futura resultan de descontar, a los márgenes brutos del predio, los costos indirectos. Los márgenes netos futuros de la totalidad del área del proyecto se obtiene de la expansión e integración de los resultados de los Predios Tipo a los predios que representan.

3.2.6.- Estándares Productivos y Económicos de los Cultivos. Situación Futura

Los Estándares de los cultivos para la "Situación Futura" o "Con Proyecto" se han elaborado considerando el uso futuro de la tierra, con el mismo nivel tecnológico, el uso de insumos, de mano de obra y maquinaria que en la Situación Actual. Por lo tanto, los rendimientos proyectados son los que ya se obtienen en las zonas de riego con iguales restricciones cíclicas de abastecimiento de agua para riego en años secos o muy secos.

En todos los Estándares se determinaron los costos, ingresos y márgenes brutos, por unidad de superficie (ha), valorados a precios de mercado y a precios sociales, expresados en pesos de agosto del 2008. Como no se ha presupuestado cambios en los rendimientos de los cultivos entre la Situación Actual y futura, la determinación de los costos, ingresos y márgenes brutos por hectárea se mantienen durante todo el período de transición. En frutales, estos parámetros económicos se han planteado de acuerdo a la edad de la plantación.

Para convertir los precios de mercado a precios sociales, se utilizaron los coeficientes para los factores productivos determinados por Mideplan. La cuantificación del valor de la producción frutícola por unidad de superficie, o ingreso bruto por hectárea, requirió la determinación de los rendimientos promedios, de cada cultivo, por edad y la valorización monetaria, de acuerdo a calidades y estacionalidad de esta producción unitaria. El valor de la producción por hectárea, corresponde al nivel de Productor o "a puerta de predio".

En el Anexo Nº2.4-C se presentaron los Estándares Productivos y Económicos de los cultivos considerados para la Situación Futura o "Con Proyecto. Los valores de costos, ingresos y márgenes por hectárea utilizados son los mismos presentados en el punto Nº2.4.4 - Diagnóstico de la Situación Actual.

3.2.7.- Márgenes Brutos Futuros de los Predios Tipo

Los márgenes brutos futuros de los Predios Tipo serán esencialmente variables durante el horizonte del proyecto, como se mostrará en este capítulo.

Se ha supuesto que los márgenes brutos futuros de los Predios Tipo se comienzan a obtener inmediatamente después de terminada las obras, es decir, a contar del el año 1 del proyecto.

En el caso de los pocos Predios Tipo con frutales, la variabilidad interanual de los márgenes brutos se deben a las diferentes edades de las plantaciones, nuevas y actuales y las diferencias entre las especies en alcanzar la plena producción, en vida útil y en rentabilidad.

Los costos indirectos de los Predios Tipo consideran como tales, los gastos en comunicaciones, transporte personal, impuestos, gastos de energía eléctrica y agua potable, gastos contables y de administración, arreglos de cercos, reparación de las construcciones, etc.

Los costos indirectos casi no sufrirán variaciones significativas con el incremento de la superficie de riego permanente en la situación "Con Proyecto", en comparación con la Situación Actual, porque casi la totalidad de los predios son de agricultura tradicional. En consecuencia, se mantendrán los valores de los costos indirectos de la Situación Actual, lo que está suponiendo un incremento en la eficiencia en el uso de costos indirectos.

Los márgenes netos futuros de los Predios Tipo representan las utilidades del ejercicio anual. Estos resultan de descontar a los márgenes brutos de los Predios Tipo, los correspondientes costos indirectos.

En los Cuadros Nº3.2.7-1 al 3.2.7-3 siguientes se muestran los márgenes brutos, los costos indirectos y los márgenes netos de todos los Predios Tipo determinados para este proyecto. Los valores, expresados en pesos de agosto de 2008, corresponden al año 15, es decir, a un período ya estabilizado cuando ya han madurado las inversiones agrícolas necesarias para el desarrollo planteado.

CUADRO N°3.2.7-1
MARGEN BRUTO Y NETO DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACION FUTURA - AÑO 15 DEL PROYECTO
ESCENARIO: INCREMENTO DE SUPERFICIE - AÑO 50%
(MILES $)

Sector	Predio Tipo	Margen Bruto	Costo Indirecto	Margen Neto
Larmahue	Pequeño	825	212	613
	Mediano	113.541	1.384	112.157
	Grande	207.545	3.644	203.902
Sta Amelia	Pequeño	540	99	440
	Mediano	7.634	319	7.315
	Grande	262.269	12.077	250.192
San Roberto	Pequeño	678	99	579
	Mediano	10.025	1.384	8.641
	Grande	616.322	15.882	600.439
San Luís	Pequeño	1.198	99	1.098
	Mediano	8.072	1.384	6.688
	Grande	18.080	2.156	15.924
Santa Irene	Pequeño	661	99	562
	Mediano	8.341	1.379	6.962
	Grande	89.133	6.056	83.077

CUADRO N°3.2.7-2
MARGEN BRUTO Y NETO DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACION FUTURA - AÑO 15 DEL PROYECTO
ESCENARIO: INCREMENTO DE SUPERFICIE - AÑO 65 %
(MILES DE $)

Sector	Predio Tipo	Margen Bruto	Costo Indirecto	Margen Neto
Larmahue	Pequeño	641	212	429
	Mediano	109.484	1.267	108.217
	Grande	199.535	3.237	196.298
Sta Amelia	Pequeño	470	99	371
	Mediano	7.634	319	7.315
	Grande	262.269	11.052	251.217
San Roberto	Pequeño	1.590	99	1.491
	Mediano	7.557	1.267	6.290
	Grande	601.141	14.535	586.606
San Luís	Pequeño	1.068	99	969
	Mediano	6.018	1.194	4.824
	Grande	16.219	1.860	14.359
Santa Irene	Pequeño	479	99	380
	Mediano	6.049	1.379	4.669
	Grande	81.330	6.056	75.275

CUADRO N°3.2.7-3
MARGEN BRUTO Y NETO DE LOS PREDIOS TIPO
SITUACION FUTURA - AÑO 15 DEL PROYECTO
ESCENARIO: INCREMENTO DE SUPERFICIE - AÑO 85 %
(MILES DE $)

Sector	Predio Tipo	Margen Bruto	Costo Indirecto	Margen Neto
Larmahue	Pequeño	528	212	316
	Mediano	109.222	1.384	107.837
	Grande	189.659	3.644	186.016
Sta Amelia	Pequeño	364	99	265
	Mediano	6.248	319	5.929
	Grande	245.620	12.077	233.543
San Roberto	Pequeño	1.474	99	1.375
	Mediano	6.498	1.384	5.114
	Grande	586.297	15.882	570.415
San Luís	Pequeño	956	99	857
	Mediano	5.454	1.384	4.070
	Grande	12.995	2.156	10.839
Santa Irene	Pequeño	429	99	330
	Mediano	5.410	1.379	4.031
	Grande	73.771	6.056	67.715

3.2.8.- Proyección de la Situación Futura o "Con Proyecto".

La proyección de la "Situación Futura o "Con Proyecto" de la agricultura del valle Almahue supone considerar la evolución de ésta en 30 años de análisis, pero considerando ahora los cambios que se producirán en el uso futuro de la tierra y en la productividad, que ya fueron enunciados en el capítulo N°3.2.7 anterior, que resultan de la acción directa de las obras que consulta el proyecto.

Tal como se muestra en los Cuadros N°3.2.3-1 al 3.2.3-15, para los Predios Tipo Promedio, y en los Cuadros N°3.2.3-16 al 3.2.3-20 correspondientes a los sectores de riego, la transición de la superficie de los huertos frutales requiere de etapas de plantación y posterior desarrollo, antes de comenzar la producción. Además, al iniciar su producción después de 3 a 5 años de plantados, según las distintas especies, pasan por una etapa de crecimiento de los rendimientos, previo a su estabilización a los 6, 8 o 10 años. Y, por añadidura, en algunas especies se requiere el replante antes de cumplirse los 30 años del horizonte de evaluación.

En el presente capítulo se entrega la proyección de los denominados: "márgenes netos" calculados año a año para todo el horizonte de análisis, y además evaluado para cada uno de los Predios Tipo definidos para la "Situación Futura". Esta proyección se hizo análogamente al caso de la Situación Actual, esto es; asociada a 3 escenarios hidrológicos representativos, específicamente a las probabilidades de excedencia 50% - característico de un año húmedo; 65% para un año con escacez incipiente y 85% para un año seco.

Con 3 valores de márgenes netos y con los 3 respectivos caudales para los escenarios hidrológicos (50%, 65% y 85%), se construye cada una de las denominadas "Funciones

Productivas", cuya metodología detallada de aplicación se presenta en el Capítulo N°3.4 – Dimensionamiento y en el Capítulo N°4.7 – Evaluación Económica.

Las Funciones Productivas permiten relacionar mediante una función continua, el caudal disponible dentro del rango de probabilidades 50% hasta 85%, con el margen neto agronómico. El mismo análisis se realiza para cada uno de los 5 sectores que conforman el área del proyecto: Larmahue, Santa Amelia, Toco-San Roberto, San Luis-Caleuche y Santa Irene-El Salto.

Los márgenes netos del Anexo N°3.2.8 que figuran para el año "cero" en cada serie, corresponden al valor propio de la Situación Actual, ya que en dicho año recién se ejecutan las obras y no hay desarrollo productivo propio del proyecto.

Como se desprende de los cuadros del Anexo N°3.2.8, los flujos de márgenes netos, a partir del año 1 - Situación Futura, son variables en los primeros años. Esto se debe a que la plantación de los huertos frutales tienen una incorporación paulatina en 5 años y demoran en alcanzar los rendimientos máximos. Además, los márgenes netos de los frutales son negativos hasta los 2 o 3 años de edad. Sin embargo, el flujo de márgenes neto utilizado para la evaluación de cada escenario corresponde a un valor uniforme que corresponde al promedio de los márgenes netos de los 30 años de horizonte del proyecto. En cada cuadro del Anexo N°3.8.2-1 se anotó al final el valor promedio de la serie, el cual se traspasa y resume finalmente en el Cuadro N°3.2.8-1 siguiente.

CUADRO N°3.2.8-1
MÁRGEN NETO PROMEDIO PARA PERIODO DE 30 AÑOS
(millones de $ /año)

Caso: Situación Actual	Año Hidrológico		
Sector	**50%**	**65%**	**85%**
Larmahue	612	595	412
Santa Amelia	519	468	278
Toco-San Roberto	2.657	2.601	1.963
San Luis – Caleuche	1.062	932	21
Santa Irene - El Salto	824	715	266
Total Area del Proyecto	**5.674**	**5.311**	**2.940**
Caso: Situación Futura con Limitación por mala Calidad de Agua	**Año Hidrológico**		
Sector	**50%**	**65%**	**85%**
Larmahue	416	386	223
Santa Amelia	462	411	240
Toco-San Roberto	936	864	209
San Luis – Caleuche	1.063	932	21
Santa Irene - El Salto	824	715	266
Total Area del Proyecto	**3.701**	**3.308**	**959**
Caso: Situación Futura con Incorporación de Áreas de Secano	**Año Hidrológico**		
Sector	**50%**	**65%**	**85%**
Larmahue	1.799	1.696	1.456
Santa Amelia	1.037	1.039	914
Toco-San Roberto	7.274	6.936	6.635
San Luis – Caleuche	1.177	936	726
Santa Irene - El Salto	1.022	819	677
Total Area del Proyecto	**12.309**	**11.426**	**10.408**

Del análisis de las cifras contenidas en los cuadros del Anexo Nº3.2.8, se concluye que los márgenes netos correspondientes al sector El Toco – San Roberto tienen comparativamente los valores más altos de márgenes netos respecto a los otros sectores, lo cual se debe especialmente al potencial de desarrollo que se detectó con la encuesta en dicha área, reflejada en la existencia actual de superficie de secano regable que pueden ser incorporadas al riego con mayores disponibilidad de agua. Por otra parte, el sector de Santa Amelia, por la misma razón, entrega comparativamente los menores valores de márgenes netos. Este sector mostró un relativamente bajo potencial de crecimiento en la encuesta, lo cual responde a dicho resultado.

Por otra parte, del análisis de las cifras del Anexo Nº3.2.8 con los flujos de márgenes netos para un año normal (50% de probabilidad de excedencia) y para el escenario "Incorporación al Riego de Areas de Secano", se concluye que los montos anuales se podrían incrementar desde los 5.700 millones de pesos, en la Situación Actual hasta márgenes netos del orden de los 15 mil millones en año "estabilizado" con el desarrollo de la agricultura del total del área del proyecto. Estos montos serían válidos siempre que se pueda incorporar toda la superficie que, actualmente, se mantiene como secano regable.

La valoración de los márgenes netos para el escenario de sólo "Mala calidad del Agua", en año normal, se realizó sólo para la Situación Actual. Es decir, no se considera nuevas superficies de frutales en el secano regable. De la comparación del margen neto para la Situación Actual, del orden de los 5.700 millones de pesos y del mismo año para el escenario con limitación por "Mala Calidad del Agua", del orden de los 3.700 millones de pesos, se concluye que el "daño evitado" por este factor, al implementar obras para mitigar la bja calidad del agua podría llegar a ser del orden de los 2.000 millones de pesos anuales.

El "daño evitado" para una combinación de los dos escenarios anteriores en año normal, es decir, considerando además el incremento de la superficie de frutales en el actual secano regable, sería del orden de los 840 millones de pesos, pues bajaría desde los 5.700 millones de pesos anuales, en la Situación Actual, a 4.900 millones anuales en situación Con Proyecto. La disminución del daño evitado se debe a que parte de los nuevos frutales corresponde a producción no transable por lo que no se vería afectado en sus precios por la mala calidad del agua.

En todos los casos analizados en los párrafos anteriores, los márgenes netos se refieren a los potenciales, los que serán modificados por el modelo de función productiva para obtener los valores reales, de acuerdo a las obras que se proyectan.

El incremento real de los márgenes netos para este proyecto y escenarios, se definirán, realmente, con la utilización del modelo de funciones productivas, en función de la real mayor disponibilidad de agua que se pueda lograr.

En el Cuadro Nº3.2.8-1 se contienen para cada caso los 15 valores promedios representativos, considerando los 5 sectores de riego y los 3 años hidrológicos característicos. Cada uno del los valores promedio se incorpora posteriormente al Modelo de Funciones Productivas que se entregan más adelante en el Capítulo Nº4.7 – Valorización de Beneficios y Costos.

En la Evaluación Económica que se contiene en el Capítulo Nº4 se trabaja sobre la base de los 3 casos o escenarios que señala el Cuadro Nº3.2.8-1: Situación Actual, Situación Futura con limitación por mala calidad de agua y finalmente el caso Situación Futura con Incorporación de areas de secano.

3.2.9.- Demandas de Agua de Riego Futuras

Utilizando la misma metodología y parámetros agroclimáticos y de riego, se ha cuantificado la demanda de agua que requerirá el uso futuro de la tierra, incluyendo la superficie actualmente de secano que se incorpora al riego.

Las plantaciones nuevas serán regadas todas por riegos tecnificado, especialmente goteo, que tiene una eficiencia del 90%. Los cultivos anuales incorporados se estima que serían regadas por surco con eficiencia del 45%.

El planteamiento anterior significa que habrá un incremento de la eficiencia de riego predial, promedio, al posibilitar la incorporación de 2.466 ha al riego con alta eficiencia, más otros cambios menores como por ejemplo el reemplazar algunas superficies de pastos naturales que son con riego por tendido, por cultivos anuales que son con riego por surcos.

En el Cuadro Nº3.2.9-1 se presenta las demandas de agua a nivel mensual y total del año completo para cada uno de los cultivos que se consultan en la Situación Futura. De este cuadro se concluye que la demanda promedio en los meses de diciembre, enero y febrero sería de alrededor de 11,7 m^3/s.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº3.2.9-1
DEMANDA FUTURA DE AGUA A NIVEL PREDIAL
(MILES DE m^3)

Cultivos	Sup. Act (ha)	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene	Feb	Marzo	Abril	Total
Trigo	304,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	868,0	1.533,0	493,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.894
Maíz Grano	3.433,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3.453,0	6.915,0	11.857,0	16.721,0	9.534,0	0,0	0,0	48.480
Porotos Cosecha	32,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,0	71,0	105,0	142,0	77,0	37,0	0,0	461
Sandías	668,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.347,0	2.310,0	2.932,0	1.857,0	662,0	0,0	9.108
Olivos	168,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	141,0	254,0	368,0	217,0	138,0	48,0	1.166
Durazneros	53,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,0	76,0	110,0	138,0	84,0	47,0	0,0	492
Nectarines	239,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	169,0	318,0	491,0	615,0	326,0	166,0	0,0	2.085
Tomate Industrial	363,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	365,0	853,0	1.254,0	1.945,0	1.008,0	599,0	0,0	6.024
Tomate Conserva	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,0	49,0	70,0	91,0	40,0	0,0	0,0	276
Kiwi	881,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	394,0	814,0	1.427,0	2.146,0	1.748,0	1.017,0	111,0	7.657
Paltos	602,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	673,0	1.416,0	1.951,0	2.494,0	1.792,0	1.192,0	223,0	9.741
Arándanos	118,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,0	139,0	192,0	245,0	188,0	137,0	48,0	1.015
Cítricos	423,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	260,0	462,0	731,0	927,0	672,0	488,0	111,0	3.651
Manzanos	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	8,0	12,0	18,0	10,0	7,0	0,0	58
Uva de Mesa	1.267,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	637,0	1.276,0	2.052,0	2.778,0	2.011,0	1.045,0	0,0	9.799
Alfalfa	264,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	666,0	1.200,0	1.543,0	1.741,0	1.418,0	1.048,0	334,0	7.950
Mezcla Forrajera	490,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.234,0	1.976,0	2.541,0	2.867,0	2.335,0	1.456,0	143,0	12.552
Pradera Natural	280,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	658,0	1.130,0	1.453,0	1.639,0	1.335,0	0,0	0,0	6.216
Eucaliptus	16,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	49,0	73,0	82,0	67,0	44,0	0,0	336
TOTAL AREA (miles de m3	**9.633**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**9.563**	**19.771**	**28.917**	**37.889**	**24.720**	**8.081**	**1.018**	**129.959**
Tasa Riego prom	lt/s/ha						0,37	0,77	1,12	1,47	0,96	0,31	0,04	0,43
Demanda total Área	m3/s						3,57	7,63	10,80	14,15	10,22	3,02	0,38	4,12

3.2.10.- Asistencia Técnica y Capacitación

Durante la realización del diagnóstico, que permitió conocer el estado actual de la agricultura en el área del proyecto, se pudo establecer que uno de los factores más incidentes en el limitado desarrollo agrícola de esa zona lo constituye el bajo nivel tecnológico del riego. Se concluye que por este motivo la agricultura se desarrolla en condiciones de muy baja eficiencia en cuanto a la utilización del recurso agua.

Por otra parte, el mejoramiento de los canales con las obras que se propone en el proyecto, permitirá incrementar significativamente la eficiencia de conducción del agua. Sin embargo, falta todavía una mayor eficiencia en la aplicación del agua en los cultivos.

Además, la zona del estudio presenta una baja capacidad técnica y de gestión por parte de los productores de los predios más pequeños, lo cual queda reflejado en la estructura de cultivos existente que corresponde a una agricultura tradicional. Solamente los predios grandes presentan un adecuado grado de tecnificación, tanto en el manejo de los cultivos, como en el riego.

La situación descrita, obliga a desarrollar un Programa de Asistencia Técnica y Capacitación focalizado en materias relacionadas con el riego predial, específicamente para los productores pequeños y los medianos del área del proyecto.

Por otro lado, en la evaluación económica del proyecto se definió una Situación Futura que permite determinar un beneficio asociado a las obra de conducción y distribución del agua para riego. En consecuencia, el Programa de Asistencia Técnica y Capacitación consistirá en un programa específico orientado especialmente al riego de los cultivos no frutales, y otro programa orientado a las plantaciones frutales y viñas.

El Programa de Asistencia Técnica y Capacitación que se postula tendrá tres líneas de trabajo:

Linea de trabajo "A" de Asistencia Técnica propiamente tal.

Consiste en apoyar a los productores en el terreno a resolver los problemas de orden tecnológico relacionados con el riego de sus cultivos, para adoptar métodos de riego eficientes en función de las características de la topografía y calidad de los suelos.

Línea de trabajo "B" de Capacitación.

Consiste en el desarrollo de un conjunto de cursos cortos de no más de 80 horas cada uno, que entregarán a los participantes los conocimientos necesarios para la aplicación de tecnologías específicas de riego asociadas a los métodos de riego que se aplicarán. La capacitación debe incorporar tanto a los productores, como a los trabajadores.

Los cursos a desarrollar deberán ser a lo menos los siguientes:

- Gestión en Comunidades de Aguas
- Manejo y operación de riego por goteo y fertirrigación.
- Manejo y operación de riego por aspersión

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Línea de trabajo "C" – Parcelas Demostrativas.

Consiste en elegir a productores que trabajan utilizando los métodos de riego antes señalados, para apoyarlos especial y específicamente, de modo que esos predios puedan ser visitados por los productores del área del proyecto y confrontar en conjunto sus conocimientos.

El programa que se propone considera un ambiente de trabajo con Asistencia y Capacitación de Organismos del Estado. La Asistencia y Capacitación de Organismos del Estado se orienta a contar con un registro de profesionales y empresas, que depende de un organismo que tenga participación del Estado. A este organismo le corresponderá atender a los agricultores de los Predios Tipo de tamaños pequeño y mediano, entregándoles en forma programada y gradual, todas las materias y contenidos señalados en la caracterización del programa. Este Programa de Asistencia Técnica y Capacitación Estatal se desarrollará en dos etapas.

La primera etapa consiste en que el Programa en su ejecución atiende gradualmente en un plazo de 10 años al 100% de los productores del Predio Tipo pequeño y en un plazo de 6 años al 100% de los productores del Predio Tipo mediano, en tanto que los productores del Predio Tipo grande, no tendrán acceso a ella. Sin embargo, estos últimos podrán asistir y además enviar a sus trabajadores a los cursos de Capacitación en las materias y fechas programadas por la asistencia estatal y siempre que existan cupos disponibles. Todos los productores del Predio Tipo grandes son atendidos por la Asistencia Técnica de Organismos no Gubernamentales.

La segunda etapa consiste en que el Programa en su ejecución continúa atendiendo, para mantener y renovar conocimientos a los productores del Predio Tipo pequeño y mediano a través del programa estatal. El Instituto de Desarrollo Agropecuario tiene un Programa de Asesorías Tecnológicas a los pequeños agricultores.

El Servicio de Asesoría Técnica" (SAT), es un buen instrumento para la atención de la agricultura campesina y que mediante el "Reglamento General para la Entrega de Incentivos Económicos de Fomento Productivo" de la Agricultura Familiar Campesina (AFC) proporciona apoyo en el ámbito del desarrollo de capacidades productivas y empresariales, mediante incentivos económicos no reembolsables destinados a co-financiar asesorías técnicas especializadas.

El objetivo general del servicio consiste en proporcionar asesorías técnicas destinadas a aprovechar oportunidades de mercado y a resolver problemas relevantes que afectan el (los) negocio(s) de los (las) pequeños (as) productores(as) agrícolas, contribuyendo con ello a mejorar su competitividad en los mercados y su inserción estable en las cadenas aerocomerciales.

Los(as) beneficiarios(as) pueden recibir el servicio en forma individual u organizada, bajo alguna de las siguientes categorías de potenciales clientes:

- **Empresa Individual:** Se denomina así a las Empresas de Personas Naturales y Empresas Individuales de Responsabilidad Limitada, que realizan actividades económico-productivas silvoagropecuarias y/o agroindustriales gestionadas por un(a) pequeño(a) agricultor(a). En consecuencia, podrán ser potenciales clientes de este servicio, tanto hombres como mujeres, pertenecientes a un mismo grupo familiar, en la medida que gestionen actividades económico-productivas silvoagropecuarias y/o agroindustriales, en forma independiente al interior de su explotación.

- **Grupo de Empresas Individuales:** Corresponde a toda agrupación informal de empresas individuales.

- **Empresa Asociativa Campesina (EAC):** Es toda organización conformada mayoritariamente por beneficiarios(as) de INDAP, que desarrolla actividades productivas y/o de negocios silvoagropecuarios y/o agroindustriales y que cuenta con personalidad jurídica y vida tributaria.

INDAP es responsable de gestionar la operación y entrega del servicio a través de sus agencias de Área, Direcciones Regionales y Dirección Nacional. De esta forma, deberá entre otras acciones, evaluar la coherencia de los planes de intervención predial formulados por los operadores; controlar la ejecución de las actividades contenidas en los planes; y realizar el seguimiento administrativo de la implementación de los planes, tales como pagos, informes, garantías, etc. Estas herramientas están disponibles en el portal institucional INDAP www.indap.cl.

Para efecto de operativizar estas prioridades, INDAP organiza el despliegue operativo en los territorios administrando de manera flexible tres componentes, que combinados, permitan cumplir con las definiciones realizadas:

a. Rango de montos máximos de incentivo (U.F) por agricultor/Empresa Asociativa por año.
b. Rango de número de productores(as) máximo a ser atendido por un mismo consultor(a).
c. Rango de visitas mínimo por agricultor(a) por año.

Para las acciones de apoyo requeridas por el potencial cliente(a) y que contempla este servicio, con topes máximos por año y tipo de cliente(a) son los siguientes:

El incentivo máximo por integrante de un grupo de empresas individuales del segmento de mercados dinámicos, no podrá exceder las 30 U.F. por año por agricultor(a) y no podrá ser inferior a las 18 U.F por año por agricultor(a).

Para el caso de un grupo de agricultores(as) del segmento de mercados poco dinámicos, el monto máximo por agricultor(a) por año no podrá ser mayor a 12 U.F y no podrá ser inferior a las 8 U.F.

Para el caso de agricultores(as) que participen de un plan nacional, el rango de montos por productor está entre las 20 y 55 U.F. anuales.

En el marco de los valores mencionados, INDAP apoyará hasta con un máximo del 80% del valor total del servicio.

CUADRO N°3.2.10-1
INCENTIVOS DEL SERVICIO DE ASESORÍA TÉCNICA
VALORES ANUALES MÁXIMOS POR TIPO DE CLIENTE

CLIENTE	Rango U.F. / Año
Empresa Individual Segmento Mercados Dinámicos	18 - 30
Empresa Individual Segmento Mercados poco dinámicos	8 - 12
Empresa Individual participante de un Plan Nacional de INDAP	20 - 55
Servicio Especializado de Complemento	4
Empresa Asociativa Campesina	400

El servicio especializado de complemento tiene un carácter eminentemente grupal y el monto global de la asesoría no podrá superar las 4 U.F por agricultor(a) por año, miembro del grupo; y será aprobado por INDAP luego de analizar su pertinencia y justificación.

Para el caso de las Empresas Asociativas Campesinas, el monto máximo de incentivo por año es de 500 U.F. contemplando apoyos en todas las materias señaladas anteriormente.

Para los efectos de la asignación y pago de los incentivos se utiliza el valor en pesos que tenga la U.F. al 1° de enero del año de operación.

Los(as) productores(as) deben incorporar el cofinanciamiento que les corresponde como plazo máximo antes del informe final a presentar por el operador, en donde deberá venir consignado el aporte de los(as) productores(as).

Todas las asesorías son brindadas por operadores(as) externos inscritos y acreditados en el Directorio Nacional de Operadores de Asesorías Técnicas y Riego de INDAP, registrados en el Sistema de Compras y Contratación de Bienes y Servicios del sector público.

CUADRO N°3.2.10-2
RANGO DE NÚMERO MÍNIMO DE VISITAS AL PREDIO /AGRICULTOR/AÑO

Segmento de clientes	Número mínimo de visitas al predio/agricultor/año.
Empresa Individual Segmento Mercados Dinámicos y Planes Nacionales.	8-12
Empresa Individual Segmento Mercados poco dinámicos.	4-6

3.2.10.1.- Costos de la Asistencia Técnica y Capacitación propuesta.

Los costos de la Asistencia Técnica y Capacitación a precios privados y sociales es el mismo, ya que todos sus componentes son de origen nacional y a ellos se les aplica coeficiente 1. A los estratos de agricultores pequeños y medianos se les aplicará un valor de U.F. 10 por predio al año según Tabla de INDAP. El cálculo queda establecido en el cuadro N°3.2.10-3 siguiente.

CUADRO N°3.2.10-3
COSTO ANUAL DEL PROGRAMA DE ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN
PESOS DE AGOSTO DEL 2008

SECTOR	PREDIO TIPO	TIPO DE ASISTENCIA TECNICA	NÚMERO DE PREDIOS	PRECIO UNITARIO POR PREDIO TIPO $	COSTO TOTAL $
Larmahue	PT - 1	SAT - Indap	170	21.000	3.570.000
	PT - 2	SAT - Indap	13	21.000	273.000
Sta. Amelia	PT - 1	SAT - Indap	16	21.000	336.000
	PT - 2	SAT - Indap	54	21.000	1.134.000
San Roberto	PT - 1	SAT - Indap	18	21.000	378.000
	PT - 2	SAT - Indap	66	21.000	1.386.000
San Luis	PT - 1	SAT - Indap	57	21.000	1.197.000
	PT - 2	SAT - Indap	161	21.000	3.381.000
Sta. Irene	PT - 1	SAT - Indap	36	21.000	756.000
	PT - 2	SAT - Indap	98	21.000	2.058.000
Total Area			689		14.469.000

El costo anual del programa se aproxima a $ 15.000.000.

CUADRO N°3.2.10-4
FLUJO DE COSTOS EN CAPACITACIÓN
PRECIOS DE MERCADO Y SOCIAL
PESOS DE AGOSTO DEL 2008

AÑO DE EVALUACION DEL PROYECTO	COSTO TOTAL DE CAPACITACION Y ASISTENCIA TÉCNICA $
0	-
1	15.000.000
2	15.000.000
3	15.000.000
4	15.000.000
5	15.000.000
6	15.000.000
7	15.000.000
8	15.000.000
9	15.000.000
10	15.000.000
11-30	-

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.2.11.- Inversiones Intraprediales

Las inversiones intraprediales que suelen ser necesarias para hacer posible la obtención de los beneficios que producen la implementación de obras hidráulicas que se proyectan suelen ser en equipos de riego tecnificado, corrales, galpones, compra de animales que aumenten y/o mejoren la masa existente, maquinaria agrícola y plantaciones frutales.

Para este proyecto se han considerado inversiones sólo en equipos de riego tecnificado para las nuevas plantaciones, confección de camellones y sistemas de descontaminación de agua mediante aplicación de luz ultravioleta.

Los equipos de riego tecnificado se justifican porque, aunque tendrán la seguridad de abastecimiento de agua que ellos requieren, que es diaria, se incorporarán muchos suelos en posición de piedmont o en topografía irregular.

La inversión en corrales, galpones y compra de animales no se justifica porque la ganadería no es un rubro que se verá favorecida por el proyecto, por su baja rentabilidad relativa. Lo mismo ocurre con la maquinaria agrícola. Existe suficiente stock de maquinaria en el área para las labores agrícolas normales y, los predios que no la poseen, cuentan con un mercado de arriendo a precios razonables.

La inversión que se requiere para la expansión de la fruticultura considerada para la Situación Futura, ya fue incluida en los estándares respectivos, correspondiente al costo de plantación y 1er año.

CUADRO N°3.2.11-1
INVERSIONES AGRÍCOLAS

AÑO	FLUJO DE INVERSIÓN EN RIEGO TECNIFICADO (1) Millones $	FLUJO INVERSIÓN EN CAMELLONES (2) Millones $	FLUJO INVERSIÓN TRATAMIENTO AGUA (3) Millones $	TOTAL Millones $
Inversión Total	2.536,0	1.198,7	1.028	4.762,70
1	634,0	239,7	25	898,70
2	634,0	239,7	25	898,70
3	634,0	239,7	25	898,70
4	634,0	239,7	25	898,70
5	634,0	239,7	25	898,70
6	126,8		25	151,80
7	126,8		25	151,80
8	240,3		25	265,30
9	240,3		25	265,30
10	299,4		25	324,40
11	299,4		25	324,40
12	398,1		25	423,10
13	284,6		25	309,60
14	284,6		25	309,60
15	388,2		25	413,20
16	388,2		25	413,20
17	289,6		25	314,60
18	289,6		25	314,60
19	348,8		25	373,80
20	186,0		25	211,00
21	186,0		25	211,00

CUADRO N°3.2.11-1 (contlinuación)
INVERSIONES AGRÍCOLAS

AÑO	FLUJO DE INVERSIÓN EN RIEGO TECNIFICADO (1) Millones $	FLUJO INVERSIÓN EN CAMELLONES (2) Millones $	FLUJO INVERSIÓN TRATAMIENTO AGUA (3) Millones $	TOTAL Millones $
22	299,4		25	324,40
23	398,1		25	423,10
24	338,9		25	363,90
25	338,9		25	363,90
26	338,9		25	363,90
27	225,5		25	250,50
28	186,0		25	211,00
29	348,8		25	373,80
30	348,8		25	373,80

Nota: 1.- Incluye inversión en frutales para 2.466 há según detalle del Cuadro N°3.2.11-2 siguiente.
2.- Se entrega detalle de costos en Cuadro N°3.2.11-3 siguiente.
3.- Incluye inversiones para 3.166 há de frutales de exportación. Los costos de inversión y operación se detallan en el Capítulo N°3.5 de Anteproyecto Preliminar – Cuadro N°3.3.15-2.

CUADRO N°3.2.11-2
FLUJO DE INVERSIONES EN RIEGO TECNIFICADO - MILLONES DE $

TASA DE INCORPORACION ANUAL: 20%

SUPERFICIE A INSTALAR: 2466,4

Año Proyecto	Lineas de goteo	Tubo PVC 63	Valv.Comp 2"	Válv.Bola Lavado	Conectores	Imprevistos	Tubo PVC 75	Fitting	Motobomba	Filtro Malla	Instal. Eléctricas	Armado Equipo	Válvulas Retenc.	Mantención	Tot. Inversión y Mantención
Total Inv. Inicial	493,3	222,0	34,5	19,7	19,7	205,2	259,0	24,7	296,0		172,6	222,0	74,0		2.536,0
1	98,7	44,4	6,9	3,9	3,9	41,0	51,8	4,9	59,2	98,7	34,5	44,4	14,8	126,8	634,0
2	98,7	44,4	6,9	3,9	3,9	41,0	51,8	4,9	59,2	98,7	34,5	44,4	14,8	126,8	634,0
3	98,7	44,4	6,9	3,9	3,9	41,0	51,8	4,9	59,2	98,7	34,5	44,4	14,8	126,8	634,0
4	98,7	44,4	6,9	3,9	3,9	41,0	51,8	4,9	59,2	98,7	34,5	44,4	14,8	126,8	634,0
5	98,7	44,4	6,9	3,9	3,9	41,0	51,8	4,9	59,2	98,7	34,5	44,4	14,8	126,8	634,0
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	126,8	126,8
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	126,8	126,8
8	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	-	-	-	-	-	126,8	240,3
9	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	-	-	-	-	-	126,8	240,3
10	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	59,2	-	-	-	-	126,8	299,4
11	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	59,2	-	-	-	-	126,8	299,4
12	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	59,2	98,7	-	-	-	126,8	398,1
13	-	-	-	-	-	-	-	-	59,2	98,7	-	-	-	126,8	284,6
14	-	-	-	-	-	-	-	-	59,2	98,7	-	-	-	126,8	284,6
15	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	-	98,7	34,5	-	14,8	126,8	388,2
16	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	-	98,7	34,5	-	14,8	126,8	388,2
17	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	-	-	34,5	-	14,8	126,8	289,6
18	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	-	-	34,5	-	14,8	126,8	289,6
19	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	59,2	-	34,5	-	14,8	126,8	348,8
20	-	-	-	-	-	-	-	-	59,2	-	-	-	-	126,8	186,0
21	-	-	-	-	-	-	-	-	59,2	-	-	-	-	126,8	186,0
22	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	59,2	-	-	-	-	126,8	299,4
23	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	59,2	98,7	-	-	-	126,8	398,1
24	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	-	98,7	-	-	-	126,8	338,9
25	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	-	98,7	-	-	-	126,8	338,9
26	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	-	98,7	-	-	-	126,8	338,9
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,7	-	-	-	126,8	225,5
28	-	-	-	-	-	-	-	-	59,2	-	-	-	-	126,8	186,0
29	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	59,2	-	34,5	-	14,8	126,8	348,8
30	98,7	-	6,9	3,9	3,9	-	-	-	59,2	-	34,5	-	14,8	126,8	348,8

CUADRO N°3.2.11-3
DETERMINACION DE FLUJO DE INVERSIONES PARA CONSTRUCCION DE CAMELLONES

DENOMINACION	CANTIDAD	UNIDAD
Largo camellón	100	m
Ancho camellon	0,9	m
Altura media camellón	0,5	m
Volumen tierra/ ml	0,4	m2
Volumen de tierra/ camellón	41	m3
Espaciamiento	5	m
N° camellones	20	número / ha
Volumen tierra	810	m3/ ha
Costo unit. de movimiento de tierra	600	$/ m3
Costo de movimiento de tierra	486.000	$/ ha
Superficie a plantar con camellones	**2.466,4**	ha
Inversión en camellones	**1.198,7**	millones de $
Inversión anual (Tasa de incorpor. 20%)	**239,7**	millones de $/ año

Nueva superficie de frutales (ha)	
Naranjos	162,2
Limoneros	11,4
Paltos	497,6
Nectarines	115,2
Uva mesa	840
Kiwi	840
TOTAL:	**2466,4**

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.- Estudio de alternativas de obras civiles

3.3.1.- Generalidades
3.3.2.- Análisis de alternativas de revestimiento del canal matriz
3.3.3.- Metodología para evaluar alternativas de revestimiento
3.3.4.- Criterios y antecedentes para el cálculo de eje hidráulico en alternativas de revestimiento del canal matriz Almahue
3.3.5.- Criterios y antecedentes para cálculo estructural
3.3.6.- Análisis de la alternativa Nº1: Revestimiento de bordes y fondo con canoa de hormigón armado
3.3.7.- Análisis de la alternativa Nº2: Revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado sin revestimiento del lecho
3.3.8.- Análisis de la alternativa Nº3: Revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado y con revestimiento de lecho con albañilería de piedras
3.3.9.- Análisis de la alternativa Nº4: Revestimiento de ambos bordes con losetas de hormigón armado y revestimiento del lecho con albañilería de piedras
3.3.10.- Análisis de la alternativa Nº 5: Revestimiento de ambos bordes con losetas de hormigón armado sin revestimiento del lecho
3.3.11.- Análisis comparativo de las alternativas de revestimiento del canal matriz Almahue
3.3.12.- Materiales de refuerzo de bordes en canales derivados
3.3.13.- Fortificación boca de entrada túnel San Roberto
3.3.14.- Sedimentador
3.3.15.- Métodos alternativos para la desinfección del agua
3.3.16.- Rejas desbasurizadoras
3.3.17.- Descanso canal matriz Km 5,05

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.1.- Generalidades.

Este estudio de alternativas constructivas se orienta a encontrar soluciones optimizadas para obras civiles, enfatizando los aspectos técnicos y la obtención del mínimo costo, tal que se maximicen los beneficios económicos de las obras principales. El proyecto multiuso consulta obras de tamaños muy diversos, lo cual determina su análisis con diferentes énfasis y metodologías, profundizándolo en aquellas que gravitan en el presupuesto y en los flujos del proyecto.

Las obras que se estudian en este subcapítulo de análisis de alternativas técnicas, son:

- Revestimientos en el canal matriz Almahue.
- Materiales de construcción para los refuerzos de borde mediante revestimiento en los canales derivados.
- Materiales de construcción para la fortificación de la boca de entrada del túnel San Roberto.
- Sedimentador como alternativa al sistema de filtrado con cartuchos, y alternativas de materiales de construcción.
- Reja tradicional de acero, abatible de operación manual como alternativa a reja de acero inoxidable de operación mecánica.
- Materiales de construcción para el descanso en el Km 5,05 del canal matriz.

Entre las obras anteriores, el método de trabajo para analizar las alternativas constructivas de obras, se diferencia para las dos que representan el 70% del presupuesto total del proyecto evaluado en unos $4 mil millones de costo directo, que son: el revestimiento del canal matriz con unos $2.400 millones (60%) y el desarenador/sedimentador con unos $340 millones (10%). El resto de las obras son menores y en conjunto suman unos $1.260 millones de costo directo, que representan el 30% del presupuesto del proyecto. Para las dos obras principales señaladas, su análisis se presenta en dos etapas, en que la primera se desarrolla en este Capítulo N°3.3 y corresponde al planteamiento de alternativas técnicas de diseño y materiales de construcción, que permiten obtener beneficios asociados a cada tipo de alternativa de diseño. La segunda etapa del análisis corresponde al dimensionamiento económico de esas obras previamente analizadas en sus alternativas técnicas de solución, mediante flujos económicos para obtener el mejor VAN, lo cual se desarrolla en el Capítulo N°3.4 y se aplica a las dos obras con inversiones principales señaladas.

El análisis del resto de las obras menores, consulta el prediseño y costeo de cada alternativa técnica, que permiten obtener los beneficios planteados para esas obras diseminadas en los canales derivados.

Conforme a lo señalado, este Capítulo N°3.3, se orienta especialmente a las alternativas constructivas para las dos obras de mayor relevancia, de tal forma que en base a los antecedentes disponibles, se maximice la relación beneficio-costo, que luego se optimiza mediante el dimensionamiento económico para el mayor VAN, en el Capítulo N°3.4. El estudio de alternativas se concentra en analizar diferentes tipos de revestimiento para el canal matriz. Al respecto se plantean 3 alternativas de materiales: hormigón armado, losetas prefabricadas de hormigón armado y albañilería de piedra. La Asociación tiene gran experiencia en el revestimiento con losetas y con hormigón armado. Se tiene que la

losета es más económica que el hormigón a igualdad de área revestida, sin embargo, es necesario analizar ambas alternativas para las alturas de agua específicas, ya que puede darse que con el hormigón resulten alturas menores comparadas con las losetas que son de una altura estándar de 50cm de ancho.

El estudio de alternativas abarca básicamente el análisis de los diferentes tipos de materiales de construcción, ya que la ubicación de las obras está definida. En relación al sedimentador, que también es una obra de alto costo, no se dispone físicamente de un emplazamiento mejor que el seleccionado, ubicado inmediatamente aguas arriba de las compuertas de admisión. Si se aleja el punto de emplazamiento en dirección aguas arriba, no se dispone de carga suficiente para la purga y limpieza del fondo del sedimentador. Por otra parte, una ubicación del sedimentador por aguas abajo de las compuertas de admisión, implicaría una longitud significativa de la descarga, porque el canal se aleja rápidamente del río Cachapoal.

3.3.2.- Análisis de alternativas de revestimiento del canal matriz.

El revestimiento del canal matriz de 7 Km es la obra más incidente en el costo del proyecto de mejoramiento del proyecto Almahue. El costo directo del revestimiento se ubica primeramente en el rango de 1.800 a 3.400 millones de pesos, dependiendo de los materiales y de si sólo se revisten los 2 bordes, o bien se revisten los bordes y el fondo. Estas variantes entregan diferentes recuperaciones de caudal, con los consiguientes beneficios asociados a cada tipo de diseño.

Actualmente el canal Almahue tiene aproximadamente 1.400m lineales de bordes revestidos, pero no cuenta con revestimiento en el fondo. Los revestimientos existentes en el canal son losetas prefabricadas de hormigón, muros verticales de hormigón armado y muros verticales de albañilería de piedra.

El revestimiento del canal que se propone incide, entre otros, en resolver el problema de inestabilidad de los bordes del canal, que es la preocupación principal que aqueja actualmente a la Asociación, ya que es fuente de múltiples reclamos de pobladores de la localidad de Larmahue. Por otra parte, debido a la inestabilidad de los bordes que se socavan, se ha ido ensanchando paulatinamente el canal, comprometiendo también terrenos que son de propiedad privada. Ello significa un costo para la Asociación, ya que esa organización se encarga de reparar los bordes colapsados mediante muros de losetas u hormigón. Los daños más frecuentes y significativos son el desplome de puentes rústicos que dan acceso a propiedades, y también el amago de construcciones ubicadas ahora sobre la servidumbre de servicio del canal.

El revestimiento que se propone incide también positivamente en recuperar agua que actualmente se infiltra en los bordes y en el fondo del canal, la cual resulta necesaria para incrementar la superficie de riego y su seguridad de abastecimiento.

Se analizan 6 alternativas de revestimiento. En su análisis están involucrados todos los factores gravitantes que inciden tanto en el costo como en el beneficio de la obra. Es incidente especialmente la altura calculada de agua, que es variable a lo largo del trazado. Lo mismo vale para la revancha, que determina finalmente la altura de muro en los bordes del canal. Las alturas de agua a lo largo del canal se determinan mediante el cálculo del eje hidráulico, paso a paso, en régimen gradualmente variado, que incluye los parámetros de rugosidad de Manning para el borde y fondo, el caudal, las singularidades

3.3.3.-

más gravitantes, como son los 4 puentes en el camino público, y las recuperaciones de agua. Finalmente, se selecciona la alternativa óptima comparando el beneficio agroeconómico que produce cada alternativa, con el respectivo costo de la obra. El costo de cada alternativa se determina mediante los precios unitarios, cuyos rendimientos están basados en obras similares realizadas en los últimos 5 años por la Asociación canal Almahue.

La alternativa N°4, que corresponde al revestimiento de ambos bordes con losetas de hormigón armado y fondo revestido con albañilería, es holgadamente la de mayor beneficio con respecto a las otras 5 alternativas analizadas. Se han hecho aproximaciones menores en los cálculos estructurales e hidráulicos de las alternativas no elegidas, que no son incidentes en la elección final de la alternativa, todo lo cual se explica en el punto N°3.3.3 siguiente. En los planos se contienen los prediseños correspondientes a este revestimiento.

El beneficio agroeconómico se estima en base a los márgenes netos que resultan de una superficie equivalente al ahorro de agua, considerando una tasa de riego de 1 l/s/ha para un cultivo anual como el maíz, que tiene un margen neto de $ 450.000 / ha; y una tasa de riego de 0,9 l/s/ha para un huerto frutal, como son los cítricos, que tienen un margen neto de $ 1.960.000 / ha.

La determinación de las alturas de borde revestido para las alternativas exige un análisis lo suficientemente detallado, tal que permitió elegir con alta seguridad la alternativa de losetas que se fabrican de anchos estándar de 50cm; frente a la alternativa de hormigón que no tiene ese tipo de limitación física de fabricación.

Se trata de recomendar una solución de refuerzo con revestimiento de bordes débiles en el canal matriz Almahue. Para esto se desarrollan las siguientes 6 alternativas de solución:

i.- Alternativa N°1: Revestimiento con canoa de hormigón armado.

ii.- Alternativa N°2: Revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado, sin revestimiento del lecho.

iii.- Alternativa N°3: Revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado y revestimiento del lecho con albañilería de piedras.

iv.- Alternativa N°4: Revestimiento de ambos bordes con losetas de hormigón armado y revestimiento del lecho con albañilería de piedras.

v.- Alternativa N°5: Revestimiento de ambos bordes con losetas de hormigón armado, sin revestimiento del lecho.

vi.- Alternativa N°6: Refuerzo de borde con albañilería de piedras. Esta alternativa se descarta por simple inspección, debido a la altura de más de 1,4 m que se analizará. Revestimientos de más de 1,4 m de altura con albañilería presentan inestabilidad al volcamiento, por lo que se deben diseñar con taludes muy tendidos, por lo tanto son intensivos en uso de albañilería y así resultan de alto costo.

3.3.3.- Metodología para evaluar alternativas de revestimiento.

Para determinar la solución más atractiva frente a otras alternativas de menor interés, se desarrollan los siguientes puntos en cada una de ellas.

i.- Definición de alternativas y beneficios asociados a cada una de ellas. En este caso se definieron un total de 5 alternativas de revestimiento.

ii.- Cálculo preliminar de revestimiento para cada una de las alternativas. Los requerimientos de altura de revestimiento se definen principalmente sobre la base de alturas de agua que arroja el cálculo de un eje hidráulico para cada una de las alternativas. La altura del revestimiento se determina como la altura de aguas representativa por tramos, más una revancha de seguridad. La revancha es acorde a las indicaciones de la ex -Dirección de Riego. Una vez adoptada la altura de revestimiento representativa de los tramos, para cada alternativa, se procede al cálculo estructural de la obra civil de modo de obtener factores de seguridad suficientemente holgados. Para ello se verifica tanto la estabilidad al volcamiento como al deslizamiento y con las solicitaciones consideradas se definirá el requerimiento de espesores y de enfierraduras cuando sea necesaria.

iii.- Valorización de cada una de las alternativas. Se cubica cada una de las partidas que permiten la confección de cada alternativa de revestimiento. Se considera el costo de los insumos, el transporte de material, la confección y la mano de obra requeridos. El costo en este caso es "costo directo", es decir no incluye gastos generales, imprevistos ni utilidades del contratista.

Los criterios utilizados en cada uno de los puntos señalados se presentan en el punto Nº3.3.4.

3.3.4.- Criterios y antecedentes para el cálculo de eje hidráulico en alternativas de revestimiento del canal Matriz Almahue.

El objetivo del cálculo del eje hidráulico es determinar el funcionamiento del canal Almahue, frente a distintos escenarios de revestimiento del canal Matriz, esto es el tramo comprendido entre la bocatoma y el marco partidor el Retén Viejo en el km 7,17 de su trazado. El análisis se centra en el comportamiento en cuanto a la capacidad, determinando las alturas de aguas y peraltes de borde tal que no se produzcan desbordes o deterioro del borde, ante los diversos escenarios de diseños propuestos.

A lo largo de los 7,17km del canal Matriz Almahue se presentan diversas extracciones en la zona de Larmahue, las cuales a modo de simplificación se concentraron todas en el denominado marco partidor Acequia Madre en el km 1,33 del canal Matriz. Los derechos de agua que se extraen corresponden a 75 acciones del total de 875 acciones del canal.

El cálculo del eje hidráulico para el revestimiento se desarrolla con un caudal en bocatoma de 11,5 (m^3/s), respetando las revanchas. Este caudal es igual al máximo actual que se conduce sin revanchas. El total de las extracciones es de 0,99 (m^3/s). El caudal de diseño determinado en el capítulo Nº2.3.1 – Hidrología canal Almahue, corresponde a la capacidad del canal revestido considerando las revanchas

recomendadas; por otra parte ese caudal de 11,5 (m^3/s), está disponible para este canal en el año hidrológico del tipo 50 % de probabilidad de excedencia. A modo referencial se calculó un eje hidráulico con un caudal de hasta 14 (m^3/s), que corresponde a un año con 40% de probabilidad de excedencia, con revestimiento, pero ocupando la totalidad de las revanchas para conducir agua.

En este tramo, se observa la presencia de 37 ruedas azudas y de 4 puentes con sección restrictiva al flujo. Todos ellos se consideran en el análisis del eje hidráulico como singularidades. Las pérdidas de carga asociadas a cada uno de estos puntos serán determinadas según las indicaciones del texto "Hidráulica" de Fco. Javier Domínguez.

En el caso de las 37 ruedas azudas se considera un ancho de influencia de 0,55m en la zona de mayor pendiente del canal, cercana a 2 por mil, lo que ocurre al final del trazado del canal Almahue, a partir del Km 5,75. Se asume un ancho de influencia de 1,75m para las zonas de pendiente del canal cercana a 1 por mil. Cada singularidad provoca primero un estrechamiento del flujo y luego un ensanchamiento. La obra civil asociada a la rueda se considera de 5m de longitud. En todo caso la pérdida de carga hidráulica que se genera actualmente y también en la situación proyectada es muy local en torno a la singularidad, y en general no superior a 5 cm, que incluye el efecto de peralte de los tacos frontales. El tratamiento de los 4 puentes es análogo, en este caso con un ancho de influencia conservador de 1,75 m.

El efecto de las singularidades en cada alternativa se muestra en el Cuadro Nº3.3.4-1 siguiente.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.3.4-1
EFECTO DE SINGULARIDADES DE RUEDAS AZUDAS Y PUENTES EN EJE HIDRÁULICO
CANAL MATRIZ ALMAHUE KM 0 A KM 7,170

Ancho influencia singularidad	km	Alternativa1		Alternativa2		Alternativa3		Alternativa 4		Alternativa 5	
		Remanso	h_{agua}	Remanso	h_{agua}	Remanso	h_{agua}	Remanso	h_{agua}	Remanso	h_{agua} (2)
(m)	(m)	(cm)	(m)	(cm)	(m)	(cm)	(m)	(cm)	(m)	(cm)	(m)
0,55	6.720	3,35	1,048	0,54	1,241	1,12	1,169	1,15	0,962	0,79	1,168
0,55	6.530	2,30	1,021	1,62	1,239	1,79	1,160	1,07	0,962	1,57	1,164
0,55	6.411	2,08	0,945	1,24	1,166	1,41	1,086	1,09	0,965	1,17	1,099
0,55	6.300	2,98	0,927	2,06	1,136	2,21	1,058	0,89	0,974	1,90	1,074
0,55	5.850	2,18	0,900	0,60	1,079	0,82	1,009	1,10	0,962	0,57	1,035
0,55	5.750	0,00	1,009	0,00	1,191	0,00	1,125	0,00	1,075	0,00	1,145
1,75	5.186	8,77	1,284	6,93	1,484	7,37	1,408	7,75	1,341	6,74	1,419
1,75	5.169	5,16	1,336	3,04	1,517	3,73	1,447	4,41	1,386	3,26	1,453
1,75	5.040	4,62	1,374	2,77	1,557	3,39	1,487	4,01	1,423	3,00	1,491
1,75	5.020	0,21	1,374	0,11	1,559	0,15	1,489	0,19	1,423	0,13	1,492
1,75	4.548	4,81	1,379	2,51	1,600	3,24	1,517	4,06	1,436	2,86	1,521
1,75	4.431	4,26	1,407	2,53	1,624	3,09	1,542	3,71	1,462	2,79	1,545
1,75	4.326	4,05	1,431	2,47	1,645	2,99	1,564	3,56	1,484	2,72	1,565
1,75	4.310	3,64	1,465	2,35	1,668	2,80	1,590	3,26	1,514	2,56	1,590
1,75	4.265	0,10	1,458	0,02	1,667	0,05	1,587	0,08	1,508	0,04	1,587
1,75	4.065	4,15	1,459	2,51	1,676	3,06	1,593	3,68	1,511	2,80	1,594
1,75	4.030	3,52	1,487	2,28	1,696	2,71	1,616	3,17	1,536	2,50	1,614
1,75	3.871	3,87	1,489	2,43	1,703	2,92	1,621	3,36	1,544	2,73	1,618
1,75	3.830	3,37	1,512	2,22	1,720	2,62	1,640	3,03	1,565	2,44	1,636
1,75	3.583	3,55	1,476	2,26	1,698	2,69	1,613	3,09	1,541	2,50	1,613
1,75	3.324	3,72	1,459	2,29	1,695	2,74	1,604	3,18	1,527	2,56	1,605
1,75	3.300	3,48	1,488	2,22	1,714	2,64	1,627	3,02	1,554	2,48	1,626
1,75	3.286	3,25	1,517	2,15	1,734	2,52	1,649	2,86	1,580	2,38	1,647
1,75	3.257	3,15	1,541	2,12	1,751	2,48	1,669	2,78	1,602	2,35	1,665
1,75	3.201	3,16	1,556	2,15	1,763	2,50	1,682	2,81	1,617	2,37	1,678
1,75	3.150	3,07	1,572	2,11	1,775	2,45	1,695	2,76	1,630	2,32	1,691
1,75	3.130	0,21	1,567	0,14	1,773	0,16	1,692	0,19	1,625	0,15	1,688
1,75	2.936	10,28	1,579	6,26	1,777	7,53	1,698	3,91	1,559	7,20	1,690
1,75	2.053	0,49	1,112	0,39	1,393	0,42	1,284	0,39	1,180	0,33	1,306
1,75	2.004	10,85	1,210	4,09	1,422	5,47	1,327	7,64	1,248	4,84	1,346
1,75	1.822	9,37	1,230	4,55	1,421	5,85	1,334	7,49	1,266	5,13	1,356
0,55	1.350	0,42	1,172	0,00	1,416	0,00	1,316	0,64	1,160	0,00	1,347
1,75	1.144	4,79	1,592	3,74	1,638	4,20	1,619	4,64	1,594	4,04	1,614
1,75	1.010	3,16	1,558	2,47	1,638	2,75	1,605	3,97	1,585	2,65	1,606
1,75	968	3,81	1,578	3,10	1,665	3,38	1,628	3,59	1,605	3,29	1,631
1,75	910	3,87	1,591	3,04	1,687	3,37	1,646	3,64	1,619	3,26	1,650
1,75	830	3,92	1,594	3,00	1,703	3,36	1,657	3,67	1,623	3,24	1,663
1,75	770	3,63	1,602	2,84	1,720	3,15	1,671	3,38	1,635	3,06	1,677
1,75	750	3,42	1,627	2,72	1,743	2,99	1,694	3,20	1,659	2,92	1,700
1,75	650	9,81	1,691	7,09	1,811	8,08	1,759	3,43	1,649	7,87	1,765
(1)	620	21,60	1,091	8,90	1,090	14,30	1,091	3,18	1,670	2,65	1,779

Nota: (1) Se calcula como vertedero de pared delgada.
(2) h_{agua}: corresponde a la altura de aguas en la sección de aguas arriba.

3.3.4.1.- Altura Normal

La altura normal se determina mediante la Formula de Manning, que se muestra en la Ecuación Nº3.3.4-1, y se indica a continuación:

ECUACIÓN Nº3.3.4-1
FÓRMULA DE MANNING

$$Q = \frac{1}{n} S R^{2/3} \sqrt{i}$$

Donde
- Q: caudal nominal ((m³/s))
- S: superficie mojada (m^2)
- R: radio hidráulico (m)
- η: coeficiente de rugosidad de Manning.
- i: pendiente media del lecho.

3.3.4.2.- Ecuaciones para cálculo del eje hidráulico.

Se calcula el eje hidráulico mediante el método escalonado adecuado para canales prismáticos. A partir de una sección de parámetros conocidos; esto es: altura de agua y dimensiones transversales, se determina la distancia hacia aguas arriba o hacia aguas abajo, a la cual se produce una altura dada, realizando un balance energético.

Las ecuaciones generales son las siguientes ("Hidráulica", F.J. Domínguez IVª edición, pág. 680):

ECUACIÓN Nº3.3.4-2
DISTANCIA ENTRE DOS SECCIONES

$$x = \frac{B_0 - B_1}{J_m - i}$$

ECUACIÓN Nº3.3.4-3
BERNOULLI

$$B = h + \frac{U^2}{2g}$$

ECUACIÓN Nº3.3.4-4
CARGA

$$J = \frac{n^2 U^2}{R^{4/3}}$$

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ECUACIÓN N°3.3.4-5
PENDIENTE DE LA ENERGÍA DE ESCURRIMIENTO

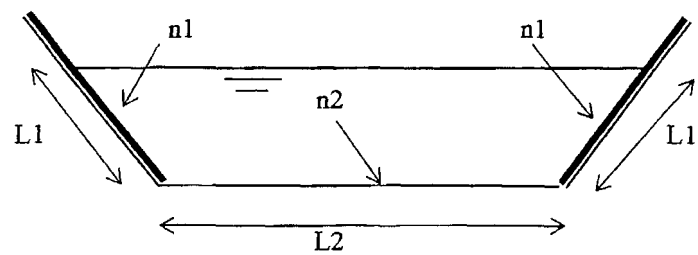
$$Jm = \frac{J_0 + J_1}{2}$$

Donde: Los subíndices 0 y 1 indican respectivamente la sección de cálculo y la sección anterior cuyos parámetros son conocidos.

B (m) : Bernoulli en una sección del escurrimiento.
Jm : pendiente de la energía del escurrimiento entre las dos secciones.
i: pendiente de fondo del canal.
x (m) : distancia calculada entre dos secciones.
U(m/s) : velocidad media en una sección.
R (m) : radio hidráulico.
h (m) : altura del pelo de agua.
n : coeficiente de Rugosidad de Manning
n = 0,045 para canal en tierra con bordes irregulares
n = 0,030 para el canal excavado en tierra
n= 0,018 para los tramos revestidos con hormigón
n= 0,025 para canales revestidos con albañilería de piedras.

En los casos de revestimientos compuestos, el valor de 'n' se determinara ponderando en términos del perímetro mojado de cada material. Para aclarar este punto se presenta el esquema de la Figura N°3.3.4-1 y la Ecuación N°3.3.4-6.

FIGURA N°3.3.4-1
ESQUEMA PARA CÁLCULO DE COEFICIENTE DE MANINNG
REVESTIMIENTOS COMPUESTOS



ECUACIÓN N°3.3.4-6
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING PONDERADO

$$\eta_{ponderado} = \frac{2\eta_1 L_1 + \eta_2 L_2}{2L_1 + L_2}$$

Donde:
η_1: coeficiente de Manning asociado al material y las características del borde
L_1: perímetro mojado del borde (m)
η_2: coeficiente de Maninng del lecho del canal.
L_2: perímetro mojado del lecho del canal (m)

Nota: $2L_1+L_2$ corresponde al perímetro mojado de la sección.

3.3.4.3.- Geometría proyectada del canal matriz Almahue.

Para el cálculo del eje hidráulico se requirió la división de los 7,17km del canal Matriz Almahue en 83 tramos con características homogéneas, entre los cuales se ha intercalado las 41 singularidades consideradas, que son: 37 ruedas azudas y 4 puentes principales.

En el proceso de cálculo, cada uno de los tramos requirió las iteraciones necesarias para la determinación adecuada del perfil hidráulico, estando vinculadas principalmente en el sentido desde aguas abajo hacia aguas arriba.

En el km 7,17 es decir el marco Retén Viejo se contempla la partición de las aguas sobre una grada, sobre la cual se impone la altura crítica, dando pie al inicio del cálculo en dirección hacia aguas arriba.

El ancho basal proyectado, considera un valor de 5 ó 6 metros según los siguientes criterios:

i.- Sí el ancho basal actual es igual o menor a 5 m, se proyectará un ancho futuro de 5 m.
ii.- Sí el ancho basal actual es mayor a 6 m, se proyectará un ancho futuro de 6 m.
iii.- Los valores de ancho basal entre 5 y 6 m serán proyectados como 6 m.
iv.- Los anchos de los puntos con revestimiento actual en ambos bordes, especialmente puentes se mantendrán.

Se consideraron los 4 puentes principales que ofrecen restricción al flujo; ubicados en los km 2,053; km 3,130; km 4,265 y km 5,020 del trazado del canal matriz.

La geometría utilizada en el cálculo del eje hidráulico en el canal Matriz para las distintas alternativas se presenta a continuación en el Cuadro N°3.3.4-2. Además los cálculos propiamente tales se presentan en el Anexo N°3.3.4-A del presente capítulo. Se han identificado 4 tramos con clara tendencia homogénea de pendiente de fondo, los cuales se consideraron en la definición de la geometría proyectada.

El talud de proyecto dependerá de la alternativa en análisis, es así como muros verticales consideran talud 0 y muros inclinados k= 1/3 (H:V).

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.3.4-2
GEOMETRÍA USADA EN CÁLCULO DE EJE HIDRÁULICO
ALTERNATIVAS DE REVESTIMIENTO
CANAL MATRIZ ALMAHUE km 0 a km 7,17

Tramo N°	Inicio del tramo (km)	Cota de fondo en inicio de tramo (m)	Término del tramo (km)	Cota de fondo en término de tramo (m)	Pendiente de Proyecto del tramo i	Ancho basal medio del tramo Bo (m)	Singularidades
1	7.100	**160,23**	7.170	**160,15**	**0,00010**	5,00	M. Retén Viejo 7.170
2	6.970	160,51	7.100	**160,23**	**0,00216**	5,00	
3	6.720	161,05	6.970	160,51	0,00216	5,00	Rueda en km.6.720
4	6.700	161,09	6.720	161,05	0,00216	5,00	
5	6.600	161,31	6.700	161,09	0,00216	5,00	
6	6.550	161,42	6.600	161,31	0,00216	5,00	
7	6.530	161,46	6.550	161,42	0,00216	6,00	Rueda en km.6.530
8	6.450	161,63	6.530	161,46	0,00216	6,00	
9	6.411	161,72	6.450	161,63	0,00216	6,00	Rueda en km.6.411
10	6.400	161,74	6.411	161,72	0,00216	6,00	
11	6.300	161,96	6.400	161,74	0,00216	6,00	Rueda en km.6.300
12	6.200	162,17	6.300	161,96	0,00216	6,00	
13	6.100	162,39	6.200	162,17	0,00216	6,00	
14	5.950	162,71	6.100	162,39	0,00216	6,00	
15	5.850	162,93	5.950	162,71	0,00216	6,00	Rueda en km.5.850
16	5.830	**162,97**	5.850	162,93	**0,00216**	6,00	
17	5.750	163,02	5.830	**162,97**	**0,00068**	6,00	Rueda en km.5.750
18	5.700	163,06	5.750	163,02	0,00068	6,00	
19	5.500	163,19	5.700	163,06	0,00068	6,00	
20	5.450	163,23	5.500	163,19	0,00068	6,00	
21	5.400	163,26	5.450	163,23	0,00068	6,00	
22	5.186	163,41	5.400	163,26	0,00068	6,00	Rueda en km.5.186
23	5.169	163,42	5.186	163,41	0,00068	6,00	Rueda en km.5.169
24	5.130	163,45	5.169	163,42	0,00068	6,00	
25	5.100	163,47	5.130	163,45	0,00068	6,00	
26	5.040	163,51	5.100	163,47	0,00068	6,00	Rueda en km.5.040
27	5.020	163,52	5.040	163,51	0,00068	6,00	Puente en km.5.020
28	4.850	163,64	5.020	163,52	0,00068	6,00	
29	4.548	163,84	4.850	163,64	0,00068	6,00	Rueda en km.4.548
30	4.500	163,87	4.548	163,84	0,00068	6,00	
31	4.431	163,92	4.500	163,87	0,00068	6,00	Rueda en km.4.431
32	4.400	163,94	4.431	163,92	0,00068	6,00	
33	4.326	163,99	4.400	163,94	0,00068	6,00	Rueda en km.4.326
34	4.310	164,00	4.326	163,99	0,00068	6,00	Rueda en km.4.310
35	4.300	164,01	4.310	164,00	0,00068	6,00	
36	4.265	164,03	4.300	164,01	0,00068	5,70	Puente en km.4.265 (2)
37	4.065	164,17	4.265	164,03	0,00068	6,00	Rueda en km.4.065
38	4.030	164,19	4.065	164,17	0,00068	6,00	Rueda en km.4.030
39	3.871	164,30	4.030	164,19	0,00068	6,00	Rueda en km.3.871
40	3.830	164,33	3.871	164,30	0,00068	6,00	Rueda en km.3.830
41	3.600	164,49	3.830	164,33	0,00068	6,30	(2)
42	3.583	164,50	3.600	164,49	0,00068	6,00	Rueda en km.3.583
43	3.350	164,66	3.583	164,50	0,00068	6,00	
44	3.324	164,67	3.350	164,66	0,00068	6,00	Rueda en km.3.324
45	3.300	164,69	3.324	164,67	0,00068	6,00	Rueda en km.3.300
46	3.286	164,70	3.300	164,69	0,00068	6,00	Rueda en km.3.286
47	3.257	164,72	3.286	164,70	0,00068	6,00	Rueda en km.3.257

CUADRO N°3.3.4-2 (continuación)
GEOMETRÍA USADA EN CÁLCULO DE EJE HIDRÁULICO
ALTERNATIVAS DE REVESTIMIENTO
CANAL MATRIZ ALMAHUE km 0 a km 7,17

Tramo N°	Inicio del tramo (km)	Cota de fondo en inicio de tramo (m)	Término del tramo (km)	Cota de fondo en término de tramo (m)	Pendiente de Proyecto del tramo i	Ancho basal medio del tramo Bo (m)	Singularidades
48	3.201	164,76	3.257	164,72	0,00068	6,00	Rueda en km.3.201
49	3.150	164,79	3.201	164,76	0,00068	6,00	Rueda en km.3.150
50	3.130	164,81	3.150	164,79	0,00068	6,00	Puente en km.3.130
51	3.030	**164,87**	3.130	164,81	**0,00068**	6,00	
52	2.936	164,99	3.030	**164,87**	**0,00125**	5,00	Rueda en km.2.936
53	2.850	165,10	2.936	164,99	0,00125	5,00	
54	2.750	165,22	2.850	165,10	0,00125	6,00	
55	2.600	165,41	2.750	165,22	0,00125	5,00	
56	2.150	165,97	2.600	165,41	0,00125	6,00	
57	2.053	166,09	2.150	165,97	0,00125	5,90	Puente en km.2.053
58	2.004	166,15	2.053	166,09	0,00125	6,00	Rueda en km.2.004
59	2.000	166,16	2.004	166,15	0,00125	5,00	
60	1.822	166,38	2.000	166,16	0,00125	6,00	Rueda en km.1.822
61	1.500	166,78	1.822	166,38	0,00125	6,00	
62	1.350	166,97	1.500	166,78	0,00125	5,00	Rueda en km.1.350
63	1.330	**166,99**	1.350	166,97	**0,00125**	6,00	
64	1.144	167,16	1.330	**166,99**	**0,00087**	6,00	Rueda en km.1.144
65	1.100	167,19	1.144	167,16	0,00087	6,00	
66	1.010	167,27	1.100	167,19	0,00087	6,40	Rueda en km.1.010 (2)
67	1.000	167,28	1.010	167,27	0,00087	6,00	
68	968	167,31	1.000	167,28	0,00087	6,00	Rueda en km.968
69	910	167,36	968	167,31	0,00087	6,00	Rueda en km.910
70	900	167,37	910	167,36	0,00087	6,00	
71	830	167,43	900	167,37	0,00087	6,00	Rueda en km.830
72	800	167,46	830	167,43	0,00087	6,00	
73	770	167,48	800	167,46	0,00087	6,00	Rueda en km.770
74	750	167,50	770	167,48	0,00087	6,00	Rueda en km.750
75	700	167,54	750	167,50	0,00087	6,00	
76	650	167,59	700	167,54	0,00087	5,00	Rueda en km.650
77	620	167,61	650	167,59	0,00087	6,00	Rueda en km.620
78	600	167,63	620	167,61	0,00087	6,00	
79	300	167,89	600	167,63	0,00087	6,00	
80	200	167,98	300	167,89	0,00087	5,00	
81	100	168,07	200	167,98	0,00087	5,00	
82	88	168,08	100	168,07	0,00087	5,00	
83	0	**168,15**	88	168,08	0,00087	5,00	

Notas: 1.- Se ha destacado en negritas, los valores en donde se propone un cambio de pendiente de fondo.
2.- Los anchos basales de 5,7m, 6,3 m y 6,4 m se deben a muros existentes.

3.3.4.4.- Caudales y pérdidas por infiltración consideradas.

Para efectos del análisis de las 5 alternativas de revestimiento del canal Matriz, se construyeron 5 ejes hidráulicos. Este cálculo se desarrolla considerando un caudal en bocatoma de 11,5 m³/s. Las extracciones correspondientes en el tramo se concentraron en el marco Acequia Madre ubicado en el km 1,33 del trazado del canal, dicha extracción es de 0,99 m³/s el cual corresponde al derecho accionario asociado al caudal de 11,5 m³/s en bocatoma.

El cálculo del eje hidráulico fue desarrollado para temporada de riego, por lo que no se consideró aportes a lo largo del canal Matriz.

La pérdida de agua por concepto de infiltración se modela mediante la fórmula de Moritz, con características de función, cuyo coeficiente de infiltración "C" según tipo de suelo se determinó en el Capítulo N°2.6.2 – "Aforos y estimación de pérdidas por conducción" y es igual a 1,085, el cual corresponde a una pérdida aproximada por kilometro del 2,9%. La Ecuación N°3.3.4-7 presenta la fórmula de Moritz.

ECUACIÓN N°3.3.4-7
FÓRMULA DE MORITZ

$$\text{Pérdida} = 0{,}0375 \cdot C\sqrt{\frac{Q}{V}}$$

Donde:

C: coeficiente de Moritz (m/día), según tipo de suelo, en este caso 1,085 (m/día)
Q: Caudal nominal que cruza la sección (m³/s)
V: velocidad del flujo (m/s)
Pérdida: infiltración estimada con la fórmula de Moritz (m³/s/km)

La pérdida parcial se determina para cada tramo en que se dividió el canal, la cual depende principalmente del tipo de suelo, de la sección mojada no revestida y del caudal remanente en cada tramo. La pérdida de un tramo parcialmente revestido es sólo una fracción de la pérdida de ese mismo tramo, pero evaluado en la situación no revestida. Se adopta como ponderador para caso de revestimiento parcial, la fracción: perímetro mojado no revestido, dividido por el perímetro mojado total de la sección.

En el proceso de cálculo del eje hidráulico se incluyó el de la infiltración, utilizando para este efecto la relación funcional de Moritz señalada. En cada caso, el caudal se define en bocatoma y se van determinando los excedentes al término de cada tramo, en dirección desde aguas arriba hacia aguas abajo. Debido a esto el caudal para el eje hidráulico varía tramo a tramo, ligado con el caudal al inicio de cada tramo y considerando las pérdidas de todos los tramos previos. Tal como se señala en el punto N°3.3.3 anterior, las 5 alternativas consideran el revestimiento de ambos bordes y las alternativas N°1- canoa de hormigón, N°3 - media canoa de hormigón y N°4 - losetas de hormigón consultan además el revestimiento de fondo.

3.3.4.5.- Revanchas consideradas.

Según las indicaciones de la ex Dirección de Riego, las revanchas mínimas a considerar serán: 15% de la altura normal en cada perfil y mínimo 0,2 m.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.5.- Criterios y antecedentes generales para cálculo estructural.

3.3.5.1.- Parámetros estructurales.

A continuación se presentan los antecedentes generales que son utilizados en el cálculo de las alternativas de revestimiento analizados en este informe. Estos antecedentes son utilizados en todas alternativas estudiadas.

CUADRO N°3.3.5.
PARÁMETROS ESTRUCTURALES

MATERIAL	PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Suelo	Peso específico γ	2,00	t/m³
	Ángulo de fricción ϕ	35	°
	Cohesión C	1,00	t/m²
Agua	Peso específico γ	1,00	t/m³
Hormigón	Peso específico γ	2,50	t/m³
Acero	Peso específico γ	8,45	t/m³

A continuación se indican las principales resistencias básicas de cálculo:

Hormigón:
- Compresión fcd = 60 kg/cm²
- Corte T = 6 kg/cm²
- Adherencia = 6 kg/cm²

Acero:
- Flexión (H.A) = 1.600 kg/cm²
- Compresión = 1.400 kg/cm²
- Corte = 920 kg/cm²

3.3.5.2.- Materiales utilizados

i.- Hormigón Armado. El hormigón a usar en las diferentes obras del proyecto, será del tipo H-15. Se usarán las normas Nch 429.Eof57 y Nch.Eof61. Para los diferentes elementos, muros y fundaciones, se considerará un recubrimiento mínimo de 5 cm.

ii.- Acero: El acero en obras de hormigón armado será de una calidad A44-28H, de acuerdo con la Norma Nch 204 of. 78 y, tendrán resaltes para diámetros mayores o iguales a 8 mm. El acero de las planchas y perfiles estructurales será de calidad A37-24ES según la Norma Nch 203 of. 77.

iii.- Madera: En caso de considerar elementos de madera, estos se diseñan bajo las condiciones establecidas en la Norma Nch 1198 of.91.

3.3.5.3.- Solicitaciones y método de cálculo.

En el diseño de los elementos resistentes se consideran las recomendaciones de las Normas INN, para obtener las tensiones admisibles y evaluar las solicitaciones. La componente de peso propio, incluye la solicitación propia que genera cada elemento de la

estructura. En esta etapa, aún cuando no se tienen detallados todos los elementos, los pesos no considerados son, en general, un porcentaje bajo del total, por lo tanto, no influye mayormente en los resultados obtenidos y en las conclusiones que de ellos puedan derivarse.

Se evalúan también las solicitaciones debido a empujes de tierra sobre muros de estructuras. Estos empujes pueden ser activos ó pasivos, dependiendo de la posibilidad que tenga la estructura de girar.

Las sobrecargas corresponden en su mayoría al peso de rellenos compactados sobre las estructuras, a peatones, a vehículos y a otras distribuidas, que deben considerarse conforme a las recomendaciones de experiencia.

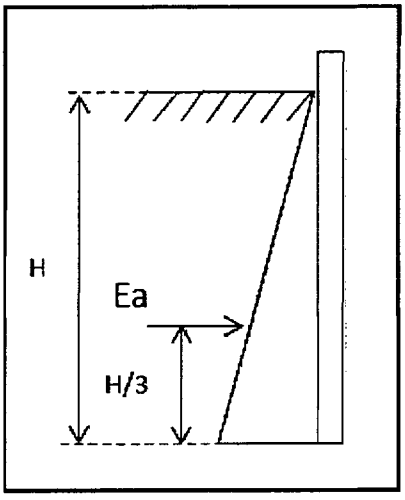
Las solicitaciones consideradas son las siguientes:

i.- Empuje Activo del suelo.
ii.- Empuje Pasivo del suelo.
iii.- Empuje Sísmico del suelo
iv.- Empuje de la napa freática.
v.- Subpresiones freáticas.

A continuación se muestra la forma en que se calcula cada empuje para una situación general de un muro.

i.- Empuje Activo del suelo: El empuje activo del terreno se genera por la presencia de suelo en torno al revestimiento, el cual produce una fuerza que actúa en razón de la altura del suelo sobre la base de estudio, un esquema en que actúa el empuje activo se presenta en la siguiente figura:

FIGURA N°3.3.5.-1
ESQUEMA CONCEPTUAL PARA EMPUJE ACTIVO DEL SUELO



Para el cálculo de este tipo de empuje se considera el incremento de su valor conforme aumenta la profundidad del suelo, la tensión está dada por la siguiente expresión:

ECUACIÓN N°3.3.5-1
TENSIÓN DEL SUELO

$$\sigma = \gamma * K_a H(t/m^2)$$

Donde γ corresponde a la densidad del suelo, H corresponde a la profundidad de contacto con el suelo del elemento en estudio. Debido al ángulo friccional del suelo, se produce una descomposición de las fuerzas de empuje del suelo, en particular para el empuje activo se tiene el siguiente coeficiente:

ECUACIÓN N°3.3.5-2
COEFICIENTE DE EMPUJE ACTIVO DEL SUELO

$$ka = \frac{(1 - sen(\phi))}{(1 + sen(\phi))}$$

Al integrar la tensión del suelo en toda la longitud de contacto se puede determinar el esfuerzo atribuible al empuje activo del suelo, lo cual se presenta en la siguiente ecuación:

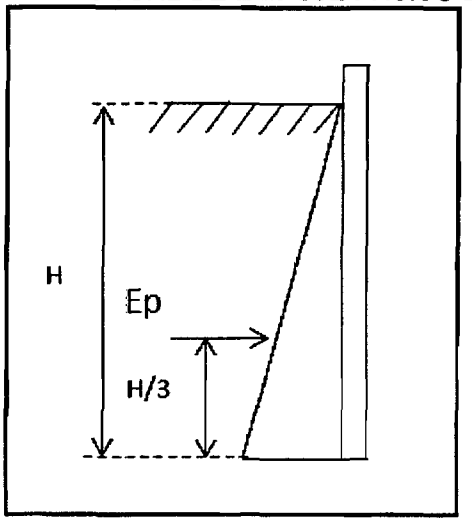
ECUACIÓN N°3.3.5-3
EMPUJE ACTIVO DEL SUELO

$$Ea = ka * \left(\frac{\sigma * H}{2} \right)(t/m)$$

El punto de aplicación del empuje está determinado por la forma triangular de distribución de la solicitación, de esta manera se presenta la acción del empuje a 1/3 de H medida desde la base, al multiplicar el empuje por unidades de largo se obtiene un empuje en toneladas, para el cálculo de las solicitaciones siempre se considerará 1 ml de aplicación.

ii.- Empuje Pasivo del suelo: corresponde a la solicitación que se desarrolla en el suelo cuando es el suelo el que soporta el empuje de la estructura, un esquema gráfico se presenta en la Figura N°3.3.5-2.

FIGURA N°3.3.5-2
ESQUEMA CONCEPTUAL DE EMPUJE PASIVO DEL SUELO



Para el cálculo de este tipo de empuje se considera el incremento de su valor conforme aumenta la profundidad del suelo, la tensión está dada por la siguiente expresión:

ECUACIÓN N°3.3.5-4
TENSIÓN DEL SUELO

$$\sigma = \gamma * K_p H(t/m^2)$$

Donde γ corresponde a la densidad del suelo, H corresponde a la profundidad de contacto con el suelo del elemento en estudio. Debido al ángulo friccional del suelo, se produce una descomposición de las fuerzas de empuje del suelo, en particular para el empuje pasivo se tiene el siguiente coeficiente:

ECUACIÓN N°3.3.5-5
COEFICIENTE DE EMPUJE PASIVO DEL SUELO

$$kp = \frac{(1 + sen(\phi))}{(1 - sen(\phi))}$$

Al integrar la tensión del suelo en toda la longitud de contacto se puede determinar el esfuerzo atribuible al empuje pasivo del suelo, lo cual se presenta en la siguiente ecuación:

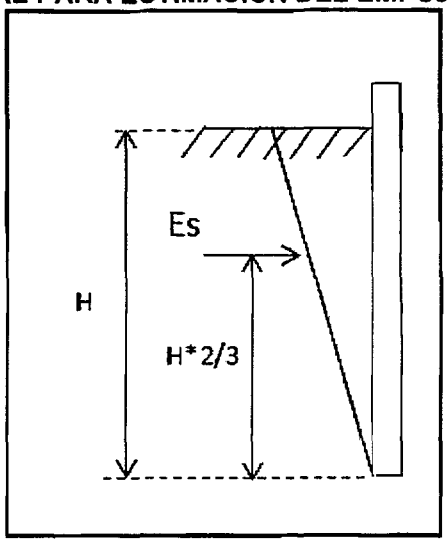
ECUACIÓN N°3.3.5-6
EMPUJE ACTIVO DEL SUELO

$$Ep = kp * \left(\frac{\sigma * H}{2} \right)(t/m)$$

El punto de aplicación del empuje está determinado por la forma triangular de distribución de la solicitación, de esta manera se presenta la acción de empuje a 1/3 de H medida desde la base.

iii.- Empuje Sísmico del suelo: corresponde a las solicitaciones que induce la masa de suelo ante la presencia de movimientos sísmicos. Un esquema representativo de la forma que actúa el empuje sísmico se presenta en la siguiente figura:

FIGURA N°3.3.5.-3
ESQUEMA CONCEPTUAL PARA ESTIMACIÓN DEL EMPUJE SÍSMICO DEL SUELO



Para el caso de las solicitaciones sísmicas, éstas se evalúan como un porcentaje del peso de la estructura según Nch 433. En el peso sísmico no se incluyen las sobrecargas, debido a que la simultaneidad de los eventos, sismo y sobrecarga, es de baja probabilidad. El peso sísmico, así calculado, se aplica en el punto más desfavorable de la estructura, de modo de obtener el mínimo factor de seguridad para la estabilidad general, que debe ser mayor ó igual a la señalada por recomendaciones.

Para el cálculo del empuje se considera una modelación de un triángulo invertido donde la tensión máxima se encuentra en la parte superior. La tensión está dada por la siguiente expresión:

ECUACIÓN N°3.3.5-7
TENSIÓN SÍSMICA DEL SUELO

$$\sigma = C_S \gamma * H(t/m^2)$$

Donde γ corresponde a la densidad del suelo, H corresponde a la profundidad de contacto del suelo con la estructura, esta solicitación se encuentra ponderada por factores que dependen de la zona sísmica en que se encuentra la obra, de esta manera para los casos estudiados en esta memoria se tiene:

Zona sísmica	: 2
Aceleración máxima del suelo Ao	: 0,3g
A*=Ao/g	: 0,3
Factor C=0,5xA*	: 0,15

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Finalmente el empuje sísmico esta dado por la siguiente relación:

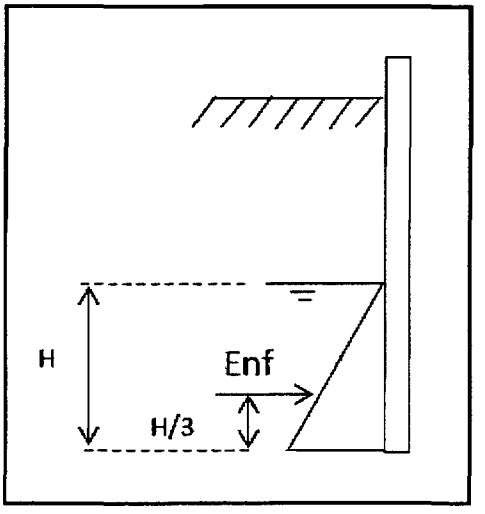
ECUACIÓN N°3.3.5-7
EMPUJE SÍSMICO DEL SUELO

$$Es = C * \left(\frac{\sigma * H}{2} \right) (t/m)$$

El punto de aplicación de este empuje está determinado por la forma de triángulo invertido de distribución de la solicitación, de esta manera se presenta la acción de empuje a 2/3 de H, siendo H la altura del suelo que ejerce el empuje, medida desde la base.

iv.- Empuje Nivel Freático: corresponde a los empujes sobre la estructura inducidos por la presencia de napa freática en la zona de contacto con el terreno. Un esquema se presenta en la siguiente figura:

FIGURA N°3.3.5.-4
ESQUEMA DE EMPUJE NIVEL FREÁTICO



Para el cálculo de este empuje se considera una modelación triangular donde la tensión aumenta conforme aumenta la profundidad, y es máxima en la base de la estructura. La tensión está dada por la siguiente expresión:

ECUACIÓN N°3.3.5-8
TENSIÓN INDUCIDA POR LA PRESENCIA DE NAPA FREÁTICA

$$\sigma = \gamma * H(t/m^2)$$

Donde γ corresponde a la densidad del agua, H corresponde a la profundidad de la zona de contacto medido desde la cota de la napa freática, el empuje nivel freático esta dado por la Ecuación N°3.3.5-9 siguiente.

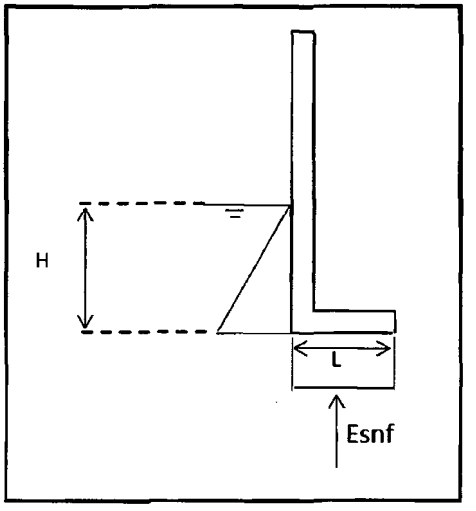
ECUACIÓN N°3.3.5-9
EMPUJE INDUCIDO POR LA PRESENCIA DE NAPA FREÁTICA

$$Enf = \frac{\sigma * H}{2}(t/m^2)$$

El punto de aplicación del empuje está determinado por la forma de triángulo de distribución de la solicitación, de esta manera se presenta la acción de empuje a 1/3 de H, siendo H la profundidad del nivel freático.

v.- Subpresiones freáticas: Corresponde a los empujes inducidos sobre la base de la estructura debido a la presencia de napa freática, este tipo de empuje es del tipo vertical y corresponde a la manifestación del volumen de agua desplazado por la presencia de la estructura. Un esquema explicativo se presenta en la siguiente figura:

FIGURA N°3.3.5.-5
ESQUEMA DE EMPUJE INDUCIDO POR SUBPRESIÓN FREÁTICA



Para el cálculo del empuje se considera una modelación de un rectángulo que actúa sobre la parte inferior de una estructura, ejerciendo una solicitación sobre ésta. La tensión está dada por la siguiente expresión:

ECUACIÓN N°3.3.5-10
TENSIÓN INDUCIDA POR LA PRESENCIA DE SUBPRESIÓN FREÁTICA

$$\sigma = \gamma * H(t/m^2)$$

Donde γ corresponde a la densidad del agua, H corresponde a la profundidad del sello de la estructura medido desde la cota de la napa freática. El empuje del subnivel freático esta dado por la siguiente ecuación:

ECUACIÓN Nº3.3.5-11
EMPUJE INDUCIDO POR LA PRESENCIA DE SUBPRESIÓN FREÁTICA

$$Esnf = \sigma * L(t/m^2)$$

Donde L es la longitud de la superficie de contacto en el punto de aplicación de esta solicitación. El punto de aplicación del empuje está determinado por la forma de la superficie de contacto en que actúa el empuje, para nuestro caso en que se tiene una superficie rectangular de ancho L, el punto de aplicación del empuje es L/2.

3.3.5.4.- Criterios del diseño estructural de las obras.

Los criterios de cálculo estructural se han formulado considerando el tipo de obras "menores" que consulta este proyecto, y que los diferentes elementos de las estructuras están trabajando en sus rangos de comportamiento elástico. El método considerado para el cálculo de estructuras es el denominado de las "tensiones admisibles".

En este subcapítulo se entregan las bases de cálculo y criterios estructurales utilizados para el diseño de las obras de arte contenidas en el proyecto multiuso. Las obras se han diseñado con cálculos conservadores, cuyos factores de seguridad son acordes con este nivel de estudios.

- Estructuración: Las obras se han estructurado de acuerdo al grado de importancia de las solicitaciones y a las condiciones de servicio que deben cumplir en su vida útil. Lo anterior permite asegurar una estabilidad, durabilidad, seguridad y servicio de las estructuras.

En el cálculo y verificación estructural de las obras civiles involucradas, se consideró que los diferentes componentes de la estructura trabajan en sus rangos de comportamiento elástico. Para el caso del hormigón armado y, dado que se trata de obras hidráulicas, es particularmente importante evitar toda fisuración para salvaguardar a las armaduras de la oxidación. En virtud de esta condición y una vez determinados los esfuerzos generados por las diferentes solicitaciones, tanto estáticas como dinámicas, se obtienen las tensiones que se comparan con los valores límites admisibles correspondientes al material en cuestión.

- Método de cálculo: Todas las obras se han calculado estructuralmente, aplicando el método de las tensiones admisibles. Es decir, los esfuerzos generados por las solicitaciones permanentes, eventuales ó dinámicas siempre deben ser menores a las máximas establecidas para cada material en cuestión. Se considera que los elementos resistentes de la estructura, están trabajando en su rango de comportamiento elástico. Por lo tanto, las deformaciones experimentadas debido a las cargas eventuales y/o dinámicas, se anulan una vez que estas dejan de actuar.

Tratándose de estructuras menores, éstas se verifican para la estabilidad general, es decir, evitando el volcamiento, deslizamiento y/o flotamiento. Los factores de seguridad obtenidos siempre son mayores al valor 1,10; por lo tanto, las estructuras se consideran estables y seguras.

Las cargas permanentes y eventuales producen deformaciones importantes en los elementos de gran luz libre entre apoyos. Estas deformaciones se calculan para compararlas con las máximas admisibles que recomienda la literatura técnica, las que entrega la práctica y el buen diseño.

Los esfuerzos de tracción en muros de hormigón, cuando son mayores a los aceptados para este material, hacen necesario la inclusión de armaduras. Para un hormigón de calidad H-15 se debe disponer una armadura de calidad A44-28H.

Es importante destacar que las obras, en su mayoría, estarán en contacto permanente con agua, por lo tanto, se debe asegurar en la etapa de diseño que la estructura trabaje en Fase I. Esto implica limitar las deformaciones en muros y losas, evitándose la generación de fisuras por las que el agua penetre dañando las armaduras.

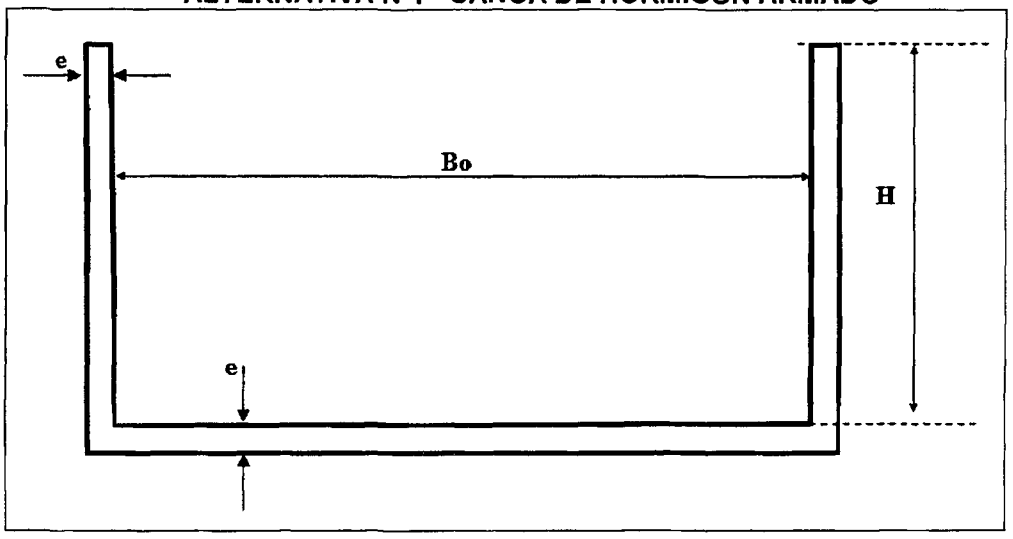
PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.6.- Análisis de la alternativa N°1: Revestimiento de bordes y fondo con canoa de hormigón armado.

3.3.6.1.- Descripción de la alternativa N°1.

La presente alternativa corresponde a completar el revestimiento del canal Matriz Almahue en toda su extensión desde la bocatoma km 0 y hasta el marco el Retén Viejo en el km 7,17. La solución propuesta en este caso corresponde al revestimiento mediante una canoa de hormigón armado. Según el siguiente esquema:

CUADRO N°3.3.6-1
ESQUEMA DE REVESTIMIENTO Y REFUERZO DE BORDE
ALTERNATIVA N°1 - CANOA DE HORMIGÓN ARMADO



Donde:

Bo: ancho basal, que tendrá valores según los criterios presentados en el punto N°3.3.4.3.
H: es la altura necesaria del revestimiento, la cual se determina como la altura de aguas del eje hidráulico más una revancha de seguridad según los criterios del punto N°3.3.4.5
e: es el espesor de los muros y losa del revestimiento, por simplificación se supondrán constantes.

3.3.6.2.- Beneficios de la alternativa N°1.

Los beneficios directos que se pueden señalar en este caso son los siguientes:

i.- Refuerzo de los bordes débiles, debido a que el material del borde predominantemente es limo arcilloso, el borde se ha debilitado en muchos sectores, y aumentando considerablemente en algunos tramos el ancho de la sección del canal, poniendo en serio riesgo las propiedades próximas.

ii.- Al utilizar una sección constante, es posible la recuperación de los bordes socavados por acción de la erosión hidráulica, permitiendo la recuperación del camino de servicio y de terrenos actualmente al interior del cauce.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

iii.- Otro beneficio importante es la recuperación de caudales infiltrados, los cuales elevan la seguridad de riego y permitirían la incorporación al riego de superficies actualmente de secano.

3.3.6.3.- Cálculo hidráulico de la alternativa N°1.

3.3.6.3.1.-Parámetros y características hidráulicas de los materiales de la solución.

Complementario a la geometría presentada en el punto N°3.3.4.3, se presentan los siguientes antecedentes:

i.- Parámetros del análisis:
Ancho basal del canal (Bo) : 5 ó 6m
Altura de agua (H mojado): 1,5m para fines de estimación preliminar del coeficiente de Manning.
Talud de los bordes (K) : 0. Son muros verticales.

ii.- Coeficiente básico de Manning (n): Fuente: Estudio Análisis Comparado entre Conducción Entubada y Conducción Abierta en canales de Riego – CNR.
- Hormigón : 0,018 en caso de tramos rectos.
  0,020 con tramos en ladera de cerro y con abundantes curvas
- Albañilería de piedra : 0,025
- Canales en tierra : 0,030

iii.- Coeficiente de Manning ponderado (n):

Coeficiente de Manning para bordes de hormigón (n) = 0,018
Coeficiente de Manning para fondo de hormigón (n) = 0,018

$$\text{Coeficiente de Manning compuesto (n)} = \frac{0{,}018 \times 2 \times 1{,}5m + 0{,}018 \times 6m}{1{,}5m \times 2 + 6m} = 0{,}018$$

iv.- Revancha: Se usará las recomendaciones de la DOH - ex Dirección de Riego, es decir, la revancha es no menor a 0,20m, y al menos el 15% de la altura normal.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.6.3.2.- Cálculo del eje hidráulico de la alternativa Nº1.

Para el cálculo del eje hidráulico se requirió la división de los 7,17km del canal Matriz Almahue en 83 tramos con características homogéneas, entre los cuales se ha intercalado las 41 singularidades consideradas, las cuales son: 37 ruedas azudas y 4 puentes principales.

En el proceso de cálculo, cada uno de los tramos requirió las iteraciones necesarias para la determinación adecuada del perfil hidráulico, estando vinculadas principalmente en el sentido desde aguas abajo hacia aguas arriba.

En el km 7,17 es decir el marco Retén Viejo se contempla la partición de las aguas sobre una grada, sobre la cual se impone la altura crítica y cuyo valor se ha calculado en 0,77m, dando pie al inicio del cálculo en dirección hacia aguas arriba con la cota de aguas 160,33 (cota de grada) +0,77 (altura crítica) =161,1m (cota eje).

El cálculo del eje hidráulico se acompaña en Anexo Nº3.3.6-A.

El eje hidráulico se calcula considerando un caudal en bocatoma de Qbt=11,5(m^3/s).

Se entrega a continuación el Cuadro Nº3.3.6-2 que contiene principalmente la altura de agua y la altura del revestimiento, que es variable con alturas de 1,5m, 1,75m, 2m y 2,1m. Así mismo, en el Gráfico Nº3.3.6-1 se señalan resumidamente las alturas de aguas y la altura del revestimiento para esta alternativa.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

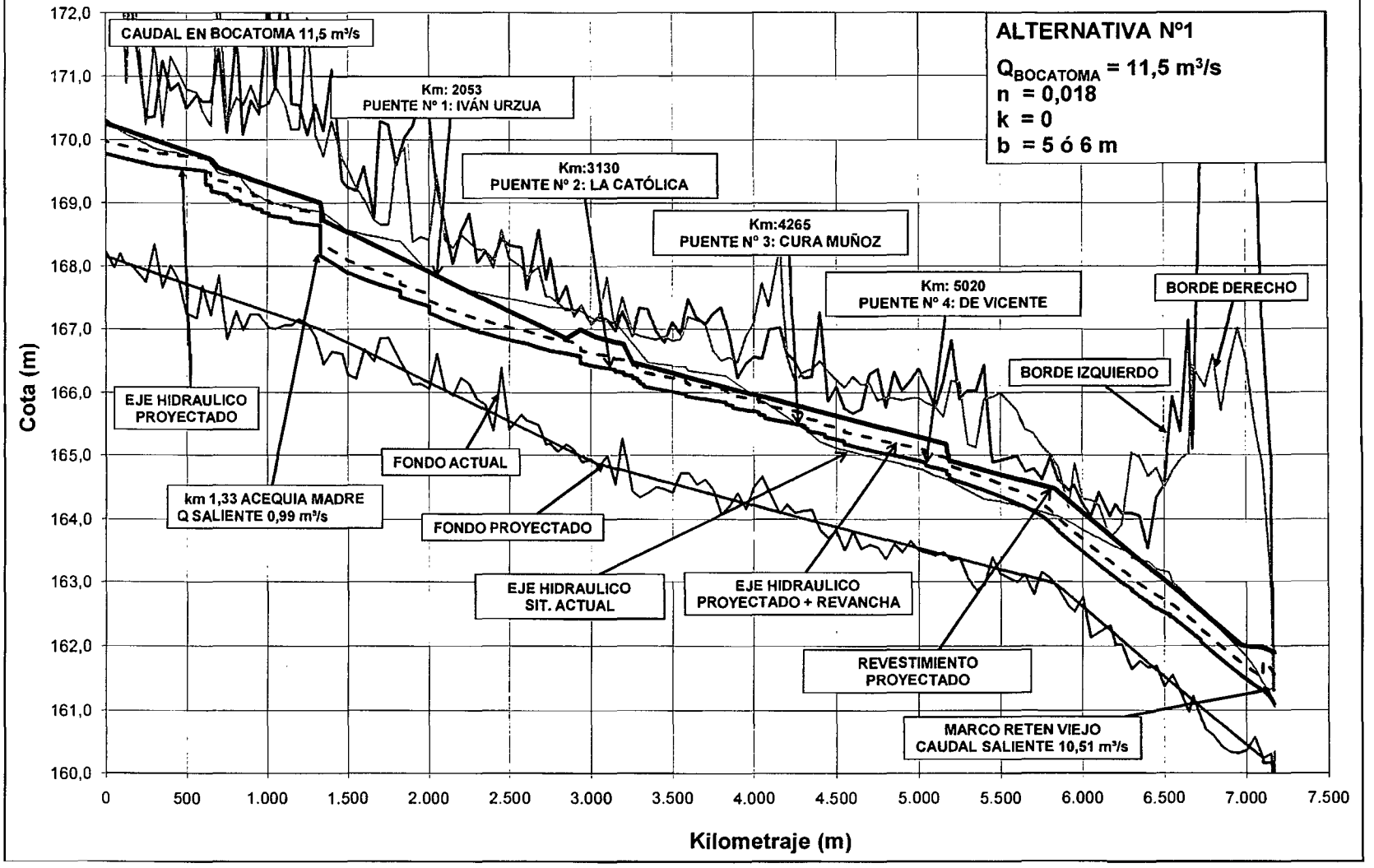
CUADRO Nº3.3.6-2
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO ALTERNATIVA Nº1
REVESTIMIENTO DE BORDE Y LECHO CON CANOA DE H.A.

Tramo	Km f (m)	Km i (m)	Longitud Tramo (m)	Altura de aguas (m)	Revancha calculada (m)	Altura de aguas + revancha (m)	Altura de revestimiento adoptada (m)
1	7.100	7.170	70	1,15	0,46	1,61	1,75
2	6.970	7.100	130	1,08	0,20	1,28	1,50
3	6.720	6.970	250	1,03	0,20	1,23	1,50
4	6.700	6.720	20	1,05	0,20	1,25	1,50
5	6.600	6.700	100	1,04	0,20	1,24	1,50
6	6.550	6.600	50	1,02	0,20	1,22	1,50
7	6.530	6.550	20	1,02	0,20	1,22	1,50
8	6.450	6.530	80	1,02	0,20	1,22	1,50
9	6.411	6.450	39	0,95	0,20	1,15	1,50
10	6.400	6.411	11	0,95	0,20	1,15	1,50
11	6.300	6.400	100	0,94	0,20	1,14	1,50
12	6.200	6.300	100	0,93	0,20	1,13	1,50
13	6.100	6.200	100	0,89	0,20	1,09	1,50
14	5.950	6.100	150	0,88	0,20	1,08	1,50
15	5.850	5.950	100	0,88	0,20	1,08	1,50
16	5.830	5.850	20	0,90	0,20	1,10	1,50
17	5.750	5.830	80	1,02	0,20	1,22	1,50
18	5.700	5.750	50	1,06	0,20	1,26	1,50
19	5.500	5.700	200	1,16	0,20	1,36	1,50
20	5.450	5.500	50	1,17	0,20	1,37	1,50
21	5.400	5.450	50	1,19	0,20	1,39	1,50
22	5.186	5.400	214	1,23	0,20	1,43	1,50
23	5.169	5.186	17	1,28	0,20	1,48	1,50
24	5.130	5.169	39	1,34	0,20	1,54	1,75
25	5.100	5.130	30	1,33	0,20	1,53	1,75
26	5.040	5.100	60	1,33	0,20	1,53	1,75
27	5.020	5.040	20	1,37	0,20	1,57	1,75
28	4.850	5.020	170	1,37	0,20	1,57	1,75
29	4.548	4.850	302	1,35	0,20	1,55	1,75
30	4.500	4.548	48	1,38	0,20	1,58	1,75
31	4.431	4.500	69	1,37	0,20	1,57	1,75
32	4.400	4.431	31	1,41	0,20	1,61	1,75
33	4.326	4.400	74	1,40	0,20	1,60	1,75
34	4.310	4.326	16	1,43	0,20	1,63	1,75
35	4.300	4.310	10	1,46	0,20	1,66	1,75
36	4.265	4.300	35	1,46	0,20	1,66	1,75
37	4.065	4.265	200	1,46	0,20	1,66	1,75
38	4.030	4.065	35	1,46	0,20	1,66	1,75
39	3.871	4.030	159	1,49	0,20	1,69	1,75
40	3.830	3.871	41	1,49	0,20	1,69	1,75
41	3.600	3.830	230	1,51	0,20	1,71	1,75
42	3.583	3.600	17	1,44	0,22	1,67	1,75
43	3.350	3.583	233	1,48	0,22	1,70	1,75
44	3.324	3.350	26	1,43	0,22	1,65	1,75
45	3.300	3.324	24	1,46	0,22	1,68	1,75
46	3.286	3.300	14	1,49	0,20	1,69	1,75
47	3.257	3.286	29	1,52	0,20	1,72	1,75
48	3.201	3.257	56	1,54	0,20	1,74	1,75

CUADRO Nº3.3.6-2 (continuación)
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO ALTERNATIVA Nº1
REVESTIMIENTO DE BORDE Y LECHO CON CANOA DE H.A.

Tramo	Km f (m)	Km i (m)	Longitud Tramo (m)	Altura de aguas (m)	Revancha calculada (m)	Altura de aguas + revancha (m)	Altura de revestimiento adoptada (m)
49	3.150	3.201	51	1,56	0,20	1,76	2,00
50	3.130	3.150	20	1,57	0,20	1,77	2,00
51	3.030	3.130	100	1,57	0,20	1,77	2,00
52	2.936	3.030	94	1,54	0,20	1,74	2,00
53	2.850	2.936	86	1,58	0,20	1,78	2,00
54	2.750	2.850	100	1,52	0,20	1,72	1,75
55	2.600	2.750	150	1,43	0,20	1,63	1,75
56	2.150	2.600	450	1,36	0,20	1,56	1,75
57	2.053	2.150	97	1,13	0,20	1,33	1,75
58	2.004	2.053	49	1,11	0,20	1,31	1,75
59	2.000	2.004	4	1,21	0,20	1,41	1,75
60	1.822	2.000	178	1,21	0,20	1,41	1,75
61	1.500	1.822	322	1,23	0,20	1,43	1,75
62	1.350	1.500	150	1,17	0,20	1,37	1,75
63	1.330	1.350	20	1,17	0,20	1,37	1,75
64	1.144	1.330	186	1,65	0,20	1,85	2,00
65	1.100	1.144	44	1,59	0,20	1,79	2,00
66	1.010	1.100	90	1,57	0,20	1,77	2,00
67	1.000	1.010	10	1,56	0,20	1,76	2,00
68	968	1.000	32	1,55	0,20	1,75	2,00
69	910	968	58	1,58	0,20	1,78	2,00
70	900	910	10	1,59	0,20	1,79	2,00
71	830	900	70	1,59	0,20	1,79	2,00
72	800	830	30	1,59	0,20	1,79	2,00
73	770	800	30	1,58	0,20	1,78	2,00
74	750	770	20	1,60	0,20	1,80	2,00
75	700	750	50	1,63	0,20	1,83	2,00
76	650	700	50	1,60	0,20	1,80	2,00
77	620	650	30	1,69	0,20	1,89	2,10
78	600	620	20	1,89	0,20	2,09	2,10
79	300	600	300	1,88	0,20	2,08	2,10
80	200	300	100	1,70	0,20	1,90	2,10
81	100	200	100	1,67	0,20	1,87	2,10
82	88	100	12	1,64	0,20	1,84	2,10
83	0	88	88	1,64	0,20	1,84	2,10

GRÁFICO N°3.3.6-1
CANAL MATRIZ ALMAHUE - TRAMO BOCATOMA (KM. 0) A MARCO RETEN VIEJO (KM. 7,17)
ALTERNATIVA N°1: REVESTIMIENTO CON CANOA DE H.A.



3.3.6.3.3.-Conclusiones del eje hidráulico de la alternativa Nº1.

a.- Ruedas azudas. Se consideraron las 37 ruedas catastradas en el punto Nº2.5.3 – "Ruedas Hidráulicas Azudas". Cada una de ellas se analizó como una restricción al flujo con contracción y posterior ensanchamiento. El efecto de los tacos frontales rústicos para mejorar la operación de estas, se asimiló al efecto de las ruedas, que en la práctica es poco significativo.

b.- Se consideraron los 4 puentes principales que ofrecen restricción al flujo; ubicados en los km 2,053; km 3,130; km 4,265 y km 5,020 del trazado del canal matriz.

c.- En el proceso del cálculo del eje hidráulico, se procedió a considerar la infiltración a través de la relación funcional de Moritz, la cual depende entre otras cosas del tipo de material del suelo, del caudal y de la velocidad del escurrimiento. En este caso, el caudal se define en bocatoma y se van determinando los excedentes al término de cada tramo en dirección desde aguas arriba hacia aguas abajo. Debido a esto el caudal para el eje hidráulico varía tramo a tramo, ligado con el caudal al inicio de cada tramo y considerando las pérdidas de todos los tramos previos. El valor "C" de Moritz o coeficiente de infiltración del suelo se calibra en el punto Nº2.6.2 – "Aforos y estimación de pérdidas por conducción". Y entrega como resultados:

Situación actual

Caudal en bocatoma	:	11,50 (m^3/s)
Extracciones en el tramo	:	0,99 (m^3/s)
Caudal que llega al marco el Retén Viejo (km 7,17 del canal Matriz Almahue)	:	9,78 (m^3/s)
Pérdida por infiltración en el canal Matriz	:	0,730(m^3/s)

Situación proyectada

Caudal en bocatoma	:	11,50 (m^3/s)
Extracciones en el tramo	:	0,99 (m^3/s)
Caudal que llega al marco el Retén Viejo (km 7,17 del canal Matriz Almahue)	:	10,51 (m^3/s)
Pérdida por infiltración en el canal Matriz	:	0 (m^3/s)

Recuperación en el canal matriz por concepto de revestimiento: 0,730 (m^3/s)

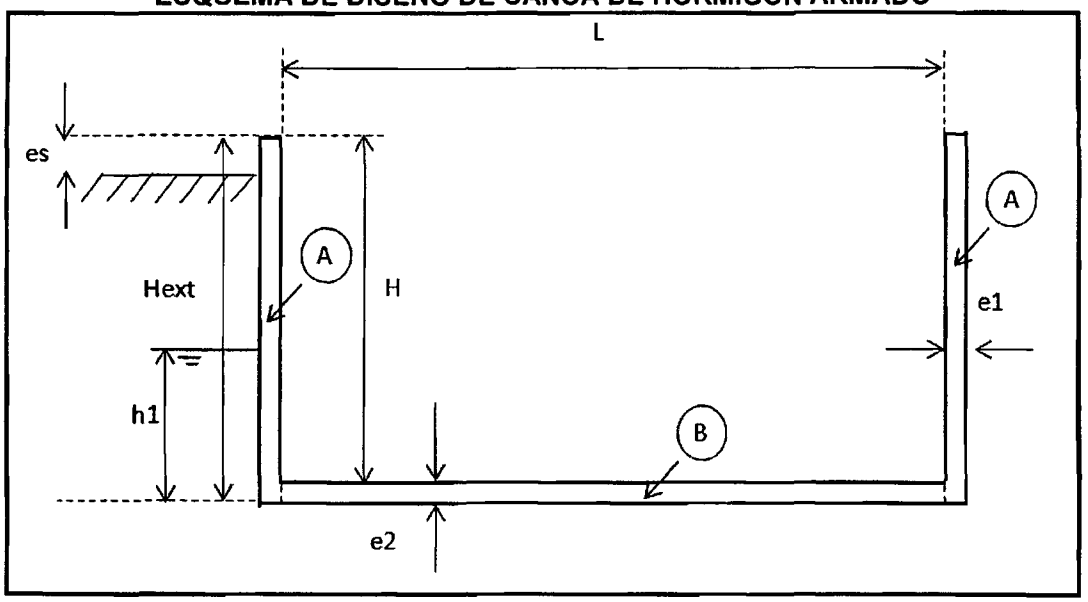
d.- El cálculo del eje hidráulico fue desarrollado para temporada de riego, por lo que no se consideró aportes a lo largo del canal Matriz.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.6.4.- Cálculo estructural de la alternativa N°1.

Para el cálculo de las dimensiones de la canoa de hormigón armado se presenta la siguiente figura esquemática para explicar los tipos de solicitaciones que se analizan en el diseño, que considera alturas de muro de 1,75 m y 2,10 m. Los casos de mayor y menor altura, en el rango 1,50 m a 2,10 m se determinan por interpolación o extrapolación gráfica de estos casos.

CUADRO N°3.3.6-3
ESQUEMA DE DISEÑO DE CANOA DE HORMIGÓN ARMADO



Las dimensiones de la canoa de Hormigón armado se entregan en el Cuadro N°3.3.6-4 siguiente.

CUADRO N°3.3.6.-4
DIMENSIONES DE CANOA DE HORMIGÓN ARMADO
PARA ALTURAS DE MURO H=1,75m y H=2,10m.

DIMENSIONES				
H ext.: Altura externa	1,95	(m)	2,30	(m)
H: Altura interna	1,75	(m)	2,10	(m)
h1: Altura nivel freático	1,00	(m)	1,00	(m)
L : Base de canoa	6,00	(m)	6,00	(m)
e1: Espesor de muro	0,20	(m)	0,20	(m)
e2: Espesor losa	0,20	(m)	0,20	(m)
es: Altura sin suelo	0,30	(m)	0,30	(m)

3.3.6.4.1.- Solicitaciones.

Para el análisis de la canoa, las solicitaciones a considerar son las siguientes:

Ea: Empuje activo del terreno.
Ew: Empuje del nivel freático.
Es: Empuje Sísmico.

Con las dimensiones señaladas se calculan los esfuerzos utilizando las fórmulas detalladas en el punto Nº3.3.5. Los resultados de los cálculos se presentan a continuación:

Para H=1,75m

i.- Ea : Empuje Activo

Ka : 0,27
σa : 3,3 (t/m²) se utiliza como altura "H ext. – es"m.
Ea : 0,55 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es ha=1/3*(H ext.-es)m, h=0,6 (m).

ii.- Enf : Empuje Nivel Freático

σnf : 1,0 (t/m²) se utiliza como altura "h1"
Enf : 0,50 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hnf=1/3*h1, hnf=0,3 (m).

iii.- Es : Empuje Sísmico

C : 0,15
σs : 3,3 (t/m²)se utiliza como altura "H ext. – es" m.
Es : 0,40 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hs=2/3*(H ext. –es)m, hs=1,1 (m).

Para H=2,10m

i.- Ea : Empuje Activo

Ka : 0,27
σa : 4,0 (t/m²) se utiliza como altura "H ext. – es"m.
Ea : 0,67 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es ha=1/3*(H ext.-es)m, h=0,67 (m).

ii.- Enf : Empuje Nivel Freático

σnf : 1,0 (t/m²) se utiliza como altura "h1"
Enf : 0,50 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hnf=1/3*h1, hnf=0,33 (m).

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

iii.- Es : Empuje Sísmico

C : 0,15
σs : 0,6 (t/m²)se utiliza como altura "H ext.–es" m.
Es : 0,60 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hs=2/3*(H ext.–es)m, hs=1,3 (m).

Una vez calculados los empujes, se puede calcular el momento solicitante, que es ejercido sobre el muro y de esta manera mediante el método de las tensiones admisibles calcular la armadura necesaria a las solicitaciones presentes. El momento se calcula como un sistema empotrado en la base y libre en el extremo superior con una carga puntual según el empuje que actúa, en este sentido el valor del empuje será el producto del empuje por la distancia de aplicación a la base de la canoa, el siguiente cuadro muestra el resumen de los momentos solicitantes calculados:

CUADRO N°3.3.6-5
RESUMEN DE MOMENTOS SOLICITANTES
PARA ALTURA DE MURO H=1,75m

Empuje		E (t)	h (m)	Momento (t*m)
E activo	Ea	0,7	0,6	0,4
E nivel freático	Enf	0,5	0,3	0,2
E sísmico	Es	0,4	1,1	0,4
			M total	1,02 (t-m)

CUADRO N°3.3.6-6
RESUMEN DE MOMENTOS SOLICITANTES
PARA ALTURA DE MURO H=2,10m

Empuje		E (t)	h (m)	Momento (t*m)
E activo	Ea	1,0	0,7	0,7
E nivel freático	Enf	0,5	0,3	0,2
E sísmico	Es	0,6	1,3	0,8
			M total	1,62 (t-m)

3.3.6.5.- Cubicación y valorización de la alternativa N°1.

3.3.6.5.1.-Cubicación.

a.- Cubicación de armadura.

Con las dimensiones de los muros y la losa de la canoa, en conjunto con los momentos solicitantes, se calcula la cantidad de armadura necesaria.

Para H=1,75m

Debido a que el momento solicitante máximo en la base del muro es de 1,02(t*m) se calcula una armadura necesaria mínima de 2,5 cm², por lo que la utilización de 5 barras

de diámetro ϕ 12 mm correspondiente a un área de armadura principal de 5,65 cm² resulta holgadamente suficiente para el momento solicitante.

a.1.- Armadura principal

ϕ 12

Área de ϕ 12	= 113 (mm²)	
Área 5 ϕ 12	= 565 (mm²)	
Largo de barras	= 9,9 (m)	(6m de la losa más 2x1,95m de muros).
Volumen total de acero	= 0,011 (m³/ml)	(usando armadura de doble malla)
Peso acero	**= 88,5 (kg/ml)**	Usando armadura ϕ12@20

a.2.- Armadura Secundaria

ϕ 12

Área de ϕ 12	= 113 (mm²)	
Área 4 ϕ 12	= 452 (mm²)	
Largo de barras	= 1,0 (m)	(corresponde 1 ml.)
Volumen total de acero	= 0,009 (m³/ml)	(usando armadura de doble malla)
Peso acero	**= 67,2 (kg/ml)**	Usando armadura ϕ12@25

Peso total de acero = 155,6 (kg/ml) (incluye armadura principal y secundaria)

Para H=2,10m

Debido a que el momento solicitante máximo en la base del muro es de 1,62(t*m) se calcula una armadura necesaria mínima de 2,5 cm², por lo que la utilización de 5 barras de diámetro ϕ 12 mm correspondiente a un área de armadura principal de 5,65 cm² resulta holgadamente suficiente para el momento solicitante.

a.1.- Armadura principal

ϕ 12

Área de ϕ 12	= 113 (mm²)	
Área 5 ϕ 12	= 565 (mm²)	
Largo de barras	= 10,6 (m)	(6m de la losa + 2*Hext).
Volumen total de acero	= 0,012 (m³/ml)	(usando armadura de doble malla)
Peso acero	**= 94,7 (kg/ml)**	Usando armadura ϕ12@20

a.2.- Armadura Secundaria

ϕ 12

Área de ϕ 12	= 113 (mm²)	
Área 4 ϕ 12	= 452(mm²)	
Largo de barras	= 1,0 (m)	(corresponde 1 ml.)
Volumen total de acero	= 0,011 (m³/ml)	(usando armadura de doble malla)
Peso acero	**= 85,8 (kg/ml)**	Usando armadura ϕ12@25

Peso total de acero = 180,5 (kg/ml) (incluye armadura principal y secundaria)

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

b.- Cubicación de hormigón y moldaje.

Para la cubicación del hormigón y el moldaje se divide la canoa en una base y muros etiquetados como B y A respectivamente.

Para H=1,75m

El detalle de este cálculo se presenta en el siguiente cuadro:

CUADRO N°3.3.6-7
CUBICACIÓN DE HORMIGÓN Y MOLDAJE
PARA ALTURA DE MURO H=1,75m

Sección	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m^2)	Vol./ml (m^3)	Peso (t)
A	0,20	2,0	0,4	0,4	1,0
B	0,20	6,0	1,2	1,2	3,0

Para una sección de 1 ml. se tiene:

Volumen Total hormigón : 2,0 (m^3) corresponde a: 1*vol. (A) + 2*vol.(B)
Peso Total hormigón : 5,0 (t) corresponde a: 1*peso(A) + 2*peso(B)
Área de Moldaje : 7,8 (m^2) corresponde a: 4*(Hext.*1)

Nota: Para el moldaje se considera sólo la utilización en muros de la canoa.

Para H=2,10m

CUADRO N°3.3.6-8
CUBICACIÓN DE HORMIGÓN Y MOLDAJE
PARA ALTURA DE MURO H=2,10m

Sección	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m^2)	Vol./ml (m^3)	Peso (t)
A	0,20	2,1	0,4	0,4	1,1
B	0,20	6,0	1,2	1,2	3,0

Para una sección de 1 ml. se tiene:

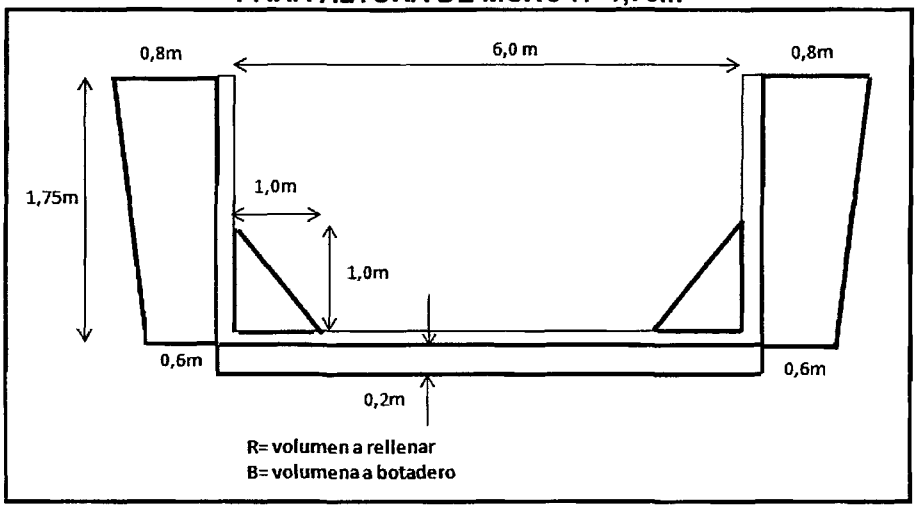
Volumen Total hormigón : 2,0 (m^3) corresponde a: 1*vol. (A) + 2*vol.(B)
Peso Total hormigón : 5,1 (t) corresponde a: 1*peso(A) + 2*peso(B)
Área de Moldaje : 8,4 (m^2) corresponde a: 4*(Hext.*1)

Nota: Para el moldaje se considera sólo la utilización en muros de la canoa.

c.- Volumen de Excavación

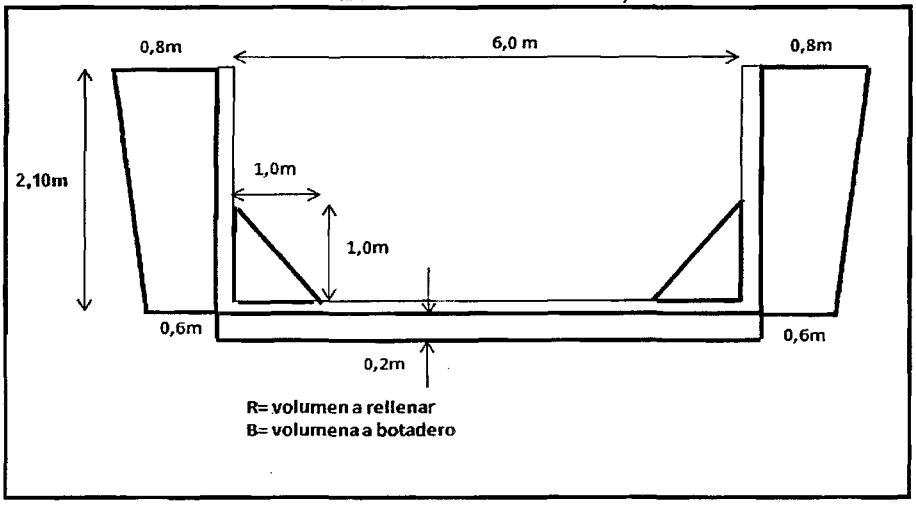
Para la cubicación del material a excavar se considera un volumen promedio que se muestra en las figuras siguientes:

FIGURA Nº3.3.6.-7
CUBICACIÓN DE VOLUMEN A EXCAVAR
PARA ALTURA DE MURO H=1,75m



Volumen : 0,2m*6m^2+2m*(1,75m*0,7m)+2m*(1/2*1,0m*1,0m) (por metro lineal)
Volumen : 4,7 (m^3)

FIGURA Nº3.3.6-8
CUBICACIÓN DE VOLUMEN A EXCAVAR
PARA ALTURA DE MURO H=2,10m



Volumen : 0,2m*6m2+2m*(2,10m*0,7m)+2m*(1/2*1,0m*1,0m) (por metro lineal)
Volumen : 5,2 (m^3)

d.- Agotamiento

Para la cubicación del agotamiento se considera la utilización de motobombas de 6" con un rendimiento de 1,0ml/día.

e.- Cubicación de Relleno

El material de relleno se considera como el volumen de excavación que se encuentra por fuera de la sección de la canoa:

Para H=1,75m: Volumen : 0,2m*6m2+2m*(0,7m*1,75m) (por metro lineal)
Volumen : 3,7 (m^3)

Para H=2,10m: Volumen : 0,2m*6m2+2m*(0,7m*2,10m) (por metro lineal)
Volumen : 4,2 (m^3)

f.- Cubicación de Material a botadero

Para la cubicación del material a botadero se considera el volumen excavado aumentado en un 30% por concepto de esponjamiento:

Para H=1,75m: Volumen : 1,3*4,7m^3
Volumen : 6,1 (m^3)

Para H=2,10m: Volumen : 1,3*5,2m^3
Volumen : 6,7 (m^3)

g.- Cubicación de Emplantillado

Para calcular el volumen del emplantillado se considera la superficie del fondeo de la sección con un espesor de 5 (cm.)

Para H=1,75m: Volumen : 6m2*0,05m (por metro lineal)
Volumen : 0,3 (m^3)

Para H=2,10m: Volumen : 6m2*0,05m (por metro lineal)
Volumen : 0,3 (m^3)

h.- Cubicación de Mano de obra

Para la cubicación de la mano de obra se considera 1 cuadrilla (1 Maestro de primera + 4 ayudantes) con un rendimiento de 1ml/día.

3.3.6.5.2.- Cálculo del precio unitario del revestimiento.

La valorización del costo directo de revestimiento de ambos bordes con canoa de hormigón armado comprende el valor del insumo más la colocación, el detalle de los ítems comprendidos se presentan en los Cuadros N°3.3.6-9 y N°3.3.6-10 para alturas de muro de 1,75m y 2,10m respectivamente. Los costos a considerar son directos netos, es decir, no consideran gastos generales, imprevistos, ni utilidades del contratista.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.3.6-9
VALORIZACIÓN ALTERNATIVA N°1 - REVESTIMIENTO DE AMBOS BORDES Y FONDO CON CANOA DE H.A. H=1,75m
Determinación de costo por metro lineal

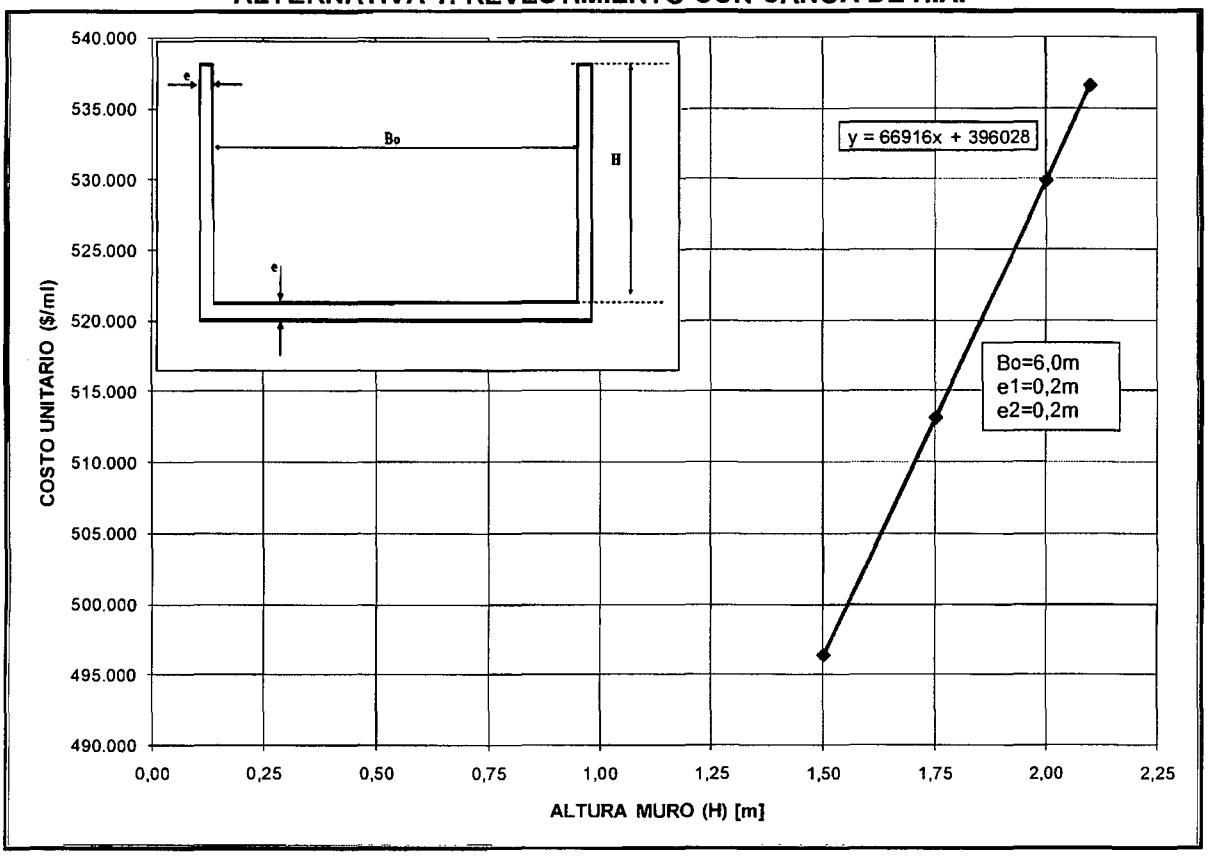
	ÍTEM	CANT.	UNID.	PU ($)	COSTO DIRECTO TOTAL ($)
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	4,65	m^3	1.160	5.394
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA (H=1,75m; b=6,0m)	1,98	m^3	92.156	182.469
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	156	kg	849	132.140
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,30	m^3	41.983	12.595
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	7,8	m^2	4.110	32.058
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	3,65	m^3	4.968	18.133
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	6,05	m^3	992	5.997
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 1,0 ml/día)	1	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	1	Ho-día	11.000	11.000
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	3,00	Ho-día	6.500	19.500
	JORNALERO	1	Ho-día	6.500	6.500
	CAPATAZ	0,33	Ho-día	14.000	4.667
	% LEYES SOCIALES	29	%		12.083
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	1	día	70.595	70.595
TOTAL					**513.131**

CUADRO N°3.3.6-10
VALORIZACIÓN ALTERNATIVA N°1 - REVESTIMIENTO DE AMBOS BORDES Y FONDO CON CANOA DE H.A. H=2,10m
Determinación de costo por metro lineal

	ÍTEM	CANT.	UNID.	PU ($)	COSTO DIRECTO TOTAL ($)
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	5,17	m^3	1.160	5.997
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA (H=2,10m; L=6,0m)	2,04	m^3	92.156	187.998
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	180,5	kg	849	134.012
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,30	m^3	41.983	12.595
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	8,40	m^2	4.110	34.524
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	4,20	m^3	4.968	20.866
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	6,72	m^3	992	6.667
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 1,0 ml/día)	1	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	1	Ho-día	11.000	11.000
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	3,00	Ho-día	6.500	19.500
	JORNALERO	1	Ho-día	6.500	6.500
	CAPATAZ	0,33	Ho-día	14.000	4.620
	% LEYES SOCIALES	29	%		12.070
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	1	día	70.595	70.595
TOTAL					**536.552**

El costo directo total de revestimiento con canoa de hormigón armado de para un altura de muro H de 1,75m es de $513.131 y para un H de 2,10m es de $536.552. Para el resto de las alturas de muro se interpolan estos valores según se muestra en el Gráfico N°3.3.6-2, que relaciona el costo directo con la altura de revestimiento.

GRÁFICO N°3.3.6-2
COSTO UNITARIO ($/ML) VS ALTURA DE MURO (M)
ALTERNATIVA 1: REVESTIMIENTO CON CANOA DE H.A.



3.3.6.6.- Resumen de los valores calculados para la alternativa N°1.

Los resultados del análisis de esta alternativa se presentan continuación con las principales características y dimensiones de la alternativa en estudio, así como su valorización.

i.- Descripción de la alternativa: Revestimiento de canal con canoa de hormigón armado.

ii.- Caudal recuperable con la alternativa: 0,730(m^3/s)

iii.- Dimensiones principales: La longitud de revestimiento considera los tramos existentes en buen estado de conservación. Se considera un total de:
7.170 m-647 m = 6.523 m de revestimiento.

De acuerdo al Cuadro N°2.5.2-1 la longitud total de los revestimientos existentes del canal Matriz es de 1.414 m de los cuales 120 m de mampostería se encuentran en regular a mal estado de conservación, por lo que serán reemplazados, para simplificar se supondrá que los revestimientos que no se reemplazan equivalen a 647m ((1.414–120) /2) de revestimiento de ambos bordes, los cuales se descuentan de la longitud total de 7.170 m.

iv.- Valorización: el costo directo neto por metro lineal de revestimiento con canoa se muestra en el cuadro siguiente.

CUADRO N°3.3.6-11
RESUMEN DE COSTO DIRECTO DE LA ALTERNATIVA N°1

Altura Revestimiento (m)	Longitud Revestimiento (m)	Costo Unitario ($/ml)	Costo Directo (mill. $)
1,50	1754	496.402	871
1,75	3.205	513.131	1.644
2,00	939	529.860	498
2,10	625	536.552	335

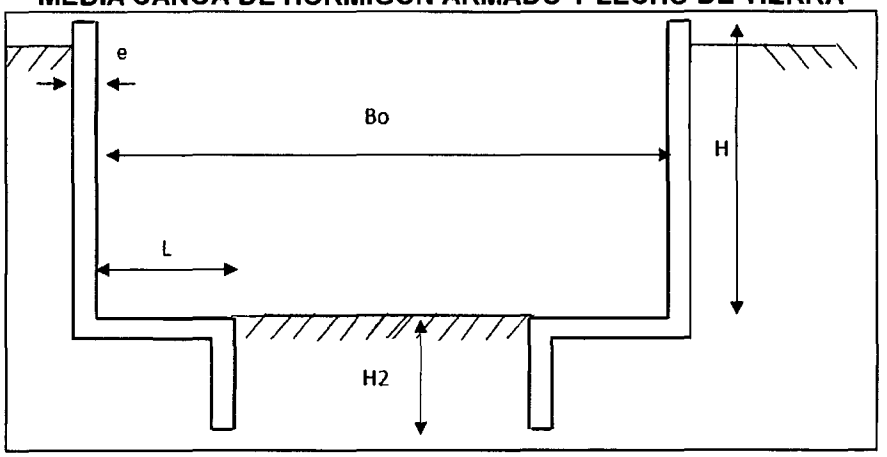
Por lo tanto el costo directo total de la alternativa es 3.348 $millones

3.3.7.- Análisis de la alternativa N°2: Revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado sin revestimiento del lecho.

3.3.7.1.- Descripción de la alternativa N°2.

La presente alternativa corresponde a completar el revestimiento del canal Matriz Almahue en toda su extensión desde la bocatoma km 0 y hasta el marco el Retén Viejo km 7,17. La solución propuesta en este caso corresponde al revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado. El lecho se mantendrá excavado en tierra, es decir sin revestimiento. Para aclarar se presenta el siguiente esquema:

FIGURA N°3.3.7-1
ESQUEMA REVESTIMIENTO DE AMBOS BORDES CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO Y LECHO DE TIERRA



Donde:

- Bo: ancho basal, que tendrá valores según los criterios presentados en el punto N°3.3.4.3.
- H: es la altura necesaria del revestimiento, la cual se determina como la altura de aguas del eje hidráulico más una revancha de seguridad según los criterios del punto N°3.3.4.5
- H2: es la profundidad requerida para dar estabilidad al volcamiento.
- L: es la longitud de la losa o pata de hormigón para dar estabilidad al volcamiento.
- e: es el espesor de los muros y losa del revestimiento, por simplificación se supondrán constantes.

3.3.7.2.- Beneficios de la alternativa N°2.

Los beneficios directos que se pueden señalar en este caso son los siguientes:

i.- Refuerzo de los bordes débiles, debido a que el material del borde predominantemente es limo arcilloso, el borde se ha debilitado en muchos sectores, aumentando considerablemente en algunos tramos el ancho de la sección del canal. Poniendo en serio riesgo las propiedades próximas.

ii.- Al utilizar una sección constante, es posible la recuperación de los bordes socavados por acción de la erosión hidráulica, permitiendo la recuperación del camino de servicio y de terrenos actualmente al interior del cauce.

iii.- Otro beneficio importante es la recuperación de caudales infiltrados, los cuales elevan la seguridad de riego y permitirían la incorporación al riego de superficies actualmente de secano, el total de la infiltración considerada en este caso es menor que el caso que contempla el revestimiento del lecho.

3.3.7.3.- Cálculo hidráulico de la alternativa N°2.

3.3.7.3.1.- Parámetros y características hidráulicas de los materiales de la solución.

Complementario a la geometría presentada en el capitulo N°3.3.4.3 se presentan los siguientes antecedentes:

i.- Parámetros del análisis:

Ancho basal del canal (Bo): 6m. Se compone de 0,5 x 2m correspondiente a la losa de la media canoa de hormigón, y más 5m de tierra.
Altura de agua (H mojado): 1,5m para fines de estimación preliminar del coeficiente de Manning.
Talud de los bordes (K): 0. Son muros verticales.

ii.- Coeficiente básico de Manning (n): Fuente: Estudio Análisis Comparado entre Conducción Entubada y Conducción Abierta en canales de Riego – CNR.

- Hormigón: 0,018 en caso de tramos rectos.
  0,020 con tramos en ladera de cerro y con abundantes curvas
- Albañilería de piedra: 0,025
- Canales en tierra: 0,030

iii.- Coeficiente de Manning ponderado (n):

Coeficiente de Manning para bordes de hormigón (n) = 0,018.
Coeficiente de Manning para fondo sin revestir (n) = 0,030.

$$\text{Coeficiente de Manning compuesto (n)} = \frac{0{,}018 \times 2 \times (1{,}5\text{m}+0{,}5\text{m}) + 0{,}030 \times 5\text{m}}{(1{,}5\text{m} + 0{,}5\text{m}) \times 2 + 5\text{m}} = \mathbf{0{,}025}$$

iv.- Revancha: Se usará las recomendaciones de la DOH - ex Dirección de Riego, es decir, la revancha es no menor a 0,20 m, y al menos el 15 % de la altura normal.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.7.3.2.-Cálculo del eje hidráulico de la alternativa N°2.

Para el cálculo del eje hidráulico se requirió la división de los 7,17 km del canal Matriz Almahue en 83 tramos con características homogéneas, entre los cuales se ha intercalado las 41 singularidades consideradas, las cuales son: 37 ruedas azudas y 4 puentes principales.

En el proceso de cálculo, cada uno de los tramos requirió las iteraciones necesarias para la determinación adecuada del perfil hidráulico, estando vinculadas principalmente en el sentido desde aguas abajo hacia aguas arriba.

En el km 7,17 es decir el marco Retén Viejo se contempla la partición de las aguas sobre una grada, sobra la cual se impone la altura crítica cuyo valor se ha calculado en 0,77 m, dando pie al inicio del cálculo en dirección hacia aguas arriba con la cota de aguas 160,33 (cota de grada) +0,77 (altura crítica) =161,1m (cota eje).

El cálculo del eje hidráulico se acompaña en Anexo N°3.3.7-A.

El eje hidráulico se calcula considerando un caudal en bocatoma de Qbt = 11,5 (m^3/s). Se entrega a continuación el Cuadro N°3.3.7-2 que contiene principalmente la altura de agua y la altura del revestimiento. Así mismo en el gráfico siguiente N°3.3.7-1 se señalan resumidamente las alturas de aguas y la altura del revestimiento para esta alternativa.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

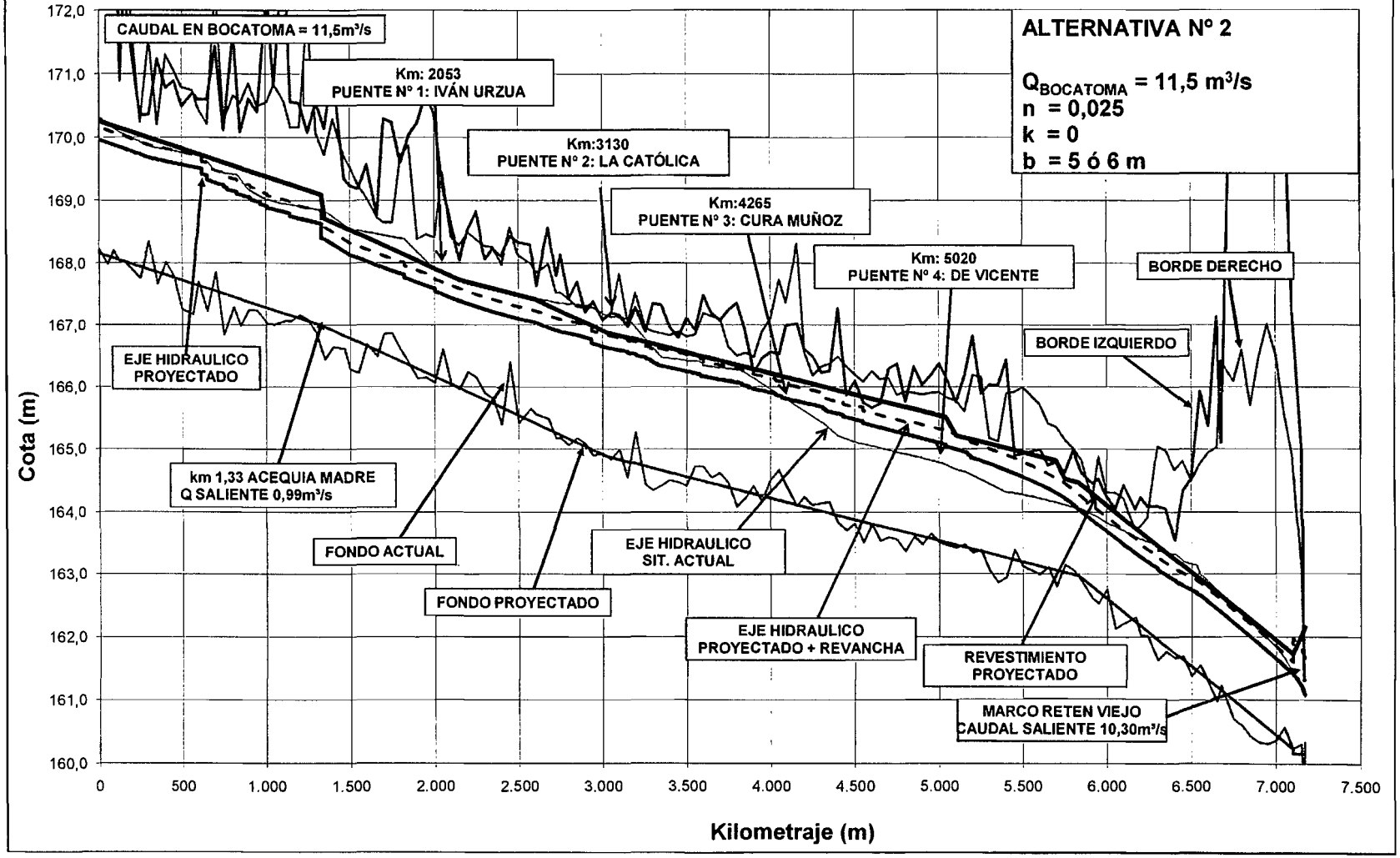
CUADRO Nº3.3.7-2
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO ALTERNATIVA Nº2
REVESTIMIENTO DE BORDE CON MEDIA CANOA DE H.A.
SIN REVESTIMIENTO DE LECHO

Tramo	Km f (m)	Km i (m)	Longitud Tramo (m)	Altura de aguas (m)	Revancha calculada (m)	Altura de aguas + revancha (m)	Altura de revestimiento adoptada (m)
1	7.170	7.100	70	1,25	0,58	1,82	2,00
2	7.100	6.970	130	1,21	0,20	1,41	1,50
3	6.970	6.720	250	1,24	0,20	1,44	1,50
4	6.720	6.700	20	1,24	0,20	1,44	1,50
5	6.700	6.600	100	1,24	0,20	1,44	1,50
6	6.600	6.550	50	1,24	0,20	1,44	1,50
7	6.550	6.530	20	1,24	0,20	1,44	1,50
8	6.530	6.450	80	1,24	0,20	1,44	1,50
9	6.450	6.411	39	1,18	0,20	1,38	1,50
10	6.411	6.400	11	1,17	0,20	1,37	1,50
11	6.400	6.300	100	1,16	0,20	1,36	1,50
12	6.300	6.200	100	1,14	0,20	1,34	1,50
13	6.200	6.100	100	1,10	0,24	1,34	1,50
14	6.100	5.950	150	1,09	0,24	1,32	1,50
15	5.950	5.850	100	1,08	0,24	1,31	1,50
16	5.850	5.830	20	1,08	0,24	1,32	1,50
17	5.830	5.750	80	1,19	0,24	1,43	1,50
18	5.750	5.700	50	1,24	0,24	1,48	1,50
19	5.700	5.500	200	1,36	0,24	1,60	1,80
20	5.500	5.450	50	1,38	0,24	1,62	1,80
21	5.450	5.400	50	1,40	0,24	1,64	1,80
22	5.400	5.186	214	1,46	0,24	1,70	1,80
23	5.186	5.169	17	1,49	0,24	1,73	1,80
24	5.169	5.130	39	1,52	0,23	1,75	1,80
25	5.130	5.100	30	1,52	0,24	1,76	1,80
26	5.100	5.040	60	1,53	0,24	1,77	1,80
27	5.040	5.020	20	1,56	0,24	1,80	2,00
28	5.020	4.850	170	1,57	0,23	1,79	2,00
29	4.850	4.548	302	1,57	0,20	1,77	2,00
30	4.548	4.500	48	1,60	0,23	1,83	2,00
31	4.500	4.431	69	1,60	0,20	1,80	2,00
32	4.431	4.400	31	1,62	0,23	1,85	2,00
33	4.400	4.326	74	1,62	0,20	1,82	2,00
34	4.326	4.310	16	1,65	0,20	1,85	2,00
35	4.310	4.300	10	1,67	0,23	1,90	2,00
36	4.300	4.265	35	1,67	0,23	1,90	2,00
37	4.265	4.065	200	1,67	0,24	1,90	2,00
38	4.065	4.030	35	1,68	0,24	1,91	2,00
39	4.030	3.871	159	1,70	0,24	1,93	2,00
40	3.871	3.830	41	1,70	0,24	1,94	2,00
41	3.830	3.600	230	1,72	0,24	1,96	2,00
42	3.600	3.583	17	1,68	0,28	1,95	2,00
43	3.583	3.350	233	1,70	0,28	1,98	2,00
44	3.350	3.324	26	1,67	0,28	1,95	2,00
45	3.324	3.300	24	1,69	0,28	1,97	2,00
46	3.300	3.286	14	1,71	0,20	1,91	2,00
47	3.286	3.257	29	1,73	0,20	1,93	2,00

CUADRO N°3.3.7-2 (continuación)
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO ALTERNATIVA N°2
REVESTIMIENTO DE BORDE CON MEDIA CANOA DE H.A.
SIN REVESTIMIENTO DE LECHO

Tramo	Km f (m)	Km i (m)	Longitud Tramo (m)	Altura de aguas (m)	Revancha calculada (m)	Altura de aguas + revancha (m)	Altura de revestimiento adoptada (m)
48	3.257	3.201	56	1,75	0,20	1,95	2,00
49	3.201	3.150	51	1,76	0,20	1,96	2,00
50	3.150	3.130	20	1,78	0,20	1,98	2,00
51	3.130	3.030	100	1,77	0,20	1,97	2,00
52	3.030	2.936	94	1,76	0,20	1,96	2,00
53	2.936	2.850	86	1,78	0,20	1,98	2,00
54	2.850	2.750	100	1,74	0,20	1,94	2,00
55	2.750	2.600	150	1,67	0,20	1,87	2,00
56	2.600	2.150	450	1,62	0,20	1,82	2,00
57	2.150	2.053	97	1,41	0,20	1,61	1,80
58	2.053	2.004	49	1,39	0,20	1,59	1,80
59	2.004	2.000	4	1,42	0,20	1,62	1,80
60	2.000	1.822	178	1,42	0,20	1,62	1,80
61	1.822	1.500	322	1,42	0,20	1,62	1,80
62	1.500	1.350	150	1,42	0,20	1,62	1,80
63	1.350	1.330	20	1,42	0,20	1,62	1,80
64	1.330	1.144	186	1,64	0,20	1,84	2,10
65	1.144	1.100	44	1,64	0,20	1,84	2,10
66	1.100	1.010	90	1,63	0,20	1,83	2,10
67	1.010	1.000	10	1,64	0,20	1,84	2,10
68	1.000	968	32	1,64	0,20	1,84	2,10
69	968	910	58	1,66	0,20	1,86	2,10
70	910	900	10	1,69	0,20	1,89	2,10
71	900	830	70	1,68	0,20	1,88	2,10
72	830	800	30	1,70	0,20	1,90	2,10
73	800	770	30	1,70	0,20	1,90	2,10
74	770	750	20	1,72	0,20	1,92	2,10
75	750	700	50	1,74	0,20	1,94	2,10
76	700	650	50	1,74	0,20	1,94	2,10
77	650	620	30	1,81	0,20	2,01	2,10
78	620	600	20	1,89	0,20	2,09	2,10
79	600	300	300	1,88	0,20	2,08	2,10
80	300	200	100	1,79	0,20	1,99	2,10
81	200	100	100	1,80	0,20	2,00	2,10
82	100	88	12	1,80	0,20	2,00	2,10
83	88	0	88	1,81	0,20	2,01	2,10

GRÁFICO N°3.3.7-1
CANAL MATRIZ ALMAHUE - TRAMO BOCATOMA (KM. 0) A MARCO RETEN VIEJO (KM. 7,17)
ALT. N°2: REV. DE BORDE CON MEDIA CANOA DE H.A. SIN REV. DE LECHO



3.3.7.3.3.- Conclusiones del eje hidráulico de la alternativa Nº2.

A modo de comentarios y discusión de los resultados del eje hidráulico del canal Matriz Almahue se señala lo siguiente:

a.- Ruedas azudas; se consideraron las 37 ruedas catastradas en el punto Nº2.5.3 – "Ruedas Hidráulicas Azudas". Cada una de ellas se analizó como una restricción al flujo con contracción y posterior ensanchamiento. El efecto de los tacos frontales rústicos se asimiló al efecto de las ruedas, que en la práctica es poco significativo.

b.- Se consideraron los 4 puentes principales que ofrecen restricción al flujo; ubicados en los km 2,053; km 3,130; km 4,265 y km 5,020 del trazado del canal matriz.

c.- En el proceso del cálculo del eje hidráulico, se procedió a considerar la infiltración a través de la relación funcional de Moritz, la cual depende entre otras cosas del tipo de material del borde, del caudal y de la velocidad del escurrimiento. En este caso, el caudal se define en bocatoma y se va determinando los excedentes al término de cada tramo en dirección desde aguas arriba hacia aguas abajo. Debido a esto el caudal para el eje hidráulico varía tramo a tramo, ligado con el caudal al inicio de cada tramo considerando las pérdidas de todos los tramos previos. El valor "C" de Moritz o coeficiente de infiltración del suelo se calibra en el punto Nº2.6.2 – "Aforos y estimación de pérdidas por conducción". Y entrega como resultados:

Situación actual

Caudal en bocatoma (sin consultar revanchas)	:	11,50 (m^3/s)
Extracciones en el tramo	:	0,99 (m^3/s)
Caudal que llega al marco el Retén Viejo (km 7,17 del canal Matriz Almahue)	:	9,78 (m^3/s)
Pérdida por infiltración en el canal Matriz	:	0,730(m^3/s)

Situación proyectada

Caudal en bocatoma (con revanchas)	:	11,50 (m^3/s)
Extracciones en el tramo	:	0,99 (m^3/s)
Caudal que llega al marco el Retén Viejo (km 7,17 del canal Matriz Almahue)	:	10,30 (m^3/s)
Pérdida por infiltración en el canal Matriz	:	0,214(m^3/s)

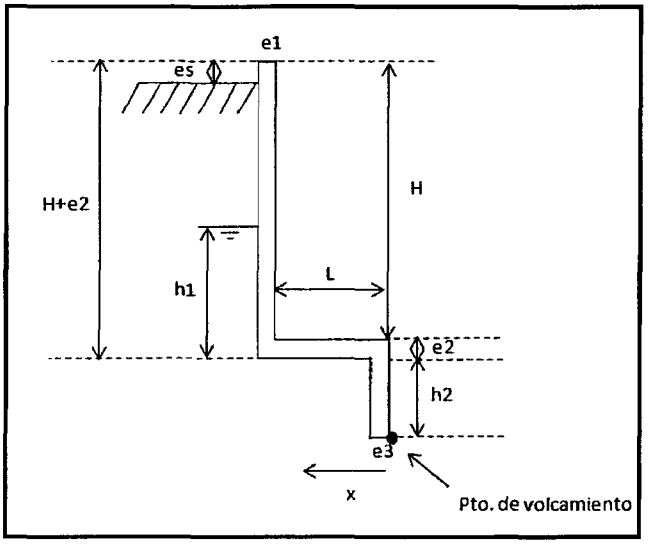
Recuperación en el canal matriz por concepto de revestimiento: 0,730-0,214 = 0,516(m^3/s)

d.- El cálculo del eje hidráulico fue desarrollado para temporada de riego, por lo que no se consideró aportes a lo largo del canal Matriz.

3.3.7.4.- Cálculo estructural de la alternativa Nº2.

Para el cálculo de las dimensiones de media canoa de hormigón armado se presenta la siguiente figura esquemática para explicar los tipos de solicitaciones que se analizan en el diseño, que considera alturas de muro de 1,80 m y 2,10 m. Los casos de mayor y menor altura, en el rango 1,50 m a 2,10 m se determinan por interpolación o extrapolación gráfica de estos casos.

FIGURA Nº3.3.7-2
ESQUEMA DE DISEÑO DE REVESTIMIENTO DE MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO



Las dimensiones presentes en el refuerzo de borde con media canoa de hormigón armado para alturas de muro 1,80m y 2,10m se entregan en el cuadro Nº3.3.7-2 siguiente.

CUADRO Nº3.3.7-2
DIMENSIONES DE MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO PARA ALTURAS DE MURO H=1,80 Y H=2,10m

DIMENSIONES					
H	:Altura interna	1,80	(m)	2,10	(m)
H +e2	:Altura externa	2,00	(m)	2,30	(m)
h1	:Nivel freático	0,40	(m)	0,40	(m)
L	:Base de muro	1,20	(m)	1,20	(m)
e1	:Espesor de muro	0,25	(m)	0,25	(m)
e2	:Espesor de base	0,20	(m)	0,20	(m)
e3	:Espesor de muro	0,20	(m)	0,20	(m)
h2	:Altura enterrada	0,25	(m)	0,25	(m)
h2+e2	:Altura de diseño	0,45	(m)	0,45	(m)
es	:Altura sin suelo	0,30	(m)	0,30	(m)
H -es		1,50	(m)	2,00	(m)

3.3.7.4.1.-Solicitaciones

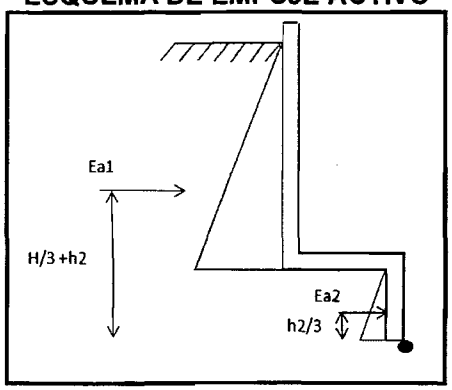
Para el cálculo de las dimensiones del refuerzo de borde de hormigón armado, se tienen las siguientes fuerzas presentes:

Ea: Empuje Activo
Ew: Empuje del Agua (nivel freático)
Es: Empuje Sísmico

Ea : Empuje Activo.

Este empuje activo sobre el muro de la media canoa se compone de dos secciones, las alturas de aplicación de la fuerza están medidas desde la base que corresponde al punto de análisis del volcamiento, como se muestra en la siguiente figura:

FIGURA N°3.3.7-3
ESQUEMA DE EMPUJE ACTIVO



Para H=1,80m: Ka1 : 0,27
σa1 : 3,4 (t/m²) se utiliza como altura H + e2 – es.
Ea1 : 0,78 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es ha1=1/3*(H+e2-es) + h2, ha1=0,8m

Ka2 : 0,27
σa2 : 0,5 (t/m²) se utiliza como altura "h2".
Ea2 : 0,02 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es ha2=1/3*h2, ha2=0,08m

Para H=2,10m: Ka1 : 0,27
σa1 : 4,0 (t/m²) se utiliza como altura Hext.
Ea1 : 1,08 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es ha1=1/3*(Hext) + h2, ha1=0,22m

Ka2 : 0,27
σa2 : 0,5 (t/m²) se utiliza como altura "h2".
Ea2 : 0,02 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es ha2=1/3*h2, ha2=0,08m

Ep : Empuje Pasivo

Para H=1,80m y H=2,10m

Kp : 3,69
σp : 0,9 (t/m²) se utiliza como altura "h2+e2".
Ep : 0,75 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hp=1/3*(h2+e2), hp=0,2m

Es : Empuje Sísmico

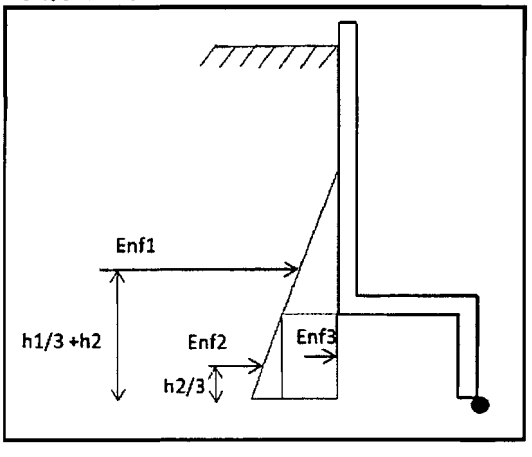
Para H=1,80m: C : 0,15
σs : 0,5 (t/m²) se utiliza como altura "H+e2-es".
Es : 0,43 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hs=2/3*(H+e2-es)+h2, hs=1,4m

Para H=2,10m: C : 0,15
σs : 0,6 (t/m²) se utiliza como altura "Hext".
Es : 0,60 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hs=2/3*(Hext+es)+h2, hs=1,6m

Enf : Empuje Nivel Freático

Este empuje se compone de tres secciones, como se muestra en la siguiente figura:

FIGURA N°3.3.7-4
ESQUEMA DE EMPUJE NIVEL FREÁTICO



Para H=1,80m: σnf1 : 0,4 (t/m²) se utiliza como altura h1.
Enf1 : 0,75 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hnf1=1/3*(h1)+h2, hnf1=0,4m

σnf2 : 0,3 (t/m²) se utiliza como altura h2.
Enf2 : 0,03 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hnf2=1/3*(h2), hnf2=0,1m

σnf3 : 0,4 (t/m²) se utiliza como altura h2.
Enf3 : 0,10 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hnf3=1/2*(h2), hnf3=0,1m

Para H=2,10m: σnf1 : 0,4 (t/m²) se utiliza como altura h1.
Enf1 : 0,08 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hnf1=1/3*(h1)+h2, hnf1=0,4m

σnf2 : 0,3 (t/m²) se utiliza como altura h2.
Enf2 : 0,03 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hnf2=1/3*(h2), hnf2=0,1m

σnf3 : 0,4 (t/m²) se utiliza como altura h2.
Enf3 : 0,10 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hnf3=1/2*(h2), hnf3=0,1m

Esnf : Empuje Subnivel freático

Para H=1,80m: σsnf : 0,4 (t/m²) se utiliza como altura h1.
Esnf : 0,10 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hsnf=1/2*(L-e3+e1)+e3, hsnf=0,8m

Para H=2,10m: σsnf : 0,4 (t/m²) se utiliza como altura h1.
Esnf : 0,5 (t/m)
El punto de aplicación de empuje hsnf=1/2*(Bo-e3+e1)+e3, hsnf=0,8m

Eh : Peso del hormigón

Para H=1,80m

Se considera el peso del hormigón como el volumen por la densidad.
W = 2,0 (t/m)

El punto de aplicación del empuje del hormigón es el centro de gravedad tomando como inicial el punto de análisis de volcamiento CGx = 1,0 (m)

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Para H=2,10m

Se considera el peso del hormigón como el volumen por la densidad.
W = 2,2 (t/m)

El punto de aplicación del empuje del hormigón es el centro de gravedad tomando como inicial el punto de análisis de volcamiento CGx= 1,05 (m)

Cálculo de momentos

Una vez calculados los empujes, se puede calcular el momento que ejercen sobre el muro en 1 ml y de esta manera calcular la armadura necesaria a las solicitaciones presentes. El momento se calcula como un sistema empotrado en la base y libre en el extremo con una carga puntual según el empuje que actúa, los Cuadros N°3.3.7-3 al N°3.3.7-6 muestran un resumen de los momentos solicitantes y resistentes para el punto de análisis del volcamiento para las dos alturas de muro analizadas.

CUADRO N°3.3.7-3
RESUMEN DE MOMENTOS SOLICITANTES
PARA H=1,80m

		E (t)	H (m)	Momento (t*m)
E activo	Ea1	0,8	0,8	0,64
E activo	Ea2	0,0	0,1	0,00
E nivel freático	Enf1	0,1	0,4	0,03
	Enf3	0,1	0,1	0,01
E subnivel freático	Esf	0,1	0,8	0,08
E sísmico	Es	0,4	1,4	0,60
			M total	1,37

CUADRO N°3.3.7-4
RESUMEN DE MOMENTOS SOLICITANTES
PARA H=2,10m

		E (t)	H (m)	Momento (t*m)
E activo	Ea1	1,1	0,9	0,99
E activo	Ea2	0,0	0,1	0,00
E nivel freático	Enf1	0,1	0,4	0,03
	Enf3	0,1	0,1	0,01
E subnivel freático	Esf	0,5	0,8	0,41
E sísmico	Es	0,6	1,6	0,95
			M total	2,40

CUADRO N°3.3.7-5
RESUMEN DE MOMENTOS RESISTENTES
PARA H=1,80m

		E (t)	H (m)	Momento (t*m)
E hormigón	Eh	2,0	1,0	2,03
E pasivo	Ep	0,7	0,2	0,11
			M total	2,14

CUADRO N°3.3.7-6
RESUMEN DE MOMENTOS RESISTENTES
PARA H=2,10m

		E (t)	H (m)	Momento (t*m)
E hormigón	Eh	2,2	1,05	2,33
E pasivo	Ep	0,7	0,2	0,11
			M total	2,44

3.3.7.4.2.-Estabilidad de la estructura.

Se analiza la estabilidad de la estructura al volcamiento, cuyo factor de seguridad está dado por:

Para H=1,80m: Factor de seguridad al volcamiento $F.S. = \frac{2,14}{1,37} = 1,57$

Para H=2,10m: Factor de seguridad al volcamiento $F.S. = \frac{2,44}{2,40} = 1,02$

Para el análisis de desplazamiento de la estructura se tienen los empujes ya calculados a los cuales se debe agregar la fricción de contacto con el suelo, que viene dada por la siguiente relación

ECUACIÓN N°3.3.7-1
RESISTENCIA FRICCIONAL DE LA ESTRUCTURA CON EL SUELO

$$R = Area^{*}\left(C + \gamma^{*}\tan\left(\phi\right)\right)$$

Para H= 1,85m: Área= (L+e1)*1 = 1,45 (m²)
C = 1
R = 2,03 (t)

Con lo cual se tiene:

Empuje solicitante: Empuje activo de terreno : 0,78 (t)
0,02 (t)
Empuje nivel freático : 0,08 (t)
Empuje sísmico : 0,43 (t)
Total empuje solicitante : 1,31(t)

Empuje Resistente: Empuje pasivo del terreno : 0,75 (t)
Roce en sup. de contacto : 2,03 (t)
Total empuje resistente : 2,78 (t)
F.S. deslizamiento : $\frac{2,78}{1,31} = 2,11$

Para H= 2,10m: Área= (Bo+e1)*1 = 1,45 (m^2)
Cohesión; C = 1
R = 3,48 (t)

Con lo cual se tiene:

Empuje solicitante: Empuje activo de terreno : 1,08 (t)
0,02 (t)
Empuje nivel freático : 0,08 (t)
Empuje sísmico : 0,60 (t)
Total empuje solicitante : 1,78(t)

Empuje Resistente: Empuje pasivo del terreno : 0,75 (t)
Roce en sup. de contacto : 3,48 (t)
Total empuje resistente : 4,23 (t)
F.S. deslizamiento : $\frac{4,26}{1,78} = 2,37$

3.3.7.5.- Cubicación y valorización de la alternativa N°2.

3.3.7.5.1.-Cubicación.

a.- Cubicación de armadura

Con las dimensiones de los muros y la losa de la canoa, en conjunto con los momentos solicitantes, se puede calcular la armadura necesaria.

Para una altura de muro de 1,80m, en la base del muro principal (unión de las secciones A y B) se produce un momento producto de los empujes activo, nivel freático y sísmico correspondiente a M=1,53 (t*m) lo cual requiere de una armadura de 3,82cm². La utilización de 5 barras de diámetro 12mm implica un área de 5,65cm², lo que cubre los requerimientos de las fuerzas solicitantes.

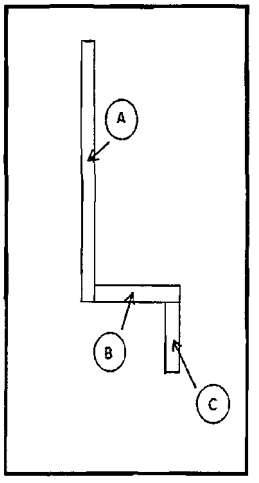
Para una altura de muro de 2,10m, en la base del muro principal (unión de las secciones A y B) se produce un momento producto de los empujes activo, nivel freático y sísmico correspondiente a M=1,62 (t*m) lo cual requiere de una armadura de 3,82cm². La

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

utilización de 5 barras de diámetro 12 mm implica un área de 5,65cm², lo que cubre los requerimientos de las fuerzas solicitantes.

En la siguiente Figura Nº3.3.7-5 se divide la sección en tres partes para obtener una cubicación más fácil.

FIGURA Nº3.3.7-5
ESQUEMA DE SECCIONES DE DISEÑO PARA CUBICACIÓN



Se utiliza armadura principal en los largos de las secciones A, B y C calculadas, y la armadura secundaria es aquella que se diseña para 1 ml de solicitación. La cantidad de acero por metro lineal de revestimiento, considerando doble malla.

Para H=1,80m

Sección A

	Sección	Nº de barras	Largo (m)	Vol. (m³)	Peso (kg)
Armadura principal	ϕ12	10	2,0	0,002	18
Armadura secundaria	ϕ10	19	1,0	0,001	12
			Peso Total		**30**

Sección B

	Sección	Nº de barras	Largo (m)	Vol. (m³)	Peso (kg)
Armadura principal	ϕ12	10	1,2	0,001	11
Armadura secundaria	ϕ10	12	1,0	0,001	7
			Peso Total		**18**

Sección C

	Sección	Nº de barras	Largo (m)	Vol. (m³)	Peso (kg)
Armadura principal	ϕ12	10	0,45	5^-4	4
Armadura secundaria	ϕ10	5	1,0	0,001	3
			Peso Total		**7**

Peso Sección A+B+C=54,9 (kg)

Para H=2,10m

Sección A

	Sección	Nº de barras	Largo (m)	Vol. (m^3)	Peso (kg)
Armadura principal	ϕ12	10	2,3	0,0026	22
Armadura secundaria	ϕ10	19	1,0	0,001	13
			Peso Total		**35**

Sección B

	Sección	Nº de barras	Largo (m)	Vol. (m^3)	Peso (kg)
Armadura principal	ϕ12	10	1,2	0,0014	12
Armadura secundaria	ϕ10	12	1,0	0,001	8
			Peso Total		**20**

Sección C

	Sección	Nº de barras	Largo (m)	Vol. (m^3)	Peso (kg)
Armadura principal	ϕ12	10	0,45	0,0005	5
Armadura secundaria	ϕ10	5	1,0	0,000	4
			Peso Total		**9**

Peso Sección A+B+C=64,0 (kg)

b.- Cubicación de hormigón y moldaje

La cubicación del hormigón y el moldaje se presenta a continuación para las dos alturas de muro analizadas.

Para H=1,80m

CUADRO Nº3.3.7-7
CUBICACIÓN DE HORMIGÓN Y MOLDAJE
PARA H=1,80m

Sección	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m^2)	Vol. (m^3)	Peso (t)
A	0,25	2,0	0,5	0,5	1,3
B	0,20	1,2	0,2	0,2	0,6
C	0,20	0,3	0,1	0,1	0,1
Total A+B+C				**0,8**	**2,0**

Volumen Total hormigón : 0,8 (m^3)
Peso Total hormigón : 2,0 (t)
Área de Moldaje : 6,9 (m^2) (considera utilización en muros y losa)

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Para H=2,10m

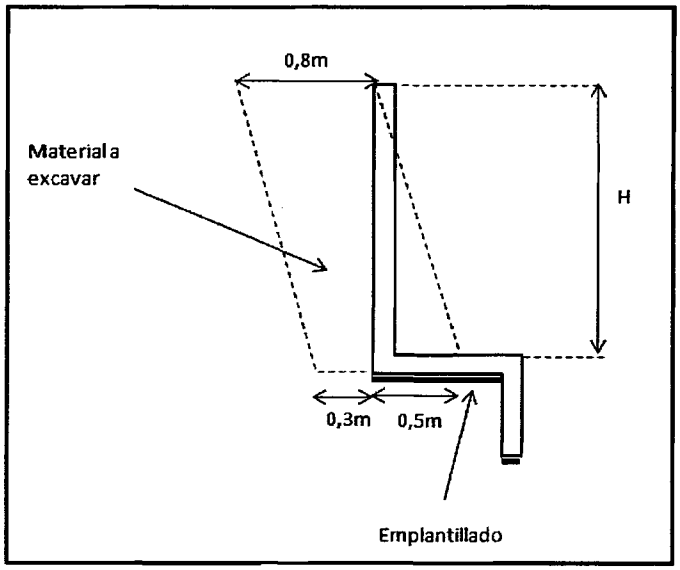
CUADRO N°3.3.7-8
CUBICACIÓN DE HORMIGÓN Y MOLDAJE
PARA H=2,10m

Sección	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m^2)	Vol. (m^3)	Peso (t)
A	0,25	2,3	0,6	0,6	1,4
B	0,20	1,2	0,2	0,2	0,6
C	0,20	0,3	0,1	0,1	0,1
Total A+B+C				**0,9**	**2,2**

Volumen Total hormigón : 0,9 (m^3)
Peso Total hormigón : 2,2 (t)
Área de Moldaje : 7,5 (m^2) (considera utilización en muros y losa)

Para la cubicación del material a excavar y el emplantillado se presenta la siguiente figura:

FIGURA N°3.3.7-6
CUBICACIÓN DE VOLUMEN A EXCAVAR Y EMPLANTILLADO



c.- Excavación a máquina

Para la cubicación del material a excavar se considera el volumen dado por (H+e2)(0,8+0,8)/2.

Para H=1,80m: Volumen : (1,80m+0,2m)*(0,8m+0,8m)/2 (por metro lineal)
Volumen : 1,6 (m^3)

Para H=2,10m: Volumen : (2,1m+0,2m)*(0,8+0,8)/2 (por metro lineal)
Volumen : 1,8 (m^3)

d.- Transporte de material a botadero

Para la cubicación del material a botadero se considera el volumen de la excavación amplificada por un el factor de esponjamiento de un 30%:

Para H=1,80m: Volumen : 1,3*1,6 (por metro lineal)
Volumen : 2,1 (m^3)

Para H=2,10m: Volumen : 1,3*1,8 (por metro lineal)
Volumen : 2,34 (m^3)

e.- Cubicación de Emplantillado

Para la cubicación del material de emplantillado se calcula con un espesor de 5cm en que se considera el volumen dado por la losa y la base del muro que está enterrado:

Volumen : 0,05*(1,2+0,25) (por metro lineal)
Volumen : 0,07 (m^3)

f.- Agotamiento

Para la cubicación del agotamiento se considera la utilización de motobombas de 6" con un rendimiento de 2,0 ml/día.

g.- Cubicación de Mano de obra

Para la cubicación de la mano de obra se considera para 1 cuadrilla (1 Maestro de primera + 4 ayudantes) un rendimiento de 2 ml/día.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.7.5.2.- Valorización.

CUADRO Nº3.3.7-9
VALORIZACIÓN REVESTIMIENTO DE 1 BORDE DE CANAL MATRIZ – ALTERNATIVA Nº2 - CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO, SIN REVESTIMIENTO DEL LECHO H=1,80m

Nº	ÍTEM	CANT.	UNID.	PU ($)	COSTO DIRECTO TOTAL ($)
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	1,60	m^3	1.160	1.856
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA (H=1,8m; b=1,2m)	0,79	m^3	92.156	72.803
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	54,9	Kg	849	46.651
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,07	m^3	41.983	3.044
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	6,9	m^2	4.110	28.359
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	1,35	m^3	4.968	6.707
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	2,08	m^3	992	2.063
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 2,0 ml/día)	0,5	Día		
	MAESTRO PRIMERA	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	JORNALERO	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% LEYES SOCIALES	29	%		6.042
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	día	70.595	35.298
TOTAL					**223.656**

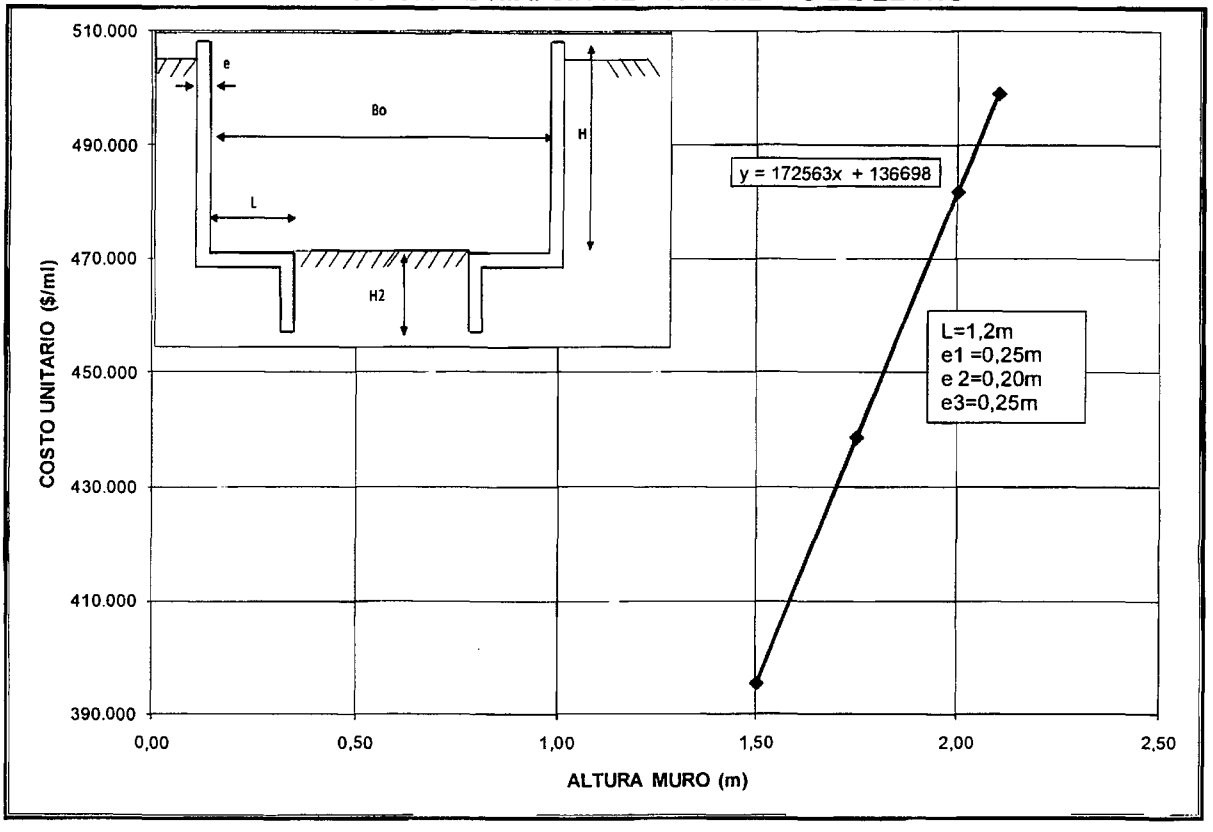
CUADRO Nº3.3.7-10
VALORIZACIÓN REVESTIMIENTO DE 1 BORDE DE CANAL MATRIZ – ALTERNATIVA Nº2 - CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO, SIN REVESTIMIENTO DEL LECHO H=2,10m

Nº	ÍTEM	CANT.	UNID.	PU ($)	COSTO DIRECTO TOTAL ($)
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	1,77	m^3	1.160	2.053
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA	0,89	m^3	92.156	81.558
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	64,0	Kg	849	54.336
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,07	m^3	41.983	2.939
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	7,50	m^2	4.110	30.825
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	1,35	m^3	4.968	6.707
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	2,30	m^3	992	2.283
5	**MANO DE OBRA:**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1° + 4 AYUDANTES (rend=2,0 ml/día)	0,00	Día	993	0
	MAESTRO DE PRIMERA	0,5	Día		
	JORNALERO	0,50	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO	1,5	Ho-día	6.500	9.750
	CAPATAZ	0,50	Ho-día	6.500	3.250
	% LEYES SOCIALES	0,17	Ho-día	14.000	2.380
5	**AGOTAMIENTO DE NAPA**	29	%		6.055
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	Día	70.595	43.046
TOTAL					**249.540**

El costo directo del revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado para una altura H=1,8m sin revestimiento de lecho es: 223.656 x 2 = **447.312 ($/ml) y** para una altura de H=2,10m sin revestimiento del lecho es: 249.540 x 2 = **499.080 ($/ml)**

Paramétricamente se evalúa el costo para las diferentes alturas de revestimiento que consulta esta alternativa, y que se presenta gráficamente en el Gráfico Nº 3.3.7-2.

GRÁFICO Nº3.3.7-2
COSTO UNITARIO ($/ml) vs ALTURA DE MURO (m)
ALTERNATIVA 2: REVESTIMIENTO DE AMBOS BORDES CON MEDIA CANOA DE H.A. SIN REVESTIMIENTO DE LECHO



3.3.7.6.- Resumen de los valores calculados para la alternativa Nº2.

Los resultados del análisis de la presente alternativa se presentan en el siguiente cuadro resumen, en el cual se contienen las principales características y dimensiones de la alternativa en estudio, así como su valorización.

i.- Descripción de la alternativa: Revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado sin revestimiento del lecho.

ii.- Caudal recuperable con la alternativa: 0,516 (m^3/s)

iii.- Dimensiones principales: H variable = 1,50 hasta 2,10m;
L = 7.170m-647m = 6.523m;
K = 0

De acuerdo al Cuadro Nº2.5.2-1 la longitud total de los revestimientos existentes del canal Matriz es de 1.414m, de los cuales 120m de mampostería se encuentran en regular a mal estado de conservación, por lo que serán reemplazados, para simplificar se supondrá que los revestimientos que no se reemplazan equivalen a 647 m ((1.414 – 120) /2) de revestimiento de ambos bordes. Los cuales se descuentan de la longitud total de 7.170m.

iv.- Valorización: el costo directo neto por metro lineal de revestimiento de ambos bordes sin revestimiento del lecho se muestra en el cuadro siguiente.

CUADRO Nº 3.3.7-11
RESUMEN DE COSTO DIRECTO DE LA ALTERNATIVA Nº2

Altura Revestimiento (m)	Longitud Revestimiento (m)	Costo Unitario ($/ml)	Costo Directo (mill. $)
1,50	1.363	395.543	539
1,75	1.457	438.683	639
2,00	2.416	481.824	1.164
2,10	1.288	499.080	643

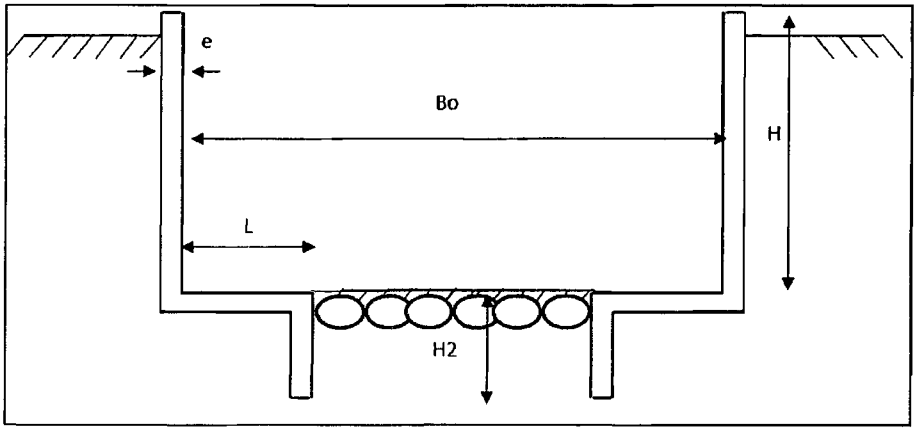
Por lo tanto el costo directo total de la alternativa es 2.985 $millones

3.3.8.- Análisis de la alternativa N°3: Revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado y con revestimiento del lecho con albañilería de piedras.

3.3.8.1.- Descripción de la alternativa N°3.

La presente alternativa corresponde a completar el revestimiento del canal Matriz Almahue en toda su extensión desde la bocatoma km0 y hasta el marco el Retén Viejo km 7,17. La solución propuesta en este caso corresponde al revestimiento de cada borde con media canoa de hormigón armado. El lecho se revestirá con albañilería de piedras. Para aclarar se presenta el siguiente esquema

FIGURA N° 3.3.8-1
ESQUEMA REVESTIMIENTO DE AMBOS BORDES CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO Y LECHO REVESTIDO CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS



Donde:

Bo: ancho basal, que tendrá valores según los criterios presentados en el punto N°3.3.4.3.
H: es la altura necesaria del revestimiento, la cual se determina como la altura de aguas del eje hidráulico más una revancha de seguridad según los criterios del punto N°3.3.4.5
H2: es la profundidad requerida para dar estabilidad al volcamiento.
L: es la longitud de la losa o pata de hormigón para dar estabilidad al volcamiento.
e: es el espesor de los muros y losa del revestimiento, por simplificación se supondrán constantes.

3.3.8.2.- Beneficios de la alternativa N°3.

Los beneficios directos que se pueden señalar en este caso son los siguientes:

i.- Refuerzo de los bordes débiles, debido a que el material del borde predominantemente es limo arcilloso, el borde se ha debilitado en muchos sectores, aumentando considerablemente en algunos tramos el ancho de la sección del canal, poniendo en serio riesgo las propiedades próximas.

ii.- Al utilizar una sección constante, es posible la recuperación de los bordes socavados por acción de la erosión hidráulica, permitiendo la recuperación del camino de servicio y de terrenos actualmente al interior del cauce.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

iii.- Otro beneficio importante es la recuperación de caudales infiltrados, los cuales elevan la seguridad de riego y permitirían la incorporación al riego de superficies actualmente de secano.

3.3.8.3.- Cálculo hidráulico de la alternativa N°3.

3.3.8.3.1.- Parámetros y características hidráulicas de los materiales de la solución.

Complementario a la geometría presentada en el capitulo N°3.3.4.3 se presentan los siguientes antecedentes:

i.- Parámetros del análisis:

Ancho basal del canal (Bo) : 6m. Se compone de 0,5 x 2m correspondiente a la losa de la media canoa de hormigón, y más 5m de tierra.
Altura de agua (H mojado): 1,5m para fines de estimación preliminar del coeficiente de Manning.
Talud de los bordes (K): 0. Son muros verticales.

ii.- Coeficiente básico de Manning (n): Fuente: Estudio Análisis Comparado entre Conducción Entubada y Conducción Abierta en canales de Riego – CNR.

- Hormigón: 0,018 en caso de tramos rectos.
  0,020 con tramos en ladera de cerro y con abundantes curvas
- Albañilería de piedra: 0,025
- Canales en tierra: 0,030

iii.- Coeficiente de Manning ponderado (n):

Coeficiente de Manning para bordes de hormigón (n) = 0,018.
Coeficiente de Manning para fondo revestido con albañilería de piedra (n) = 0,025.
Coeficiente de Manning compuesto (n) = $\frac{0{,}018 \times 2x(1{,}5m+0{,}5m)+0{,}025x5m}{(1{,}5m + 0{,}5m) \times 2 + 5m}$ = **0,022**

iv.- Revancha: Se usará las recomendaciones de la DOH - ex Dirección de Riego, es decir, la revancha es no menor a 0,20m, y al menos el 15% de la altura normal.

3.3.8.3.2.- Cálculo del eje hidráulico de la alternativa N°3.

Para el cálculo del eje hidráulico se requirió la división de los 7,17km del canal Matriz Almahue en 83 tramos con características homogéneas, entre los cuales se ha intercalado las 41 singularidades consideradas, las cuales son: 37 ruedas azudas y 4 puentes principales. En el proceso de cálculo, cada uno de los tramos requirió las iteraciones necesarias para la determinación adecuada del perfil hidráulico, estando vinculadas principalmente en el sentido desde aguas abajo hacia aguas arriba.

En el km 7,17 es decir el marco Retén Viejo se contempla la partición de las aguas sobre una grada, sobra la cual se impone la altura crítica cuyo valor se ha calculado en 0,77m,

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

dando pie al inicio del cálculo en dirección hacia aguas arriba con la cota de aguas 160,33 (cota grada) +0,77 (altura crítica) =161,1m (cota eje).

El cálculo del eje hidráulico se acompaña en Anexo Nº3.3.8-A.

El eje hidráulico se calcula considerando un caudal en bocatoma de Qbt=11,5(m^3/s).

Se entrega a continuación el Cuadro Nº3.3.8-1 que contiene principalmente la altura de agua y la altura del revestimiento. Así mismo en el Gráfico Nº3.3.8-1 se señalan resumidamente las alturas de aguas y la altura del revestimiento para esta alternativa.

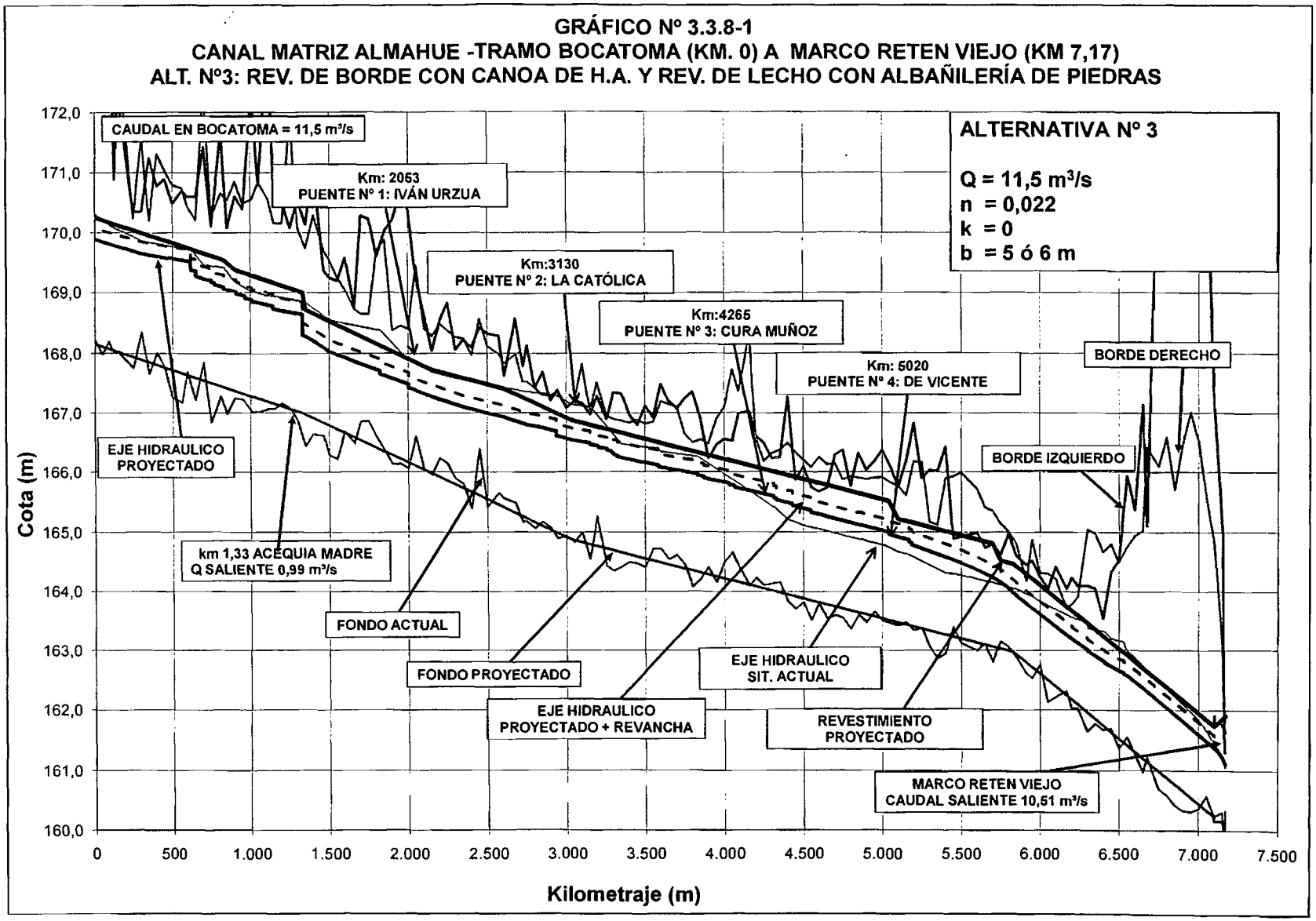
CUADRO Nº3.3.8-1
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO ALTERNATIVA Nº3
REVESTIMIENTO DE BORDE CON MEDIA CANOA DE H.A.
CON REVESTIMIENTO DE LECHO

Tramo	Km f (m)	Km i (m)	Longitud Tramo (m)	Altura de aguas (m)	Revancha calculada (m)	Altura de aguas + revancha (m)	Altura de revestimiento adoptada (m)
1	7.170	7.100	70	1,22	0,53	1,75	1,75
2	7.100	6.970	130	1,15	0,20	1,35	1,50
3	6.970	6.720	250	1,16	0,20	1,36	1,50
4	6.720	6.700	20	1,17	0,20	1,37	1,50
5	6.700	6.600	100	1,17	0,20	1,37	1,50
6	6.600	6.550	50	1,16	0,20	1,36	1,50
7	6.550	6.530	20	1,16	0,20	1,36	1,50
8	6.530	6.450	80	1,16	0,20	1,36	1,50
9	6.450	6.411	39	1,09	0,20	1,29	1,50
10	6.411	6.400	11	1,09	0,20	1,29	1,50
11	6.400	6.300	100	1,08	0,20	1,28	1,50
12	6.300	6.200	100	1,06	0,20	1,26	1,50
13	6.200	6.100	100	1,03	0,22	1,25	1,50
14	6.100	5.950	150	1,01	0,22	1,23	1,50
15	5.950	5.850	100	1,00	0,22	1,22	1,50
16	5.850	5.830	20	1,01	0,22	1,23	1,50
17	5.830	5.750	80	1,12	0,22	1,35	1,50
18	5.750	5.700	50	1,17	0,22	1,39	1,50
19	5.700	5.500	200	1,29	0,22	1,51	1,80
20	5.500	5.450	50	1,31	0,22	1,53	1,80
21	5.450	5.400	50	1,32	0,22	1,54	1,80
22	5.400	5.186	214	1,37	0,22	1,60	1,80
23	5.186	5.169	17	1,41	0,22	1,63	1,80
24	5.169	5.130	39	1,45	0,21	1,66	1,80
25	5.130	5.100	30	1,45	0,22	1,67	1,80
26	5.100	5.040	60	1,45	0,22	1,68	1,80
27	5.040	5.020	20	1,49	0,22	1,71	2,00
28	5.020	4.850	170	1,49	0,21	1,70	2,00
29	4.850	4.548	302	1,49	0,20	1,69	2,00
30	4.548	4.500	48	1,52	0,21	1,73	2,00
31	4.500	4.431	69	1,51	0,20	1,71	2,00
32	4.431	4.400	31	1,54	0,21	1,75	2,00
33	4.400	4.326	74	1,54	0,20	1,74	2,00
34	4.326	4.310	16	1,56	0,20	1,76	2,00
35	4.310	4.300	10	1,59	0,22	1,81	2,00
36	4.300	4.265	35	1,59	0,22	1,81	2,00

CUADRO N°3.3.8-1 (continuación)
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO ALTERNATIVA N°3
REVESTIMIENTO DE BORDE CON MEDIA CANOA DE H.A.
CON REVESTIMIENTO DE LECHO

Tramo	Km f (m)	Km i (m)	Longitud Tramo (m)	Altura de aguas (m)	Revancha calculada (m)	Altura de aguas + revancha (m)	Altura de revestimiento adoptada (m)
37	4.265	4.065	200	1,59	0,22	1,80	2,00
38	4.065	4.030	35	1,59	0,22	1,81	2,00
39	4.030	3.871	159	1,62	0,22	1,83	2,00
40	3.871	3.830	41	1,62	0,22	1,84	2,00
41	3.830	3.600	230	1,64	0,22	1,86	2,00
42	3.600	3.583	17	1,59	0,25	1,84	2,00
43	3.583	3.350	233	1,61	0,25	1,87	2,00
44	3.350	3.324	26	1,58	0,25	1,83	2,00
45	3.324	3.300	24	1,60	0,25	1,86	2,00
46	3.300	3.286	14	1,63	0,20	1,83	2,00
47	3.286	3.257	29	1,65	0,20	1,85	2,00
48	3.257	3.201	56	1,67	0,20	1,87	2,00
49	3.201	3.150	51	1,68	0,20	1,88	2,00
50	3.150	3.130	20	1,70	0,20	1,90	2,00
51	3.130	3.030	100	1,69	0,20	1,89	2,00
52	3.030	2.936	94	1,67	0,20	1,87	2,00
53	2.936	2.850	86	1,70	0,20	1,90	2,00
54	2.850	2.750	100	1,65	0,20	1,85	2,00
55	2.750	2.600	150	1,57	0,20	1,77	2,00
56	2.600	2.150	450	1,52	0,20	1,72	2,00
57	2.150	2.053	97	1,30	0,20	1,50	1,80
58	2.053	2.004	49	1,28	0,20	1,48	1,80
59	2.004	2.000	4	1,33	0,20	1,53	1,80
60	2.000	1.822	178	1,33	0,20	1,53	1,80
61	1.822	1.500	322	1,33	0,20	1,53	1,80
62	1.500	1.350	150	1,32	0,20	1,52	1,80
63	1.350	1.330	20	1,31	0,20	1,51	1,80
64	1.330	1.144	186	1,65	0,20	1,85	2,00
65	1.144	1.100	44	1,62	0,20	1,82	2,00
66	1.100	1.010	90	1,61	0,20	1,81	2,00
67	1.010	1.000	10	1,60	0,20	1,80	2,00
68	1.000	968	32	1,60	0,20	1,80	2,00
69	968	910	58	1,63	0,20	1,83	2,00
70	910	900	10	1,65	0,20	1,85	2,00
71	900	830	70	1,64	0,20	1,84	2,00
72	830	800	30	1,66	0,20	1,86	2,10
73	800	770	30	1,65	0,20	1,85	2,10
74	770	750	20	1,67	0,20	1,87	2,10
75	750	700	50	1,69	0,20	1,89	2,10
76	700	650	50	1,68	0,20	1,88	2,10
77	650	620	30	1,76	0,20	1,96	2,10
78	620	600	20	1,89	0,20	2,09	2,10
79	600	300	300	1,88	0,20	2,08	2,10
80	300	200	100	1,75	0,20	1,95	2,10
81	200	100	100	1,74	0,20	1,94	2,10
82	100	88	12	1,73	0,20	1,93	2,10
83	88	0	88	1,73	0,20	1,93	2,10

GRÁFICO Nº 3.3.8-1
CANAL MATRIZ ALMAHUE -TRAMO BOCATOMA (KM. 0) A MARCO RETEN VIEJO (KM 7,17)
ALT. Nº3: REV. DE BORDE CON CANOA DE H.A. Y REV. DE LECHO CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS



3.3.8.3.3.-Conclusiones del eje hidráulico de la alternativa Nº3.

a.- Ruedas azudas; se consideraron las 37 ruedas catastradas en el punto Nº2.5.3 – "Ruedas Hidráulicas Azudas"..- Cada una de ellas se analizó como una restricción al flujo con contracción y posterior ensanchamiento.

b.- Se consideraron los 4 puentes principales que ofrecen restricción al flujo; ubicados en los km 2,053; km 3,130; km 4,265 y km 5,020 del trazado del canal matriz.

c.- En el proceso del cálculo del eje hidráulico, se procedió a considerar la infiltración a través de la relación funcional de Moritz, la cual depende entre otras cosas del tipo de suelo, del caudal y de la velocidad del escurrimiento. En este caso, el caudal se define en bocatoma y se va determinando los excedentes al término de cada tramo en dirección desde aguas arriba hacia aguas abajo. Debido a esto el caudal para el eje hidráulico varía tramo a tramo, ligado con el caudal al inicio de cada tramo considerando las pérdidas de todos los tramos previos. El valor "C" de Moritz o coeficiente de infiltración del suelo se calibra en el punto Nº 2.6.2: Aforos. Se entrega los siguientes resultados:

Situación actual:

Caudal en bocatoma:	11,50 (m^3/s)
Extracciones en el tramo:	0,99 (m^3/s)
Caudal que llega al marco el Retén Viejo (km 7,17 del canal Matriz Almahue):	9,78 (m^3/s)
Pérdida por infiltración en el canal Matriz:	0,730(m^3/s)

Situación proyectada:

Caudal en bocatoma:	11,50 (m^3/s)
Extracciones en el tramo:	0,99 (m^3/s)
Caudal que llega al marco el Retén Viejo (km 7,17 del canal Matriz Almahue):	10,51 (m^3/s)
Pérdida por infiltración en el canal Matriz:	0 (m^3/s)

Recuperación en el canal matriz por concepto de revestimiento: 0,730(m^3/s)

d.- El cálculo del eje hidráulico fue desarrollado para temporada de riego, por lo que no se consideró aportes a lo largo del canal Matriz.

3.3.8.4.- Cálculo estructural de la alternativa Nº3.

El cálculo estructural es el mismo de la alternativa Nº2, el cual fue presentado en el punto Nº3.3.6.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.8.5.- Cubicación y valorización de la alternativa N°3.

3.3.8.5.1.-Cubicación.

La cubicación es la misma de la alternativa N°2, salvo que en este caso se agrega en el lecho el revestimiento de albañilería de piedras.

3.3.8.5.2.-Valorización.

El detalle del costo directo del revestimiento de 1 borde de canal con media canoa de hormigón armado se presenta en la alternativa N°2, en el siguiente cuadro se muestra el resumen del costo directo.

CUADRO N°3.3.8-2
VALORIZACIÓN REVESTIMIENTO DE 1 BORDE DEL CANAL MATRIZ CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO, SIN REVESTIMIENTO DE LECHO.

ÍTEM	CANT.	UNID.	COSTO ($)
CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE 1 BORDE DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO (H = 1,80m)	1	ml	223.656
CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE 1 BORDE DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO (H = 2,10m)	1	ml	249.540

Para el revestimiento de la base de la canoa, se incorpora albañilería de piedras de espesor 0,20m:

Sección de albañilería: Ancho : 3,6 m
Largo : 1,0 m
Área : 3,6 m²

Costo directo de 1 m² de superficie : 15.251 ($/m²)

Costo directo de 1 ml de alb. en el lecho (área 3,6m²) : 54.904 ($/ml)

Costo directo total de revestimiento de media canoa con lecho de albañilería de piedras:

Dos bordes revestimiento de media canoa H=1,8m : 447.312 ($/ml)
Revestimiento de albañilería de piedras : 54.904 ($/ml)

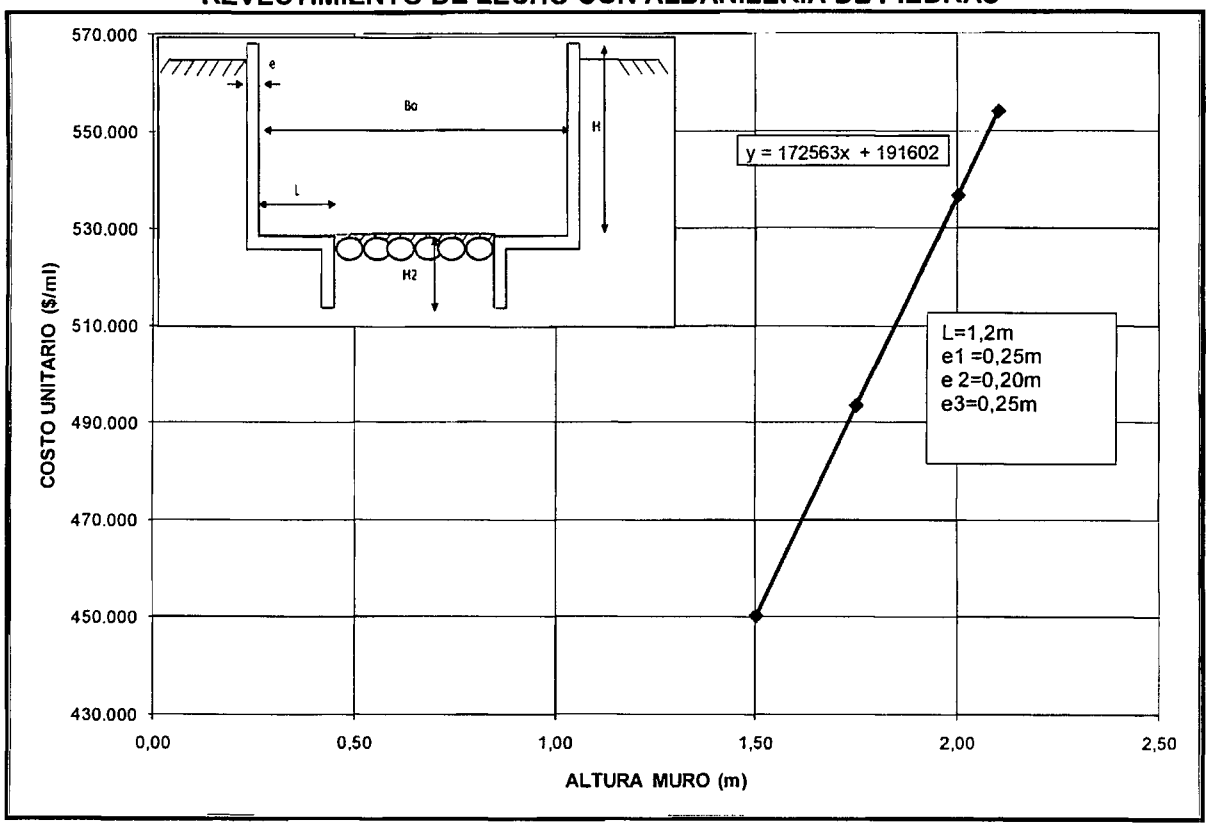
El costo directo total revestimiento para ambos bordes con media canoa de hormigón armado, y con revestimiento de lecho de albañilería de piedras es: 502.216 ($/ml)

Dos bordes revestimiento de media canoa H=2,10m : 499.081 ($/ml)
Revestimiento de albañilería de piedras : 54.904 ($/ml)

El costo directo total revestimiento para ambos bordes con media canoa de hormigón armado, y con revestimiento de lecho de albañilería de piedras es: 553.9856 ($/ml)

En el Gráfico N°3.3.8-2 se entrega el costo directo de revestimiento para las diferentes alturas de muro.

GRAFICO Nº3.3.8-2
COSTO UNITARIO ($/ml) vs ALTURA DE MURO (m)
ALTERNATIVA 3: REVESTIMIENTO DE AMBOS BORDES CON MEDIA CANOA DE H.A. Y REVESTIMIENTO DE LECHO CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS



3.3.8.6.- Resumen de los valores calculados para la alternativa Nº3.

Los resultados del análisis de esta alternativa se presentan en el siguiente cuadro resumen, en el cual se contienen las principales características y dimensiones de la alternativa en estudio, así como su valorización.

i.- Descripción de la alternativa: Revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado con revestimiento del lecho con albañilería de piedras.

ii.- Caudal recuperable con la alternativa: 0,730(m^3/s)

iii.- Dimensiones principales: L=7.170m-647m = 6.523m; k=0

De acuerdo al Cuadro Nº2.5.2-1 la longitud total de los revestimientos existentes del canal Matriz es de 1.414m de los cuales 120m de mampostería se encuentran en regular a mal estado de conservación, por lo que serán reemplazados, para simplificar se supondrá que los revestimientos que no se reemplazan equivalen a 647m ((1.414–120) /2) de revestimiento de ambos bordes. Los cuales se descuentan de la longitud total de 7.170m.

iv.- Valorización: costo directo neto por metro lineal de revestimiento de ambos bordes

CUADRO Nº 3.3.8-3
RESUMEN DE COSTO DIRECTO DE LA ALTERNATIVA Nº3

Altura Revestimiento (m)	Longitud Revestimiento (m)	Costo Unitario ($/ml)	Costo Directo (mill. $)
1,50	1.363	450.447	614
1,75	1.527	493.587	754
2,00	2.834	536.728	1.521
2,10	799	553.984	443

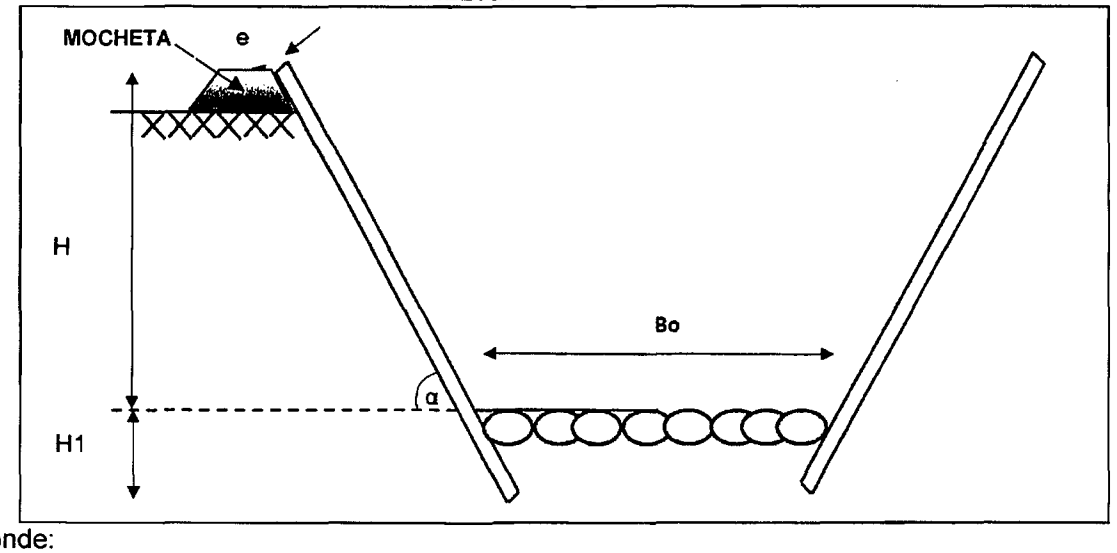
Por lo tanto el costo directo total de la alternativa es 3.331 $millones

3.3.9.- Análisis de la alternativa N°4: Revestimiento de ambos bordes con losetas de hormigón armado y revestimiento del lecho con albañilería de piedras.

3.3.9.1.- Descripción de la alternativa N°4.

La presente alternativa corresponde a completar el revestimiento del canal Matriz Almahue en toda su extensión, desde la bocatoma km0 y hasta el marco el Retén Viejo km 7,17. La solución propuesta en este caso corresponde al revestimiento de ambos bordes mediante losetas prefabricadas de hormigón armado. Se considera además que el lecho del canal es revestido con albañilería de piedras, según el siguiente esquema:

FIGURA N° 3.3.9-1
ESQUEMA REVESTIMIENTO DE AMBOS BORDES CON LOSETAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN ARMADO Y LECHO REVESTIDO CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS



Donde:

Bo: ancho basal, que tendrá valores según los criterios presentados en el punto N°3.3.4.3.
H: es la altura vertical necesaria del revestimiento, la cual se determina como la altura de aguas del eje hidráulico más una revancha de seguridad según los criterios del punto N°3.3.4.5. En el caso de losetas prefabricadas, debe tenerse en consideración su ancho estándar de 0,5m.
H1: profundidad a la que se entierra la loseta.
e: es el espesor de los muro. Por simplificación se supondrá "e" constante.
α: ángulo de inclinación equivalente al talud, k=1/3 (H:V).

3.3.9.2.- Beneficios de la alternativa N°4.

Los beneficios directos que se pueden señalar en este caso son los siguientes:

i.- Refuerzo de los bordes débiles, debido a que el material del borde predominantemente en el canal Almahue es limo arcilloso. El borde se ha debilitado en muchos sectores, aumentando considerablemente en algunos tramos el ancho de la sección del canal, poniendo en serio riesgo las propiedades más próximas.

ii.- Al utilizar una sección constante, es posible la recuperación de los bordes socavados por acción de la erosión hidráulica, permitiendo la recuperación del camino de servicio y de terrenos actualmente al interior del cauce. Esta recuperación es menor comparado con el caso de los muros verticales.

iii.- Otro beneficio importante es la recuperación de caudales infiltrados, los cuales elevan la seguridad de riego y permitirían la incorporación al riego de superficies actualmente de secano.

3.3.9.3.- Cálculo hidráulico de la alternativa N°4.

3.3.9.3.1.- Parámetros y características hidráulicas de los materiales de la solución.

Complementario a la geometría presentada en el capitulo N°3.3.4.3 se presentan los siguientes antecedentes:

i.- Parámetros del análisis:
Ancho basal del canal (Bo) : 6 (m). Revestido con albañilería de piedra.
Altura de agua (H mojado): 1,5 (m) para fines de estimación preliminar del coeficiente de Manning.
Talud de los bordes (K) : 1/3 Muro inclinado en relación h/v=1/3.

ii.- Coeficiente básico de Manning (n): Fuente: Estudio Análisis Comparado entre Conducción Entubada y Conducción Abierta en canales de Riego – CNR.
- Hormigón: 0,018 en caso de tramos rectos.
  0,020 con tramos en ladera de cerro y con abundantes curvas
- Albañilería de piedra: 0,025
- Canales en tierra: 0,030

iii.- Coeficiente de Manning ponderado (n):

Coeficiente de Manning para bordes de hormigón (n) = 0,018.
Coeficiente de Manning para fondo alb. piedra. (n) = 0,025.
Coeficiente de Manning compuesto (n) = $\frac{0{,}018 \times 2 \times 1{,}5\ (m) + 0{,}025 \times 6\ (m)}{1{,}5\ (m) \times 2 + 6\ (m)}$ = **0,023**

iv.- Revancha: Se usará las recomendaciones de la DOH - ex Dirección de Riego, es decir, la revancha es no menor a 0,20m, y al menos el 15% de la altura normal.

3.3.9.3.2.- Cálculo del eje hidráulico de la alternativa N°4.

Para el cálculo del eje hidráulico se requirió la división de los 7,17km del canal Matriz Almahue en 83 tramos con características homogéneas, entre los cuales se ha intercalado las 41 singularidades consideradas, las cuales son: 37 ruedas azudas y 4 puentes principales.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En el proceso de cálculo, cada uno de los tramos requirió las iteraciones necesarias para la determinación adecuada del perfil hidráulico, estando vinculadas principalmente en el sentido desde aguas abajo hacia aguas arriba.

En el km 7,17 es decir el marco Retén Viejo se contempla la partición de las aguas sobre una grada, sobra la cual se impone la altura crítica cuyo valor se ha calculado en 0,67(m), dando pie al inicio del cálculo en dirección hacia aguas arriba con la cota de aguas 160,33 (cota grada) + 0,68 (altura crítica) =161,01m (eje)

El cálculo del eje hidráulico se acompaña en anexo Nº3.3.9-A. Se entrega a continuación el Cuadro Nº3.3.9-1 que contiene principalmente la altura de agua y la altura del revestimiento. Así mismo en el gráfico Nº3.3.9-1 se señalan resumidamente las alturas de aguas y la altura del revestimiento para esta alternativa.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº3.3.9-1
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO ALTERNATIVA Nº4
REVESTIMIENTO DE BORDE CON LOSETAS DE H.A.
Y REVESTIMIENTO DE LECHO CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS

Tramo	Km i (m)	Km f (m)	Longitud Tramo (m)	Altura de aguas (m)	Revancha (m)	Altura de aguas + revancha (m)	Altura de loseta Inclinada (m)	Altura de loseta adoptada inclinada (m)	Cantidad requerida de losetas de h.a..
1	7.170	7.100	70	1,06	0,38	1,44	1,52	2,00	4
2	7.100	6.970	130	0,99	0,20	1,19	1,25	1,50	3
3	6.970	6.720	250	0,96	0,20	1,16	1,22	1,50	3
4	6.720	6.700	20	0,96	0,20	1,16	1,23	1,50	3
5	6.700	6.600	100	0,96	0,20	1,16	1,22	1,50	3
6	6.600	6.550	50	0,95	0,20	1,15	1,22	1,50	3
7	6.550	6.530	20	0,95	0,20	1,15	1,21	1,50	3
8	6.530	6.450	80	0,96	0,20	1,16	1,23	1,50	3
9	6.450	6.411	39	0,96	0,20	1,16	1,22	1,50	3
10	6.411	6.400	11	0,96	0,20	1,16	1,23	1,50	3
11	6.400	6.300	100	0,96	0,20	1,16	1,23	1,50	3
12	6.300	6.200	100	0,97	0,20	1,17	1,24	1,50	3
13	6.200	6.100	100	0,96	0,21	1,17	1,23	1,50	3
14	6.100	5.950	150	0,96	0,21	1,17	1,23	1,50	3
15	5.950	5.850	100	0,95	0,21	1,16	1,22	1,50	3
16	5.850	5.830	20	0,96	0,21	1,17	1,23	1,50	3
17	5.830	5.750	80	1,08	0,21	1,28	1,35	1,50	3
18	5.750	5.700	50	1,12	0,21	1,32	1,40	1,50	3
19	5.700	5.500	200	1,22	0,21	1,43	1,51	2,00	4
20	5.500	5.450	50	1,24	0,21	1,44	1,52	2,00	4
21	5.450	5.400	50	1,25	0,21	1,46	1,54	2,00	4
22	5.400	5.186	214	1,30	0,21	1,50	1,58	2,00	4
23	5.186	5.169	17	1,34	0,21	1,55	1,63	2,00	4
24	5.169	5.130	39	1,39	0,21	1,59	1,68	2,00	4
25	5.130	5.100	30	1,38	0,21	1,59	1,68	2,00	4
26	5.100	5.040	60	1,38	0,21	1,59	1,68	2,00	4
27	5.040	5.020	20	1,42	0,21	1,63	1,72	2,00	4
28	5.020	4.850	170	1,42	0,20	1,62	1,71	2,00	4
29	4.850	4.548	302	1,41	0,20	1,61	1,70	2,00	4
30	4.548	4.500	48	1,44	0,20	1,64	1,72	2,00	4
31	4.500	4.431	69	1,43	0,20	1,63	1,72	2,00	4
32	4.431	4.400	31	1,46	0,20	1,66	1,75	2,00	4
33	4.400	4.326	74	1,46	0,20	1,66	1,75	2,00	4
34	4.326	4.310	16	1,48	0,20	1,68	1,78	2,00	4
35	4.310	4.300	10	1,51	0,20	1,72	1,81	2,00	4
36	4.300	4.265	35	1,51	0,20	1,71	1,81	2,00	4
37	4.265	4.065	200	1,51	0,20	1,71	1,80	2,00	4
38	4.065	4.030	35	1,51	0,21	1,72	1,81	2,00	4
39	4.030	3.871	159	1,54	0,20	1,74	1,83	2,00	4
40	3.871	3.830	41	1,54	0,21	1,75	1,85	2,00	4
41	3.830	3.600	230	1,56	0,20	1,77	1,86	2,00	4
42	3.600	3.583	17	1,51	0,20	1,71	1,81	2,00	4
43	3.583	3.350	233	1,54	0,20	1,74	1,84	2,00	4
44	3.350	3.324	26	1,50	0,20	1,70	1,79	2,00	4
45	3.324	3.300	24	1,53	0,20	1,73	1,82	2,00	4
46	3.300	3.286	14	1,55	0,20	1,75	1,85	2,00	4
47	3.286	3.257	29	1,58	0,20	1,78	1,88	2,00	4

CUADRO N°3.3.9-1(continuación)
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO ALTERNATIVA N°4
REVESTIMIENTO DE BORDE CON LOSETAS DE H.A.
Y REVESTIMIENTO DE LECHO CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS

Tramo	Km i (m)	Km f (m)	Longitud Tramo (m)	Altura de aguas (m)	Revancha (m)	Altura de aguas + revancha (m)	Altura de loseta Inclinada (m)	Altura de loseta adoptada inclinada (m)	Cantidad requerida de losetas de h.a..
48	3.257	3.201	56	1,60	0,20	1,80	1,90	2,00	4
49	3.201	3.150	51	1,62	0,20	1,82	1,91	2,00	4
50	3.150	3.130	20	1,63	0,20	1,83	1,93	2,00	4
51	3.130	3.030	100	1,63	0,20	1,83	1,92	2,00	4
52	3.030	2.936	94	1,60	0,20	1,80	1,89	2,00	4
53	2.936	2.850	86	1,56	0,20	1,76	1,85	2,00	4
54	2.850	2.750	100	1,49	0,20	1,69	1,78	2,00	4
55	2.750	2.600	150	1,42	0,20	1,62	1,71	2,00	4
56	2.600	2.150	450	1,34	0,20	1,54	1,63	2,00	4
57	2.150	2.053	97	1,19	0,20	1,39	1,47	2,00	4
58	2.053	2.004	49	1,18	0,20	1,38	1,45	2,00	4
59	2.004	2.000	4	1,25	0,20	1,45	1,53	2,00	4
60	2.000	1.822	178	1,25	0,20	1,45	1,52	2,00	4
61	1.822	1.500	322	1,27	0,20	1,47	1,55	2,00	4
62	1.500	1.350	150	1,17	0,20	1,37	1,45	2,00	4
63	1.350	1.330	20	1,16	0,20	1,36	1,43	2,00	4
64	1.330	1.144	186	1,64	0,20	1,84	1,94	2,00	4
65	1.144	1.100	44	1,59	0,20	1,79	1,89	2,00	4
66	1.100	1.010	90	1,58	0,20	1,78	1,87	2,00	4
67	1.010	1.000	10	1,59	0,20	1,79	1,88	2,00	4
68	1.000	968	32	1,58	0,20	1,78	1,88	2,00	4
69	968	910	58	1,61	0,20	1,81	1,90	2,00	4
70	910	900	10	1,62	0,20	1,82	1,92	2,00	4
71	900	830	70	1,61	0,20	1,81	1,91	2,00	4
72	830	800	30	1,62	0,20	1,82	1,92	2,00	4
73	800	770	30	1,61	0,20	1,81	1,91	2,00	4
74	770	750	20	1,63	0,20	1,83	1,93	2,00	4
75	750	700	50	1,66	0,20	1,86	1,96	2,00	4
76	700	650	50	1,64	0,20	1,84	1,94	2,00	4
77	650	620	30	1,65	0,20	1,85	1,95	2,00	4
78	620	600	20	1,67	0,20	1,87	1,97	2,00	4
79	600	300	300	1,66	0,20	1,86	1,96	2,00	4
80	300	200	100	1,54	0,20	1,74	1,84	2,00	4
81	200	100	100	1,51	0,20	1,71	1,80	2,00	4
82	100	88	12	1,48	0,20	1,68	1,77	2,00	4
83	88	0	88	1,48	0,20	1,68	1,77	2,00	4

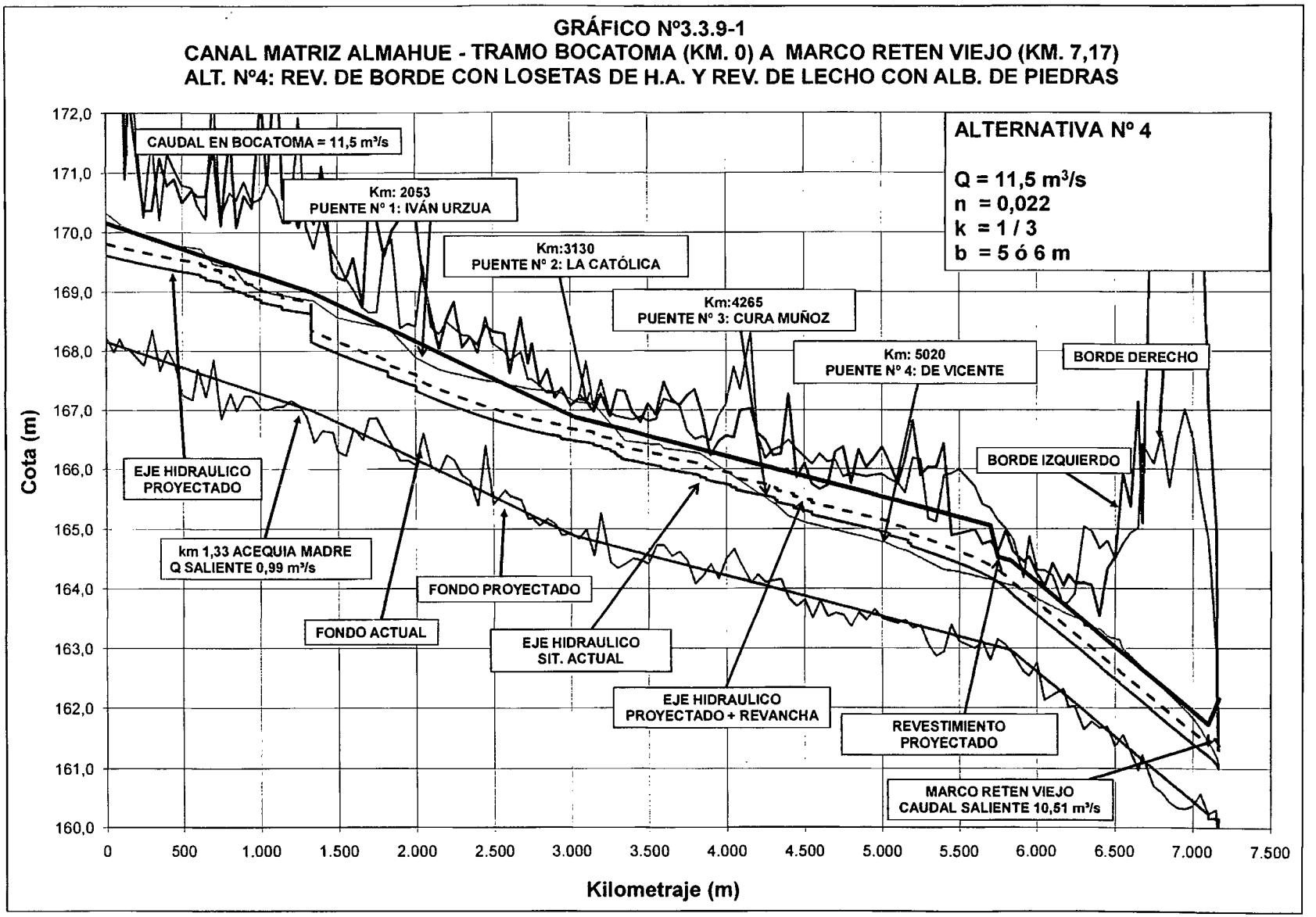


GRÁFICO Nº3.3.9-1
CANAL MATRIZ ALMAHUE - TRAMO BOCATOMA (KM. 0) A MARCO RETEN VIEJO (KM. 7,17)
ALT. Nº4: REV. DE BORDE CON LOSETAS DE H.A. Y REV. DE LECHO CON ALB. DE PIEDRAS
ALTERNATIVA Nº 4
Q = 11,5 m³/s
n = 0,022
k = 1 / 3
b = 5 ó 6 m
CAUDAL EN BOCATOMA = 11,5 m³/s
Km: 2053
PUENTE Nº 1: IVÁN URZUA
Km:3130
PUENTE Nº 2: LA CATÓLICA
Km:4265
PUENTE Nº 3: CURA MUÑOZ
Km: 5020
PUENTE Nº 4: DE VICENTE
BORDE DERECHO
BORDE IZQUIERDO
EJE HIDRAULICO PROYECTADO
km 1,33 ACEQUIA MADRE
Q SALIENTE 0,99 m³/s
FONDO PROYECTADO
FONDO ACTUAL
EJE HIDRAULICO SIT. ACTUAL
EJE HIDRAULICO PROYECTADO + REVANCHA
REVESTIMIENTO PROYECTADO
MARCO RETEN VIEJO
CAUDAL SALIENTE 10,51 m³/s
Cota (m)
172,0
171,0
170,0
169,0
168,0
167,0
166,0
165,0
164,0
163,0
162,0
161,0
160,0
0
500
1.000
1.500
2.000
2.500
3.000
3.500
4.000
4.500
5.000
5.500
6.000
6.500
7.000
7.500
Kilometraje (m)

3.3.9.3.3.-Conclusiones del eje hidráulico de la alternativa Nº4.

a.- Ruedas azudas; se consideraron las 37 ruedas catastradas en el punto Nº2.5.3 – "Ruedas Hidráulicas Azudas"..- Cada una de ellas se analizó como una restricción al flujo con contracción y posterior ensanchamiento. El efecto de los tacos frontales se asimiló a las ruedas, que en la práctica es poco significativo.

b.- Se consideraron los 4 puentes principales que ofrecen restricción al flujo; ubicados en los km 2,053; km 3,130; km 4,265 y km 5,020 del trazado del canal matriz.

c.- En el proceso del cálculo del eje hidráulico, se procedió a considerar la infiltración a través de la relación funcional de Moritz, la cual depende entre otras cosas del tipo de suelo, del caudal y de la velocidad del escurrimiento. En este caso, el caudal se define en bocatoma y se va determinando los excedentes al término de cada tramo en dirección desde aguas arriba hacia aguas abajo. Debido a esto el caudal para el eje hidráulico varía tramo a tramo, ligado con el caudal al inicio de cada tramo considerando las pérdidas de todos los tramos previos. El valor "C" de Moritz o coeficiente de infiltración del suelo se calibra en el punto Nº2.6.2 – "Aforos y estimación de pérdidas por conducción". Y entrega como resultados:

Situación actual:

Caudal en bocatoma:	11,50	(m^3/s)
Extracciones en el tramo:	0,99	(m^3/s)
Caudal que llega al marco el Retén Viejo (km 7,17 del canal Matriz Almahue):	9,78	(m^3/s)
Pérdida por infiltración en el canal Matriz:	0,730	(m^3/s)

Situación proyectada:

Caudal en bocatoma:	11,50	(m^3/s)
Extracciones en el tramo:	0,99	(m^3/s)
Caudal que llega al marco el Retén Viejo (km 7,17 del canal Matriz Almahue):	10,51	(m^3/s)
Pérdida por infiltración en el canal Matriz:	0	(m^3/s)

Recuperación en el canal matriz por concepto de revestimiento: 0,730 (m^3/s)

d.- El cálculo del eje hidráulico fue desarrollado para temporada de riego, por lo que no se consideró aportes a lo largo del canal Matriz.

De acuerdo al Cuadro Nº2.5.2-1 la longitud total de los revestimientos existentes del canal Matriz es de 1.414m de los cuales 120m son de mampostería. Estos revestimientos se encuentran en regular a mal estado de conservación, por lo que serán reemplazados. Para simplificar, se supondrá que los revestimientos que no se reemplazan equivalen a 647m ((1.414–120) /2) de revestimiento de ambos bordes. Los revestimientos en mal estado se descuentan de la longitud total de 7.170 (m).

Revestimiento requerido en forma efectiva: 7.170 (m) – 647 (m) = 6.523 (m)

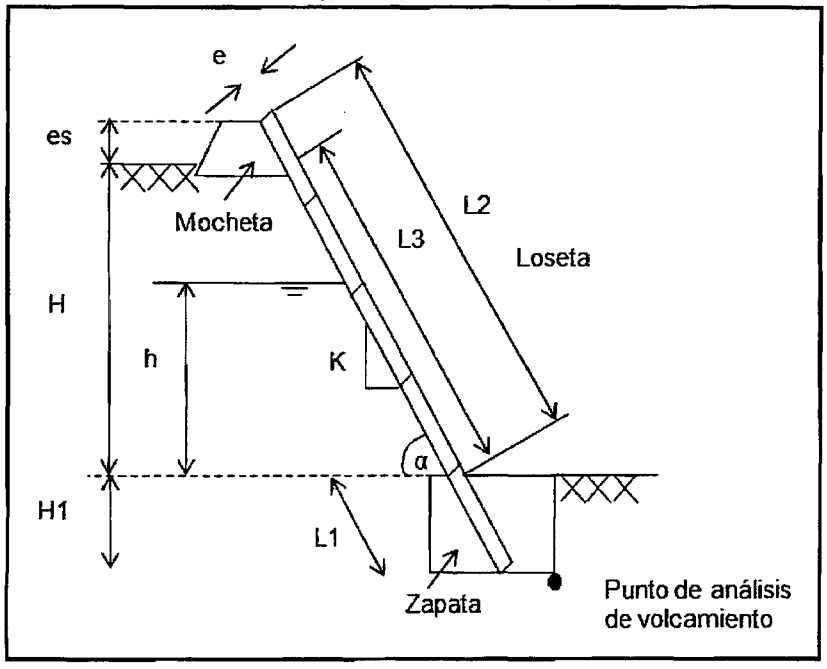
3.3.9.4.- Cálculo estructural de la alternativa N°4.

Para el cálculo estructural del muro de losetas para el revestimiento de borde se tiene como punto crítico el diseño del poste de soporte de las losetas, por cuanto se ve solicitado por cargas que generan momentos, en este sentido se analiza el cálculo estructural del poste.

CÁLCULO DE POSTE DE SOPORTE DE LOSETAS DE HORMIGÓN ARMADO

Para el cálculo de las dimensiones del poste de soporte de las losetas de hormigón armado se presenta la siguiente figura con la disposición en terreno:

FIGURA N°3.3.9-2
ESQUEMA DE DISEÑO



3.3.9.4.1.- Solicitaciones.

Las dimensiones presentes en el muro de losetas de hormigón armado con una altura inclinada de L2=2,0m y L2=2,5m son presentadas en el siguiente cuadro:

CUADRO N°3.3.9-2
DIMENSIONES PARA ALTURA INCLINADA DE MURO L2=2,0m Y L2=2,5m

DIMENSIONES					
L2	:Largo no enterrado	2,00	(m)	2,50	(m)
L1	:Largo enterrado	0,63	(m)	0,63	(m)
H	:Altura de suelo sin empotrar	1,60	(m)	2,07	(m)
H+H1	:Altura de suelo desde la base	2,20	(m)	2,67	(m)
k	:Talud 1/3	0,33		0,33	
e	:Espesor de muro	0,08	(m)	0,08	(m)
h	:Nivel freático	1,00	(m)	1,00	(m)
H1	:Altura zapata	0,60	(m)	0,60	(m)
es	:Altura sin suelo	0,30	(m)	0,30	(m)
L3	:H/seno(α)	1,68	(m)	2,18	(m)
h+H1	Nivel freático desde base	1,60	(m)	1,60	(m)

ECUACIÓN N°3.3.9-1
DATOS DE TERRENO

Inclinación de muro
α=71,6 (°)

Para el cálculo de la armadura necesaria en el poste se estudian las fuerzas presentes que generan un momento que condiciona la utilización de una armadura mínima que debe ser comprobada, las fuerzas solicitantes estudiadas son las siguientes:

Ea : Empuje Activo
Enf: Empuje Nivel freático
Es : Empuje Sísmico

Para una altura de muro inclinada de losetas de L2=2,0m, se calculan los esfuerzos, cuyos valores se presentan a continuación:

Ea : Empuje Activo del suelo

Para L2=2,0m: Ka : 0,27
σa : 4,39 (t/m²) se utiliza como altura H + H1.
Ea : 1,31 (t/m)
Punto de aplicación del empuje ha=1/3*(H + H1)-H1, ha=0,1 (m).

Para la descomposición de la fuerza que actúa en forma perpendicular a la dirección del poste se tiene la componente normal:

Ean : 1,24 (t/m) donde Ean=Ea*seno (α)
El punto de aplicación del empuje es han=ha/seno (α), han=0,1 (m).

Para L2=2,5m: Ka : 0,27
σa : 5,34 (t/m²) se utiliza como altura H + H1.
Ea : 1,93 (t/m)
Punto de aplicación del empuje ha=1/3*(H + H1), ha=0,9 (m).

Para la descomposición de la fuerza que actúa en forma perpendicular a la dirección del poste se tiene la componente normal:

Ean : 1,84 (t/m) donde Ean=Ea*seno (α)
El punto de aplicación del empuje es han=ha/seno (α)-L1, han=0,3 (m).

Enf : Empuje del Nivel Freático

Para L2=2,0m y L2=2,5m

σnf : 1,0 (t/m²) se utiliza como altura h.
Enf : 0,50 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hnf=1/3*(h), hnf=0,3 (m).

Para la descomposición de la fuerza que actúa en forma perpendicular a la dirección del poste se tiene la componente normal:

Enfn : 0,47 (t/m) donde Enfn=Enf*seno (α)
El punto de aplicación del empuje es hnfn=hnf/seno (α), hn=0,4 (m).

Nota: Se considera la altura sobre el nivel de empotramiento sobre la zapata.

Es : Empuje Sísmico del suelo

Para L2=2,0m: C : 0,15
σs : 4,39 (t/m²) se utiliza como altura H + H1.
Es : 0,72 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hs=2/3*(H+H1)-H1, h=0,9 (m).

Para la descomposición de la fuerza que actúa en forma perpendicular a la dirección del poste se tiene la componente normal:

Esn : 0,69 (t/m) donde Esn=Enf*seno (α)
El punto de aplicación del empuje es hsn=hn/seno (α)-L1, hsn=0,9 (m).

Para L2=2,5m: C : 0,15
σs : 5,34 (t/m²) se utiliza como altura H + H1.
Es : 1,07 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hs=2/3*(H+H1), h=1,8 (m).

Para la descomposición de la fuerza que actúa en forma perpendicular a la dirección del poste se tiene la componente normal:

Esn : 1,02 (t/m) donde Esn=Enf*seno (α)
El punto de aplicación del empuje es hsn=hn/seno (α)+L1, hsn=1,3 (m).

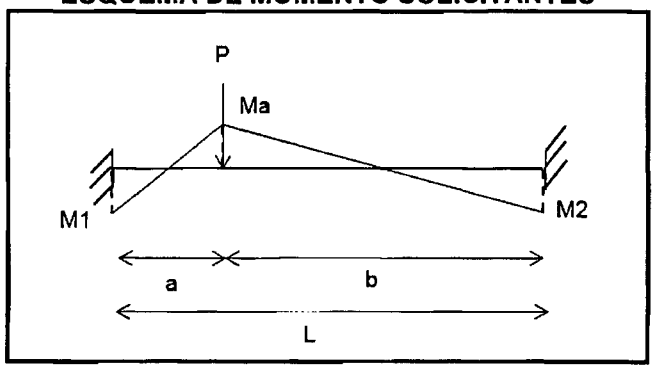
PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Ep : Empuje Pasivo del suelo

Kp : 3,69
σp : 0,80 (t/m²) se utiliza como altura H1-0,2 (m)
Ep : 0,59 (t/m)
El punto de aplicación del empuje es hs=1/3*(H1-0,2), h=0,1 (m).
Nota: Utilizado en el cálculo de las factores de seguridad del desplazamiento y volcamiento

Una vez calculados los empujes, se puede determinar el momento que ejercen sobre el poste y de esta manera calcular la armadura necesaria a las solicitaciones presentes, debido a que se cuenta con una mocheta en la parte superior y una vigueta en la parte inferior del muro, éste se diseña como un sistema doblemente empotrado con una carga puntual dada por cada uno de los empujes calculados, el esquema se presenta en la siguiente figura:

FIGURA N°3.3.9-3
ESQUEMA DE MOMENTO SOLICITANTES



Cuando a<b, el momento máximo esta dado por:

ECUACIÓN N°3.3.9-2
MOMENTO MÁXIMO CON a<b

$$M1 = \frac{P * a * b^2}{L^2}$$

Cuando a>b, el momento máximo esta dado por:

ECUACIÓN N°3.3.9-3
MOMENTO MÁXIMO con a>b

$$M2 = \frac{P * a^2 * b}{L^2}$$

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº3.3.9-3
RESUMEN DE MOMENTOS SOLICITANTES CALCULADOS PARA L2=2,0m

Momento Empuje Activo			Momento Empuje nivel freático			Momento Empuje sísmico		
P=Ean=	1,24	(t/m)	P=Enfn=	0,47	(t/m)	P=Esn=	0,69	(t/m)
a=Han=	0,14	(m)	a=hnfn=	0,35	(m)	a=hsn=	0,91	(m)
b=L3-a=	1,36	(m)	b=L3-a=	1,15	(m)	b=L3-a=	0,59	(m)
L=	1,50	(m)	L=	1,50	(m)	L=	1,50	(m)
M1a=	**0,14**	**(t*m)**	**M1nf=**	**0,10**	**(t*m)**	**M2s=**	**0,15**	**(t*m)**
Momento Total	**M1a + M1nf + M2s=**			**0,39**	**(t*m)**			

Nota: Se considera un ancho de influencia de 1m. L es el largo libre del poste entre la zapata y la mocheta

Momento total=0,39 (t*m) es el valor con el cual se puede calcular la armadura necesaria en el poste de soporte de losetas.

CUADRO Nº3.3.9-4
RESUMEN DE MOMENTOS SOLICITANTES CALCULADOS PARA L2=2,5m

Momento Empuje Activo			Momento Empuje nivel freático			Momento Empuje sísmico		
P=Ean=	1,81	(t/m)	P=Enfn=	0,47	(t/m)	P=Esn=	1,02	(t/m)
a=Han=	0,31	(m)	a=hnfn=	0,35	(m)	a=hsn=	1,35	(m)
b=L3-a=	1,69	(m)	b=L3-a=	1,65	(m)	b=L3-a=	0,75	(m)
L=	2,00	(m)	L=	2,00	(m)	L=	2,00	(m)
M1a=	**0,40**	**(t*m)**	**M1nf=**	**0,11**	**(t*m)**	**M2s=**	**0,30**	**(t*m)**
Momento Total	**M1a + M1nf + M2s=**			**0,81**	**(t*m)**			

Nota: se considera un ancho de influencia de 1m.

Momento total=0,81 (t*m) es el valor con el cual se puede calcular la armadura necesaria en el poste de soporte de losetas.

3.3.9.4.2.-Estabilidad de la estructura.

i.- Factor de seguridad al desplazamiento

Para el análisis de desplazamiento de la estructura si tienen los empujes ya calculados a los cuales se debe agregar la fricción de contacto de la zapata en conjunto con la albañilería:

ECUACIÓN Nº3.3.9-4
FRICCIÓN DE CONTACTO

$$R = Area^{*}\left(C+\gamma^{*}\tan\left(\phi\right)\right)$$

Para L2=2,0m: Área= 1,50 (m^2); área correspondiente a la superficie de contacto entre la zapata y el suelo multiplicada por un factor 1,5 dado por el aporte de la albañilería de piedras.
C=1 (t/m^2)

R=3,6 (t);

Para L2=2,5m: Área= 2,00 (m^2); área correspondiente a la superficie de contacto entre la vigueta y el suelo.
C=1 (t/m^2)

R=4,8 (t);

Analizando los empujes que se producen a la altura de la base de la zapata se tiene:

Para L2=2,0m

Empuje Solicitante

Empuje activo	: 1,31 (t)	usando altura de suelo H+H1
Empuje nivel freático	: 0,50 (t)	usando altura de nivel freático h
Empuje sísmico	: 0,72 (t)	usando altura de suelo H+H1
Empuje Solicitante Total	**: 2,53 (t)**	

Empuje Resistente

Empuje pasivo	: 0,59 (t)	usando altura de suelo H1-0,2(m)
Empuje por roce	: 3,60 (t)	usando área de contacto 1,5 m^2
Empuje Resistente Total	**: 4,19 (t)**	

Factor de seguridad al desplazamiento FSD=4,2/2,53=1,66

Para L2=2,5m

Empuje Solicitante

Empuje activo	: 1,93 (t)
Empuje nivel freático	: 1,28 (t)
Empuje sísmico	: 1,07 (t)
Empuje Solicitante Total	**: 4,31 (t)**

Empuje resistente

Empuje pasivo	: 0,59 (t) (calculado para altura de muros 2m.)
Empuje por roce	: 4,80 (t)
Empuje Resistente Total	**: 5,39 (t)**

Factor de seguridad al desplazamiento FSD=5,39/4,31=1,25

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ii.- Factor de seguridad al volcamiento

Para la determinación del factor de seguridad al volcamiento, se analiza el punto de volcamiento ubicado en la esquina inferior derecha de la zapata que se muestra en el esquema de diseño, donde se utilizan las siguientes solicitaciones:

Para L2=2,0m

Momentos Solicitantes

	E (t)	h (m)	M (t*m)
Momento activo	1,31	0,73	0,96
Momento nivel freático	1,10	0,93	1,03
Momento Sísmico	0,72	1,46	1,06
Momento total Solicitante			**3,05**

Momentos Resistentes

	E (t)	h (m)	M (t*m)
Momento pasivo	0,59	0,13	0,08
Momento mocheta	0,78	1,39	1,09
Momento loseta	0,40	0,85	0,34
Momento zapata	1,05	0,35	0,37
Momento alb. lecho	6,00	0,50	3,00
Momento total Resistentes			**4,87**

Nota: Para el momento de la mocheta, la loseta y la zapata se utiliza la distancia desde el centro de gravedad al punto de análisis de volcamiento. Siendo el empuje, el peso del hormigón de cada sección.

Factor de seguridad al volcamiento FSV=4,87/3,05=1,60

Para L2=2,5m

Momentos solicitantes

	E (t)	h (m)	M (t*m)
Momento activo	1,93	0,89	1,72
Momento nivel freático	1,10	0,93	1,03
Momento sísmico	1,07	1,78	1,91
Mom. total solicitante			**4,66**

Momentos resistentes

	E (t)	h (m)	M (t*m)
Momento pasivo	0,59	0,13	0,08
Momento mocheta	0,78	1,48	1,16
Momento loseta	0,40	0,93	0,37
Momento zapata	1,05	0,35	0,37
Momento alb. lecho	10,00	0,50	5,00
Mom. total resistentes			**6,97**

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.9.4.3.- Cálculo de armadura necesaria para la loseta.

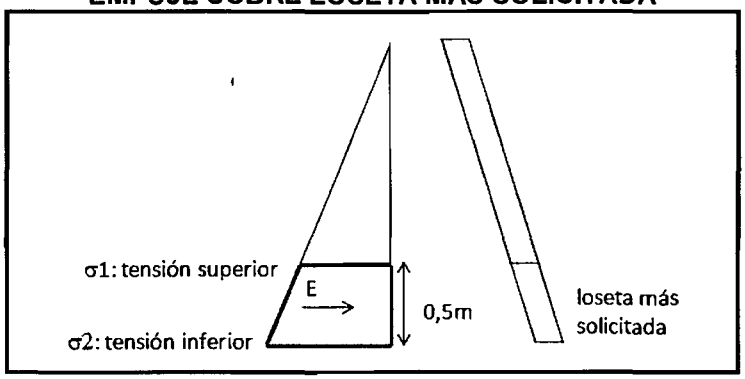
Las fuerzas solicitantes para el estudio de la loseta más solicitada son las siguientes:

Empuje del suelo
Empuje del nivel freático
Empuje sísmico

Para el cálculo del momento en la losa se estudia la loseta inferior sobre la zapata, como la más solicitada, ya que es donde se genera el mayor empuje. Se considera un sistema de apoyos en que se genere el mayor momento, el cual está dado por un sistema simplemente apoyado en la dirección más larga de la loseta (1m), en este sentido no se considera el apoyo que da la zapata y la unión con la loseta superior con el objeto de tener una condición más desfavorable.

La forma en que actúan los empujes sobre la loseta se muestra en la siguiente figura:

FIGURA N°3.3.9-4
EMPUJE SOBRE LOSETA MÁS SOLICITADA



A continuación se muestra un resumen de los empujes solicitantes de la loseta:

Para L=2,0m

Empuje Activo del suelo	σ1 : 2,19 (t/m²) se considera altura H-0,5 (m) σ2 : 3,19 (t/m²) se considera altura H (m) Ea : 0,36 (t/m)
Empuje Nivel Freático	σ1 : 0,50 (t/m²) se considera altura h-0,5 (m) σ2 : 1,00 (t/m²) se considera altura h (m) Enf: 0,38 (t/m)
Empuje Sísmico	C : 0,15 σ1 : 1,00 (t/m²) se considera altura 0,5 (m) σ2 : 0,00 (t/m²) se considera altura 0 (m) Es : 0,04 (t/m) se considera una distribución de triángulo invertido.

Empuje total, Et= Ea + Enf + Es Et: 0,77 (t/m)

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Para L=2,5m

Empuje Activo del suelo
σ1 : 3,14 (t/m²) se considera altura H-0,5 (m)
σ2 : 4,14 (t/m²) se considera altura H (m)
Ea : 0,49 (t/m)

Empuje Nivel Freático
σ1 : 0,50 (t/m²) se considera altura h-0,5 (m)
σ2 : 1,00 (t/m²) se considera altura h (m)
Enf: 0,38 (t/m)

Empuje Sísmico
C: 0,15
σ1 : 1,00 (t/m²) se considera altura 0,5 (m)
σ2 : 0,00 (t/m²) se considera altura H (m)
Es : 0,04 (t/m)

Nota: Para el caso del empuje sísmico se considera la distribución de tensiones como un triangulo invertido.

Empuje total, Et= Ea + Enf + Es Et: 0,91 (t/m)

Para calcular el momento se considera la componente normal a la cara de la loseta, la cual corresponde a Etn=Et*seno (α):

Para L2=2,0m: Etn: 0,73 (t/m)

Para L2=2,5m: Etn: 0,86 (t/m);

El momento para un sistema simplemente apoyado para el empuje calculado y un largo de loseta de 1m es el siguiente:

M: q*L^2/8

Para L2=2,0m: M: 0,091 (t*m)

Con lo que se obtiene una armadura necesaria de A=0,63 cm².

Para L2=2,5m: M: 0,107 (t*m)

Con lo que se obtiene una armadura necesaria de A=0,69 cm².

La loseta utilizada para el revestimiento es del tipo ACMA C139 la cual presenta una doble malla de 4,2 mm de diámetro de acero espaciada cada 10 cm. en ambos sentidos. Para la dirección más solicitada (de 1 m de largo) se cuenta con un área de armadura A=0,83 cm², con lo cual se comprueba que la armadura es suficiente para la carga solicitada.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

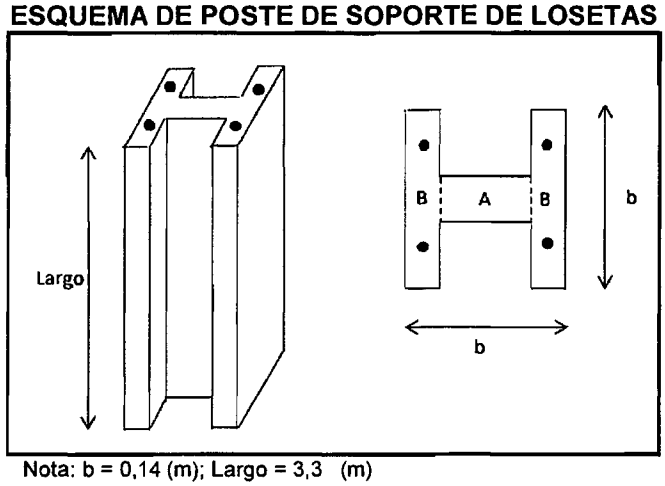
3.3.9.5.- Cubicación y valorización de la alternativa Nº4.

3.3.9.5.1.-Cubicación.

a.- Cubicación de armadura de poste

Para el cálculo de la armadura se considera una sección como se muestra en el siguiente cuadro.

FIGURA Nº3.3.9-5
ESQUEMA DE POSTE DE SOPORTE DE LOSETAS



Nota: b = 0,14 (m); Largo = 3,3 (m)

Con el momento total presente como solicitación del poste de soporte de losetas, se calcula la armadura necesaria para resistir esa solicitación, resultando una armadura A=2,92cm², debido a que los postes son estructuras prefabricadas con una armadura de 4Ø10=3,14cm² se comprueba que esta armadura es suficiente, para las cargas solicitantes, el siguiente cuadro muestra el resumen de la armadura:

CUADRO Nº3.3.9-5
CANTIDAD DE FIERROS

Poste	Sección	Nº Barras	Largo (m)	Vol. (m³)	Peso (kg)
Armadura principal	ϕ10	4	3,3	0,001	9,34

b.- Cubicación de hormigón y moldaje de poste

La cubicación del hormigón y el moldaje se presenta en el siguiente cuadro:

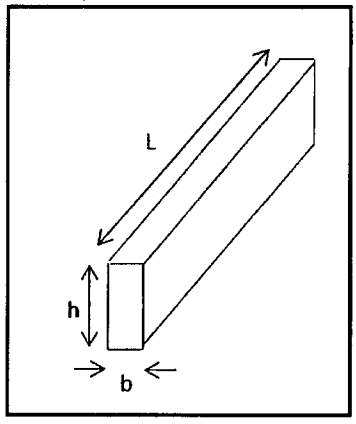
CUADRO Nº3.3.9-6
CUBICACIÓN DE HORMIGÓN Y MOLDAJE

Hormigón		Moldaje	
Área(A+B) (m²)	Vol.=Área*Largo (m³)	Perímetro (m)	Área=Perímetro*Largo (m²)
0,02	0,067	0,56	1,9

c.- Cubicación de loseta de h.a.

El diseño de las losetas se encuentra estandarizado con las siguientes dimensiones

FIGURA N°3.3.9-6
ESQUEMA DE LOSETA



CUADRO N°3.3.9-7
DIMENSIONES DE LOSETA

b	0,08	(m)
h	0,50	(m)
L	1,00	(m)

Con las dimensiones presentes en el cuadro anterior se tiene la siguiente cubicación:

Moldaje de loseta

Lados: b*h : 0,04 (m^2)
L*h : 0,52 (m^2)
L*b : 0,09 (m^2)
Total : 0,74 (m^2)

Enfierradura de loseta: Malla Acma

1 loseta utiliza 1/12 de malla de 6m^2, lo que equivale a **0,08 (unidad)**

Cubicación de preparación del terreno

Para la preparación del terreno se considera la excavación, escarpe y preparación de borde y zapata, para ambos casos se considera un 50% de uso de máquinas y un 50% de trabajo manual:

Para L2=0,20m: Excavación, escarpe y preparación borde : 0,93 (m^3)
Excavación, escarpe y preparación zapata : 0,49 (m^3)

Para L2=0,25m: Excavación, escarpe y preparación borde : 1,24 (m^3)
Excavación, escarpe y preparación zapata : 0,49 (m^3)

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Cubicación de Zapata

Considerando una zapata de ancho 0,7m y 0,60m de alto se tiene la siguiente cubicación:

Hormigón	: 0,42	(m^3)	
Enfierradura A44	: 11	(kg)	utilizando acero ϕ8@20.
Emplantillado	: 0,07	(m^3)	utilizando 10 cm de espesor
Moldaje	: 1,2	(m^2)	correspondiente a las caras laterales

Cubicación de Mocheta

Se considera una mocheta como un trapecio de ancho superior 0,3m, ancho inferior 1,0m y un alto de 0,5m (volumen 0,33m^3), para la construcción se considera la utilización de un 40% hormigón simple y un 60% de bolón desplazador.

Cubicación de material de relleno

Para una altura inclinada de muro L2=2,0m, El material de relleno corresponde al volumen de 0,25 m de espesor, un largo aproximado de 1,6 m que se encuentra aledaño al muro de losetas y considerando 1 ml de análisis, volumen=0,67m^3. Para una altura inclinada de muro L2=2,5m corresponde al volumen de 0,30 m de espesor y un largo aproximado de 2,4 m, que se encuentra aledaño al muro de losetas, volumen=0,87m^3.

Cubicación de material de transporte a botadero

Para L2=2,0m, corresponde al volumen de excavación de borde y zapata, aumentado un 30% producto del esponjamiento, volumen=1,3*(0,93+0,49)=1,84m^3. Para L2=2,5m, corresponde al volumen de excavación de borde y zapata, aumentado en un 30% producto del esponjamiento, volumen=1,3*(1,24m^3+0,49m^3)=2,24m^3.

Cubicación de agotamiento de napa

Para la cubicación del agotamiento se considera la utilización de motobomba de 6" con un rendimiento de 10,0 ml/día.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.9.5.2.-Valorización.

La valorización del costos directo del poste y la loseta de hormigón armado se muestran en los Cuadros Nº3.3.9-8, Nº3.3.9-9 y Nº3.3.9-10. En ellos se incluyen los costos de los insumos y la construcción

CUADRO Nº3.3.9-8
DETALLE DE COSTOS DIRECTOS
CONFECCIÓN DE 1 LOSETA DE HORMIGÓN ARMADO

ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PU	COSTO ($)
HORMIGÓN H-15	0,042	m^3	71.478	3.002
MOLDAJE DE PINO PARA OBRA MENOR (10 USOS)	0,74	m^2	4.110	3.040
MALLA ACMA (7mm)	0,083	unidad	30.442	2.537
MANO DE OBRA :				
Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A (rend = 30 uni/día)	0,033	día		
MAESTRO DE PRIMERA	0,033	Ho-día	11.000	367
AYUDANTE DE MAESTRO (2)	0,067	Ho-día	6.900	460
CAPATAZ	0,017	día	14.000	233
% LEYES SOCIALES	29	%	-	307
			Total ($/unid.)	**9.946**

CUADRO Nº3.3.9-9
DETALLE DE COSTOS DIRECTOS
CONFECCIÓN DE POSTE PARA APOYO DE LOSETAS DE HORMIGÓN ARMADO
LONGITUD DEL POSTE: L1+L2=2,85m

ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PU	COSTO ($)
HORMIGÓN H-15	0,056	m^3	71.478	4.000
MOLDAJE DE PINO PARA OBRA MENOR (10 USOS)	1,587	m^2	4.110	6.523
ENFIERRADURA	7,768	kg	849	6.595
MANO DE OBRA :				
Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A (rend = 60 uni/día)	0,017	día		
MAESTRO DE PRIMERA	0,017	Ho-día	11.000	184
AYUDANTE DE MAESTRO (2)	0,033	Ho-día	6.900	231
CAPATAZ	0,012	día	14.000	165
% LEYES SOCIALES	29	%	-	168
			Total ($/unid.)	**17.866**

CUADRO Nº3.3.9-10
DETALLE DE COSTOS DIRECTOS
CONFECCIÓN DE POSTE PARA APOYO DE LOSETAS DE HORMIGÓN ARMADO
LONGITUD DEL POSTE: L1+L2=3,40m

ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PU	COSTO ($)
HORMIGÓN H-15	0,067	m^3	71.478	4.789
MOLDAJE DE PINO PARA OBRA MENOR (10 USOS)	1,9	m^2	4.110	7.809
ENFIERRADURA	9,3	kg	849	7.896
MANO DE OBRA :				
Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A (rend = 50 uni/día)	0,02	día		
MAESTRO DE PRIMERA	0,02	Ho-día	11.000	220
AYUDANTE DE MAESTRO (2)	0,04	Ho-día	6.900	276
CAPATAZ	0,01	día	14.000	140
% LEYES SOCIALES	29	%	-	184
			Total ($/unid.)	**21.314**

Los Cuadros N°3.3.9-11 y N°3.3.9-12 muestran el detalle de los costos directos de los diferentes ítems que conforman los insumos y colocación de un revestimiento de 1 borde de muro con losetas para L2=2,0m y L2=2,5m respectivamente.

CUADRO N°3.3.9-11
DETALLE DEL VALOR DE REVESTIMIENTO DE 1 BORDE CON LOSETA DE HORMIGÓN ARMADO DE ALTURA INCLINADA L2=2,0m

N°	ÍTEM	CANT.	UNID.	PU ($)	COSTO $)
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE BORDE	0,93	m^3		
	EXCAVACIÓN A MANO (50% del total excavado)	0,47	m^3	3.765	1.751
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO (50% del total excavado)	0,47	m^3	1.160	539
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE ZAPATA	0,49	m^3		
	EXCAVACIÓN A MANO (50% del total excavado)	0,24	m^3	3.765	916
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO (50% del total excavado)	0,24	m^3	1.160	282
2	**ZAPATA**				
	HORMIGÓN PARA ZAPATA CONFECCIONADO IN SITU (b=0,7m; h=0,6m)	0,42	m^3	71.478	30.021
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	11,0	Kg	849	9.339
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,1m)	0,07	m^3	41.983	2.939
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	1,2	m^2	4.110	4.932
3	**LOSETAS Y POSTE DE HORMIGÓN ARMADO**				
	LOSETA PREFABRICADAS DE H.A DE 0,5x1,0m (confección y suministro)	4	un.	9.946	39.784
	POSTE DE H.A. PARA LOSETA L=2,85(m) (confección y suministro)	1	un.	17.866	17.866
	MORTERO DE PEGA PARA LOSETAS	0,005	m^3	41.983	189
	TRANSPORTE DE LOSETAS Y POSTES, CAMIÓN TOLVA (7m3)	0,25	m^3	4.184	1.046
4	**MOCHETA DE HORMIGÓN SIMPLE CON BOLÓN DESPLAZADOR**	0,33	m^3		
	HORMIGÓN SIMPLE (40% del total de volumen)	0,13	m^3	71.478	9.292
	BOLONES (60% del total de volumen)	0,20	m^3	3.863	753
5	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,67	m^3	4.968	3.338
6	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	1,84	m^3	992	1.827
7	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 5,0 ml/día)	0,2	día		
	MAESTRO PRIMERA	0,2	Ho-día	11.000	2.200
	JORNALERO	0,60	Ho-día	6.500	3.900
	JORNALERO	0,2	Ho-día	6.500	1.300
	CAPATAZ	0,07	Ho-día	14.000	933
	% LEYES SOCIALES	29	%		2.417
8	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,1	día	70.595	7.060
TOTAL					**142.624**

El costo directo del revestimiento de ambos bordes con loseta de altura L2=2,0m sin revestimiento de lecho es: 2*142.624=285.248($/ml)

CUADRO N°3.3.9-12
DETALLE DEL VALOR DE REVESTIMIENTO DE 1 BORDE CON LOSETA SIN REVESTIMIENTO DE LECHO, DE ALTURA INCLINADA L2=2,5m

N°	ÍTEM	CANT.	UNID.	PU ($)	COSTO ($)
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE BORDE	1,24	m^3		
	EXCAVACIÓN A MANO (50% del total excavado)	0,62	m^3	3.765	2.334
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO (50% del total excavado)	0,62	m^3	1.160	719
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE ZAPATA	0,49	m^3		
	EXCAVACIÓN A MANO (50% del total excavado)	0,24	m^3	3.765	916
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO (50% del total excavado)	0,24	m^3	1.160	282
2	**ZAPATA**				
	HORMIGÓN PARA ZAPATA CONFECCIONADO IN SITU (b=0,7m; h=0,6m)	0,42	m^3	71.478	30.021
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	11,0	kg	849	9.339
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,1m)	0,07	m^3	41.983	2.939
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	1,2	m^2	4.110	4.932
3	**LOSETAS Y POSTE DE HORMIGÓN ARMADO**				
	LOSETA PREFABRICADAS DE H.A DE 0,5x1,0m (confección y suministro)	5	uni	9.946	49.730
	POSTE DE H.A. PARA LOSETA L=3,40(m) (confección y suministro)	1	uni	21.314	21.314
	MORTERO DE PEGA PARA LOSETAS	0,006	m^3	41.983	252
	TRANSPORTE DE LOSETAS Y POSTES, CAMIÓN TOLVA (7m3)	0,31	m^3	4.184	1.297
4	**MOCHETA DE HORMIGÓN SIMPLE CON BOLÓN DESPLAZADOR**	0,33	m^3		
	HORMIGÓN SIMPLE (40% del total de volumen)	0,13	m^3	71.478	9.292
	BOLONES (60% del total de volumen)	0,20	m^3	3.863	753
5	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,87	m^3	4.968	4.341
6	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	2,24	m^3	992	2.227
7	**MANO DE OBRA**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 5,0 ml/día)	0,2	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,2	Ho-día	11.000	2.200
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,60	Ho-día	6.500	3.900
	JORNALERO	0,2	Ho-día	6.500	1.300
	CAPATAZ	0,07	Ho-día	14.000	933
	% LEYES SOCIALES	29	%		2.417
8	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,1	día	70.595	7.060
TOTAL					**158.498**

El costo directo del revestimiento de ambos bordes con loseta de altura L2=2,5m sin revestimiento de lecho es: 2*158.498=316.996($/ml)

Para el revestimiento de la base de la canoa se incorpora albañilería de piedras:

Sección de albañilería: Ancho : 5,0 m
Largo : 1,0 m
Área : 5,0 m²

Costo directo de 1 m² de superficie : 15.251 ($/m²)
Costo directo de 1 ml de alb. en el lecho : 76.255 ($/ml)

Costo directo total de revestimiento de ambos bordes con losetas y lecho de albañilería de piedras para L2=2,0m:

Dos bordes con losetas H=2,0 m : 285.248 ($/ml)
Revestimiento de albañilería de piedras : 76.255 ($/ml)

Costo directo total del revestimiento de ambos bordes con loseta de altura 2m y con revestimiento de lecho de albañilería de piedras de un ancho 5m y 0,2m de espesor es de: 361.503 ($/ml).

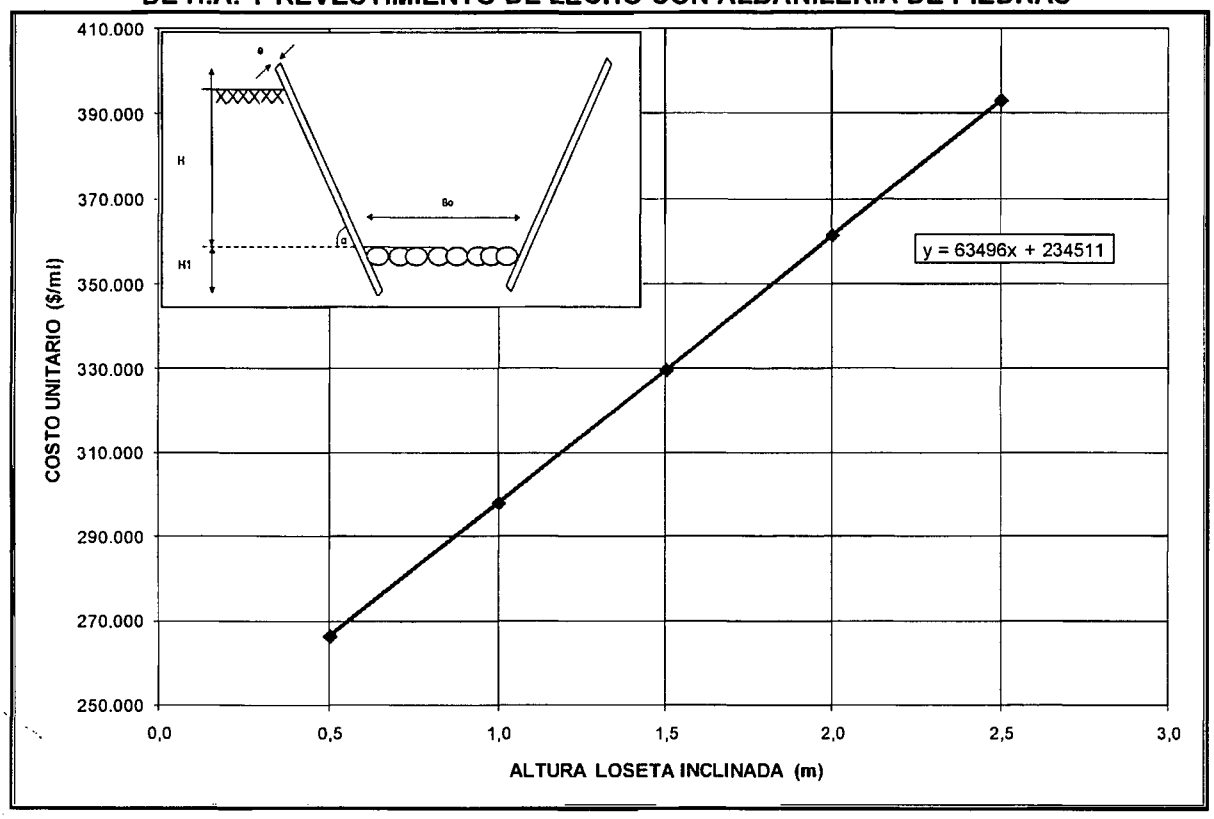
Costo directo total de revestimiento de ambos bordes con losetas y lecho de albañilería de piedras para L2=2,5m:

Dos bordes con losetas H=2,5 m	: 316.996	($/ml)
Revestimiento de albañilería de piedras	: 76.255	($/ml)

Costo directo total del revestimiento de ambos bordes con loseta de altura 2,5m y con revestimiento de lecho de albañilería de piedras de un ancho 5m y 0,2m de espesor es de: 393.251 ($/ml).

El costo de otras alturas de loseta se entrega en el Gráfico Nº3.3.9-2.

GRÁFICO Nº3.3.9-2
COSTO UNITARIO ($/ml) vs ALTURA DE LOSETA INCLINADA (m)
ALTERNATIVA 4: REVESTIMIENTO DE AMBOS BORDES CON LOSETAS DE H.A. Y REVESTIMIENTO DE LECHO CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS



3.3.9.6.- Resumen de los valores calculados para la alternativa N°4.

Los resultados del análisis de la presente alternativa se presentan a continuación con las principales características y dimensiones de la alternativa en estudio, así como su valorización.

i.- Descripción de la alternativa: Revestimiento de ambos bordes con losetas de hormigón armado y revestimiento del lecho con albañilería de piedras.

ii.- Caudal recuperable con la alternativa: 0,730(m^3/s)

iii.- Dimensiones principales: L=6.523m; k=1/3

iv.- Valorización: costo directo neto por metro lineal de revestimiento de ambos bordes

CUADRO N° 3.3.9-13
RESUMEN DE COSTO DIRECTO DE LA ALTERNATIVA N°4

Altura Loseta Inclinada (m)	Longitud Revestimiento (m)	Costo Unitario ($/ml)	Costo Directo (mill. $)
0,50	0	266.259	0
1,00	0	298.007	0
1,50	1.363	329.755	449
2,00	5.160	361.503	1.865

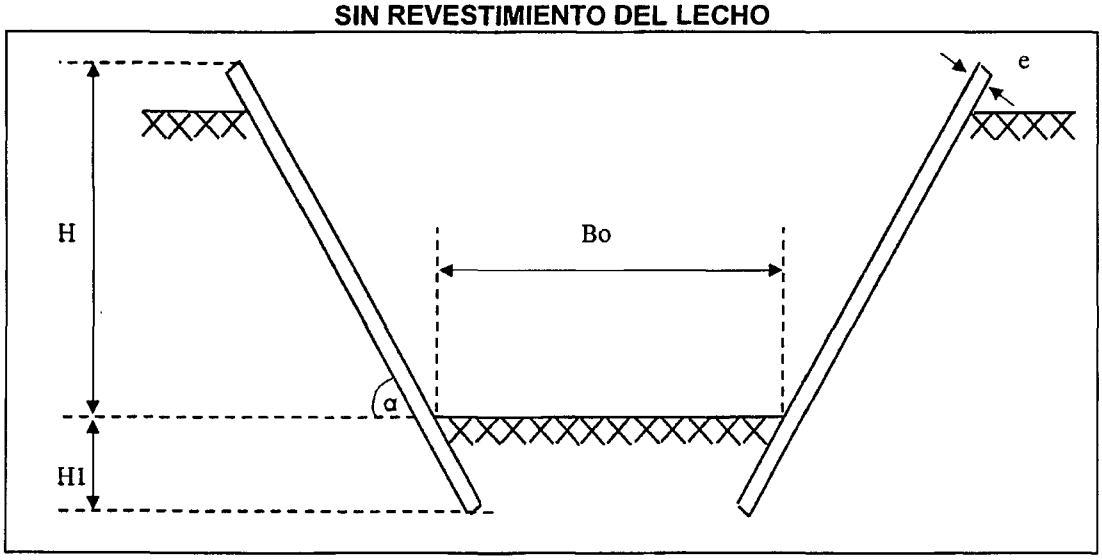
Por lo tanto el costo directo total de la alternativa es: 2.315 $millones

3.3.10.- Análisis de la alternativa N°5: Revestimiento de ambos bordes con losetas de hormigón armado sin revestimiento del lecho

3.3.10.1.- Descripción de la alternativa N°5.

La presente alternativa corresponde a completar el revestimiento del canal Matriz Almahue en toda su extensión, desde la bocatoma km0 y hasta el marco el Retén Viejo km 7,17. La solución propuesta en este caso corresponde al revestimiento de ambos bordes mediante losetas prefabricadas de hormigón armado. Se considera que el lecho del canal no se reviste, manteniéndose como un canal excavado en tierra. Para mejor comprensión se presenta el siguiente esquema:

FIGURA N° 3.3.10-1
ESQUEMA REVESTIMIENTO DE AMBOS BORDES CON LOSETAS DE HORMIGÓN ARMADO SIN REVESTIMIENTO DEL LECHO



Donde:

Bo: ancho basal, que tendrá valores según los criterios presentados en el punto N°3.3.4.3.
H: es la altura necesaria del revestimiento, la cual se determina como la altura de aguas del eje hidráulico más una revancha de seguridad según los criterios del punto N°3.3.4.5. En el caso de losetas prefabricadas, debe tenerse en consideración el ancho constante de 0,5m de las losetas.
H1: profundidad a la que la loseta inferior se entierra.
e: es el espesor de los muros, por simplificación se supondrán constantes.
α: Angulo de inclinación equivalente al talud, k=1/3 (H:V).

3.3.10.2.- Beneficios de la alternativa N°5.

Los beneficios directos que se pueden señalar en este caso son los siguientes:

i.- Refuerzo de los bordes débiles, debido a que el material del borde predominantemente es limo arcilloso, el borde se ha debilitado en muchos sectores, aumentando considerablemente en algunos tramos el ancho de la sección del canal, poniendo en serio riesgo las propiedades próximas.

ii.- Al utilizar una sección constante, es posible la recuperación de los bordes socavados por acción de la erosión hidráulica, permitiendo la recuperación del camino de servicio y se terrenos actualmente al interior del cauce.

iii.- Otro beneficio importante es la recuperación de caudales infiltrados, los cuales elevan la seguridad de riego y permitirían la incorporación al riego de superficies actualmente de secano. El total de la infiltración considerada en este caso es mayor que el caso con revestimiento del lecho.

3.3.10.3.- Cálculo hidráulico de la alternativa N°5.

3.3.10.3.1.- Parámetros y características hidráulicas de los materiales de la solución.

Complementario a la geometría presentada en el capitulo N°3.3.4.3 se presentan los siguientes antecedentes:

i.- <u>Parámetros del análisis:</u>
Ancho basal del canal (Bo) : 6m de fondo excavado en tierra.
Altura de agua (H mojado) : 1,5m para fines de estimación preliminar del coeficiente de Manning.
Talud de los bordes (K) : 1/3 (muro inclinado en relación h/v=1/3)

ii.- <u>Coeficiente básico de Manning (n):</u> Fuente: Estudio Análisis Comparado entre Conducción Entubada y Conducción Abierta en canales de Riego – CNR.
- Hormigón: 0,018 en caso de tramos rectos.
  0,020 con tramos en ladera de cerro y con abundantes curvas
- Albañilería de piedra: 0,025
- Canales en tierra: 0,030

iii.- <u>Coeficiente de Manning ponderado (n):</u>

Coeficiente de Manning para bordes de hormigón (n) = 0,018.
Coeficiente de Manning para fondo en tierra. (n) = 0,030.
Coeficiente de Manning compuesto (n) = $\frac{0{,}018 \times 2 \times 1{,}5m + 0{,}030 \times 6}{1{,}5m \times 2 + 6m}$ m = **0,026**

iv.- <u>Revancha:</u> Se usará las recomendaciones de la DOH - ex Dirección de Riego, es decir, la revancha es no menor a 0,20m, y al menos el 15% de la altura normal.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.10.3.2.- Cálculo del eje hidráulico de la alternativa N°5.

Para el cálculo del eje hidráulico se requirió la división de los 7,17km del canal Matriz Almahue en 83 tramos con características homogéneas, entre los cuales se ha intercalado las 41 singularidades consideradas, las cuales son: 37 ruedas azudas y 4 puentes principales.

En el proceso de cálculo, cada uno de los tramos requirió las iteraciones necesarias para la determinación adecuada del perfil hidráulico, estando vinculadas principalmente en el sentido desde aguas abajo hacia aguas arriba.

En el km 7,17 es decir el marco Retén Viejo se contempla la partición de las aguas sobre una grada, sobra la cual se impone la altura crítica cuyo valor se ha calculado en 0,72m, dando pie al inicio del cálculo en dirección hacia aguas arriba con la cota de aguas 160,33 (cota grada) +0,72 (altura crítica) =161,05m (cota eje).

El cálculo del eje hidráulico se acompaña en Anexo N°3.3.10-A. El eje hidráulico se calcula considerando un caudal en bocatoma de Qbt=11,5 (m^3/s).

Se entrega a continuación el Cuadro N°3.3.10-1 que contiene principalmente la altura de agua y la altura del revestimiento. Así mismo en el gráfico N°3.3.10-1 siguiente se señalan resumidamente las alturas de aguas y la altura del revestimiento para esta alternativa.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.3.10-1
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO ALTERNATIVA N°5
REVESTIMIENTO DE BORDE CON LOSETAS DE H.A.
SIN REVESTIMIENTO DE LECHO

Tramo	Km i (m)	Km f (m)	Longitud Tramo (m)	Altura de aguas (m)	Revancha (m)	Altura de aguas + revancha (m)	Altura de Loseta Inclinada (m)	Altura de Loseta Adoptada inclinada (m)	Cantidad requerida de losetas de h.a..
1	7.170	7.100	70	1,19	0,47	1,66	1,75	2,00	4
2	7.100	6.970	130	1,15	0,20	1,35	1,42	1,50	3
3	6.970	6.720	250	1,16	0,20	1,36	1,43	1,50	3
4	6.720	6.700	20	1,17	0,20	1,37	1,44	1,50	3
5	6.700	6.600	100	1,17	0,20	1,37	1,44	1,50	3
6	6.600	6.550	50	1,17	0,20	1,37	1,44	1,50	3
7	6.550	6.530	20	1,16	0,20	1,36	1,44	1,50	3
8	6.530	6.450	80	1,16	0,20	1,36	1,44	1,50	3
9	6.450	6.411	39	1,11	0,20	1,31	1,38	1,50	3
10	6.411	6.400	11	1,10	0,20	1,30	1,37	1,50	3
11	6.400	6.300	100	1,09	0,20	1,29	1,36	1,50	3
12	6.300	6.200	100	1,07	0,20	1,27	1,34	1,50	3
13	6.200	6.100	100	1,05	0,22	1,27	1,34	1,50	3
14	6.100	5.950	150	1,03	0,22	1,26	1,32	1,50	3
15	5.950	5.850	100	1,03	0,22	1,25	1,32	1,50	3
16	5.850	5.830	20	1,03	0,22	1,26	1,33	1,50	3
17	5.830	5.750	80	1,15	0,22	1,37	1,44	1,50	3
18	5.750	5.700	50	1,19	0,22	1,42	1,49	1,50	3
19	5.700	5.500	200	1,30	0,22	1,53	1,61	2,00	4
20	5.500	5.450	50	1,32	0,22	1,55	1,63	2,00	4
21	5.450	5.400	50	1,34	0,22	1,56	1,65	2,00	4
22	5.400	5.186	214	1,39	0,22	1,61	1,70	2,00	4
23	5.186	5.169	17	1,42	0,22	1,65	1,73	2,00	4
24	5.169	5.130	39	1,46	0,22	1,67	1,76	2,00	4
25	5.130	5.100	30	1,46	0,22	1,68	1,77	2,00	4
26	5.100	5.040	60	1,46	0,23	1,69	1,78	2,00	4
27	5.040	5.020	20	1,49	0,23	1,72	1,81	2,00	4
28	5.020	4.850	170	1,49	0,21	1,70	1,79	2,00	4
29	4.850	4.548	302	1,49	0,20	1,69	1,78	2,00	4
30	4.548	4.500	48	1,52	0,21	1,73	1,82	2,00	4
31	4.500	4.431	69	1,52	0,20	1,72	1,81	2,00	4
32	4.431	4.400	31	1,55	0,21	1,76	1,85	2,00	4
33	4.400	4.326	74	1,54	0,20	1,74	1,84	2,00	4
34	4.326	4.310	16	1,57	0,20	1,77	1,86	2,00	4
35	4.310	4.300	10	1,59	0,22	1,81	1,91	2,00	4
36	4.300	4.265	35	1,59	0,22	1,81	1,91	2,00	4
37	4.265	4.065	200	1,59	0,22	1,81	1,91	2,00	4
38	4.065	4.030	35	1,59	0,22	1,82	1,91	2,00	4
39	4.030	3.871	159	1,61	0,22	1,84	1,94	2,00	4
40	3.871	3.830	41	1,62	0,22	1,84	1,94	2,00	4
41	3.830	3.600	230	1,64	0,22	1,86	1,96	2,00	4
42	3.600	3.583	17	1,59	0,26	1,84	1,94	2,00	4
43	3.583	3.350	233	1,61	0,26	1,87	1,97	2,00	4
44	3.350	3.324	26	1,58	0,26	1,84	1,94	2,00	4
45	3.324	3.300	24	1,60	0,26	1,86	1,96	2,00	4
46	3.300	3.286	14	1,63	0,20	1,83	1,92	2,00	4
47	3.286	3.257	29	1,65	0,20	1,85	1,95	2,00	4

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº3.3.10-1 (continuación)
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO ALTERNATIVA Nº5
REVESTIMIENTO DE BORDE CON LOSETAS DE H.A.
SIN REVESTIMIENTO DE LECHO

Tramo	Km i (m)	Km f (m)	Longitud Tramo (m)	Altura de aguas (m)	Revancha (m)	Altura de aguas + revancha (m)	Altura de Loseta Inclinada (m)	Altura de Loseta Adoptada inclinada (m)	Cantidad requerida de losetas de h.a..
48	3.257	3.201	56	1,67	0,20	1,87	1,97	2,00	4
49	3.201	3.150	51	1,68	0,20	1,88	1,98	2,00	4
50	3.150	3.130	20	1,69	0,20	1,89	1,99	2,00	4
51	3.130	3.030	100	1,69	0,20	1,89	1,99	2,00	4
52	3.030	2.936	94	1,67	0,20	1,87	1,97	2,00	4
53	2.936	2.850	86	1,69	0,20	1,89	1,99	2,00	4
54	2.850	2.750	100	1,64	0,20	1,84	1,94	2,00	4
55	2.750	2.600	150	1,57	0,20	1,77	1,86	2,00	4
56	2.600	2.150	450	1,51	0,20	1,71	1,80	2,00	4
57	2.150	2.053	97	1,32	0,20	1,52	1,60	2,00	4
58	2.053	2.004	49	1,31	0,20	1,51	1,59	2,00	4
59	2.004	2.000	4	1,35	0,20	1,55	1,63	2,00	4
60	2.000	1.822	178	1,35	0,20	1,55	1,63	2,00	4
61	1.822	1.500	322	1,36	0,20	1,56	1,64	2,00	4
62	1.500	1.350	150	1,35	0,20	1,55	1,63	2,00	4
63	1.350	1.330	20	1,35	0,20	1,55	1,63	2,00	4
64	1.330	1.144	186	1,63	0,20	1,83	1,93	2,00	4
65	1.144	1.100	44	1,61	0,20	1,81	1,91	2,00	4
66	1.100	1.010	90	1,60	0,20	1,80	1,90	2,00	4
67	1.010	1.000	10	1,61	0,20	1,81	1,90	2,00	4
68	1.000	968	32	1,60	0,20	1,80	1,90	2,00	4
69	968	910	58	1,63	0,20	1,83	1,93	2,00	4
70	910	900	10	1,65	0,20	1,85	1,95	2,00	4
71	900	830	70	1,65	0,20	1,85	1,95	2,00	4
72	830	800	30	1,66	0,20	1,86	1,96	2,00	4
73	800	770	30	1,65	0,20	1,85	1,95	2,00	4
74	770	750	20	1,68	0,20	1,88	1,98	2,00	4
75	750	700	50	1,70	0,20	1,90	2,00	2,50	5
76	700	650	50	1,69	0,20	1,89	1,99	2,50	5
77	650	620	30	1,76	0,20	1,96	2,07	2,50	5
78	620	600	20	1,78	0,20	1,98	2,09	2,50	5
79	600	300	300	1,77	0,20	1,97	2,08	2,50	5
80	300	200	100	1,68	0,20	1,88	1,98	2,00	4
81	200	100	100	1,68	0,20	1,88	1,98	2,00	4
82	100	88	12	1,68	0,20	1,88	1,98	2,00	4
83	88	0	88	1,68	0,20	1,88	1,99	2,00	4

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

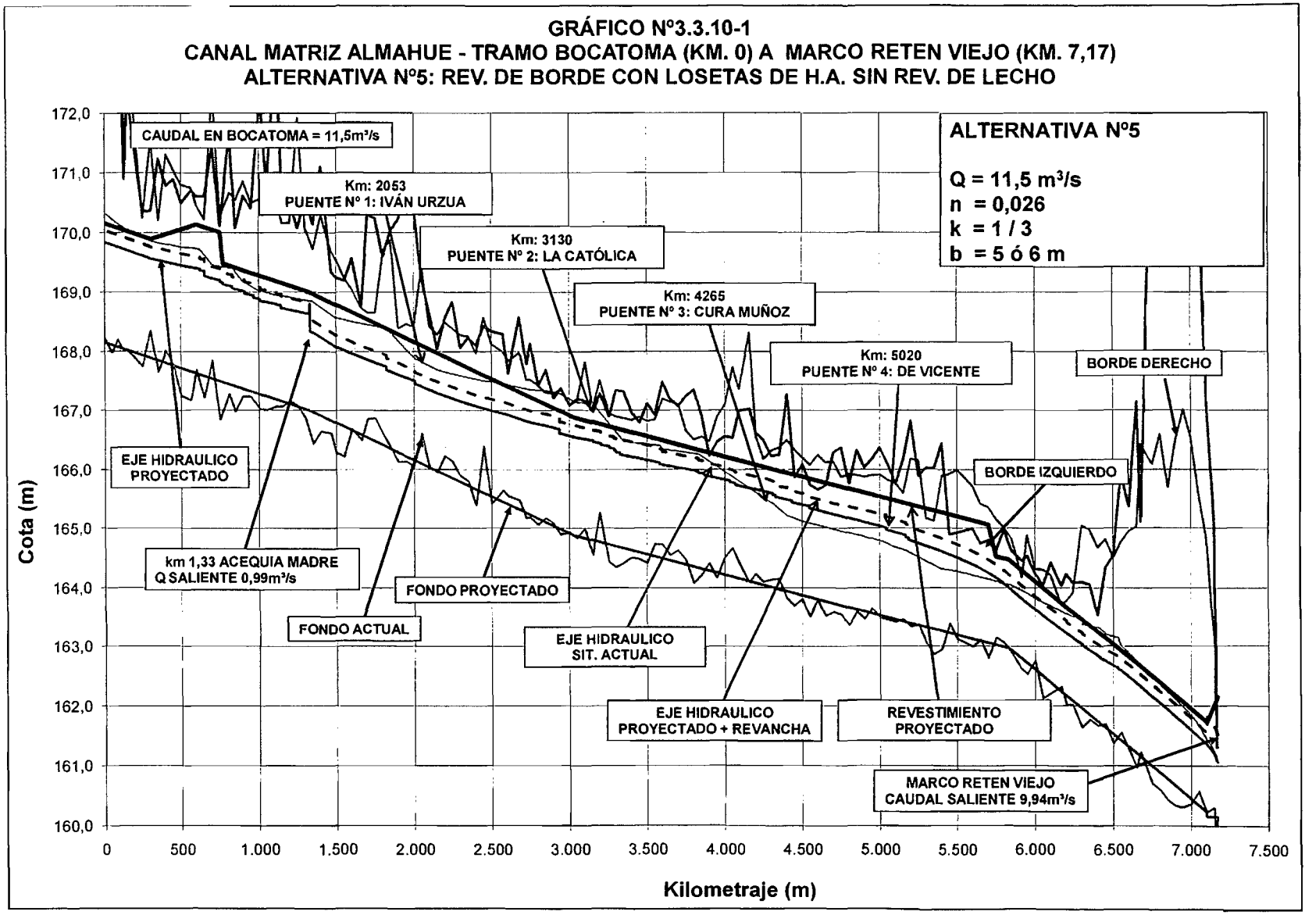


GRÁFICO N°3.3.10-1
CANAL MATRIZ ALMAHUE - TRAMO BOCATOMA (KM. 0) A MARCO RETEN VIEJO (KM. 7,17)
ALTERNATIVA N°5: REV. DE BORDE CON LOSETAS DE H.A. SIN REV. DE LECHO
ALTERNATIVA N°5
Q = 11,5 m³/s
n = 0,026
k = 1 / 3
b = 5 ó 6 m
CAUDAL EN BOCATOMA = 11,5m³/s
Km: 2053
PUENTE N° 1: IVÁN URZUA
Km: 3130
PUENTE N° 2: LA CATÓLICA
Km: 4265
PUENTE N° 3: CURA MUÑOZ
Km: 5020
PUENTE N° 4: DE VICENTE
BORDE DERECHO
BORDE IZQUIERDO
EJE HIDRAULICO PROYECTADO
km 1,33 ACEQUIA MADRE
Q SALIENTE 0,99m³/s
FONDO PROYECTADO
FONDO ACTUAL
EJE HIDRAULICO SIT. ACTUAL
EJE HIDRAULICO PROYECTADO + REVANCHA
REVESTIMIENTO PROYECTADO
MARCO RETEN VIEJO
CAUDAL SALIENTE 9,94m³/s
Cota (m)
172,0
171,0
170,0
169,0
168,0
167,0
166,0
165,0
164,0
163,0
162,0
161,0
160,0
0
500
1.000
1.500
2.000
2.500
3.000
3.500
4.000
4.500
5.000
5.500
6.000
6.500
7.000
7.500
Kilometraje (m)

3.3.10.3.3.- Conclusiones del eje hidráulico de la alternativa N°5.

a.- Ruedas azudas; se consideraron las 37 ruedas catastradas en el punto N°2.5.3 – "Ruedas Hidráulicas Azudas"..- Cada una de ellas se analizó como una restricción al flujo con contracción y posterior ensanchamiento.

b.- Se consideraron los 4 puentes principales que ofrecen restricción al flujo; ubicados en los km 2,053; km 3,130; km 4,265 y km 5,020 del trazado del canal matriz.

c.- En el proceso del cálculo del eje hidráulico, se procedió a considerar la infiltración a través de la relación funcional de Moritz, la cual depende entre otras cosas del tipo de suelo, del caudal y de la velocidad del escurrimiento. En este caso, el caudal se define en bocatoma y se va determinando los excedentes al término de cada tramo en dirección desde aguas arriba hacia aguas abajo. Debido a esto el caudal para el eje hidráulico varía tramo a tramo, ligado con el caudal al inicio de cada tramo considerando las pérdidas de todos los tramos previos. El valor "C" de Moritz o coeficiente de infiltración del suelo se calibra en el punto N°2.6.2 – "Aforos y estimación de pérdidas por conducción". Y entrega como resultados:

Situación actual:

Caudal en bocatoma:	11,50 (m^3/s)
Extracciones en el tramo:	0,99 (m^3/s)
Caudal que llega al marco el Retén Viejo (km 7,17 del canal Matriz Almahue):	9,78 (m^3/s)
Pérdida por infiltración en el canal Matriz:	0,730(m^3/s)

Situación proyectada:

Caudal en bocatoma:	11,50 (m^3/s)
Extracciones en el tramo:	0,99 (m^3/s)
Caudal que llega al marco el Retén Viejo (km 7,17 del canal Matriz Almahue):	10,35 (m^3/s)
Pérdida por infiltración en el canal Matriz:	0,160(m^3/s)

Recuperación en el canal matriz por concepto de revestimiento: 0,160=0,73-0,57(m^3/s)

d.- El cálculo del eje hidráulico fue desarrollado para temporada de riego, por lo que no se consideró aportes a lo largo del canal Matriz.

e.- La altura máxima de agua admisible en los tramos de revestimiento de borde mediante 5 losetas de 0,5 m de ancho cada una, será 2,38m, considerando que la proyección de las 5 losetas en la vertical, para el talud de diseño 1/3, arroja una altura de 2,38m.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.10.4.- Cálculo estructural de la alternativa N°5.

El cálculo estructural es el mismo de la alternativa N°4, el que fue presentado en el punto N°3.3.9.

3.3.10.5.- Cubicación y valorización de la alternativa N°3.

3.3.10.5.1.- Cubicación.

La cubicación es la misma de la alternativa N°4.

3.3.10.5.2.- Valorización.

La valorización de los costos directo del poste y la loseta de hormigón armado son los mismos entregados en el capítulo N°3.3.9. En el cuadro N°3.3.10-2 se muestra el resumen para revestimiento de 1 borde con losetas de hormigón armado para alturas L2=2,0m y L2=2,5m

CUADRO N°3.3.10-2
RESUMEN DEL VALOR DE REVESTIMIENTO DE 1 BORDE CON LOSETA SIN REVESTIMIENTO DE LECHO, DE ALTURA INCLINADA

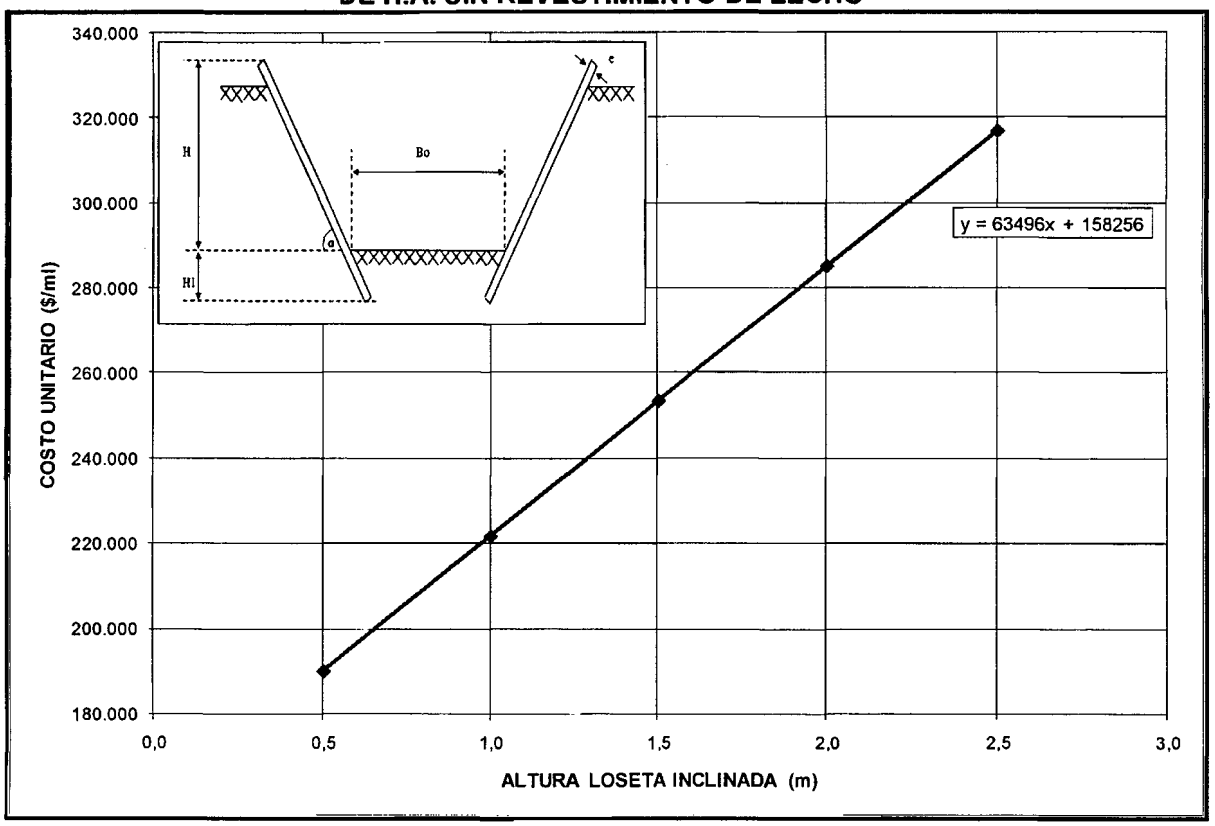
ÍTEM	CANT.	UNID.	COSTO ($)
CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE 1 BORDE DE CANAL CON LOSETAS PREFABRICADAS DE 0,5X1,0 m (L2 = 2,0m)	1	m	142.624
CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE 1 BORDE DE CANAL CON LOSETAS PREFABRICADAS DE 0,5X1,0 m (L2 = 2,5m)	1	m	158.498

Así el costo directo del revestimiento de ambos bordes con loseta de altura L2=2,0m, sin revestimiento de lecho, es de 2*142.624$/ml=285.248($/ml)

El costo directo del revestimiento de ambos bordes con loseta de altura L2=2,5m sin revestimiento de lecho es: 2*158.498=316.996($/ml)

El costo de otras alturas de loseta se entrega en el Gráfico N°3.3.10-2.

GRAFICO Nº3.3.10-2
COSTO UNITARIO ($/ml) vs ALTURA DE LOSETA INCLINADA (m)
ALTERNATIVA 5: REVESTIMIENTO DE AMBOS BORDES CON LOSETAS DE H.A. SIN REVESTIMIENTO DE LECHO



3.3.10.6.- Resumen de los valores calculados para la alternativa Nº5.

Los resultados del análisis de la presente alternativa se presentan en el siguiente cuadro resumen, en el cual se contienen las principales características y dimensiones de la alternativa en estudio, así como su valorización.

i.- Descripción de la alternativa: Revestimiento con losetas prefabricadas de hormigón armado sin revestimiento del lecho.

ii.- Caudal recuperable con la alternativa: 0,160(m^3/s)

iii.- Dimensiones principales: L=6.523m; k=1/3

iv.- Valorización: costo directo neto por metro lineal de revestimiento de ambos bordes

CUADRO N°3.3.10-3
RESUMEN DE COSTO DIRECTO DE LA ALTERNATIVA N°5

Altura Loseta Inclinada (m)	Longitud Revestimiento (m)	Costo Unitario ($/ml)	Costo Directo (mill. $)
0,50	0	190.004	0
1,00	0	221.752	0
1,50	1.363	253.500	346
2,00	4.735	285.248	1.351
2,50	425	316.996	135

Por lo tanto el costo directo total de la alternativa es: 1.831 $millones

3.3.11.- Análisis comparativo de las alternativas de revestimiento del canal Matriz Almahue.

En el cuadro N°3.3.11-1 siguiente se muestra los principales parámetros económicos calculados y en los capítulos anteriores para las 5 alternativas de revestimiento.

CUADRO N°3.3.11-1
CUADRO COMPARATIVO
ALTERNATIVAS DE REVESTIMIENTO - CANAL MATRIZ

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA	COSTO DIRECTO DE ALTERNATIVA Millones de $	(1) CAUDAL RECUPERADO ATRIBUIBLE AL REVESTIMIENTO l/s	RELACIÓN CAUDAL RECUPERADO / COSTO l/s / Millones de $
1	Revestimiento con canoa de hormigón armado.	3.348	730	0,22
2	Revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado sin revestimiento del lecho.	2.985	516	0,17
3	Revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado y con revestimiento del fondo con albañilería de piedras.	3.331	730	0,22
4	Revestimiento de ambos bordes con losetas prefabricadas de hormigón armado y revestimiento del lecho con albañilería de piedras.	2.315	730	**0,32**
5	Revestimiento con losetas prefabricadas de hormigón armado sin revestimiento del lecho.	1.831	160	0,09

Notas:
1.- El caudal recuperado corresponde a la infiltración que se evita en el canal Matriz atribuible al revestimiento, considerando un caudal entrante en bocatoma de 11,5(m^3/s).
2.- Se destaca en negrita la alternativa N°4 que presenta la mayor relación caudal recuperado v/s costo.

Para decidir sobre la conveniencia de revestir sólo el borde, o bien revestir el borde y además el fondo del canal, se debe considerar principalmente el valor incremental de la recuperación de agua, que asciende a 160 l/s, 516 l/s y 730 l/s.

Al suponer una tasa media de riego equivalente a 1 l/s/ha, o sea una superficie incremental de 160 ha, 516 ha y 730 ha y utilizando el ahorro de agua por ejemplo para riego de maíz, se tiene según el Cuadro N°2.4.4-54 contenido en el Estudio Agronómico, un beneficio neto de 0,45 $millón/ha/año. Así el beneficio incremental sería de 72 $millones/año, 232 $millones/año y de 329 $millones/año respectivamente. El beneficio acumulado y actualizado en un plazo de 30 años, considerando una tasa de descuento de i = 10% anual, sería de 683 $millones, 2.201 $millones y 3.114 $millones, respectivamente.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Para un cultivo de alta rentabilidad, como por ejemplo cítricos, se tiene según el Cuadro Nº2.4.4-54 del Estudio Agronómico un margen neto anual muy superior de 1,96 $millones/ha/año. Considerando en este caso una tasa de riego de 0,9 l/s, la superficie incremental con los 160 l/s, 516 l/s y 730 l/s recuperados sería de 178 ha, 573 ha y 811 ha respectivamente; así el margen anual sería 348 $millones/año, 1.124 $millones/año y 1.590 $millones/año. Finalmente el beneficio incremental acumulado y actualizado en un plazo de 30 años, considerando una tasa de descuento de i = 10% anual, sería de 3.303 $millones, 10.653 $millones y 15.071 $millones, respectivamente.

El resumen de los cálculos señalados se muestra en los cuadros Nº3.3.11-2 y Nº3.3.11-3.

CUADRO Nº3.3.11-2
RESUMEN COMPARATIVO DE BENEFICIOS ASOCIADOS AL REVESTIMIENTO
CANAL MATRIZ

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA	CAUDAL RECUPERADO POR REVESTIMIENTO l/s	BENEFICIO ACUMULADO y ACTUALIZADO EN 30 AÑOS ASOCIADO A INCORPORACIÓN AL RIEGO DE SECANOS	
			CASO DE CULTIVO DE MAÍZ Millones de $	CASO DE CULTIVO DE CÍTRICOS Millones de $
1	Revestimiento con canoa de hormigón armado.	730	3.114	15.071
2	Revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado sin revestimiento del lecho.	516	2.201	10.653
3	Revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado y con revestimiento del fondo con albañilería de piedras.	730	3.114	15.071
4	Revestimiento de ambos bordes con losetas prefabricadas de hormigón armado y revestimiento del lecho con albañilería de piedras.	730	3.114	15.071
5	Revestimiento con losetas prefabricadas de hormigón armado sin revestí-miento del lecho.	160	683	3.303

CUADRO Nº3.3.11-3
CUADRO COMPARATIVO ENTRE ALTERNATIVAS DE REVESTIMIENTO DE SOLO BORDES VERSUS BORDES Y FONDO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA	COSTO DIRECTO DE ALTERNATIVA Millones de $	INCORPORACIÓN DE SECANOS RELACIÓN BENEFICIO / COSTO		
			CON CULTIVO DE MAÍZ	CON CULTIVO DE CÍTRICOS	VALOR PROMEDIO
1	Revestimiento con canoa de hormigón armado.	3.348	0,93	4,50	2,72
2	Revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado sin revestimiento del lecho.	2.985	0,74	3,57	2,15
3	Revestimiento de ambos bordes con media canoa de hormigón armado y con revestimiento del fondo con albañilería de piedras.	3.331	0,93	4,52	2,73
4	Revestimiento de ambos bordes con losetas prefabricadas de hormigón armado y revestimiento del lecho con albañilería de piedras.	2.315	1,35	6,51	**3,93**
5	Revestimiento con losetas prefabricadas de hormigón armado sin revestimiento del lecho.	1.831	0,37	1,80	1,09

Notas: **1.-** La relación beneficio / costo se determina como el cociente entre el beneficio actualizado de 30 años de análisis, y el costo directo de cada alternativa. El beneficio de los cultivos es el presentado en el Cuadro Nº3.3.11-2. **2.-** En todas las alternativas resulta más rentable revestir los bordes conjuntamente con el fondo. **3.-** Se destaca en negrita la alternativa que presenta la mejor relación beneficio / costo.

Conclusiones:

Se concluye la conveniencia de la alternativa Nº 4 consistente en revestir los bordes con losetas y el fondo con albañilería de piedra, con una relación caudal recuperado / costo de 0,32 l/s / $ millones.

Comparativamente se tiene un beneficio superior si se reviste los 2 bordes y además el fondo, respecto de revestir sólo el fondo. En términos cuantitativos la inversión correspondiente a revestir el fondo produce un beneficio equivalente entre 0,93 y hasta 6,51 veces dicho monto, dependiendo si se evalúa el beneficio en términos del margen neto de un cultivo como es el maíz, o bien con frutales como son los cítricos.

3.3.12.- Materiales de refuerzo de bordes en canales derivados.

3.3.12.1.- Antecedentes preliminares

Los requerimientos de la Asociación en cuanto a refuerzo de bordes débiles filtrantes en canales en ladera de cerro se presentan resumidos en el Cuadro N°3.3.12-1. Este cuadro contiene los requerimientos citados en el Documento de Acuerdo del proyecto multiuso, cuyos antecedentes se presentaron en el Capítulo N°3.3.1.

CUADRO N°3.3.12-1
RESUMEN DE REFUERZOS DE BORDE FILTRANTE EN LADERA DE CERRO

OBRA N°	DERIVADO	KM	BORDE FILTRANTE	ALTURA DEL BORDE ACTUAL (m)	LONGITUD DEL TRAMO FILTRANTE (m)
25	San Luis-Caleuche	3,03	Izq.	1,75	200
26	San Luis-Caleuche	3,58	Izq.	1,55	200
27	San Luis-Caleuche	8,33	Izq.	1,55	300
28	San Luis-Caleuche	9,10	Izq.	1,55	500
30	Sta. Irene-El Salto	3,08	Der.	1,15	40
32	Sta. Irene-El Salto	8,38	Der.	1,45	20
33	Sta. Irene-El Salto	9,15	Der.	1,45	20
34	Sta. Irene-El Salto	9,21	Der.	1,45	20

Notas: la altura del borde actual se obtiene de los antecedentes topográficos.

El objetivo de este tipo de obra corresponde principalmente al mejoramiento de la seguridad de conducción en tramos muy puntuales ubicados en general en ladera de cerro, donde el borde se encuentra debilitado y filtrante.

El costo total de obras por concepto de este tipo de refuerzo corresponde a un valor entre el 5% y el 10% del presupuesto total del proyecto de rehabilitación, por tanto es comparativamente muy menor a la obra mayor del proyecto consistente en el mejoramiento del canal matriz.

Se analizan las siguientes dos alternativas de refuerzos del borde débil:

1. Alternativa **"A"**: refuerzo de borde débil en el lado del valle con media canoa de hormigón armado.

2. Alternativa **"B"**: refuerzo de borde débil en el lado del valle con albañilería de piedras.

Los 2 esquemas tipo usados para la comparación de las 2 alternativas de materiales analizadas, se presentan en las Figuras N°3.3.12-1 y N°3.3.12-2 siguientes. Se aclara que las alturas de muro resultantes de ambos casos son iguales, ya que por seguridad se adoptan los mismos parámetros de rugosidad n=0,030, porque las secciones pueden seguir comportándose básicamente como una sección no revestida de gran ancho basal. Las pendientes actuales se conservan, ya que deben respetarse los saques a riego.

FIGURA N°3.3.12-1
CROQUIS ESQUEMÁTICO DE REFUERZO DE BORDE DÉBIL Y FILTRANTE
ALTERNATIVA "A" - MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO

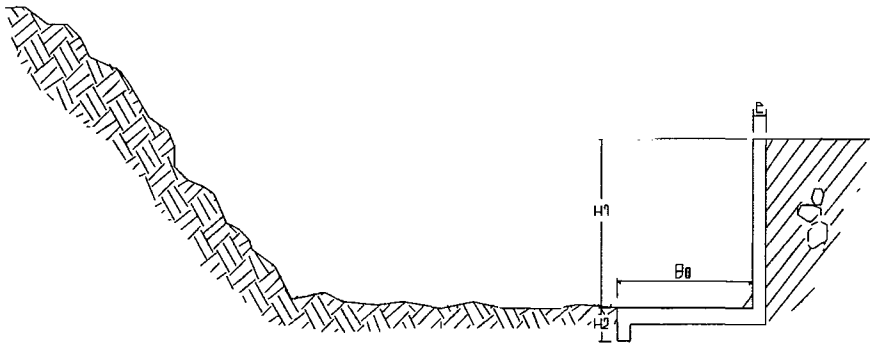
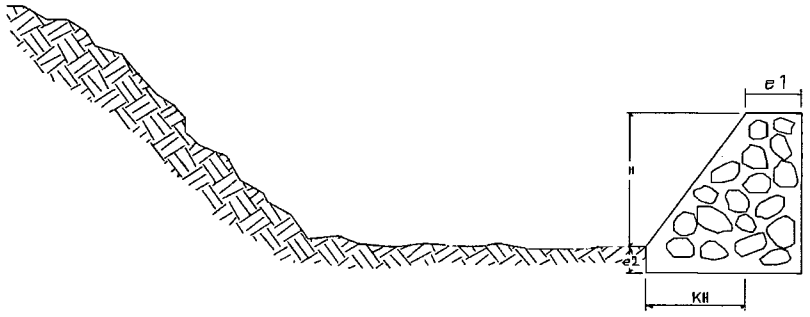


FIGURA N°3.3.12-2
CROQUIS ESQUEMÁTICO DE REFUERZO DE BORDE DÉBIL Y FILTRANTE
ALTERNATIVA "B" - ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS



Las etapas del análisis serán las siguientes:

i.- Cálculo hidráulico para la estimación de las alturas requeridas y adecuadas para el porteo de las aguas en los tramos en estudio. El diseño consulta además globalmente un movimiento de tierra que incluye entre otros el reperfilamiento menor a nivel de precio unitario, sin embargo la obra principal consiste en el revestimiento y por tanto el análisis se centra en dicho aspecto.

Se opta por un coeficiente de rugosidad único n=0,03 de canales en tierra para el cálculo del eje hidráulico, ya que la incidencia de un coeficiente ponderado menor, en la altura de agua, es de menos de 5 cm. Así se tiene un margen de seguridad, considerando que el canal se embanca en época de riego. Así mismo, se conserva prácticamente la misma pendiente y ancho actual del canal. Los revestimientos son en un solo lado del canal siguiendo la línea aproximada del borde actual.

ii.- Cálculo y verificación estructural de las alternativas requeridas.
iii.- Cubicación y valorización.
iv.- Análisis comparativo entre las alternativas y conclusión con la solución sugerida.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.12.2.- Cálculo hidráulico

3.3.12.2.1.- Cálculo hidráulico de Obra N°25 – Refuerzo de borde Km 3,00 al Km 3,23 derivado San Luis Caleuche. Sector Javier Marciel.

Según los estudios topográficos realizados para la obra N°25, Km. 3,00 al Km 3,23 del derivado San Luis – Caleuche, Canal Almahue, se tienen los antecedentes que se muestran en el Cuadro N°3.3.12-2.

CUADRO N°3.3.12-2
ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS OBRA N°25

Kilometraje (m)	B (m)	K (H:V)	Cota Borde Izquierdo (m)	Cota Borde Derecho (m)	Cota Fondo (m)
3000	3,73	1,29	144,52	144,52	143,87
3030	3,71	1,29	144,45	144,45	143,80
3045	3,52	0,86	144,42	144,42	143,65
3182	3,47	1,74	145,48	144,35	143,75
3230	1,68	14,75	145,09	144,27	143,57

Para el cálculo del eje hidráulico se dividieron los 0,23 km del levantamiento realizado en el Derivado San Luis – Caleuche, en 4 tramos con características homogéneas. Dichos tramos no presentan singularidades.

Se calcularon 2 casos, considerando que en los derivados hay cierta variación de caudal motivado por su operación interna. El primer caso fue con el caudal de diseño en bocatoma Qbt=11,5 (m^3/s), y un segundo caso de verificación fue para el Qbt=14 (m^3/s). Se requirió iterar en los tramos para determinar adecuadamente el perfil hidráulico, estando vinculados en el sentido desde aguas abajo hacia aguas arriba. El cálculo del eje hidráulico se acompaña en Anexo N°3.3.12-A cuyos resultados se presentan en los Gráficos N°3.3.12-1 y N°3.3.12-2, que son válidos para ambas alternativas.

Las revanchas se determinaron calculando primero una altura equivalente al 15% de las alturas de agua resultantes del eje hidráulico. El máximo valor de las alturas normales es 0,96m, que arroja una altura equivalente de 0,14m. Por razones de seguridad se adopta una revancha de 0,20m. El eje hidráulico se calcula considerando un caudal en bocatoma de Qbt=11,5 (m^3/s), al que le corresponde un caudal en el tramo Qo=3,00 (m^3/s),

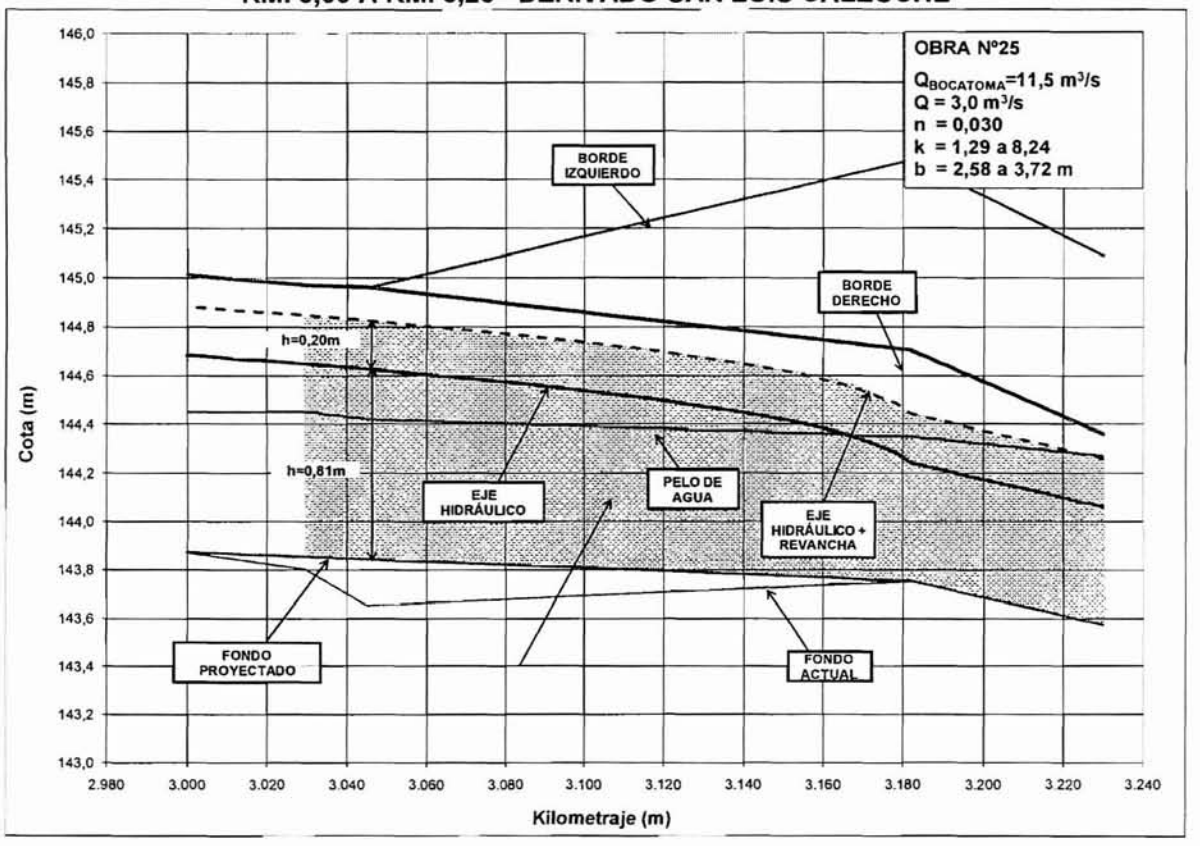
Se verificó la revancha para un caudal en bocatoma de Qbt=14 (m^3/s), que corresponde a un caudal en el tramo Qo=3,65 (m^3/s). El máximo valor de las alturas normales es 1,07m, que arroja una altura equivalente de 0,16m. Por razones de seguridad se adopta una revancha de 0,20m. En los gráficos se señalan las alturas de aguas y la revancha.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº3.3.12-3
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO
OBRA Nº25 CASO Qbt=11,5 (m³/s)
KM. 3,00 A KM. 3,23 - DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE

Tramo de E-H	Kilometraje Inicial (m)	Kilometraje final (m)	h aguas (m)	h aguas + revancha (m)	H revest. sugerida (m)
1	3.182	3.230	0,49	0,69	0,70
2	3.045	3.182	0,78	0,98	1,00
3	3.030	3.045	0,79	0,99	1,00
4	3.000	3.030	0,81	1,01	1,10

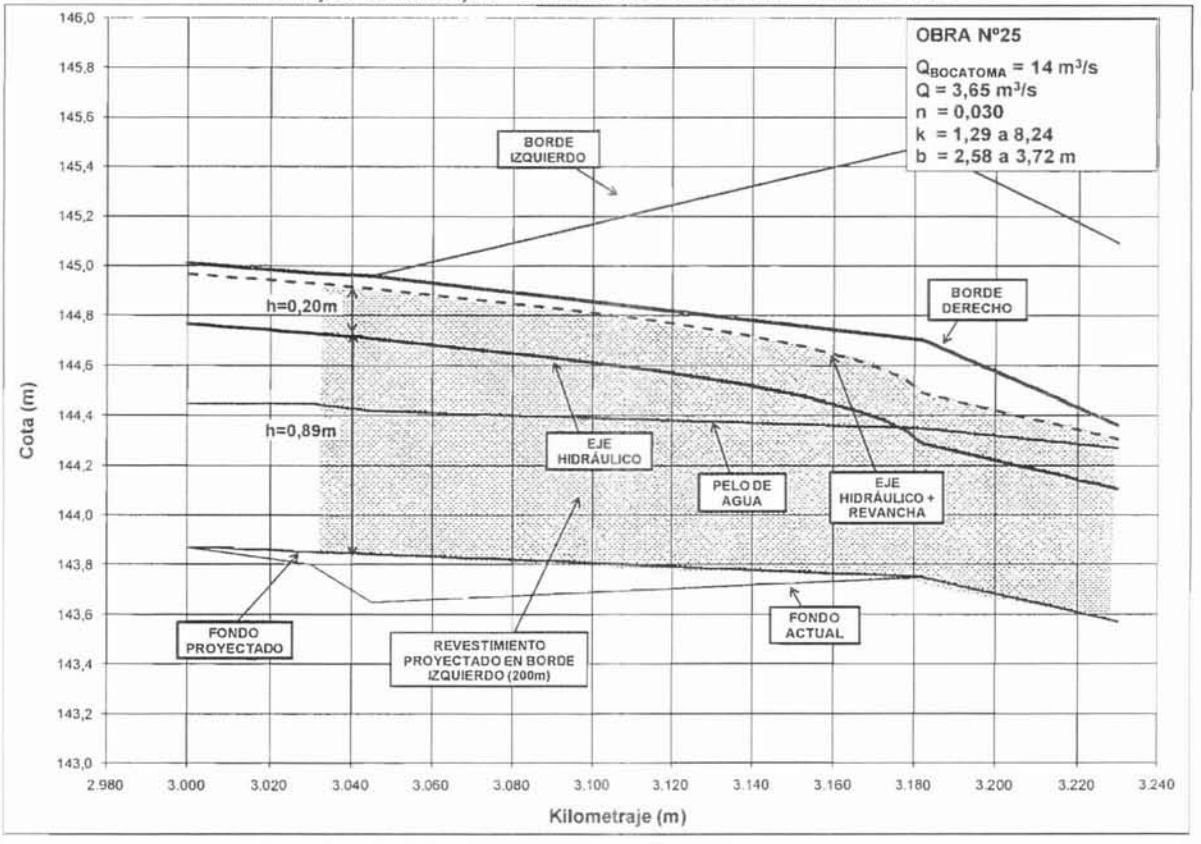
GRAFICO Nº3.3.12-1
EJE HIDRÁULICO OBRA Nº25, CASO Qbt=11,5 (m³/s)
KM. 3,00 A KM. 3,23 - DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE



CUADRO N°3.3.12-4
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO OBRA N°25 CASO Qbt=14 (m³/s) KM. 3,0 A KM. 3,208 - DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE

Tramo de E-H	Kilometraje Inicial (m)	Kilometraje final (m)	h aguas (m)	h aguas + revancha (m)	H revest. sugerida (m)
1	3.182	3.230	0,54	0,74	0,75
2	3.045	3.182	0,86	1,06	1,10
3	3.030	3.045	0,88	1,08	1,10
4	3.000	3.030	0,89	1,09	1,10

GRAFICO N°3.3.12-2
EJE HIDRÁULICO OBRA N°25, CASO Qbt=14 (m³/s) KM. 3,00 A KM. 3,23 - DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE



A modo de comentarios y discusión de los resultados del eje hidráulico de la obra Nº25 en el Derivado San Luis – Caleuche, Canal Almahue se señala lo siguiente:

De la revisión del cálculo del eje hidráulico se concluye que la altura de aguas máxima mas revancha de 0,20m, para el caso Qbt=11,5 (m^3/s), es de 1,01m. En el caso con Qbt=14 (m^3/s), con una revancha considerada de 0,20m, se tiene un valor máximo de 1,10m.

Se adopta, por lo tanto, una altura de muro de 1,2 m.

El cálculo del eje hidráulico fue desarrollado para temporada de riego, por lo que no se consideró aportes a lo largo del canal derivado.

3.3.12.2.2.- Cálculo hidráulico de obra Nº26. Refuerzo de borde Km 3,58 al Km 3,78 derivado San Luis Caleuche. Sector Caleuche.

Según los estudios topográficos realizados para la obra Nº 26, Km. 3,58 al Km 3,80 del derivado San Luis – Caleuche, Canal Almahue, se tienen los antecedentes que se muestran en el Cuadro Nº3.3.12-5.

CUADRO Nº3.3.12-5
ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS OBRA Nº26

Kilometraje (m)	B (m)	K (H:V)	Cota Borde Izquierdo (m)	Cota Borde Derecho (m)	Cota Fondo (m)
3580	5,2	1,76	144,52	145,47	143,39
3700	4,21	0,96	144,73	144,79	143,50
3800	6,06	2,62	144,39	144,69	143,33

Para el cálculo del eje hidráulico se dividieron los 0,18 km del levantamiento realizado en el Derivado San Luis – Caleuche, en 2 tramos con características homogéneas. Dichos tramos no presentan singularidades.

Se calcularon 2 casos, considerando que en los derivados hay cierta variación de caudal motivado por su operación interna. El primer caso fue con el caudal de diseño en bocatoma Qbt=11,5 (m^3/s), y un segundo caso de verificación fue para el Qbt=14 (m^3/s). Se requirió iterar en los tramos para determinar adecuadamente el perfil hidráulico, estando vinculados en el sentido desde aguas abajo hacia aguas arriba. El cálculo del eje hidráulico se acompaña en Anexo Nº3.3.12-B cuyos resultados se presentan en los Gráficos Nº3.3.12-3 y Nº3.3.12-4.

Las revanchas se determinaron calculando primero una altura equivalente al 15% de las alturas de agua resultantes del eje hidráulico. El máximo valor de las alturas normales es 0,99m, que arroja una altura equivalente de 0,15m. Por razones de seguridad se adopta una revancha de 0,20m. El eje hidráulico se calcula considerando un caudal en bocatoma de Qbt=11,5(m^3/s), al que le corresponde un caudal en el tramo Qo=3,00 (m^3/s),

Se verificó la revancha para un caudal en bocatoma de Qbt=14 (m^3/s), que corresponde a un caudal en el tramo Qo=3,65 (m^3/s). El máximo valor de las alturas normales es 1,11m,

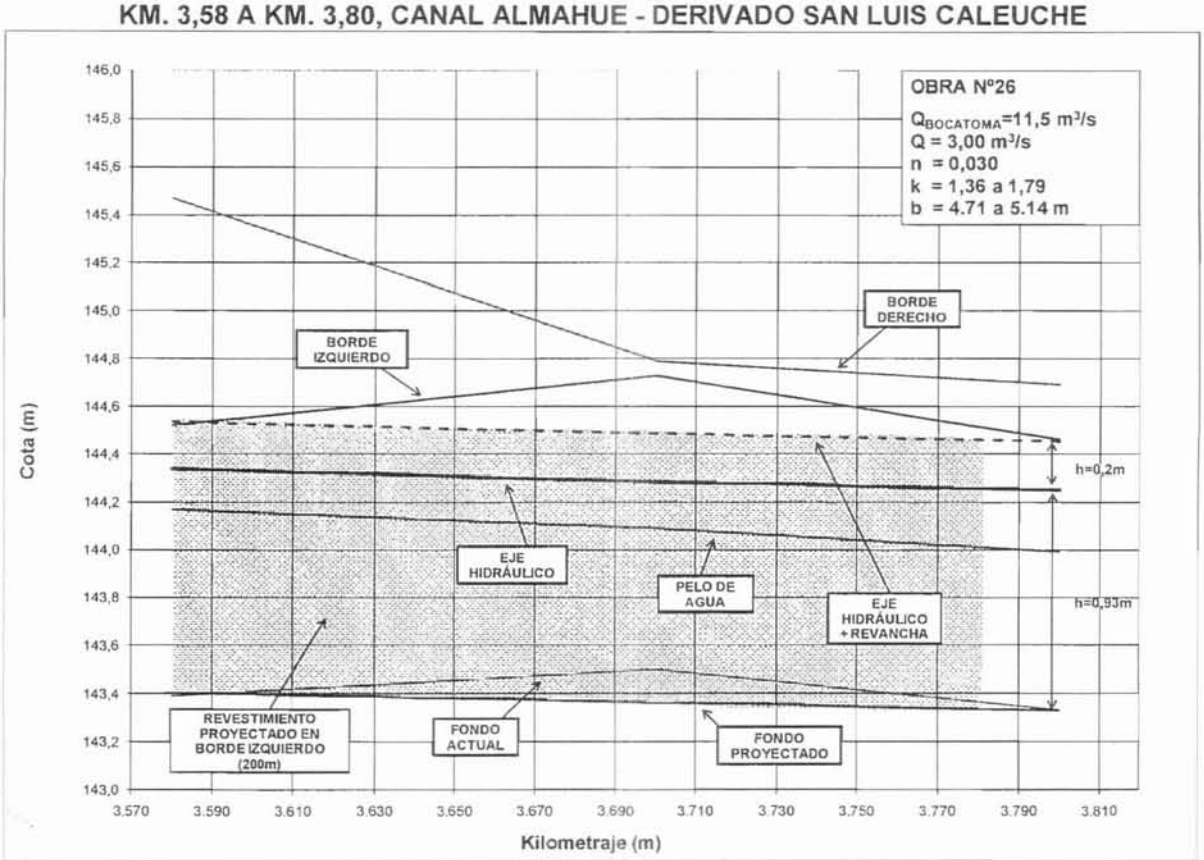
que arroja una altura equivalente de 0,17m. Por razones de seguridad se adopta una revancha de 0,20m.

En los gráficos se señalan las alturas de aguas y las revanchas respectivas.

CUADRO N°3.3.12-6
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO
OBRA N°26 CASO Qbt=11,5 (m³/s)
KM. 3,58 A KM. 3,80 - DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE

Tramo de E-H	Kilometraje Inicial (m)	Kilometraje final (m)	h aguas (m)	h aguas + revancha (m)	H revest. sugerida (m)
1	3.700	3.800	0,92	1,12	1,15
2	3.580	3.700	0,93	1,13	1,15

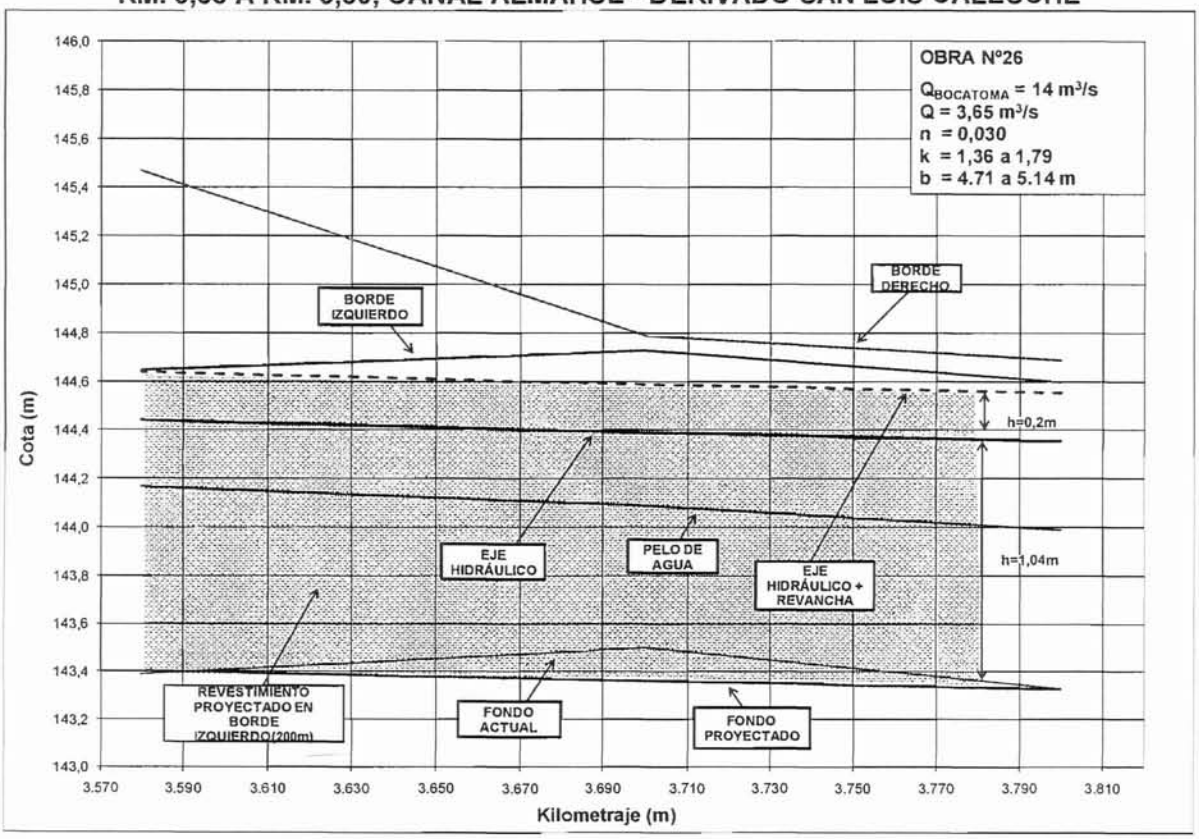
GRAFICO N°3.3.12-3
EJE HIDRÁULICO OBRA N°26, CASO Qbt=11,5 (m³/s)
KM. 3,58 A KM. 3,80, CANAL ALMAHUE - DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE



CUADRO N°3.3.12-7
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO
OBRA N°26 CASO Qbt=14 (m³/s)
KM. 3,58 A KM. 3,80 - DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE

Tramo de E-H	Kilometraje Inicial (m)	Kilometraje final (m)	h aguas (m)	h aguas + revancha (m)	H revest. sugerida (m)
1	3.700	3.800	1,03	1,23	1,25
2	3.580	3.700	1,04	1,24	1,25

GRAFICO N°3.3.12-4
EJE HIDRÁULICO OBRA N°26, CASO Qbt=14 (m³/s)
KM. 3,58 A KM. 3,80, CANAL ALMAHUE - DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE



A modo de comentarios y discusión de los resultados del eje hidráulico en la obra N°26 en el Derivado San Luis – Caleuche, Canal Almahue se señala lo siguiente:

De la revisión del cálculo del eje hidráulico se concluye que la altura de aguas máxima mas revancha de 0,20m, para el caso Qbt=11,5 (m³/s), es de 1,13m. En el caso con Qbt=14 (m³/s), con una revancha considerada de 0,20m, se tiene un valor máximo de 1,24m.

Se adopta, por lo tanto, una altura de muro de 1,25 m.

El cálculo del eje hidráulico fue desarrollado para temporada de riego, por lo que no se consideró aportes a lo largo del canal derivado.

3.3.12.2.3.- Cálculo hidráulico de obra Nº27. Refuerzo de borde Km 8,33 al Km 8,63 derivado San Luis Caleuche. Sector San Lucas.

Según los estudios topográficos realizados en la obra Nº27, Km. 8,33 al Km 8,65 del derivado San Luis – Caleuche, Canal Almahue, se tienen los antecedentes que se muestran en el Cuadro Nº3.3.12-8.

CUADRO Nº3.3.12-8
ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS OBRA Nº27

Kilometraje (m)	B (m)	K (H:V)	Cota Borde Izquierdo (m)	Cota Borde Derecho (m)	Cota Fondo (m)
8330	0,8	2,69	139,58	139,76	138,07
8450	2,57	2,41	139,51	139,60	137,57
8550	2,1	1,71	139,41	139,23	137,55
8650	2,34	1,03	139,16	139,11	137,44

Para el cálculo del eje hidráulico se dividieron los 0,3 km del levantamiento realizado en el Derivado San Luis – Caleuche, en 3 tramos con características homogéneas. Dichos tramos no presentan singularidades.

Se calcularon 2 casos, considerando que en los derivados hay cierta variación de caudal motivado por su operación interna. El primer caso fue con el caudal de diseño en bocatoma Qbt=11,5 (m^3/s), y un segundo caso de verificación fue para el Qbt=14 (m^3/s). Se requirió iterar en los tramos para determinar adecuadamente el perfil hidráulico, estando vinculados en el sentido desde aguas abajo hacia aguas arriba. El cálculo del eje hidráulico se acompaña en Anexo Nº3.3.12-C cuyos resultados se presentan en los Gráficos Nº3.3.12-5 y Nº3.3.12-6.

Las revanchas se determinaron calculando primero una altura equivalente al 15% de las alturas de agua resultantes del eje hidráulico. El máximo valor de las alturas normales es 1,34m, que arroja una altura equivalente de 0,201m. Por razones de seguridad se adopta una revancha de 0,25m. El eje hidráulico se calcula considerando un caudal en bocatoma de Qbt=11,5(m^3/s), al que le corresponde un caudal en el tramo Qo=2,78 (m^3/s),

Se verificó la revancha para un caudal en bocatoma de Qbt=14 (m^3/s), que corresponde a un caudal en el tramo Qo=3,39 (m^3/s). El máximo valor de las alturas normales es 1,47m, que arroja una altura equivalente de 0,22m. Por razones de seguridad se adopta una revancha de 0,25m.

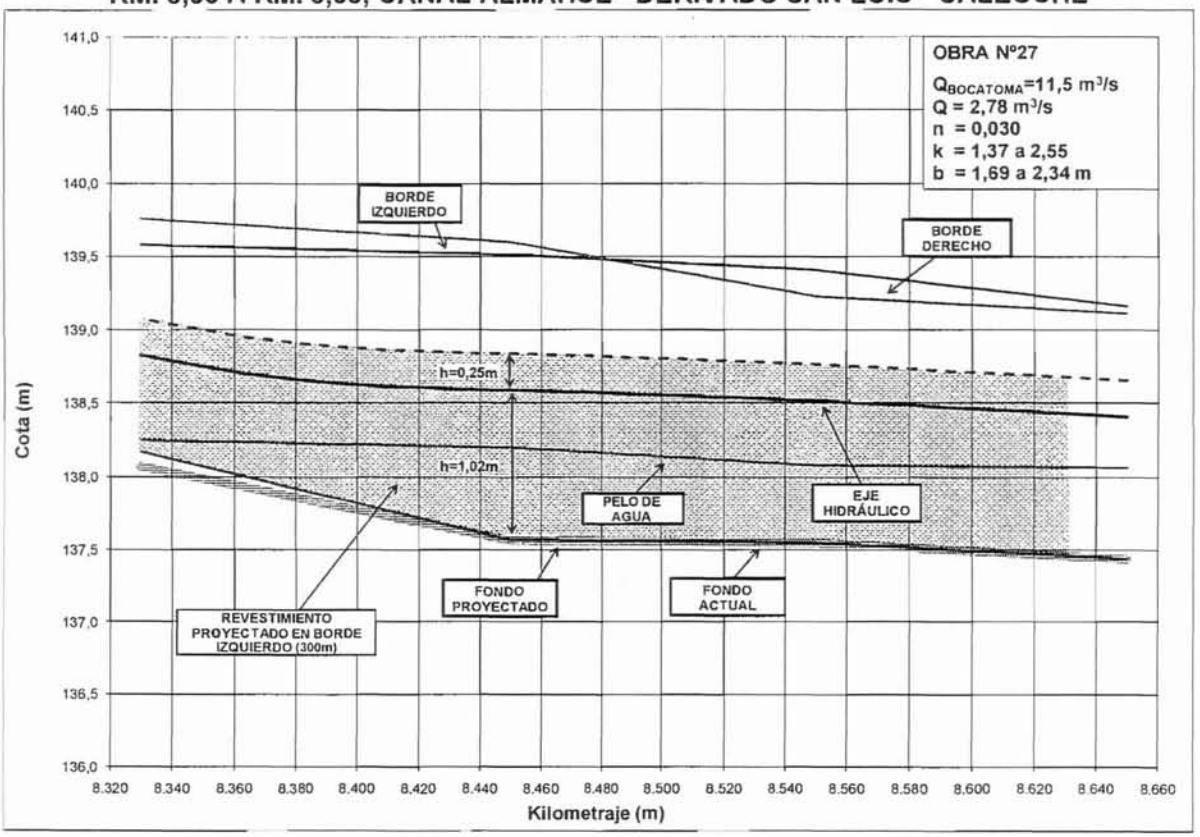
En los gráficos se señalan las alturas de aguas y las revanchas respectivas.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº3.3.12-9
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO OBRA Nº27 CASO Qbt=11,5 (m³/s) KM. 8,33 A KM. 8,65 - DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE

Tramo de E-H	Kilometraje Inicial (m)	Kilometraje final (m)	h aguas (m)	h aguas + revancha (m)	H revest. sugerida (m)
1	8.550	8.650	0,97	1,22	1,25
2	8.450	8.550	1,02	1,27	1,30
3	8.330	8.450	1,02	1,27	1,30

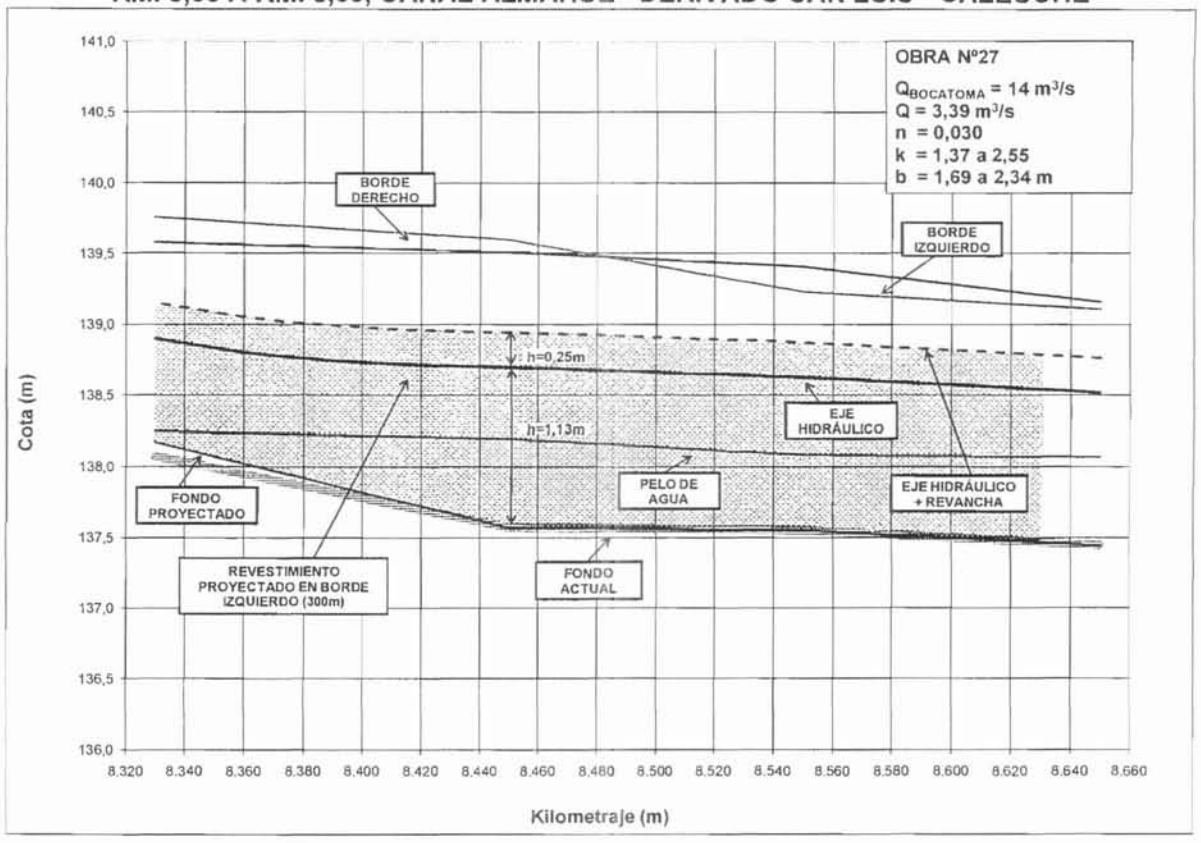
GRAFICO Nº3.3.12-5
EJE HIDRÁULICO OBRA Nº27, CASO Qbt=11,5 (m³/s) KM. 8,33 A KM. 8,65, CANAL ALMAHUE - DERIVADO SAN LUIS - CALEUCHE



CUADRO Nº3.3.12-10
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO
OBRA Nº27 CASO Qbt=14 (m³/s)
KM. 8,33 A KM. 8,65 - DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE

Tramo de E-H	Kilometraje Inicial (m)	Kilometraje final (m)	h aguas (m)	h aguas + revancha (m)	H revest. sugerida (m)
1	8.550	8.650	1,08	1,33	1,35
2	8.450	8.550	1,13	1,38	1,40
3	8.330	8.450	1,13	1,38	1,40

GRAFICO Nº3.3.12-6
EJE HIDRÁULICO OBRA Nº27, CASO Qbt=14 (m³/s)
KM. 8,33 A KM. 8,65, CANAL ALMAHUE - DERIVADO SAN LUIS - CALEUCHE



A modo de comentarios y discusión de los resultados del eje hidráulico en la obra Nº27 en el Derivado San Luis – Caleuche, Canal Almahue se señala lo siguiente:

De la revisión del cálculo del eje hidráulico se concluye que la altura de aguas máxima mas revancha de 0,25m, para el caso Qbt=11,5 (m^3/s), es de 1,27m. En el caso con Qbt=14 (m^3/s), con una revancha considerada de 0,25m, se tiene un valor máximo de 1,38m.

Se adopta, por lo tanto, una altura de muro de 1,40 m.

El cálculo del eje hidráulico fue desarrollado para temporada de riego, por lo que no se consideró aportes a lo largo del canal derivado.

3.3.12.2.4.- Cálculo hidráulico de obra Nº28. Refuerzo de borde Km 9,10 al Km 9,60 derivado San Luis Caleuche – Sector Población El Cerro.

Según los estudios topográficos realizados en la obra Nº28, Km. 9,10 al Km 9,60 del derivado San Luis – Caleuche, Canal Almahue, se tienen los antecedentes que se muestran en el Cuadro Nº3.3.12-11.

CUADRO Nº3.3.12-11
ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS OBRA Nº28

Kilometraje (m)	B (m)	K (H:V)	Cota Borde Izquierdo (m)	Cota Borde Derecho (m)	Cota Fondo (m)
9100	2,83	3,53	138,38	138,33	136,83
9263	2,26	0,73	137,88	137,78	136,83
9300	2,72	2,26	138,66	138,60	136,80
9400	2,76	1,65	138,58	138,57	136,67
9600	1,65	3,09	138,22	138,22	136,82

Para el cálculo del eje hidráulico se dividieron los 0,39 km del levantamiento realizado en el Derivado San Luis – Caleuche, en 3 tramos con características homogéneas. Dichos tramos no presentan singularidades.

Se calcularon 2 casos, considerando que en los derivados hay cierta variación de caudal motivado por su operación interna. El primer caso fue con el caudal de diseño en bocatoma Qbt=11,5 (m^3/s), y un segundo caso de verificación fue para el Qbt=14 (m^3/s). Se requirió iterar en los tramos para determinar adecuadamente el perfil hidráulico, estando vinculados en el sentido desde aguas abajo hacia aguas arriba. El cálculo del eje hidráulico se acompaña en Anexo Nº3.3.12-D cuyos resultados se presentan en los Gráficos Nº3.3.12-7 y Nº3.3.12-8.

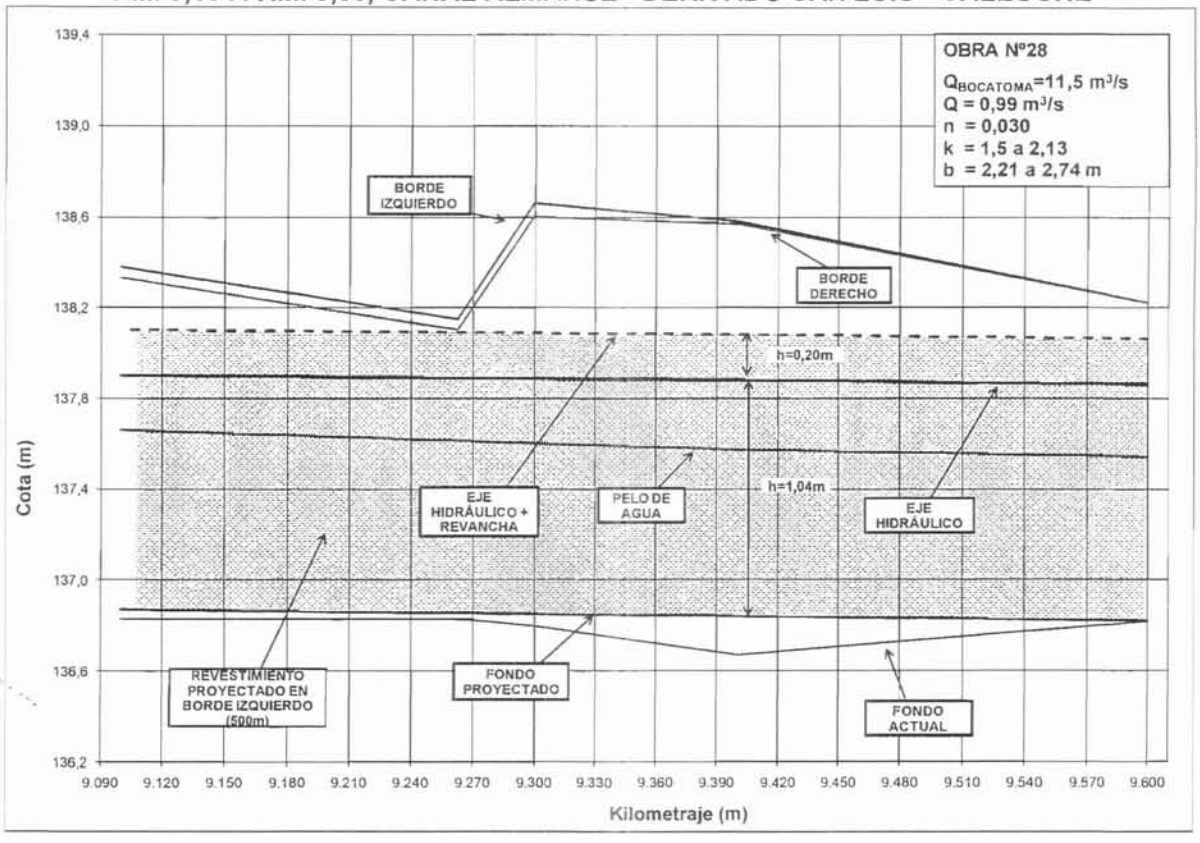
Las revanchas se determinaron calculando primero una altura equivalente al 15% de las alturas de agua resultantes del eje hidráulico. El máximo valor de las alturas normales es 1,04m, que arroja una altura equivalente de 0,16m. Por razones de seguridad se adopta una revancha de 0,20m. El eje hidráulico se calcula considerando un caudal en bocatoma de Qbt=11,5(m^3/s), al que le corresponde un caudal en el tramo Qo=0,99 (m^3/s),

Se verificó la revancha para un caudal en bocatoma de Qbt=14 (m³/s), que corresponde a un caudal en el tramo Qo=1,21 (m³/s). El máximo valor de las alturas normales es 1,16m, que arroja una altura equivalente de 0,17m. Por razones de seguridad se adopta una revancha de 0,20m. En los gráficos se señalan las alturas de aguas y las revanchas respectivas.

CUADRO N°3.3.12-12
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO
OBRA N°28 CASO Qbt=11,5 (m³/s)
KM. 9,10 A KM. 9,60 - DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE

Tramo de E-H	Kilometraje Inicial (m)	Kilometraje final (m)	h aguas (m)	h aguas + revancha (m)	H revest. sugerida (m)
1	9.400	9.600	1,04	1,24	1,25
2	9.300	9.400	1,04	1,24	1,25
3	9.263	9.300	1,04	1,24	1,25
4	9.100	9.263	1,04	1,24	1,25

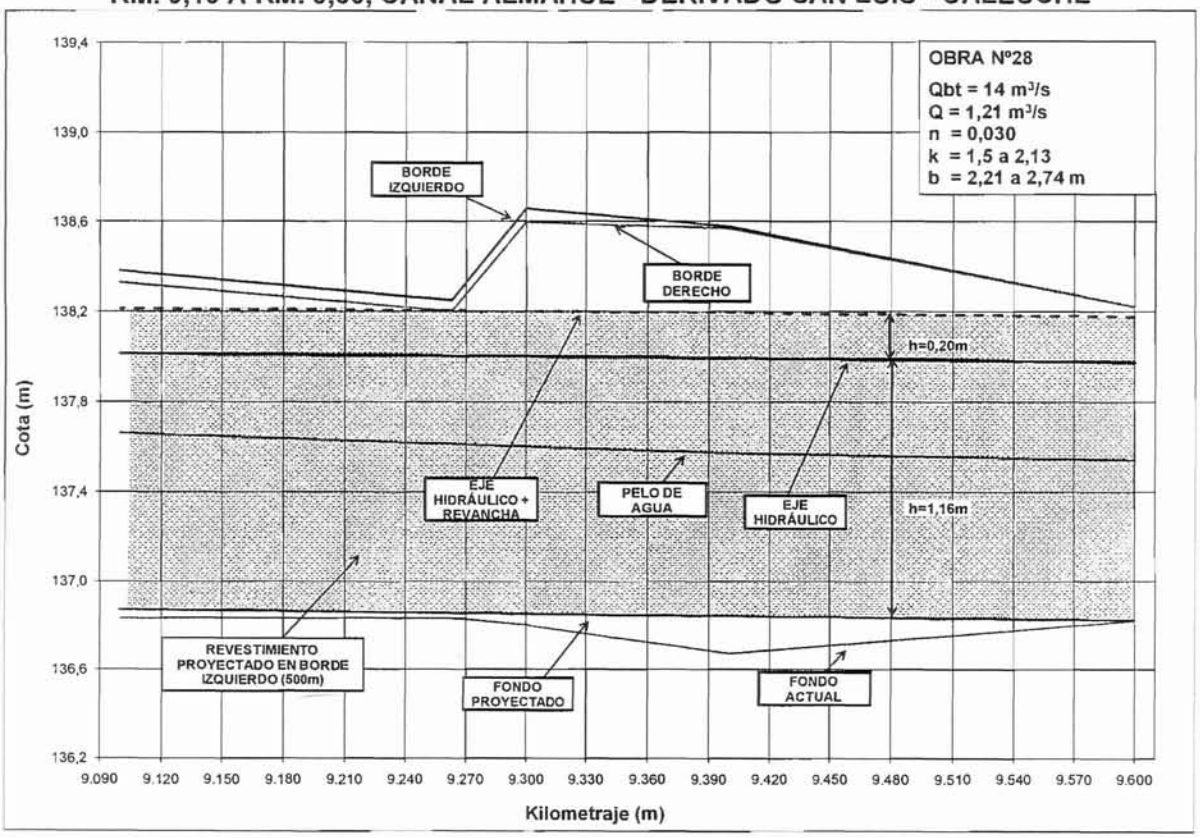
GRAFICO N°3.3.12-7
EJE HIDRÁULICO OBRA N°28, CASO Qbt=11,5 (m³/s)
KM. 9,10 A KM. 9,60, CANAL ALMAHUE - DERIVADO SAN LUIS - CALEUCHE



CUADRO Nº3.3.12-13
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO
OBRA Nº28 CASO Qbt=14 (m³/s)
KM. 9,10 A KM. 9,60 - DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE

Tramo de E-H	Kilometraje Inicial (m)	Kilometraje final (m)	h aguas (m)	h aguas + revancha (m)	H revest. sugerida (m)
1	9.400	9.600	1,16	1,36	1,40
2	9.300	9.400	1,16	1,36	1,40
3	9.263	9.300	1,15	1,35	1,40
4	9.100	9.263	1,15	1,35	1,40

GRAFICO Nº3.3.12-8
EJE HIDRÁULICO OBRA Nº28, CASO Qbt=14 (m³/s)
KM. 9,10 A KM. 9,60, CANAL ALMAHUE - DERIVADO SAN LUIS - CALEUCHE



A modo de comentarios y discusión de los resultados del eje hidráulico en la obra Nº28 en el Derivado San Luis – Caleuche, Canal Almahue se señala lo siguiente:

De la revisión del cálculo del eje hidráulico se concluye que la altura de aguas máxima mas revancha de 0,20m, para el caso Qbt=11,5 (m³/s), es de 1,24m. En el caso con Qbt=14 (m³/s), con una revancha considerada de 0,20m, se tiene un valor máximo de 1,40m.

Se adopta, por lo tanto, una altura de muro de 1,40 m.

El cálculo del eje hidráulico fue desarrollado para temporada de riego, por lo que no se consideró aportes a lo largo del canal derivado.

3.3.12.2.5.- Cálculo hidráulico de obra N°30. Refuerzo de borde Km 3,08 al Km 3,12 derivado El Salto – Santa Irene. Sector Samuel Cornejo.

Según los estudios topográficos realizados para la obra N°30, Km. 3,080 al Km 3,120 del derivado Santa Irene – El Salto, Canal Almahue, se tienen los antecedentes que se muestran en el Cuadro N°3.3.12-14.

CUADRO N°3.3.12-14
ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS OBRA N°30

Kilometraje (m)	B (m)	K (H:V)	Cota Borde Izquierdo (m)	Cota Borde Derecho (m)	Cota Fondo (m)
3080	4,81	1,87	158,84	158,66	157,06
3104	4,13	0,91	158,33	158,09	157,07
3120	2,38	0,90	158,38	157,72	156,74

Para el cálculo del eje hidráulico se dividieron los 0,4 km del levantamiento realizado en el Derivado San Luis – Caleuche, en 2 tramos con características homogéneas. Dichos tramos no presentan singularidades.

Se calcularon 2 casos, considerando que en los derivados hay cierta variación de caudal motivado por su operación interna. El primer caso fue con el caudal de diseño en bocatoma Qbt=11,5 (m^3/s), y un segundo caso de verificación fue para el Qbt=14 (m^3/s). Se requirió iterar en los tramos para determinar adecuadamente el perfil hidráulico, estando vinculados en el sentido desde aguas abajo hacia aguas arriba. El cálculo del eje hidráulico se acompaña en Anexo N°3.3.12-E cuyos resultados se presentan en los Gráficos N°3.3.12-9 y N°3.3.12-10.

Las revanchas se determinaron calculando primero una altura equivalente al 15% de las alturas de agua resultantes del eje hidráulico. El máximo valor de las alturas normales es 0,43m, que arroja una altura equivalente de 0,065m. Por razones de seguridad se adopta una revancha de 0,20m. El eje hidráulico se calcula considerando un caudal en bocatoma de Qbt=11,5(m^3/s), al que le corresponde un caudal en el tramo Qo=2,31 (m^3/s),

Se verificó la revancha para un caudal en bocatoma de Qbt=14 (m^3/s), que corresponde a un caudal en el tramo Qo=2,81 (m^3/s). El máximo valor de las alturas normales es 0,48m, que arroja una altura equivalente de 0,072m. Por razones de seguridad se adopta una revancha de 0,20m.

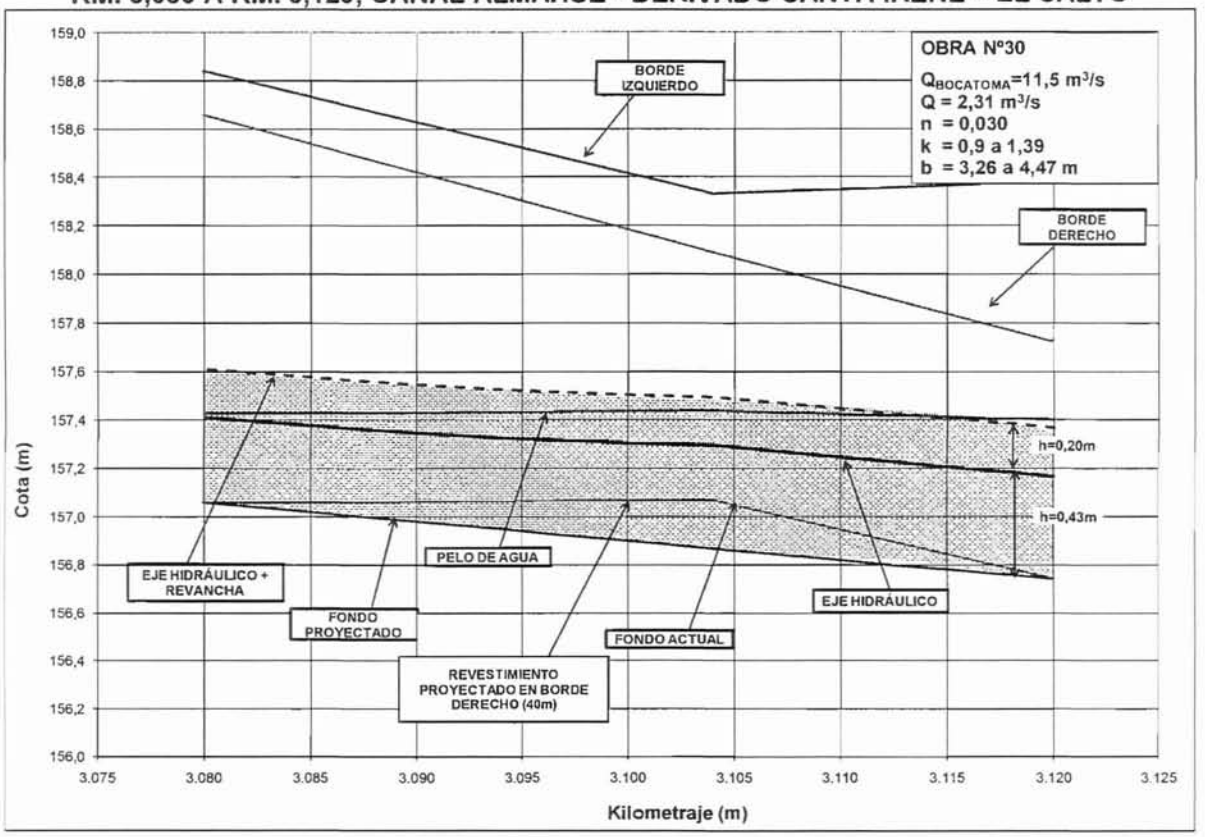
En los gráficos se señalan las alturas de aguas y las revanchas respectivas.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.3.12-15
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO OBRA N°30 CASO Qbt=11,5 (m³/s) KM. 3,080 A KM. 3,120 - DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO

Tramo de E-H	Kilometraje Inicial (m)	Kilometraje final (m)	h aguas (m)	h aguas + revancha (m)	H revest. sugerida (m)
1	3.104	3.120	0,43	0,63	0,65
2	3.080	3.104	0,43	0,63	0,65

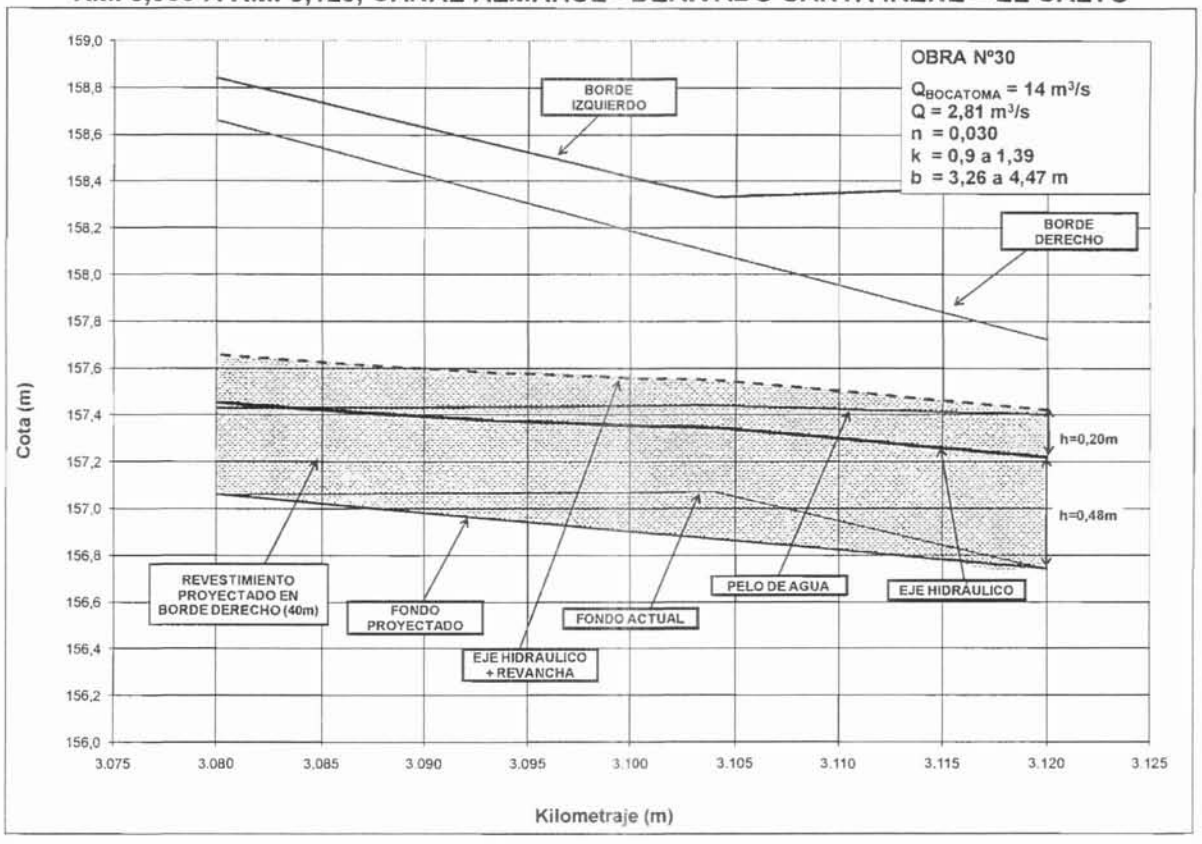
GRAFICO N°3.3.12-9
EJE HIDRÁULICO OBRA N°30, CASO Qbt=11,5 (m³/s) KM. 3,080 A KM. 3,120, CANAL ALMAHUE - DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO



CUADRO N°3.3.12-16
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO
OBRA N°30 CASO Qbt=14 (m³/s)
KM. 3,080 A KM. 3,120 - DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO

Tramo de E-H	Kilometraje Inicial (m)	Kilometraje final (m)	h aguas (m)	h aguas + revancha (m)	H revest. sugerida (m)
1	3.104	3.120	0,48	0,68	0,70
2	3.080	3.104	0,48	0,68	0,70

GRAFICO N°3.3.12-10
EJE HIDRÁULICO OBRA N°30, CASO Qbt=14 (m³/s)
KM. 3,080 A KM. 3,120, CANAL ALMAHUE - DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO



A modo de comentarios y discusión de los resultados del eje hidráulico en la obra Nº30 en el Derivado Santa Irene – El Salto, Canal Almahue se señala lo siguiente:

De la revisión del cálculo del eje hidráulico se concluye que la altura de aguas máxima mas revancha de 0,20m, para el caso Qbt=11,5 (m^3/s), es de 0,63m. En el caso con Qbt=14 (m^3/s), con una revancha considerada de 0,20m, se tiene un valor máximo de 0,68m.

Se adopta, por lo tanto, una altura de muro de 0,70 m.

El cálculo del eje hidráulico fue desarrollado para temporada de riego, por lo que no se consideró aportes a lo largo del canal derivado.

3.3.12.2.6.- Cálculo hidráulico de obra Nº32. Refuerzo de borde Km 8,38 derivado El Salto – Santa Irene. Sector Orlando Fredes.

Según los estudios topográficos realizados para la obra Nº32, Km. 8,38 al Km 8,4 del derivado Santa Irene – El Salto, Canal Almahue, se tienen los antecedentes que se muestran en el Cuadro Nº3.3.12-17.

CUADRO Nº3.3.12-17
ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS OBRA Nº32

Kilometraje (m)	B (m)	K (H:V)	Cota Borde Izquierdo (m)	Cota Borde Derecho (m)	Cota Fondo (m)
8350	1,74	0,624	152,00	151,39	150,62
8400	1,74	0,963	152,95	152,27	150,56
8450	1,74	0,966	152,20	151,69	150,55

Para el cálculo del eje hidráulico se dividieron los 0,1 km del levantamiento realizado en el Derivado San Luis – Caleuche, en 2 tramos con características homogéneas. Dichos tramos no presentan singularidades.

Se calcularon 2 casos, considerando que en los derivados hay cierta variación de caudal motivado por su operación interna. El primer caso fue con el caudal de diseño en bocatoma Qbt=11,5 (m^3/s), y un segundo caso de verificación fue para el Qbt=14 (m^3/s). Se requirió iterar en los tramos para determinar adecuadamente el perfil hidráulico, estando vinculados en el sentido desde aguas abajo hacia aguas arriba. El cálculo del eje hidráulico se acompaña en Anexo Nº3.3.12-F cuyos resultados se presentan en los Gráficos Nº3.3.12-11 y Nº3.3.12-12.

Las revanchas se determinaron calculando primero una altura equivalente al 15% de las alturas de agua resultantes del eje hidráulico. El máximo valor de las alturas normales es 1,22m, que arroja una altura equivalente de 0,18m. Por razones de seguridad se adopta una revancha de 0,20m. El eje hidráulico se calcula considerando un caudal en bocatoma de Qbt=11,5(m^3/s), al que le corresponde un caudal en el tramo Qo=1,33 (m^3/s),

Se verificó la revancha para un caudal en bocatoma de Qbt=14 (m^3/s), que corresponde a un caudal en el tramo Qo=1,62 (m^3/s). El máximo valor de las alturas normales es 1,36m,

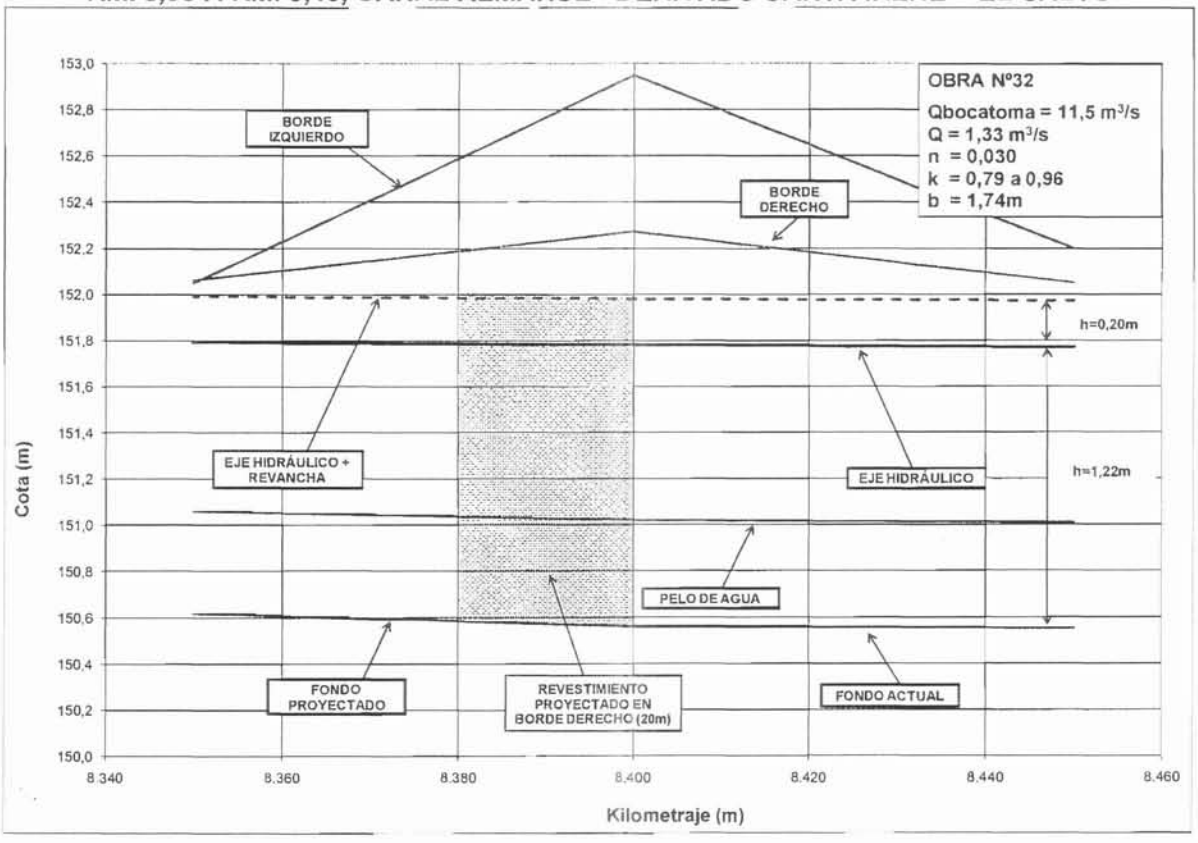
que arroja una altura equivalente de 0,20m. Por razones de seguridad se adopta una revancha de 0,25m.

En los gráficos se señalan las alturas de aguas y las revanchas respectivas.

CUADRO N°3.3.12-18
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO
OBRA N°32 CASO Qbt=11,5 (m³/s)
KM. 8,35 A KM. 8,45 - DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO

Tramo de E-H	Kilometraje Inicial (m)	Kilometraje final (m)	h aguas (m)	h aguas + revancha (m)	H revest. sugerida (m)
1	8.400	8.450	1,22	1,42	1,45
2	8.350	8.400	1,22	1,42	1,45

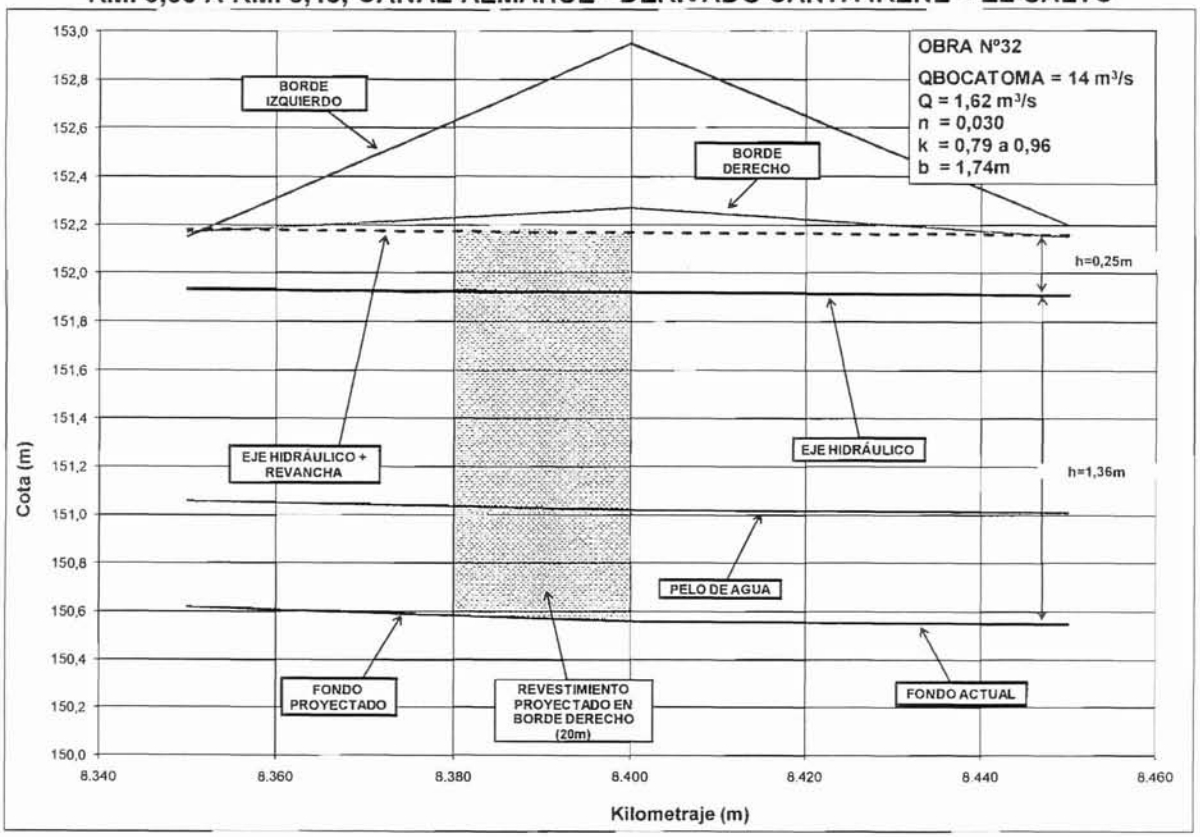
GRAFICO N°3.3.12-11
EJE HIDRÁULICO OBRA N°32, CASO Qbt=11,5 (m³/s)
KM. 8,35 A KM. 8,45, CANAL ALMAHUE - DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO



CUADRO Nº3.3.12-19
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO
OBRA Nº32 CASO Qbt=14 (m³/s)
KM. 8,35 A KM. 8,45 - DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO

Tramo de E-H	Kilometraje Inicial (m)	Kilometraje final (m)	h aguas (m)	h aguas + revancha (m)	H revest. sugerida (m)
1	8.400	8.450	1,36	1,61	1,65
2	8.350	8.400	1,36	1,61	1,65

GRAFICO Nº3.3.12-12
EJE HIDRÁULICO OBRA Nº32, CASO Qbt=14 (m³/s)
KM. 8,35 A KM. 8,45, CANAL ALMAHUE - DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO



A modo de comentarios y discusión de los resultados del eje hidráulico en la obra Nº32 en el Derivado Santa Irene – El Salto, Canal Almahue se señala lo siguiente:

De la revisión del cálculo del eje hidráulico se concluye que la altura de aguas máxima mas revancha de 0,20m, para el caso Qbt=11,5 (m³/s), es de 1,42m. En el caso con Qbt=14 (m³/s), con una revancha considerada de 0,25m, se tiene un valor máximo de 1,61m.

Se adopta, por lo tanto, una altura de muro de 1,65 m.

El cálculo del eje hidráulico fue desarrollado para temporada de riego, por lo que no se consideró aportes a lo largo del canal derivado.

3.3.12.2.7.- Cálculo hidráulico de obras N°33 y N°34. Refuerzo de borde sector Orlando Fredes, km 9,21 y km 9,30 respectivamente – Canal derivado El Salto-Santa Irene.

Según los estudios topográficos realizados para las obras N°33 y 34, Km. 9160 al Km 9310 del derivado Santa Irene – El Salto, Canal Almahue, se tienen los antecedentes que se muestran en el Cuadro N°3.3.12-20.

CUADRO N°3.3.12-20
ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS OBRAS N°33 y 34

Kilometraje (m)	B (m)	K (H:V)	Cota Borde Izquierdo (m)	Cota Borde Derecho (m)	Cota Fondo (m)
9160	3,11	1,098	152,34	152,00	150,62
9220	2,01	2,282	152,14	151,78	150,43
9310	2,25	2,207	151,12	151,13	149,97

Para el cálculo del eje hidráulico se dividieron los 0,15 km del levantamiento realizado en el Derivado San Luis – Caleuche, en 2 tramos con características homogéneas. Dichos tramos no presentan singularidades.

Se calcularon 2 casos, considerando que en los derivados hay cierta variación de caudal motivado por su operación interna. El primer caso fue con el caudal de diseño en bocatoma Qbt=11,5 (m^3/s), y un segundo caso de verificación fue para el Qbt=14 (m^3/s). Se requirió iterar en los tramos para determinar adecuadamente el perfil hidráulico, estando vinculados en el sentido desde aguas abajo hacia aguas arriba. El cálculo del eje hidráulico se acompaña en Anexo N°3.3.12-G cuyos resultados se presentan en los Gráficos N°3.3.12-13 y N°3.3.12-14.

Las revanchas se determinaron calculando primero una altura equivalente al 15% de las alturas de agua resultantes del eje hidráulico. El máximo valor de las alturas normales es 0,44m, que arroja una altura equivalente de 0,066m. Por razones de seguridad se adopta una revancha de 0,20m. El eje hidráulico se calcula considerando un caudal en bocatoma de Qbt=11,5(m^3/s), al que le corresponde un caudal en el tramo Qo=1,33 (m^3/s),

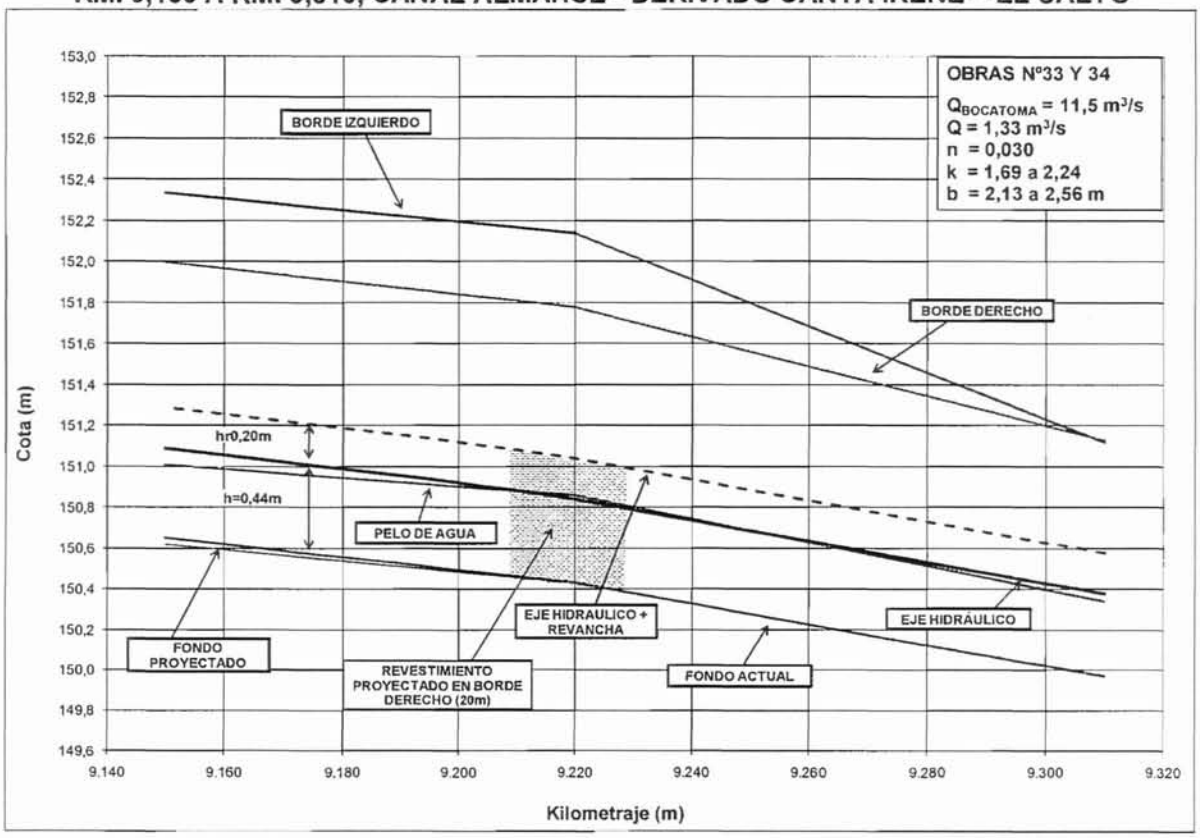
Se verificó la revancha para un caudal en bocatoma de Qbt=14 (m^3/s), que corresponde a un caudal en el tramo Qo=1,62 (m^3/s). El máximo valor de las alturas normales es 0,49m, que arroja una altura equivalente de 0,074m. Por razones de seguridad se adopta una revancha de 0,20m.

En los gráficos se señalan las alturas de aguas y las revanchas respectivas.

CUADRO Nº3.3.12-21
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO
OBRA Nº33 y 34 CASO Qbt=11,5 (m³/s)
KM. 8,35 A KM. 8,45 - DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO

Tramo de E-H	Kilometraje Inicial (m)	Kilometraje final (m)	h aguas (m)	h aguas + revancha (m)	H revest. sugerida (m)
1	9.220	9.310	0,41	0,61	0,65
2	9.150	9.220	0,44	0,64	0,65

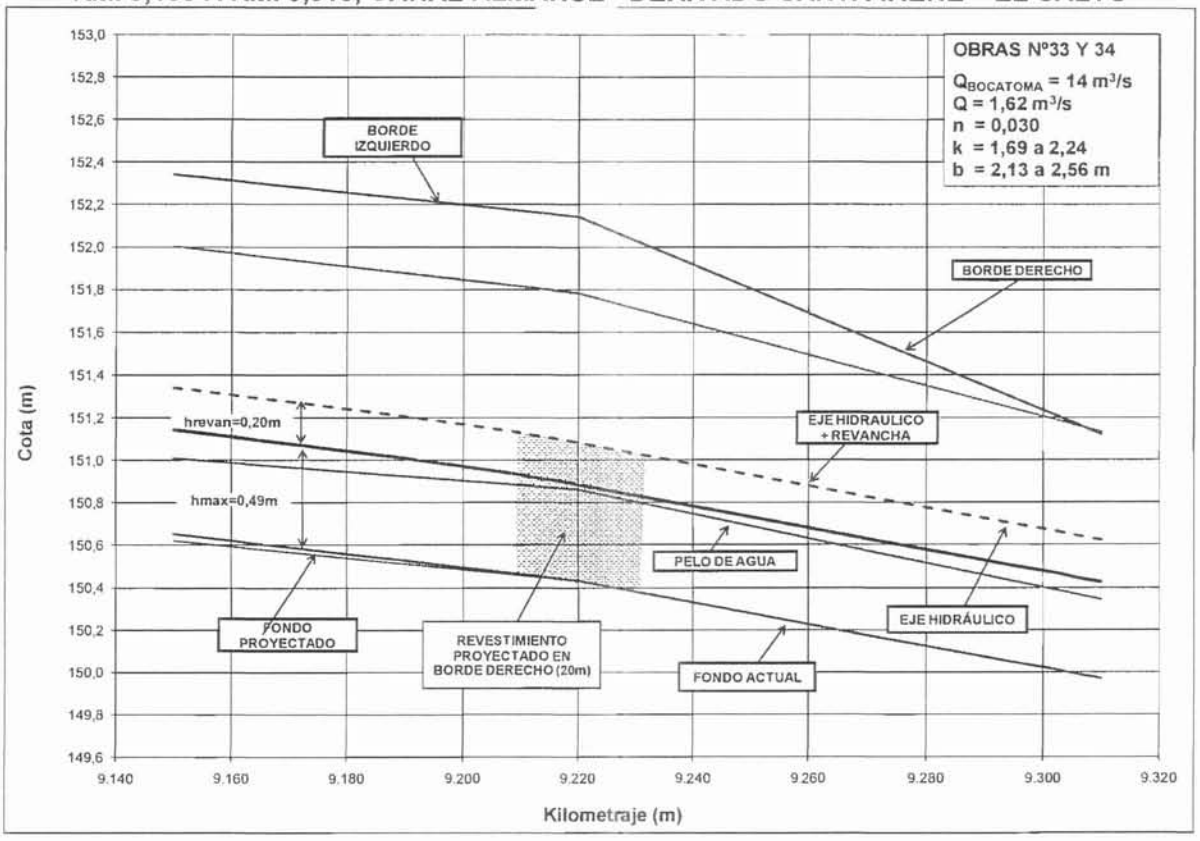
GRAFICO Nº3.3.12-13
EJE HIDRÁULICO OBRA Nº33 y 34, CASO Qbt=11,5 (m³/s)
KM. 9,160 A KM. 9,310, CANAL ALMAHUE - DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO



CUADRO Nº3.3.12-22
ALTURAS DE AGUA Y ALTURAS DE REVESTIMIENTO
SEGÚN CALCULO DE EJE HIDRÁULICO
OBRA Nº33 y 34 CASO Qbt=14 (m³/s)
KM. 8,35 A KM. 8,45 - DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO

Tramo de E-H	Kilometraje Inicial (m)	Kilometraje final (m)	h aguas (m)	h aguas + revancha (m)	H revest. sugerida (m)
1	9.220	9.310	0,45	0,65	0,70
2	9.150	9.220	0,49	0,69	0,70

GRAFICO Nº3.3.12-14
EJE HIDRÁULICO OBRA Nº33 y 34, CASO Qbt=14 (m³/s)
KM. 9,160 A KM. 9,310, CANAL ALMAHUE - DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO



A modo de comentarios y discusión de los resultados del eje hidráulico en las obras N°33 y N°34 en el Derivado Santa Irene – El Salto, Canal Almahue se señala lo siguiente:

De la revisión del cálculo del eje hidráulico se concluye que la altura de aguas máxima mas revancha de 0,20m, para el caso Qbt=11,5 (m^3/s), es de 0,64m. En el caso con Qbt=14 (m^3/s), con una revancha considerada de 0,20m, se tiene un valor máximo de 0,69m.

Se adopta, por lo tanto, una altura de muro de 0,70 m.

El cálculo del eje hidráulico fue desarrollado para temporada de riego, por lo que no se consideró aportes a lo largo del canal derivado.

3.3.12.3.- Cálculos estructurales y verificaciones de seguridad.

Para el cálculo estructural se considera las alturas de muro que resultan del punto N°3.3.12.2 – Cálculos hidráulicos, en que se adopta como caudal de diseño el valor en bocatoma Qo = 11,5 (m^3/s), y que se verifica por razones de seguridad para un caudal en bocatoma Qo=14(m^3/s), considerando que en los derivados hay cierta fluctuación del caudal motivado por su operación interna.

3.3.12.3.1.- Media Canoa de H.A.

a) Antecedentes de diseño

Para el diseño de la estructura de media canoa de hormigón armado se usan parámetros de terreno que son común para todos los cálculos, los cuales se presentan a continuación:

CUADRO N°3.3.12-9
PARÁMETROS DE CÁLCULO

Material	Parámetro	Valor	Unidad
Suelo	Peso específico γ	2,0	(t/m^3)
	Angulo de fricción ϕ	35	(°)
	Cohesión C	1	(t/m^2)
Agua	Peso específico γ	1,0	(t/m^3)
Hormigón	Peso específico γ	2,5	(t/m^3)
Acero	Peso específico γ	8,5	(t/m^3)

b) Solicitaciones y métodos de cálculo

En el diseño de los elementos resistentes se consideran las recomendaciones de las Normas INN, para obtener las tensiones admisibles y evaluar las solicitaciones. La componente de peso propio, incluye la solicitación propia que genera cada elemento de la estructura. En esta etapa, aún cuando no se tienen detallados todos los elementos, los pesos no considerados son, en general, un porcentaje bajo del total, por lo tanto, no influye mayormente en los resultados obtenidos y en las conclusiones que de ellos puedan derivarse.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

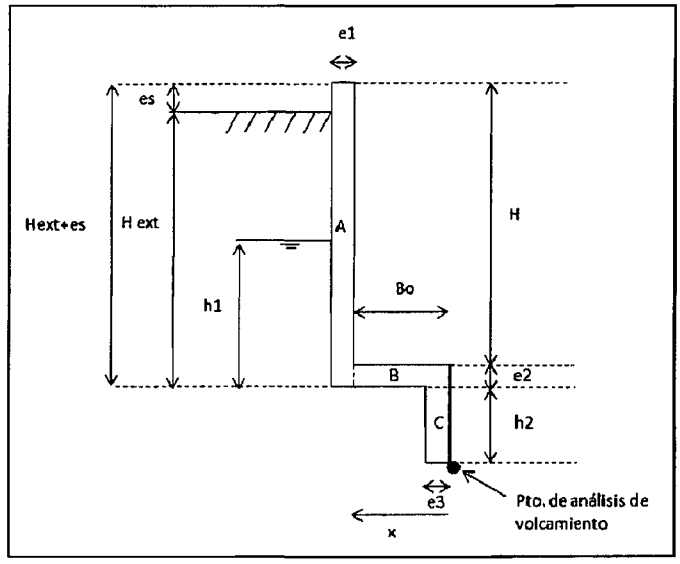
Las solicitaciones consideradas son las siguientes:

i.- Empuje activo del suelo
ii.- Empuje pasivo del suelo
iii.- Empuje sísmico del suelo
iv.- Empuje de la napa freática
v.- Subpresión freática

El método de cálculo es el mismo al utilizado en el análisis para el canal matriz, incluido en el punto Nº3.3.5.3.

El diseño con las dimensiones de media canoa de hormigón armado se presenta en la Figura Nº3.3.12-3. Las dimensiones para cada uno de las obras se detallan en el Cuadro Nº3.3.12-10.

FIGURA Nº3.3.12-3
ESQUEMA DE MEDIA CANOA



CUADRO Nº3.3.12-10
DIMENSIONES DE MEDIA CANOA DE H.A.

OBRA Nº	H (m)	Hext+es (m)	h1 (m)	Bo (m)	e1 (m)	e2 (m)	e3 (m)	h2 (m)	h2+e2 (m)	es (m)	Hext (m)
25	1,20	1,35	0,40	0,75	0,20	0,15	0,15	0,25	0,40	0,20	1,15
26	1,25	1,40	0,40	0,80	0,20	0,15	0,15	0,25	0,40	0,20	1,20
27	1,40	1,55	0,40	1,10	0,20	0,15	0,15	0,25	0,40	0,20	1,35
28	1,40	1,55	0,40	1,10	0,20	0,15	0,15	0,25	0,40	0,20	1,35
30	0,70	0,85	0,40	0,40	0,20	0,15	0,15	0,20	0,35	0,10	0,75
32	1,65	1,85	0,40	1,35	0,20	0,20	0,20	0,30	0,50	0,25	1,60
33	0,70	0,85	0,40	0,40	0,20	0,15	0,15	0,20	0,35	0,10	0,75
34	0,70	0,85	0,40	0,40	0,20	0,15	0,15	0,20	0,35	0,10	0,75

Nota: H: Altura interna, Hext+es: Altura externa, h1: Nivel freático, Bo: Base de muro, e1: Espesor de muro
e2: Espesor de base, e3: Espesor de muro, h2: Altura muro, h2+e2: Altura muro + losa, es: Altura sin suelo
Hext: Altura bajo suelo

c) Diseño y cubicación de sección

Con los valores de las dimensiones de la estructura se tiene la cubicación por metro lineal mostrada en el Cuadro Nº3.3.12-11.

CUADRO Nº3.3.12-11
HORMIGÓN

OBRA Nº	Sección	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m^2)	Volumen (m^3/ml)	Peso (t)	Área de moldaje (m^2)	CGx (m)
25	A	0,200	1,350	0,270	0,270	0,675	4,700	0,654
	B	0,150	0,750	0,113	0,113	0,281		
	C	0,150	0,250	0,038	0,038	0,094		
	Total				0,420	1,050		
26	A	0,200	1,400	0,280	0,280	0,700	4,900	0,692
	B	0,150	0,800	0,120	0,120	0,300		
	C	0,150	0,250	0,038	0,038	0,094		
	Total				0,438	1,094		
27	A	0,200	1,550	0,310	0,310	0,775	5,800	0.908
	B	0,150	1,100	0,165	0,165	0,413		
	C	0,150	0,250	0,038	0,038	0,094		
	Total				0,513	1,281		
28	A	0,200	1,550	0,310	0,310	0,775	5,800	0,908
	B	0,150	1,100	0,165	0,165	0,413		
	C	0,150	0,250	0,038	0,038	0,094		
	Total				0,513	1,281		
30	A	0,200	0,850	0,170	0,170	0,425	2,900	0,382
	B	0,150	0,400	0,060	0,060	0,150		
	C	0,150	0,200	0,030	0,030	0,075		
	Total				0,260	0,650		
32	A	0,200	1,850	0,370	0,370	0,925	7,000	1,035
	B	0,200	1,350	0,270	0,270	0,675		
	C	0,200	0,300	0,060	0,060	0,150		
	Total				0,700	1,750		
33	A	0,200	0,850	0,170	0,170	0,425	2,900	0,382
	B	0,150	0,400	0,060	0,060	0,150		
	C	0,150	0,200	0,030	0,030	0,075		
	Total				0,260	0,650		
34	A	0,200	0,850	0,170	0,170	0,425	2,900	0,382
	B	0,150	0,400	0,060	0,060	0,150		
	C	0,150	0,200	0,030	0,030	0,075		
	Total				0,260	0,650		

Nota: CGx: centro de gravedad en "x" donde actúa el peso de la estructura.
Cálculo para1 ml.

En los Cuadros Nº3.3.12-12 al Nº3.3.12-19 se presenta el resultado de los cálculos de las fuerzas solicitantes en la estructura para cada uno de las obras.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.3.12-12
CÁLCULOS FUERZAS SOLICITANTES OBRA N°25
DERIVADO SAN LUIS - CALEUCHE

Empuje del hormigón	Empuje activo de terreno	Empuje pasivo del terreno	Empuje subpresión freático	Empuje nivel freático	Empuje sísmico
Eh= 1,05 (t/m)	ka= 0,27	kp= 3,69	σsf = 0,40 (t/m²)	σnf1 = 0,4 (t/m²)	σs = 0,35 (t/m²)
CGx= 0,65 (m)	σa1 = 2,30 (t/m²)	σp = 0,80 (t/m²)	Esf= 0,32 (t/m)	σnf2 = 0,25 (t/m²)	Es= 0,20 (t/m)
	σa2 = 0,50 (t/m²)	Ep= 0,59 (t/m)	hsf= 0,38 (m)	σnf3 = 0,40 (t/m²)	hs= 1,02 (m)
	Ea1= 0,36 (t/m)	hp= 0,13 (m)		Enf1= 0,08 (t/m)	
	Ea2= 0,02 (t/m)			Enf2= 0,03 (t/m)	
	ha1= 0,63 (m)			Enf3= 0,10 (t/m)	
	ha2= 0,08 (m)			hnf1= 0,38 (m)	
				hnf2= 0,08 (m)	
				hnf3= 0,13 (m)	

Notas: (1): Eh dado por el peso del hormigón. (2): CGx: lugar donde actúa la fuerza resultante, respecto al eje "x"
(3): La altura (hp) de acción del Ep es 1/3 de (h2+e2). (4): La distancia hsf de acción del Esf es 1/2*(Bo)
(5): La distancia hnf1 es h1/3 + h2, la distancia hnf2 es h2/3 y la distancia hnf3 es h2/2
(6): La distancia (hs) de acción del Es es 2/3 de (Hext +es)

CUADRO N°3.3.12-13
CÁLCULOS FUERZAS SOLICITANTES OBRA N°26
DERIVADO SAN LUIS - CALEUCHE

Empuje del hormigón	Empuje activo de terreno	Empuje pasivo del terreno	Empuje subpresión freático	Empuje nivel freático	Empuje sísmico
Eh= 1,09 (t/m)	ka= 0,27	kp= 3,69	σsf = 0,40 (t/m²)	σnf1 = 0,40 (t/m²)	σs = 0,36 (t/m²)
CGx= 0,69 (m)	σa1 = 2,4 (t/m²)	σp = 0,80 (t/m²)	Esf= 0,34 (t/m)	σnf2 = 0,25 (t/m²)	Es= 0,22 (t/m)
	σa2 = 0,50 (t/m²)	Ep= 0,59 (t/m)	hsf= 0,40 (m)	σnf3 = 0,40 (t/m²)	hs= 1,05 (m)
	Ea1= 0,39 (t/m)	hp= 0,13 (m)		Enf1= 0,08 (t/m)	
	Ea2= 0,02 (t/m)			Enf2= 0,03 (t/m)	
	ha1= 0,65 (m)			Enf3= 0,10 (t/m)	
	ha2= 0,08 (m)			hnf1= 0,38 (m)	
				hnf2= 0,08 (m)	
				hnf3= 0,13 (m)	

CUADRO N°3.3.12-14
CÁLCULOS FUERZAS SOLICITANTES OBRA N°27
DERIVADO SAN LUIS - CALEUCHE

Empuje del hormigón	Empuje activo de terreno	Empuje pasivo del terreno	Empuje subpresión freático	Empuje nivel freático	Empuje sísmico
Eh= 1,28 (t/m)	ka= 0,27	kp= 3,69	σsf = 0,40 (t/m²)	σnf1 = 0,40 (t/m²)	σs = 0,41 (t/m²)
CGx= 0,91(m)	σa1 = 2,70 (t/m²)	σp = 0,80 (t/m²)	Esf= 0,46 (t/m)	σnf2 = 0,25 (t/m²)	Es= 0,27 (t/m)
	σa2 = 0,50 (t/m²)	Ep = 0,59 (t/m)	hsf= 0,55 (m)	σnf3 = 0,40 (t/m²)	hs= 1,15 (m)
	Ea1= 0,49 (t/m)	Hp = 0,13 (m)		Enf1= 0,08 (t/m)	
	Ea2= 0,02 (t/m)			Enf2= 0,03 (t/m)	
	ha1= 0,70 (m)			Enf3= 0,10 (t/m)	
	ha2= 0,08 (m)			hnf1= 0,38 (m)	
				hnf2= 0,08 (m)	
				hnf3= 0,13 (m)	

CUADRO N°3.3.12-15
CÁLCULOS FUERZAS SOLICITANTES OBRA N°28
DERIVADO SAN LUIS - CALEUCHE

Empuje del hormigón	Empuje activo de terreno	Empuje pasivo del terreno	Empuje subpresión freático	Empuje nivel freático	Empuje sísmico
Eh= 1,28 (t/m)	ka= 0,27	kp= 3,69	σsf = 0,40 (t/m²)	σnf1 = 0,40 (t/m²)	σs = 0,41 (t/m²)
CGx= 0,91(m)	σa1 = 2,70 (t/m²)	σp = 0,80 (t/m²)	Esf= 0,46 (t/m)	σnf2 = 0,25 (t/m²)	Es= 0,27 (t/m)
	σa2 = 0,50 (t/m²)	Ep = 0,59 (t/m)	hsf= 0,55 (m)	σnf3 = 0,40 (t/m²)	hs= 1,15 (m)
	Ea1= 0,49 (t/m)	Hp = 0,13 (m)		Enf1= 0,08 (t/m)	
	Ea2= 0,02 (t/m)			Enf2= 0,03 (t/m)	
	ha1= 0,70 (m)			Enf3= 0,10 (t/m)	
	ha2= 0,08 (m)			hnf1= 0,38 (m)	
				hnf2= 0,08 (m)	
				hnf3= 0,13 (m)	

CUADRO N°3.3.12-16
CÁLCULOS FUERZAS SOLICITANTES OBRA N°30
DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO

Empuje del hormigón	Empuje activo de terreno	Empuje pasivo del terreno	Empuje subpresión freático	Empuje nivel freático	Empuje sísmico
Eh= 0,65 (t/m)	ka= 0,27	kp= 3,69	σsf = 0,40 (t/m²)	σnf1 = 0,40 (t/m²)	σs = 0,23 (t/m²)
CGx= 0,38 (m)	σa1 = 1,50 (t/m²)	σp = 0,70 (t/m²)	Esf= 0,18 (t/m)	σnf2 = 0,20 (t/m²)	Es= 0,08 (t/m)
	σa2 = 0,40 (t/m²)	Ep= 0,45 (t/m)	hsf= 0,20 (m)	σnf3 = 0,40 (t/m²)	hs= 0,70 (m)
	Ea1= 0,15 (t/m)	hp= 0,12 (m)		Enf1= 0,08 (t/m)	
	Ea2= 0,01 (t/m)			Enf2= 0,02 (t/m)	
	ha1= 0,45 (m)			Enf3= 0,08 (t/m)	
	ha2= 0,07 (m)			hnf1= 0,33 (m)	
				hnf2= 0,07 (m)	
				hnf3= 0,10 (m)	

CUADRO N°3.3.12-17
CÁLCULOS FUERZAS SOLICITANTES OBRA N°32
DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO

Empuje del hormigón	Empuje activo de terreno	Empuje pasivo del terreno	Empuje subpresión freático	Empuje nivel freático	Empuje sísmico
Eh= 1,75 (t/m)	ka= 0,271	kp= 3,69	σsf = 0,40 (t/m²)	σnf1 = 0,40 (t/m²)	σs = 0,48 (t/m²)
CGx= 1,04 (m)	σa1 = 3,20 (t/m²)	σp = 1,00 (t/m²)	Esf= 0,54 (t/m)	σnf2 =0,30(t/m²)	Es= 0,38 (t/m)
	σa2 = 0,60 (t/m²)	Ep= 0,92 (t/m)	hsf= 0,68 (m)	σnf3 =0,40(t/m²)	hs= 1,37 (m)
	Ea1= 0,69 (t/m)	hp= 0,17 (m)		Enf1= 0,08 (t/m)	
	Ea2= 0,02 (t/m)			Enf2= 0,05 (t/m)	
	ha1= 0,83 (m)			Enf3= 0,12 (t/m)	
	ha2= 0,10 (m)			hnf1= 0,43 (m)	
				hnf2= 0,10 (m)	
				hnf3= 0,15 (m)	

CUADRO N°3.3.12-18
CÁLCULOS FUERZAS SOLICITANTES OBRA N°33
DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO

Empuje del hormigón	Empuje activo de terreno	Empuje pasivo del terreno	Empuje subpresión freático	Empuje nivel freático	Empuje sísmico
Eh= 0,65 (t/m)	ka= 0,27	kp= 3,69	σsf = 0,40 (t/m²)	σnf1 = 0,40 (t/m²)	σs = 0,23 (t/m²)
CGx= 0,38 (m)	σa1 = 1,50 (t/m²)	σp = 0,70 (t/m²)	Esf= 0,18 (t/m)	σnf2 = 0,20 (t/m²)	Es= 0,08 (t/m)
	σa2 = 0,40 (t/m²)	Ep= 0,45 (t/m)	hsf= 0,20 (m)	σnf3 = 0,40 (t/m²)	hs= 0,70 (m)
	Ea1= 0,15 (t/m)	hp= 0,12 (m)		Enf1= 0,08 (t/m)	
	Ea2= 0,01 (t/m)			Enf2= 0,02 (t/m)	
	ha1= 0,45 (m)			Enf3= 0,08 (t/m)	
	ha2= 0,07 (m)			hnf1= 0,33 (m)	
				hnf2= 0,07 (m)	
				hnf3= 0,10 (m)	

CUADRO N°3.3.12-19
CÁLCULOS FUERZAS SOLICITANTES OBRA N°34
DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO

Empuje del hormigón	Empuje activo de terreno	Empuje pasivo del terreno	Empuje subpresión freático	Empuje nivel freático	Empuje sísmico
Eh= 0,65 (t/m)	ka= 0,27	kp= 3,69	σsf = 0,40 (t/m²)	σnf1 = 0,40 (t/m²)	σs = 0,23 (t/m²)
CGx= 0,38 (m)	σa1 = 1,50 (t/m²)	σp = 0,70 (t/m²)	Esf= 0,18 (t/m)	σnf2 = 0,20 (t/m²)	Es= 0,08 (t/m)
	σa2 = 0,40 (t/m²)	Ep= 0,45 (t/m)	hsf= 0,20 (m)	σnf3 = 0,40 (t/m²)	hs= 0,70 (m)
	Ea1= 0,15 (t/m)	hp= 0,12 (m)		Enf1= 0,08 (t/m)	
	Ea2= 0,01 (t/m)			Enf2= 0,02 (t/m)	
	ha1= 0,45 (m)			Enf3= 0,08 (t/m)	
	ha2= 0,07 (m)			hnf1= 0,33 (m)	
				hnf2= 0,07 (m)	
				hnf3= 0,10 (m)	

d) Cálculo de momentos

Una vez calculados los empujes, se puede calcular el momento que ejercen sobre el muro en 1 ml y de esta manera calcular la armadura necesaria a las solicitaciones presentes. El momento se calcula como un sistema empotrado en la base y libre en el extremo con una carga puntual según el empuje que actúa. Los Cuadros N°3.3.12-20 y 3.3.12-21 muestran un resumen de los momentos solicitantes y resistentes para el punto de análisis del volcamiento.

CUADRO N°3.3.12-20
MOMENTOS RESISTENTES

OBRA N°	E hormigón Eh			E pasivo Ep			M total (t*m)
	E (t)	h (m)	Momento (t*m)	E (t)	h (m)	Momento (t*m)	
25	1,05	0,65	0,69	0,59	0,13	0,08	0,76
26	1,09	0,69	0,76	0,59	0,13	0,08	0,84
27	1,28	0,91	1,16	0,59	0,13	0,08	1,24
28	1,28	0,91	1,16	0,59	0,13	0,08	1,24
30	0,65	0,38	0,25	0,45	0,12	0,05	0,30
32	1,75	1,04	1,81	0,92	0,17	0,15	1,97
33	0,65	0,38	0,25	0,45	0,12	0,05	0,30
34	0,65	0,38	0,25	0,45	0,12	0,05	0,30

CUADRO N°3.3.12-21
MOMENTOS SOLICITACIONES

OBRA N°	E activo Ea1			E activo Ea2			E nivel Freático						E subnivel freático Esf			E sísmico Es			M Tot
							Enf1			Enf3									
	E (t)	h (m)	M (t*m)	E (t)	h (m)	M (t*m)	E (t)	h (m)	M (t*m)	E (t)	h (m)	M (t*m)	E (t)	h (m)	M (t*m)	E (t)	h (m)	M (t*m)	(t*m)
25	0,358	0,633	0,227	0,017	0,083	0,001	0,080	0,383	0,031	0,100	0,125	0,013	0,320	0,375	0,120	0,198	1,017	0,202	0,593
26	0,390	0,650	0,254	0,017	0,083	0,001	0,080	0,383	0,031	0,100	0,125	0,013	0,340	0,400	0,136	0,216	1,050	0,227	0,661
27	0,494	0,700	0,346	0,017	0,083	0,001	0,080	0,383	0,031	0,100	0,125	0,013	0,460	0,550	0,253	0,273	1,150	0,314	0,958
28	0,494	0,700	0,346	0,017	0,083	0,001	0,080	0,383	0,031	0,100	0,125	0,013	0,460	0,550	0,253	0,273	1,150	0,314	0,958
30	0,152	0,450	0,069	0,011	0,067	0,001	0,080	0,333	0,027	0,080	0,100	0,008	0,180	0,200	0,036	0,084	0,700	0,059	0,084
32	0,694	0,833	0,578	0,024	0,100	0,002	0,080	0,433	0,035	0,120	0,150	0,018	0,540	0,675	0,365	0,384	1,367	0,525	1,523
33	0,152	0,450	0,069	0,011	0,067	0,001	0,080	0,333	0,027	0,080	0,100	0,008	0,180	0,200	0,036	0,084	0,700	0,059	0,084
34	0,152	0,450	0,069	0,011	0,067	0,001	0,080	0,333	0,027	0,080	0,100	0,008	0,180	0,200	0,036	0,084	0,700	0,059	0,084

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

e) Factor de seguridad

e.1) Factor de seguridad al volcamiento

El factor de seguridad al volcamiento se calcula como se indica en la Ecuación Nº3.3.12-1.

ECUACIÓN Nº3.3.12-1
FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO

$$FSV = \frac{\text{Momentos Resistentes}}{\text{Momentos Solicitantes}}$$

El resultado del cálculo del factor de seguridad al volcamiento se presenta en el Cuadro Nº3.3.12-22 siguiente.

CUADRO Nº3.3.12-22
FACTORES DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO

OBRA Nº	FSV
25	1,29
26	1,26
27	1,30
28	1,30
30	1,51
32	1,29
33	1,51
34	1,51

e.2) Factor de seguridad al desplazamiento

Para el análisis de desplazamiento de la estructura, se tienen los empujes ya calculados a los cuales se debe agregar la fricción de contacto con el suelo. La forma de obtener de dicha fricción de presenta en las Ecuaciones Nº3.3.12-2 y Nº3.3.12-3.

ECUACIÓN Nº3.3.12-2
FRICCIÓN DE CONTACTO CON EL SUELO

$$R = Area * \left(C + \gamma * \tan(\phi) \right)$$

ECUACIÓN Nº3.3.12-3
ÁREA DE FRICCIÓN DE CONTACTO CON EL SUELO

$$Area = (Bo + e1) * 1 \ (m^2)$$

Nota: considerando el análisis para 1 ml

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En el Cuadro N°3.3.12-23 se muestra el cálculo de la fricción de contacto con el suelo R para cada uno de las obras.

CUADRO N°3.3.12-23
FACTORES DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO

OBRA N°	A (m^2)	R
25	0.95	2,28
26	1,00	2,40
27	1,30	3,12
28	1,30	3,12
30	0,60	1,44
32	1,55	3,72
33	0,60	1,44
34	0,60	1,44

Un resumen de los empujes solicitantes y resistentes se presenta en el Cuadro N°3.3.12-24.

CUADRO N°3.3.12-24
RESUMEN EMPUJES SOLICITANTES Y RESISTENTES

OBRA N°	Empuje solicitante					Empuje Resistente		
	Empuje activo de terreno (t)		Empuje nivel freático (t)	Empuje sísmico (t)	Total empuje solicitante (t)	Empuje pasivo del terreno (t)	Roce en sup. de contacto (t)	Total empuje resistente (t)
25	0,358	0,017	0,080	0,198	0,654	0,590	1,330	1,921
26	0,390	0,017	0,080	0,216	0,703	0,590	1,400	1,991
27	0,494	0,017	0,080	0,273	0,864	0,590	1,821	2,411
28	0,494	0,017	0,080	0,273	0,864	0,590	1,821	2,411
30	0,152	0,011	0,080	0,084	0,328	0,452	0,840	1,292
32	0,694	0,024	0,080	0,384	1,182	0,923	2,171	3,093
33	0,152	0,011	0,080	0,084	0,328	0,452	0,840	1,292
34	0,152	0,011	0,080	0,084	0,328	0,452	0,840	1,292

Para obtener el factor de seguridad al desplazamiento, se utiliza el método mostrado en la Ecuación N°3.3.12-4

ECUACIÓN N°3.3.12-4
FACTOR DE SEGURIDAD AL DESPLAZAMIENTO

$$FSD = \frac{\text{Empujes Resistentes}}{\text{Empujes Solicitantes}}$$

Los Factores de seguridad al desplazamiento se resumen en el Cuadro N°3.3.12-25 para cada obra.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.3.12-25
FACTORES DE SEGURIDAD AL DESPLAZAMIENTO

OBRA N°	FSD
25	2,94
26	2,83
27	2,79
28	2,79
30	3,94
32	2,62
33	3,94
34	3,94

3.3.12.3.2.- Albañilería de Piedras.

a) Antecedentes de diseño

A continuación se presentan los antecedentes generales que son utilizados en el cálculo de las alternativas de revestimiento de albañilería de piedras. Estos antecedentes son comunes para las alternativas analizadas:

CUADRO N°3.3.12-26
PARÁMETROS DE CÁLCULO

Material	Parámetro	Valor	Unidad
Suelo	Peso específico γ	2,00	(t/m^3)
	Ángulo de fricción ϕ	35	(°)
	Cohesión C	1,00	(t/m^2)
Agua	Peso específico γ	1,00	(t/m^3)
Albañilería	Peso específico γ	2,40	(t/m^3)

Nota: Albañilería de piedras con mortero de pega en dosificación entre cemento y arena de 1:3.

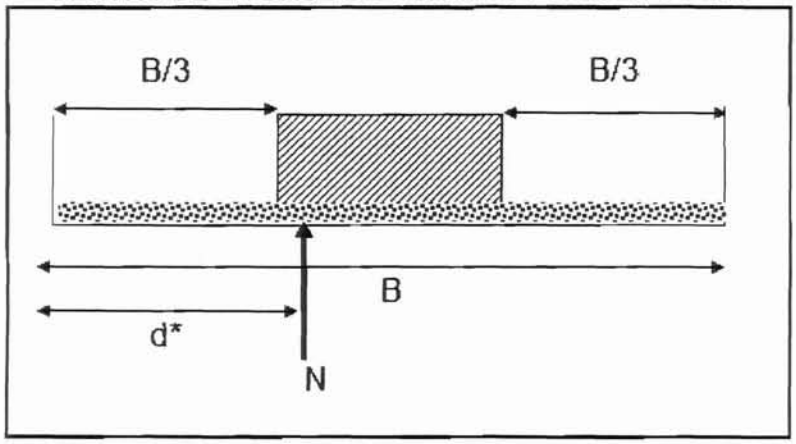
El fundamento teórico del comportamiento de los empujes analizados en esta memoria ya ha sido descrito en el punto N°3.3.5.

A continuación se describe el fundamento teórico de cálculos particulares para el revestimiento de borde con albañilería de piedras

a.1.- Cálculo de ubicación de fuerza resultante

Para determinar las tensiones presentes en la superficie de contacto de la base del muro y el suelo, se tiene el cálculo del punto de aplicación de la fuerza resultante producto del peso de la estructura y la componente vertical del empuje activo, dicha distancia se debe encontrar dentro del tercio central del ancho de la base, de tal manera que no se produzcan esfuerzos de tracción, la siguiente figura muestra un esquema de la ubicación de la fuerza resultante:

FIGURA N°3.3.12-4
ESQUEMA DE UBICACIÓN DE FUERZA RESULTANTE DENTRO DE LA BASE DE CONTACTO CON EL SUELO



De la Figura N°3.3.12-4 se puede apreciar que d* es la distancia de la fuerza resultante N al borde, y su cálculo se muestra en la Ecuación N°3.3.12-5.:

ECUACIÓN N°3.3.12-5
DISTANCIA DE FUERZA RESULTANTE N AL BORDE

$$d^* = \frac{\text{momentos resistentes - momentos volcantes}}{N}$$

Donde N es la suma del peso de la estructura más la componente vertical del empuje activo del suelo, como se muestra en la Ecuación N°3.3.12-6.

ECUACIÓN N°3.3.12-6
DESCOMPOSICIÓN NORMAL DEL PESO

$$N = W + Ey$$

B corresponde a la superficie de la base en contacto con el suelo por metro lineal, y se calcula como se indica en la Ecuación N°3.3.12-7.

ECUACIÓN N°3.3.12-7
SUPERFICIE DE LA BASE EN CONTACTO CON EL SUELO

$$B = e1 + kH$$

a.2.- Tensión en la base del muro

En primer lugar se tiene la tensión media en la base del muro, y corresponde al cuociente entre la fuerza normal y la superficie de contacto, como se aprecia en la Ecuación N°3.3.12-8.

ECUACIÓN N°3.3.12-8
TENSIÓN MEDIA EN LA BASE DEL MURO

$$\sigma_{MEDIA} = \frac{N}{B}$$

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Si suponemos que la presión de la base se distribuye en forma lineal, la presión máxima se puede calcular como se indica en la Ecuación N°3.3.12-9.

ECUACIÓN N°3.3.12-9
TENSIÓN PRODUCTO DEL MOMENTO

$$\sigma_{MOMa} = \frac{M}{S}$$

Nota: M: momento de N con respecto al eje.
S: módulo resistente de la sección; $1,6*B^2$.

Luego, la tensión máxima sería la suma de las tensiones anteriores, tal como se muestra en la Ecuación N°3.3.12-10.

ECUACIÓN N°3.3.12-10
TENSIÓN MÁXIMA

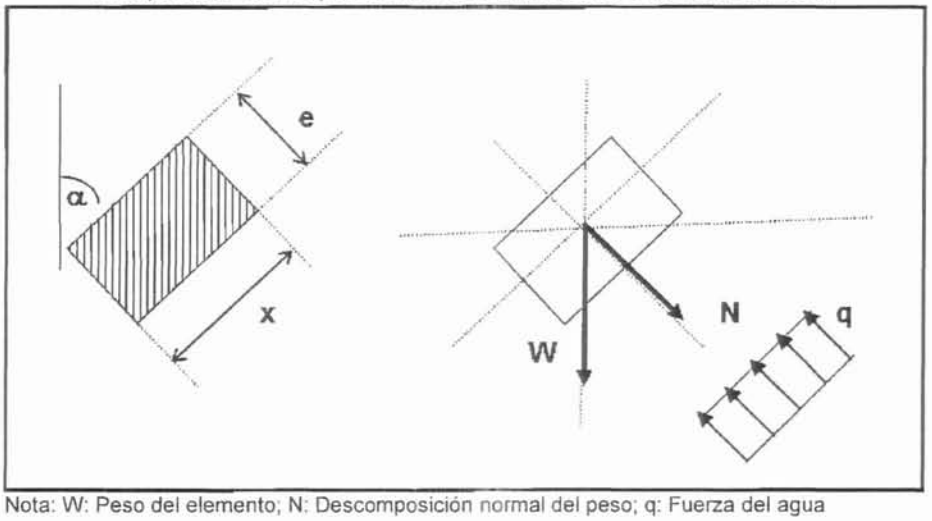
$$\sigma_{MÁX} = \sigma_{MEDIA} + \sigma_{MOMa}$$

Para la verificación de la capacidad de soporte de la arcilla, se estima que ésta tiene una tensión máxima de 3 (kg/cm²), por lo que $\sigma_{máx}$ debe ser menor a este valor.

a.3.- Análisis de estabilidad hidrodinámica.

Se analiza una sección de revestimiento de espesor "e", donde se tiene la siguiente figura:

FIGURA N°3.3.12-5
ESQUEMA DE EQUILIBRIO DE FUERZAS EN SUPERFICIE



Nota: W: Peso del elemento; N: Descomposición normal del peso; q: Fuerza del agua

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Por medio de un equilibrio de fuerzas, se obtienes las fuerzas mostradas en las Ecuaciones Nº3.3.12-11 y 3.3.12-12.

ECUACIÓN Nº3.3.12-11
DESCOMPOSICIÓN NORMAL DEL PESO

$$N = W \cdot \text{seno}(\alpha)$$

ECUACIÓN Nº3.3.12-12
PESO DEL ELEMENTO

$$W = \gamma_{alb} \cdot e \cdot x$$

Igualando las dos ecuaciones anteriores, como se muestra en la Ecuación Nº3.3.12-13, se obtiene:

ECUACIÓN Nº3.3.12-13
DESCOMPOSICIÓN NORMAL DEL PESO

$$N = \gamma_{alb} \cdot e \cdot x \cdot \text{seno}(\alpha)$$

Por otro lado, se tiene la fuerza del agua, como se indica en la Ecuación Nº3.3.12-14.

ECUACIÓN Nº3.3.12-14
FUERZA DEL AGUA

$$q = \gamma_{agua} \cdot \frac{U^2}{2g} \cdot x$$

Se sabe que V=f(Vm), donde Vm es la velocidad media, tal como se aprecia en la Ecuación Nº3.3.12-15.

ECUACIÓN Nº3.3.12-15
VELOCIDAD DE BORDE DEL CANAL

$$U = m \cdot V_m$$

Nota: m=0,72 (factor de corrección)
U: velocidad de borde del canal

Reemplazando la Ecuación Nº3.3.12-15 en la Ecuación Nº3.3.12-14, se obtiene "q", tal como se muestra en la Ecuación Nº3.3.12-16.

ECUACIÓN Nº3.3.12-16
CÁLCULO DE "q"

$$q = \gamma_{agua} \cdot \frac{(0{,}72 \cdot V_m)^2}{2g} \cdot x$$

Haciendo q = N, se obtiene la velocidad media, mostrada en la Ecuación Nº3.3.12-17.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ECUACIÓN N°3.3.12-17
VELOCIDAD MEDIA

$$V_m = \frac{\sqrt{2 \cdot g \cdot e \cdot \gamma_{alb} \cdot sen(\alpha)}}{0{,}72}$$

a.4.- Criterios del diseño estructural de las obras.

Para la determinación de la estabilidad estructural se aplican criterios de factores de seguridad ya sea desplazamiento o volcamiento. De igual manera, se analiza la estabilidad a la flotación mediante el equilibrio adecuado de momentos y fuerzas.

b.- Solicitaciones y métodos de cálculo

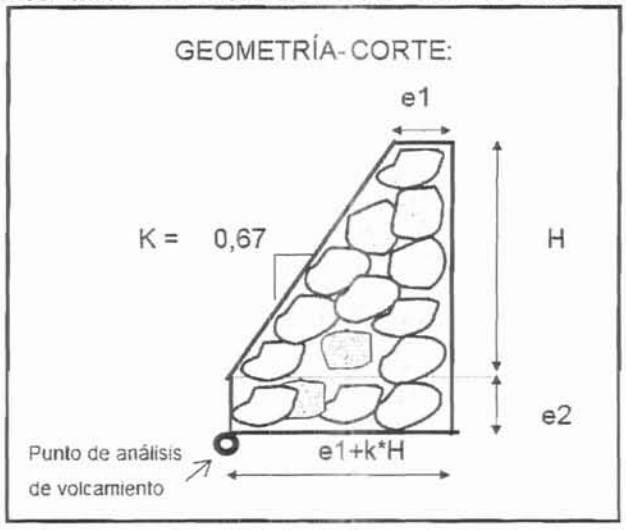
Las solicitaciones consideradas son las siguientes:

i.- Empuje Activo del suelo.
ii.- Empuje de la Napa freática.
iii.- Empuje Sísmico del suelo

A continuación se presenta el detalle de los cálculos para las diferentes alturas estudiadas.

Para el cálculo de las dimensiones del refuerzo de borde con albañilería de piedras se presenta la siguiente figura:

FIGURA N°3.3.12-6
ESQUEMA DE DISEÑO DE BORDE DE ALBAÑILERÍA



PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Las dimensiones del refuerzo de borde con albañilería van a depender de la altura H siendo e1 y e2 constante para todas las obras. En el Cuadro N°3.3.12-27 se presenta un resumen de las dimensiones para las alturas de borde analizadas.

CUADRO N°3.3.12-27
DIMENSIONES DE REFUERZO DE BORDE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS

OBRA N°	Derivado	e1 (m)	e2 (m)	H (m)	B (m)	K
25	San Luis/Caleuche	0,4	0,2	1,20	1,20	0,67
26	San Luis/Caleuche	0,4	0,2	1,25	1,24	0,67
27	San Luis/Caleuche	0,4	0,2	1,40	1,34	0,67
28	San Luis/Caleuche	0,4	0,2	1,40	1,34	0,67
30	Santa Irene/El Salto	0,4	0,2	0,70	0,87	0,67
32	Santa Irene/El Salto	0,4	0,2	1,65	1,51	0,67
33	Santa Irene/El Salto	0,4	0,2	0,70	0,87	0,67
34	Santa Irene/El Salto	0,4	0,2	0,70	0,87	0,67

c.- Diseño y cubicación de sección

c.1.- Esfuerzos solicitantes

Los esfuerzos solicitantes son los siguientes:

Ea : Empuje Activo
Enf: Empuje Nivel Freático
Es : Empuje Sísmico

Con las dimensiones se calculan los esfuerzos utilizando las fórmulas detalladas con anterioridad, los resultados de los cálculos se presentan en los Cuadros N°3.3.12-28, 3.3.12-29 y 3.3.12-30 para cada uno de las obras.

CUADRO N°3.3.12-28
CÁLCULO DE EMPUJE Y MOMENTO ACTIVO

OBRA N°	H (m)	H suelo (m)	σ (t/m²)	Ea (t)	Ex (t)	Ey (t)	h (m)	Ma (t*m)
25	1,20	1,40	0,76	0,53	0,46	0,26	0,47	0,21
26	1,25	1,45	0,78	0,57	0,49	0,28	0,48	0,24
27	1,40	1,60	0,86	0,69	0,60	0,35	0,53	0,32
28	1,40	1,60	0,86	0,69	0,60	0,35	0,53	0,32
30	0,70	0,90	0,49	0,22	0,19	0,11	0,30	0,06
32	1,65	1,85	1,00	0,92	0,80	0,46	0,62	0,49
33	0,70	0,90	0,49	0,22	0,19	0,11	0,30	0,06
34	0,70	0,90	0,49	0,22	0,19	0,11	0,30	0,06

Nota: h es la altura de aplicación del esfuerzo; Ma es el producto de h*Ex.; Ex=Ea*cos(φcv), Ey=Ea*sen(φcv) donde φcv=30° es el ángulo de fricción entre el muro y el suelo.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.3.12-29
CÁLCULO DE EMPUJE Y MOMENTO NIVEL FREÁTICO

OBRA N°	H nf (m)	σ (t/m²)	Enf (t)	h (m)	Mnf (t*m)
25	1,12	1,12	0,63	0,37	0,23
26	1,16	1,16	0,67	0,39	0,26
27	1,28	1,28	0,82	0,43	0,35
28	1,28	1,28	0,82	0,43	0,35
30	0,72	0,72	0,26	0,24	0,06
32	1,48	1,48	1,10	0,49	0,54
33	0,72	0,72	0,26	0,24	0,06
34	0,72	0,72	0,26	0,24	0,06

Nota: h es la altura de aplicación del esfuerzo; Mnf es el producto de h*Enf.

CUADRO N°3.3.12-30
CÁLCULO DE EMPUJE Y MOMENTO SÍSMICO

OBRA N°	H suelo (m)	σ (t/m²)	Es (t)	h (m)	Ms (t*m)
25	1,40	0,42	0,29	0,93	0,27
26	1,45	0,44	0,32	0,97	0,30
27	1,60	0,48	0,38	1,07	0,41
28	1,60	0,48	0,38	1,07	0,41
30	0,90	0,27	0,12	0,60	0,07
32	1,85	0,56	0,51	1,23	0,63
33	0,90	0,27	0,12	0,60	0,07
34	0,90	0,27	0,12	0,60	0,07

Nota: h es la altura de aplicación del esfuerzo; Ms es el producto de h*Es.

c.2.- Esfuerzos resistentes

Para el cálculo de los esfuerzos resistentes se tiene la suma del peso de la estructura más la componente vertical del empuje activo, el Cuadro N°3.3.12-31muestra un resumen de los esfuerzos y momentos resistentes.

CUADRO N°3.3.12-31
CÁLCULO DE EMPUJE Y MOMENTO RESISTENTE

OBRA N°	w1 (t)	r1 (m)	w2 (t)	r2 (m)	w3 (t)	r3 (m)	W (t)	Ey (t)	N (t)	MR (t*m)
25	1,16	0,54	1,15	1,00	0,58	0,60	2,89	0,26	3,15	2,13
26	1,26	0,56	1,20	1,04	0,59	0,62	3,05	0,28	3,33	2,31
27	1,58	0,63	1,34	1,14	0,64	0,67	3,56	0,35	3,91	2,94
28	1,58	0,63	1,34	1,14	0,64	0,67	3,56	0,35	3,91	2,94
30	0,39	0,31	0,67	0,67	0,42	0,43	1,48	0,11	1,59	0,75
32	2,19	0,74	1,58	1,31	0,72	0,75	4,50	0,46	4,96	4,23
33	0,39	0,31	0,67	0,67	0,42	0,43	1,48	0,11	1,59	0,75
34	0,39	0,31	0,67	0,67	0,42	0,43	1,48	0,11	1,59	0,75

Nota: W equivale a w1+w2+w3; N=W+Ey; MR=w1*r1+w2*r2+w3*r3.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

d.- Factores de seguridad y criterios de diseño

d.1.- Factor de seguridad al volcamiento

Para el cálculo del factor de seguridad al volcamiento, en el cuadro N°3.3.12-32 se presenta el resumen de los momentos resistentes y solicitantes presentes en el punto de análisis de volcamiento estudiado.

CUADRO N°3.3.12-32
CÁLCULO DE FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO

OBRA N°	Momentos Resistentes Mr (t*m)	Momentos Solicitantes Ms (t*m)	Factor de seguridad al volcamiento FSV
25	2,13	0,72	2,94
26	2,31	0,80	2,88
27	2,94	1,08	2,73
28	2,94	1,08	2,73
30	0,75	0,19	3,93
32	4,23	1,67	2,53
33	0,75	0,19	3,93
34	0,75	0,19	3,93

Nota: FSV=Mr/Ms.

d.2.- Factor de seguridad al desplazamiento

Para el cálculo del factor de seguridad al deslazamiento se tiene los empujes resistentes (dado por la componente del peso multiplicada por un factor de roce del suelo) y empujes solicitantes (correspondiente a la suma del empuje activo en el eje "x", el empuje del nivel freático y el empuje sísmico), cuyo resumen se presenta en el Cuadro N°3.3.12-33.

CUADRO N°3.3.12-33
CÁLCULO DE FACTOR DE SEGURIDAD AL DESPLAZAMIENTO

OBRA N°	Empuje Resistentes			Empujes Solicitantes				Factor de seguridad al desplazamiento FSD
	Tan(□cv)	N (t)	E resistente.= N*Tan(□cv) (t)	Ex (t)	Enf (t)	Es (t)	E solicitante.= Ex+Enf+Es (t)	
25	0,58	3,15	1,82	0,46	0,63	0,29	1,38	1,32
26	0,58	3,33	1,92	0,49	0,67	0,32	1,48	1,30
27	0,58	3,91	2,26	0,60	0,82	0,38	1,80	1,25
28	0,58	3,91	2,26	0,60	0,82	0,38	1,80	1,25
30	0,58	1,59	0,92	0,19	0,26	0,12	0,57	1,61
32	0,58	4,96	2,86	0,80	1,10	0,51	2,41	1,19
33	0,58	1,59	0,92	0,19	0,26	0,12	0,57	1,61
34	0,58	1,59	0,92	0,19	0,26	0,12	0,57	1,61

Nota: FSD=E resistentes/E solicitantes.

d.3.- Cálculo del punto de aplicación de la fuerza resultante "d"

Con el objeto de determinar el tipo de presiones presentes en la superficie de contacto de la base del muro y el suelo, se calculan los momentos solicitantes y resistente y con ello determinar el punto de ubicación de la fuerza resultante producto del peso N, si d* se encuentra en el tercio central implica que no existen tensiones de tracción. Los cálculos se muestran en el Cuadro N°3.3.12-34.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.3.12-34
CÁLCULO DE UBICACIÓN DE FUERZA RESULTANTE
EN TERCIO CENTRAL DE BASE

OBRA N°	B*1/3 (m)	B*2/3 (m)	d* (m)
25	0,40	0,80	0,44
26	0,41	0,83	0,45
27	0,45	0,89	0,48
28	0,45	0,89	0,48
30	0,29	0,58	0,35
32	0,50	1,00	0,52
33	0,29	0,58	0,35
34	0,29	0,58	0,35

Nota: d*=(Mr-Mv)/N.

d.4.- Cálculo de la tensión máxima en el contacto con el suelo

La tensión máxima de presión del suelo se considera para comprobar que no sea mayor a la tensión del suelo considerada en 3,0 (kg/cm²) para la arcilla. El Cuadro N°3.3.12-35 siguiente, muestra un resumen de las tensiones máximas para las diferentes alturas de muro.

CUADRO N°3.3.12-35
CÁLCULO DE TENSIÓN MÁXIMA SOLICITADA EN EL SUELO

OBRA N°	σ media (t/m²)	σ MOM (t/m²)	σ máx (t/m²)	σ máx (kg/cm²)
25	2,62	2,05	4,67	0,47
26	2,69	2,16	4,86	0,49
27	2,92	2,51	5,43	0,54
28	2,92	2,51	5,43	0,54
30	1,83	1,03	2,86	0,29
32	3,29	3,11	6,40	0,64
33	1,83	1,03	2,86	0,29
34	1,83	1,03	2,86	0,29

Nota: σ media=N/B; σ MOM=M/S; M=N*(B/2-d*); S=1/6*B^2; σ media + σ MOM.

d.5.- Análisis de estabilidad hidrodinámica

Este análisis es el mismo para todas las alturas de borde y se presenta en el Cuadro N°3.3.12-36

CUADRO N°3.3.12-36
CÁLCULO DE VELOCIDAD MEDIA MÁXIMA DE FLUJO

OBRA N°	e (m)	α (°)	γ albañilería (t/m³)	Vm* (m/s)
25-34	0,2	26,6	2,5	2,91

La velocidad obtenida se considera aceptable para el cálculo.

3.3.12.4.- Cubicación y valorización de las alternativas de refuerzo de bordes débiles en canales derivados.

3.3.12.4.1.- Media Canoa de H.A.

3.3.12.4.1.1.- Cubicación

a.- Cálculo de armadura

a.1.- Armadura principal

Dadas las solicitaciones, se puede realizar el cálculo de cuantía de acero estructural AS 37 - 24 ES (fy=420). Dicha cuantía se presenta en el Cuadro N°3.3.12-37

CUADRO N°3.3.12-37
CUANTÍA DE ACERO ESTRUCTURAL ARMADURA PRINCIPAL AS 37-24 ES

OBRA N°	Momento Solicitante M (t*m)	Armadura Necesaria As (cm²)	Amín (1) (cm²)	Área Ø8 (cm²)	Área 5Ø8 (cm²)	
25	0,46	0,54	6,00	0,50	2,51	8@20
26	0,51	0,54	6,00	0,50	2,51	8@20
27	0,69	0,54	6,00	0,50	2,51	8@20
28	0,69	0,54	6,00	0,50	2,51	8@20
30	0,15	0,54	6,00	0,50	2,51	8@20
32	1,14	0,54	6,00	0,50	2,51	8@20
33	0,15	0,54	6,00	0,50	2,51	8@20
34	0,15	0,54	6,00	0,50	2,51	8@20

Nota: (1) usando una cuantía de 3‰.

a.2.- Armadura secundaria

Para la armadura transversal se tiene:

CUADRO N°3.3.12-38
CUANTÍA DE ACERO ESTRUCTURAL ARMADURA SECUNDARIA AS 37-24 ES

OBRA N°	Área Ø8 (cm²)	Área 5Ø8 (cm²)		N° de Barras (un/ml)	Espaciado
25	0,50	2,51	8@20	5	20
26	0,50	2,51	8@20	5	20
27	0,50	2,51	8@20	5	20
28	0,50	2,51	8@20	5	20
30	0,50	2,51	8@20	5	20
32	0,50	2,51	8@20	5	20
33	0,50	2,51	8@20	5	20
34	0,50	2,51	8@20	5	20

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº3.3.12-39
ARMADURA SECUNDARIA

Nº OBRA	Secc.	Armadura	Secc.	Núm. Barras	Largo (m)	Vol. (m³)	Peso (kg)	Peso Total (kg)	Peso Total Sección (kg)	Relación Acero /Hormigón (kg/m³)	Tipo
25	A	Principal	ϕ8	10	1,35	0,0007	6	12	18	42.9	doble malla
		Secundaria	ϕ8	14	1,00	0,0010	6				doble malla
	B	Principal	ϕ8	5	0,75	0,0002	2	4			malla simple
		Secundaria	ϕ8	4	1,00	0,0002	2				malla simple
	C	Principal	ϕ8	5	0,40	0,0001	1	2			malla simple
		Secundaria	ϕ8	2	1,00	0,0001	1				malla simple
26	A	Principal	ϕ8	10	1,40	0,0007	6	12	18	41,1	doble malla
		Secundaria	ϕ8	14	1,00	0,0010	6				doble malla
	B	Principal	ϕ8	5	0,80	0,0002	2	4			malla simple
		Secundaria	ϕ8	4	1,00	0,0001	2				malla simple
	C	Principal	ϕ8	5	0,40	0,0001	1	2			malla simple
		Secundaria	ϕ8	2	1,00	0,0001	1				malla simple
27	A	Principal	ϕ8	10	1,55	0,0008	7	14	22	42,9	doble malla
		Secundaria	ϕ8	16	1,00	0,0008	7				doble malla
	B	Principal	ϕ8	5	1,10	0,0003	3	6			malla simple
		Secundaria	ϕ8	6	1,00	0,0003	3				malla simple
	C	Principal	ϕ8	5	0,40	0,0001	1	2			malla simple
		Secundaria	ϕ8	2	1,00	0,0001	1				malla simple
28	A	Principal	ϕ8	10	1,55	0,0008	7	14	22	42,9	doble malla
		Secundaria	ϕ8	16	1,00	0,0008	7				doble malla
	B	Principal	ϕ8	5	1,10	0,0003	3	6			malla simple
		Secundaria	ϕ8	6	1,00	0,0003	3				malla simple
	C	Principal	ϕ8	5	0,40	0,0001	1	2			malla simple
		Secundaria	ϕ8	2	1,00	0,0001	1				malla simple
30	A	Principal	ϕ8	10	0,85	0,0004	4	8	12	46,2	doble malla
		Secundaria	ϕ8	9	1,00	0,0005	4				doble malla
	B	Principal	ϕ8	5	0,40	0,0001	1	2			malla simple
		Secundaria	ϕ8	2	1,00	0,0001	1				malla simple
	C	Principal	ϕ8	5	0,35	0,0001	1	2			malla simple
		Secundaria	ϕ8	2	1,00	0,0001	1				malla simple
32	A	Principal	ϕ8	10	1,85	0,0009	8	17	35	50,0	doble malla
		Secundaria	ϕ8	19	1,00	0,0010	9				doble malla
	B	Principal	ϕ8	10	1,35	0,0007	6	12			doble malla
		Secundaria	ϕ8	14	1,00	0,0007	6				doble malla
	C	Principal	ϕ8	10	0,50	0,0003	3	6			doble malla
		Secundaria	ϕ8	5	1,00	0,0003	3				doble malla
33	A	Principal	ϕ8	10	0,85	0,0004	4	8	12	46,2	doble malla
		Secundaria	ϕ8	9	1,00	0,0005	4				doble malla
	B	Principal	ϕ8	5	0,40	0,0001	1	2			malla simple
		Secundaria	ϕ8	2	1,00	0,0001	1				malla simple
	C	Principal	ϕ8	5	0,35	0,0001	1	2			malla simple
		Secundaria	ϕ8	2	1,00	0,0001	1				malla simple
34	A	Principal	ϕ8	10	0,85	0,0004	4	8	12	46,2	doble malla
		Secundaria	ϕ8	9	1,00	0,0005	4				doble malla
	B	Principal	ϕ8	5	0,40	0,0001	1	2			malla simple
		Secundaria	ϕ8	2	1,00	0,0001	1				malla simple
	C	Principal	ϕ8	5	0,35	0,0001	1	2			malla simple
		Secundaria	ϕ8	2	1,00	0,0001	1				malla simple

b.- Cubicación de hormigón

La cubicación de hormigón para cada obra se muestra en el Cuadro N°3.3.12-40

CUADRO N°3.3.12-40
CUBICACIÓN DE HORMIGÓN

OBRA N°	Volumen (m^3)
25	0,50
26	0,50
27	0,60
28	0,60
30	0,30
32	0,70
33	0,30
34	0,30

c.- Cubicación de moldaje

La cubicación del moldaje considera los muros y la losa. El volumen se presenta en el Cuadro N°3.3.12-41

CUADRO N°3.3.12-41
CUBICACIÓN DE MOLDAJE

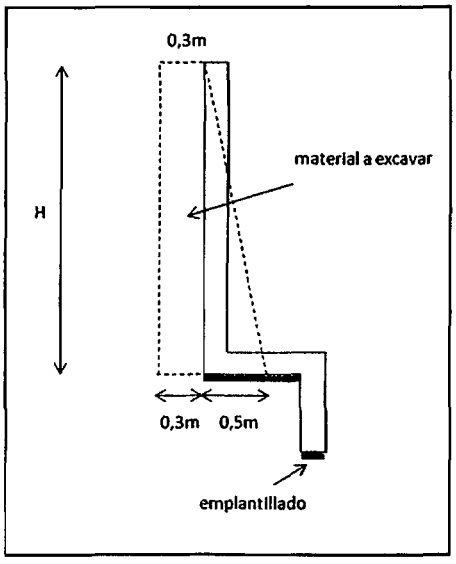
OBRA N°	Volumen (m^3)
25	4,70
26	4,90
27	5,80
28	5,80
30	2,90
32	7,00
33	2,90
34	2,90

d.- Cubicación de volumen a excavar

Para la cubicación del material a excavar, se consideran las dimensiones mostradas en la Figura N°3.3.12-7

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FIGURA N°3.3.12-7
ESQUEMA DE VOLUMEN A EXCAVAR Y EMPLANTILLADO



El volumen a excavar se presenta en el Cuadro N°3.3.12-42 siguiente.

CUADRO N°3.3.12-42
CUBICACIÓN DE VOLUMEN A EXCAVAR

OBRA N°	Volumen (m^3)
25	1,00
26	1,00
27	1,10
28	1,10
30	0,70
32	1,30
33	0,70
34	0,70

e.- Relleno estructural en torno a obra

El volumen de relleno se considera como la sección de altura del muro y de 0,30m de ancho. El cálculo se muestra en el Cuadro N°3.3.12-43

CUADRO N°3.3.12-43
CUBICACIÓN DE RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA

OBRA N°	Volumen (m^3)
25	0,50
26	0,50
27	0,50
28	0,50
30	0,30
32	0,60
33	0,30
34	0,30

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

e.- Transporte de material a botadero

Para la cubicación del material a botadero se considera el volumen de la excavación amplificada por un el factor de esponjamiento de un 30%. La cubicación se indica en el Cuadro N°3.3.12-44

CUADRO N°3.3.12-44
CUBICACIÓN DE TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO

OBRA N°	Volumen (m^3)
25	1,30
26	1,30
27	1,50
28	1,50
30	1,00
32	1,70
33	1,00
34	1,00

f.- Cubicación de emplantillado

Para la cubicación del material de emplantillado, este se calcula con un espesor de 5cm en que se considera el volumen dado por la losa y la base del muro. La Ecuación N°3.3.12-18 muestra el método de cálculo.

ECUACIÓN N°3.3.12-18
CUBICACIÓN DE EMPLANTILLADO

$$\text{Volumen} = 0{,}05 * (Bo + e1)$$

En el Cuadro N°3.3.12-45 se presenta la cubicación de emplantillado.

CUADRO N°3.3.12-45
CUBICACIÓN DE EMPLANTILLADO

OBRA N°	Volumen (m^3)
25	0,05
26	0,05
27	0,07
28	0,07
30	0,03
32	0,08
33	0,03
34	0,03

g.- Agotamiento

Para la cubicación del agotamiento se considera la utilización de motobombas de 6" con un rendimiento de 2,0 ml/día.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

h.- Mano de obra

Para la cubicación de la mano de obra se considera 1 cuadrilla, que incluye 1 Maestro de primera y 4 ayudantes, con un rendimiento de 2 ml/día.

3.3.12.4.1.2.- Presupuesto y Valorización

A continuación se presenta el resumen del presupuesto de refuerzo de un borde con media canoa de H.A. para cada uno de las obras.

CUADRO Nº3.3.12-46
PRESUPUESTO OBRA Nº25 REFUERZO BORDE DEBIL KM 3,03 SECTOR JAVIER MARCIEL CANAL ALMAHUE, DERIVADO SAN LUIS - CALEUCHE
H=1,20m; Bo=0,75m; L=200m

Nº	ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	**Preparación de Terreno**				
	Excavación con Máquina-Material Blando	1,00	m^3	1.160	1.160
2	**Hormigonado, Enfierradura, Emplantillado y Moldaje**				
	Hormigón H-25 Muros y Losa	0,50	m^3	92.156	46.078
	Enfierradura A 44 (Suministro y Colocación)	18,0	kg	849	15.282
	Emplantillado (Hormigón Pobre e=0,05m)	0,05	m^3	41.983	1.994
	Moldaje de Pino (1 de 6 Usos)	4,70	m^2	4.110	19.317
3	**Relleno Estructural en Torno a Obra**				
	Relleno Con Material Granular Seleccionado	0,50	m^3	4.968	2.484
4	**Transporte de Material a Botadero**				
	Transporte de Material a Botadero (Esponjamiento de un 30%)	1,30	m^3	992	1.290
5	**Mano de Obra**				
	Cuadrilla = 1 Maestro de 1ª + 4 Ayudantes (Rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	Maestro Primera (en colocación)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	Jornalero (en acarreo y colocación)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	Jornalero	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	Capataz	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% Leyes Sociales	29	%		6.042
6	**Agotamiento de Napa**				
	Con Motobombas de 6"	0,5	día	70.595	35.298
Total					**149.778**
Total + 20 m^2 empalme y excavación					**30.275.680**

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.3.12-47
PRESUPUESTO OBRA N°26 REFUERZO BORDE DEBIL KM 3,58 SECTOR CALEUCHE
CANAL ALMAHUE, DERIVADO SAN LUIS - CALEUCHE
H=1,25m; Bo=0,80m; L=200m

N°	ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	**Preparación de Terreno**				
	Excavación con Máquina-Material Blando	1,00	m^3	1.160	1.160
2	**Hormigonado, Enfierradura, Emplantillado y Moldaje**				
	Hormigón H-25 Muros y Losa	0,50	m^3	92.156	46.078
	Enfierradura A 44 (Suministro y Colocación)	18,0	kg	849	15.282
	Emplantillado (Hormigón Pobre e=0,05m)	0,05	m^3	41.983	2.099
	Moldaje de Pino (1 de 6 Usos)	4,90	m^2	4.110	20.139
3	**Relleno Estructural en Torno a Obra**				
	Relleno Con Material Granular Seleccionado	0,50	m^3	4.968	2.484
4	**Transporte de Material a Botadero**				
	Transporte de Material a Botadero (Esponjamiento de un 30%)	1,30	m^3	992	1.290
5	**Mano de Obra**				
	Cuadrilla = 1 Maestro de 1ª + 4 Ayudantes (Rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	Maestro Primera (en colocación)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	Jornalero (en acarreo y colocación)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	Jornalero	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	Capataz	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% Leyes Sociales	29	%		6.042
6	**Agotamiento de Napa**				
	Con Motobombas de 6"	0,5	día	70.595	35.298
Total					**150.705**
Total + 20 m^2 empalme y excavación					**30.461.080**

CUADRO N°3.3.12-48
PRESUPUESTO OBRA N°27 REFUERZO BORDE DEBIL KM 8,33 SECTOR SAN LUCAS
CANAL ALMAHUE, DERIVADO SAN LUIS - CALEUCHE
H=1,40m; Bo=1,10m; L=300m

N°	ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	**Preparación de Terreno**				
	Excavación con Máquina-Material Blando	1,10	m^3	1.160	1.276
2	**Hormigonado, Enfierradura, Emplantillado y Moldaje**				
	Hormigón H-25 Muros y Losa	0,60	m^3	92.156	55.294
	Enfierradura A 44 (Suministro y Colocación)	22,0	kg	849	18.678
	Emplantillado (Hormigón Pobre e=0,05m)	0,07	m^3	41.983	2.729
	Moldaje de Pino (1 de 6 Usos)	5,80	m^2	4.110	23.838
3	**Relleno Estructural en Torno a Obra**				
	Relleno Con Material Granular Seleccionado	0,50	m^3	4.968	2.484
4	**Transporte de Material a Botadero**				
	Transporte de Material a Botadero (Esponjamiento de un 30%)	1,50	m^3	992	1.488
5	**Mano de Obra**				
	Cuadrilla = 1 Maestro de 1ª + 4 Ayudantes (Rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	Maestro Primera (en colocación)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	Jornalero (en acarreo y colocación)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	Jornalero	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	Capataz	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% Leyes Sociales	29	%		
6	**Agotamiento de Napa**				
	Con Motobombas de 6"	0,5	día	70.595	35.298
Total					**167.960**
Total + 20 m^2 empalme y excavación					**50.708.080**

CUADRO N°3.3.12-49
PRESUPUESTO OBRA N°28 REFUERZO BORDE DEBIL KM 9,1 SECTOR EL CERRO CANAL ALMAHUE, DERIVADO SAN LUIS - CALEUCHE
H=1,40m; Bo=1,10m; L=500m

N°	ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	**Preparación de Terreno**				
	Excavación con Máquina-Material Blando	1,10	m^3	1.160	1.276
2	**Hormigonado, Enfierradura, Emplantillado y Moldaje**				
	Hormigón H-25 Muros y Losa	0,60	m^3	92.156	55.294
	Enfierradura A 44 (Suministro y Colocación)	22,0	Kg	849	18.678
	Emplantillado (Hormigón Pobre e=0,05m)	0,07	m^3	41.983	2.729
	Moldaje de Pino (1 de 6 Usos)	5,80	m^2	4.110	23.838
3	**Relleno Estructural en Torno a Obra**				
	Relleno Con Material Granular Seleccionado	0,50	m^3	4.968	2.484
4	**Transporte de Material a Botadero**				
	Transporte de Material a Botadero (Esponjamiento de un 30%)	1,50	m^3	992	1.488
5	**Mano de Obra**				
	Cuadrilla = 1 Maestro de 1ª + 4 Ayudantes (Rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	Maestro Primera (en colocación)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	Jornalero (en acarreo y colocación)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	Jornalero	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	Capataz	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% Leyes Sociales	29	%		
6	**Agotamiento de Napa**				
	Con Motobombas de 6"	0,5	día	70.595	35.298
Total					**167.960**
Total + 20 m^2 empalme y excavación					**84.300.080**

CUADRO N°3.3.12-50
PRESUPUESTO OBRA N°30 REFUERZO BORDE DEBIL KM 3,08 SECTOR S. CORNEJO CANAL ALMAHUE, DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO
H=0,70m; Bo=0,40m; L=40m

N°	ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	**Preparación de Terreno**				
	Excavación con Máquina-Material Blando	0,70	m^3	1.160	812
2	**Hormigonado, Enfierradura, Emplantillado y Moldaje**				
	Hormigón H-25 Muros y Losa	0,30	m^3	92.156	27.647
	Enfierradura A 44 (Suministro y Colocación)	12,0	Kg	849	10.188
	Emplantillado (Hormigón Pobre e=0,05m)	0,03	m^3	41.983	1.259
	Moldaje de Pino (1 de 6 Usos)	2,90	m^2	4.110	11.919
3	**Relleno Estructural en Torno a Obra**				
	Relleno Con Material Granular Seleccionado	0,30	m^3	4.968	1.490
4	**Transporte de Material a Botadero**				
	Transporte de Material a Botadero (Esponjamiento de un 30%)	1,00	m^3	992	992
5	**Mano de Obra**				
	Cuadrilla = 1 Maestro de 1ª + 4 Ayudantes (Rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	Maestro Primera (en colocación)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	Jornalero (en acarreo y colocación)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	Jornalero	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	Capataz	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% Leyes Sociales	29	%		6.042
6	**Agotamiento de Napa**				
	Con Motobombas de 6"	0,5	día	70.595	35.298
Total					**116.480**
Total + 20 m^2 empalme y excavación					**4.979.280**

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.3.12-51
PRESUPUESTO OBRA N°32 REFUERZO BORDE DEBIL KM 8,38 SECTOR O. FREDES
CANAL ALMAHUE, DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO
H=1,65m; Bo=1,35m; L=20m

N°	ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	**Preparación de Terreno**				
	Excavación con Máquina-Material Blando	1,30	m^3	1.160	1.508
2	**Hormigonado, Enfierradura, Emplantillado y Moldaje**				
	Hormigón H-25 Muros y Losa	0,70	m^3	92.156	64.509
	Enfierradura A 44 (Suministro y Colocación)	35,0	Kg	849	29.715
	Emplantillado (Hormigón Pobre e=0,05m)	0,08	m^3	41.983	3.254
	Moldaje de Pino (1 de 6 Usos)	7,00	m^2	4.110	28.770
3	**Relleno Estructural en Torno a Obra**				
	Relleno Con Material Granular Seleccionado	0,60	m^3	4.968	2.981
4	**Transporte de Material a Botadero**				
	Transporte de Material a Botadero (Esponjamiento de un 30%)	1,70	m^3	992	1.686
5	**Mano de Obra**				
	Cuadrilla = 1 Maestro de 1ª + 4 Ayudantes (Rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	Maestro Primera (en colocación)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	Jornalero (en acarreo y colocación)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	Jornalero	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	Capataz	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% Leyes Sociales	29	%		6.042
6	**Agotamiento de Napa**				
	Con Motobombas de 6"	0,5	día	70.595	35.298
Total					**194.596**
Total + 20 m^2 empalme y excavación					**4.212.000**

CUADRO N°3.3.12-52
PRESUPUESTO OBRA N°33 REFUERZO BORDE DEBIL KM 9,15 SECTOR O. FREDES
CANAL ALMAHUE, DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO
H=0,70m; Bo=0,40m; L=20m

N°	ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	**Preparación de Terreno**				
	Excavación con Máquina-Material Blando	0,70	m^3	1.160	812
2	**Hormigonado, Enfierradura, Emplantillado y Moldaje**				
	Hormigón H-25 Muros y Losa	0,30	m^3	92.156	27.647
	Enfierradura A 44 (Suministro y Colocación)	12,0	Kg	849	10.188
	Emplantillado (Hormigón Pobre e=0,05m)	0,03	m^3	41.983	1.259
	Moldaje de Pino (1 de 6 Usos)	2,90	m^2	4.110	11.919
3	**Relleno Estructural en Torno a Obra**				
	Relleno Con Material Granular Seleccionado	0,30	m^3	4.968	1.490
4	**Transporte de Material a Botadero**				
	Transporte de Material a Botadero (Esponjamiento de un 30%)	1,00	m^3	992	992
5	**Mano de Obra**				
	Cuadrilla = 1 Maestro de 1ª + 4 Ayudantes (Rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	Maestro Primera (en colocación)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	Jornalero (en acarreo y colocación)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	Jornalero	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	Capataz	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% Leyes Sociales	29	%		6.042
6	**Agotamiento de Napa**				
	Con Motobombas de 6"	0,5	día	70.595	35.298
Total					**116.480**
Total + 20 m^2 empalme y excavación					**2.649.680**

CUADRO Nº3.3.12-53
PRESUPUESTO OBRA Nº34 REFUERZO BORDE DEBIL KM 9,21 SECTOR O. FREDES CANAL ALMAHUE, DERIVADO SANTA IRENE – EL SALTO
H=0,70m; Bo=0,40m; L=20m

Nº	ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	**Preparación de Terreno**				
	Excavación con Máquina-Material Blando	0,70	m^3	1.160	812
2	**Hormigonado, Enfierradura, Emplantillado y Moldaje**				
	Hormigón H-25 Muros y Losa	0,30	m^3	92.156	27.647
	Enfierradura A 44 (Suministro y Colocación)	12,0	Kg	849	10.188
	Emplantillado (Hormigón Pobre e=0,05m)	0,03	m^3	41.983	1.259
	Moldaje de Pino (1 de 6 Usos)	2,90	m^2	4.110	11.919
3	**Relleno Estructural en Torno a Obra**				
	Relleno Con Material Granular Seleccionado	0,30	m^3	4.968	1.490
4	**Transporte de Material a Botadero**				
	Transporte de Material a Botadero (Esponjamiento de un 30%)	1,00	m^3	992	992
5	**Mano de Obra**				
	Cuadrilla = 1 Maestro de 1ª + 4 Ayudantes (Rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	Maestro Primera (en colocación)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	Jornalero (en acarreo y colocación)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	Jornalero	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	Capataz	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% Leyes Sociales	29	%		6.042
6	**Agotamiento de Napa**				
	Con Motobombas de 6"	0,5	día	70.595	35.298
Total					**116.480**
Total + 20 m^2 empalme y excavación					**2.649.680**

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.12.4.2.- Albañilería de Piedras.

3.3.12.4.2.1.- Cubicación

a.- Preparación del terreno, volumen de excavación

Para la cubicación del material a excavar se considera un volumen dado por la base del muro de espesor e2, más una sección de 0,30m de espesor de la altura del suelo presente como el altura de base más muro, lo cual se muestra en la Ecuación N°3.3.12-19.

ECUACIÓN N°3.3.12-19
VOLUMEN DE EXCAVACIÓN EN TORNO A OBRA

$$Vol.exc. = e2 * (k * H + e1) + 0{,}30 * (H + e2)$$

El Cuadro N°3.3.12-54 muestra un resumen de los volúmenes de excavación.

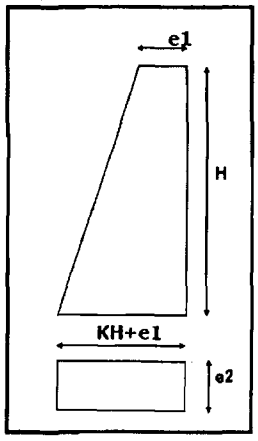
CUADRO N°3.3.12-54
CÁLCULO DE VOLUMEN DE EXCAVACIÓN

OBRA N°	Derivado	H (m)	k	e1 (m)	e2 (m)	Vol. Exc. (m^3)
25	San Luis/Caleuche	1,20	0,67	0,40	0,20	0,66
26	San Luis/Caleuche	1,25	0,67	0,40	0,20	0,68
27	San Luis/Caleuche	1,40	0,67	0,40	0,20	0,75
28	San Luis/Caleuche	1,40	0,67	0,40	0,20	0,75
30	Santa Irene/El Salto	0,70	0,67	0,40	0,20	0,44
32	Santa Irene/El Salto	1,65	0,67	0,40	0,20	0,86
33	Santa Irene/El Salto	0,70	0,67	0,40	0,20	0,44
34	Santa Irene/El Salto	0,70	0,67	0,40	0,20	0,44

b.- Cubicación de albañilería de piedras para refuerzo de borde.

En la Figura N°3.3.12-8 se muestra el esquema de diseño.

FIGURA N°3.3.12-8
ESQUEMA DE DISEÑO DE BORDE DE ALBAÑILERÍA



La Ecuación N°3.3.12-20 se utiliza para la cubicación del área del refuerzo de borde con albañilería.

ECUACIÓN N°3.3.12-20
ÁREA DE REFUERZO DE BORDE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS

$$Area = \left(\frac{(KH + 2e_1)}{2} \cdot H\right) + e_2 \cdot (KH + e_1)$$

Con las dimensiones del refuerzo de borde de albañilería de piedras y dada la división del volumen se realiza el cálculo que se muestra en el Cuadro N°3.3.12-55. Como la cubicación se realiza por metro lineal, el volumen equivale a área*1

CUADRO N°3.3.12-55
CÁLCULO DE ÁREA Y VOLUMEN DE REFUERZO DE BORDE DE ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS

OBRA N°	Derivado	H (m)	k	e1 (m)	e2 (m)	Área (m^2)	Volumen (m^3)
25	San Luis/Caleuche	1,20	0,67	0,40	0,20	1,20	1,20
26	San Luis/Caleuche	1,25	0,67	0,40	0,20	1,27	1,27
27	San Luis/Caleuche	1,40	0,67	0,40	0,20	1,48	1,48
28	San Luis/Caleuche	1,40	0,67	0,40	0,20	1,48	1,48
30	Santa Irene/El Salto	0,70	0,67	0,40	0,20	0,62	0,62
32	Santa Irene/El Salto	1,65	0,67	0,40	0,20	1,87	1,87
33	Santa Irene/El Salto	0,70	0,67	0,40	0,20	0,62	0,62
34	Santa Irene/El Salto	0,70	0,67	0,40	0,20	0,62	0,62

c.- Relleno estructural en torno a obra

Para la cubicación del material de relleno se considera una superficie dada por un espesor de 0,30m y de alto correspondiente a la altura solicitante de suelo (H+e2), el volumen corresponde al ésta superficie multiplicada por 1 ml. La Ecuación N°3.3.12-21 muestra la fórmula de cubicación del relleno.

ECUACIÓN N°3.3.12-21
VOLUMEN DE MATERIAL DE RELLENO

$$Vol.relleno = 0{,}30 * (H + e2)$$

El Cuadro N°3.3.12-56 muestra un resumen del volumen de relleno para cada altura de muro.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.3.12-56
CÁLCULO VOLUMEN DE RELLENO PARA REFUERZO
DE BORDE DE ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS

OBRA N°	Derivado	H (m)	e2 (m)	Volumen (m^3)
25	San Luis/Caleuche	1,20	0,20	0,42
26	San Luis/Caleuche	1,25	0,20	0,44
27	San Luis/Caleuche	1,40	0,20	0,48
28	San Luis/Caleuche	1,40	0,20	0,48
30	Santa Irene/El Salto	0,70	0,20	0,27
32	Santa Irene/El Salto	1,65	0,20	0,56
33	Santa Irene/El Salto	0,70	0,20	0,27
34	Santa Irene/El Salto	0,70	0,20	0,27

d.- Cubicación de Material a botadero

Para la cubicación del material de transporte a botadero se considera el volumen del material excavado amplificado por un factor de esponjamiento correspondiente a un 30 %. El Cuadro N°3.3.12-57 muestra un resumen de los volúmenes de material de transporte para las diferentes alturas de muro.

CUADRO N°3.3.12-57
CÁLCULO VOLUMEN DE MATERIAL DE TRANSPORTE BOTADERO

OBRA N°	Derivado	H (m)	Volumen (m^3)
25	San Luis/Caleuche	1,20	0,86
26	San Luis/Caleuche	1,25	0,89
27	San Luis/Caleuche	1,40	0,97
28	San Luis/Caleuche	1,40	0,97
30	Santa Irene/El Salto	0,70	0,58
32	Santa Irene/El Salto	1,65	1,11
33	Santa Irene/El Salto	0,70	0,58
34	Santa Irene/El Salto	0,70	0,58

e.- Cubicación de Mano de obra

Para la construcción de los refuerzos de borde con albañilería de piedras se considera la utilización de una cuadrilla compuesta por 1 maestro de primera más 4 ayudantes. El rendimiento de esta cuadrilla corresponde a 1,8 ml/día.

f.- Agotamiento de napa

Se contempla la utilización de motobombas de 6" para el agotamiento de napa, el rendimiento de ésta corresponde a la de mano de obra la cual equivale a 1,8 ml/día.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.12.4.2.2.- Presupuesto y Valorización

A continuación, en los Cuadros N°3.3.12-58 al 3.3.12-65 se presenta el resumen del presupuesto de refuerzo de un borde con albañilería de piedras para cada uno de las obras.

CUADRO N°3.3.12-58
RESUMEN DE VALORIZACIÓN REVESTIMIENTO
DE BORDE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS
OBRA N°25 H=1,20m; e1=0,40m; e2=0,20m; k=0,67; L=200m

N°	ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	**Preparación de Terreno**				
	Excavación con Máquina-Material Blando	0,66	m³	1.160	767
2	**Albañilería de piedras**				
	Revestimiento de alb. de piedras (incluye embayetado)	1,20	m³	76.255	91.750
3	**Relleno Estructural en Torno a Obra**				
	Relleno con Material Granular Seleccionado	0,42	m³	4.968	2.087
4	**Transporte de Material a Botadero**				
	Transporte de Material a Botadero (esponjamiento de un 30%)	0,86	m³	992	852
5	**Mano de Obra**				
	Cuadrilla = 1 maestro de 1ª + 4 ayudantes (rend = 1,8 ml/día)	0,56	día		
	Maestro Primera (en colocación)	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	Jornalero (en acarreo y colocación)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	Jornalero	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	Capataz	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% Leyes Sociales	29	%		6.713
6	**Agotamiento de Napa**				
	Uso de Motobombas de 6"	0,56	día	70.595	39.219
Total					**164.536**
Total + 20m² de empalmes y excavación					**33.227.280**

CUADRO N°3.3.12-59
RESUMEN DE VALORIZACIÓN REVESTIMIENTO
DE BORDE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS
OBRA N°26 H=1,25m; e1=0,40m; e2=0,20m; k=0,67; L=200m

N°	ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	**Preparación de Terreno**				
	Excavación con Máquina-Material Blando	0,68	m³	1.160	792
2	**Albañilería de piedras**				
	Revestimiento de alb. de piedras (incluye embayetado)	1,27	m³	76.255	96.915
3	**Relleno Estructural en Torno a Obra**				
	Relleno con Material Granular Seleccionado	0,44	m³	4.968	2.161
4	**Transporte de Material a Botadero**				
	Transporte de Material a Botadero (esponjamiento de un 30%)	0,89	m³	992	880
5	**Mano de Obra**				
	Cuadrilla = 1 maestro de 1ª + 4 ayudantes (rend = 1,8 ml/día)	0,56	día		
	Maestro Primera (en colocación)	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	Jornalero (en acarreo y colocación)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	Jornalero	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	Capataz	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% Leyes Sociales	29	%		6.713
6	**Agotamiento de Napa**				
	Uso de Motobombas de 6"	0,56	día	70.595	39.219
Total					**169.828**
Total + 20m² de empalmes y excavación					**34.285.680**

CUADRO N°3.3.12-60
RESUMEN DE VALORIZACIÓN REVESTIMIENTO DE BORDE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS
OBRA N°27 H=1,40m; e1=0,40m; e2=0,20m; k=0,67; L=300m

N°	ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	**Preparación de Terreno**				
	Excavación con Máquina-Material Blando	0,75	m³	1.160	867
2	**Albañilería de piedras**				
	Revestimiento de alb. de piedras (incluye embayetado)	1,48	m³	76.255	113.178
3	**Relleno Estructural en Torno a Obra**				
	Relleno con Material Granular Seleccionado	0,48	m³	4.968	2.385
4	**Transporte de Material a Botadero**				
	Transporte de Material a Botadero (esponjamiento de un 30%)	0,97	m³	992	964
5	**Mano de Obra**				
	Cuadrilla = 1 maestro de 1ª + 4 ayudantes (rend = 1,8 ml/día)	0,56	día		
	Maestro Primera (en colocación)	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	Jornalero (en acarreo y colocación)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	Jornalero	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	Capataz	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% Leyes Sociales	29	%		6.713
6	**Agotamiento de Napa**				
	Uso de Motobombas de 6"	0,56	día	70.595	39.219
Total					**186.474**
Total + 20m² de empalmes y excavación					**56.262.280**

CUADRO N°3.3.12-61
RESUMEN DE VALORIZACIÓN REVESTIMIENTO DE BORDE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS
OBRA N°28 H=1,40m; e1=0,40m; e2=0,20m; k=0,67; L=500m

N°	ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	**Preparación de Terreno**				
	Excavación con Máquina-Material Blando	0,75	m³	1.160	867
2	**Albañilería de piedras**				
	Revestimiento de alb. de piedras (incluye embayetado)	1,48	m³	76.255	113.178
3	**Relleno Estructural en Torno a Obra**				
	Relleno con Material Granular Seleccionado	0,48	m³	4.968	2.385
4	**Transporte de Material a Botadero**				
	Transporte de Material a Botadero (esponjamiento de un 30%)	0,97	m³	992	964
5	**Mano de Obra**				
	Cuadrilla = 1 maestro de 1ª + 4 ayudantes (rend = 1,8 ml/día)	0,56	día		
	Maestro Primera (en colocación)	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	Jornalero (en acarreo y colocación)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	Jornalero	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	Capataz	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% Leyes Sociales	29	%		6.713
6	**Agotamiento de Napa**				
	Uso de Motobombas de 6"	0,56	día	70.595	39.219
Total					**186.474**
Total + 20m² de empalmes y excavación					**93.557.080**

CUADRO N°3.3.12-62
RESUMEN DE VALORIZACIÓN REVESTIMIENTO DE BORDE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS
OBRA N°30 H=0,70m; e1=0,40m; e2=0,20m; k=0,67; L=40m

N°	ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	**Preparación de Terreno**				
	Excavación con Máquina-Material Blando	0,44	m³	1.160	515
2	**Albañilería de piedras**				
	Revestimiento de alb. de piedras (incluye embayetado)	0,62	m³	76.255	47.122
3	**Relleno Estructural en Torno a Obra**				
	Relleno con Material Granular Seleccionado	0,27	m³	4.968	1.341
4	**Transporte de Material a Botadero**				
	Transporte de Material a Botadero (esponjamiento de un 30%)	0,58	m³	992	572
5	**Mano de Obra**				
	Cuadrilla = 1 maestro de 1ª + 4 ayudantes (rend = 1,8 ml/día)	0,56	día		
	Maestro Primera (en colocación)	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	Jornalero (en acarreo y colocación)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	Jornalero	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	Capataz	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% Leyes Sociales	29	%		6.713
6	**Agotamiento de Napa**				
	Uso de Motobombas de 6"	0,56	día	70.595	39.219
Total					**118.630**
Total + 20m² de empalmes y excavación					**5.065.280**

CUADRO N°3.3.12-63
RESUMEN DE VALORIZACIÓN REVESTIMIENTO DE BORDE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS
OBRA N°32 H=1,65m; e1=0,40m; e2=0,20m; k=0,67; L=20m

N°	ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	**Preparación de Terreno**				
	Excavación con Máquina-Material Blando	0,86	m³	1.160	993
2	**Albañilería de piedras**				
	Revestimiento de alb. de piedras (incluye embayetado)	1,87	m³	76.255	142.836
3	**Relleno Estructural en Torno a Obra**				
	Relleno con Material Granular Seleccionado	0,56	m³	4.968	2.757
4	**Transporte de Material a Botadero**				
	Transporte de Material a Botadero (esponjamiento de un 30%)	1,11	m³	992	1.104
5	**Mano de Obra**				
	Cuadrilla = 1 maestro de 1ª + 4 ayudantes (rend = 1,8 ml/día)	0,56	día		
	Maestro Primera (en colocación)	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	Jornalero (en acarreo y colocación)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	Jornalero	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	Capataz	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% Leyes Sociales	29	%		6.713
6	**Agotamiento de Napa**				
	Uso de Motobombas de 6"	0,56	día	70.595	39.219
Total					**216.770**
Total + 20m² de empalmes y excavación					**4.655.480**

CUADRO N°3.3.12-64
RESUMEN DE VALORIZACIÓN REVESTIMIENTO DE BORDE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS
OBRA N°33 H=0,70m; e1=0,40m; e2=0,20m; k=0,67; L=20m

N°	ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	**Preparación de Terreno**				
	Excavación con Máquina-Material Blando	0,44	m³	1.160	515
2	**Albañilería de piedras**				
	Revestimiento de alb. de piedras (incluye embayetado)	0,62	m³	76.255	47.122
3	**Relleno Estructural en Torno a Obra**				
	Relleno con Material Granular Seleccionado	0,27	m³	4.968	1.341
4	**Transporte de Material a Botadero**				
	Transporte de Material a Botadero (esponjamiento de un 30%)	0,58	m³	992	572
5	**Mano de Obra**				
	Cuadrilla = 1 maestro de 1ª + 4 ayudantes (rend = 1,8 ml/día)	0,56	día		
	Maestro Primera (en colocación)	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	Jornalero (en acarreo y colocación)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	Jornalero	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	Capataz	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% Leyes Sociales	29	%		6.713
6	**Agotamiento de Napa**				
	Uso de Motobombas de 6"	0,56	día	70.595	39.219
Total					**118.630**
Total + 20m² de empalmes y excavación					**2.692.680**

CUADRO N°3.3.12-65
RESUMEN DE VALORIZACIÓN REVESTIMIENTO DE BORDE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS
OBRA N°34 H=0,70m; e1=0,40m; e2=0,20m; k=0,67; L=20m

N°	ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	**Preparación de Terreno**				
	Excavación con Máquina-Material Blando	0,44	m³	1.160	515
2	**Albañilería de piedras**				
	Revestimiento de alb. de piedras (incluye embayetado)	0,62	m³	76.255	47.122
3	**Relleno Estructural en Torno a Obra**				
	Relleno con Material Granular Seleccionado	0,27	m³	4.968	1.341
4	**Transporte de Material a Botadero**				
	Transporte de Material a Botadero (esponjamiento de un 30%)	0,58	m³	992	572
5	**Mano de Obra**				
	Cuadrilla = 1 maestro de 1ª + 4 ayudantes (rend = 1,8 ml/día)	0,56	día		
	Maestro Primera (en colocación)	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	Jornalero (en acarreo y colocación)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	Jornalero	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	Capataz	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% Leyes Sociales	29	%		6.713
6	**Agotamiento de Napa**				
	Uso de Motobombas de 6"	0,56	día	70.595	39.219
Total					**118.630**
Total + 20m² de empalmes y excavación					**2.692.680**

3.3.12-5.- Análisis comparativo entre las alternativas y conclusión con la solución sugerida.

Los resultados del costo de revestimiento de borde se presentan en los Cuadros Nº3.3.12-66 y 3.3.12-67 para las alternativas con media canoa de hormigón armado y albañilería de piedras respectivamente. Para efecto de evaluar las soluciones en análisis, se determinó el costo directo total para las diferentes alturas de refuerzo del borde.

CUADRO Nº3.3.12-66
ALTERNATIVA A: MEDIA CANOA DE H.A.

OBRA Nº	DERIVADO	KM (Km)	BORDE	LONGITUD DEL TRAMO FILTRANTE m	DIMENSIONES				COSTO DIRECTO TOTAL millones $
					Bo (m)	H2 (m)	e (m)	H1 (m)	
25	San Luis/Caleuche	3,03	Izq.	200	0,75	0,40	0,20	1,20	30,28
26	San Luis/Caleuche	3,58	Izq.	200	0,80	0,40	0,20	1,25	30,46
27	San Luis/Caleuche	8,33	Izq.	300	1,10	0,40	0,20	1,40	50,71
28	San Luis/Caleuche	9,10	Izq.	500	1,10	0,40	0,20	1,40	84,30
30	Sta. Irene/El Salto	3,08	Der.	40	0,4	0,35	0,20	0,70	4,98
32	Sta. Irene/El Salto	8,38	Der.	20	1,35	0,50	0,20	1,65	4,21
33	Sta. Irene/El Salto	9,15	Der.	20	0,40	0,35	0,20	0,70	2,65
34	Sta. Irene/El Salto	9,21	Der.	20	0,40	0,35	0,20	0,70	2,65

CUADRO Nº3.3.12-67
ALTERNATIVA B: REFUERZO DEL BORDE DÉBIL CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS

OBRA Nº	DERIVADO	KM (Km)	BORDE	LONGITUD DEL TRAMO FILTRANTE m	DIMENSIONES				COSTO DIRECTO TOTAL millones $
					e1 (m)	e2 (m)	k (m)	H (m)	
25	San Luis/Caleuche	3,03	Izq.	200	0,40	0,20	0,67	1,20	33,23
26	San Luis/Caleuche	3,58	Izq.	200	0,40	0,20	0,67	1,25	34,29
27	San Luis/Caleuche	8,33	Izq.	300	0,40	0,20	0,67	1,40	56,26
28	San Luis/Caleuche	9,10	Izq.	500	0,40	0,20	0,67	1,40	93,56
30	Sta. Irene/El Salto	3,08	Der.	40	0,40	0,20	0,67	0,70	5,07
32	Sta. Irene/El Salto	8,38	Der.	20	0,40	0,20	0,67	1,65	4,66
33	Sta. Irene/El Salto	9,15	Der.	20	0,40	0,20	0,67	0,70	2,69
34	Sta. Irene/El Salto	9,21	Der.	20	0,40	0,20	0,67	0,70	2,69

De los Cuadros Nº3.3.12-66 y 3.3.12-67 se aprecia que la alternativa de hormigón armado es levemente la más económica. Se tiene que además ambas alternativas analizadas permiten mejorar la seguridad del borde disminuyendo la infiltración, y disminuyendo la tendencia del borde actual al planchoneo. De acuerdo a lo anterior, se propone un diseño con la alternativa de media canoa de hormigón armado, debido a que es el valor más económico de las alternativas consideradas y presentando además buenas condiciones de estabilidad.

3.3.13.- Fortificación boca de entrada túnel San Roberto.

La boca de entrada al túnel San Roberto presenta actualmente inestabilidad en sus cortes en la roca, que son de una altura cercana a 8 m. Esta roca presenta fracturas y tendencia al desprendimiento en pequeños bloques. Estos bloques caen al canal y son arrastrados dentro del túnel causando obstrucción al escurrimiento. La zona comprometida es de aproximadamente 5 m por aguas arriba de la boca de entrada del túnel, 10 m por el interior del túnel en su inicio y el corte de 8 metros de altura en la entrada.

Como solución se plantea el revestimiento de la zona comprometida, que evite la salida de los bloques desde su sitio. Como alternativas de materiales se analizaron el revestimiento con shotcrete y el revestimiento con hormigón armado. A estas alternativas se señala lo siguiente:

La solución con shotcrete presenta cierto grado de dificultad técnica, especialmente por el gran volumen de material proyectado que se requiere colocar en una altura considerable, además de las dificultades de acceso propias de este sector del canal derivado San Roberto. Para lograr efectivamente que este tipo de revestimiento cumpla con la función estructural, el shotcrete debe contar con enfierradura, y además debe llevar cáncamos anclados en la roca.

Para la evaluación de la mejor alternativa se analizó el costo de implementar el mejoramiento con 2 soluciones:

i.- Fortificación con hormigón armado, esta solución requiere moldajes.
ii.- Fortificación con hormigón proyectado Shotcrete, esta solución no requiere del uso de moldajes.

El precio unitario del shotcrete se construyó en base a la estructura de precios del cuadro N°3.3.13-1 de la siguiente página:

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.3.13-1
PRECIO UNITARIO SHOTCRETE

N°	ÍTEM	CANT.	UN	PU $	TOTAL $
1	**Suministro**				
	Hormigón para Proyectar (puesto en obra) código **SH2259010H** de PREMIX; para una cotización sobre 500m3	1	m^3	92.000	92.00
	Aditivo Sigunit L-22 (acelerador líquido para hormigón proyectado) 4,5kg /100kg de cemento	30	Kg	450	13.500
	Aditivo Sikacure 116 (membrana de curado) 180gr/m2 de superficie (espesor medio de hormigón =0,15m)	1,2	Kg	1.300	1.560
2	**Colocación**				
	Perdidas en acarreo y colocación	5	%		4.600
	Arriendo de equipo para aplicar membrana de curado	0,0125	día	8.000	100
	Arriendo proyectora TK-25 diesel (sobre cotización tipo empresa Lanzco-Putzmeister)	1	m^3	25.900	25.900
	Arriendo bomba para aditivo	0,0125	día	18.500	231
	Arriendo elevadora tipo tijeras 4x4	0,0125	día	50.000	625
	Combustible diesel (rendimiento 30lt/hr para proyec;bomba;generador y elevador)	6,0	lt	450	2.700
3	**Mano de obra**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A (rend = 80 m3/día)	0,0125	día		
	2 Maestro primera (1 por turno)	0,0250	Hd	15.200	380
	6 Ayudantes de maestro (3 por turno)	0,1500	Hd	8.000	1.200
	% Leyes sociales	30	%		474
TOTAL					**143.270**

Nota: esta actividad requiere la supervisión de un capataz.

El costo total estimado para la faena en igualdad de condiciones y cubicación es el siguiente, que se basa especialmente en los precios unitarios que se contienen en el Capítulo N°3.6, que incluye además la mano de obra.

CUADRO N°3.3.13-2
FORTIFICACIÓN CON HORMIGÓN ARMADO TRADICIONAL

N°	ÍTEM	CANT.	UN.	P.U. $	TOTAL $
1	Demolición de roca en mal estado	18,5	m^3	15.036	278.166
2	Carguío y transporte de material a botadero	27,8	m^3	992	27.578
3	Moldaje pino (2 usos), obra menor H < 1,0m incl. Tablero; sin alzaprimado	37,0	m^2	8.635	319.063
4	Moldaje pino para muro alto o losa, incluye tableraje y alzaprimas (1 de 2 usos)	37,0	m^2	18.037	666.467
5	Enfierradura D=8mm A44	2.402	Kg	849	2.039.298
6	Hormigón H15 (8 sac. cem/m^3)	37,0	m^3	71.478	2.641.112
7	Cáncamos de acero para empotramiento de mallas de acero	88,0	Kg	2.409	211.992
TOTAL					**6.183.676**

Nota: en los precios unitarios está incluida la mano de obra.

CUADRO N°3.3.13-2
FORTIFICACIÓN CON HORMIGÓN PROYECTADO SHOTCRETE

N°	ÍTEM	CANT.	UN.	P.U. $	TOTAL $
1	Demolición de roca en mal estado	18,5	m^3	15.036	278.166
2	Carguío y transporte de material a botadero	27,8	m^3	992	27.578
3	Moldaje pino (2 usos), obra menor H < 1,0m incl. Tablero; sin alzaprimado	0,0	m^2	8.635	0
4	Moldaje pino para muro alto o losa, incluye tableraje y alzaprimas (1 de 2 usos)	0,0	m^2	18.037	0
5	Enfierradura D=8mm A44	2.402	Kg	849	2.039.298
6	Hormigón proyectado (Shotcrete)	37,0	m^3	143.270	5.293.827
7	Cáncamos de acero para empotramiento de mallas de acero	88,0	Kg	2.409	211.992
TOTAL					**7.850.861**

Nota: en los precios unitarios está incluida la mano de obra.

El costo total del revestimiento con shotcrete resulta en este caso superior aproximadamente en un 30% al del hormigón tradicional. Como se señaló, el shotcrete

exige contar con buenos accesos para llegar a los puntos de trabajo con la maquinaria de bombeo, de modo de alcanzar hasta los 8 m de altura por encima del piso del canal. Dichos accesos no existen actualmente y debe considerarse en los costos del presupuesto.

El hormigón armado puede colocarse con menores exigencias técnicas, especialmente con menor uso de maquinaria especial. Se requiere disponer de una malla de fierro de construcción, cáncamos profundos para asegurar la sujeción del moldaje. Para facilitar la colocación del moldaje se adopta un espesor mayor de muro, que alcanza los 50cm, sin ajustarse estrictamente a todo el relieve natural del corte en la roca. El precio unitario del hormigón armado resulta en este caso inferior al shotcrete. Se opta por recomendar la solución con hormigón armado por los motivos antes señalados.

3.3.14.- Sedimentador.

El objetivo de la obra de sedimentación apunta al mejoramiento de la calidad de las aguas. Se tiene que a mayor eficiencia de la obra de sedimentación, resulta una mayor parte de material particulado retenido, posibilitando que el agua sea tratada con sistemas de desinfección de bajo costo relativo, del tipo luz ultravioleta que requiere del adecuado nivel de transparencia del agua. Este tratamiento de desinfección final, se plantea a nivel intrapredial en los predios que así lo requieran.

En este caso se plantea la obra del sedimentador como una alternativa a los métodos de filtrado. Para este efecto se analizará el costo alternativo de un sistema del tipo "filtrado con cartucho".

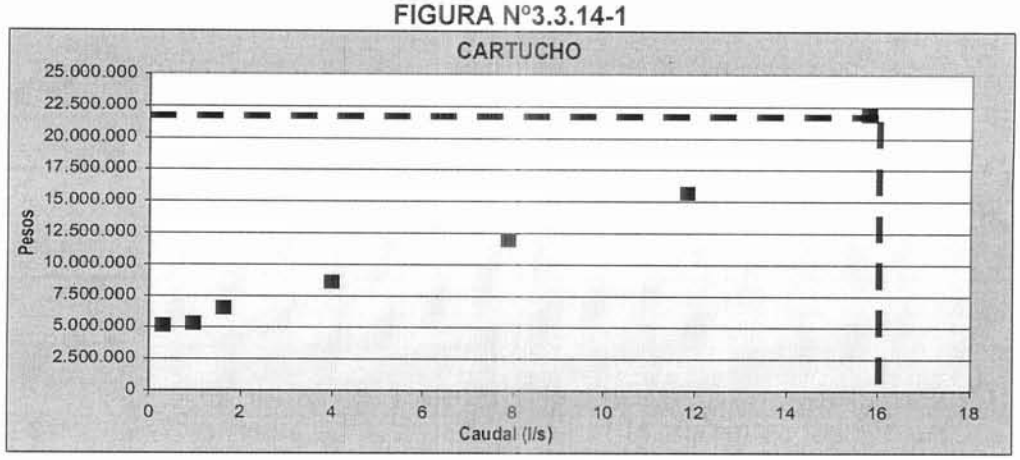
Ambas alternativas, esto es: filtrado con cartucho y limpieza del agua con sedimentador, tienen como objetivo preparar efectivamente el agua, para la aplicación de un proceso de desinfección del agua que se realiza a nivel intrapredial.

A continuación, se presentan costos del sistema de filtración por cartucho cuyo objetivo es la remoción por exclusión de las partículas sólidas presentes en el agua.

Según la Figura Nº3.3.14-1 siguiente, extraída de la página Nº18 del "Manual de Tecnologías para Mitigar la Contaminación de las Aguas de Riego, CNR-2007", se concluye que el costo de inversión inicial en filtrado por cartuchos es aproximadamente $21 millones para una estación capaz de filtrar 16 l/s, es decir un costo en inversión inicial de $1,31 millones/ l/s. El costo de operación equivale a un 2,5% del costo de la inversión.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FIGURA N°3.3.14-1



Si se considera que el proceso de filtrado con cartuchos se realizará en forma intrapredial, y específicamente sobre las aguas que riegan cultivos que se comercializan en mercados internacionales, donde el requerimiento de la certificación de la calidad de aguas será exigida en el mediano plazo, se tiene entonces que el caudal a filtrar es de 2,6 (m^3/s), correspondiente a la demanda hídrica de los cultivos de alta rentabilidad del área del proyecto multiuso, es decir frutales y melones, contenidos en los cuadros del Anexo N°2.4-B del Informe Agronómico.

Al proyectar el costo de inversión inicial de $1,313 millones /l/s de la figura N°3.3.14-1 anterior sobre los 2,6(m^3/s) correspondiente a la máxima demanda de los cultivos de alta rentabilidad en Enero, se tiene los siguientes costos: $3.414 millones de inversión inicial y $85 millones de costos anuales por mantención y operación.

En el caso del sedimentador, el tratamiento será sobre todo el caudal disponible en bocatoma. Para el sedimentador se plantea como alternativa constructiva básica, una obra de hormigón armado con muros en forma prismática. El sedimentador consulta paredes de baja rugosidad para evitar la turbulencia que dificultaría la sedimentación del material más fino. Los bordes del sedimentador ubicado inmediatamente aguas arriba de las compuertas de admisión, pueden eventualmente ser sobrepasados durante las crecidas, lo cual hace aconsejable emplear materiales para el sedimentador y de protección de ribera que sean adecuados para resistir solicitaciones de dichos eventos.

Como alternativa de los materiales de construcción de esta obra se analizó la factibilidad de emplear albañilería de piedras. Esta solución exige sin embargo grandes espesores de muros para garantizar la estabilidad. Se concluye que esta solución no es viable, porque requiere un espacio físico superior al que se dispone en el borde del río, conforme al espesor y dimensiones de los muros necesarios.

Se recomienda por tanto la solución de hormigón armado, en atención al menor espacio que requiere y a la menor rugosidad de sus muros.

Este tipo de sedimentador/ desarenador ha sido probado exitosamente en los 5 casos que se señalan a continuación, todos diseñados e inspeccionados por la consultora:

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

i.- Sedimentador/ desarenador bocatoma Asociación Canales Unidos de Buín. Que se contiene en la Figura Nº3.3.14-1. Tal como se muestra en el capítulo Nº3.4, el costo directo de esta obra civil ya construida, en pesos del 31 de Agosto de 2008 es aproximadamente $239 millones. El caudal de diseño de esta obra es de 16,5(m^3/s). El costo de mantención anual se estima en 2 % de la inversión equivalente a $ 5 millones.

ii.- Desarenador canal La Petaca – Comuna de Los Andes, que se muestra en la Figura Nº3.3.14-2. Tal como se muestra en el capítulo Nº3.4, el costo directo de esta obra civil ya construida, en pesos del 31 de Agosto de 2008 es aproximadamente $94 millones. El caudal de diseño de esta obra es de 3,5(m^3/s).

iii.- Desarenador canal Placillano – Comunidad de aguas del canal Placillano, cuyo esquema se presenta en la Figura Nº3.3.14-3, Tal como se muestra en el capítulo Nº3.4, el costo directo de esta obra civil en pesos del 31 de Agosto de 2008 es aproximadamente $62 millones. El caudal de diseño de esta obra es de 1,3(m^3/s).

iv.- Desarenador - Proyecto de Sifón bajo Río Clarillo canal El Principal. Comuna de Pirque, ya construido.

v.- Desarenador Cementerio Parque Tobalaba – Comuna de Puente Alto, ya construido.

Para elegir la alternativa más conveniente, basta comparar los precios de inversión inicial de filtrado con cartuchos de $ 3.414 millones con los costos directos de las obras civiles asociadas a sedimentadores-decantadores de unos $ 240 millones. Se concluye que la solución de sedimentador decantador en la bocatoma es holgadamente más conveniente que la otra alternativa técnica. La mantención también es considerablemente menor en el caso del sedimentador. Si se requiere tratar un caudal superior a 2,6 (m^3/s), como por ejemplo 5 (m^3/s), entonces la conveniencia del sedimentador es mayor aún comparado con el costo de 5.000 l/s x 1,31 $ millones = 6.550 $ millones de los filtros de cartucho.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FIGURA N°3.3.14-1: ESQUEMA SEDIMENTADOR – CANALES UNIDOS DE BUIN

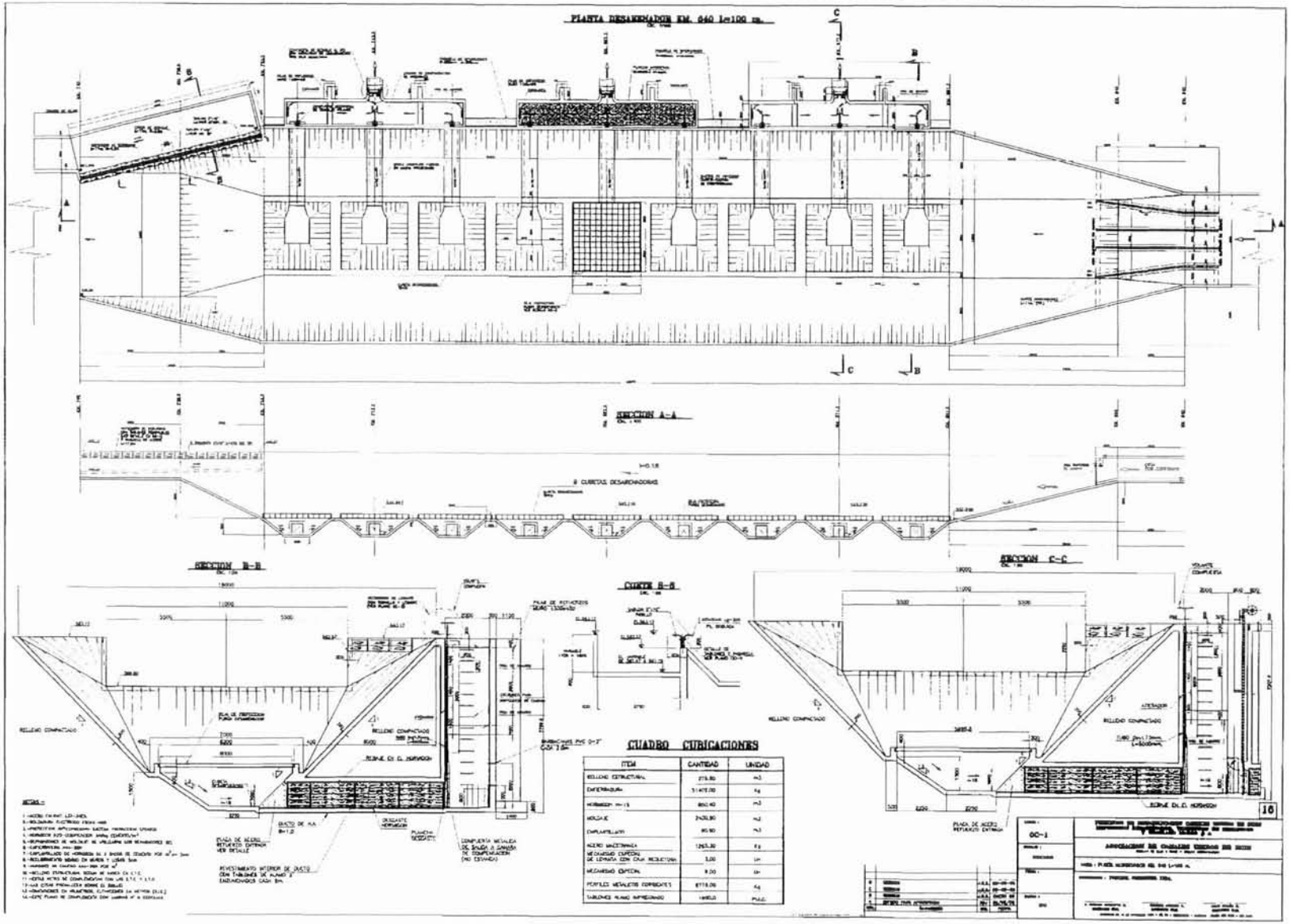


FIGURA Nº3.3.14-2: ESQUEMA SEDIMENTADOR – CANAL LA PETACA

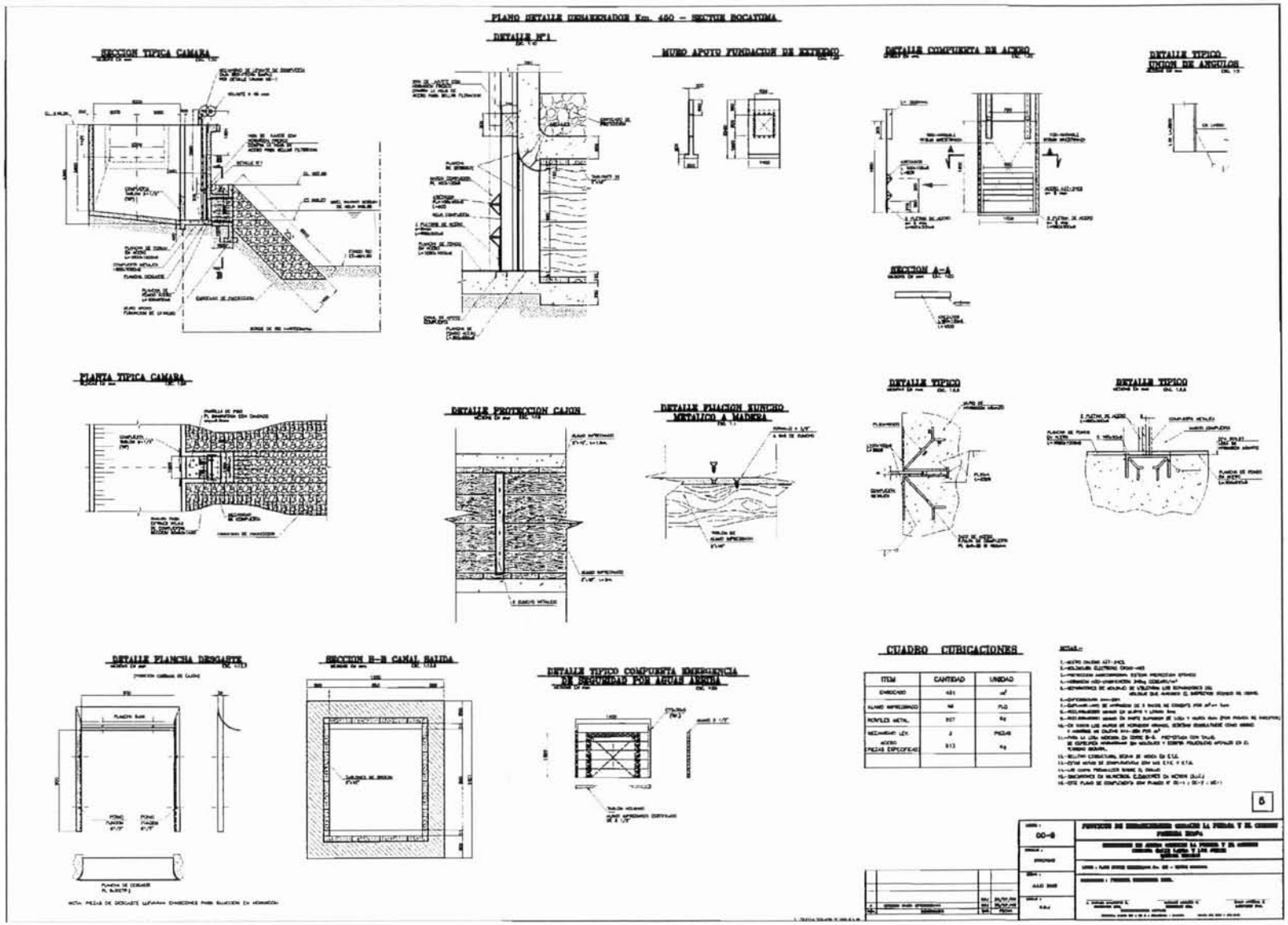
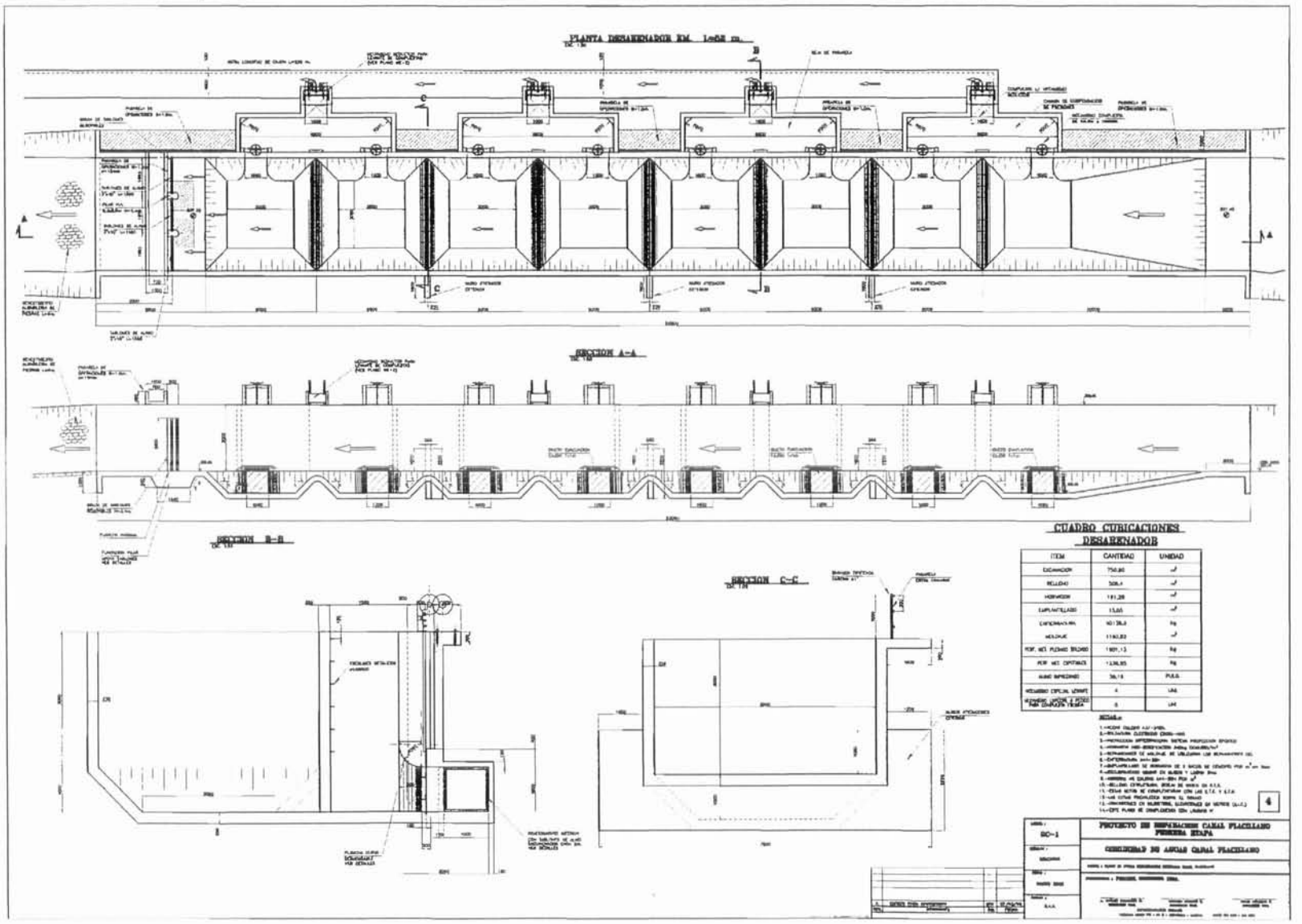


FIGURA N°3.3.14-3: ESQUEMA SEDIMENTADOR – CANAL PLACILLANO



3.3.15.- Métodos alternativos para la desinfección del agua.

A fin de manejar costos referenciales para soluciones de desinfección de agua contaminada, se entregan a continuación costos de tratamiento para desinfección con gas cloro y costos para tratamiento de desinfección de agua con luz ultravioleta. Se aclara que estos costos no forman parte del presupuesto del proyecto.

i.- Desinfección del agua con gas cloro.

Este método consiste en la incorporación de cloro en forma de gas al agua que requiere tratamiento de desinfección. Los costos de este método de desinfección del agua se contienen en el siguiente Cuadro Nº3.3.15-1

CUADRO Nº3.3.15-1
COSTOS DE TRATAMIENTO DE DESINFECCIÓN DEL AGUA CON GAS CLORO

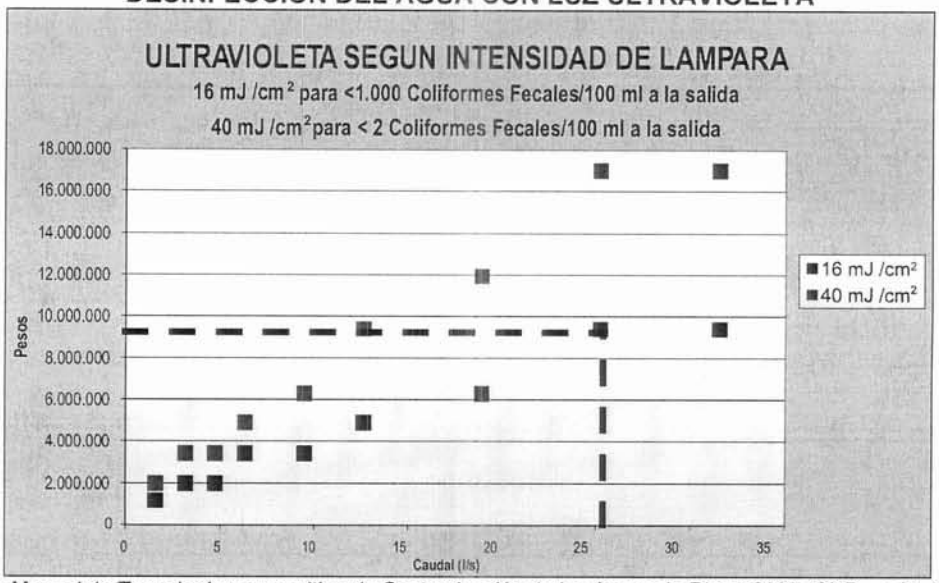
ESCENARIOS DE CAUDAL (m^3/s)	INVERSIÓN INICIAL Io millones de $	INSUMOS ANUALES millones de $	GASTOS DE OPERACIÓN ANUALES millones de $	GASTOS ANUALES millones de $
1,0	71,1	94,5	9,4	103,9
2,6	188	250	25	275
11,5	818	1.087	109	1.196

Notas: **1.-** Para el suministro de una unidad de desinfección mediante cloro gas, tipo Wallace & Tiernan o similar, adecuado para tratar unidades modulares de 1 m^3/seg de agua de riego, se tiene un costo de $71,1 millones cada una (Fuente: Temac S.A.).
2.- El costo mensual del cloro gas, aplicando una dosis de 5 mg de cloro/lt de agua, asciende a 12.960 Kg/mes x US$ 1,9/Kg (fuente: Oxiquim puesto en contenedor de 1.000 Kg) x $548 /US$ = $13,5 millones/ mes. Equivalente a $94,5 millones/año considerando 7 meses de riego.
3.- Los costos de operación y mantención se estiman en 10% del gasto en producto químico, o sea $9,4 millones/año.
4.- El caudal 2,60(m^3/s) corresponde a la demanda hídrica de los cultivos de alta rentabilidad del área del proyecto multiuso, es decir frutales y melones, contenidos en los cuadros del Anexo Nº2.4-B del Informe Agronómico.

ii.- Desinfección del agua con luz ultravioleta.

En este caso la remoción de las bacterias se hace mediante la irradiación con luz ultravioleta a través de un reactor cerrado. La fuente de información de los costos de esta alternativa se contienen en el documento: "Manual de Tecnologías para Mitigar la Contaminación de las Aguas de Riego-2007", elaborado por la CNR, específicamente los sistemas propuestos de desinfección mediante irradiación ultravioleta (UV). La información del manual citado se contiene en el siguiente Figura Nº3.3.15-1.

FIGURA N°3.3.15-1
GRAFICO CON COSTOS DE INVERSIÓN
DESINFECCIÓN DEL AGUA CON LUZ ULTRAVIOLETA



Nota: Fuente: Manual de Tecnologías para mitigar la Contaminación de las Aguas de Riego-2007- CNR – pág. N°13.

Del cuadro anterior se tiene que al considerar una inversión inicial de $9,5 millones para un módulo de 25 l/s, el costo será de $0,38 millones/ l/s. Lo anterior extrapolado a nivel de los caudales en análisis se tiene el siguiente Cuadro N°3.3.15-2. El Manual señala además un costo de operación y mantenimiento anual de aproximadamente 2,5% respecto del costo de inversión, es decir unos $0,01 millones / l/s / año. Todo lo anterior es válido para un caudal de 1,0 l/s de caudal tratado, y para obtener menos de 1.000 coliformes / 100 ml a la salida del equipo de tratamiento.

CUADRO N°3.3.15-2
COSTOS DE TRATAMIENTO
DESINFECCIÓN DEL AGUA CON LUZ ULTRAVIOLETA

ESCENARIOS DE CAUDAL (m³/s)	INVERSIÓN INICIAL lo millones de $	INSUMOS ANUALES millones de $	GASTOS DE OPERACIÓN ANUAL millones de $	GASTOS ANUALES millones de $
1,0	380	Incluido en ítem operación	10	10
2,6	1.003	Incluido en ítem operación	25	25
11,5	4.370	Incluido en ítem operación	109	109

Este tipo de instrumentos de luz ultravioleta exige que el agua tenga un bajo contenido de sólidos en suspensión, ya que estos protegen a la bacteria de la exposición a la luz ultravioleta. Por lo tanto este tipo de soluciones debe ir acompañado de inversiones en obras de sedimentación.

Para efectuar una real comparación de los costos asociados a los dos métodos analizados, se procede a calcular para ambas alternativas el costo equivalente anual, para un plazo de análisis de 30 años y una tasa anual de actualización de 10%, lo que se muestra en el Cuadro N°3.3.15-3.

CUADRO Nº3.3.15-3
COSTO EQUIVALENTE ANUAL DE SOLUCIONES DE DESINFECCIÓN DEL AGUA
i=10% - CAUDAL DE TRATAMIENTO Q=2,6(m³/s)

Año	DESINFECCIÓN CON GAS CLORO		DESINFECCIÓN CON LUZ ULTRAVIOLETA	
	INVERSIÓN ANUAL PARA Q=1(m³/s) Millones de $	COSTO EQUIVALENTE ANUAL PARA Q=2,6 (m³/s) Millones de $	INVERSIÓN ANUAL PARA Q= 1(m³/s) Millones de $	COSTO EQUIVALENTE ANUAL PARA Q=2,6 m³/ s Millones de $
0	71,1	188,0	380	1.003,0
1	103,9	250,0	10	22,7
2	103,9	227,3	10	20,7
3	103,9	206,6	10	18,8
4	103,9	187,8	10	17,1
5	103,9	170,8	10	15,5
6	103,9	155,2	10	14,1
7	103,9	141,1	10	12,8
8	103,9	128,3	10	11,7
9	103,9	116,6	10	10,6
10	103,9	106,0	10	9,6
11	103,9	96,4	10	8,8
12	103,9	87,6	10	8,0
13	103,9	79,7	10	7,2
14	103,9	72,4	10	6,6
15	103,9	65,8	10	6,0
16	103,9	59,8	10	5,4
17	103,9	54,4	10	4,9
18	103,9	49,5	10	4,5
19	103,9	45,0	10	4,1
20	103,9	40,9	10	3,7
21	103,9	37,2	10	3,4
22	103,9	33,8	10	3,1
23	103,9	30,7	10	2,8
24	103,9	27,9	10	2,5
25	103,9	25,4	10	2,3
26	103,9	23,1	10	2,1
27	103,9	21,0	10	1,9
28	103,9	19,1	10	1,7
29	103,9	17,3	10	1,6
30	103,9	15,8	10	1,4
SUB TOTAL =		**2.780**		**1.239**

Del cuadro anterior se desprende que para un caudal de 2,6(m³/s), el costo equivalente anual del tratamiento con luz ultravioleta es de $1.239 millones. Este costo es sensiblemente menor al costo equivalente anual de la alternativa de incorporación de cloro gas que asciende a $2.780 millones con el mismo caudal, o sea el gas cloro es el doble más costoso que la otra alternativa.

De lo anterior se concluye la conveniencia de efectuar un tratamiento para desinfección de agua intrapredialmente con el sistema de luz ultravioleta.

3.3.16.- Rejas desbasurizadoras.

En el sector del Pueblo de Larmahue, actualmente se produce una significativa incorporación de basura al canal matriz a lo largo 7 Km aproximadamente. Dicha basura queda atascada en las empalizadas rústicas existentes en el cauce del canal, que construyen los propietarios de las ruedas azudas ubicadas en este tramo suburbano de canal. Para solucionar este problema, se propone la construcción de tres rejas desbasurizadoras para su emplazamiento aguas arriba de las agrupaciones de ruedas azudas. Con estas nuevas obras se reducirá la contaminación de las aguas del canal, y se incrementará la capacidad de porteo del canal Matriz.

Para las rejas desbasurizadoras se plantea una estructura tipificada, de hormigón armado, con muros, fundaciones y losa de maniobras. Sobre la losa se dispone un pivote de giro de la reja inclinada. La reja se conforma principalmente de perfiles de plancha de acero. Cada reja se compone de 6 cuerpos independientes de 1,0 m de ancho cada una, que cubren transversalmente todo el ancho del canal. Se consulta una viga para apoyar el tecle y el huinche para levantar las rejas. La extracción de la basura se realiza con personal del canal, que extrae la basura desde la losa de maniobras y la dejan junto a la reja para su posterior retiro por parte de la I. Municipalidad de Pichidegua, tal como lo establece el Art 92 del Código de Aguas.

Como alternativa a la reja manual se planteó un sistema de reja mecanizado, del tipo Passavant. El costo CIF del suministro de este sistema mecanizado es de 165.500 Euro (Fuente: Passavant Geiger GmbH de Alemania- año 2009), a una paridad de 760$ / EURO más un 30% de gastos de internación y otros, el costo en moneda nacional asciende aproximadamente a $163 millones. Este costo es muy superior a la alternativa con reja tipificada de acero de operación manual que asciende a sólo $18 millones, según información disponible de obra similar en la Asociación Canales Unidos de Buín.

La reja mecanizada además tiene el grave inconveniente de estar sujeta a posible sustracción de piezas y partes, ya que estas se fabrican íntegramente de acero inoxidable.

Ante lo señalado y en acuerdo con la Asociación, se optó por recomendar en esta etapa del proyecto un sistema de rejas con operación manual.

El prediseño de la reja con sistema de operación manual se contiene en el plano Nº41/44. A título informativo se presenta a continuación un esquema de la reja mecanizada de ejecución en acero inoxidable, del tipo Passavant Geiger o similar.

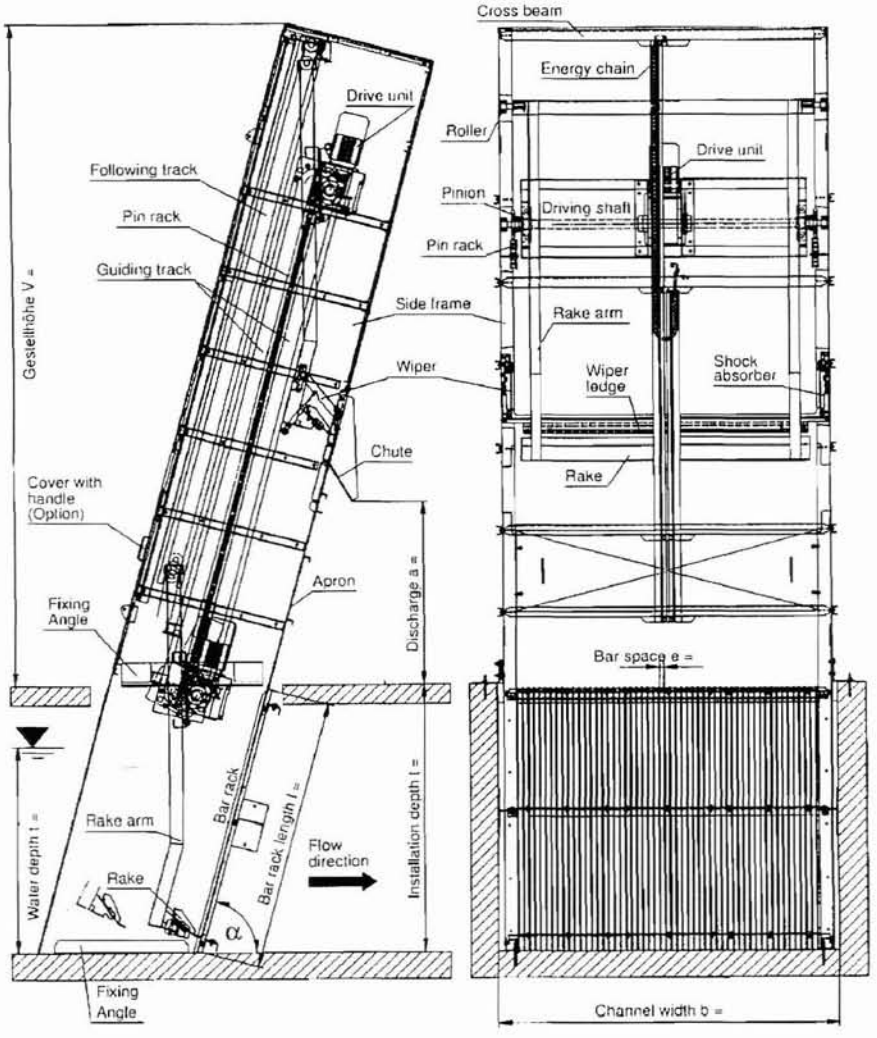
PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FIGURA Nº3.3.16-1
ESQUEMA DE LA REJA MECANIZADA EN ACERO INOXIDABLE TIPO PASSAVANT GEIGER

PASSAVANT GEIGER

Motors and gearboxes	as customary in trade		-	as usual in trade
Drive and purchased parts	as customary in trade		-	as usual in trade
Screws, nuts, washers	Stainless steel	A4	-	-

CLIMBER SCREEN KRC
STANDARD DESIGN



3.3.17.- Descanso canal matriz Km 5,05.

El descanso proyectado en el canal matriz que descarga al río Cachapoal se analiza en 3 materiales de construcción: Tubo de hormigón, tubo de HDPE corrugado y cajón prefabricado de hormigón armado.

La longitud de la tubería es de 1.500m, para ello se analizó las 3 alternativas en conducción gravitacional, cada una de las cuales es capaz de portear hasta 1,75(m^3/s). Los resultados de calcular el precio unitario de cada una de las alternativas se muestra en la siguiente tabla.

CUADRO N°3.3.17-1
PRECIOS UNITARIOS DE ALTERNATIVAS DE CONDUCCIÓN

1.-	TUBERÍA HORMIGÓN BASE PLANA D = 1,0 m	UN.	CANT.	P.U. $	COSTO DIRECTO $
1.1.-	EXCAVACIÓN A MANO	m^3	1,69	2.578	4.356
1.2.-	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m^3	1,68	1.129	1.895
1.3.-	RELLENO COMÚN EN TORNO A OBRAS	m^3	0,82	1.503	1.237
1.4.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRAS	m^3	0,96	5.131	4.927
1.5.-	EMPLANTILLADO	m^3	0,16	28.498	4.531
1.6.-	MORTERO DE JUNTA	m^3	0,05	13.355	704
1.7.-	INSUMO (Tubería hormigón base plana)	ml	0,4	143.000	57.200
	SUBTOTAL ÍTEM				**74.851**

2.-	TUBERÍA CORRUGADA HDPE D = 1,050 m	UN.	CANT.	P.U. $	COSTO DIRECTO $
2.1.-	EXCAVACIÓN (40% a mano, 60% con máquina y 0% con tronadura)	m^3	3,2	2.578	8.217
2.2.-	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m^3	4,0	1.129	4.516
2.3.-	RELLENO COMÚN EN TORNO A OBRAS	m^3	0,5	1.503	782
2.4.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRAS	m^3	2,3	5.131	11.902
2.5.-	TRANSPORTE DE TUBERÍAS	ml	1,0	5.724	5.724
2.6.-	SOLDADURA POR TERMO FUSIÓN	ml	1,0	4.857	4.857
2.7.-	EMPLANTILLADO	m^3	0,4	28.498	9.889
2.8.-	INSUMO (Tubería Corrugada HDPE)	ml	1,0	72.322	72.322
	SUBTOTAL ÍTEM				**118.208**

3.-	CAJÓN PREFABRICADO DE HORMIGÓN ARMADO B= 1,0 m	UN.	CANT.	P.U. $	COSTO DIRECTO $
3.1.-	EXCAVACIÓN A MANO	m^3	2,26	2.578	5.820
3.2.-	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m^3	2,63	1.129	2.970
3.3.-	RELLENO COMÚN EN TORNO A OBRAS	m^3	0,5	1.503	758
3.4.-	CAMA DE ARENA	m^3	0,17	7.956	1.321
3.5.-	MORTERO DE JUNTA	m^3	0,03	13.355	347
3.6.-	INSUMO (Cajón Prefabricado)	ml	0,5	210.000	105.000
	SUBTOTAL ÍTEM				**116.215**

De acuerdo a los resultados anteriores, la solución con tubo de hormigón armado de base plana es la más económica, por lo tanto la solución recomendada.

3.4.- Dimensionamiento económico de obras

3.4.1.- Concepto de dimensionamiento y tipos de obras
3.4.2.- Revestimientos del canal matriz, para recuperar agua y mejorar su operación
3.4.2.1.- Antecedentes para el dimensionamiento económico del revestimiento del canal matriz
3.4.2.2.- Estimación preliminar de beneficios asociados al revestimiento del canal matriz
3.4.2.3.- Conclusiones del dimensionamiento económico del revestimiento del canal matriz
3.4.3.- Obra de desarenación y sedimentación, para mejorar la calidad del agua
3.4.3.1.- Antecedentes para el dimensionamiento económico del desarenador / sedimentador
3.4.3.2.- Estimación preliminar de beneficios asociados a la mejor calidad de agua
3.4.3.3.- Conclusiones del dimensionamiento económico del desarenador /sedimentador
3.4.4.- Generación hidroeléctrica mediante minicentral
3.4.4.1.- Antecedentes para el dimensionamiento económico de las alternativas de generación hidroeléctrica
3.4.4.2.- Estimación preliminar de beneficios asociados a la generación hidroeléctrica
3.4.4.3.- Conclusiones del dimensionamiento económico de las alternativas de generación hidroeléctrica
3.4.5.- Obras de diseño tipificado

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.4.1.- Concepto de dimensionamiento y tipos de obras.

El proyecto multiuso de mejoramiento de los canales de riego de Almahue, exige incorporar diversas obras de alto costo que tienen por objeto la optimización de la operación de dicho sistema hídrico, por tanto dichas obras deben tener una justificación técnica y también económica de respaldo. La materialización de las obras propuestas, serán soluciones para determinados problemas agroproductivos que existen en el canal Almahue, además de posibilitar el crecimiento de la superficie servida con alta seguridad de riego.

El estudio del proyecto con multiuso, consulta tres obras relevantes que son: a) el revestimiento del canal matriz; b) las obras de sedimentación y desbasurización con la habilitación del camino de servicio del canal matriz y c) la microgeneración hidroeléctrica. En estos tres casos, los costos de inversión quedan definidos básicamente por sus dimensiones geométricas principales, que es materia de un análisis técnico-económico empleando funciones de producción, que posibilitan la optimización del diseño. Estas funciones se han construido a partir de los estudios agroeconómicos y sus encuestas y corresponden a herramientas de cálculo, que permiten relacionar las dimensiones de cada obra y su costo, con un determinado beneficio económico asociado representado por el VAN, con 30 años de flujos. El análisis de los aspectos técnicos de las obras relevantes, se orienta a garantizar el adecuado funcionamiento de la solución propuesta y empleando materiales de mínimo costo; en tanto el enfoque económico se refiere a optimizar los múltiples beneficios económicos específicos atribuibles a cada nueva obra, que se relacionan con su eficiencia de uso y sus dimensiones características que influyen en el costo; de este modo el mayor VAN se asocia a la dimensión característica que optimiza cada obra relevante del proyecto.

A diferencia de las obras relevantes señaladas, el proyecto consulta muchas obras menores diseminadas a lo largo del canal, indicadas en el Capítulo N°3.5 – "Anteproyecto Preliminar de Obras". Para estas obras, su optimización tiende a minimizar el costo para solucionar un problema determinado que tendrá un impacto localizado. La optimización de cada una se refiere al uso de diseños probados anteriormente en múltiples oportunidades y además están ampliamente explicadas y recomendadas en la literatura técnica. Asimismo se han empleado manuales de diseño de la CNR para estas obras y diseños tipificados por la DOH, que incluyen las recomendaciones para este tipo de obras menores. Por otra parte, algunas obras menores del proyecto tales como marcos partidores, serán reparadas solamente manteniendo su diseño original y rehabilitando algunos de sus elementos.

De acuerdo a lo señalado, en las 3 obras que gravitan en la inversión total del proyecto, se prioriza la obtención del beneficio mayor que introduce específicamente cada nueva obra proyectada y que se refleja en sus flujos propios; para estos, los pre diseños se analizan calculando su curva del VAN.

El análisis técnico económico de este Capítulo Nº3.4, apunta exclusivamente al dimensionamiento de obras, y no reemplaza al VAN que entrega la Evaluación Económica del proyecto multiuso en su conjunto; éste se presenta en el Capítulo Nº4. A nivel de pre diseño, se realiza el dimensionamiento con los objetivos generales señalados, cuyo análisis queda determinado al escoger las dimensiones geométricas que representan mejor el beneficio económico esperable con su construcción.

Las obras que se dimensionan en este capítulo con el VAN y los flujos de 30 años, corresponden a tres grupos principales que efectivamente tienen gravitación en el presupuesto del proyecto multiuso. Además el proyecto incluye algunas otras obras complementarias menores que son necesarias para satisfacer el objetivo del conjunto del proyecto multiuso y por expresa exigencia de la Asociación, que se ubican en los ramales derivados.

Tal como se indicó, las tres agrupaciones de obras relevantes se refieren a:

a) Revestimiento del canal matriz Almahue.
b) Mejoramiento de calidad del agua con un sedimentador comunero, las rejas y recuperación del camino de servicio para control de efluentes.
c) Obras hidroeléctricas para microgeneración.

Las otras obras complementarias menores son:

d) Obras de diseño tipificado: Por su tamaño y funcionalidad probada en múltiples proyectos anteriores, se agrupan en este acápite las obras menores cuyas recomendaciones de diseños se encuentran abundantemente en la literatura técnica y disponen de diseños aprobados por la CNR de amplia aplicación en la ley de fomento, tales como:
   i. Obras de rehabilitación de tranques comuneros, según Manual de Obras Menores de Riego de CNR.
   ii. Aforadores.
   iii. Refuerzos de bordes en puntos específicos de canales derivados.
   iv. Descargas menores de aguas lluvias con trampa de sedimentos.
   v. Compuertas de saque o descarga.
   vi. Marcos partidores de agua.
   vii. Regletas.

Específicamente en el caso de las cámaras de rejas, se ha consultado un pre diseño empleado en otros casos que han entregado buenos resultados, el cual ya incorpora una optimización de sus elementos principales, tales como la reja de acero, mecanismos de levante y losa de maniobras. En cada caso se especifican los empalmes en los bordes del canal.

En los subcapítulos siguientes se exponen en forma genérica las características y metodologías de optimización a nivel de pre diseño.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.4.2.- Revestimientos del canal matriz, para recuperar agua y mejorar su operación.

3.4.2.1- Antecedentes para el dimensionamiento económico del revestimiento del canal Matriz.

Tal como se concluye en el capítulo N°3.3 anterior, la mejor alternativa propuesta para el revestimiento del canal matriz, consiste en la solución de revestimiento de ambos bordes con losetas prefabricadas de hormigón armado y revestimiento del lecho del canal con albañilería de piedras, que permite recuperar el máximo de agua infiltrada. El costo preliminar de esta alternativa al revestir la totalidad de la longitud no revestida de 6.523m del canal matriz es aproximadamente de $2.315 millones según muestra el Cuadro N°3.3.11-1 incluido en el Capítulo N°3.3.11 – "Análisis Comparativo de las Alternativas de Revestimiento".

El objetivo específico del dimensionamiento en este caso consiste en la evaluación y determinación de la longitud que conviene revestir en el canal matriz, tal que la relación costo-beneficio sea óptima.

El revestimiento corresponde a la obra principal del proyecto multiuso e incluye recuperación del camino de servicio del canal. Su objetivo específico principal es recuperar agua de infiltración, tal que permitirá incrementar en alguna medida la superficie de riego, especialmente en terrenos sobre cota de canal, que totalizan aproximadamente 2.720 ha., según se muestra en el cuadro N° 3.4.2-1 siguiente.

CUADRO N° 3.4.2-1
SUPERFICIE DE SECANO DISPONIBLE EN EL ÁREA DEL PROYECTO MULTIUSO

SECTOR	SUPERFICIE DE SECANO DISPONIBLE		
	PREDIO TIPO N°2 ha	PREDIO TIPO N°3 ha	TOTAL ha
Santa Amelia	129,6	123	252,6
El Toco - San Roberto	92,4	1.680	1.772,4
San Luis – Caleuche	64,4	5,4	69,8
Santa Irene –El Salto	137	3,5	140,5
Larmahue	404	81,6	485,6
Total área	827,4	1.893,5	**2.720,9**

Notas: Superficies de secano disponibles según Estudio Agronómico - Cap. N°2.4.-

Asimismo se podrá recuperar la sección original del canal que se ensanchó inconvenientemente en varios tramos, llegando a interferir el camino público. Se resolverá además la obstrucción que actualmente producen las ruedas azudas ubicadas en el interior del cauce, las cuales producto de las empalizadas que se le instalan, producen acumulación de basura y remansos sobre el escurrimiento, afectando la capacidad de porteo.

Como procedimiento de optimización del pre diseño, se determinaron diferentes longitudes valorizadas de revestimiento de ambos bordes del canal matriz y del lecho. Tal como se muestra en el cuadro N°2.5.2-1 del Capítulo N°2.5.2 – "Canales de Riego", existen segmentos ya revestidos por la Asociación con una longitud acumulada de 1.414m, sumando ambos bordes. Además de estos se reemplazarán 120m consistentes

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

bordes revestidos con mampostería que se encuentran en regular a mal estado de conservación.

Para efectos del análisis del dimensionamiento económico preliminar se ha definido la siguiente estructura de inversión:

CUADRO Nº3.4.2-2
ESTRUCTURA BÁSICA DE INVERSIÓN
PARA PREDIMENSIONAMIENTO ECONÓMICO DE REVESTIMIENTOS EN CANAL MATRIZ
VARIABLE "L" LONGITUD REVESTIDA DEL CANAL MATRIZ [KM]

Nro.	ÍTEM	RELACIÓN FUNCIONAL PROPUESTA ENTRE COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCIÓN Y LONGITUD REVESTIDA DEL CANAL MATRIZ millones $
1.-	INSTALACIÓN DE FAENAS Y OBRAS PROVISIONALES	30,80 x L
2.-	ACCESOS A FRENTES DE OBRA. ZONAS DE DIFÍCIL ACCESO	3,03 x L
3.-	REVESTIMIENTO DEL CANAL MATRIZ	
3.1.-	REVESTIMIENTO DE AMBOS BORDES CON LOSETAS PRE-FABRICADAS DE HORMIGÓN ARMADO Y LECHO CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS: CONFECCIÓN, SUMINISTRO Y COLOC.	$\frac{2.358 \times L}{7,17}$
3.2.-	RELLENOS EN NUEVA SECCIÓN DE CANAL	20 x L
3.3.-	REPERFILAMIENTO DEL CANAL MATRIZ	15 x L
3.4.-	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO Y EXCAVACIONES	16,1 x L
4.-	AGOTAMIENTO	2,1 x L
5.-	DESVÍOS	L
6.-	DESTRONQUES	4 x L

Notas: 1.- El costo final de cada uno de los ítems se encuentran asociados en forma funcional a la variable en análisis, es decir la longitud a revestir "L" del canal matriz. 2.- L expresado en kilómetros.

El detalle y los criterios usados en la construcción de las relaciones funcionales presentadas en el cuadro Nº3.4.2-2 anterior se detallan a continuación:

i.- Instalación de faenas y obras provisionales: En el caso del costo de instalación de faenas y obras provisionales se ha calculado su costo para 3 meses de duración de la construcción, equivalente a $ 30,8 millones aproximadamente, tal como se muestra en el cuadro Nº3.4.2-3. Para simplificar, se propone la relación lineal, en términos que el costo total sea para el revestimiento de la totalidad del canal, en cambio para el caso sin revestimiento el costo será 0.

CUADRO N°3.4.2-3
COSTO DIRECTO POR INSTALACIÓN DE FAENAS Y OBRAS PROVISIONALES
PROYECTO DE 3 MESES DE DURACIÓN

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	P.U. $	SUB TOTAL $
1.1	Instalación de faenas (dos frentes de trabajo)				16.700.000
1.1.1	Recinto provisorio: oficina y taller herramientas, enfierradura, cemento	m^2	800	10.000	8.000.000
1.1.2	Casetas cuidador	un	5	100.000	500.000
1.1.3	Letrina jefe de obra	un	2	200.000	400.000
1.1.4	Letrinas obreros	un	10	150.000	1.500.000
1.1.5	Excavación con maquina en material común	m^3	1000	1.300	1.300.000
1.1.6	Equipamiento campamento	gl	1	5.000.000	5.000.000
1.2	Replanteo y control topográfico (15 días x mes)	día	45	100.000	4.500.000
1.3	Transporte interno de materiales (2 Camión Chico) (20 días x mes)	día	120	80.000	9.600.000
	SUBTOTAL ÍTEM				**30.800.000**

ii.- Accesos a frentes de obra en puntos de difícil acceso. Se utiliza para este efecto como fuente de información los proyectos aprobados por la CNR en el marco de la Ley 18.450. En este caso específico se usa como pauta el presupuesto de similares características contenido en el proyecto aprobado: "Proyecto de Rehabilitación Canal Echeverría - Primera Etapa" –PROCIVIL 2008, específicamente en los tramos donde se presenta dificultad de acceso. El costo de los accesos calculados para dicho proyecto es:

Costo total directo de accesos a frente de obra: 875 UF
La longitud del tramo con dificultad de acceso es: 6 km (del estudio de la referencia)
Es decir son 145,8 UF/Km
Valor UF de referencia: $ **20.790,98.** - vigente al 31-08-2008.

Así el valor resultante de acceso para cada kilómetro es:

145,8 UF/km x 20.790,98 $/UF = 3,03 $ millones/km

iii.- Revestimiento del canal matriz. Se asume el costo calculado en el Cuadro N° 3.3.11-1 del Capítulo N°3.3.11 – "Análisis Comparativo de las Alternativas de Revestimiento", correspondiente al revestimiento de ambos bordes con losetas prefabricadas de hormigón armado y con revestimiento del lecho con albañilería de piedras. Este costo para completar el revestimiento en los tramos no revestidos del canal matriz fue estimado en: $2.315 millones.

iv.- Rellenos para nueva sección de canal. Se supone la necesidad de 1m³ de relleno por cada metro de talud en el borde. Es decir, para un revestimiento de 2 metros de altura, se requiere 4m³ por cada metro lineal de revestimiento de canal. El costo asumido por cada metro cubico de relleno es de: $4.968, que se redondea a $5.000/m³. La función en millones de pesos quedará expresada entonces como:

5.000$/m³ x 4m³/m x Lkm /1.000m/km, es decir 20 x Lkm ($ millones)

v.- Reperfilamiento del canal matriz. Se supone la necesidad colocar en el fondo del canal 0,5 m^3 de relleno estructural en todo el ancho de 6m. Al igual que el punto anterior el relleno se asume a un costo de $ 5.000/m³. La función expresada en millones de pesos es la siguiente:

5.000 $/m³ x 0,5m³ x 6m x L km /1.000m/km, es decir: 15 x Lkm ($ millones).

vi.- Excavaciones y transporte de material a botadero. Se considera que el material que se excavará será equivalente a los requerimientos de relleno de los 2 puntos anteriores. Así el costo directo asumido por concepto de excavación es de 1.000 $/m³. Además se supone un esponjamiento del 30% para efectos determinar el transporte a botadero, en que se considera la totalidad de lo excavado a un costo de $ 1.000/m³. Por lo tanto, la función en este caso expresada en millones de pesos queda:

[1.000$/m³ x (4m³/m + 0,5m³/m x 6m/m)+1.000$/m³ x 1,3 x(4m³/m + 0,5m³/m x 6m/m)] x Lkm / 1.000m/km es decir: 16,1 x L km ($ millones)

vi.- Agotamiento. Se supone el requerimiento de 30 días de agotamiento en cada kilometro del canal. El costo diario por concepto de motobomba para agotamiento es de $70.595/día, que se redondea a $70.000/día. La función queda expresada en millones de pesos como:

70.000$/día x 30 días x L km/1.000.000$ es decir 2,1 x L km ($ millones)

vii.- Desvíos, Se asume un movimiento de tierra equivalente a 1.000m³ por cada kilometro. El movimiento de tierra tiene un costo aproximado de 1.000 $/m³. La función en millones de pesos queda expresada como

1.000$/m³ x 1.000 m³/km L km / 1.000.000, es decir: "L" km ($millones).

viii.- Destronque, Se asume un costo por destronque equivalentes a 1 árbol cada 5 metros de canal, el costo de cada remoción equivale a 1 hora maquina, es decir 20.000 $/hr. La función en millones de pesos queda expresada de la siguiente manera:

L km x 1.000m/km/5arboles/km x 20.000$/hr x 1 árbol/hr/1.000.000, es decir 4 x Lkm ($ millones)

3.4.2.2- Estimación preliminar de beneficios asociados al revestimiento del canal Matriz.

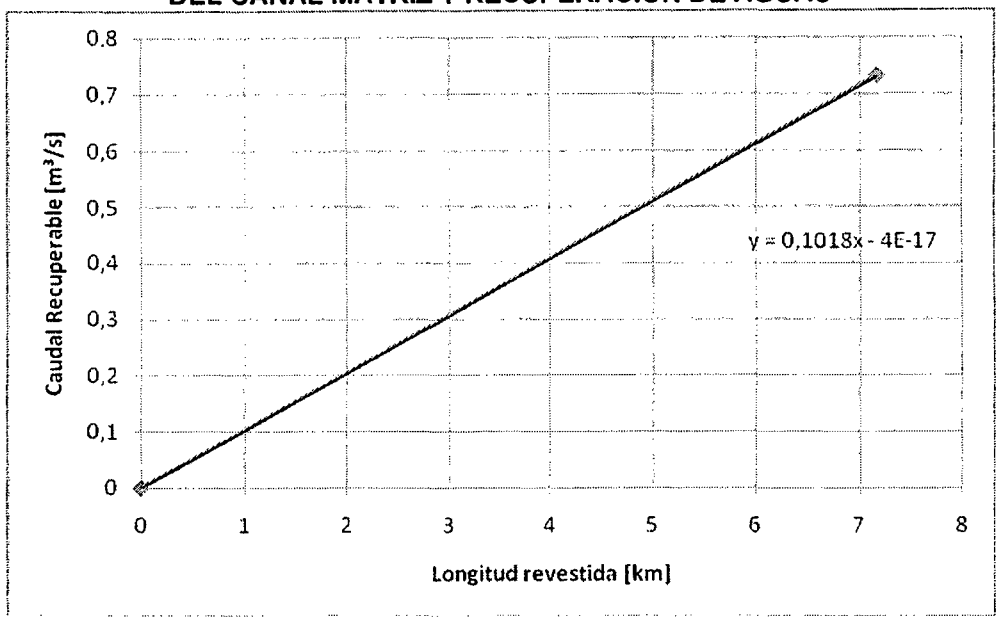
Los beneficios económicos que se consideran en esta evaluación se relacionan en forma directa y funcional con la recuperación de agua, según la longitud revestida en el canal matriz. Para simplificación se propone utilizar una relación lineal entre los escenarios "actual" o "con longitud revestida 0" (corresponde a las pérdidas actuales); y escenario "futuro" "con longitud total revestida" (corresponde a las pérdidas nulas). Lo anterior se puede resumir en el siguiente cuadro N°3.4.2-3, cuya representación gráfica se contiene en el cuadro N°3.4.2-4. La evaluación final de los beneficios será mediante la construcción de una función productiva preliminar que relacione el beneficio agroeconómico de la totalidad del área del proyecto multiuso, con el caudal disponible al riego. El cálculo de pérdidas y recuperaciones se contiene en el Anexo N°3.4.2-A.

CUADRO N°3.4.2-3
ESCENARIOS DE BENEFICIOS POR RECUPERACIÓN DE AGUAS

ESCENARIO	LONGITUD REVESTIDA Km	PÉRDIDA ESTIMADA (m^3/s)	RECUPERACIÓN ESTIMADA CON SOLUCIÓN DE REVESTIMIENTO DE AMBOS BORDES Y LECHO (m^3/s)
Situación actual	0	0,73	0
Situación futura	1,79	0,57	0,16
Situación futura	3,59	0,36	0,37
Situación futura	5,38	0,19	0,54
Situación futura	7,17	0	0,73

Notas: Se considera extracciones por 0,99m³/s y un caudal en bocatoma de 11,5m³/s

CUADRO N°3.4.2-4
REPRESENTACIÓN GRÁFICA SIMPLIFICADA DE LA RELACIÓN ENTRE REVESTIMIENTO DEL CANAL MATRIZ Y RECUPERACIÓN DE AGUAS



La representación gráfica anterior permite la determinación de la relación funcional entre la longitud revestida del canal matriz y la recuperación. Esto es:

ECUACIÓN N°3.4.2-1

Caudal recuperable [m³/s] = 0,1018 x L revestido [km]

La estimación de los beneficios se hará mediante la construcción de funciones simplificadas de producción para el escenario "actual" y "futuro" con incorporación de secanos. Para ello se procede a resumir los valores medios de cada uno de los escenarios actuales del Capítulo N°2.4 – "Estudio Agroeconómico" y futuros con incorporación de secano según el Capítulo N°3.2 – "Situación Agrícola Futura o con Proyecto". Estos valores se presentan resumidos en el Cuadro N°3.4.2-5 siguiente.

CUADRO N°3.4.2-5
ANTECEDENTES BÁSICOS
PARA CONSTRUCCIÓN DE FUNCIONES PRODUCTIVAS SIMPLIFICADAS
TODA EL ÁREA DEL PROYECTO MULTIUSO

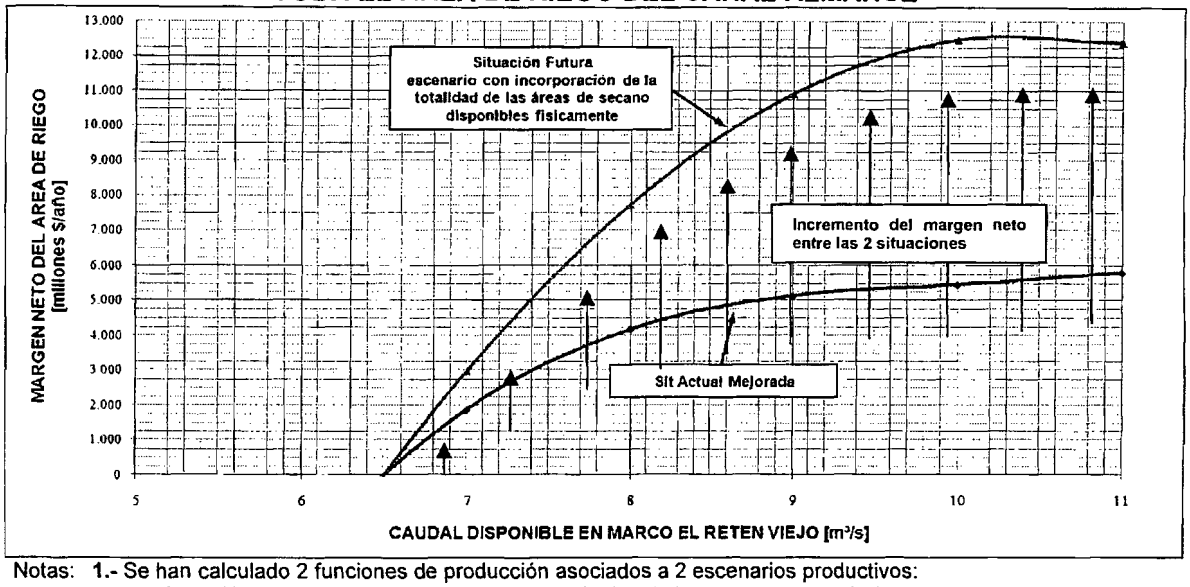
Año hidrológico	Caudal en bocatoma m³/s	Caudal en Marco el Retén Viejo m³/s	(1) Margen neto agronómico en situación actual mejorada Millones de $	(2) Margen neto agronómico en situación futura con incorporación de secanos Millones de $
50%	11,56	10,83	5.704	12.529
65%	10,18	9,45	5.311	11.822
85%	8,11	7,38	2.940	4.959

Notas: **(1)** Valores extraídos de cuadros N°2.4.4-56, N°2.4.4-57 y N°2.4.4-58. **(2)** Valores extraídos de los cuadros N°3.2.8-6, N°3.2.8-11 y N°3.2.8-18.- Además los valores están asociados a la incorporación de toda la superficie potencial de secanos del área del proyecto multiuso presentada en el cuadro N°3.4.2-1, es decir 2.720 ha.

Los beneficios asociados a la recuperación de agua son principalmente agroeconómicos, los cuales fueron objeto de un análisis previo por dicha especialidad en el Capítulo N°2.4 para la situación actual y en el Capítulo N°3.2 para la situación futura o proyectada. Estos resultados se determinaron a partir de los datos encuestados por cada canal derivado y según tres tamaños prediales típicos. Con los valores señalados, se elaboraron las respectivas funciones de producción con los márgenes agroproductivos, las cuales son presentadas en el Cuadro N°3.4.1-4. Los beneficios estimados de esta manera dependen de la disponibilidad hídrica a nivel predial y también de la calidad del agua, que debe cumplir con estándares sanitarios internacionales para su comercialización con precios altos.

En el Cuadro N°3.4.2-6 se muestra además la representación gráfica de las funciones productivas simplificadas posibles de construir con los valores del Cuadro N°3.4.2-5 anterior.

CUADRO N°3.4.2-6
FUNCIONES DE PRODUCCIÓN SIMPLIFICADA
TODA EL ÁREA DE RIEGO DEL CANAL ALMAHUE



Notas: **1.-** Se han calculado 2 funciones de producción asociados a 2 escenarios productivos:
a.- Situación actual, correspondiente a los resultados de la encuesta agronómica.
b.- Situación futura con incorporación de secano. Aumenta la superficie por mayor disponibilidad hídrica a nivel de predio.
2.- En el presente análisis se considera la evaluación incremental entre los escenarios a y b.

Al desarrollar el ajuste por mínimos cuadrados de los datos representados en el gráfico anterior, es posible aproximar cada curva mostrada a una función polinómica de 3er grado, la cual tiene la siguiente forma:

ECUACIÓN N°3.4.2-2

$$\text{Margen Neto } (Qrv) = AQrv^3 + BQrv^2 + CQrv + D$$

En que:
- Margen neto o beneficio: Es el margen neto agronómico calculado para cada una de las situaciones; es decir situación actual mejorada y situación futura con incorporación de secanos. Este valor está expresado en millones $ / año.
- Qrv: Es el caudal disponible en el marco el Retén Viejo expresado en m³/s.

- A, B, C y D: son coeficientes del polinomio de grado 3 que representa la función productiva.

De la regresión, o mejor ajuste, se determinan los coeficientes polinómicos que permiten representar cada una de las funciones productivas, que se contienen en el Cuadro Nº3.4.2-7 siguiente.

CUADRO Nº3.4.2-7
PARÁMETROS DEL POLINOMIO DE LA FORMA
Beneficio(**Qrv**) = A**Qrv**^{3} + B**Qrv**^{2} + C**Qrv** + D

ESCENARIO	A	B	C	D
Situación Actual Mejorada	114,27	-3.410,10	34.140	-109.216
Situación futura con incorporación de la totalidad de las aéreas de secano disponibles	-6,04	-645,51	15.468	-71.614

Notas: **1.-** Qrv (m³/s) es el caudal disponible en el marco el Retén Viejo.
2.- El Beneficio neto resultante de la aplicación de la función queda expresado en millones de $/año.

Para la evaluación de los beneficios resultantes de la incorporación de superficies de secano al riego, se procede a la evaluación del efecto de la implementación del proyecto multiuso. De esta forma se analiza la situación incremental entre la situación actual mejorada, y la situación futura, es decir:

ECUACIÓN Nº3.4.2-3

Beneficio del proyecto multiuso = Margen neto en sit. c/proyecto – Margen neto en sit. Actual.

Considerando que el margen neto agronómico en situación futura se determina con la incorporación al riego de la totalidad potencial de las 2.720ha de secano, se hace necesario determinar las superficies parciales factibles de ser regadas con los caudales recuperados. Para ello se evalúa primero el caso extremo con recuperación de la totalidad de los 0,73m³/s. Para los valores intermedios se analizan como relación lineal entre la situación actual o sin nuevos revestimientos, y la situación futura extrema con todo el canal matriz revestido.

En este análisis se definen las siguientes superficies:

a.- Superficie de secano disponible: Corresponde a la superficie identificada en el capítulo de diagnostico, y es equivalente al área física que disponen los distintos sectores para la incorporación de secanos al riego.

b.- Superficie potencial de ser regada: Corresponde a la superficie que bajo el patrón de cultivos es factible de ser atendida al usar un determinado caudal. Es un valor potencial y está relacionado a la capacidad del riego de un caudal específico.

c.- Superficie efectivamente atendible: Corresponde a la superficie potencial de ser regada truncada a la superficie de secano disponible.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Para determinar la superficie factible de ser atendida con el caudal recuperado, se procede a calcular para cada uno de los sectores, la fracción según acciones de agua que le corresponde de la recuperación de 0,730m³/s. Así se estima la superficie máxima capaz de servirse según el patrón de cultivos definido en el Capítulo Nº3.2. El detalle de las superficies atendibles con los caudales recuperables con el revestimiento del canal matriz, y proporcionales para cada sector según acciones se entrega en el Cuadro Nº3.4.2-8 siguiente, y cuyos cálculos se contienen en el Anexo Nº3.4.2-B.

CUADRO Nº3.4.2-8
SUPERFICIE DE SECANO DISPONIBLE EN EL ÁREA DEL PROYECTO MULTIUSO

SECTOR	ACCIONES QUE EXTRAEN EN EL SECTOR	PROPORCIÓN DEL MÁXIMO CAUDAL RECUPERABLE QUE CORRESPONDE A CADA SECTOR	SUPERFICIE ATENDIBLE CON EL CAUDAL RECUPERABLE AÑO 85% MES DE MÁXIMA DEMANDA	SUPERFICIE FACTIBLE DE ATENDERSE CON EL CAUDAL RECUPERABLE
	acc	m³/s	Ha	Ha
Santa Amelia	98,20	0,090	96,2	96,2
El Toco - San Roberto	264,60	0,242	203	203
San Luís – Caleuche	228,00	0,208	171	70
Santa Irene –El Salto	209,20	0,191	182	141
Larmahue	75,00	0,068	67,3	67,3
Total área	875,00	0,730	719,5	577,5

Notas: 1.- superficies según patrón agronómico del Capítulo Nº2.4. 2.- El caudal recuperado de 0,730m³/s está evaluado a la altura del marco partidor el Retén Viejo, es decir corresponden a 800 acc. pasantes. Los caudales presentados se proporcionan según la relación 730 l/s / 800 acc, es decir: 0,91 l/s/acc. 3.- La superficie factible de regarse corresponde a la regable con el caudal recuperable, pero truncada hasta la superficie física disponible contenida en el Cuadro Nº3.4.2-1.

Del cuadro anterior, se concluye que con los caudales recuperables se podría regar potencialmente una superficie de 719,5 ha, que es inferior a la superficie física de 2.720,9 ha. Sin embargo debido a la distribución por derecho de los caudales, no es posible la incorporación de la totalidad de la superficie de secano al riego.

Para simplificar los resultados del Cuadro Nº3.4.2-8, se asume que la superficie de secano incorporable al riego es de 577,5 ha, equivalentes al 21% = (577,5 ha / 2.720 ha) de la superficie física factible de incorporar. Este último valor se utiliza para corregir los resultados de la ecuación Nº3.4.2-3, es decir, el beneficio de un determinado año de la evaluación económica simplificada, se considerará solamente el 21% del resultado de la ecuación Nº3.4.2-3

Finalmente se procede a la determinación de los beneficios incrementales para un período de 30 años de estadística hidrológica, el cual se contiene en el Cuadro Nº3.4.2-9 siguiente.

CUADRO Nº3.4.2-9
EVALUACIÓN DE BENEFICIOS AGRONÓMICOS PRODUCTO DE LA RECUPERACIÓN DE AGUA
CASO CON REVESTIMIENTO DE TODO EL CANAL MATRIZ

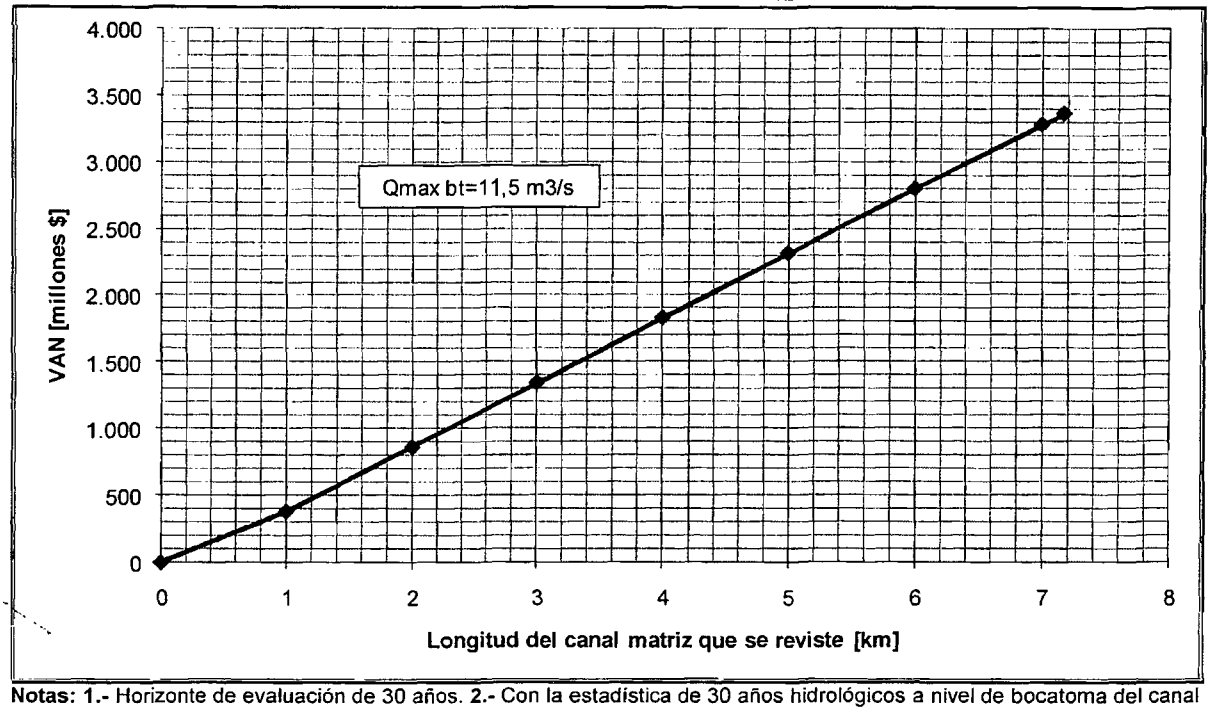
Nº	AÑO HIDROLÓGICO	TOTALIDAD DEL ÁREA DE RIEGO								SOLO SUPERFICIE FACTIBLE (577,5ha)		
		SITUACIÓN ACTUAL				SIT. FUTURA CON INCORPORACIÓN DE TODA EL ÁREA FÍSICA DE SECANOS CON TOTALIDAD DEL CANAL REVESTIDO			MARGEN NETO INCREMENTAL PRODUCTO DEL PROYECTO DE REVESTIMIENTO DE TODO EL CANAL MATRIZ			
		(1) CAUDAL MEDIO PERIODO DE RIEGO EN BOCAT	(2) PERDIDA POR INFIL-TRACION	(3) CAUDAL EN RETEN VIEJO	(4) MARGEN NETO EN SIT. ACTUAL	(5) PERDIDA POR INFIL-TRACION	(6) CAUDAL EN RETEN VIEJO	(7) MARGEN NETO EN SIT. FUTURA	(8) (7) – (4) MARGEN NETO	(9) 21% DE (8) MARGEN CORREGIDO AL ÁREA ATENDIBLE	(10) CURVA LOGÍSTICA PARA INCORPO-RACION DE SECANOS	(11) MARGEN INCRE-MENTAL TOTAL
		m³/s	millones $	m³/s	millones $	millones $	m³/s	millones $	millones $	millones $	%	millones $
1	1971 \ 1972	8,50	0,73	7,77	3.774	0,00	8,50	9.511	5.737	1.216	0,1	122
2	1972 \ 1973	11,50	0,73	10,77	5.675	0,00	11,50	11.717	6.042	1.281	0,25	320
3	1973 \ 1974	10,03	0,73	9,30	5.261	0,00	10,03	12.501	7.240	1.535	0,4	614
4	1974 \ 1975	11,00	0,73	10,27	5.507	0,00	11,00	12.389	6.881	1.459	0,55	802
5	1975 \ 1976	10,02	0,73	9,29	5.256	0,00	10,02	12.491	7.235	1.534	0,7	1.074
6	1976 \ 1977	8,29	0,73	7,56	3.356	0,00	8,29	8.813	5.457	1.157	0,85	983
7	1977 \ 1978	11,50	0,73	10,77	5.675	0,00	11,50	11.717	6.042	1.281	1	1.281
8	1978 \ 1979	11,50	0,73	10,77	5.675	0,00	11,50	11.717	6.042	1.281	1	1.281
9	1979 \ 1980	11,50	0,73	10,77	5.675	0,00	11,50	11.717	6.042	1.281	1	1.281
10	1980 \ 1981	11,50	0,73	10,77	5.675	0,00	11,50	11.717	6.042	1.281	1	1.281
11	1981 \ 1982	8,20	0,73	7,47	3.147	0,00	8,20	8.479	5.332	1.130	1	1.130
12	1982 \ 1983	11,50	0,73	10,77	5.675	0,00	11,50	11.717	6.042	1.281	1	1.281
13	1983 \ 1984	10,68	0,73	9,95	5.433	0,00	10,68	12.601	7.168	1.520	1	1.520
14	1984 \ 1985	11,50	0,73	10,77	5.675	0,00	11,50	11.717	6.042	1.281	1	1.281
15	1985 \ 1986	8,65	0,73	7,92	4.046	0,00	8,65	9.992	5.946	1.261	1	1.261
16	1986 \ 1987	11,50	0,73	10,77	5.675	0,00	11,50	11.717	6.042	1.281	1	1.281
17	1987 \ 1988	11,50	0,73	10,77	5.675	0,00	11,50	11.717	6.042	1.281	1	1.281
18	1988 \ 1989	8,02	0,73	7,29	2.711	0,00	8,02	7.809	5.098	1.081	1	1.081
19	1989 \ 1990	10,09	0,73	9,36	5.280	0,00	10,09	12.535	7.255	1.538	1	1.538
20	1990 \ 1991	7,03	0,73	6,30	0	0,00	7,03	3.133	3.133	664	1	664
21	1991 \ 1992	11,50	0,73	10,77	5.675	0,00	11,50	11.717	6.042	1.281	1	1.281
22	1992 \ 1993	11,50	0,73	10,77	5.675	0,00	11,50	11.717	6.042	1.281	1	1.281
23	1993 \ 1994	11,50	0,73	10,77	5.675	0,00	11,50	11.717	6.042	1.281	1	1.281
24	1994 \ 1995	10,76	0,73	10,03	5.452	0,00	10,76	12.563	7.111	1.508	1	1.508
25	1995 \ 1996	10,24	0,73	9,51	5.328	0,00	10,24	12.609	7.281	1.544	1	1.544
26	1996 \ 1997	6,42	0,73	5,69	0	0,00	6,42	0	0	0	1	0
27	1997 \ 1998	11,50	0,73	10,77	5.675	0,00	11,50	11.717	6.042	1.281	1	1.281
28	1998 \ 1999	6,01	0,73	5,28	0	0,00	6,01	0	0	0	1	0
29	1999 \ 2000	11,50	0,73	10,77	5.675	0,00	11,50	11.717	6.042	1.281	1	1.281
30	2000 \ 2001	11,50	0,73	10,77	5.675	0,00	11,50	11.717	6.042	1.281	1	1.281

ón la inversión inicial y según la estructura presentada en el Cuadro Nº3.4.2-2, y los beneficios del Cuadro Nº3.4.2-9, se calcula el VAN según distintas longitudes de canal matriz revestido. Los resultados se presentan en el Cuadro Nº3.4.2-10 y se grafican en el Cuadro Nº3.4.2-11. El detalle de los VAN calculados se presentan en el Anexo Nº3.4.2-C.

CUADRO Nº3.4.2-10
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA
SOLUCIÓN CON REVESTIMIENTO DE AMBOS BORDES CON LOSETAS Y LECHO CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS

Longitud revestida del canal matriz Km	Inversión inicial estimada para proyecto de revestimiento Millones $	VAN del proyecto de revestimiento Millones $
0	0	0
1	625	382
2	1.244	863
3	1.859	1.347
4	2.472	1.834
5	3.089	2.316
6	3.706	2.799
7	4.321	3.283
7,17	4.425	3.366

CUADRO Nº 3.4.1-11
EVALUACIÓN ECONÓMICA SIMPLIFICADA PARA DIMENSIONAMIENTO PRELIMINAR DE LA LONGITUD A REVESTIR EN EL CANAL MATRIZ



Notas: 1.- Horizonte de evaluación de 30 años. **2.-** Con la estadística de 30 años hidrológicos a nivel de bocatoma del canal Almahue se simula el comportamiento agroeconómico en 30 años de análisis. Para ello se usan funciones productivas que relacionan el año hidrológico, con los beneficios agronómicos del valle. **3.-** Se considera que los beneficios corresponden a un mayor ingreso agronómico por incremento de la superficie regada con motivo de la mayor disponibilidad hídrica que resulta de la recuperación de aguas infiltradas. **4.-** Las superficies de secano incorporables se han truncado a las superficies físicas disponibles y a los caudales recuperados.

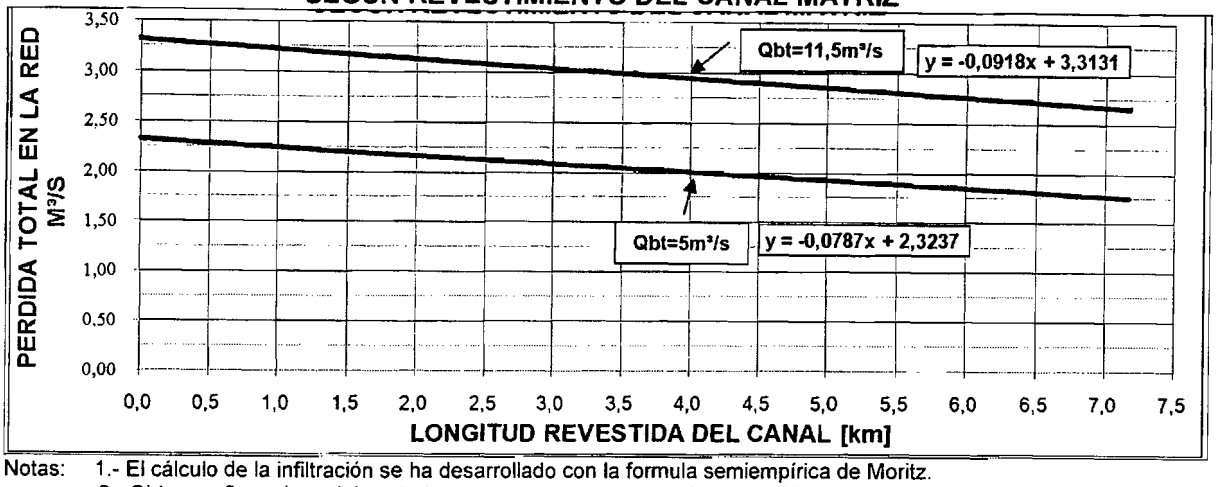
Del análisis se concluye la conveniencia de tener revestidos ambos bordes además del fondo en toda la extensión del canal matriz de 7,17 km, es decir desde la obra de

admisión, hasta el denominado "Marco Retén Viejo" donde se ubica la división principal de las aguas entre el Ramal Santa Amelia y en el Ramal El Salto. En el Capitulo Nº3.3 se analizaron diferentes materiales de construcción tales como: albañilería de piedra, hormigón armado, losetas armadas prefabricadas, en que la solución que entregó mejores parámetros fue esta última para ambos bordes incluyendo el revestimiento del fondo. Previamente se caracterizaron las pérdidas por infiltración, apoyados en aforos practicados en los canales que reúnen aptitudes, esto es, sin saques ni interferencias notorias. Con dicha información se calibró la función semiempírica de Moritz, que depende del caudal. Con esta información se analizó la recuperación de agua que permite incrementar la superficie de riego con la disponibilidad de 730 l/s adicionales a nivel del marco el Retén Viejo.

Si se analiza toda la red de canales, la pérdida en situación actual alcanza a 3.300 l/s en año normal, captando 11,5 m^3/s en bocatoma. En ese mismo escenario hidrológico, si se revisten los bordes y fondo de los 7,17 km del canal matriz la pérdida en toda la red se reduce a 2.650 l/s, de donde se concluye que la recuperación total es de 650 l/s, equivalente a un 6% de lo captado en bocatoma. El detalle de los cálculos de las pérdidas señaladas se contiene en el Anexo Nº 3.4.2-A. En un escenario extremadamente seco, captando 5 m^3/s en bocatoma, se tiene la pérdida de 2.300 l/s en situación actual para toda la red. Sin embargo al revestir los 7,17 km del canal matriz, la pérdida en toda la red se reduce a 1.750 l/s, equivalente a una recuperación total de 550 l/s, es decir, en este caso se recupera un 11% de lo captado en bocatoma. El mayor porcentaje de recuperación en años secos se fundamenta en la estructura de la función de Moritz, que entre otros parámetros emplea el caudal y el perímetro mojado. En efecto, el caudal captado se reduce en años secos junto con la velocidad de escurrimiento, en cambio el perímetro mojado se reduce muy poco debido a que la medida del ancho del escurrimiento, que es significativo comparado con las paredes, no varía. Esta relación conduce a incrementar las pérdidas porcentuales para caudales menores. A continuación se presenta el gráfico en el Cuadro Nº3.4.1-12 con el resultado de las pérdidas estimadas, las cuales se han relacionado con la longitud total revestida en el canal matriz para distintos escenarios de disponibilidad hidrológica.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº3.4.1-12
PÉRDIDA TOTAL EN LA RED POR INFILTRACIÓN
SEGÚN REVESTIMIENTO DEL CANAL MATRIZ



Notas: 1.- El cálculo de la infiltración se ha desarrollado con la formula semiempírica de Moritz.
2.- Qbt, se refiere al caudal captado en bocatoma, para el cual se modeló las pérdidas.
3.- El caso con longitud de canal revestida igual a 0km, corresponde a la modelación de las pérdidas por infiltración en la denominada situación actual.
4.- El caso con longitud de canal revestida igual a 7,17km, corresponde al escenario proyectado con el revestimiento de ambos bordes y del lecho en toda la extensión del canal Matriz

3.4.2.3- Conclusiones del dimensionamiento económico del revestimiento del canal Matriz.

El incremento de producción atribuible a esta mayor disponibilidad se relaciona con la longitud del revestimiento en el canal matriz, lográndose elaborar la optimización para esta obra específica, cuyo máximo se obtiene al revestirse los tramos no revestidos hasta completar los 7,17 km de su trazado, con un caudal de 11,5 m^3/s en bocatoma, que cumple con las revanchas técnicamente recomendables. Esta optimización se logró mediante una simulación operacional de 30 años de estadística hidrológica, en que se obtuvo la pérdida total característica de cada año simulado y por ende la disponibilidad a nivel predial.

Se analizó la ampliación del canal para el total del caudal que podría captar según derechos, que asciende hasta 14 m^3/s para un año con 40% de probabilidad de excedencia, y el 30,43% del caudal que reparte la Tercera Sección del Rio Cachapoal; sin embargo los antecedentes hidrológicos del río indican que esos recursos no están disponibles permanentemente en el período de riego. Se comprueba que para estos años hidrológicos más húmedos (40% de probabilidad de excedencia), existiría el caudal suficiente en el punto de captación para que el Canal Almahue extraiga hasta 14 m^3/s en los meses de mayor demanda para riego. En el Capítulo Nº2.3 se contienen los gráficos hidrológicos que representan los recursos hídricos en la Tercera Sección y las curvas de variación estacional. Con la baja frecuencia hidrológica señalada que es inferior al 40%, los caudales que exceden los 12 m^3/s son de carácter eventual, lo cual impide proyectar el desarrollo agrícola basado en dichos caudales eventuales. Aun así, el proyecto de mejoramiento proyectado para el canal permite aumentar su capacidad de porteo (Ver anexo 3.5.3-A con cálculo para 14m^3/s). En el hecho, la Asociación opera con su canal a plena capacidad ocupando incluso las revanchas para conducir un mayor caudal, sin embargo se producen algunos desbordes e interferencias con el camino público, situación

que se verá solucionada con el proyecto. En este proyecto, las nuevas revanchas son holgadas conforme a normas y estándares conocidos de la DOH; las losetas armadas consultadas para el revestimiento de taludes, soportan mayores niveles del eje hidráulico calculado en 11,5 m^3/s, que eventualmente pueden llegar a los 14 m^3/s en condiciones de canal desembancado y sin grandes obstrucciones, sin embargo se trata de situaciones puntuales, que no tienen gran relevancia en el análisis económico y el desarrollo agrícola de este proyecto. La recuperación de agua en todo el canal que induce el revestimiento en el matriz, unido a otros mejoramientos, es el que permite proyectar un nuevo desarrollo agrícola.

3.4.3.- Obra de desarenación y sedimentación, para mejorar la calidad del agua.

3.4.3.1- Antecedentes para el dimensionamiento económico del desarenador / sedimentador.

Uno de los beneficios de este proyecto multiuso está asociado a la disminución de la contaminación del canal Almahue, la cual se presentó en el Capítulo N°2 – "Situación Actual sin Proyecto" y tiene su origen en dos fuentes principales:

i.- Contaminación base a nivel de bocatoma, debido a fuetes externas que contaminan tanto el Estero Zamorano, como el río Cachapoal.

ii.- Contaminación intra-canal, debido principalmente a que en el cruce del canal por zonas urbanas, se incorporan contaminantes y basuras.

Para un efectivo proceso de mitigación de la contaminación, se propone el uso conjunto de obras civiles que disminuyan los contaminantes en las aguas, así como un tratamiento intra-predial que permita la desinfección final del agua. La alternativa analizada y propuesta en el Capítulo N°3.3 – "Estudio de Alternativas de Obras Civiles" corresponde al tratamiento a nivel de bocatoma mediante un sedimentador para disminuir la turbiedad del agua, acompañado de una serie de rejas desbasurizadoras para disminuir los elementos y contaminantes incorporados en su trazado. Finalmente la desinfección del agua se hace mediante la aplicación de luz ultravioleta en el interior de los predios que lo requieren, sobre el agua con menores niveles de turbiedad.

La obra inicial de sedimentación, tiene aparejadas tres rejas desbasurizadoras en puntos seleccionados del canal matriz, que pueden ser ubicadas antes de las agrupaciones de ruedas azudas cuyas empalizadas rústicas contribuyen a la obstrucción del escurrimiento.

El objetivo de mejorar la calidad, se complementa con la recuperación del camino de servicio del canal matriz para el control de efluentes.

Como objetivo específico de estas obras se destaca el mejoramiento de la calidad del agua para riego, al reducirse el sedimento que enturbia el agua y eliminar gran parte de la basura que genera contaminación. Al disponer de agua sin sedimentos al inicio del canal comunero, podrían evitarse los costosos sistemas intraprediales de tratamiento secundario mediante filtración, en los predios que lo requieran. Si la eficiencia de sedimentación es alta en la obra proyectada, se dispondrá de agua con mayor transparencia que podrían evitar los señalados equipos de filtración y podrían emplearse

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

directamente sistemas terciarios de tratamiento de bajo costo, del tipo luz ultravioleta o equivalentes para eliminar los microorganismos, cuya concentración actual excede los límites de la norma chilena de aguas para riego.

El objetivo específico del dimensionamiento en este caso consiste en la evaluación y determinación del tamaño de la obra del sedimentador a su vez definiendo el tamaño de las inversiones en tratamiento de desinfección intrapredial.

3.4.3.2- Estimación preliminar de beneficios asociados a la mejor calidad de agua.

Para el análisis del pre diseño optimizado, se elaboró una función de producción o de beneficios agronómicos asociados a la calidad del agua, que se aplica sobre el estrato de predios grandes y también sobre aquellos medianos que disponen de cultivos de alta rentabilidad. Según se aprecia en el Cuadro Nº2.4.4-14 del Capítulo Nº2.4.4 – "Diagnóstico de la Situación Agropecuaria Actual" y que se presenta resumido en el cuadro Nº3.4.3-1 siguiente, estos cultivos agrupan aproximadamente el 28% de la superficie del canal, es decir unas 2.020 ha aproximadamente, con una demanda hídrica durante el mes de enero de aproximadamente 6,72 millones de m³, equivalente al 21,5% de la demanda neta del área del proyecto.

CUADRO Nº3.4.3-1
DEMANDA DE AGUA A NIVEL PREDIAL
ENERO – MES DE MÁXIMA DEMANDA
MILES DE m³

CULTIVO	SUPERFICIE ACTUAL ha	DEMANDA HÍDRICA ENERO miles de m³
Sandía - Melón	387,7	1.699
Olivos	167,9	368
Durazneros	53,7	174
Nectarines	124,8	405
Tomate industrial	325,7	1.745
Kiwi	41,5	101
Paltos	116,2	481
Arándanos	119,2	247
Cítricos	253,6	556
Manzanos	3,6	9
Uva de mesa	428,0	938
Sub - total	2.021,9	6.723
Total área del proyecto	7.156,8	31.296

La demanda hídrica de los cultivos, es decir 6,72 millones de m³ para el mes de enero, es equivalente a 2,6 m³/s (6,72 millones m^3 / (30día x 24hr/día x 3.600s/hr)). Este último valor se considera que es el mínimo caudal que requiere tratamiento intrapredial de desinfección del agua.

A modo ilustrativo se indica que está en ejecución el proyecto de alcantarillado del pueblo Larmahue, que posibilitará una adecuada evacuación de aguas servidas en vez de descargarlas al canal Almahue, como ocurre actualmente en varios puntos. Sin embargo, las numerosas viviendas que invaden el camino de servicio del canal, constituye una posible fuente de contaminación difusa y un permanente daño para la calidad del agua;

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

esta situación requiere incluir en el proyecto multiuso del PROM algunas soluciones que permitan resolver gran parte de este problema.

La función de beneficios consulta dos escenarios productivos. El primero se refiere a la necesidad del agricultor exportador por disponer de agua con la calidad suficiente para cumplir la norma sanitaria. En situación actual, al exigirse el cumplimiento de la norma para los productos de exportación, el agricultor deberá aplicar dos tratamientos, comenzando con la filtración del agua a nivel predial para lograr la transparencia suficiente, y luego aplicando sistemas para abatir microorganismos, posiblemente aplicando luz ultravioleta sobre el agua con baja turbiedad ya tratada por el mismo.

En el segundo escenario que corresponde al proyecto multiuso del PROM, se consulta una obra comunera inicial para sedimentación de alta eficiencia, orientada a reducir notoriamente la turbiedad del agua, facilitando que el agricultor exportador aplique solamente luz ultravioleta para reducir coliformes a nivel intrapredial.

Considerando lo señalado, la estructura de costos para el sistema de tratamiento permite un análisis de optimización que entrega el máximo beneficio. Se emplea el VAN con los flujos agroeconómicos construidos para dos situaciones futuras extremas; una situación corresponde a la de precios del mercado nacional y la otra con precios de los mercados internacionales denominadas como "incrementales" por la especialidad agronómica.

Entre los supuestos del análisis de optimización, se destaca la futura aplicación de las normas internacionales para los productores de exportación, que deberán disponer de las debidas certificaciones para cumplir con los TLC, de lo contrario, se verán obligados a comercializar sus productos en el mercado nacional o bien su gestión se verá severamente limitada y eventualmente destinada a desaparecer. Se estima que la situación actual para estos productores es de transición y presenta una marcada fragilidad debido a la falta de sustentabilidad del negocio en el tiempo, salvo que se logren materializar soluciones reales en el corto y mediano plazo tendientes a resolver establemente los problemas de contaminación y comercialización.

De este modo, la optimización de las obras de sedimentación, en especial su eficiencia que depende de su longitud y costo, puede plantearse como una función relacionada con el VAN para las situaciones extremas descritas, en que a futuro se comercializan los productos en el mercado nacional con precios actuales, o bien se plantea el desarrollo agronómico orientado a los mercados internacionales. En los márgenes agroeconómicos del estudio con los cuales se calcula el VAN asociado al sedimentador, se distinguen las dos situaciones que se contienen en las respectivas funciones de producción, preparadas por cada ramal y según los tres estratos de tamaño. En el caso de no consultarse un sedimentador y sus obras complementarias de rejas y recuperación del camino de servicio para el control de efluentes, el VAN entrega valores mínimos, considerando que cada agricultor de exportación deberá incurrir en costos intraprediales del tratamiento completo del agua. Si se materializa el sedimentador de alta eficiencia con sus obras complementarias, el agricultor exportador sólo tendrá que incurrir en costos de tratamiento intrapredial para los microorganismos remanentes, ahorrándose el filtro con su operación. Ante lo señalado y reiterando lo ya indicado, se evidencia la necesidad del tratamiento del agua, mediante la combinación de obras comuneras y otras intraprediales, para mantener la viabilidad de la gestión agrícola de exportación con su correspondiente certificación.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En la función de beneficios se tiene la siguiente estructura:

Caso 1: con sedimentador comunero.
Caso 2: sin sedimentador comunero.

Costo Total	=	Costo Sedimentador Alta Eficiencia	+	Costo Filtro particular y operación	+	Costo Luz Ultravioleta

La eficiencia del desarenador o sedimentador, se considera máxima con la decantación de todos los sólidos de arrastre de fondo y de material particulado en suspensión que puede decantar al ser retenido momentáneamente en una cubeta con baja velocidad de escurrimiento, que posibilite la captación del particulado fino que está constituido parcialmente por materia orgánica. La eficiencia de decantación se relaciona con el tiempo de retención, y éste con la sección útil de escurrimiento que impone la velocidad; luego se tiene la longitud total de la obra que define el tiempo disponible para decantar y además corresponde al parámetro principal del costo de inversión.

Para efecto de llevar a cabo el dimensionamiento económico preliminar de un sedimentador, se definió una estructura de costos de inversión (Io) que incluyen 10 ítems, cuyas relaciones funcionales se explican a continuación. Las relaciones funcionales son en general ecuaciones que dependen del caudal (Q) y/o la longitud del sedimentador (L), basadas en datos conocidos y de otros proyectos con sedimentadores. Se pretende determinar la longitud más conveniente del sedimentador, considerando especialmente el altísimo costo que significaría usar filtros de cartucho si no se contara con un sedimentador. Este altísimo costo de filtrado se reduce significativamente con un tamaño de sedimentador creciente en "L".

Se analizaron para este efecto 3 casos similares al canal Almahue, obteniéndose una modelación del costo parametrizado del sedimentador de baja velocidad, versus su longitud. Los 3 casos analizados son diseños contenidos en proyectos aprobados por la CNR en Concursos de la Ley 18.450. Los 3 sedimentadores están en operación y corresponden a las siguientes organizaciones: Asociación Canales Unidos de Buín en la región Metropolitana, Comunidad de Aguas Canal La Petaca en la región de Valparaíso y Comunidad de Aguas Canal Placillano en la región de O´Higgins. La obra básica de alta eficiencia corresponde al sedimentador de la Asociación Canales Unidos de Buín que tiene 100 m de longitud, y opera con caudales y calidades de agua similares al canal Almahue. Para el análisis de optimización del pre diseño se asume que la máxima eficiencia ocurre para la longitud total de 100m con 85m de cubeta efectivamente captante, equivalente a la obra existente de la Asociación Canal Unidos de Buín, y luego fracciones de esta longitud para eficiencias menores.

El detalle de los costos asociados y los criterios utilizados se explican a continuación:

i.- Instalación de faenas y obras provisionales: este ítem se ha calculado para una duración de obra de 3 meses equivalente a $ 30,8 millones aproximadamente, como se muestra en el cuadro N°3.4.2-3. Para simplificar, se propone la relación lineal, en términos que el costo total para un caudal de 14m³/s y una longitud total de decantador de L=100m. La relación queda expresada como:

Qm³/s / 14m³/s x L km/ 100m x 30,8$millones; o sea: 0,022 x Qm³/s x Lm ($millones)

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ii.- Accesos a frentes de obra en puntos de difícil acceso: Al igual que en el subcapítulo N°3.4.2, este ítem se valoriza en $3,03 millones. En este caso se contempla 1 acceso por cada 50m de obra civil. Entonces la relación funcional es escalonada:

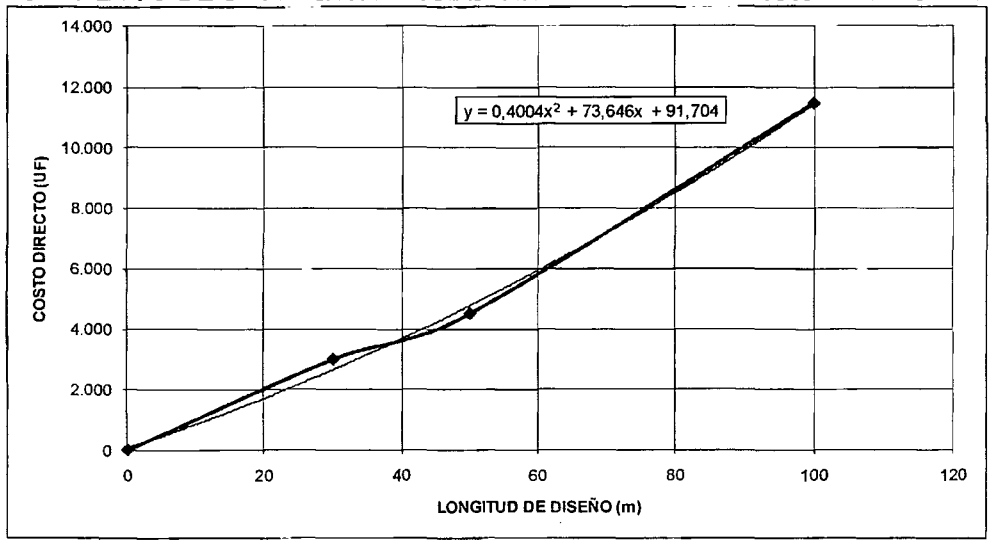
Sí L m>50m, los accesos tienen un costo de $3,03millones. En cambio sí 50m<L m<100m el costo será de $6,06 millones.

iii.- Sedimentador / decantador en bocatoma: Para la evaluación de los costos de un sedimentador - decantador se procede a la construcción de un gráfico que relaciona el costo de 3 estructuras conocidas con su caudal de diseño y su longitud. Así se tiene mediante una regresión o ajuste polinómico la función de costo de este tipo de obras. En el Cuadro N°3.4.3-2 se contienen los 3 costos directos de los sedimentadores, que no incluye los gastos generales, ni imprevistos, IVA ni utilidades del contratista. Se construye la relación entre la longitud del desarenador y su Costo Directo en UF, lo que se muestra en el Cuadro N°3.4.3-3.

CUADRO N°3.4.3-2
COSTOS DIRECTOS DE SEDIMENTADORES

Obra/Canal	Caudal Q de diseño m^3/s	Longitud m	Costo Directo UF
Canales Unidos de Buin	16,5	100	11.500
Canal Placillano	3,5	50	4.500
Canal La Petaca I	1,3	30	2.989

CUADRO N°3.4.3-3
COSTO DIRECTO DE SEDIMENTADOR/DECANTADOR EN FUNCIÓN DE SU LONGITUD



El gráfico anterior permite determinar el Costo Directo en UF del sedimentador a través de la Ecuación N°3.4.3-1 siguiente:

ECUACIÓN N°3.4.3-1
COSTO DIRECTO DE SEDIMENTADOR/DECANTADOR

$$CD(UF) = 0{,}4004L^2 + 73{,}646L + 91{,}704$$

Nota: L: longitud del sedimentador (m).

iv.- Recuperación del camino de servicio: El camino de servicio se recupera con la instalación de cercos rústicos con postes de madera impregnada y alambre de púas, en ambos bordes, a lo largo de todo el camino de servicio. El costo por metro lineal de cerco rústico es: $8.000/m Por lo tanto el costo en este caso es una constante, son:

$112 millones = (7.000m x 2 m/m x 8.000$/m)/1.000.000$ / millón

v.- Rejas desbasurizadoras: las rejas desbasurizadoras tienen un costo de $32 millones cada una.

vi.- Inversión inicial en equipos de filtrado en complemento al sedimentador (Qmax=2,6m³/s): El objetivo de estos equipos es la remoción por exclusión de las partículas sólidas presentes en el agua. Esta función de los filtros es un complemento al tratamiento de un sedimentador. El filtro y/o el sedimentador preparan efectivamente al agua para su posterior proceso de desinfección con luz ultravioleta. Si el tratamiento de un sedimentador es incompleto, como por ejemplo cuando tiene una longitud menor a la necesaria, entonces se requiere un tratamiento complementario con filtro para que elimine el material no removido.

El costo de inversión inicial figura en el cuadro - página N°18 contenido en el Manual de Tecnologías para Mitigar la Contaminación de las Aguas de Riego, CNR-2007. Ahí se muestra que dicho costo es aproximadamente de $21 millones para una estación capaz de filtrar 16l/s, es decir un costo en inversión inicial de $1,31 millones/ l/s. Al proyectar este valor sobre los 2,6m³/s correspondiente a la máxima demanda de los cultivos de alta rentabilidad en Enero, se tiene los siguientes costos:

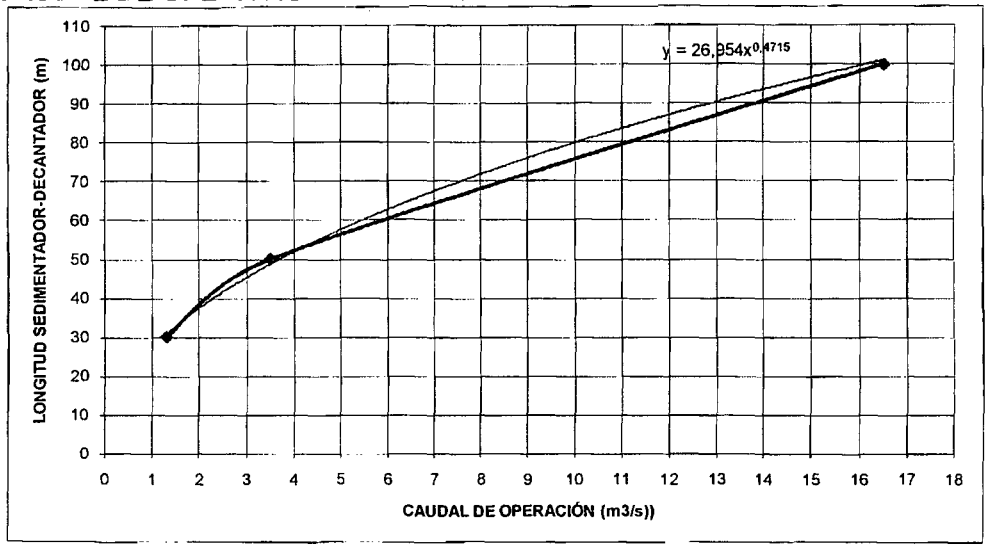
$ 3.414 millones	de inversión inicial y
$ 85 millones	de costos anuales por mantención y operación (correspondiente al 2,5% del costo de inversión inicial)

Debido a que para este análisis particular, se considera el tratamiento con filtros como complementario al tratamiento con sedimentador, resulta que el costo de los equipos de filtrado está relacionado directamente con la capacidad de sedimentación del decantador. Se asume entonces que el porcentaje de caudal no tratado por el sedimentador, será tratado mediante filtros. Así también, a mayor inversión en el decantador, se requerirá comparativamente una muy menor inversión en equipos de filtrado y viceversa.

Para un tratamiento de alta eficiencia, el costo del sedimentador se relaciona con su longitud de acuerdo a lo presentado en el Cuadro N°3.4.3-2. Por otro lado, en base a los antecedentes de las obras conocidas, se construye además la relación entre el caudal de operación del desarenador y su longitud, que se muestra en el Cuadro N°3.4.3-4.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.4.3-4
CAUDAL DE OPERACIÓN vs LONGITUD DEL SEDIMENTADOR-DECANTADOR



Del gráfico del cuadro anterior, se obtiene la relación mostrada en la ecuación N°3.4.3-2, que indica la longitud óptima del sedimentador.

ECUACIÓN N°3.4.3-2

$$L_{optimo} = 26{,}954 \cdot Q^{0{,}4715}$$

Nota: L: longitud optima del sedimentador (m); Q: caudal de operación (m^3/s)

Esta longitud óptima de L se asocia a una alta eficiencia de tratamiento (100%) para el caudal Q de la Ecuación N°3.4.3-2.

Con el valor resultante de L óptimo y la longitud efectiva del sedimentador (de diseño), se calcula la eficiencia del sedimentador a través de la siguiente relación lineal:

ECUACIÓN N°3.4.3-3
EFICIENCIA DEL SEDIMENTADOR

$$\text{Eficiencia sedimentador}(\eta) = \frac{\text{Longitud de diseño}}{L_{optimo}}$$

La relación anterior entrega una eficiencia que se asocia directamente a la capacidad de tratamiento del sedimentador. Si la eficiencia es máxima (η=1), no se requiere complementarlo con equipos de filtrado adicionales, ya que el sedimentador es capaz de tratar el 100% del caudal. Por el contrario, si la eficiencia es menor a 1, entonces se hace necesaria la inversión en equipos de filtrado.

El costo de la inversión en equipos de filtrado corresponderá a la inversión necesaria para complementar el tratamiento del sedimentador. Esta inversión se valoriza como el costo de inversión en equipos de filtrado necesario para alcanzar una eficiencia del 100%. Dado lo anterior, el costo de inversión y de operación en equipos de filtrado en millones de pesos se puede valorizar como:

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ECUACIÓN N°3.4.3-4
COSTO DE INVERSIÓN EN EQUIPOS DE FILTRADO

$$CD(mill.\$) = (1 - Eficiencia\ sedimentador) \times 3.414$$

ECUACIÓN N°3.4.3-5
COSTO DE OPERACIÓN EN EQUIPOS DE FILTRADO

$$CD(mill.\$) = (1 - Eficiencia\ sedimentador) \times 85$$

Se aclara que en el Capítulo 3.3.14 – "Sedimentador", se descarta el filtrado con cartuchos frente al sedimentador por el alto costo de la solución con cartuchos, pero en este caso del dimensionamiento se analizan ambos métodos en conjunto, como mutuamente complementarios, es decir a mayor tamaño de sedimentador, menor es la necesidad de filtrado y viceversa. En la práctica el ahorro en filtrado de cartucho es lo más determinante para el dimensionamiento, lo cual conlleva al mayor tamaño posible de sedimentador que arroja a su vez la menor inversión, y el mayor índice de rentabilidad.

vii.- Inversión inicial en equipos para remoción de material orgánico con luz ultravioleta Qmax=2,6m³/s: En el cuadro N°3.5.2-3 del capítulo N°3.5.2 se muestra que los costos para remoción de contaminación con luz ultravioleta para un caudal máximo de 2,6m³/s son:

$ 1.003 millones	de inversión inicial y
$ 25 millones	de costos anuales por mantención y operación (correspondiente al 2,5% del costo de inversión inicial)

viii.- Agotamiento: Se considera un requerimiento de 30 días de agotamiento en 5 puntos al interior de la obra. El costo diario por concepto de motobomba para agotamiento es de $70.595/día, que se redondea a $ 70.000/día. La función queda expresada en millones de pesos como:

30 días x 5 x 70.000 $/día x Lm/100m / 1.000.000$/millón es decir 0,105 x L m ($millones)

ix.- Desvíos: Se asume un movimiento de tierra equivalente a 100m³ por cada metro lineal de decantador. El movimiento de tierra tiene un costo aproximado de 1.000 $/m³. La función en millones de pesos queda expresada como:

1.000$/m³ x 100m³/m x L m / 1.000.000 $/millón, es decir: L m / 10 ($millones).

x.- Excavación en roca para emplazar sedimentador: Se considera una excavación preliminar de 70m³ por metro lineal de obra, del cual al menos el 70% es en material duro y roca, se considera un 10% de excavación a mano. Los esponjamientos considerados son 50% para roca y 30% para otras excavaciones. El precio por metro lineal de excavación se presenta en el siguiente Cuadro N°3.4.3-5

CUADRO N°3.4.3-5
COSTO DIRECTO POR METRO LINEAL DE EXCAVACIÓN

N°	Ítem	Unidad	Precio Unitario $	Cantidad	Costo Directo $
1	Tronadura de roca en banco	m^3	15.036	49	736.760
2	Excavación con máquina	m^3	1.160	14	16.240
3	Excavación a mano	m^3	3.765	7	26.360
4	Transporte de material a botadero	m^3	992	101	100.190
SUBTOTAL					879.550

Nota: Para efectos de este análisis, se redondea el costo a $1 millón por metro lineal de sedimentador.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En base a las funciones contenidas en los diez ítems anteriores del (i) hasta el (x) se pueden construir los costos de obras, adoptando diferentes combinaciones de las variables principales longitud "L" y caudal "Q" del sedimentador. En efecto, para el cálculo del VAN que se entrega a continuación se determinan los costos para caudales en el rango de $5m^3/s$ hasta $14m^3/s$ y longitudes de sedimentador variables desde cero hasta 100 metros. Este costo es atribuible al conjunto de obras específicas que se enmarcan en el mejoramiento de la calidad de agua y que en este caso son: el sedimentador, las 3 rejas, la recuperación del camino de servicio del canal matriz para el control de efluentes que pueden caer al canal y también el costo del tratamiento con luz ultravioleta. Este último costo constituye un elemento que debe incluirse en el análisis de la optimización, ya que es una condición necesaria para optar a percibir los márgenes agroeconómicos determinados para la Situación con Proyecto de riego en el escenario sin contaminación a nivel intrapredial.

Se concluye finalmente la conveniencia de contar con un sedimentador con el mayor largo que se tiene antecedentes, es decir de 100m de longitud.

En el Cuadro Nº3.4.3-6 se contiene el resumen de los ítems de costos y su respectiva relación funcional.

CUADRO Nº3.4.3-6
DIMENSIONAMIENTO ECONÓMICO DE SEDIMENTADOR
ESTRUCTURA BÁSICA PARA CÁLCULO DE INVERSIÓN
SEGÚN LONGITUD "L" Y CAUDAL "Q" VARIABLE

Nº	ÍTEM – PARÁMETROS	RELACIÓN FUNCIONAL PROPUESTA ENTRE COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCIÓN Y PARÁMETROS EN EVALUACIÓN Millones $
1.-	INSTALACIÓN DE FAENAS Y OBRAS PROVISIONALES	0,022 x Q x L
2.-	ACCESOS A FRENTES DE OBRA. ZONAS DE DIFÍCIL ACCESO	Si L<50m; $3 millones Si L>50m; $6 millones
3.-	SEDIMENTADOR DECANTADOR EN BOCATOMA	$(0,400L^2 + 73,646L + 91,704)$ x 20.790,98/1.000.000
4.-	RECUPERACIÓN DEL CAMINO DE SERVICIO	112
5.-	3 REJAS DESBASURIZADORAS (c/u $ 32 millones)	96
6.-	INVERSIÓN INICIAL EN EQUIPOS DE FILTRADO (Qmax=2,6m³/s)	**Inversión Inicial:** (1-Eficiencia sedimentador) x 3.414 **Mantención y operación anual:** (1-Eficiencia sedimentador) x 85
7.-	INVERSIÓN INICIAL EN EQUIPOS PARA REMOCIÓN DE MATERIAL ORGÁNICO CON LUZ ULTRAVIOLETA Qmax=2,6m³/s	**Inversión Inicial:** $1.003 millones **Mantención y operación anual:** $25 millones
8.-	AGOTAMIENTO (5 FRENTES)	0,105 x L
9.-	DESVÍOS	L / 10
10.-	EXCAVACIÓN EN ROCA PARA EMPLAZAR SEDIMENTADOR	Q/14 x L/100 x 1

Notas: 1.- El costo final de cada uno de los ítems se encuentran asociado en forma funcional a la variable en análisis, es decir la longitud "L" de un sedimentador de máxima eficiencia de 100m de largo y para un caudal de diseño máximo de 14m³s/. 2.- "L" esta expresado en metros. 3.- "Q" está expresado en m³/s.- 4.- La inversión inicial en equipos con luz ultravioleta (ítem 7) se mantiene constante para el caudal de diseño ($Q=2,6m^3/s$), independiente de la solución con sedimentador-decantador y/o equipos de filtrado. 5.- La eficiencia del sedimentador viene dada por la relación mostrada en la ecuación Nº3.4.3-3.

Por otra parte, la estimación de los márgenes netos que se utilizan para el cálculo del VAN se hará mediante la construcción de las denominadas "funciones simplificadas de producción" que se evalúan para los escenarios: "Situación Actual Mejorada" y "Situación Futura con mejoramiento de la calidad de las aguas". Para ello se procede a resumir los valores medios de cada uno de los escenarios actuales del Capítulo N°2.4 y futuros con mejoramiento de la calidad de aguas según el Capítulo N°3.2. Estos valores resumidos se presentan en el Cuadro N°3.4.3-7 siguiente.

CUADRO N°3.4.3-7
ANTECEDENTES BÁSICOS
PARA CONSTRUCCIÓN DE FUNCIONES PRODUCTIVAS SIMPLIFICADAS
APLICABLE A TODA EL ÁREA DEL PROYECTO

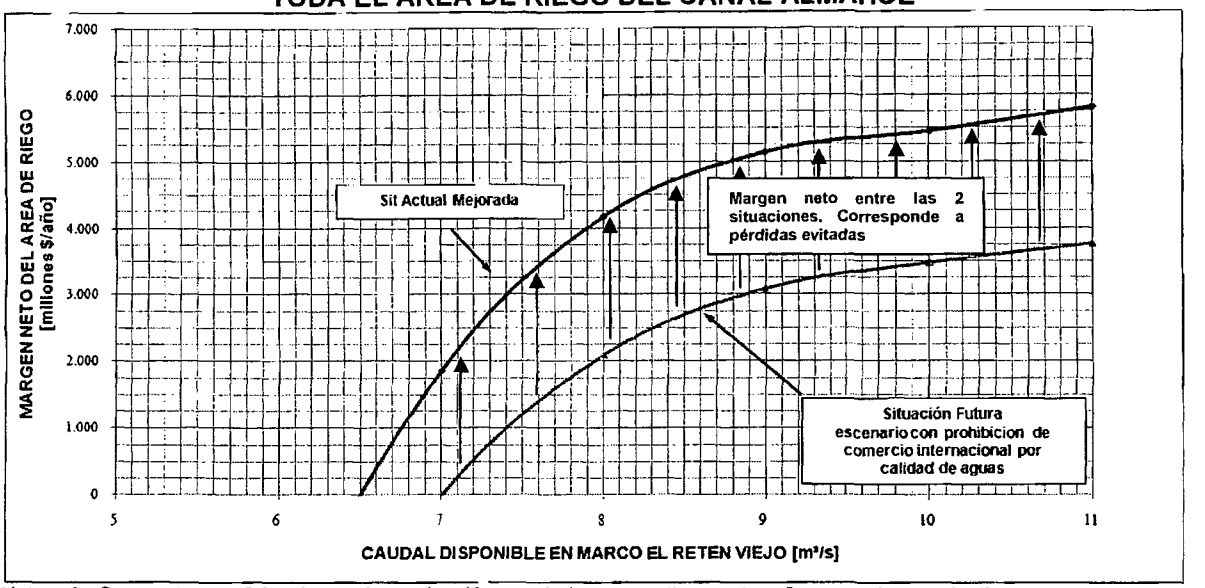
Año hidrológico	Caudal en bocatoma m^3/s	Caudal en Marco el Retén Viejo m^3/s	(1) Margen neto agronómico en Situación Actual Mejorada millones de $	(2) Margen neto agronómico en Situación Futura con mejoramiento de la calidad de aguas millones de $
50%	11,56	10,83	5.704	3.701
65%	10,18	9,45	5.311	3.308
85%	8,11	7,38	2.940	958

Notas: **(1)** Valores extraídos de Cuadros N°2.4.4-56; N°2.4.4-57 y N°2.4.4-58 del Capítulo N°2.4 – "Estudio Agronómico".
(2) Valores extraídos de los Cuadros N°3.2.8-6, N°3.2.8-11 y N°3.2.8-18 del Capítulo N°3.2. – "Situación Agrícola Futura o con Proyecto".

En este caso se asume que los beneficios asociados al mejoramiento de la calidad de aguas son precisamente las pérdidas económicas evitadas a futuro, al prohibirse la comercialización de productos en mercados internacionales, al no disponerse de la necesaria certificación de las aguas de riego. Tal como se señaló, estos beneficios son principalmente agroeconómicos, y fueron objeto de un análisis detallado en el Estudio Agronómico - Capítulo N°2.4 para la Situación Actual Mejorada, y en el Capítulo N°3.2 para la Situación Futura o proyectada. Con los valores del Cuadro N°3.4.3-7 se elaboraron las respectivas funciones de producción con los márgenes agroproductivos que se presentan gráficamente en el Cuadro N°3.4.3-8 siguiente.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº3.4.3-8
FUNCIONES DE PRODUCCIÓN SIMPLIFICADA
TODA EL ÁREA DE RIEGO DEL CANAL ALMAHUE



Notas: **1.-** Se construyen 2 funciones de producción asociados respectivamente a 2 escenarios productivos:
Escenario a: Situación Actual, que corresponde a la información obtenida con la encuesta agronómica.
Escenario b: Situación Futura, bajo el supuesto de existir problemas asociados a potenciales prohibiciones para venta de productos en mercados internacionales, si no se cuenta con la certificación de buena calidad de agua de riego.
2.- El margen neto que producen las obras corresponde a la diferencia aritmética entre los beneficios de los 2 escenarios: "a" y "b".

Las 2 funciones de producción se construyen ajustando los datos representados en el Cuadro Nº3.4.3-8 mediante el método de mínimos cuadrados, a una función polinómica de 3er grado según la siguiente ecuación 3.4.2-2:

ECUACIÓN Nº3.4.3-2

$$\text{Margen Neto } (\mathbf{Qrv}) = A \times (\mathbf{Qrv})^3 + B \times (\mathbf{Qrv})^2 + C \times (\mathbf{Qrv}) + D$$

El margen neto o beneficio es la diferencia aritmética entre el margen neto agronómico calculado para cada una de las 2 situaciones; es decir, entre Situación Actual Mejorada, y la Situación Futura con mejoramiento de la calidad de las aguas. Este valor de margen neto se expresa en millones $ / año.

- (Qrv): Es el caudal disponible en el marco el Retén Viejo expresado en m³/s.
- A, B, C y D: son los coeficientes del polinomio de grado 3 que representa a la función productiva.

De la regresión señalada, o mejor ajuste, se determinan los coeficientes polinómicos que permiten representar cada una de las 2 funciones productivas, y que se contienen en el Cuadro Nº 3.4.3-9 siguiente.

CUADRO N°3.4.3-9

COEFICIENTES DEL POLINOMIO REPRESENTATIVO DE LA FUNCIÓN PRODUCTIVA

Beneficio(**Qrv**) = A x (**Qrv**)^3 + B x (**Qrv**)^2 + C x (**Qrv**) + D

ESCENARIO	A	B	C	D
Situación Actual Mejorada	114,27	-3.410,10	34.140	-109.216
Situación futura con mejoramiento de la calidad de aguas	83,32	-2.551,10	26.281	-87.543

Notas: **1.**- Qrv (m³/s) es el caudal disponible en el marco el Retén Viejo

2.- El Beneficio (Qrv) queda expresado en millones de $ / año.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº3.4.3-10
EVALUACIÓN DE BENEFICIOS AGRONÓMICOS PRODUCTO DE LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS EVITADAS CON LAS OBRAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

Nº	AÑO HIDROLÓGICO	ANÁLISIS ABARCA LA TOTALIDAD DEL ÁREA DE RIEGO									
		SITUACIÓN ACTUAL				SIT. FUTURA CON PROBLEMAS PARA INGRESO A MERCADOS INTERNACIONALES POR BAJA CALIDAD DE AGUAS			MARGEN NETO INCREMENTAL PRODUCTO DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE CALIDAD DE AGUAS		
		(1) CAUDAL MEDIO PERIODO DE RIEGO EN BOCAT	(2) PERDIDA DE AGUA POR INFILTRACION	(3) CAUDAL EN RETEN VIEJO	(4) MARGEN NETO EN SIT. ACTUAL	(5) PERDIDA POR INFILTRACION	(6) CAUDAL EN RETEN VIEJO	(7) MARGEN NETO EN SIT. FUTURA	(8) (7) – (4) MARGEN NETO INCREMENTAL ENTRE SITUACIONES ACTUAL Y FUTURA	(10) CURVA LOGÍSTICA PARA INCORPORACIÓN DE SECANOS	(11) MARGEN INCREMENTAL TOTAL
		m³/s	m³/s	m³/s	millones $	millones $	m³/s	millones $	millones $	%	millones $
1	1971 \ 1972	8,50	0,73	7,77	3.774	0,73	7,77	1.724	2.050	10	205
2	1972 \ 1973	11,50	0,73	10,77	5.675	0,73	10,77	3.680	1.996	25	499
3	1973 \ 1974	10,03	0,73	9,30	5.261	0,73	9,30	3.245	2.016	40	806
4	1974 \ 1975	11,00	0,73	10,27	5.507	0,73	10,27	3.543	1.964	55	1.080
5	1975 \ 1976	10,02	0,73	9,29	5.256	0,73	9,29	3.239	2.017	70	1.412
6	1976 \ 1977	8,29	0,73	7,56	3.356	0,73	7,56	1.337	2.019	85	1.716
7	1977 \ 1978	11,50	0,73	10,77	5.675	0,73	10,77	3.680	1.996	100	1.996
8	1978 \ 1979	11,50	0,73	10,77	5.675	0,73	10,77	3.680	1.996	100	1.996
9	1979 \ 1980	11,50	0,73	10,77	5.675	0,73	10,77	3.680	1.996	100	1.996
10	1980 \ 1981	11,50	0,73	10,77	5.675	0,73	10,77	3.680	1.996	100	1.996
11	1981 \ 1982	8,20	0,73	7,47	3.147	0,73	7,47	1.146	2.001	100	2.001
12	1982 \ 1983	11,50	0,73	10,77	5.675	0,73	10,77	3.680	1.996	100	1.996
13	1983 \ 1984	10,68	0,73	9,95	5.433	0,73	9,95	3.463	1.970	100	1.970
14	1984 \ 1985	11,50	0,73	10,77	5.675	0,73	10,77	3.680	1.996	100	1.996
15	1985 \ 1986	8,65	0,73	7,92	4.046	0,73	7,92	1.981	2.065	100	2.065
16	1986 \ 1987	11,50	0,73	10,77	5.675	0,73	10,77	3.680	1.996	100	1.996
17	1987 \ 1988	11,50	0,73	10,77	5.675	0,73	10,77	3.680	1.996	100	1.996
18	1988 \ 1989	8,02	0,73	7,29	2.711	0,73	7,29	751	1.960	100	1.960
19	1989 \ 1990	10,09	0,73	9,36	5.280	0,73	9,36	3.268	2.012	100	2.012
20	1990 \ 1991	7,03	0,73	6,30	0	0,73	6,30	0	0	100	0
21	1991 \ 1992	11,50	0,73	10,77	5.675	0,73	10,77	3.680	1.996	100	1.996
22	1992 \ 1993	11,50	0,73	10,77	5.675	0,73	10,77	3.680	1.996	100	1.996
23	1993 \ 1994	11,50	0,73	10,77	5.675	0,73	10,77	3.680	1.996	100	1.996
24	1994 \ 1995	10,76	0,73	10,03	5.452	0,73	10,03	3.485	1.967	100	1.967
25	1995 \ 1996	10,24	0,73	9,51	5.328	0,73	9,51	3.330	1.998	100	1.998
26	1996 \ 1997	6,42	0,73	5,69	0	0,73	5,69	0	0	100	0
27	1997 \ 1998	11,50	0,73	10,77	5.675	0,73	10,77	3.680	1.996	100	1.996
28	1998 \ 1999	6,01	0,73	5,28	0	0,73	5,28	0	0	100	0
29	1999 \ 2000	11,50	0,73	10,77	5.675	0,73	10,77	3.680	1.996	100	1.996
30	2000 \ 2001	11,50	0,73	10,77	5.675	0,73	10,77	3.680	1.996	100	1.996

Con las funciones del Cuadro N°3.4.3-2 que contienen la estructura básica para cálculo de inversión según longitud del sedimentador L m variable, se calculan un total de 15 casos de inversión inicial (Io) que resultan de 5 longitudes de sedimentador y 3 caudales característicos. Las longitudes de sedimentador elegidas son: 0m, 25m, 50m, 75m y 100m. Los caudales característicos son: 5m³/s representativo de un año extremadamente seco, 10m³/s para un año aproximadamente normal y 14 m³/s para un año aproximadamente 40% de probabilidad de excedencia.

Los valores de inversión inicial (Io) se muestran en el Cuadro N°3.4.3-11 y se presentan graficados en el Cuadro N°3.4.3-13. Para cada uno de esos 15 costos de inversión (Io) se calcula el VAN considerando la serie de 30 años de márgenes netos que figuran en la columna N°11 del Cuadro N°3.4.3-8.

Los resultados de los 15 VAN del proyecto de mejoramiento de calidad de aguas se presentan ordenados en el Cuadro N°3.4.3-11, y se presentan además graficados en el Cuadro N°3.4.3-13. El detalle de los cálculos de los 15 VAN se contienen en el Anexo N°3.4.3-A.2. En el Cuadro N°3.4.3-12 se contiene el IVAN resultante de cada una de las 15 situaciones de inversión inicial analizadas. El IVAN corresponde al cuociente entre el VAN y la Inversión inicial Io, es decir VAN/Io y es un indicador de la relación beneficio-costo.

CUADRO N°3.4.3-11
VAN DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA E INVERSIÓN INICIAL Io
DE OBRAS ASOCIADAS AL MEJORAMIENTO DE CALIDAD DE AGUA

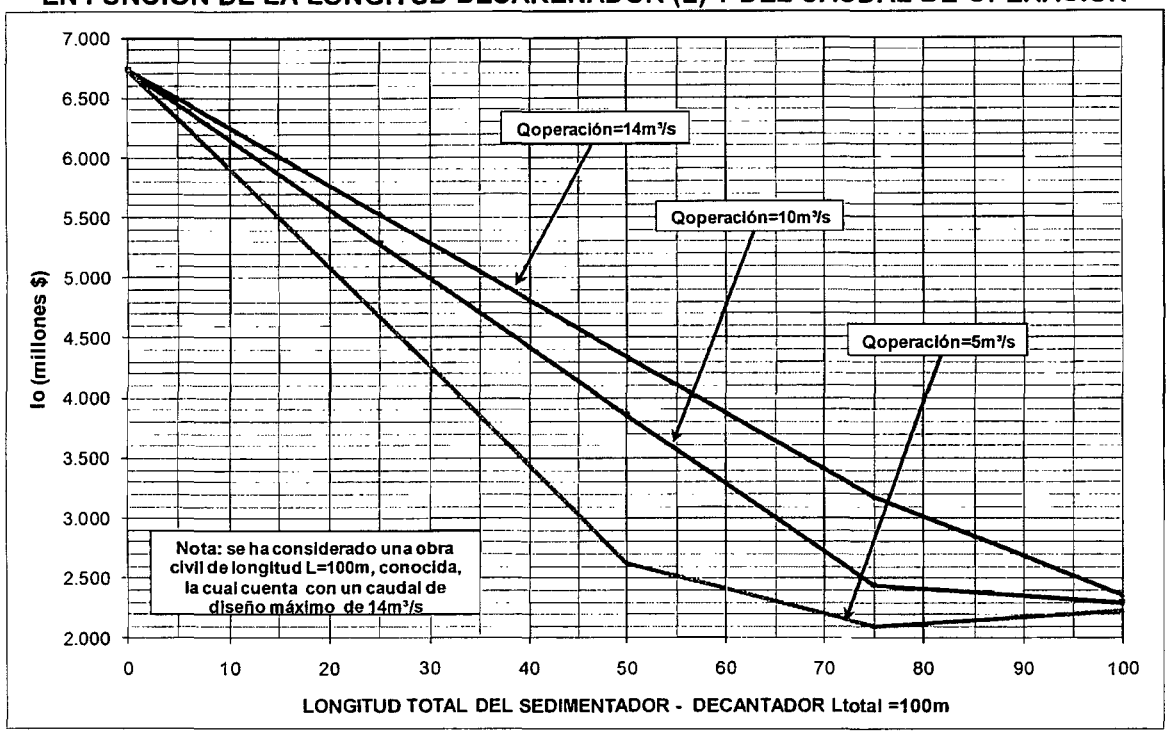
Longitud del sedimentador	Inversión inicial (Io) estimada para el proyecto de mejoramiento de calidad de aguas millones $			VAN del proyecto de mejoramiento de calidad de aguas millones $		
m	Q=14m³/s	Q=10m³/s	Q=5m³/s	Q=14m³/s	Q=10m³/s	Q=5m³/s
0	6.737	6.737	6.737	5.366	5.366	5.366
25	5.532	5.289	4.673	6.799	7.082	7.803
50	4.341	3.858	2.623	8.219	8.781	10.224
75	3.170	2.445	2.096	9.618	10.461	10.864
100	2.354	2.299	2.230	10.603	10.658	10.728

CUADRO N°3.4.3-12
INDICE DE RENTABILIDAD IVAN DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA
DE OBRAS ASOCIADAS AL MEJORAMIENTO DE CALIDAD DE AGUA

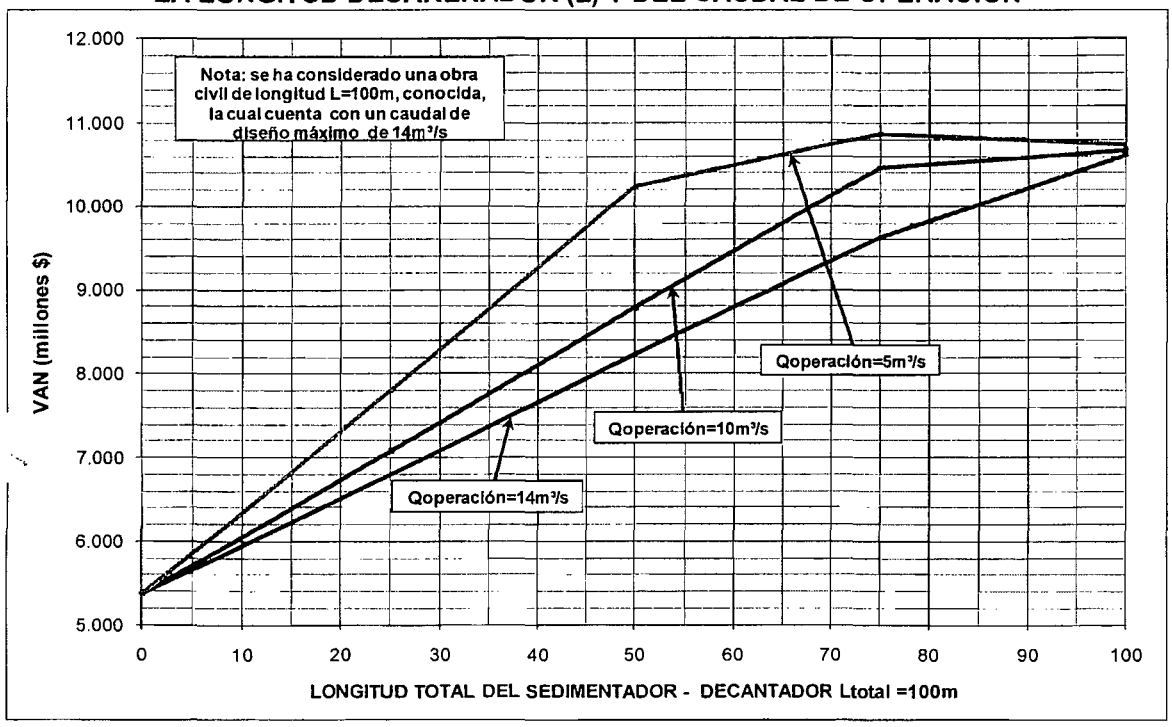
Longitud del sedimentador	IVAN del proyecto de mejoramiento de calidad de agua VAN / Io		
m	Q=14m³/s	Q=10m³/s	Q=5m³/s
0	0,80	0,80	0,80
25	1,23	1,34	1,67
50	1,89	2,28	3,90
75	3,03	4,28	5,18
100	4,50	4,64	4,81

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.4.3-13
INVERSIÓN INICIAL (Io) OBRAS ASOCIADAS AL MEJORAMIENTO DE CALIDAD DE AGUA EN FUNCIÓN DE LA LONGITUD DESARENADOR (L) Y DEL CAUDAL DE OPERACIÓN



CUADRO N°3.4.3-14
VAN OBRAS ASOCIADAS AL MEJORAMIENTO DE CALIDAD DE AGUA EN FUNCIÓN DE LA LONGITUD DESARENADOR (L) Y DEL CAUDAL DE OPERACIÓN



3.4.3.3.- Conclusiones del dimensionamiento económico del desarenador-sedimentador.

Como conclusión del dimensionamiento y optimización del sedimentador, que conforma una de las obras de mayor gravitación en el presupuesto del proyecto multiuso, se puede señalar que: para el caudal de diseño Q=14m^3/s el mayor VAN de 10.603 $ millones, el mayor IVAN de 4,5, y la menor inversión inicial Io de 2.354 $ millones, corresponden a la obra sedimentadora de 100m de longitud total.

Estos resultados se explican principalmente en el hecho que la obra sedimentadora permite disminuir fuertemente los costos de inversión y de operación en filtros, que corresponden a soluciones intraprediales. Se aclara que los costos de los sistemas de filtrado no forman parte del presupuesto de obras del proyecto. Por otra parte, esta obra permitirá disminuir los embanques en canales y los correspondientes costos en desembanques, así como contribuir a mantener la capacidad de porteo de los canales durante la temporada de riego.

En resumen, en el Capítulo N°3.5 – "Anteproyecto Preliminar de Obras", se entrega el prediseño de un desarenador-sedimentador en la bocatoma de una longitud de 100m, con un caudal de diseño máximo de 14m^3/s, y obras asociadas tanto a la recuperación del camino de servicio, como a rejas desbasurizadoras al interior del canal matriz en su trazado por el sector urbano.

También es importante señalar el efecto benéfico en el manejo de la contaminación, al reducirse significativamente la concentración de coliformes fecales en el agua captada en el río. Es posible afirmar este beneficio, a partir de los positivos y concluyentes resultados obtenidos en el nuevo desarenador-sedimentador de la Asociación Canales Unidos de Buin, en la Región Metropolitana. Recientemente se comprobó mediante análisis sistemáticos de laboratorio, que el efecto de dicho decantador de alta eficiencia, permite reducir la carga de coliformes fecales. El documento elaborado por esa asociación denominado: "Eficiencia operacional del desarenador – sedimentador y calidad de agua para riego", febrero 2010-Procivil Ing. Ltda., contiene los resultados con la señalada reducción promedio, a un 38% de la concentración inicial. Este hecho potencia la aplicabilidad de este tipo de obras conducentes a mejorar en gran parte, la calidad bacteriológica del agua mediante obras que son de bajo costo por hectárea, comparado con otras alternativas, como es por ejemplo la luz ultravioleta.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.4.4.- Generación hidroeléctrica mediante minicentral.

3.4.4.1- Antecedentes para el dimensionamiento económico de las alternativas de generación hidroeléctrica.

Las alterativas de generación hidroeléctrica se identificaron y describieron en el Capítulo Nº2.10 – "Análisis de la Generación Hidroeléctrica". En dicho capítulo se identificaron 2 oportunidades de generación con descarga desde el canal Almahue al rio Cachapoal. Las descargas están ubicadas en los kilómetros:

i.- Km 2,05 del canal Matriz Almahue Sector Iván Urzúa
ii.- Km 5,05 del canal Matriz Almahue Sector José Luís De Vicente

El detalle de la ubicación y trazados propuestos se presenta en el Cuadro Nº2.10.1-1. El estudio preliminar de los potenciales de las descargas identificadas, permitió la descripción de 7 escenarios de generación descritos en el Cuadro Nº2.10.4-2, que se presentan resumidos en el siguiente Cuadro Nº3.4.4-1.

CUADRO Nº3.4.4.-1
POTENCIALES ASOCIADOS A ALTERNATIVAS DE DESCARGA SEGÚN LOS DISTINTOS ESCENARIOS PROPUESTOS.

Situación	Descripción de escenarios de generación	Descarga Nº1 Km 2,05 Canal Matriz Almahue Sector Iván Urzúa			Descarga Nº2 Km 5,05 Canal Matriz Almahue Sector José Luís De Vicente		
		Caudal disponible para generación m³/s	Desnivel bruto m	Potencial kw	Caudal disponible para generación m³/s	Desnivel bruto m	Potencial kw
Actual	**1-A:** generación en periodo de máxima demanda de riego.	0,0	3,95	0	0,0	6,22	0
	1-B: generación en periodo Invernal	6,3	3,95	204	6,7	6,22	340
Futura o con proyecto de mejora-miento	**2-A:** generación en periodo de máxima demanda de riego	0,0	3,95	0	0,0	6,22	0
	2-B: generación en periodo Invernal.	6,3	3,95	204	7,2	6,22	369
	3-A: generación en periodo de máxima demanda de riego. Capacidad en boca-toma de 14m³/s	1,2	3,95	38	0,2	6,22	9
	3-B: generación en periodo invernal con capacidad en boca-toma de 14m³/s	7,7	3,95	248	7,3	6,22	374
	4: generación en periodo de máxima disponibilidad hídrica y capacidad en bo-catoma 14m³/s	9,3	3,95	300	8,9	6,22	452

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro anterior, se procederá a la evaluación de los beneficios económicos que resultan del aprovechamiento económico de los potenciales señalados. Para ello se procede a desarrollar una simulación operacional de las 2 eventuales centrales para un periodo de 30 años de duración.

3.4.4.2.- Estimación preliminar de beneficios asociados a la generación hidroeléctrica.

En este proyecto multiuso el recurso agua, presenta la posibilidad técnica adicional de generación hidroeléctrica, empleando un desnivel desde el canal matriz Almahue hasta el rio Cachapoal, en el sector del trazado por el pueblo de Larmahue.

Los beneficios económicos corresponden a la venta de energía y de potencia al Sistema Interconectado Central (SIC) Los ingresos por concepto de venta de la energía, son los correspondientes al producto entre la energía generada usando el caudal bruto de generación, y el precio de nudo correspondiente de la energía al 31 de Agosto del 2008; el extracto del decreto donde se fijan los precios de nudo de la energía se presentan en el Cuadro N°3.4.4-2 siguiente.

Los ingresos de una central hidroeléctrica se determinan mediante la aplicación de un binomio de la forma: AX+B, donde:

AX: Ingresos por venta de la energía generada, que es un término variable, que depende de la generación efectiva mes a mes.
B: Ingresos por concepto de potencia instalada de la central, que es un término constante.

CUADRO N°3.4.4-2
PRECIOS DE NUDO DE LA ENERGÍA Y DE LA POTENCIA
SISTEMA INTERCONECTADO CENTRAL

SUBESTACIÓN TRONCAL	SUBSISTEMA SIC	TENSIÓN (Kv)	PRECIO BASE DE LA POTENCIA DE PUNTA ($/Kw/mes)	PRECIO BASE DE LA ENERGÍA ($/Kwh)
Diego de Almagro	Centro - Norte	220	4.177,60	52,08
Carrera Pinto	Centro - Norte	220	4.089,79	50,64
Cordones	Centro - Norte	220	3.936,76	48,82
Maitencillo	Centro - Norte	220	3.746,32	44,40
Pan de Azúcar	Centro - Norte	220	3.658,13	42,30
Los Vilos	Centro - Norte	220	3.742,98	43,81
Quillota	Centro - Norte	220	3.546,98	42,27
Polpaico	Centro - Norte	220	3.705,19	43,40
Cerro Navia	Centro - Norte	220	3.957,88	45,91
Alto Jahuel	Centro - Norte	220	3.876,37	45,25
Rancagua	**Centro - Norte**	**154**	**3.968,26**	**46,01**
San Fernando	Centro - Norte	154	3.933,43	45,41
Itahue	Centro - Norte	154	3.783,74	44,31
Parral	Centro - Norte	154	3.706,30	44,19
Ancoa	Centro - Norte	220	3.767,07	43,44
Charrúa	Centro - Norte	220	3.641,46	42,96
Concepción	Centro - Norte	220	3.714,45	43,98
San Vicente	Centro - Norte	154	3.761,51	44,08

Notas: fuente de información Decreto CNE – Agosto 2008.

En este estudio, se considera el nudo Rancagua por su cercanía al área de influencia del proyecto, cuyos precios son:

i.- Precio de venta de la energía : 46,010 $/kwh
ii.- Precio de venta de la potencia : 91,58 US$/kw/año

Los precios de nudo de la energía y de la potencia, se incrementan en el tiempo a una tasa de 4% anual, que corresponde al IPC de USA (CPI), del período base: diciembre 2006 a diciembre 2007.

Para efectos de la evaluación preliminar se supone a modo de política de venta, la comercialización sin restricciones de toda la energía posible de generar, sustentados en la conveniencia de privilegiar la operación de este tipo de centrales hidroeléctricas de pasada.

En este caso los peajes eléctricos no tienen costo por tratarse de micropotenciales inferiores a 9 Mw.

El cálculo de los ingresos asociados a una central se determinan mediante una simulación operacional de 30 años, para los cuales se calculan mes a mes los caudales que son factibles de ser utilizados en generación. Al ser estos caudales variables debido a su dependencia hidrológica, y para evitar el sobredimensionamiento de las componentes de la central, se debe evaluar el diámetro de la tubería de descarga, de tal manera que el resultado de la generación sea óptimo. Para ello se elige en este caso 6 diámetros posibles de tuberías comerciales con capacidad de porteo en el rango del caudal disponible para generación, y para el desnivel bruto de generación identificado. En este caso se analizará los diámetros en el rango desde 1.600mm hasta 2.100mm. En este rango de tuberías, el menor costo se tiene para el material HDPE frente a otros materiales.

En cada una de las 6 tuberías seleccionadas, se calcula la pérdida de carga mediante la ecuación de Hazen Williams. Se considera en este caso el uso de tuberías de HDPE cuyo parámetro de Hazen Williams C es 140.

En el caso de la descarga N°1, la longitud de la tubería es 680m, y el desnivel bruto total o máxima pérdida de carga es 3,9m. En el cuadro N°3.4.4-2 se muestra el cálculo de la capacidad de porteo de las 6 tuberías de HDPE

CUADRO N°3.4.4-2
ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS PORTEABLES
6 TUBERÍAS DE HDPE - DESCARGA N°1

Diámetro interno	mm	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000	2.100
Caudal máximo de porteo Q	m^3/s	8,33	9,77	11,35	13,09	14,98	17,03
Pérdida total JL	m	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
Sección transversal tubería	m^2	2,01	2,27	2,54	2,84	3,14	3,46
Velocidad de conducción	m/s	4,1	4,3	4,5	4,6	4,8	4,9

Notas: la evaluación de la capacidad de porteo se hace con la formula de Hazen-Williams, bajo el supuesto que la pérdida total de carga equivale al desnivel total bruto para generación, es decir 3,9m con C=140 y L=680m.

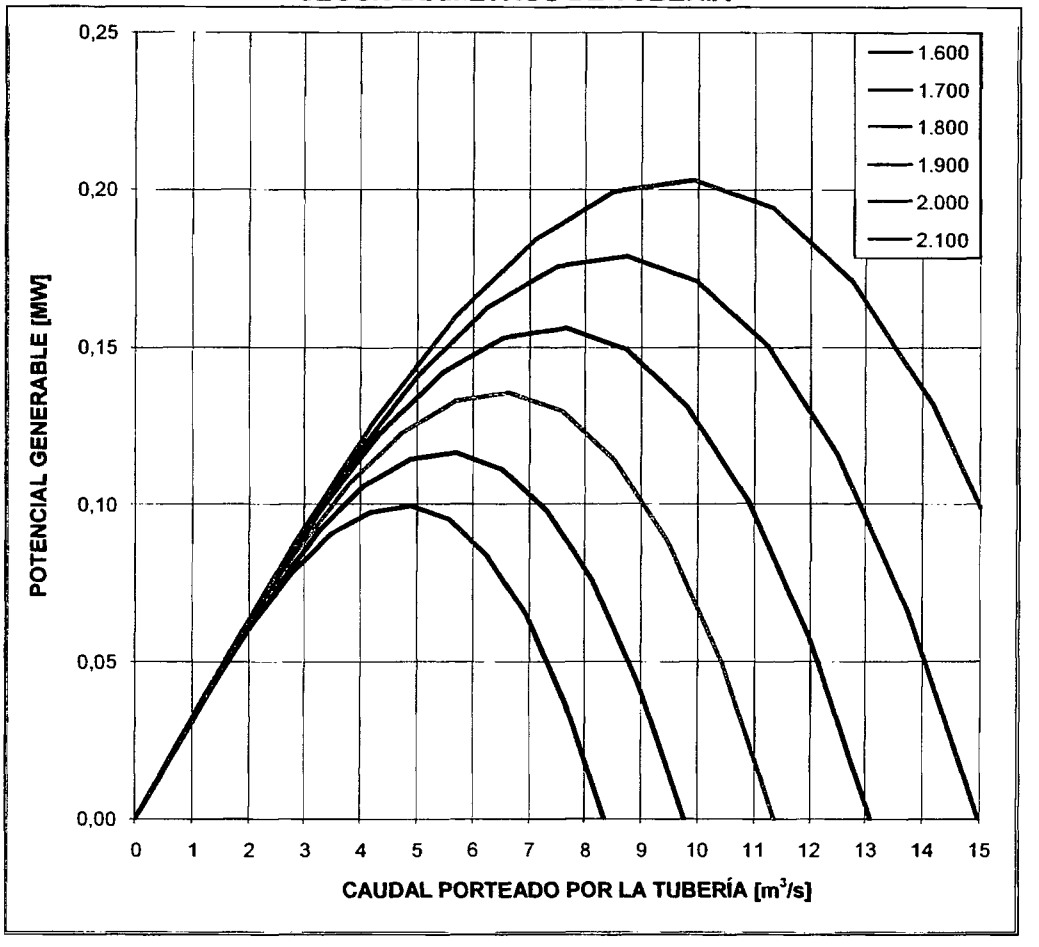
En una segunda etapa, una vez que se han definido los diámetros de tuberías en análisis, se evalúa la capacidad de generación teórica de centrales con cada uno de los 6

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

diámetros en evaluación. Para ello se procede a descontar de la carga total o desnivel bruto, la pérdida efectiva.

Se aclara que el máximo porteo está asociado a la máxima pérdida por lo que en ese caso la generación efectiva será nula. Debido a lo anterior se busca valores intermedios de porteo para maximizar la generación ante la corrección de la altura neta de generación por la pérdida en la conducción.

CUADRO N°4.3.4-3
ALTERNATIVAS DE DIÁMETRO DE TUBERÍAS - DESCARGA N°1
RELACIÓN ENTRE CAUDAL Y POTENCIAL GENERABLE
SEGÚN DIÁMETROS DE TUBERÍA



Del gráfico anterior, se aprecian los valores óptimos de potencia y de caudal porteado para cada una de las 6 tuberías seleccionadas, estos resultados se presentan en el Cuadro N°3.4.4-4 siguiente:

CUADRO N°3.4.4-4
VALORES ÓPTIMOS DE GENERACIÓN – ALTERNATIVAS DE DESCARGA N°1

Diámetro interior mm	Caudal asociado a potencial optimo m^3/s	Potencial de generación optimo Mw
1.600	4,9	0,10
1.700	5,7	0,12
1.800	6,6	0,14
1.900	7,6	0,16
2.000	8,7	0,18
2.100	9,9	0,20

Según el cuadro N°3.4.4-1, en la descarga N°1 se tiene que los caudales de generación van en el rango de 6,3 m^3/s hasta 9,3m^3/s y de acuerdo con el Cuadro N°3.4.4-4 anterior, se analizará económicamente 3 centrales en la descarga N°1, con tuberías de diámetro interno 1.900mm, 2.000mm y 2.100mm, descartándose otros diámetros analizados.

Cada central se analizará en 2 situaciones: con capacidad en bocatoma de 11,5m^3/s y 14m^3/s. Los beneficios económicos del análisis de estas 3 centrales se muestran en el siguiente cuadro N°3.4.4-5, el detalle de los cálculos se contiene en el anexo 3.4.4-A

CUADRO N°3.4.4-5
RESUMEN DE BENEFICIOS NETOS
MILLONES $

AÑO DE LA SIMULACIÓN OPERACIONAL	CAUDAL MÁXIMO EN BOCATOMA 11,5m^3/s			CAUDAL MÁXIMO EN BOCATOMA 14m^3/s		
	Diámetro interno D=1.900mm	Diámetro interno D=2.000mm	Diámetro interno D=2.100mm	Diámetro interno D=1.900mm	Diámetro interno D=2.000mm	Diámetro interno D=2.100mm
1	36,0	39,6	43,3	36,0	39,6	43,3
2	54,3	60,8	67,7	56,7	63,2	70,2
3	44,2	48,5	52,7	44,2	48,5	52,7
4	47,8	53,3	58,9	48,9	54,3	59,9
5	47,1	51,5	56,2	48,7	53,2	57,8
6	47,9	53,1	58,4	47,9	53,1	58,4
7	53,4	59,5	66,0	56,3	62,4	69,0
8	60,5	67,0	74,0	63,6	70,1	77,1
9	60,3	66,6	73,1	61,9	68,1	74,6
10	69,3	78,0	87,4	71,4	80,1	89,5
11	66,9	75,1	84,0	66,9	75,1	84,0
12	84,4	95,0	106,1	87,9	98,6	109,7
13	69,3	76,4	83,9	69,9	77,1	84,6
14	82,7	91,1	100,1	86,5	95,0	104,0
15	66,5	70,8	74,5	66,5	70,8	74,5
16	84,3	94,4	104,9	88,3	98,4	108,9
17	94,9	104,5	114,8	99,2	108,9	119,2
18	76,4	82,7	88,1	76,4	82,7	88,1
19	84,2	92,8	101,5	84,9	93,5	102,2
20	78,9	83,7	87,4	78,9	83,7	87,4
21	96,8	108,7	121,7	101,9	113,9	126,8
22	105,0	117,8	131,6	110,3	123,2	136,9
23	110,4	124,5	139,2	115,9	130,1	144,8
24	107,3	119,5	132,2	111,2	123,3	136,1
25	114,5	127,4	141,2	116,9	129,8	143,6
26	99,6	105,9	111,2	99,6	105,9	111,2
27	147,4	163,8	180,4	153,8	170,3	187,0
28	81,8	83,8	85,3	81,8	83,8	85,3
29	135,9	149,0	162,9	137,2	150,3	164,2
30	147,1	163,8	181,3	154,3	171,1	188,6

Para la evaluación económica de las 3 centrales se procede a evaluar en forma simplificada las inversiones necesarias en su implementación.

CUADRO N°3.4.4-6
INVERSIONES NECESARIAS EN IMPLEMENTACIÓN DE 3 CENTRALES

ITEM	UNIDAD	CAPACIDAD MÁXIMA EN BOCATOMA Q=14m³/s		
Diámetro interno tubería de descarga	mm	1.900	2.000	2.100
Potencia optima de la central	Mw	0,16	0,18	0,20
Precio unitario tubería de descarga	$/m	360.387	381.216	402.246
Longitud tubería de descarga	m	680	680	680
Costo directo tubería de descarga	$ millón	245	259	274
Gastos generales + utilidades del contratista + imprevistos	$ millón	147	156	164
A.- Costo total: tubería de descarga	$ millón	392	415	438
Factor de planta calculado		0,66	0,64	0,62
B.- Costo total: casa de maquinas, generador, cámara de carga, etc. (1.200$US/kw)	$ millón	101,29	115,90	131,78
C.-Costo estimado conexión eléctrica	$ millón	100,00	100,00	100,00
Io: inversión inicial (A+B+C)	$ millón	593,39	630,66	669,42
Costo operación y mant. 2% de Io	$ millón	11,87	12,61	13,39

Notas: 1.- Los gastos generales, utilidades del contratista y costos por imprevistos, se han estimado en un 60% del costo directo. 2.- El valor de 1.200 $US/kw para las obras de la central corresponde a un valor medio resultante de inversiones típicas en centrales de este tamaño. 3.- El factor de planta calculado corresponde al cuociente entre la generación efectivamente realizada en un año versus la máxima posible con los equipos calculados.

En el caso de la alternativa de descarga N°2, la longitud de la tubería es de 980m, y el desnivel bruto total o máxima pérdida de carga es 6,2m, del cual se aprovechará 5,7m, dejando 0,5m para descarga posterior a la central hacia el río. En el Cuadro N°3.4.4-7 se muestra el cálculo de la capacidad de porteo de 6 tuberías de HDPE

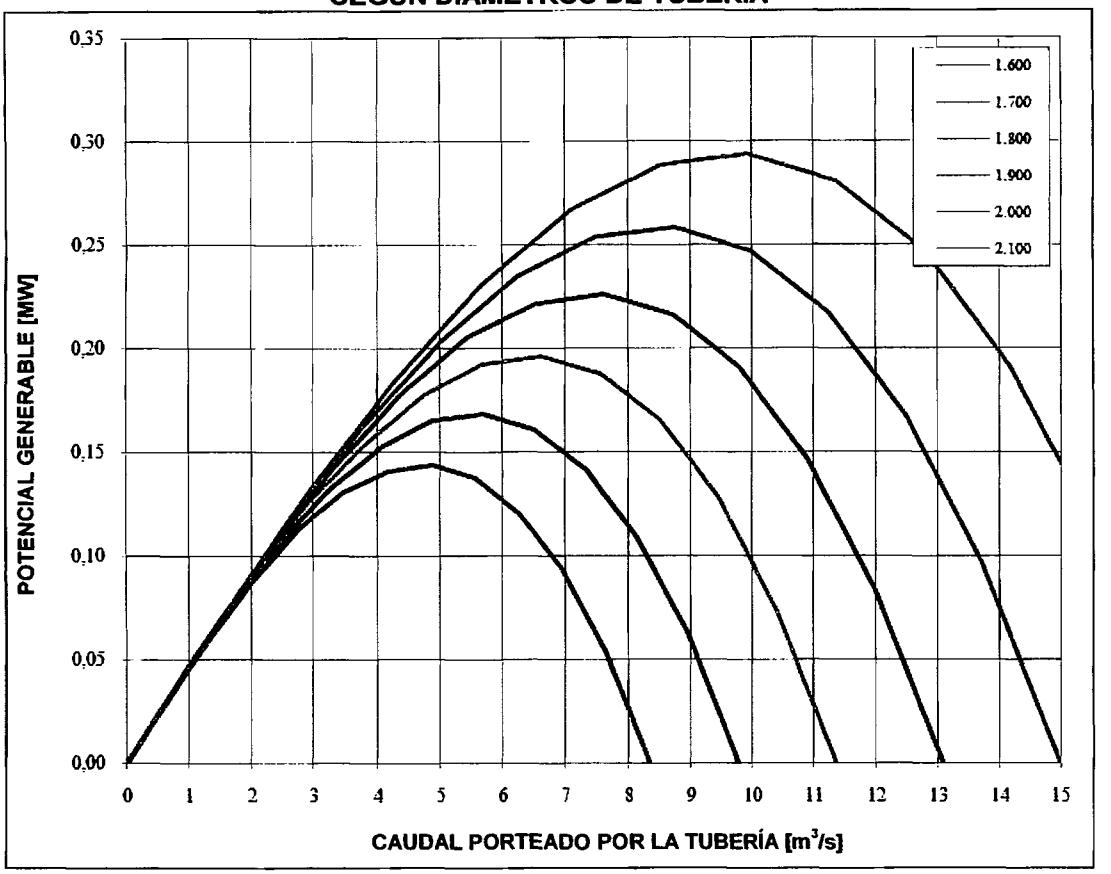
CUADRO N°3.4.4-7
ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS PORTEABLES
6 TUBERÍAS DE HDPE - DESCARGA N°2

Diámetro interno	mm	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000	2.100
Caudal máximo de porteo Q	m^3/s	8,33	9,77	11,35	13,09	14,98	17,03
Pérdida total JL	m	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Sección transversal tubería	m^2	2,01	2,27	2,54	2,84	3,14	3,46
Velocidad de conducción	m/s	4,1	4,3	4,5	4,6	4,8	4,9

Notas: la evaluación de la capacidad de porteo se hace con la formula de Hazen-Williams, bajo el supuesto que la pérdida total de carga equivale al desnivel total bruto para generación menos 0,5m, es decir 5,7m. C=140; L=980m.

Tal como se analizó en la primera descarga, se evalúa la capacidad de generación teórica de centrales con cada uno de los 6 diámetros seleccionados, descontando de la carga total o desnivel bruto, la pérdida efectiva.

CUADRO N°3.4.4-8
ALTERNATIVAS DE DIÁMETRO DE TUBERÍAS - DESCARGA N°2
RELACIÓN ENTRE CAUDAL Y POTENCIAL GENERABLE
SEGÚN DIÁMETROS DE TUBERÍA



Del gráfico anterior, se aprecian los valores óptimos de potencia y de caudal porteado para cada una de las 6 tuberías seleccionadas, estos resultados se presentan en el Cuadro N°3.4.4-9 siguiente:

CUADRO N°3.4.4-9
VALORES ÓPTIMOS DE GENERACIÓN – ALTERNATIVAS DE DESCARGA N°2

Diámetro interior mm	Caudal asociado a potencial optimo m^3/s	Potencial de generación optimo Mw
1.600	4,9	0,14
1.700	5,7	0,17
1.800	6,6	0,20
1.900	7,6	0,23
2.000	8,7	0,26
2.100	9,9	0,29

Según el cuadro N°3.4.4-1, en la descarga N°2 se tiene que los caudales de generación van en el rango de 6,7 m^3/s hasta 8,9m^3/s y de acuerdo con el Cuadro N°3.4.4-9 anterior, se analizará económicamente 3 centrales en la descarga N°2, con tuberías de diámetro interno 1.900mm, 2.000mm y 2.100mm, descartándose otros diámetros analizados.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Cada central se analizará en 2 situaciones: con capacidad en bocatoma de 11,5m³/s y 14m³/s. Los beneficios económicos del análisis de estas 3 centrales se muestran en el siguiente cuadro N°3.4.4-10, el detalle de los cálculos se contiene en el anexo 3.4.4-B

CUADRO N°3.4.4-10
RESUMEN DE BENEFICIOS NETOS
Millones de $

AÑO DE LA SIMULACIÓN OPERACIONAL	CAUDAL MÁXIMO EN BOCATOMA 11,5m³/s			CAUDAL MÁXIMO EN BOCATOMA 14m³/s		
	Diámetro interno D=1.900mm	Diámetro interno D=2.000mm	Diámetro interno D=2.100mm	Diámetro interno D=1.900mm	Diámetro interno D=2.000mm	Diámetro interno D=2.100mm
1	52,0	64,5	70,6	58,7	64,5	70,6
2	78,4	99,8	111,0	92,8	103,6	114,9
3	63,8	78,9	85,3	72,0	78,9	85,3
4	69,1	87,1	96,1	80,0	88,8	97,8
5	67,9	83,8	91,4	79,2	86,4	94,0
6	69,1	86,7	95,2	78,3	86,7	95,2
7	77,0	97,4	108,1	92,0	102,1	112,8
8	87,4	109,5	121,0	103,6	114,4	125,9
9	87,1	108,5	119,2	100,9	111,0	121,7
10	100,1	128,2	143,7	117,1	131,5	147,0
11	96,6	123,3	137,8	109,8	123,3	137,8
12	121,8	155,9	174,0	144,2	161,6	179,7
13	100,0	124,6	136,8	114,0	125,6	137,9
14	119,4	148,6	163,3	140,9	154,7	169,5
15	96,0	113,8	119,3	107,2	113,8	119,3
16	121,7	154,7	171,7	144,5	161,0	178,1
17	137,0	170,5	187,2	161,5	177,4	194,2
18	110,3	133,6	141,5	123,9	133,6	141,5
19	121,6	151,2	165,3	138,4	152,2	166,3
20	113,9	134,2	139,4	127,1	134,2	139,4
21	139,8	178,6	199,8	166,9	186,7	207,9
22	151,7	193,4	216,0	180,7	201,8	224,5
23	159,4	204,6	228,4	190,2	213,4	237,2
24	155,0	195,6	215,9	181,7	201,7	222,0
25	165,3	208,5	231,1	191,1	212,3	234,9
26	143,8	170,0	177,9	160,5	170,0	177,9
27	212,9	267,5	294,5	251,3	277,8	304,8
28	118,1	132,9	135,0	130,1	132,9	135,0
29	196,3	242,6	265,4	223,2	244,6	267,4
30	212,3	268,0	296,6	252,1	279,5	308,2

Para la evaluación económica de las 3 centrales se procede a evaluar en forma simplificada las inversiones necesarias en su implementación.

CUADRO N°3.4.4-11
INVERSIONES NECESARIAS EN IMPLEMENTACIÓN DE 3 CENTRALES

ÍTEM	UNIDAD	CAPACIDAD MÁXIMA EN BOCATOMA Q=14m³/s		
Diámetro interno tubería de descarga	mm	1.900	2.000	2.100
Potencia optima de la central	Mw	0,16	0,18	0,20
Precio unitario tubería de descarga	$/m	360.387	381.216	402.246
Longitud tubería de descarga	m	680	680	680
Costo directo tubería de descarga	$ millón	353	374	394
Gastos generales + utilidades del contratista + imprevistos	$ millón	212	224	237
A.- Costo total: tubería de descarga	$ millón	565	598	631
Factor de planta calculado		0,64	0,62	0,60
B.- Costo total: casa de maquinas, generador, cámara de carga, etc. (1.200$US/kw)	$ millón	167,32	191,45	217,68
C.-Costo estimado conexión eléctrica	$ millón	100,00	100,00	100,00
Io: inversión inicial (A+B+C)	$ millón	832,40	889,20	948,40
Costo operación y mant. 2% de Io	$ millón	16,65	17,78	18,97

Notas: **1.-** Los gastos generales, utilidades del contratista y costos por imprevistos, se han estimado en un 60% del costo directo. **2.-** El valor de 1.200 $US/kw para las obras de la central corresponde a un valor medio resultante de inversiones típicas en centrales de este tamaño. **3.-** El factor de planta calculado corresponde al cuociente entre la generación efectivamente realizada en un año versus la máxima posible con los equipos calculados.

Como resultado de un levantamiento topográfico efectuado de estas eventuales descargas, se obtuvieron los desniveles que resultan insuficientes para rentabilizar la generación asociada al riego. Los caudales corresponden a lo disponible para devolver al río a lo largo de todo el año, de este modo la central queda limitada a operar en los meses invernales y muy escasamente en los meses de riego, en que opera con un caudal mínimo o nulo.

Los valores determinados se presentan en los siguientes cuadros:

CUADRO N°3.4.1-6
ALTERNATIVA DE CENTRAL N°1 - km 2,05 DEL CANAL MATRIZ

CAUDAL MÁXIMO EN BOCATOMA m³/s	PARÁMETROS	UNIDAD	TUBERÍA N° 1	TUBERÍA N° 2	TUBERÍA N° 3
	Diámetro de la tubería forzada	mm	1.900	2.000	2.100
	Potencia analizada	Kw	156	179	203
11,5m³/s	VAN	Millones de $	**-256**	**-249**	**-243**
	TIR	%	6,04	6,39	6,71
	Io TOTAL	Millones de $	593,39	630,66	669,42
14m³/s	VAN	Millones de $	**-242**	**-236**	**-230**
	TIR	%	6,27	6,61	6,91
	Io TOTAL	Millones de $	593,39	630,66	669,42

Notas: **1.-** El análisis considera 3 diámetros alternativos de tubería: 1.900mm; 2.000mm y 2.100mm. Con ello resultan 3 potencias distintas. **2.-** Se destaca en negrita el VAN negativo de cada escenario analizado. Ello determina la no rentabilidad de la alternativa de central hidroeléctrica.

CUADRO N°3.4.1-7
ALTERNATIVA DE CENTRAL N° 2 - km 5,05 DEL CANAL MATRIZ

CAUDAL MÁXIMO EN BOCATOMA m^3/s	PARÁMETROS	UNIDAD	TUBERÍA N° 1	TUBERÍA N° 2	TUBERÍA N° 3
	Diámetro de la tubería forzada	mm	1.900	2.000	2.100
	Potencia analizada	Kw	258	295	336
11,5m^3/s	VAN	Millones de $	**-243**	**-228**	**-213**
	TIR	%	7,41	7,74	8,03
	Io TOTAL	Millones de $	832,30	889,10	948,27
14m^3/s	VAN	Millones de $	**-222**	**-207**	**-192**
	TIR	%	7,65	7,96	8,24
	Io TOTAL	Millones de $	832,30	889,10	948,27

Notas: 1.- El análisis considera 3 diámetros alternativos de tubería: 1.900mm; 2.000mm y 2.100mm. Con ello resultan 3 potencias distintas. **2.-** Se destaca en negrita el VAN negativo de cada escenario analizado. Ello determina la no rentabilidad de la alternativa de central hidroeléctrica.

3.4.4.3.- Conclusiones del dimensionamiento económico de las alternativas de generación hidroeléctrica.

La evaluación preliminar, que está basada en los actuales niveles de costos e ingresos, entrega parámetros económicos de nula rentabilidad, específicamente el VAN arroja valores negativos para ambas alternativas analizadas. Esto aconseja desechar la alternativa de generación en esta etapa de avance del proyecto multiuso.

3.4.5.- Obras de diseño tipificado.

Las obras del proyecto multiuso que son de considerable menor gravitación en el presupuesto comparadas con el revestimiento del canal matriz, y las demás tratadas en el capítulo N°3.4 – "Dimensionamiento Económico de Obras", se estudian según un nivel de análisis diferente, con criterios basados especialmente en la experiencia adquirida por el consultor en más de 100 proyectos comuneros elaborados de obras menores y medianas de riego. Estas obras de menor incidencia en el presupuesto son aquellas referidas especialmente a los pre diseños en los Canales Derivados, específicamente los refuerzos de bordes débiles filtrantes, los descansos y cruces de quebrada, la rehabilitación de 3 tranques nocheros y la reparación de la boca de entrada al túnel San Roberto.

El pre diseño de estas obras corresponde básicamente a criterios de menor costo de inversión con diseños tipificados; estos se han utilizado mayoritariamente en proyectos que desarrolló el propio consultor Procivil Ingeniería Ltda., para obras que están en servicio por más de 15 a 20 años. También se aplicaron diseños estándar tipificados a obras menores como son el mejoramiento de las compuertas de tablones en el sector La Isla, las cubetas desripiadoras en 4 descargas de quebradas que caen al canal matriz, en los mejoramientos de 3 marcos partidores que funcionarán como aforadores, las 3 alternativas de descarga al río Cachapoal y también el reemplazo de 6 compuertas de admisión y descarga en bocatoma.

También se analizan con criterios de menor costo y/o funcionalidad de operación aquellas obras que se pre diseñaron, pero que no se incorporaron como costo del proyecto multiuso por indicación de la Asociación, específicamente: los puentes vehiculares o pasarelas peatonales de acceso a predios particulares, los muros guiadores en ruedas

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

azudas hidráulicas, los mejoramientos de los enrocados para el Canal Cerillos de la Asociación Pueblo de Larmahue, y el perfilamiento del estero Las Condenadas.

Las memorias de cálculo de las obras tipificadas que se han señalado en este subcapítulo, se contienen ordenadas según número correlativo de obra en el Anexo del Capítulo Nº3.5 – "Anteproyecto Preliminar de Obras".

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.5.- Anteproyecto preliminar de obras

3.5.1.- Obras de captación
3.5.1.1.- Compuertas desmontables sector La Isla
3.5.1.2.- Obras en las compuertas de admisión y descarga del canal matriz Almahue
3.5.1.3.- Defensas fluviales canal Cerrillos en sector Lo Argentina de Larmahue
3.5.2.- Sedimentación y limpieza para mitigación de la contaminación
3.5.2.1.- Métodos para la desinfección del agua
3.5.2.2.- Sedimentador
3.5.2.3.- Peralte de bordes en aducción para análisis de eventual sedimentador
3.5.2.4.- Rejas desbasurizadoras
3.5.2.5.- Recuperación de camino de servicio y solución de focos contaminantes
3.5.3.- Obras de conducción y de aforo en el canal matriz
3.5.3.1.- Nueva sección y refuerzo de bordes con revestimiento en el canal matriz
3.5.3.2.- Descarga del canal al río Cachapoal
3.5.3.3.- Aportes o descargas de quebradas laterales al canal matriz
3.5.3.4.- Refuerzo de los bordes en sector de ruedas azudas y solución para obstrucciones
3.5.3.5.- Aforadores y obras en marcos partidores
3.5.3.6.- Puentes y pasarelas para cruce sobre el canal
3.5.4.- Mejoramiento de canales derivados
3.5.4.1.- Refuerzos de bordes
3.5.4.2.- Atravieso de quebradas y descargas de agua
3.5.4.3.- Fortificación boca de entada del túnel San Roberto
3.5.5.- Tranques de regulación nocturna
3.5.6.- Sistemas de drenaje
3.5.6.1.- Desagüe del Estero las Condenadas

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.5.- Anteproyecto preliminar de obras

En el presente subcapítulo se contiene una descripción general de las obras proyectadas a nivel de prediseño, además se incluye un esquema explicativo con un listado de las cubicaciones. Las cubicaciones detalladas se contienen en el Anexo N° 3.5.

Cada una de estas obras se presentan en las láminas del proyecto, contenidas en el Anexo Planos. En cada una de las obras que se detallan a continuación se hace referencia al plano de planta general, Lámina N°3, que señala su ubicación en planta y a las láminas del Anexo Planos que contienen dicha obra. En la Lámina N°3, que abarca toda el área del proyecto multiuso, se incluye el kilometraje conforme al estacado que se hizo en terreno, además del catastro de obras existentes. También contiene el listado ordenado de 38 obras proyectadas referidas al número de obra y al kilometraje representativo.

Las cubicaciones que se entregan para cada una de las obras se traspasan finalmente al Capítulo N°.3.6 – "Presupuesto y Listado de Obras", en donde se valoriza cada uno de los ítems individuales.

La Asociación señaló en detalle las obras de mejoramiento que se proyectan y además las que no formarían parte del costo total del proyecto multiuso; estas últimas corresponden a inversiones de otros privados u organismos que se valorizan, pero que no son de cargo de la Asociación Canal Almahue. Estas obras son: el mejoramiento del estero Las Condenadas, defensa fluvial para el canal Cerrillos de Larmahue, el mejoramiento de las ruedas azudas y los puentes vehiculares y/o peatonales que dan acceso a las propiedades colindantes con el canal matriz Almahue.

El énfasis del anteproyecto preliminar se concentra en todo caso en las obras relacionadas con el revestimiento del canal matriz y las obras para mejorar la calidad del agua, en que dichas obras constituyen aproximadamente el 80% de toda la inversión.

Las respectivas memorias de cálculo de cada obra prediseñada se contiene en el denominado: Anexos del Capítulo N°3.5.

A continuación se señalan las obras que serán analizadas y descritas en el presente capítulo:

i.- Obras de captación: Compuertas desmontables sector La Isla; obras en las compuertas de admisión y descarga del canal matriz Almahue.

ii.- Sedimentación y limpieza para mitigación de la contaminación: sedimentador, rejas desbasurizadoras, recuperación de camino de servicio y solución de focos contaminantes.

iii.- Obras de conducción canal Matriz: Nueva sección y refuerzo de bordes con revestimiento en el canal Matriz, descarga del canal al río Cachapoal, aportes o descargas de quebradas laterales al canal Matriz, defensas de los bordes en sector de Ruedas Azudas y solución para obstrucciones.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

iv.- Mejoramiento de canales derivados: Refuerzos de bordes, atravieso de quebradas y descargas de agua, obras de partición, fortificación boca de entrada del túnel San Roberto, aforadores, tranques de regulación nocturna, regularización de saques.

v.- Sistemas de drenaje: Desagüe del Estero las Condenadas.

3.5.1.- Obras de captación.

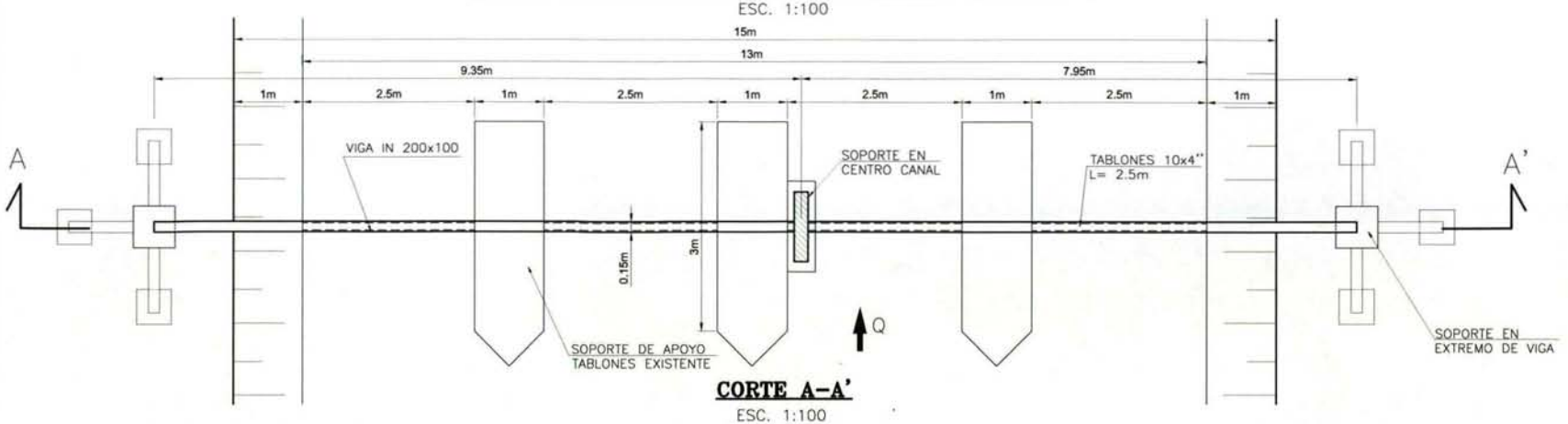
3.5.1.1.- Compuertas desmontables sector La Isla.

La obra de mejoramiento del desagüe del canal Almahue ubicado en el sector La Isla, que solicitó la Asociación, consiste en rehabilitar el sistema de 4 compuertas desmontables de madera de 2,5m x 2,5m cada una, lo cual incluye el suministro de las compuertas propiamente tal para instalarse en los marcos de los machones existentes, más una viga aérea de acero con tecle que permite montar y desmontar dichas compuertas. Actualmente el sistema de compuertas no está operativo tal como se describe en el punto Nº2.5.1 – "Sistemas de Captación". El detalle de esta obra se contiene en la lámina Nº23 del Anexo Planos. También figura la ubicación de esta obra en la lámina Nº3 del Anexo Planos.

En la Figura Nº3.5.1-1 se entrega un esquema general de la obra con las medidas principales. Y en las páginas siguientes se presenta el desarrollo de la memoria de cálculo que permite el dimensionamiento y/o verificación de los elementos estructurales que conforman la obra civil estudiada, específicamente el cálculo de la viga de operación para levantamiento de tablones en bocatoma.

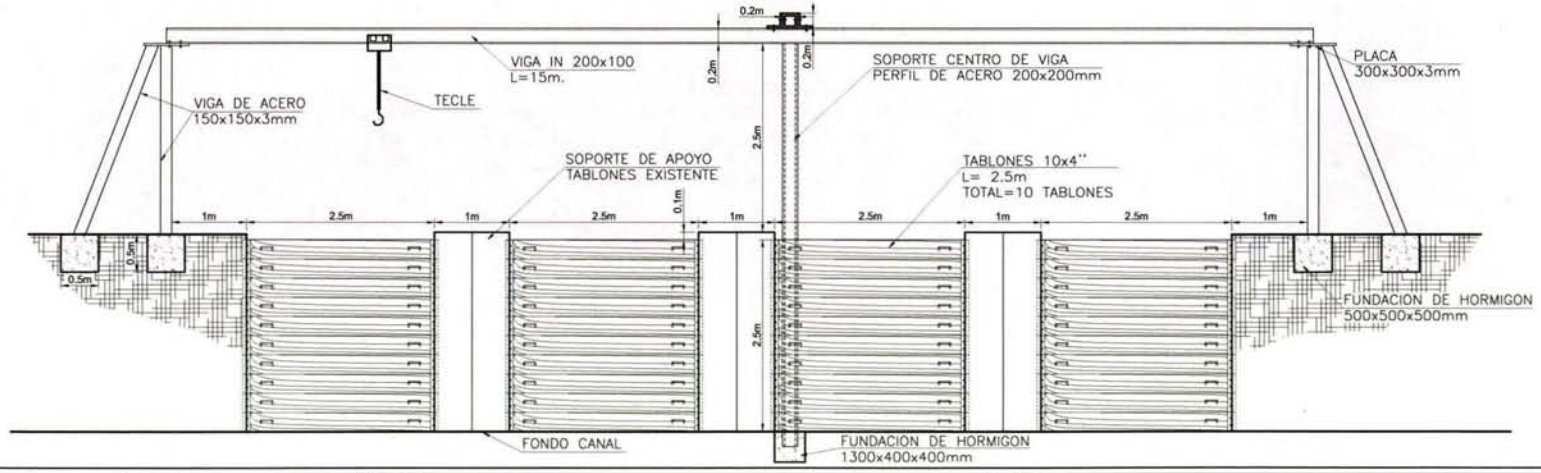
COMPUERTAS Y VIGA DE OPERACION SECTOR LA ISLA

ESC. 1:100



CORTE A-A'

ESC. 1:100



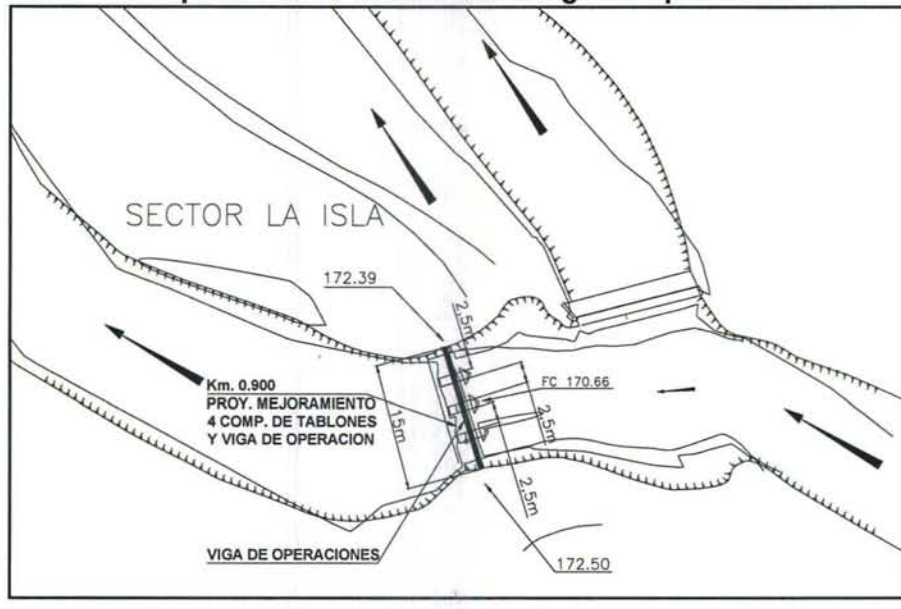
Gobierno de Chile Ministerio de Agricultura Comision Nacional de Riego	ESTUDIO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE		TITULO: COMPUERTAS Y VIGA DE OPERACION SECTOR LA ISLA		
CONSULTOR: PROCIVIL INGENIERIA LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1480 OF. 82 PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 235 86 56 236 03 25	ESCALA: 1:100	FUENTE CARTOGRAFICA:	PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM:	FECHA: 2009	LAMINA: 3.5.1-1

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Obra : Cálculo de viga de operación para levantamiento de tablones en Compuerta de admisión sector la Isla.
Ubicación: Obra Nº1-Sector La Isla-Canal Almahue

A continuación se muestra un esquema de ubicación de la viga de operación:

Esquema de ubicación de la viga de operación



Para las labores de operación de levantamiento de tablones, se debe diseñar una viga que permita el traslado de tablones por medio de un tecle.

Para la elección de la viga se siguieron los siguientes criterios:

* Análisis de momentos
* Análisis del corte
* Análisis de desplazamiento

1.- Datos de diseño

Para el diseño de la viga de operación se consideran las solicitaciones, y el tipo de apoyos que presenta la estructura.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Datos de viga

IN 20*50,1

Peso	t*ml	0,0501
H	cm	20
B	cm	15
e	mm	18
t	mm	6
Área	cm^2	63,8
Ix	cm4	4710
Wx=Sx	cm^3	471
ix	cm	8,59
Iy	cm4	1010
Wy	cm^3	135
iy	cm	3,98
Cw	cm6	83800
J	cm4	59,6
Zx	cm^3	532
Zy	cm^3	204
rts	cm	4,4
Aw	cm^2	9,8
ho	cm	16,4

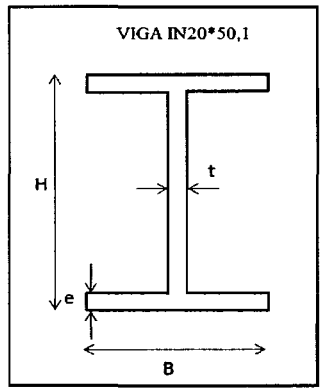
Datos de acero

E (t/cm^2)	2100
fy (t/cm^2)	2,7

Peso específico

h.a	(t/m^3)	2,5
agua	(t/m^3)	1,0
madera	(t/m^3)	1,2
terreno	(t/m^3)	2,0

Esquema de viga



Largo de viga L= 8,5 m (luz libre)

Peso total viga 426 kg

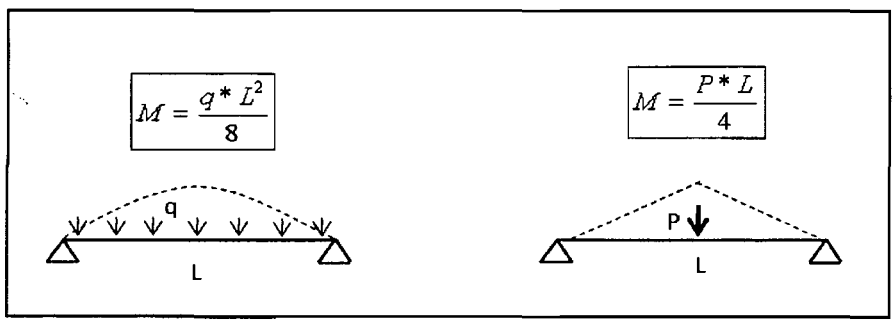
Fuente ICHA

2.- Diseño de estructura

Análisis de momentos

Para el cálculo de momentos se realiza el análisis de la viga para las condiciones más desfavorables, en este sentido se tienen las situaciones:

Condición simplemente apoyada.



P: carga puntual

q: carga uniformemente distribuida.

El análisis se hace para un momento máximo en el centro de la luz libre.

para esta viga se tiene:

P= 1,32 t L= 8,5 m q= 0,05 t/m

Momentos máximos

Momento producto del peso propio q	Mq =	0,45	t*m
Momento producto de P	Mp =	2,81	t*m
Momento Total	**Msa=**	**3,26**	**t*m**

Momento en tercios y centro de la viga

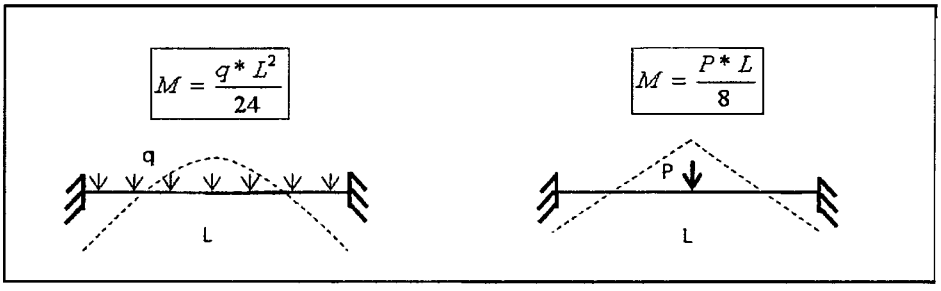
producto de "q"			producto de "P"				
MA =	0,40	t*m	MA =	1,87	t*m	para x=	2,83	1/3 de L
MB =	0,45	t*m	MB =	2,81	t*m	para x=	4,25	1/2 de L
MC =	0,40	t*m	MC =	1,87	t*m	para x=	5,67	2/3 de L

Para la obtención de "P", se efectuaron las siguientes consideraciones:

Operador	120	kg
Fricción	300	kg
Tablón	900	kg
Peso total P	1,32	t

(un tercio del peso de los tablones)
(10 tablones de largo 2,5 m, alto 10" y ancho 4")

Condición doblemente empotrada.



En análisis se hace para un momento máximo en el centro de la luz libre

Para esta viga se tiene:

Momentos máximos

Momento producto del peso propio q	Mq =	0,15	t*m
Momento producto de P	Mp =	1,40	t*m
Momento Total	**Mem=**	**1,55**	**t*m**

Momento en tercios y centro de la viga

producto de "q"			producto de "P"					
MA =	0,10	t*m	MA =	0,47	t*m	para x=	2,83	1/3 de L
MB =	0,15	t*m	MB =	1,40	t*m	para x=	4,25	1/2 de L
MC =	0,10	t*m	MC =	0,47	t*m	para x=	5,67	2/3 de L

Con ambos momentos, se obtiene un momento promedio para nuestro sistema:

Mu= 2,41 t*m

Antes de ver el comportamiento por flexión, es necesario ver la esbeltez de la sección.

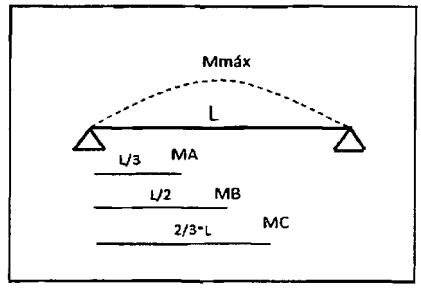
Esbeltez

0,38*raíz(E/fy)	10,6	>	bf/2tf	4,2	*ala compacta*
3,76*raíz(E/fy)	104,9	>	h/tw	27,3	*alma compacta*

Cálculo de momento nominal

Momentos

Para una viga F2



Max= 2,41 t*m
MA = 1,42 t*m
MB = 2,41 t*m
MC = 1,42 t*m

El coeficiente de pandeo por torsión lateral está determinado por:

$$cb = \frac{12.5 * Mmáx}{2.5 * Mmáx + 3 * MA + 4 * MB + 3 * MC} * Rm$$

Cb= 1,2

El cálculo del momento solicitante corresponde al mínimo de los momentos Mn1 y Mn2 (momento por fluencia y por pandeo respectivamente)

Mn1 Mn1=Mp= 14,36 t*m

Mn2 Fcr= 3,36 t/cm² Mn=Fcr*Sx

Lb=	850 cm	Lb<Lp;	Mna= 14,36 t/m
Lp=	195 cm	Lp<Lb<Lr;	Mnb= 13,46 t/m
Lr=	1203 cm	Lb>Lr;	Mnc= 15,84 t/m

Mn2= 13,46 t/m

Mn= 13,46 t*m (mínimo entre Mn1 y Mn2) Mn/1,67= **8,06 t*m**

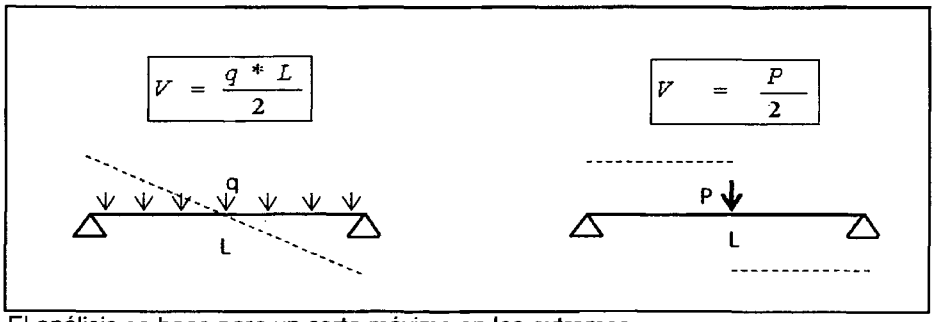
FU=(Mn/1,67)/Mu= 0,30 <1 ok, la sección cumple a flexión

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Análisis del Corte

Para el cálculo de resistencia al corte, se analiza la viga para las condiciones más desfavorables, en este sentido se tienen los siguientes cálculos:

Condición simplemente apoyada.



El análisis se hace para un corte máximo en los extremos

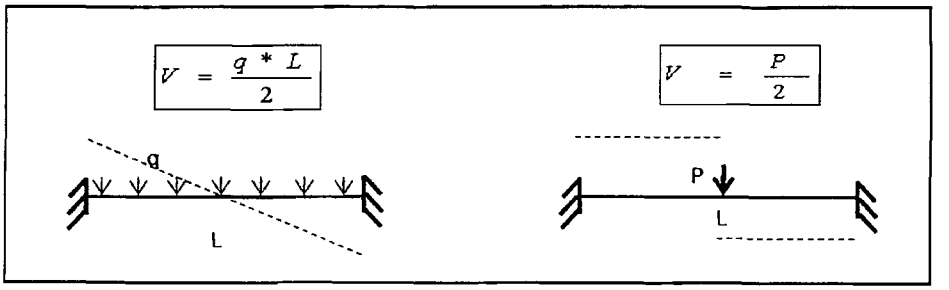
para esta viga se tiene:

P= 1,32 t L= 8,5 m q= 0,05 t/m

Cortes máximos

Corte producto del peso propio	Vq =	0,21	t
Corte producto de P	Vp =	0,66	t
Corte Total	**Vsa=**	**0,87**	**t**

Condición doblemente empotrada.



en análisis se hace para un corte máximo en los extremos

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Corte máximos

Corte producto del peso propio	Vq =	0,21	t
Corte producto de P	Vp =	0,66	t
Corte Total	**Vem=**	**0,87**	**t**

Con ambos Cortes se obtiene un Corte promedio para nuestro sistema:

Vu= 0,87 t

Cálculo del corte nominal

para la condición de esbeltez h/tw= 27,3
kv= 5 (para h/tw<260)

$\sqrt{\frac{kc*E}{fy}}$ = 62,36 $1.10*\sqrt{\frac{kv*E}{fy}}$ = 68,6 $1.37*\sqrt{\frac{kv*E}{fy}}$ = 85,4

caso a $\frac{h}{tw} < 1.10*\sqrt{\frac{kv*E}{fy}}$ Cv= 1,00

caso b $1.10*\sqrt{\frac{kv*E}{fy}} < \frac{h}{tw} < 1.37*\sqrt{\frac{kv*E}{fy}}$ Cv= 2,51

caso c $\frac{h}{tw} > 1.37*\sqrt{\frac{kv*E}{fy}}$ Cv= 7,86

caso a
Cv= 1,00

como h/tw<1,10*raíz(kv*E/fy) entonces;

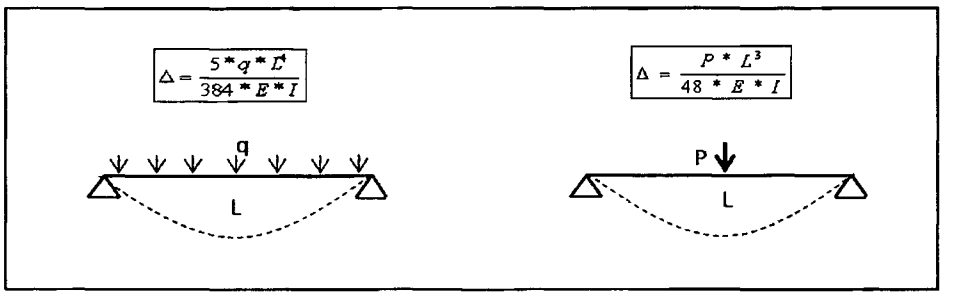
Vn=0,6*Fy*Aw **Vn= 15,9 t** Vn/1,67= **9,55 t**
FU=Vu/(Vn/1,67) **FU= 0,09 <1 ok, cumple condición de corte**

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Análisis de Flecha

Para el cálculo de flecha de la viga sometida a las cargas en estudio, se tiene el siguiente criterio de desplazamiento en el centro de la viga:

Condición simplemente apoyada.



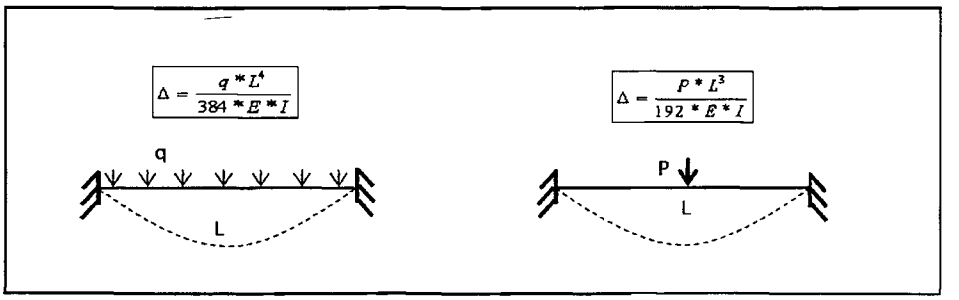
para esta viga se tiene:

P= 1,32 t L= 8,5 m q= 0,050 t/m

Desplazamientos máximos

Desplazamiento producto del peso propio	Δq =	3,4	mm
Desplazamiento producto de P	Δp =	17,1	mm
Desplazamiento Total	**Δsa=**	**20,5**	**mm**

Condición doblemente empotrada



Desplazamientos máximos

Desplazamiento producto del peso propio	Δq =	0,7	mm
Desplazamiento producto de P	Δp =	4,3	mm
Desplazamiento Total	**Δem=**	**5,0**	**mm**

Con ambos desplazamientos se obtiene un promedio para nuestro sistema:

Δu= 13 mm

Para la condición de desplazamiento máx. dada por: L/200= 42,5 mm

Δu<L/200; **ok, la viga cumple con el desplazamiento**

Cálculo de pernos

Por cálculo de tracción por momento se tiene que el perno más solicitado presenta una fuerza de tracción de T= 5 t cada perno es del tipo A328-1" que resiste T= 10 t.

Cubicación de ítems

La cubicación de la estructura comprende tanto la viga como las demás estructuras para la colocación de ésta en terreno, a continuación se presenta un detalle de los elementos considerados en la cubicación:

Acero de viga perfil metálico plegado IN 20*50,1

Peso de una viga:	426 kg	corresponde a 0,0501t/ml*8,5m*1000
Peso de dos vigas:	852 kg	

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Acero de marcos de soporte (perfil de acero 15*15*0,3cm)

* Soporte central

Largo : 2 columnas de 2,7m + 1viga de 1m	6,4	m
Área : sección de 15*15cm, espesor 3mm	8,9	cm²
Volumen: área*largo	0,006	m³
Peso (con densidad para el acero de 7,85 t/m³)	45	kg

* Soportes en extremo del canal

Largo : 6 columnas de 2,7m	16,2	m
Área : sección de 15*15cm, espesor 3mm	8,9	cm²
Volumen: área*largo	0,014	m³
Peso (con densidad para el acero de 7,85 t/m³)	113	kg

* Placas de unión

Peso (5% del total de acero)	8	kg
Peso total de acero para marcos	**166**	**kg**

Excavación a mano para obras de arte

1,3*(volumen de hormigón)	**2,6**	**m³**

Hormigón H15 (8 sac. cem/m3)

Hormigón soporte central: 1,3*0,4*0,4 (m)	0,2	m³
6 fundaciones de soporte de viga: 0,5*0,5*0,5 (m)	1,3	m³
20% de pérdida	0,3	m³
Volumen total hormigón:	**2,0**	**m³**

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Demolición de h.a. para instalación de pilar central

2*(volumen de hormigón de fundación soporte)	0,5	m^3

Compuertas, tecle y acceso a obra

Compuerta: 160 tablones para compuertas de 4"*10"*2,5 m

Tecle: 1 unidad

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En el Cuadro Nº3.5.1-1 se entrega el detalle de los componentes de la obra que incluye las cubicaciones.

CUADRO Nº3.5.1-1
OBRA Nº1
MEJORAMIENTO DE 4 COMPUERTAS DE TABLONES Y VIGA DE OPERACIÓN

Nº	ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD
1.-	ACERO PERFILES METÁLICOS PLEGADOS IN20*50,1	Kg	852,0
2.-	HORMIGÓN H15 (8 sac. cem/m^3)	m^3	2,0
3.-	MARCOS DE SOPORTE (perfil de acero 10*10)	Kg	166,0
4.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA OBRA DE ARTE Y DESVÍOS	m^3	2,6
5.-	DEMOLICIÓN HORMIGÓN ARMADO PARA EMPOTRAMIENTO PILAR CENTRAL	m^3	0,5
6.-	COMPUERTAS REMOVIBLES DE ÁLAMO IMPREGNADO	PUL	160,0
7.-	TECLE CAPACIDAD DE LEVANTE 500KG	un	1,0
8.-	ACCESO FRENTE DE OBRAS Y TTE DE MATERIALES	un	1,0

3.5.1.2.- Obras en las compuertas de admisión y descarga del canal matriz Almahue.

Se aclara que el mejoramiento de las compuertas de admisión y descarga que se proponen en el presente estudio, exige que se ejecuten también las obras señaladas en el proyecto de la Asociación que elaboró Procivil Ingeniería Ltda., denominado: "Proyecto de Rehabilitación de Bocatoma Canal Almahue – Segunda Etapa – Concurso 7-2006 – Ley 18.450", que incluye defensas fluviales en el estero Zamorano, ya que conforma una sola unidad de trabajo con la Primera Etapa que se construyó en el año 2005 y con lo propuesto en el presente estudio. La segunda etapa del proyecto Ley 18.450 no se ha ejecutado, debido a la escasez de fondos que tiene actualmente la Asociación para pagar el denominado aporte propio que exige la Ley 18.450.

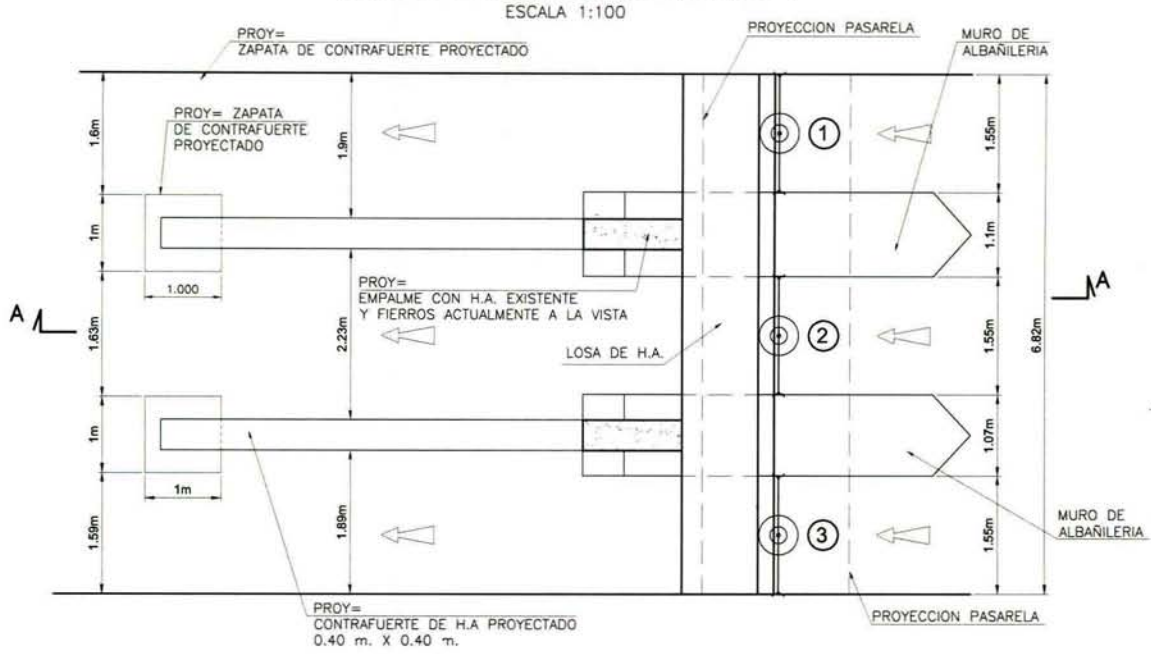
En la lámina Nº22 del Anexo planos, se contienen los prediseños para el mejoramiento del sistema de 3 compuertas de admisión y 3 compuertas de descarga al río Cachapoal consistente básicamente en el recambio de las compuertas de acero, marcos metálicos y mecanismos. Además se incluyen 2 vigas de refuerzo de hormigón a modo de contrafuerte para las compuertas de admisión y las respectivas fundaciones.

Informativamente se señala que el costo para la motorización y automatización del accionamiento de las 6 compuertas asciende a $ 18 millones, lo cual incluye la respectiva electrificación.

A continuación se entrega un esquema general de la obra con las medidas principales. En la Figura Nº3.5.1-2 se entrega el detalle de los componentes de la obra que incluye las cubicaciones.

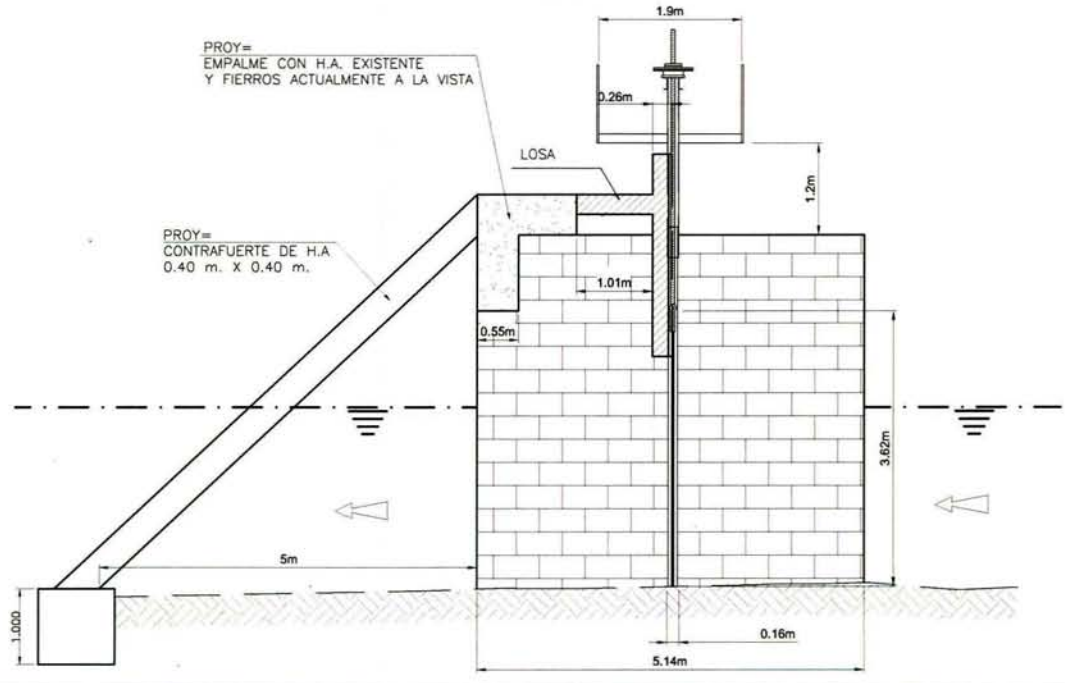
COMPUERTAS DE ADMISION
CANAL MATRIZ ALMAHUE

ESCALA 1:100



CORTE A–A'

ESC. 1:100



Gobierno de Chile Ministerio de Agricultura Comision Nacional de Riego	ESTUDIO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE		TITULO: OBRAS EN COMPUERTAS DE ADMISION CANAL MATRIZ ALMAHUE		
CONSULTOR: PROCIVIL INGENIERIA LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1480 OF.82 PROVIDENCIA-SANTIAGO FONOS: 235 86 56 236 03 25	ESCALA: 1:100	FUENTE CARTOGRAFICA:	PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM:	FECHA: 2009	LAMINA: 3.5.1-2

Obra : Diseño de contrafuerte
Ubicación: KM 0; Canal Almahue; Bocatoma de Admisión.

Para el diseño de los contrafuertes, primero se deben ver las solicitaciones presentes en la estructura de soporte de las compuertas, con el objeto de evaluar el factor de seguridad al volcamiento y el desplazamiento en la parte superior del muro. Estos parámetros entregan la necesidad o no de contrafuertes, y si es así, el diseño de las vigas que cumplen esta función.

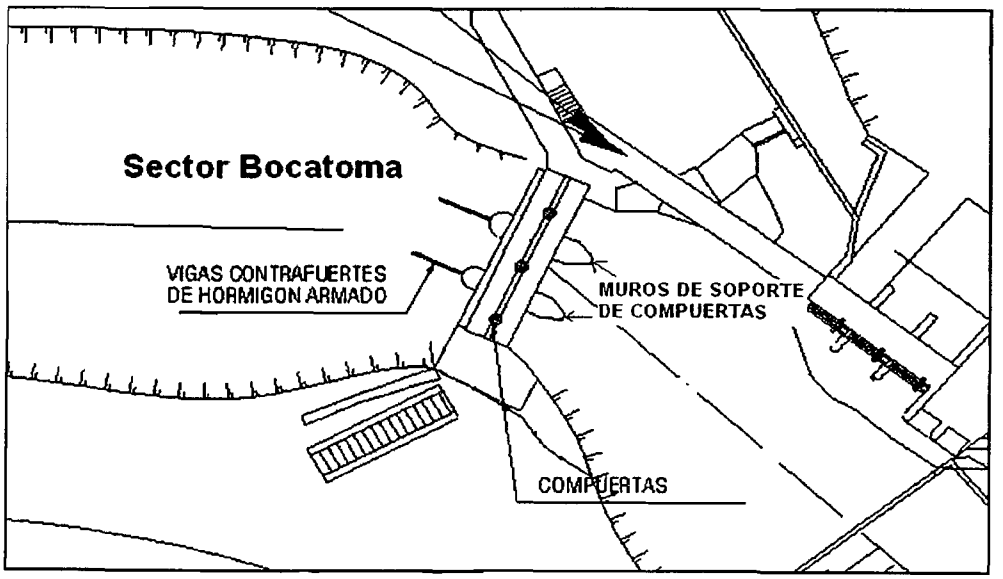
La presente memoria de dividirá en dos partes:

a.- Cálculo de solicitaciones sobre el muro de compuertas de admisión.

b.- Cálculo de vigas de contrafuertes.

Nota: El análisis de cubicación y presupuesto corresponde a las vigas de contrafuerte.

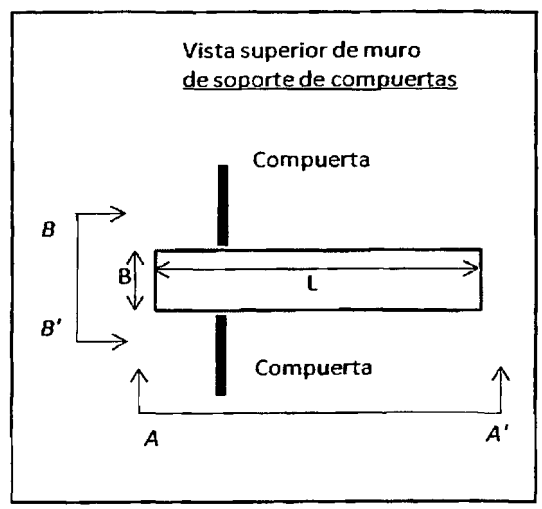
La siguiente figura muestra la ubicación general de los muros de soporte de las compuertas y vigas de contrafuerte.



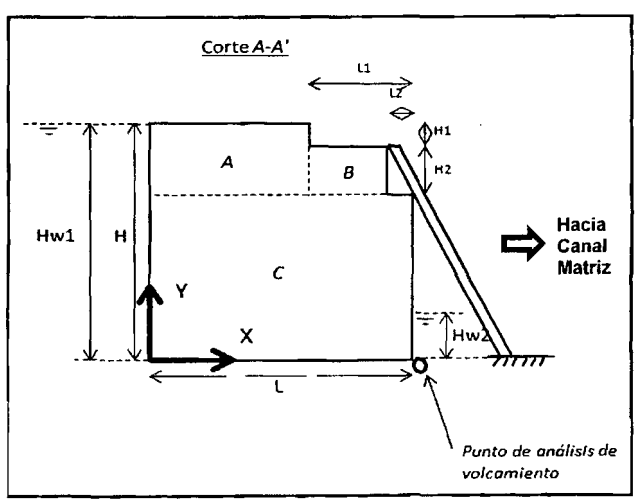
PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

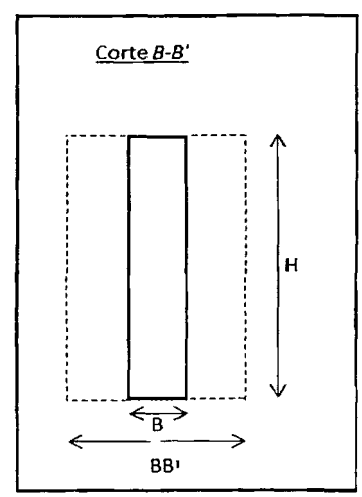
a.- Cálculo de solicitaciones sobre el muro de compuertas:

A continuación se presenta un esquema con la vista superior del muro de soporte de las compuertas:



El corte A-A' muestra la vista lateral del muro. El corte B-B' muestra la vista frontal del muro de ancho B, el largo BB' representa el ancho de empuje de agua que actúa sobre el muro cuando las compuertas están al 100% solicitadas, que es la condición más desfavorable con la cual se calcula:





Los parámetros utilizados en la memoria de cálculo se presentan a continuación

Peso específico		
Albañilería	2,4	t/m³
Agua	1,0	t/m³
Hormigón Armado	2,5	t/m³
Acero	8,5	t/m³

Para el cálculo de empujes se utilizan las siguientes fórmulas

* Tensión dada por altura de aguas $\sigma = \gamma * h(t * m^2)$

* Empuje respecto de altura de aguas $E = \frac{1}{2} * \sigma * h(t)$

De los esquema con las vistas del muro se pueden ver las diferentes secciones que componen el muro de soporte de las compuertas, las dimensiones de tales secciones se presentan a continuación

DIMENSIONES DE SECCIONES DE DISEÑO

Sección		m
B	:Ancho de muro	1,0
BB'	:Ancho de influencia	3,0
H	:Altura de muro	5,0
Hw1	:Nivel de agua entrada	4,0
Hw2	:Nivel de agua salida	1,0
L	:Largo de muro	5,0
H1	:Altura 1	0,5
L1	:Largo 1	2,0
H2	:Altura 2	1,0
L2	:Largo2	0,5

La cubicación del muro de soporte se presenta en el siguiente cuadro:

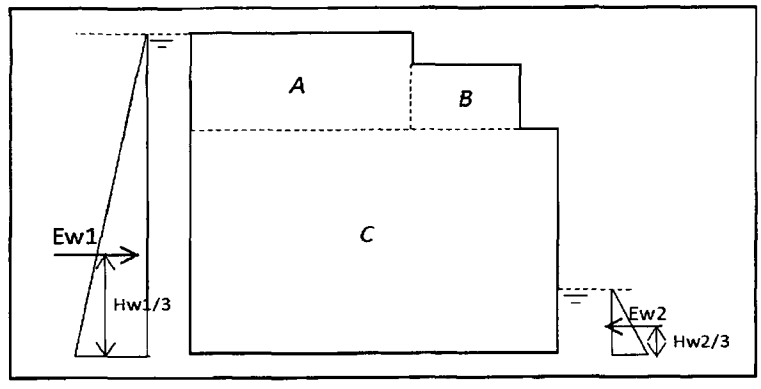
PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Área y volumen de secciones

secc.	largo m	alto m	área m	vol. m³
A	3,0	1,5	4,5	4,5
B	1,5	1,0	1,5	1,5
C	5,0	3,5	17,5	17,5

vol. total= 23,5 m³
Peso = 52,3 t
Centro de gravedad en eje "x" cg.x= 2,40 m
Centro de gravedad en eje "y" cg.y= 2,37 m

Fuerzas solicitantes que actúan sobre la estructura de muro:
a.- Empuje del nivel de agua



Aguas arriba

σ t/m²	E t	h m	M t*m/m	M3r t*m
4,0	8,0	1,3	10,7	64,0

M3r es el momento en la sección producto de un área de influencia de 6 m.

Aguas abajo

σ t/m²	E t	h m	M t*m/m	M3b t*m
1,0	0,5	0,3	0,2	0,5

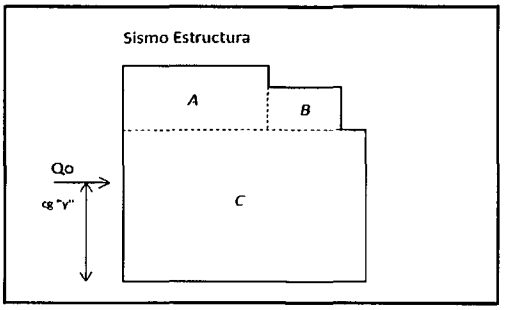
M3b es el momento en la sección producto de un área de influencia de 3 m.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

b.- Sismo

b1.- Fuerza de corte de la Estructura:

El siguiente cuadro muestra el punto se solicitación del sismo Qo sobre el muro.



* La fuerza se aplica en el centro de gravedad "y" de la estructura
* Se determina el esfuerzo de corte basal Qo, según el punto 6.2.3 de la norma NCh. 433 of 96

$$Q_o = CIP$$

$$C = \frac{2{,}75 * Ao}{g * R} * \left(\frac{T'}{T^*}\right)^n$$

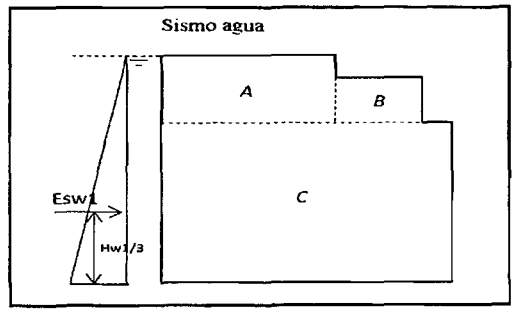
Ao = 0,2 g
R = 2
T' = 0,2
n = 1
To = 0,2 se asume T* = To

datos para la zona sísmica 3 y suelo tipo I

I	P	C	Qo	h	M
	t		t	m	t*m
1,2	52,3	0,4	23,0	2,4	54,6

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

b2.- Altura de Agua:



* Se modela como un triángulo
* Se considera un 40% del empuje que se aplica en 1/3 de la altura de agua

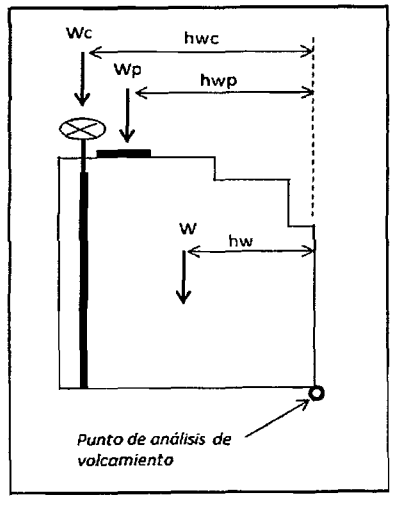
%	σ	E	h	M	Msa1
	t/m²	t	m	t*m	t*m
0,4	4,0	8,0	1,3	4,3	25,6

Msa1 es el momento en la sección producto de un área de influencia de 6 m.

c.- Estructura

Para calcular el esfuerzo vertical producto de los pesos estructurales, se divide la estructuras en tres parte para facilitar la cubicación, debido que cada parte ejerce un empuje en una distancia diferente del punto de volcamiento.

La siguiente figura muestra un esquema de la ubicación en que actúan los tres esfuerzos presentes en la estructura:

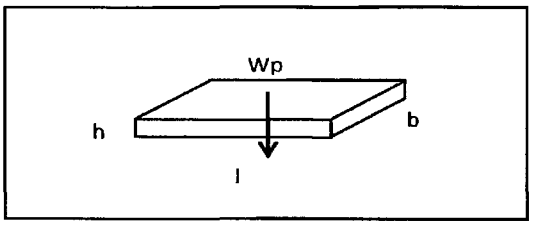


3.5.23.-

c1.- Pasarela

Para la solicitación de 1 muro se considera la carga de una pasarela de h.a., la cual se encuentra ubicada a 2,8m en la dirección "x" medida desde el punto de análisis de momento (volcamiento). Esta pasarela se ubica en forma transversal al muro en su parte superior.

La siguiente figura muestra un esquema de pasarela que solicita al muro de soporte de las compuertas.



Las dimensiones de la losa se presentan en el siguiente cuadro:

h	b	l	vol.
m	m	m	m^3
0,25	2,00	1,00	0,50

La distancia al punto de volcamiento (hp) y el momento (Mp) que la resultante del peso de la pasarela ejerce, se muestra en el siguiente cuadro:

Wp	hwp	Mp
t	m	t*m
1,25	1,90	2,38

Mp corresponde al momento generado por la pasarela en el punto de análisis del volcamiento.

La pasarela corresponde a una estructura de hormigón armado ubicada en la parte superior del muro, la cual esta diseñada para las solicitaciones que se presentan a continuación

* Para un largo libre de 2 m.

Las fuerzas solicitantes

* Peso Propio
* Operador

Los momentos solicitados para un sistema simplemente apoyado se presentan en el siguiente cuadro:

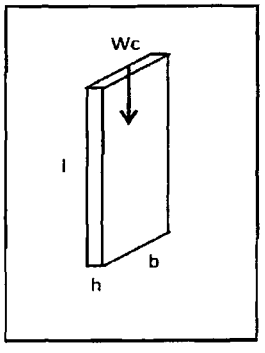
	Fuerza	Distancia	M
	t	m	t*m
Peso propio	1,25	2,0	0,63
Operador	0,15	2,0	0,08
Seguridad	0,30	2,0	0,15
			0,85

Nota: Se incluye un factor de seguridad en caso de eventuales sobrecargas.

Con el momento de M=0,85 t*m y una luz de viga de 2m. Se hace necesario una cantidad de armadura de 1,77 cm², al utilizar 4ϕ10 se consigue una armadura de 3,14 cm² lo que es suficiente para la solicitación estudiada.

c2.- Compuerta de metal

Se tienen 2 compuertas que solicitan el muro, el esquema de cada compuerta se presenta en el siguiente cuadro:



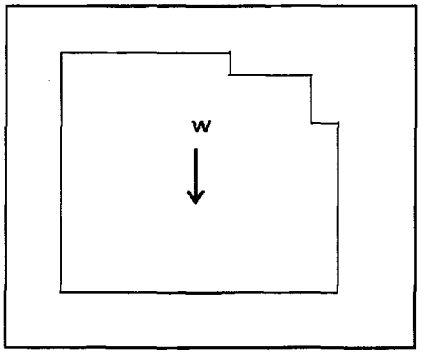
Las dimensiones y momento que ejercen las 2 compuertas sobre el punto de volcamiento se presentan en el siguiente cuadro:

h	b	l	vol.	Wc	hwc	Mc
m	m	m	m³	t	m	t*m
0,01	1,00	2,50	0,03	0,40	2,60	1,03

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

c3.- Estructura de albañilería de ladrillos

El peso del muro de albañilería (w) ejerce un momento en el punto de análisis de volcamiento. La siguiente figura muestra un esquema del muro de albañilería, con la representación del peso.



El peso del muro (W) de albañilería esta dado por el volumen multiplicado por el peso específico de la albañilería. La distancia de la fuerza resultante del peso al punto de análisis de volcamiento se representa por hw, correspondiendo al centro de gravedad del muro en el eje "x".

W	hw	Mw
t	m	t*m
52,30	2,60	136

Una vez que se tiene todas las solicitaciones, se puede calcular el factor de seguridad al volcamiento de la estructura del muro:

Factor de Seguridad al Volcamiento

Momentos solicitantes

Solicitantes	M
	t*m
agua (arriba)	64,0
sismo estructura	54,6
sismo agua	25,6
Total	144,2

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Momentos resistentes

Resistentes	M t*m
Agua abajo	0,5
Pasarela	2,4
Compuerta	1,0
Estructura	135,8
Total	139,66

Factor de seguridad al volcamiento= $\frac{\text{Momentos resistentes}}{\text{Momentos volcantes}}$

$= \frac{139,66}{144,2}$

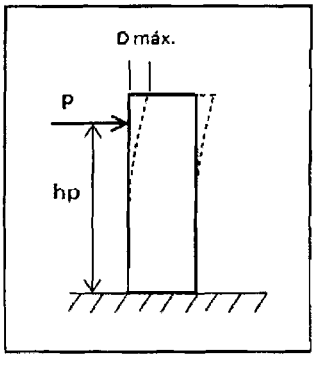
F.S.V.	1,0

Nota: Este factor se ve favorecido al incorporar los contrafuertes que aumentarán el momento resistente al volcamiento. Se puede ver que esta factor resulta bajo lo cual implica un riesgo de inestabilidad, esto permite concluir sobre la necesidad de apoyos los cuales se diseñan como contrafuertes.

Otro factor que es necesario estudiar para evaluar la necesidad de incorporación de contrafuertes, es el hecho que una solicitación en el frente del muro produce un desplazamiento que se asocia a un esfuerzo de tracción que no es capaz de resistir la albañilería. A continuación se calcula la flecha en la parte superior.

Análisis de desplazamiento

Considerando que la estructura se encuentra en un sistema empotrado en la base y voladizo en el extremo, ante la solicitación de una carga P, se produce un desplazamiento dado por Dmáx:

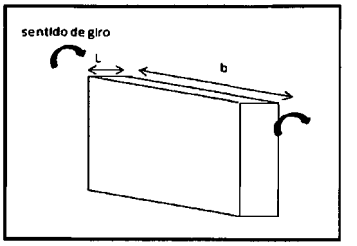


Flecha $$Dmáx = \frac{P}{6 * E * I} * (2 * l^3 - 3 * l^2 x + x^3)$$

Para el muro de albañilería que soporta las compuertas se tienen los parámetros presentados en el siguiente cuadro:

b	5,0	m
l	1,0	m
E	30.000	kg/cm²
I	41.666.667	cm^4

(altura de la sección)



Las dimensiones de la base y la altura están dadas en el caso más desfavorable en que sólo una compuerta se abra y se genere un empuje lateral diferencial del agua a 4,0 m. de altura, la altura hp de aplicación de P es a 2/3 del nivel de agua.

E altura de agua

P=	48.000	kg
hp=	167	cm
Dmax=	0,0104	cm

E sismo aporte de estructura

P=	23.012	kg
x=	237	cm
Dmax=	0,0253	cm

E sismo aporte de agua

P=	48.000	kg
x=	167	cm
Dmax=	0,0104	cm

D total= 0,046 cm

Junto con los resultados del factor de seguridad al volcamiento y al desplazamiento de la parte superior del muro de albañilería, se hace necesario la incorporación de contrafuerte que generen un momento resistente que contrarreste el volcamiento desplazamiento estudiado.

b.- Cálculo de vigas de contrafuerte.

1.- Datos de diseño

Para obtener una viga que sirva de contrafuerte, se toman los esfuerzos solicitantes para obtener una fuerza de compresión. Además se considera el desplazamiento por flecha, con estos datos se puede verificar las dimensiones de la viga.

Momento solicitante

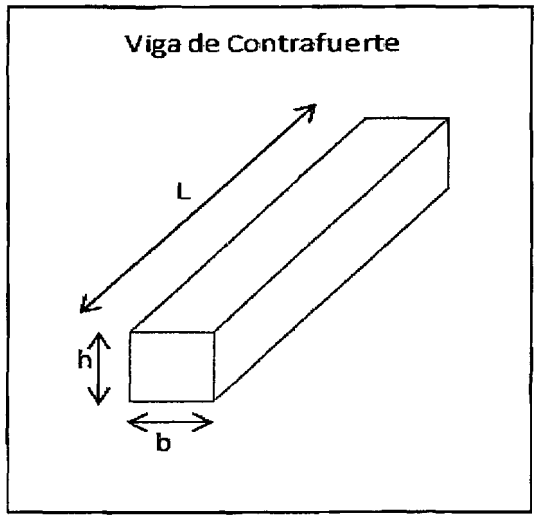
Momento total 144 t*m (empuje de sísmico y de la masa de agua)

Si se considera que el momento actúa a una altura H= 5,0 m , se obtiene una fuerza equivalente a F= 28,8 t . Esta fuerza es la utilizada para el cálculo de la viga.

2.- Diseño y cubicación de estructura de contrafuerte

Para el diseño de contrafuerte se considera la utilización de vigas de hormigón armado, las dimensiones se presentan en el siguiente cuadro:

Viga de H.A. Para Contrafuerte



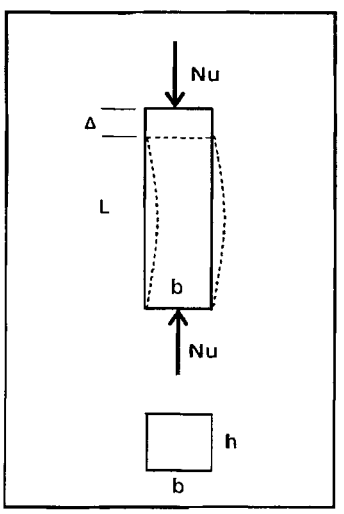
DIMENSIONES		
L=	7,5	m
b=	40	cm
h=	40	cm
Vol.=	1,2	m^3
Área=	1.600	cm^2
Vol. Fund.=	1	m^3

Análisis a compresión

Con la fuerza de compresión en la viga que corresponde a Nu= 28,8 t
se obtiene un desplazamiento por compresión dado por:

Delta de compresión $\boxed{\Delta = \frac{Nu}{A * E}}$

Δ= 7,2E-05 ~ 0



Análisis de esbeltez

La esbeltez es dada por la siguiente ecuación: $\boxed{\lambda = \frac{lp}{i}}$

donde el largo de pandeo y el radio de giro están descritos a continuación:

Largo de pandeo $\boxed{lp = k * lu}$

k = 1 caso doblemente empotrado
Lu= 7,5 m es el largo de la viga
lp= 7,5 m

Radio de giro $\boxed{i = \sqrt{\frac{I}{A}}}$

I es la inercia en el sentido de giro $I=1/12*b*h^3=$ 213.333 cm^4
Área de sección de giro $A=$ 1.600 cm^2
$i=$ 11,5 cm

Esbeltez $\lambda=$ 0,65

se considera pandeo si se cumplen las siguientes condiciones:

$\boxed{\lambda \geq 34 \pm 12 * \frac{mlb}{mla}}$ y $\boxed{\lambda \geq 22}$

como se tiene una viga doblemente empotrada se considera ma=mb
para nuestro caso $\lambda <$ 22 por lo tanto no se considera pandeo

Análisis de desplazamiento por flecha

Para el cálculo del desplazamiento, se considerará el caso simplemente apoyado para tener la condición más desfavorable, donde el desplazamiento máximo está dado por la siguiente ecuación:

desplazamiento máximo $\boxed{\Delta = \frac{5*q*l^4}{384*E*I}}$

se tiene que:

q= 0,4 t/m (peso del hormigón)
L= 7,5 m
E= 2,5 t/m^3
I= 213.333 cm^4

$\Delta=$ 0,309 cm con el criterio Δ menor a L/500 1,5 cm
se cumple la condición

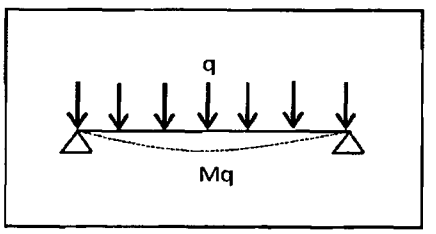
PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Análisis a flexión

Debido al peso propio de la viga de considera el análisis de flexión, para lo cual se calcula el momento para el caso simplemente apoyado:

Peso propio

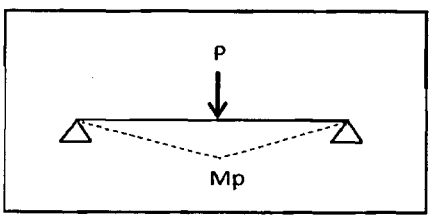
$$M_q = \frac{q * l^2}{8}$$



q = 0,4 t/m
L= 7,5 m
Mq= 2,81 t*m

Carga puntual
considerando la carga en el centro de la viga:

$$M_p = \frac{P * l}{4}$$



P = 0,2 t
L= 7,5 m
Mp= 0,38 t*m
Momento total de Mq+Mp= 3,2 t*m

Cubicación de armadura

Con el momento total se calcula que la armadura necesaria es la siguientes:
Área de acero necesaria 4,17 cm²] se arma con Ω = 4,48 cm²
Área de acero mínima 4,48 cm²]

Armadura primaria	4ϕ12=	4,52 cm²	Vol.= 452 cm³	
Armadura secundaria	2ϕ10=	1,57 cm²	Vol.= 157 cm³	
Estribos	ϕ8=	0,50 cm²	Vol.= 80 cm³	5/ml
acero por ml.	masa=	7,97 kg		

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Cubicación

Con los valores calculados de armadura y hormigón de las vigas de contrafuerte, se puede tener la cubicación y valorización.

Para dos vigas:

hormigón 7,5*0,4*0,4m:
volumen 2,4 m³

Enfierradura: se considera armadura principal de 4ϕ12
peso 120 kg

excavación a máquina: se considera 1,2m³ como el volumen de cada viga
volumen 2,4 m³

Moldaje: utilización moldaje de pino (1 de 6 usos)
Área 24 m²

Agotamiento de napa de agua: utilización motobombas de 6" un total de 7 días

Relleno estructural en torno a obra: se considera 1/3 del volumen excavado
volumen 0,8 m³

Carguío y transporte de material a botadero: volumen excavado con un 30% de esponjamiento
volumen 3,1 m³

Para dos fundaciones de 2 vigas:

hormigón 1*1*1m³, incluye un factor de pérdida
volumen 2,5 m³

Enfierradura: Se considera armadura ϕ10 con una cuantía de 56kg/m³
peso 140 kg

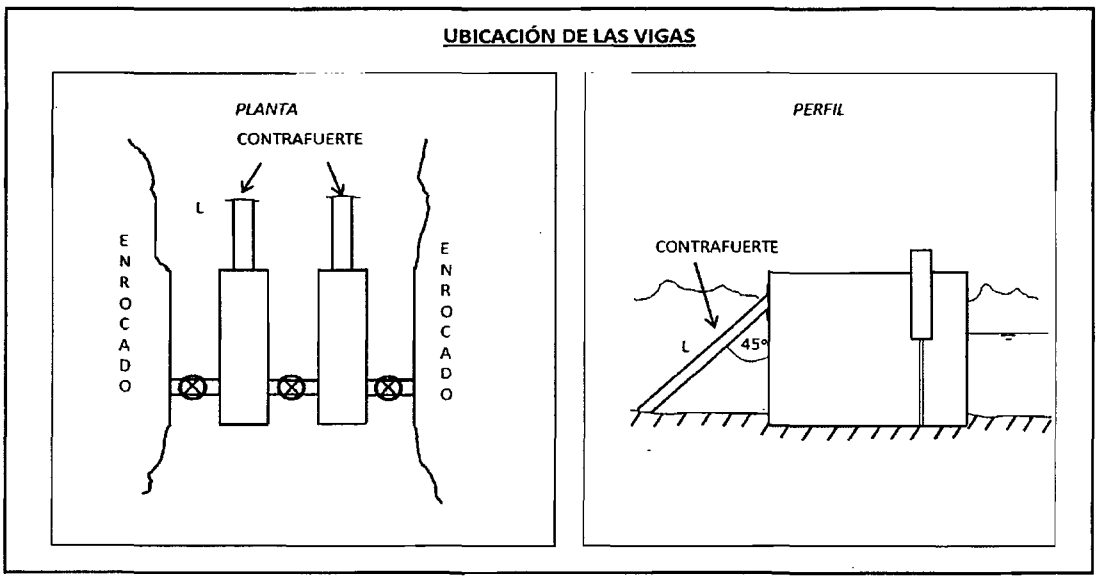
PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Excavación y tronadura de roca en banco: corresponde al volumen a excavar
volumen 2,4 m³

Carguío y transporte de material a botadero: volumen excavado con un 30% de esponjamiento
volumen 3,1 m³

El esquema de la ubicación de las vigas de contrafuerte se presentan en el siguiente esquema:

Esquema general



PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.5.1-2
OBRAS EN LAS COMPUERTAS DE ADMISIÓN
KM 0 DEL CANAL MATRIZ ALMAHUE

1.-	**2 vigas de contrafuerte y refuerzo de columnas gravitacionales en Compuertas de admisión.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	Kg	119,6
1.2.-	HORMIGÓN H25	m^3	2,4
1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	m^3	2,4
1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	m^2	24
1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	día	7,0
1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	m^3	0,8
1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m^3	3,1
2.-	**Fundación para 2 vigas de contrafuerte y refuerzo de columnas gravitacionales en compuertas de admisión.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
2.1.-	FUNDACIONES DE HORMIGÓN (H25)	m^3	2,5
2.2.-	EXCAVACIÓN Y TRONADURA DE ROCA EN BANCO	m^3	2,4
2.3.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m^3	3,1
2.4.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	Kg	140,0
3.-	**Reemplazo de 3 compuertas de admisión en mal estado y reemplazo de 3 compuertas de descarga en mal estado. (6 unidades)**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
3.1.-	FABRICACIÓN Y SUMINISTRO DE COMPUERTAS DE ADMISIÓN (1,6m x 3,6m)	Un	3,0
3.2.-	FABRICACIÓN Y SUMINISTRO DE COMPUERTAS DE DESCARGA (1,7m x 3,4m)	Un	3,0
3.3.-	SUPERVISIÓN DE MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE LAS COMPUERTAS	día	10,0
3.4.-	TRANSPORTE A FRENTE DE OBRA	viaje	1,0

3.5.1.3.- Defensas fluviales canal Cerrillos en sector Lo Argentina de Larmahue.

Las defensas fluviales propuestas para el canal Cerrillos consisten en una protección de ribera de 270 m de longitud en el río Cachapoal comprendida entre el sector de las compuertas de admisión del canal Almahue y la compuerta de descarga del canal Cerrillos.

Se aclara que esta obra fluvial proyectada corresponde en rigor al ámbito de la denominada "Asociación Pueblo de Larmahue". Esta Asociación cuenta con fuentes de financiamiento propio, y por ese motivo no se incorpora al presupuesto final del estudio, a pesar de que se presentan las cubicaciones y valorizaciones respectivas en el Capítulo N°3.6 – "Presupuesto y Listado de Obras". Eventualmente esta obra podría financiarse con un proyecto público de la Dirección de Obras Hidráulicas si dicho organismo justifica que existe riesgo para la población, que corresponde al criterio habitual para decidir ese tipo de inversiones.

La obra consultada consiste en 270 m de colocación de nuevo enrocado y 30 metros de peralte del enrocado existente.

El enrocado existente fue ejecutado por el Ministerio de Obras Públicas el año 2008, en que se construyeron 160m de enrocado, los cuales en este análisis se peraltan 30 m. Este enrocado existente se inicia inmediatamente aguas abajo de la compuerta de descarga del canal Cerrillos de Larmahue. Esta obra se ejecutó atendiendo a un requerimiento específico de la organización denominada: "Asociación Pueblo de Larmahue" que no

forma parte de la Asociación del Canal Almahue. El objetivo de esta defensa es la protección de las viviendas que sufren de inundación con motivo de las crecidas del río Cachapoal, además de los predios agrícolas del sector de Larmahue.

3.5.1.3.1.-Cálculo de la socavación para diseño de enrocado.

La socavación es un fenómeno que consiste en un desbalance entre la tasa de salida y la tasa de ingresos de sedimentos en un mismo tramo, lo que va generando un descenso del lecho del río. Estos descensos pueden ocurrir por un aumento local de arrastre producidos principalmente por angostamientos que aumentan la velocidad de la corriente, estos pueden ser naturales o debidos a obras civiles.

Para determinar la socavación total que se produce en el lecho de un cauce debido a una crecida, es necesario determinar primero la socavación general y luego la socavación local.

3.5.1.3.2.-Socavación General

La socavación general se ve influenciada por el régimen de caudales, la geometría de la sección transversal y del tramo en cuestión, las características de los sedimentos y sus condiciones mecánicos fluviales, entre otras variables. De acuerdo a las indicaciones de las bases de la ley de fomento al riego N°18.450, el período de retorno establecido para defensas fluviales ante una crecida en bocatomas es de 250 años.

Para cuantificar la erosión producida por la crecida de T = 250 años, es necesario imponer la siguiente condición: que la velocidad de escurrimiento se iguale con la velocidad crítica de arrastre. Para este cálculo se utiliza el método de Lischtvan – Levediev, el que es aplicable a toda una sección pero en base a la discretización de ésta en franjas, calculándose para cada franja, su profundidad máxima de escurrimiento.

Para suelos no cohesivos se tiene:

ECUACIÓN N°3.5.1-1
SOCAVACIÓN GENERAL

$$h_{sj} = \left[\frac{\alpha * h_{oj}^{5/3}}{4.7 * \beta * D^{0.28}}\right]^{0.71}$$

Donde
h_{oj} = Profundidad antes de la erosión en la vertical de la franja. (m)
h_{sj} = Profundidad después de la erosión en la vertical de la franja. (m)
β = Coeficiente en función del periodo de retorno.
D = Diámetro característico de las partículas que componen el fondo. (m)

El valor de α está determinado por la siguiente relación:

ECUACIÓN N°3.5.1-2
COEFICIENTE α

$$\alpha = \frac{Q_d}{h_m^{5/3} * B_e}$$

Donde:
Q_d = Caudal de diseño para T = 250 años (m³/s)
h_m = Profundidad media de la sección antes de la erosión (m)
B_e = Ancho superficial efectivo asociado a Q_d (m)

La zona de ubicación de las defensas laterales proyectada, se sitúa en la ribera izquierda aguas abajo de la compuerta de aducción del canal Almahue en el río Cachapoal entre el perfil N°8 y N°9 de la planta de ubicación en la Lámina N°22 del Anexo "Planos", por ende el análisis de la socavación está enfocado en ambos perfiles tomando en consideración el más perjudicado.

El caudal de diseño en esta sección del río viene dado por la suma del caudal proveniente del río Cachapoal más la del estero Zamorano. De acuerdo a los datos calculados en el Capítulo N°2.9 – "Cálculos Hidráulicos" y como se muestran en los Cuadros N°2.9.1-3 y N°2.9.1-4 de ese mismo capítulo, los caudales son de 3.707 m³/s y 1.259 m³/s respectivamente, lo que da como resultado un caudal de diseño de 4.966 m³/s para un período de retorno de 250 años.

De acuerdo al método de Lischtvan – Levediev el punto donde se produce la socavación máxima es el punto más bajo del perfil transversal también conocido como thalweg.

CUADRO N°3.5.1-3
CÁLCULO DE SOCAVACIÓN GENERAL SEGÚN LISCHTVAN - LEVEDIEV

Km	Perfil Transversal	D [mm]	β	Qd [m³/s]	Hm [m]	Be [m]	α	Thalweg [m.s.n.m]	E.H [m.s.n.m]	ho [m]	hs [m]	Socavación general [m]
1.000	N° 8	90	1,03	4.966	4,25	374	1,19	166,40	174,31	7,91	7,26	0
1.200	N° 9	90	1,03	4.966	3,44	300	2,15	166,32	173,22	6,90	8,25	1,35

* Del plano "Planta topográfica bocatoma canal Almahue" y del plano N°21 de 40.-

3.5.1.3.3.- Socavación Local

La socavación local es aquella que se produce en lugares particulares de la corriente y es producida por la acción de obras civiles destinadas a la contención o encauzamiento del río entre otras obras. Esta socavación local se puede cuantificar utilizando el método de Artamonov es cual se muestra en la siguiente expresión:

ECUACIÓN N°3.5.1-3
SOCAVACIÓN LOCAL

$$H_l = (K_o * K_q * K_\gamma - 1) * H$$

Donde

H_l = Profundidad máxima buscada al pie de la obra (m)
K_o = Coeficiente que depende del ángulo α.
K_q = Coeficiente que depende de la relación Q_o/Q.
K_γ = Coeficiente que depende del talud de la obra.
H = Profundidad en las cercanías del pie de la obra (m)
Q_o = Caudal que pasaría si la obra no existiera (m^3/s)
Q = Caudal total de diseño (m^3/s)

De acuerdo al resultado anterior resulta lógico calcular la socavación local sólo para el perfil transversal N°9, es decir en el km 1.200, específicamente en el thalweg debido a que éste es el punto más desfavorable. Se consideró un 9% como la pérdida de área de escurrimiento producto de la incorporación del enrocado, es decir, la relación Q_o/Q = 0,09 con lo que K_q tiene un valor de 1,91. El talud del enrocado es de 2:1 (H:V). El pie del talud forma un ángulo de 90° con la corriente del cauce en el perfil transversal N°9, entonces K_o = 1. Los datos anteriormente señalados fueron obtenidos de "José Antonio Jiménez. Geotecnia y Cimientos III, primera parte, Pág. 734".

CUADRO N°3.5.1-4
CALCULO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL – PERFIL N°9 – KM 1.200

Perfil N°9	Q_o	Q	Q_o/Q	K_γ	K_o	K_q	$K_o * K_q * K_\gamma$	$K_o * K_q * K_\gamma - 1$	H	Socavación local H_l
Km	m^3/s	m^3/s							m	m
1.200	445	4.966	0,09	0,6	1	1,91	1,146	0,146	6,90	1,01

La socavación total de este sector está dada por la suma de la socavación general y socavación local, y el nivel de fundación se muestra en el cuadro siguiente.

CUADRO N°3.5.1-5
SOCAVACIÓN TOTAL

Socavación General	[m]	1,35
Socavación Local	[m]	1,01
Socavación Total	[m]	2,36

Para determinar el peso y diámetro del enrocado de la defensa longitudinal en una ribera se utiliza la fórmula del California Highway Division (CHD) de EEUU, información extraída del Capítulo N°3 del Manual de Carreteras del MOP.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ECUACIÓN N°3.5.1-3
PESO DEL ENROCADO

$$W = \frac{0.0113 * s * V^6}{[(s-1) * sen(\phi - \theta)]^3}$$

Donde:

W = Peso del enrocado (kg). Alrededor del 70% de las unidades deben tener un valor igual o superior a W.
s = Peso específico o densidad relativa al agua del enrocado.
V = Velocidad media de escurrimiento. (m/s)
ϕ = Ángulo de reposo del enrocado. (°)
θ = Ángulo de inclinación del talud respecto de la horizontal. (°)

De acuerdo a los resultados anteriores la zona más desfavorable es la correspondiente al perfil N°9, en donde se produce la mayor socavación. Dicha zona tiene una velocidad de escurrimiento para el período de retorno T=250 años, de acuerdo al Cuadro N°2.9.1-8 de 6,3 m/s, como se trata de la salida de una curva la velocidad es mayor, por lo que se aumentará en un 40 % su valor según el rango sugerido en el manual de carreteras.

El ángulo de reposo ϕ depende de la forma de las rocas, para este enrocado se considera rocas del tipo anguloso, las cuales para un diámetro mayor a 250 mm tiene un valor asintótico de 42°.

El talud del enrocado se definió en 2:1 (H/V), por lo que θ tiene un valor de 26,56°

El peso resultante corresponde a las rocas dispuestas en el enrocado lateral, para dimensionar la roca de la fundación se utiliza el doble del peso lateral.

CUADRO N°3.5.1-6
RESUMEN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PESO Y DIÁMETROS.

Parámetro	Valor	Unidad
V	6,3	[m/s]
Porcentaje de aumento de V por curva	40	[%]
ϕ	42	[°]
θ	26,56	[°]
S	2,5	
W (peso de la roca lateral)	208.828	[kg]
Diámetro roca lateral	0,542	[m]
Diámetro roca fundación	0,683	[m]

Por seguridad los valores adoptados en los diámetros son los siguientes:

Diámetro roca lateral	0,750	[m]
Diámetro roca fundación (a)	1,000	[m]

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FIGURA N°3.5.1-3
FUNDACION PARA DEFENSA DE ENROCADOS

CUADRO N°3.5.1-7
CALCULO DE LA COTA DE FUNDACIÓN DEL ENROCADO

Socavación General	1,35	[m]
Socavación Local	1,01	[m]
Socavación total asumida	2,50	[m]
Diámetro de enrocado fundación	1,00	[m]
Profundidad de Fundación	2,5	[m]
Cota Thalweg	166,32	[m.s.n.m]
Cota Nivel de Fundación	163,82	[m.s.n.m]

La cota superior del enrocado se calcula como la cota del eje hidráulico en crecida para el período de retorno T=250 años, más una revancha de seguridad de 1m, quedando con los siguientes valores:

CUADRO N°3.5.1-8
COTAS DE DISEÑO DE ENROCADO
DEFENSA DE RIBERA IZQUIERDA DEL RIO CACHAPOAL
SECTOR CANAL EL CERRILLO

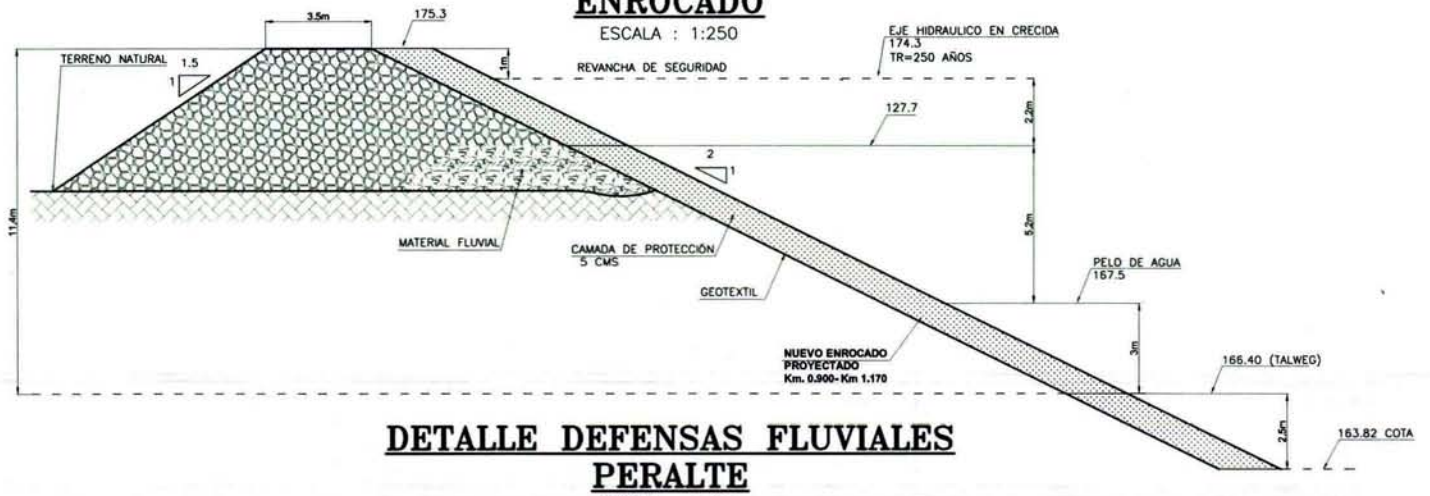
Perfil N°8 Km 1.000 – Río Cachapoal		
Thalweg	166,40	[m.s.n.m]
Cota EH	174,31	[m.s.n.m]
Cota superior del Enrocado	175,31	[m.s.n.m]
Nivel de Fundación	163,82	[m.s.n.m]
Perfil N°9 Km 1.200 – Río Cachapoal		
Thalweg	166,32	[m.s.n.m]
Cota EH	173,22	[m.s.n.m]
Cota superior del Enrocado	174,22	[m.s.n.m]
Nivel de Fundación	163,82	[m.s.n.m]

Se entrega a continuación el esquema con la obra nueva de 170 m de longitud y además del peralte parcial de la obra existente que abarca una zona de sólo 30 m de longitud.

DETALLE DEFENSAS FLUVIALES–SECTOR CANAL EL CERRILO

ENROCADO

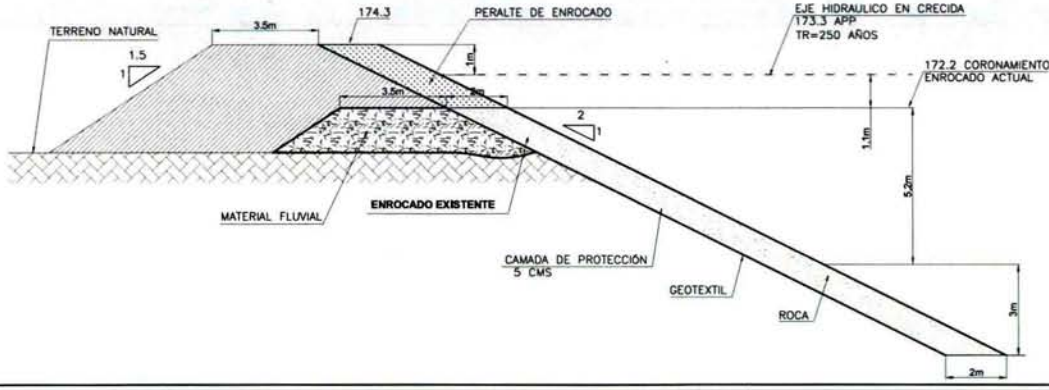
ESCALA : 1:250



DETALLE DEFENSAS FLUVIALES

PERALTE

ESCALA : 1:250



Gobierno de Chile Ministerio de Agricultura Comisión Nacional de Riego	ESTUDIO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE		TITULO: DETALLE DEFENSAS FLUVIALES ENROCADO Y PERALTE DEFENSA RIBERA IZQUIERDA RIO CACHAPOAL SECTOR CANAL EL CERRILLO		
CONSULTOR: PROCIVIL INGENIERIA LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1480 OF. 82 PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 235 86 56 236 03 25	ESCALA: 1:250	FUENTE CARTOGRAFICA:	PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM:	FECHA: 2009	LAMINA: 3.5.1-4

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En el Cuadro 3.5.1-8 se entrega el detalle de los componentes de la obra que incluye las cubicaciones.

CUADRO Nº3.5.1-8
ENROCADO DE DEFENSA DE LA RIBERA IZQUIERDA DEL RIO CACHAPOAL
SECTOR LO ARGENTINA DE LARMAHUE
ESTE ÍTEM NO SE CONSIDERA EN EL PRESUPUESTO DEL PROYECTO

1.-	**Enrocado de defensa de la ribera izquierda del rio Cachapoal km 900 - km 1.170 del Río Cachapoal; L=270m. Sector Larmahue**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
1.1.-	INSUMO Y COLOCACIÓN DE ENROCADO L=270m; e =2,0m; H=11,4m	m^3	6.464
1.2.-	RELLENO CON MATERIAL FLUVIAL PARA APOYO DEL ENROCADO	m^3	10.106
1.3.-	DESVÍO DE CAUCE DURANTE COLOCACIÓN DE ENROCADOS	m^3	3.750
1.4.-	AGOTAMIENTO DE NAPA	día	20
2.-	**Peralte de enrocado de defensa existente km 1170 - km 1200 del Río Cachapoal; L=30m. Sector Larmahue.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
2.1.-	INSUMO Y COLOCACIÓN DE ENROCADO L=30m; e =2,0m; H=2,10m	m^3	126
2.2.-	RELLENO CON MATERIAL FLUVIAL PARA APOYO DEL ENROCADO	m^3	1.123

Notas: 1.- Detalles de la sección típica de los enrocados propuestos se muestra en la lámina Nº22 del Anexo "Planos".
2.- Este ítem no se considera en el presupuesto del proyecto.

3.5.2.- Sedimentación y limpieza para mitigación de la contaminación.

3.5.2.1.- Métodos para la desinfección del agua.

Según se concluye en el Capítulo Nº3.3.15 – "Métodos Alternativos para la Desinfección del Agua", el método que presenta una mayor conveniencia es el sistema con luz ultravioleta, por tanto, se recomienda este tratamiento de aguas, que con alta seguridad se implementará con sistemas del tipo intrapredial. Los sistemas intraprediales tienen la gran ventaja que se aplican exclusivamente al agua que efectivamente exige tratamiento para uso en riego, permitiendo un mayor control de los costos. No se incluye este ítem en el presupuesto del Capítulo Nº3.6.

3.5.2.2.- Sedimentador.

La deficiente calidad bacteriológica de las aguas de riego de Almahue, genera severas limitaciones agroproductivas. Además existe actualmente una resolución del Minsal que prohíbe su uso para regar hortalizas. La contaminación proviene en gran medida del río Cachapoal, del estero Zamorano y además en menor medida se incorporan otros contaminantes en el interior del canal, con los efluentes de aguas servidas y las basuras urbanas en el pueblo de Larmahue. Plantear soluciones para este complejo problema constituye uno de los objetivos del estudio, que incluye: nuevas obras, aspectos operacionales, medidas administrativas y legales junto con la gestión de la Asociación a nivel del río Cachapoal, sus organizaciones y las autoridades competentes. Tal como se indicó en el Capítulo Nº2.7 – "Calidad de Agua", existe un proyecto de alcantarillado para Larmahue que está en ejecución por etapas, el cual solucionará el problema de las descargas de aguas servidas que actualmente caen al canal Almahue.

Conforme a lo señalado, las soluciones para la contaminación hídrica suelen abordar múltiples aspectos. En este proyecto multiuso, se plantean soluciones de obras comuneras para su concreción con la Asociación, que deben complementarse con otras coherentes entre la Asociación, sus accionistas y las instituciones locales, permiten

alcanzar el objetivo señalado para el proyecto multiuso. Por una parte, la gestión de la Asociación a nivel del río y con las autoridades, tenderá a impedir las descargas de efluentes agroindustriales contaminantes; simultáneamente deben controlar los efluentes suburbanos que caen directamente al canal además de las basuras. Por otra parte, se deben tomar medidas para mitigar la contaminación mediante la extracción de basuras y sedimentos; estos elementos dificultan los tratamientos bacteriológicos del agua, que son de bajo costo y pueden ser asumidos por los accionistas en sus aguas a nivel predial.

Las obras del sedimentador, las rejas desbasurizadoras y la recuperación del camino de servicio en canal matriz, especialmente en el atravieso del pueblo de Larmahue, constituyen obras concretas a nivel de la Asociación, que pueden plantearse como inversiones rentables, y que requieren del complemento privado para lograr su objetivo pleno con un agua de calidad que cumpla la norma de riego a nivel de potrero.

La ubicación más favorable para una eventual construcción de un sedimentador, es en el cauce del canal antes de la compuerta de admisión, en que se ubica el canal de aproximación que cuenta con defensas fluviales de reciente construcción. Como el canal Almahue se distancia rápidamente del río inmediatamente aguas abajo de la compuerta de admisión, no es factible físicamente la ubicación de un sedimentador autolimpiante después de esas compuertas.

La obra planteada tiene por objetivo reducir el sedimento que transporta el agua captada en el río, antes de su ingreso a los canales; se incluyen sedimentos flotantes y de arrastre de fondo. Con sedimentación adecuada se reduce la turbiedad del agua que facilita su tratamiento intrapredial.

El prediseño de la obra se orienta a generar las condiciones del escurrimiento sin turbulencias y con baja velocidad, para facilitar la decantación de la mayor parte de los sedimentos. Se consulta la purga de fondo directamente al río, que es el mismo origen de los sedimentos.

Se dispone de las informaciones sedimentológicas del río Cachapoal contenidas en el punto Nº2.7.4 – "Sólidos en Suspensión" del Capítulo Nº2.7, específicamente sobre sólidos en suspensión y otros parámetros físico-químicos que entregan valores de interés para este estudio, con medidas puntuales a lo largo de un año. Sin embargo no se dispone de una estadística sistemática para los fines específicos de este proyecto multiuso, debiendo recurrirse a informaciones puntuales que entregan orientaciones para el prediseño, además de otros diseños construidos con este mismo objeto.

En dicho punto Nº2.7.4 se contienen cuadros con valores de sedimentos en suspensión medidos en el río Cachapoal en el Puente Peumo, cercano a la zona del proyecto, que indica valores de 577 mg/l en el mes de diciembre, equivalentes a 0,577 kg /(m^3 de agua). Con esa concentración de sedimentos y captando un caudal normal de 11,5 m^3/s para el mes de máxima demanda de riego, equivalentes a 30,8 millones m^3/mes, se incorporaría al canal un volumen de:

$$Vol= 0{,}577\ kg/m^3 \times 30{,}8\ millones\ m^3/mes\text{-}dic. \times 0{,}001 ton/kg = 17{,}7\ ton/mes\ (dic)$$

Considerando un rango de densidades medias para el material en suspensión de 1,0 kg/lt a 1,2 kg/lt, se obtiene un rango de volúmenes equivalentes entre 17.700 m^3/mes y 14.800

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

m^3/mes para el mes de diciembre, con una media de 16 mil m^3/mes que corresponde al período de mayor arrastre de sedimentos en el rio Cachapoal. El arrastre mayor coincide con el período de deshielo, generalmente entre los meses de noviembre y febrero de cada año.

Con un sedimentador de alta eficiencia es posible captar gran parte del señalado sedimento en suspensión, además de la totalidad del material de arrastre de fondo. Según informaciones entregadas por la Administración de la Asociación, el volumen de embanque anual con arena en los canales, es bajo y no constituye un problema serio.

En resumen, el material sólido que ingresa al canal Almahue especialmente de arenas y arrastre de fondo, no genera grandes embanques, aunque el material en suspensión es importante en los meses de mayor demanda hídrica y éste decanta en los tranques nocturnos y en los predios. El sedimento en suspensión se asocia a la materia orgánica que podría servir de nutriente para los microorganismos que son los contaminantes, asimismo se asocia a la turbiedad del agua que debe reducirse para que actúen eficazmente los sistemas intraprediales de tratamiento de menor costo.

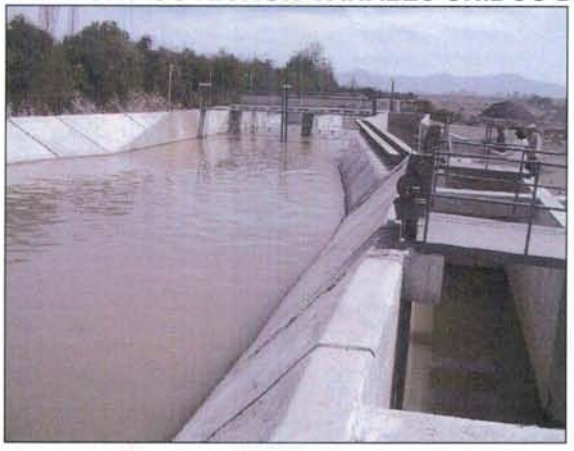
La valorización del sedimentador gravitacional se ha realizado en base a prediseños conocidos y construidos de este tipo de obras, que se muestran en el Cuadro Nº3.4.3-3 incluido en el Capítulo Nº3.4.3 – "Obras de Desarenación y Sedimentación para Mejorar la Calidad del Agua", lo que permite graficar una relación de costos con el caudal de diseño, esta relación se muestra en forma gráfica en el Cuadro Nº3.4.3-4 de dicho capítulo y cuya relación matemática correspondiente es la ecuación Nº3.4.3-1. El comportamiento de este tipo de obras se analizó en términos comparativos con la eficiencia de casos similares. Al considerar un caudal de diseño de 14m^3/s correspondiente al año 40% de probabilidad de excedencia, la que además corresponde a la máxima capacidad de porteo del canal con los revestimientos proyectados, y una longitud de diseño de 100m, la ecuación Nº3.4.3-1 entrega un costo de $243 millones, considerando que es necesario excavar una parte en roca junto al camino público y agotar las filtraciones, además de remover y peraltar una parte del enrocado de protección del canal de conducción, así como algunas cajas articuladas que fueron construidas el año 2005 como defensa, se tiene que el costo estimado de la obra asciende aproximadamente a $343 millones. El costo del sedimentador incluye:

$6 millones : Accesos a frentes de obra en zonas de difícil acceso.
$216 millones: Sedimentador decantador en la bocatoma
$11 millones : Agotamiento.
$10 millones : Desvíos
$100 millones: Excavación y tronadura en roca para emplazamiento del sedimentador

Los valores presentados corresponden al resultado de las ecuaciones funcionales para el caudal y la longitud de diseño, a modo de ejemplo se muestra la siguiente fotografía con la operación del sedimentador de la Asociación de Canales Unidos de Buín. Con una longitud de 100 m y un caudal de diseño de 16,5 m^3/s.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTOGRAFÍA Nº3.5.2-1
SEDIMENTADOR ASOCIACIÓN CANALES UNIDOS DE BUIN



Conforme se desprende del punto Nº3.4.3.3 – "Conclusiones del dimensionamiento económico del desarenador/ sedimentador", se tiene que el máximo beneficio económico corresponde a la obra de máxima eficiencia en sedimentación, con 100m de longitud total. Se estima en todo caso, que la recuperación de sólo unas 17,7 toneladas de arenas por mes para su comercialización no sería de gran interés para la Asociación. Además la extracción y acopio requerirían de un camino de acceso y espacios, el cual no existe en este sector afectado por las crecidas del río junto a la obra de admisión.

Citando al profesor H. Mery en su texto: "Curso de Diseño de Obras Hidráulicas, Cap. 4 – Diseño de Obras de Desarenación –1998 - Dpto. Ing. Civil Hidráulica, U. de Chile", la decantación es el proceso consistente en la extracción de gran parte del material que se mueve en suspensión, principalmente la arena. Las obras que efectúan este proceso se denominan sedimentadores o decantadores, los cuales se ubican preferentemente al inicio del canal, en puntos adecuados para purgarlos gravitacionalmente. Esta operación consiste en disminuir la velocidad del escurrimiento, mediante cámaras o cubetas desarenadoras, reduciendo las turbulencias propias de una desaceleración del flujo; de este modo las partículas sólidas caen por su propio peso al fondo de la cubeta.

El parámetro característico del proceso es el diámetro "Do" que corresponde al tamaño mínimo de partículas que son eliminadas completamente (100 %). El valor adoptado para este parámetro depende del uso del agua limpia, ya sea para agua potable, generación eléctrica o sistema de regadío. Hay que tener presente que el 100 % de las partículas de diámetro igual o mayor a "Do", son decantadas totalmente y una fracción de las partículas menores también se depositará en la cámara. En estricto rigor la decisión del tamaño de partículas "Do" que se eliminan en un 100 % es un problema económico. En efecto, mientras menor es el valor de "Do" mayor es el costo de la obra.

Según recomendaciones del texto "Diseño de Obras Menores de la CNR –1996" los decantadores son capaces de retener las partículas de arena fina iguales o mayores de 0,1 mm, con una velocidad del flujo de 0,2 m/s. En general tamaños de partículas entre 0,5 mm y 0,3 mm son las usuales de considerar en sistemas de regadío, según recomendaciones del texto del profesor Mery antes citado.

Es importante determinar en un proyecto de decantación, el rendimiento que tendrán estas obras. Entendemos por "rendimiento" al porcentaje de los sólidos atrapados por la obra en relación con el total de sólidos que llegan, durante un período determinado de tiempo (puede ser un año o una temporada de riego).

Conforme al texto técnico universitario: "Curso de Diseño de Obras Hidráulicas, Cap. 4 – Diseño de Obras de Desarenación –1998" Ing. H. Mery, los rendimientos de los desarenadores varían normalmente entre el 15% y el 30%, dependiendo de las características del material en suspensión que traen las aguas tratadas. Si las aguas tratadas son limpias con arrastre principalmente de materiales finos, ningún desarenador tendrá buen rendimiento, en cambio si las aguas arrastran abundante material de tamaño mayor a "Do", el rendimiento del desarenador se considera bueno.

En el cálculo de la velocidad de sedimentación, las partículas sólidas en suspensión en una masa de agua en movimiento, consisten principalmente en arenas medias y finas, limos y arcillas. La densidad relativa de las partículas varía entre 1,71 ton/m^3 para las arenas y partículas que son el producto del desgaste de rocas, y de 1,03 ton/m^3, para partículas floculadas de légamo que contienen hasta el 95% de agua. Cuando una partícula de sedimento se deja caer en un líquido en reposo, ella cae debido a su peso. La velocidad de caída se designará por "w" y se alcanza en la trayectoria rectilínea vertical de la partícula, cuando las fuerzas que actúan sobre las partículas se equilibran.

En el Gráfico Nº3.5.2-1 se muestra un gráfico que permite determinar la velocidad de sedimentación en aguas quietas en función del diámetro "D" de una partícula, basados en ecuaciones estudiadas por diversos investigadores como: Stokes, Rillinger y Budryck.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

GRÁFICO Nº3.5.2-1
VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS SEGÚN SU DIÁMETRO

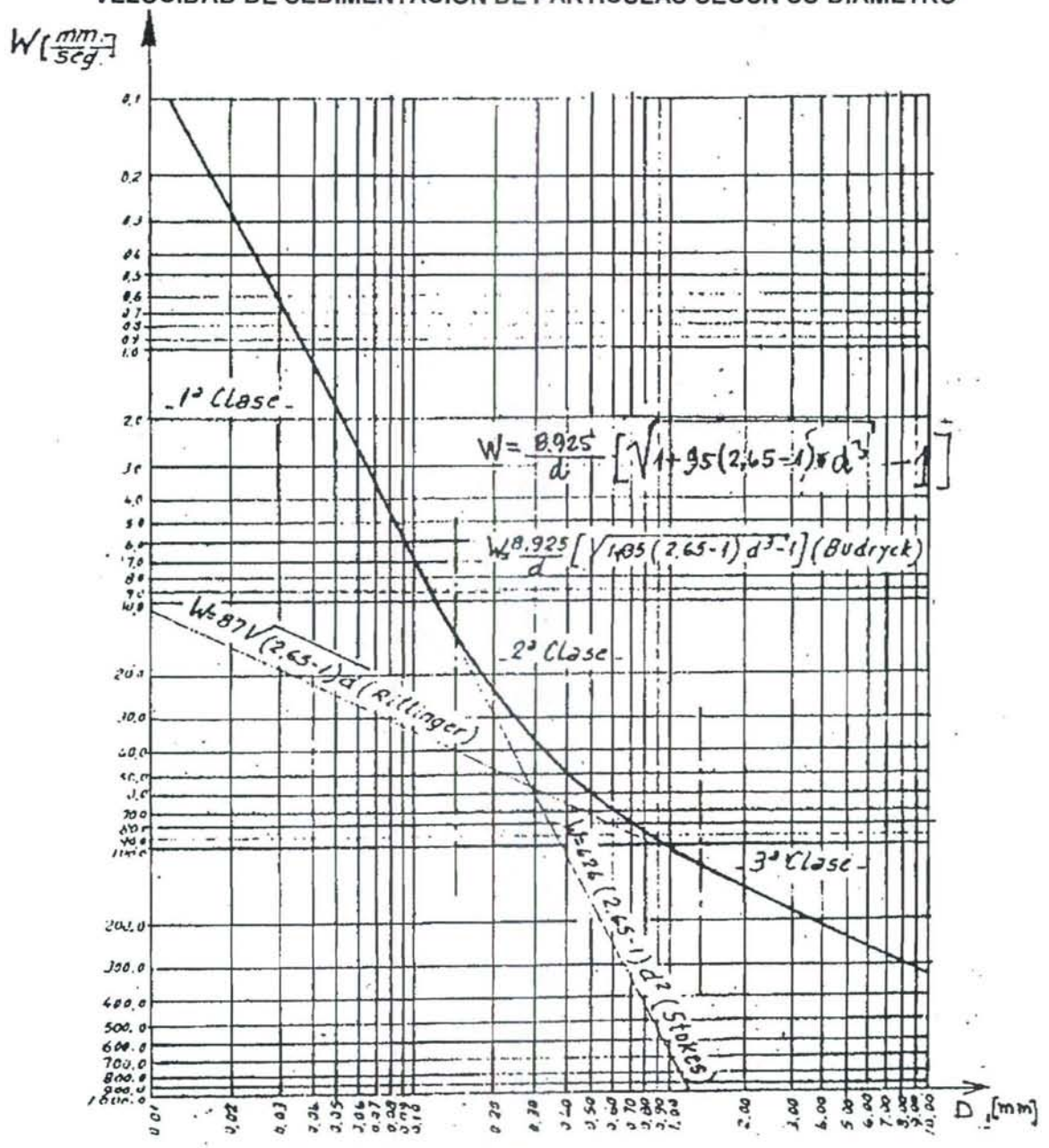


FIG. 4.8 VELOCIDAD DE CAIDA VS DIAMETRO EQUIVALENTE.

Conforme a la literatura técnica, las partículas que decantan en un desarenador tienen formas irregulares y rara vez son esféricas. La influencia de la irregularidad de forma se hace más importante en la medida que aumenta la velocidad de caída. Una partícula que decanta en la cercanía de una pared, su velocidad de caída se afecta debido a la existencia de la capa límite, en que la velocidad del fluido adosada a la pared se anula. Cuando hay una cantidad importante de partículas que están sedimentando en un fluido y se encuentran muy próximas unas con otras, las partículas se interfieren entre sí y la

velocidad de caída disminuye. En este caso las concentraciones son bajas y menores a 1500 ppm, por lo que este efecto de aglomeración de partículas es despreciable.

Los sedimentos en suspensión que llegan a este desarenador, tienen una granulometría variada. Según ya se indicó, todas las partículas de diámetro igual o mayor que Do decantarán en un 100 %. En cambio el rango de partículas de un diámetro menor a Do, decanta sólo parcialmente. Se define el tiempo de caída vertical de partículas mayores o iguales a Do como:

ECUACIÓN N°3.5.2-1
TIEMPO DE CAÍDA VERTICAL

$$t_{cv} = \frac{H}{w}$$

Este es el máximo tiempo de caída de las partículas que se desea retener, por lo tanto el largo del desarenador debe ser tal, que las partículas tengan como mínimo 400 segundos de recorrido horizontal para decantar, es decir el largo del desarenador debe cumplir que:

$$V_{mf} = \frac{L_d}{t_{cv}} \quad \therefore \quad L_d = V_{mf} \cdot t_{cv}$$

Se adopta un largo Ld = 100 m efectivo, es decir, la zona en donde se produce la decantación de las partículas; con lo cual se asegura efectivamente la decantación total de las partículas de tamaño mayor o igual a Do. Para efectos del cálculo preliminar del decantador, se analizará 3 situaciones de ancho basal con 7 m, 8 m y 9 m; y dos alturas de escurrimiento con 2,0 m y 3,0 m los resultados se contienen en el siguiente cuadro.

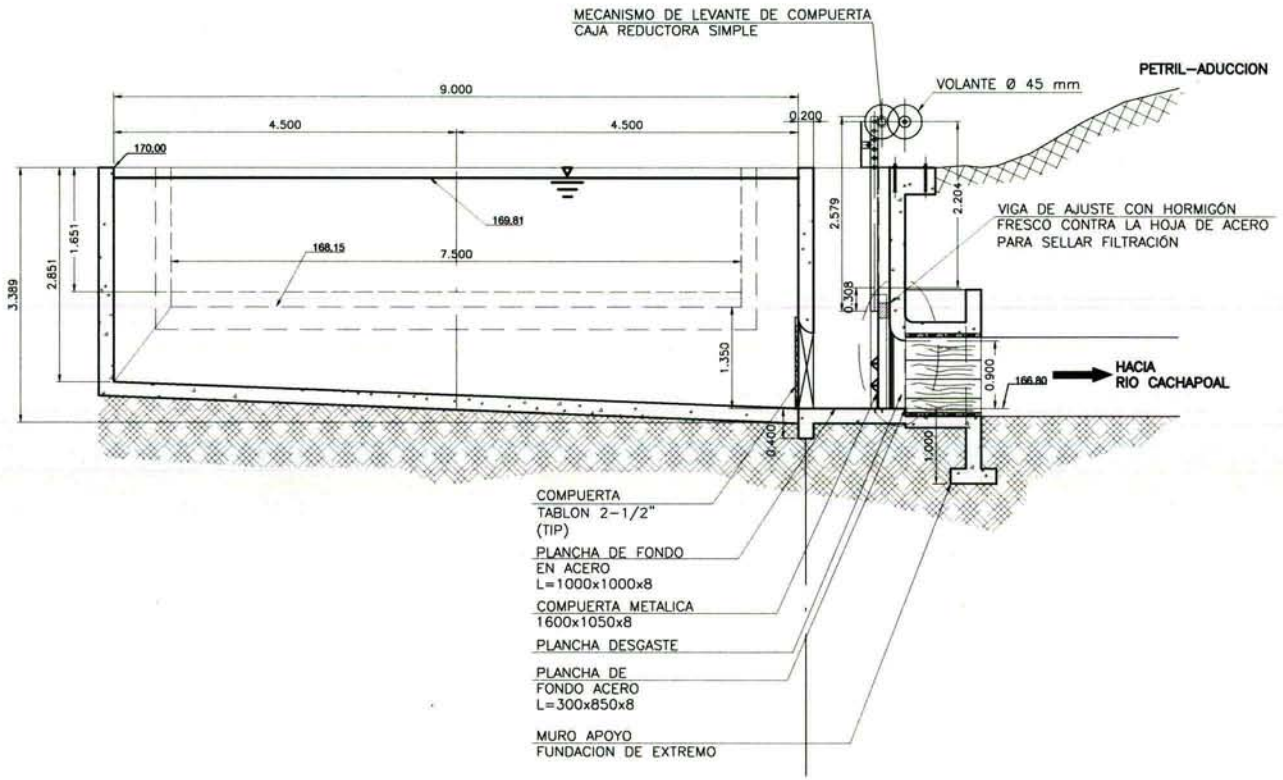
CUADRO N°3.5.2-1
CÁLCULO PRELIMINAR DE UN DECANTADOR

Caudal Q	m^3/s	14		14		14		14		14		14	
Ancho basal	m	7		7		8		8		9		9	
Talud de los bordes		0		0		0		0		0		0	
Altura del escurrimiento	m	3		2		3		2		3		2	
Área de la sección	m^2	21		14		24		16		27		18	
Velocidad del flujo	m/s	0,67		1,00		0,58		0,88		0,52		0,78	
Do	W		tc	L	tc	L	tc	L	tc	L	Tc	L	tc	L
mm	mm/s	m/s	s	m	s	m	s	m	s	m	S	m	s	m
1	100	0,1	30	20	20	20	30	18	20	18	30	16	20	16
0,5	60	0,06	50	33	33	33	50	29	33	29	50	26	33	26
0,2	25	0,025	120	80	80	80	120	70	80	70	120	62	80	62
0,15	15	0,015	200	133	133	133	200	117	133	117	200	104	133	104
0,1	7	0,007	429	286	286	286	429	250	286	250	429	222	286	222
0,05	2	0,002	1500	1000	1000	1000	1500	875	1000	875	1500	778	1000	778
0,02	0,3	0,0003	10000	6667	6667	6667	10000	5833	6667	5833	10000	5185	6667	5185

En conclusión, para un decantador de 100 m de longitud, las partículas captadas están en el rango de 0,15 mm a 0,2 mm. Se recomienda el decantador para 2 m de profundidad y 9m de ancho basal. En las páginas siguiente se contiene la Figura N°3.5.2-1 con el esquema de la sección del decantador tipificado propuesto, y el Cuadro N°3.5.2-2 con las cubicaciones asociadas a esta obra tipo.

SEDIMENTADOR

ESC. 1:100



Gobierno de Chile Ministerio de Agricultura Comision Nacional de Riego	ESTUDIO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE		TITULO: SEDIMENTADOR		
CONSULTOR: PROCIVIL INGENIERIA LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1480 OF. 82 PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 235 86 56 236 03 25	ESCALA: 1:100	FUENTE CARTOGRAFICA:	PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM:	FECHA: 2009	LAMINA: 3.5.2-2

CUADRO N°3.5.2-2
CUBICACIONES EN SEDIMENTADOR; L=100M; SECTOR ADUCCIÓN AGUAS ARRIBA DE COMPUERTA DE ADMISIÓN KM -100

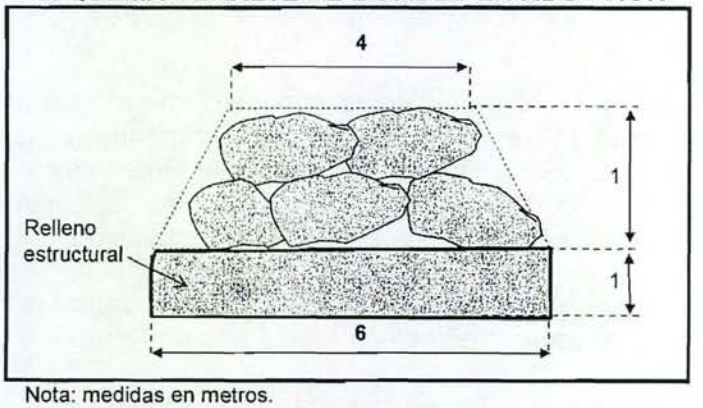
ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD
Sedimentador L=100m; Capacidad máxima Q=14m³/s	un	1,0
Tronadura de roca en banco	m^3	4.900
Excavación con máquina	m^3	1.400
Excavación a mano	m^3	700
Transporte de material a botadero	m^3	10.100

Notas: 1.- Los detalles de la obra propuesta se muestran en la lámina N°22 del Anexo "Planos".

3.5.2.3.- Peralte de bordes en aducción para análisis de sedimentador.

El peralte de los bordes del canal de aproximación a las compuertas de admisión, es una consecuencia del análisis del eje hidráulico en crecida para un periodo de retorno de 250 años. Según el Cuadro N°2.9.1-6 del Capítulo N°2.9 – "Cálculos Hidráulicos", la cota del eje hidráulico en los perfiles del río Cachapoal aguas arriba (perfil N°7-km 800) y aguas abajo (perfil N°8 – km 1.000) de la zona de la compuerta de admisión tienen cota: 174,25 m y 174,31 m respectivamente. Por seguridad se considera el valor mayor. Por otro lado la cota superior del borde de la aducción es 174 m. Por lo tanto, se requiere al menos 174,31m – 174m = 0,31m de peralte. Se adopta un peralte de 1,0 m.

FIGURA N°3.5.2-2
ESQUEMA PERALTE DE BORDES EN ADUCCIÓN



Nota: medidas en metros.

A continuación se muestra el Cuadro N°3.5.2-3 que contiene las cubicaciones calculadas para el peralte.

CUADRO N°3.5.2-3
CUBICACIÓN EN PERALTE DE BORDES – L=200m; SECTOR ADUCCIÓN AGUAS ARRIBA DE COMPUERTA DE ADMISIÓN KM -100

N°	ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD
1.-	Enrocado, sección trapecial: base inferior 6m; base superior 4m; altura 1m; Longitud 200m	m^3	1.000
2.-	Excavación en material semi duro	m^3	1.200
3.-	Relleno estructural en torno a obra	m^3	1.200
4.-	Transporte de material a botadero (esponjamiento 30%)	m^3	1.560

3.5.2.4.- Rejas desbasurizadoras.

En forma complementaria a otras obras de mitigación de la contaminación del agua, se consultan 3 rejas desbasurizadoras en el canal matriz, cuya ubicación propuesta es la siguiente:

i.- Km 2,053 sector puente Nº1 - Iván Urzúa,
ii.- Km 5,017 sector puente Nº4 - José Luis De Vicente; y
iii.- Km 7,17 sector Retén Viejo del canal matriz.

La selección de los sitios propuestos por la Asociación del canal Almahue para la ubicación de estas rejas desbasurizadoras se basa principalmente en la facilidad de acceso y conforme a la ubicación de los asentamientos urbanos de gran densidad poblacional que es la localidad de Larmahue. No se consulta rejas en los canales derivados, porque estos no cruzan zonas densamente pobladas.

Para la distribución de las rejas a lo largo del canal matriz se dividió el trazado en 3 tramos de aproximadamente 2,5 Km cada uno. Aproximadamente al término de cada uno de ellos se ubicó una reja. Estas rejas retienen las basuras incorporadas al flujo en una forma homogénea. La ubicación de la reja Nº3, que se ubica aguas arriba del marco partidor el Reten Viejo retiene las basuras inmediatamente antes de llegar al sector de los canales derivados El Salto y Santa Amelia.

La ubicación definitiva de las rejas quedará sujeta a una decisión posterior de la Asociación.

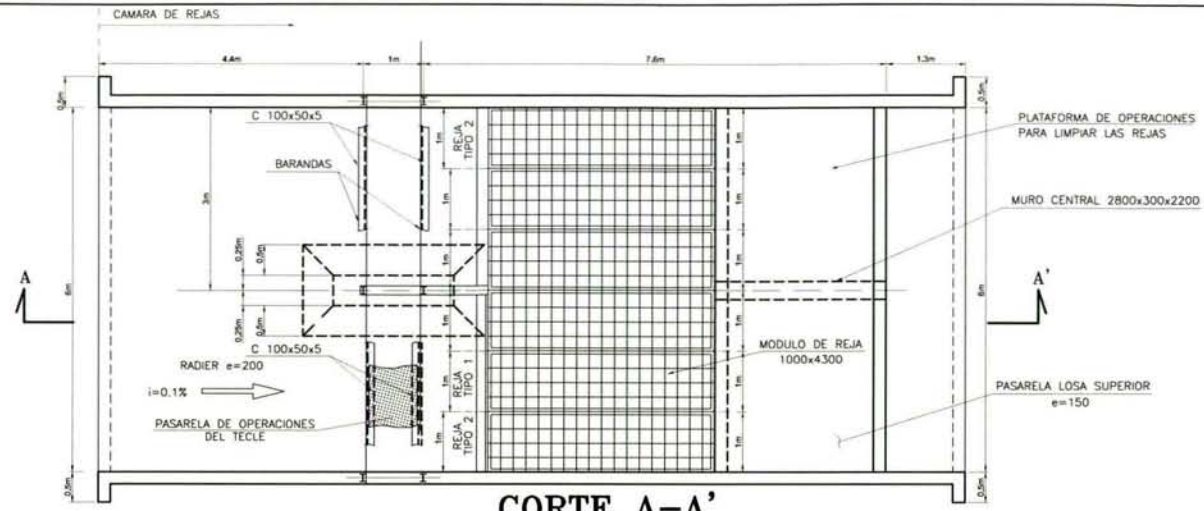
Las rejas que se contienen en el presupuesto son de limpieza manual, con un costo directo de aproximadamente $18 millones, tal como corresponde a las rejas instaladas recientemente en el año 2009 la construcción del sedimentador-decantador de la Asociación Canales Unidos de Buín. En su prediseño se consulta un sistema de seguridad de vertedero por encima de la reja en caso de colmatación.

La Asociación podrá extraer la basura y acopiarla para el retiro por parte de la I. Municipalidad de Pichidegua, como lo establece del Código de Aguas.

A continuación en la Figura Nº3.5.2-3 se presenta un esquema con la reja tipificada propuesta en el diseño y además se contiene en la lámina Nº41 del anexo Planos.

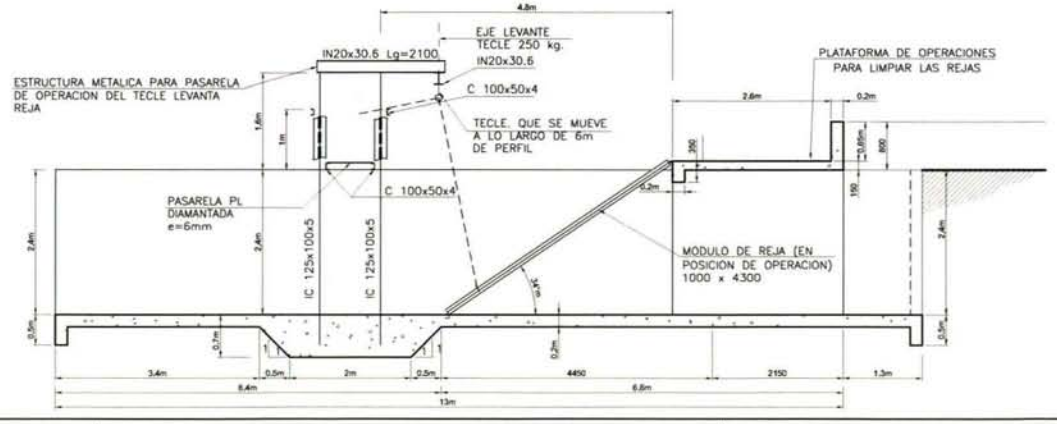
PLANTA REJA DESBASURIZADORA TIPIFICADA

ESC. 1:125



CORTE A–A'

ESC. 1:125



Gobierno de Chile Ministerio de Agricultura Comisión Nacional de Riego	ESTUDIO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE		TITULO: REJA DESBASURIZADORA TIPIFICADA		
CONSULTOR: PROCIVIL INGENIERIA LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1480 OF. 82 PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 235 86 56 236 03 25	ESCALA: 1:125	FUENTE CARTOGRAFICA:	PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM:	FECHA: 2009	LAMINA: 3.5.2-3

3.5.2.5.- Recuperación de camino de servicio.

Se consulta como parte del proyecto multiuso y como mecanismo de mitigación de la contaminación, la instalación de un cerco paralelo al canal matriz, con alambre de púas. Este cerco, que marcará la nueva franja de servidumbre servirá como medio para distanciar el acceso hacia el canal de los vecinos colindantes y facilitar la inspección de la Asociación a los eventuales efluentes. Se aclara que con motivo del revestimiento proyectado del canal matriz, en muchos tramos se obtiene una menor sección y un menor ancho superficial. Lo anterior sirve para recuperar un terreno de unos 3 m de ancho al borde del canal que se utilizará para tráfico principalmente de quienes realizan las labores de mantención y control de efluentes al canal.

Este nuevo camino debe protegerse mediante un cerco para separarlo de la propiedad colindante. Este cerco de protección se consulta a lo largo de todo el canal y por ambos bordes, salvo que existan viviendas que se hayan construido encima del camino de servicio. Actualmente es posible acceder al canal matriz, pero en determinados sectores es necesario solicitar permiso, porque existen cercos que llegan prácticamente al borde del canal.

En los 58 puentes existentes en el canal matriz se consultan puertas para poder acceder al camino de servicio sin interferir con el paso de peatones o vehículos.

CUADRO N°3.5.2-4
CERCO RUSTICO
PROTECCIÓN DEL CAMINO DE SERVICIO EN AMBOS BORDES

Nº	ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD
1	Cerco rustico que incluye: 1 poste de álamo impregnado cada 2,5m y dimensiones 3"x3" L=3m; 5 corridas de alambre de púas #16. La cantidad de postes requeridos es de 12.000m/2,5m/poste = 4.800postes. El alambre requerido es de 12.000mx5=60.000m	m	12.000

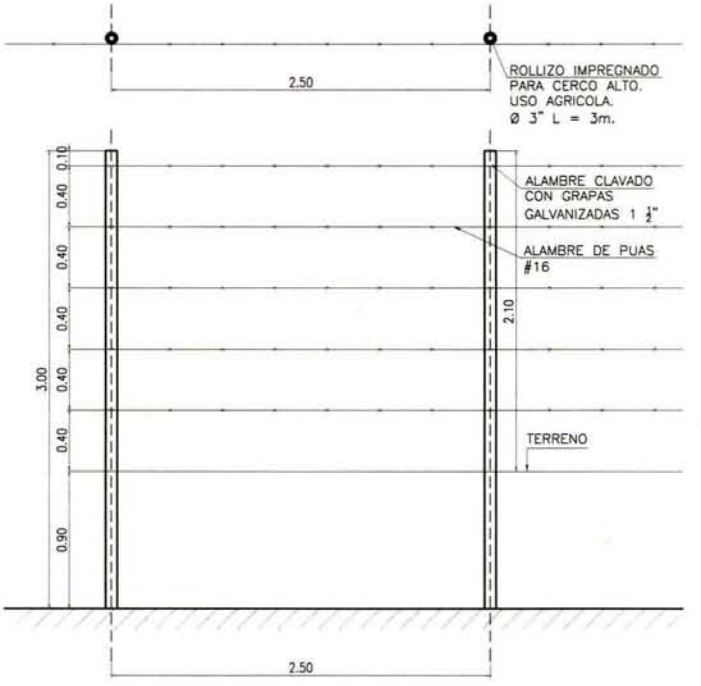
Nota: **1.-** Se considera cercos en ambos bordes del canal. De la longitud total de 7.140m se ha restado estimativamente 1.140m correspondientes al ancho de puentes, cruces, y zonas de dificultad de acceso.

Se incluye en la Figura N°3.5.2-4 el esquema con cercos rústicos para protección del camino de servicio.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

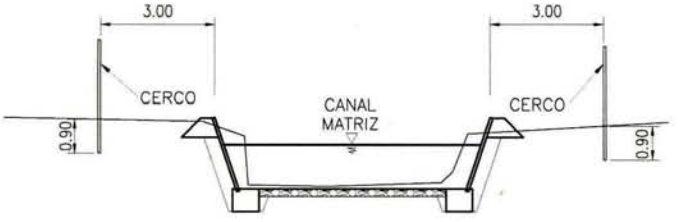
DETALLE CERCO RURAL PARA PROTECCIÓN DE CAMINO DE SERVICIO

ESCALA 1:50



ESQUEMA DE COLOCACION DE CERCO

ESCALA 1:200



Gobierno de Chile Ministerio de Agricultura Comision Nacional de Riego	ESTUDIO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE		TITULO: DETALLE CERCO RURAL PARA PROTECCION DE CAMINO DE SERVICIO		
CONSULTOR: PROCIVIL INGENIERIA LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1480 OF.82 PROVIDENCIA-SANTIAGO FONOS: 235 86 56 236 03 25	ESCALA: INDICADAS	FUENTE CARTOGRAFICA:	PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM:	FECHA: 2009	LAMINA: 3.5.2-4

3.5.3.- Obras de conducción y de aforo en el canal Matriz.

3.5.3.1.- Nueva sección y refuerzo de bordes con revestimiento en el canal Matriz.

3.5.3.1.1.- Generalidades.

El mejoramiento del canal matriz solicitado por la Asociación consiste en reforzar los bordes mediante revestimiento. El revestimiento existente se conserva, salvo la mampostería que abarca 120 m lineales, que se encuentra en regular a mal estado de conservación, tal como se señaló en el punto Nº2.5.2 – "Canales de Riego" del Capítulo Nº2.5 – "Infraestructura". También se analiza el costo de revestir el fondo del canal.

Con los resultados del cálculo hidráulico contenidos en el punto Nº3.3.9.3 – "Cálculo Hidráulico de la Alternativa Nº4", se concluye que el revestimiento del canal matriz requiere una altura de muro de 1,90 m correspondiente a 4 losetas de hormigón armado y una altura de muro de 1,40 correspondiente a 3 losetas de hormigón armado, ambos con talud del borde 1/3. El caudal de diseño del canal con el revestimiento propuesto es de 11,5 m^3/s correspondiente aproximadamente al caudal 50% de probabilidad de excedencia a nivel de bocatoma. La altura de bordes en cada tramo queda determinada en términos generales por la altura del escurrimiento calculado, más una altura adicional conforme a la revancha adoptada según figura en el punto Nº3.3.4.5 – "Revanchas Consideradas".

Para efecto del presupuesto se asume conservadoramente que el revestimiento del canal matriz abarca también todo el sector donde están actualmente instaladas las ruedas.

3.5.3.1.2.- Antecedentes del prediseño del revestimiento.

La solución de revestimiento que se prediseña corresponde a la propuesta en el estudio de alternativas del Capítulo Nº3.3.11 – "Análisis Comparativo de las Alternativas de Revestimiento", consistente en revestir ambos bordes mediante losetas especiales de hormigón armado de dimensiones 1 m x 0,5 m x 8 cm y pilares de hormigón armado de 2,85 m de longitud y sección transversal de 14 cm por 14 cm. El revestimiento incluye una fundación corrida de hormigón armado y una mocheta corrida de hormigón con bolón desplazador en el extremo superior del pilar, en calidad de barda exterior. Para minimizar la posible pérdida de agua se consulta un mortero de emboquillado en el canto de unión entre 2 losetas. Esta solución evita pérdidas por infiltración al contemplarse el revestimiento del lecho con albañilería de piedras de 0,2 m de espesor.

Según el análisis de alternativas del Capítulo Nº3.3.11, ésta solución prediseñada es la de mayor conveniencia, dado que tiene la mayor relación caudal recuperado versus el costo. Comparativamente esta solución tiene una mejor relación beneficio agronómico/costo. El tipo de loseta prediseñada es coincidente con las que utiliza la Asociación, atendiendo al buen resultado que han dado en todos los revestimientos ejecutados a partir del año 2003. Este tipo de soluciones ha sido también ampliamente usado por otras organizaciones de regantes, como es el caso específico de la Asociación Canales Unidos de Buín, que tienen revestimientos en buen estado de conservación, con losetas que tienen más de 15 años de operación.

En las fotografías siguientes se puede apreciar las características generales de este tipo de revestimiento, que destaca además por su rapidez de ejecución, que en este caso tiene gran importancia dado que una parte significativa del trabajo se realiza al interior de propiedades privadas. Dichos propietarios evalúan comúnmente en forma negativa el tiempo que son sometidos a los efectos propios del tráfico de maquinaria y de personal que ocurre durante el período de construcción.

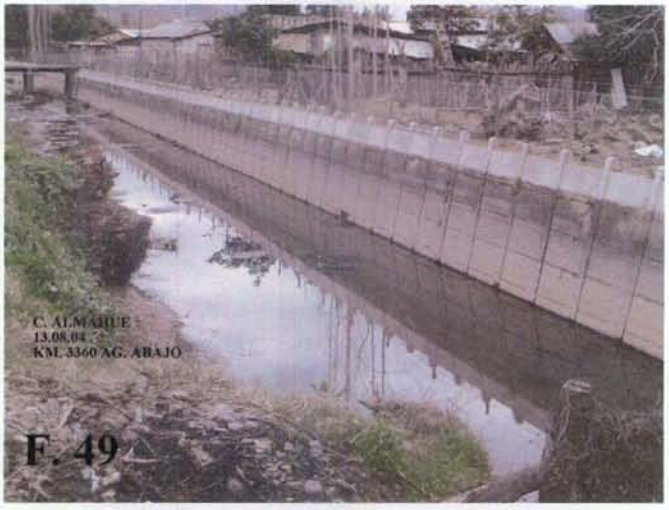
En el Capítulo Nº3.3.9.4 – "Cálculo Estructural de la Alternativa Nº4", se contiene el análisis estructural completo de los pilares y de las losetas que garantizan adecuadamente la estabilidad frente a los esfuerzos solicitantes presentes. Las dimensiones de esta obra se contienen en los planos de diseño. Por seguridad se consulta a nivel de la evaluación económica un porcentaje mínimo del orden de 5 % por concepto de reposición de losetas a los 15 años de operación.

Fotografía Nº3.5.3-1: Se observa la colocación en el año 2005 del revestimiento en el borde izquierdo del canal Matriz Almahue - Km 0,6 mediante una altura de 4 losetas prefabricadas. Correspondiente al año 2005. Se observa la fundación corrida de hormigón. Este revestimiento consulta una altura de 4 losetas, con un talud del borde de H:V 1:3. Detrás del revestimiento se completa el espacio con abundante material de relleno que es del tipo ripio fluvial.

FOTOGRAFÍA Nº3.5.3-1

Fotografía Nº3.5.3-2: Canal Almahue Km 3.36 en el año 2004. Se observa el estado de las losetas que en el año 2004 llevaban 6 años de operación. A la fecha llevan 11 años de operación y siguen sin sufrir daño inminente que amerite una mantención. Algunas losetas cercanas al fondo del canal han sufrido algún grado menor de desgaste solamente.

FOTOGRAFÍA Nº3.5.3-2

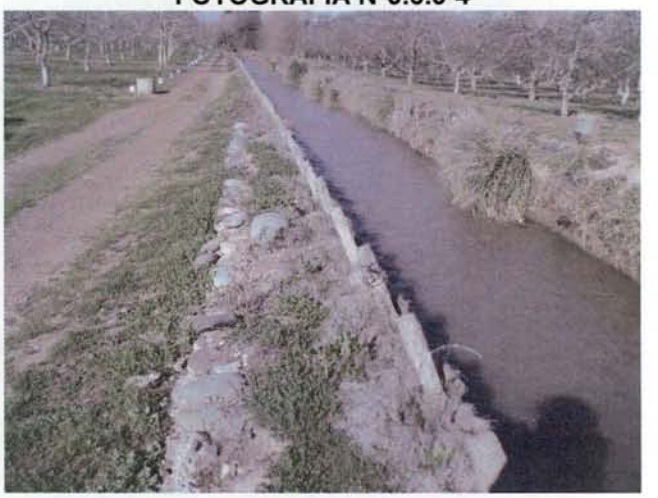


Fotografía Nº3.5.3-3: Canal Quinta,- Asociación Canales Unidos de Buín. Revestimiento con losetas prefabricadas al interior del predio Valbifrut en el Ramal Quinta. Se observa el buen estado del revestimiento de losetas construidas hace 15 años Este revestimiento no ha sufrido daño que amerite una mantención.

FOTOGRAFÍA Nº3.5.3-3

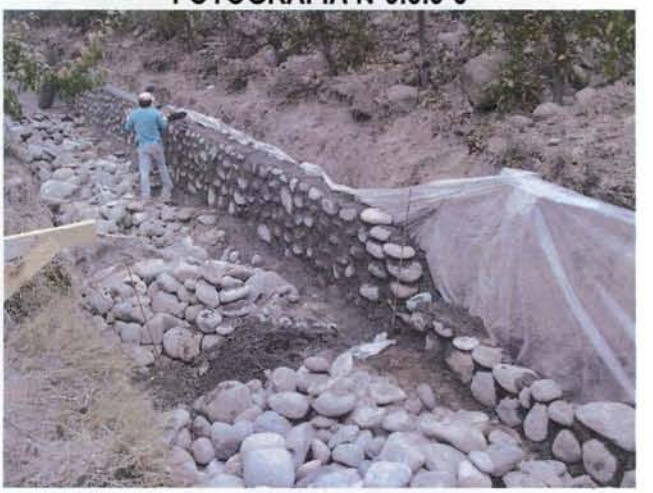
Fotografía Nº3.5.3-4: Canal Quinta – Asociación Canales Unidos de Buín. Se observa detrás de la loseta del borde derecho del canal, la barda construida con mortero y bolón desplazador en el tramo final del revestimiento. Este revestimiento tiene 15 años de operación sin mantención. Las losetas son de hormigón armadura simple de malla Acma, de 1,5 m de longitud, altura 1,5 m, 4 cm de espesor. El talud es 1/3.

FOTOGRAFÍA Nº3.5.3-4



Fotografía Nº3.5.3-5: El revestimiento de fondo que se observa, corresponde a albañilería de piedras del mismo tipo que el seleccionado.

FOTOGRAFÍA Nº3.5.3-5



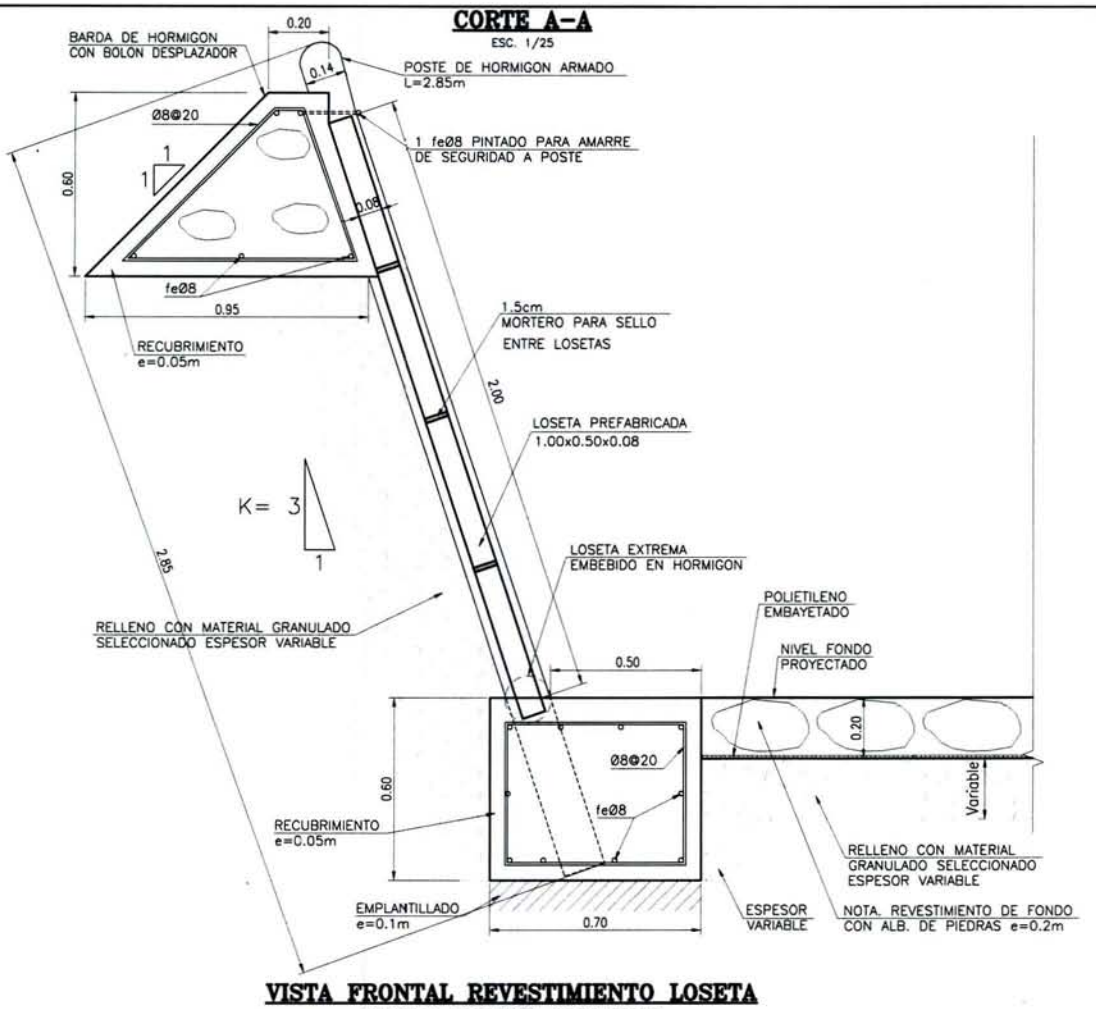
El revestimiento de albañilería tiene la ventaja adicional que permite el tráfico eventual de maquinaria del tipo retro excavadora y bobcat con ruedas neumáticas de goma, que se utilizan comúnmente durante la mantención de limpieza anual del canal. En los planos se entrega un detalle del tipo de revestimiento de fondo, el cual se dispone sobre un film de polietileno embayetado, para evitar la fuga de la lechada de cemento.

En la Figura Nº3.5.3-1 se entrega un esquema de la solución de revestimiento con bordes de loseta y fondo con albañilería de piedra.

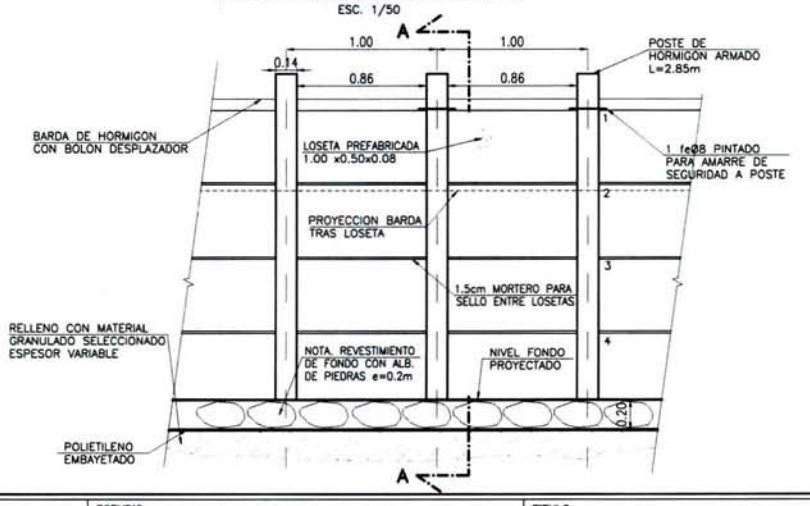
PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

REVESTIMIENTO LOSETA CANAL MATRIZ ALMAHUE

CORTE A-A
ESC. 1/25



VISTA FRONTAL REVESTIMIENTO LOSETA CANAL MATRIZ ALMAHUE
ESC. 1/50



Gobierno de Chile Ministerio de Agricultura Comisión Nacional de Riego	ESTUDIO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE		TITULO: REVESTIMIENTO LOSETA CANAL MATRIZ ALMAHUE Y FONDO REVESTIDO CON ALBAÑILERIA DE PIEDRAS		
CONSULTOR: PROCIVIL INGENIERIA LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1480 OF.82 PROVIDENCIA-SANTIAGO FONOS: 235 86 56 236 03 25	ESCALA: INDICADAS	FUENTE CARTOGRAFICA:	PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM:	FECHA: 2009	LAMINA: 3.5.3-1

En el Cuadro Nº3.5.3-1 siguiente se entrega el resumen de los revestimientos prediseñados, con indicación de su ubicación, materiales y cubicación en metros lineales.

CUADRO Nº3.5.3-1
REFUERZO DE BORDE - REVESTIMIENTO CON LOSETAS PREFABRICADAS DE H.A.

Nº	ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD
1.-	km 0,000 - km 0,600; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	1.200
2.-	km 0,600 - km 0,650; Revestimiento de borde derecho; h=2,0m; k=1/3	m	50
3.-	km 0,650 - km 0,761; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	2.220
4.-	km 0,767 - km 0,779; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	24
5.-	km 0,779 - km 0,821; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	84
6.-	km 0,821 - km 1,016; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	390
7.-	km 1,020 - km 1,029; Revestimiento de borde derecho; h=2,0m; k=1/3	m	9
8.-	km 1,029 - km 1,163; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	268
9.-	km 1,166 - km 1,176; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	20
10.-	km 1,176 - km 1,190; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	28
11.-	km 1,190 - km 2,053; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	1.726
12.-	km 2,062 - km 2,137; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	150
13.-	km 2,141 - km 2,187; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	90
14.-	km 2,187 - km 2,331; Revestimiento de borde izquierdo; h=2,0m; k=1/3	m	144
15.-	km 2,331 - km 2,334; Revestimiento de borde izquierdo; h=2,0m; k=1/3	m	3
16.-	km 2,334 - km 2,534; Revestimiento de borde izquierdo; h=2,0m; k=1/3	m	200
17.-	km 2,534 - km 2,582; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	96
18.-	km 2,582 - km 2,982; Revestimiento de borde izquierdo; h=2,0m; k=1/3	m	400
19.-	km 2,982 - km 3,132; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	300
20.-	km 3,140 - km 3,231; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	182
21.-	km 3,231 - km 3,292; Revestimiento de borde izquierdo; h=2,0m; k=1/3	m	61
22.-	km 3,292 - km 3,323; Revestimiento de borde izquierdo; h=2,0m; k=1/3	m	31
23.-	km 3,323 - km 3,410; Revestimiento de borde izquierdo; h=2,0m; k=1/3	m	87
24.-	km 3,410 - km 3,420; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	20
25.-	km 3,420 - km 3,500; Revestimiento de borde izquierdo; h=2,0m; k=1/3	m	80
26.-	km 3,500 - km 3,869; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	738
27.-	km 3,869 - km 3,892; Revestimiento de borde izquierdo; h=2,0m; k=1/3	m	23
28.-	km 3,892 - km 3,896; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	8
29.-	km 3,896 - km 3,960; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	128
30.-	km 3,960 - km 3,973; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	26
31.-	km 3,973 - km 3,977; Revestimiento de borde derecho; h=2,0m; k=1/3	m	4
32.-	km 3,977 - km 4,264; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	574
33.-	km 4,274 - km 5,017; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	1.486
34.-	km 5,024 - km 5,360; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	672
35.-	km 5,370 - km 5.700; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	660
36.-	km 5,700 - km 6.170; Revestimiento de ambos bordes; h=1,5m; k=1/3	m	940
37.-	km 6,170 - km 6,196; Revestimiento de borde derecho; h=1,5m; k=1/3	m	26
38.-	km 6,196 - km 6,288; Revestimiento de ambos bordes; h=1,5m; k=1/3	m	184
39.-	km 6,288 - km 6,302; Revestimiento de borde derecho; h=1,5m; k=1/3	m	14
40.-	km 6,302 - km 6,336; Revestimiento de borde derecho; h=1,5m; k=1/3	m	34
41.-	km 6,336 - km 7,100; Revestimiento de ambos bordes; h=1,5m; k=1/3	m	1.528
42.-	km 7,100 - km 7,170; Revestimiento de ambos bordes; h=2,0m; k=1/3	m	140

Nota: cada metro lineal de revestimiento considera 1 poste prefabricado de hormigón armado y 3 o 4 losetas prefabricadas.

Se verificó la capacidad del canal revestido, analizando el eje hidráulico para un caudal de 14 m³/s, que es aproximadamente el caudal 40 % de probabilidad de excedencia en bocatoma. Este cálculo se contiene en el Anexo Nº3.5.3-A y se presenta resumido en el Gráfico Nº3.5.3-1 siguiente. Este eje hidráulico permite concluir que para 14 m³/s, la revancha calculada es nula en la mayoría de los casos, pero sin desbordes, lo cual orienta a la Asociación sobre la operación del canal.

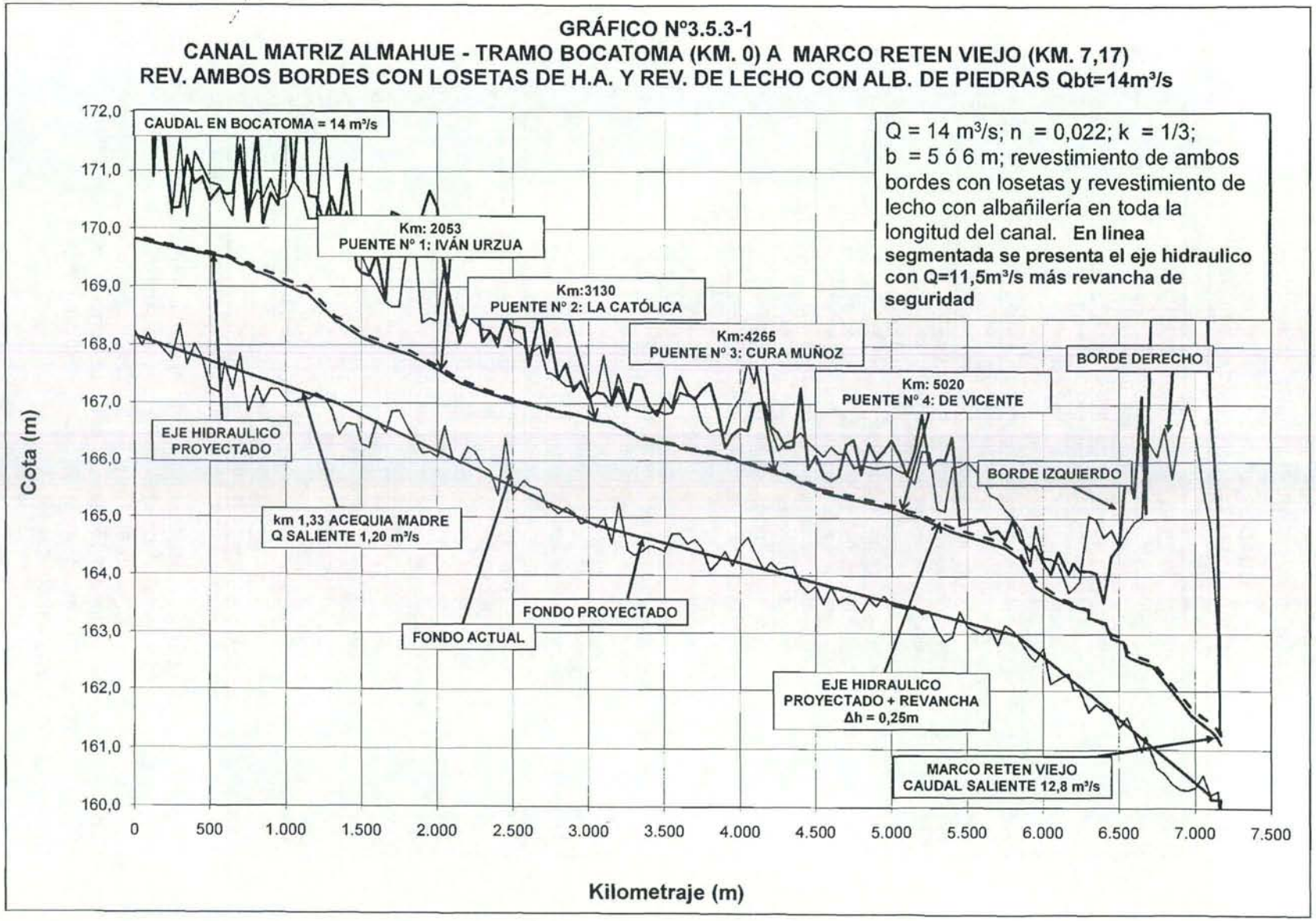


GRÁFICO N°3.5.3-1
CANAL MATRIZ ALMAHUE - TRAMO BOCATOMA (KM. 0) A MARCO RETEN VIEJO (KM. 7,17)
REV. AMBOS BORDES CON LOSETAS DE H.A. Y REV. DE LECHO CON ALB. DE PIEDRAS Qbt=14m³/s
Q = 14 m³/s; n = 0,022; k = 1/3; b = 5 ó 6 m; revestimiento de ambos bordes con losetas y revestimiento de lecho con albañilería en toda la longitud del canal. En linea segmentada se presenta el eje hidraulico con Q=11,5m³/s más revancha de seguridad
CAUDAL EN BOCATOMA = 14 m³/s
Km: 2053 PUENTE N° 1: IVÁN URZUA
Km:3130 PUENTE N° 2: LA CATÓLICA
Km:4265 PUENTE N° 3: CURA MUÑOZ
Km: 5020 PUENTE N° 4: DE VICENTE
BORDE DERECHO
BORDE IZQUIERDO
EJE HIDRAULICO PROYECTADO
km 1,33 ACEQUIA MADRE Q SALIENTE 1,20 m³/s
FONDO ACTUAL
FONDO PROYECTADO
EJE HIDRAULICO PROYECTADO + REVANCHA Δh = 0,25m
MARCO RETEN VIEJO CAUDAL SALIENTE 12,8 m³/s
Cota (m)
172,0
171,0
170,0
169,0
168,0
167,0
166,0
165,0
164,0
163,0
162,0
161,0
160,0
0
500
1.000
1.500
2.000
2.500
3.000
3.500
4.000
4.500
5.000
5.500
6.000
6.500
7.000
7.500
Kilometraje (m)

3.5.3.1.3.- Reperfilamiento del canal Matriz.

Con motivo de la geometría propuesta para el canal matriz, y la colocación de los revestimientos que definen una nueva sección transversal, se procede a la cubicación de los movimientos de tierra, para ello se determinó en cada uno de los perfiles transversales del canal Matriz, la sección afectada por excavación y por relleno estructural en torno a obra. El cálculo del volumen final se efectúa mediante la fórmula del paralelogramo, cuyos resultados se presentan en el Cuadro Nº3.5.3-2 siguiente.

CUADRO Nº3.5.3-2
VOLÚMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRA EN CANAL MATRIZ

KM	Sección a excavar	Sección a rellenar	Inicio	Término	Longitud Tramo	Sección media de excavación	Volumen excavado	Sección media de relleno	Volumen de relleno
(m)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m)	(m^2)	(m^3)	(m^2)	(m^3)
0	8,49	1,62	0	50	50	6,31	**315,3**	2,35	**117,3**
50	4,12	3,07	50	88	38	8,81	**334,8**	2,25	**85,5**
88	13,50	1,43	88	100	12	12,30	**147,5**	1,50	**18,0**
100	11,09	1,57	100	107	7	11,18	**78,2**	1,66	**11,6**
107	11,26	1,75	107	126	19	9,38	**178,1**	1,89	**35,8**
126	7,49	2,02	126	146	20	7,59	**151,8**	1,98	**39,5**
146	7,69	1,93	146	150	4	7,91	**31,6**	1,93	7,7
150	8,13	1,93	150	166	16	8,19	**131,0**	1,98	**31,6**
166	8,24	2,02	166	200	34	8,85	**300,9**	2,11	**71,7**
200	9,46	2,20	200	246	46	6,92	**318,3**	2,50	**114,8**
246	4,38	2,79	246	250	4	4,30	**17,2**	2,71	**10,8**
250	4,21	2,62	250	300	50	5,15	**257,5**	2,55	**127,3**
300	6,09	2,47	300	350	50	4,49	**224,3**	3,95	**197,5**
350	2,88	5,43	350	400	50	3,51	**175,3**	6,23	**311,5**
400	4,13	7,03	400	450	50	4,07	**203,3**	5,45	**272,5**
450	4,00	3,87	450	500	50	3,07	**153,5**	4,87	**243,3**
500	2,14	5,86	500	550	50	2,43	**121,3**	5,31	**265,5**
550	2,71	4,76	550	563	13	2,92	**37,9**	4,77	**62,0**
563	3,12	4,78	563	597	34	3,59	**121,9**	3,68	**125,1**
597	4,05	2,58	597	600	3	4,05	**12,1**	2,63	**7,9**
600	4,04	2,68	600	650	50	2,74	**137,1**	1,82	**90,8**
650	6,93	4,58	650	700	50	8,52	**426,0**	3,01	**150,3**
700	10,11	1,43	700	750	50	6,37	**318,5**	5,92	**296,0**
750	2,63	10,41	750	761	11	2,60	**28,5**	9,67	**106,4**
761	2,56	8,94	761	767	6	0,00	**0,0**	0,00	**0,0**
767	2,56	8,94	767	779	12	2,56	**30,7**	8,94	**107,2**
779	2,56	8,94	779	800	21	2,53	**53,0**	8,20	**172,1**
800	2,49	7,46	800	809	9	2,48	**22,3**	7,20	**64,8**
809	2,47	6,94	809	821	12	2,87	**34,5**	6,44	**77,3**
821	3,28	5,94	821	850	29	3,68	**106,6**	5,44	**157,8**
850	4,08	4,94	850	900	50	8,66	**432,8**	3,95	**197,3**
900	13,23	2,95	900	950	50	8,02	**400,8**	3,86	**193,0**
950	2,80	4,77	950	1.000	50	2,83	**141,5**	4,25	**212,3**
1.000	2,86	3,72	1.000	1.008	8	3,04	**24,3**	4,01	**32,1**
1.008	3,22	4,30	1.008	1.016	8	5,59	**44,7**	4,19	**33,5**
1.016	7,96	4,08	1.016	1.029	13	0,00	**0,0**	0,00	**0,0**
1.029	7,96	4,08	1.029	1.050	21	10,33	**216,9**	3,97	**83,4**
1.050	12,70	3,86	1.050	1.100	50	7,75	**387,5**	4,28	**213,8**
1.100	2,80	4,69	1.100	1.110	10	2,76	**27,6**	5,10	**51,0**
1.110	2,72	5,50	1.110	1.150	40	2,70	**108,0**	4,75	**189,8**
1.150	2,68	3,99	1.150	1.163	13	2,72	**35,3**	4,02	**52,3**
1.163	2,76	4,05	1.163	1.166	3	0,00	**0,0**	0,00	**0,0**
1.166	2,76	4,05	1.166	1.176	10	2,76	**27,6**	4,05	**40,5**
1.176	2,76	4,05	1.176	1.190	14	2,76	**38,6**	4,05	**56,7**
1.190	2,76	4,05	1.190	1.200	10	2,79	**27,9**	4,08	**40,8**

CUADRO Nº3.5.3-2 (continuación)
VOLÚMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRA EN CANAL MATRIZ

KM	Sección a excavar	Sección a rellenar	Inicio	Término	Longitud Tramo	Sección media de excavación	Volumen excavado	Sección media de relleno	Volumen de relleno
(m)	(m²)	(m²)	(m²)	(m²)	(m)	(m²)	(m³)	(m²)	(m³)
1.200	2,83	4,11	1.200	1.250	50	4,94	**246,8**	2,96	**147,8**
1.250	7,04	1,80	1.250	1.300	50	4,97	**248,3**	3,60	**180,0**
1.300	2,89	5,40	1.300	1.350	50	8,27	**413,3**	5,08	**254,0**
1.350	13,64	4,76	1.350	1.400	50	7,04	**351,8**	4,31	**215,5**
1.400	0,43	3,86	1.400	1.450	50	3,51	**175,3**	3,77	**188,3**
1.450	6,58	3,67	1.450	1.467	17	6,87	**116,8**	3,64	**61,8**
1.467	7,16	3,60	1.467	1.500	33	6,20	**204,6**	4,16	**137,3**
1.500	5,24	4,72	1.500	1.550	50	5,32	**266,0**	5,28	**264,0**
1.550	5,40	5,84	1.550	1.600	50	4,80	**239,8**	4,38	**219,0**
1.600	4,19	2,92	1.600	1.650	50	4,54	**226,8**	2,70	**135,0**
1.650	4,88	2,48	1.650	1.661	11	4,54	**49,9**	2,57	**28,3**
1.661	4,19	2,66	1.661	1.700	39	7,13	**277,9**	2,05	**80,0**
1.700	10,06	1,44	1.700	1.750	50	10,23	**511,5**	1,44	**72,0**
1.750	10,40	1,44	1.750	1.800	50	11,72	**586,0**	1,44	**72,0**
1.800	13,04	1,44	1.800	1.850	50	9,67	**483,5**	1,76	**87,8**
1.850	6,30	2,07	1.850	1.900	50	5,89	**294,3**	2,34	**116,8**
1.900	5,47	2,60	1.900	1.950	50	6,67	**333,5**	2,43	**121,3**
1.950	7,87	2,25	1.950	2.000	50	9,37	**468,5**	2,30	**114,8**
2.000	10,87	2,34	2.000	2.050	50	12,06	**602,8**	1,89	**94,5**
2.050	13,24	1,44	2.050	2.053	3	10,94	**32,8**	1,57	**4,7**
2.053	8,64	1,70	2.053	2.062	9	0,00	**0,0**	0,00	**0,0**
2.062	8,64	1,70	2.062	2.100	38	6,34	**240,9**	1,83	**69,5**
2.100	4,04	1,96	2.100	2.137	37	4,62	**170,9**	1,96	**72,5**
2.137	5,20	1,96	2.137	2.141	4	0,00	**0,0**	0,00	**0,0**
2.141	5,20	1,96	2.141	2.150	9	5,78	**52,0**	1,96	**17,6**
2.150	6,36	1,96	2.150	2.187	37	6,50	**240,6**	1,65	**61,1**
2.187	6,65	1,34	2.187	2.200	13	5,13	**66,6**	0,70	**9,0**
2.200	6,93	0,72	2.200	2.250	50	5,65	**282,3**	0,73	**36,3**
2.250	4,36	0,73	2.250	2.300	50	5,10	**254,8**	0,73	**36,3**
2.300	5,83	0,72	2.300	2.331	31	4,13	**128,0**	0,55	**17,1**
2.331	4,85	0,77	2.331	2.334	3	2,43	**7,3**	0,39	**1,2**
2.334	4,85	0,77	2.334	2.350	16	3,15	**50,4**	0,60	**9,6**
2.350	3,87	0,82	2.350	2.400	50	4,84	**241,8**	1,66	**83,0**
2.400	5,80	2,50	2.400	2.450	50	7,57	**378,3**	1,61	**80,5**
2.450	9,33	0,72	2.450	2.500	50	10,23	**511,5**	1,26	**63,0**
2.500	11,13	1,80	2.500	2.534	34	7,68	**261,2**	1,33	**45,3**
2.534	8,48	1,73	2.534	2.550	16	7,15	**114,4**	1,70	**27,1**
2.550	5,82	1,66	2.550	2.573	23	4,88	**112,1**	1,88	**43,2**
2.573	3,93	2,10	2.573	2.582	9	4,67	**42,0**	1,76	**15,8**
2.582	5,40	1,41	2.582	2.600	18	4,79	**86,1**	0,71	**12,8**
2.600	6,87	0,72	2.600	2.606	6	6,96	**41,7**	0,72	**4,3**
2.606	7,04	0,72	2.606	2.650	44	7,56	**332,4**	0,72	**31,7**
2.650	8,07	0,72	2.650	2.679	29	8,74	**253,3**	0,72	**20,9**
2.679	9,40	0,72	2.679	2.700	21	9,88	**207,4**	0,82	**17,1**
2.700	10,35	0,91	2.700	2.725	25	9,84	**246,0**	1,24	**31,0**
2.725	9,33	1,57	2.725	2.750	25	5,82	**145,5**	1,90	**47,4**
2.750	2,31	2,22	2.750	2.800	50	2,18	**108,8**	3,23	**161,3**
2.800	2,04	4,23	2.800	2.850	50	3,69	**184,3**	2,55	**127,3**
2.850	5,33	0,86	2.850	2.900	50	4,60	**230,0**	0,93	**46,5**
2.900	3,87	1,00	2.900	2.944	44	6,14	**270,2**	1,38	**60,7**
2.944	8,41	1,76	2.944	2.950	6	7,73	**46,4**	1,71	**10,3**
2.950	7,04	1,66	2.950	2.982	32	5,82	**186,2**	1,26	**40,4**
2.982	9,20	1,73	2.982	3.000	18	10,28	**185,0**	1,76	**31,6**
3.000	11,36	1,79	3.000	3.050	50	7,62	**381,0**	2,17	**108,3**
3.050	3,88	2,54	3.050	3.100	50	5,19	**259,3**	1,99	**99,3**
3.100	6,49	1,43	3.100	3.132	32	6,55	**209,5**	1,82	**58,2**
3.132	6,61	2,21	3.132	3.140	8	0,00	**0,0**	0,00	**0,0**

CUADRO Nº3.5.3-2 (continuación)
VOLÚMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRA EN CANAL MATRIZ

KM	Sección a excavar	Sección a rellenar	Inicio	Término	Longitud Tramo	Sección media de excavación	Volumen excavado	Sección media de relleno	Volumen de relleno
(m)	(m²)	(m²)	(m²)	(m²)	(m)	(m²)	(m³)	(m²)	(m³)
3.140	6,61	2,21	3.140	3.150	10	6,66	**66,6**	2,60	**26,0**
3.150	6,72	2,99	3.150	3.195	45	6,40	**288,0**	2,71	**122,0**
3.195	6,08	2,43	3.195	3.200	5	5,97	**29,9**	2,34	**11,7**
3.200	5,86	2,24	3.200	3.231	31	5,86	**181,7**	2,24	**69,4**
3.231	5,86	2,24	3.231	3.250	19	2,53	**48,1**	2,49	**47,2**
3.250	2,13	3,85	3.250	3.255	5	2,08	**10,4**	3,04	**15,2**
3.255	2,03	2,22	3.255	3.292	37	1,62	**59,8**	1,79	**66,1**
3.292	2,41	2,71	3.292	3.300	8	1,99	**15,9**	2,27	**18,2**
3.300	2,78	3,19	3.300	3.323	23	2,01	**46,2**	2,70	**62,2**
3.323	2,47	4,43	3.323	3.350	27	1,70	**45,8**	3,94	**106,4**
3.350	2,16	5,67	3.350	3.400	50	2,38	**118,8**	5,41	**270,3**
3.400	2,59	5,14	3.400	3.410	10	1,89	**18,9**	3,75	**37,5**
3.410	2,37	4,70	3.410	3.420	10	2,37	**23,7**	4,70	**47,0**
3.420	2,37	4,70	3.420	3.450	30	1,67	**50,0**	3,31	**99,2**
3.450	2,15	4,26	3.450	3.500	50	2,15	**107,3**	3,47	**173,5**
3.500	2,14	2,68	3.500	3.550	50	4,11	**205,5**	4,47	**223,3**
3.550	3,94	3,57	3.550	3.600	50	6,76	**337,8**	2,50	**125,0**
3.600	9,57	1,43	3.600	3.623	23	8,06	**185,3**	1,34	**30,8**
3.623	6,55	1,25	3.623	3.626	3	0,00	**0,0**	0,00	**0,0**
3.626	6,55	1,25	3.626	3.650	24	5,03	**120,8**	1,15	**27,7**
3.650	3,52	1,06	3.650	3.700	50	4,62	**231,0**	1,40	**70,0**
3.700	5,72	1,74	3.700	3.750	50	5,99	**299,3**	1,63	**81,5**
3.750	6,25	1,52	3.750	3.800	50	7,60	**379,8**	2,33	**116,3**
3.800	8,94	3,13	3.800	3.850	50	6,16	**307,8**	3,01	**150,5**
3.850	3,37	2,89	3.850	3.869	19	4,30	**81,7**	2,53	**48,0**
3.869	5,24	2,17	3.869	3.892	23	2,62	**60,2**	1,08	**24,9**
3.892	5,24	2,17	3.892	3.895	3	5,24	**15,7**	2,17	**6,5**
3.895	5,24	2,17	3.895	3.900	5	6,17	**30,8**	1,80	**9,0**
3.900	7,10	1,44	3.900	3.950	50	7,14	**356,8**	1,87	**93,5**
3.950	7,17	2,30	3.950	3.959	9	7,29	**65,6**	2,09	**18,8**
3.959	7,41	1,87	3.959	3.973	14	7,41	**103,7**	1,87	**26,2**
3.973	7,41	1,87	3.973	3.977	4	3,70	**14,8**	0,94	**3,7**
3.977	7,41	1,87	3.977	4.000	23	7,52	**173,0**	1,66	**38,1**
4.000	7,64	1,44	4.000	4.050	50	8,75	**437,5**	1,44	**72,0**
4.050	9,86	1,44	4.050	4.091	41	8,93	**365,9**	1,44	**59,0**
4.091	7,99	1,44	4.091	4.100	9	8,11	**73,0**	1,44	**13,0**
4.100	8,23	1,44	4.100	4.150	50	8,36	**417,8**	1,62	**80,8**
4.150	8,48	1,79	4.150	4.158	8	8,39	**67,1**	1,89	**15,1**
4.158	8,29	1,98	4.158	4.200	42	6,36	**267,1**	1,91	**80,0**
4.200	4,43	1,83	4.200	4.250	50	4,32	**216,0**	1,73	**86,3**
4.250	4,21	1,62	4.250	4.264	14	5,07	**71,0**	1,58	**22,1**
4.264	5,93	1,53	4.264	4.274	10	0,00	**0,0**	0,00	**0,0**
4.274	5,93	1,53	4.274	4.300	26	6,79	**176,5**	1,49	**38,6**
4.300	7,65	1,44	4.300	4.350	50	6,43	**321,5**	2,91	**145,5**
4.350	5,21	4,38	4.350	4.400	50	4,93	**246,3**	3,53	**176,5**
4.400	4,64	2,68	4.400	4.450	50	3,57	**178,3**	3,64	**182,0**
4.450	2,49	4,60	4.450	4.500	50	2,69	**134,3**	6,93	**346,5**
4.500	2,88	9,26	4.500	4.550	50	2,52	**125,8**	8,46	**422,8**
4.550	2,15	7,65	4.550	4.600	50	2,46	**122,8**	6,29	**314,3**
4.600	2,76	4,92	4.600	4.650	50	2,53	**126,3**	6,61	**330,3**
4.650	2,29	8,29	4.650	4.700	50	2,61	**130,3**	8,22	**410,8**
4.700	2,92	8,14	4.700	4.750	50	2,74	**136,8**	7,37	**368,5**
4.750	2,55	6,60	4.750	4.800	50	2,35	**117,3**	8,79	**439,3**
4.800	2,14	10,97	4.800	4.850	50	2,57	**128,5**	7,84	**391,8**
4.850	3,00	4,70	4.850	4.900	50	3,21	**160,5**	4,84	**241,8**
4.900	3,42	4,97	4.900	4.950	50	3,19	**159,3**	5,29	**264,5**
4.950	2,95	5,61	4.950	5.000	50	2,94	**147,0**	4,87	**243,5**

CUADRO Nº3.5.3-2 (continuación)
VOLÚMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRA EN CANAL MATRIZ

KM	Sección a excavar	Sección a rellenar	Inicio	Término	Longitud Tramo	Sección media de excavación	Volumen excavado	Sección media de relleno	Volumen de relleno
(m)	(m²)	(m²)	(m²)	(m²)	(m)	(m²)	(m³)	(m²)	(m³)
5.000	2,93	4,13	5.000	5.017	17	2,92	**49,6**	4,57	**77,7**
5.017	2,91	5,02	5.017	5.024	7	0,00	**0,0**	0,00	**0,0**
5.024	2,91	5,02	5.024	5.050	26	2,89	**75,2**	5,46	**141,9**
5.050	2,88	5,90	5.050	5.100	50	2,95	**147,5**	5,22	**261,0**
5.100	3,02	4,54	5.100	5.150	50	3,02	**151,0**	5,19	**259,5**
5.150	3,02	5,84	5.150	5.200	50	3,09	**154,5**	4,75	**237,3**
5.200	3,16	3,65	5.200	5.250	50	3,10	**155,0**	4,30	**215,0**
5.250	3,04	4,95	5.250	5.300	50	3,04	**152,0**	6,10	**305,0**
5.300	3,04	7,25	5.300	5.350	50	2,95	**147,3**	6,97	**348,3**
5.350	2,85	6,68	5.350	5.360	10	2,78	**27,8**	8,74	**87,4**
5.360	2,71	10,81	5.360	5.370	10	0,00	**0,0**	0,00	**0,0**
5.370	2,71	10,81	5.370	5.400	30	2,64	**79,2**	12,87	**386,0**
5.400	2,57	14,93	5.400	5.450	50	3,21	**160,3**	14,58	**729,0**
5.450	3,84	14,23	5.450	5.500	50	3,38	**169,0**	11,21	**560,5**
5.500	2,92	8,19	5.500	5.600	100	2,80	**279,5**	8,88	**887,5**
5.600	2,67	9,56	5.600	5.650	50	2,90	**145,0**	8,92	**446,0**
5.650	3,13	8,28	5.650	5.700	50	2,74	**137,0**	9,55	**477,5**
5.700	2,35	10,82	5.700	5.750	50	2,85	**142,5**	8,87	**443,3**
5.750	3,35	6,91	5.750	5.800	50	3,21	**160,5**	7,04	**351,8**
5.800	3,07	7,16	5.800	5.850	50	3,18	**158,8**	6,67	**333,5**
5.850	3,28	6,18	5.850	5.900	50	2,91	**145,5**	6,83	**341,5**
5.900	2,54	7,48	5.900	5.914	14	2,48	**34,7**	7,59	**106,3**
5.914	2,42	7,70	5.914	5.950	36	3,87	**139,1**	5,21	**187,4**
5.950	5,31	2,71	5.950	6.000	50	4,59	**229,3**	2,58	**128,8**
6.000	3,86	2,44	6.000	6.050	50	3,63	**181,3**	3,17	**158,3**
6.050	3,39	3,89	6.050	6.100	50	4,41	**220,5**	3,30	**165,0**
6.100	5,43	2,71	6.100	6.150	50	5,76	**287,8**	2,28	**113,8**
6.150	6,08	1,84	6.150	6.168	18	6,18	**111,2**	1,71	**30,7**
6.168	6,28	1,57	6.168	6.170	2	6,17	**12,3**	1,82	**3,6**
6.170	6,06	2,07	6.170	6.196	26	3,03	**78,7**	1,04	**26,9**
6.196	6,06	2,07	6.196	6.200	4	5,94	**23,8**	2,32	**9,3**
6.200	5,83	2,57	6.200	6.240	40	5,93	**237,2**	2,39	**95,4**
6.240	6,03	2,20	6.240	6.250	10	6,24	**62,4**	2,30	**23,0**
6.250	6,45	2,39	6.250	6.288	38	5,75	**218,3**	2,49	**94,7**
6.288	5,04	2,60	6.288	6.300	12	3,08	**36,9**	2,05	**24,6**
6.300	3,63	2,80	6.300	6.302	2	3,00	**6,0**	2,04	**4,1**
6.302	4,72	2,54	6.302	6.336	34	2,36	**80,2**	1,27	**43,2**
6.336	4,72	2,54	6.336	6.350	14	5,27	**73,7**	2,41	**33,7**
6.350	5,81	2,28	6.350	6.400	50	4,39	**219,5**	3,51	**175,3**
6.400	2,97	4,73	6.400	6.450	50	4,51	**225,3**	3,29	**164,3**
6.450	6,04	1,84	6.450	6.500	50	5,58	**278,8**	2,44	**121,8**
6.500	5,11	3,03	6.500	6.550	50	9,05	**452,5**	2,23	**111,5**
6.550	12,99	1,43	6.550	6.600	50	15,04	**752,0**	1,75	**87,5**
6.600	17,09	2,07	6.600	6.650	50	18,35	**917,3**	2,51	**125,5**
6.650	19,60	2,95	6.650	6.675	25	20,82	**520,4**	2,16	**54,0**
6.675	22,03	1,37	6.675	6.700	25	21,59	**539,8**	1,88	**47,0**
6.700	21,15	2,39	6.700	6.750	50	21,49	**1074,3**	2,84	**141,8**
6.750	21,82	3,28	6.750	6.800	50	19,41	**970,5**	3,26	**162,8**
6.800	17,00	3,23	6.800	6.850	50	17,11	**855,3**	3,42	**170,8**
6.850	17,21	3,60	6.850	6.900	50	18,33	**916,5**	3,54	**176,8**
6.900	19,45	3,47	6.900	6.950	50	23,70	**1185,0**	3,23	**161,5**
6.950	27,95	2,99	6.950	7.000	50	29,87	**1493,5**	2,65	**132,3**
7.000	31,79	2,30	7.000	7.050	50	25,20	**1260,0**	1,87	**93,5**
7.050	18,61	1,44	7.050	7.100	50	22,15	**1107,3**	1,67	**83,3**
7.100	25,68	1,89	7.100	7.150	50	25,68	**1283,8**	1,67	**83,3**
7.150	25,67	1,44	7.150	7.163	13	25,67	**333,7**	1,44	**18,7**
7.163	25,67	1,44	7.163	7.170	7	25,67	**179,7**	1,44	**10,1**

Los resultados anteriores se pueden resumir en la siguiente tabla:

CUADRO Nº3.5.3-3
RESUMEN DE MOVIMIENTOS DE TIERRA EN CANAL MATRIZ

Volumen total de excavación	46.682	m^3
Volumen total de relleno	26.236	m^3
Volumen de material de transporte a botadero	60.687	m^3

Notas: el transporte a botadero considera un esponjamiento del 30% del volumen excavado.

3.5.3.2.- Descarga del canal al río Cachapoal.

Para definir la ubicación de la descarga se realizaron recorridos conjuntamente con los profesionales de la Asociación, para identificar sitios posibles para descargar el canal matriz al río Cachapoal, teniendo especialmente en cuenta que el sector de Larmahue está muy poblado lo cual limita notoriamente las alternativas factibles. Los lugares visitados fueron 3; uno en el Km 2,05, el otro en Km 5,05 y finalmente el último en el Km 5,5 que corresponde al trazado del camino público de Larmahue a Pichidegua. El Km 2,05 quedó descartado, porque no tiene gran ventaja al ubicarse muy cercano a la bocatoma con una cuenca aportante de sólo 6,7 Km^2 (Capítulo Nº2.3.2 – "Escorrentía de Cuencas Pluviométricas que interfieren con el Canal Almahue y sus Derivados"). El Km 5,5 se descartó, porque ese mismo trazado se usó para descargar el sistema de alcantarillado de Larmahue (ver mapa Nº2.7.2-2 del Capítulo Nº2.7.2 – "Detección de puntos contaminantes"). Con esos antecedentes se optó por la solución que propuso la Asociación en el Km 5,05, que es por un camino interior de un predio agrícola que llega precisamente hasta el borde del río Cachapoal. La cuenca aportante en este caso es de 14,6 Km^2 (Capítulo Nº2.3.2)

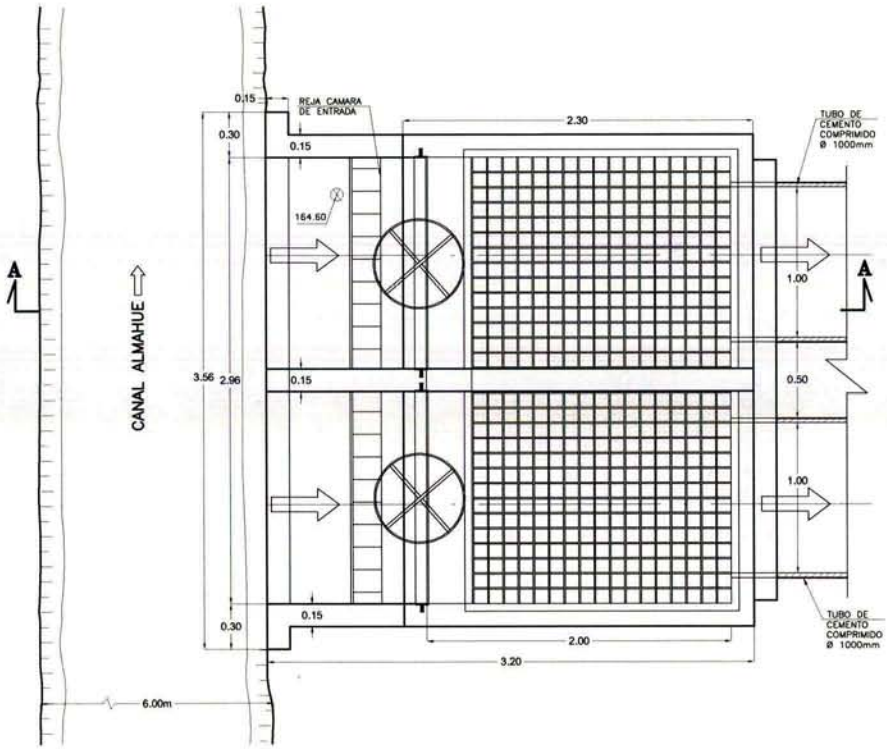
La descarga consiste básicamente en dos tuberías enterradas de hormigón comprimido de 1.500 m de longitud, adecuada para descarga individual de 1,75 m^3/s con un diámetro de 1.000 mm y una pendiente media de 0,5‰. El cálculo de la capacidad de descarga y detalles del prediseño se entrega en las páginas siguientes.

De acuerdo al Cuadro Nº2.3.2-36 del Capítulo Nº2.3.2, para una lluvia con período de retorno de 50 años, el caudal acumulado en el marco Retén Viejo es de 15,94 m^3/s. La descarga sugerida permite la evacuación de 1,75 m^3/s por cada uno de los 2 tubos, permitiendo que en el marco el reten viejo el caudal remanente sea 12,44 m^3/s que es un valor menor a la capacidad de diseño del canal matriz de 14m^3/s.

En la Figura Nº3.5.3-2 se muestra la lámina con el detalle de la descarga.

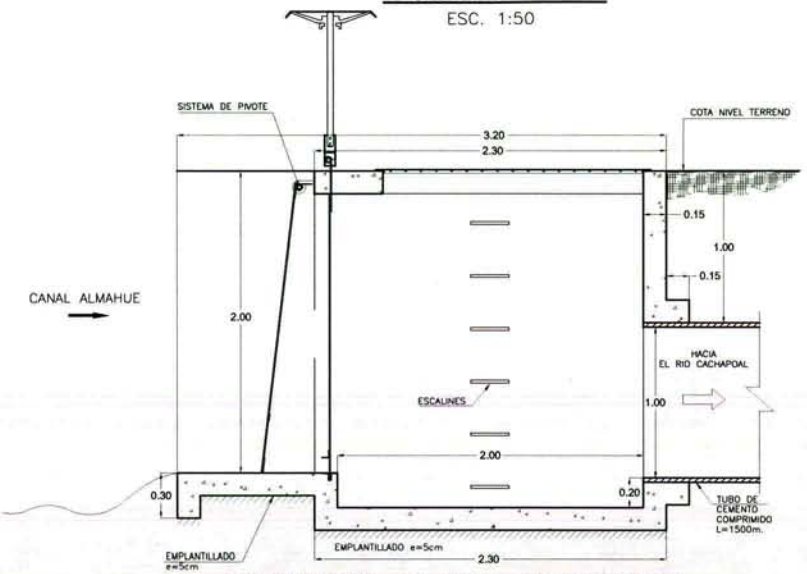
PLANTA CAMARA DE CARGA CON VENTILACION

ESC. 1:50



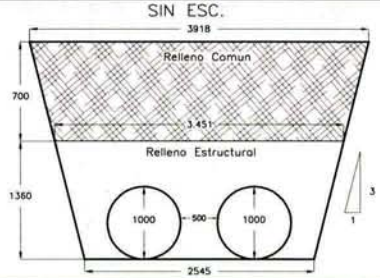
CORTE A–A'

ESC. 1:50



DETALLE TUBO CEMENTO COMPRIMIDO Ø1000 mm

SIN ESC.



Gobierno de Chile Ministerio de Agricultura Comision Nacional de Riego	ESTUDIO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE		TITULO: DESCARGA DESDE EL CANAL AL RIO CACHAPOAL		
CONSULTOR: PROCIVIL INGENIERIA LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1480 OF. 82 PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 235 86 56 236 03 25	ESCALA: 1:50	FUENTE CARTOGRAFICA:	PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM:	FECHA: 2009	LAMINA: 3.5.3-2

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

PROCIVIL INGENIERIA LTDA.		MEMORIA DE CÁLCULO		
PROYECTO:	CNR. PROM - ALMAHUE	JEFE PROYECTO:		
DISEÑO	DESCARGA GRAVITACIONAL km 5,05			
MATERIA:	DISEÑO Y CUBICACIÓN DESCARGA GRAVITACIONAL	FIRMA AUTOR:		Pág.
AUTOR:	JG	FECHA:	14 de Julio de 2009	1 de 2

1.- CALCULO DE SECCIÓN OPTIMA PARA CONDUCCIÓN ENTUBADA

1.1.- ESCURRIMIENTO NORMAL y CRITICO

ANTECEDENTES:

Diámetro interior del tubo : 1,00 (m)

Rugosidades : (n)
a). n media en tramo : 0,013
b). n * 1.1 = 0,014
c). n / 1.1 = 0,012
Pendientes : (i)
a). i media en tramo : 0,005
b). i * 1.1 = 0,005
c). i / 1.1 = 0,004

PASO = 0,086

A.- CASO CON PENDIENTE MEDIA y RUGOSIDAD MEDIA:

Altura Agua h (m)	Rugosidad n	Pendiente i	Diám.. Tubo (m)	Escurrimiento Normal			Escurrimiento Crítico		
				Caudal (m3/s)	Vel. (m/s)	Bernoulli Bn (m)	Caudal (m3/s)	Vel. (m/s)	Bernoulli Bc (m)
0,05	0,013	0,0047	1	0,008	0,54	0,06	0,008	0,57	0,07
0,14	0,013	0,0047	1	0,065	1,01	0,19	0,061	0,96	0,18
0,22	0,013	0,0047	1	0,177	1,36	0,32	0,161	1,24	0,30
0,31	0,013	0,0047	1	0,337	1,64	0,45	0,304	1,48	0,42
0,39	0,013	0,0047	1	0,537	1,87	0,57	0,488	1,70	0,54
0,48	0,013	0,0047	1	0,764	2,05	0,69	0,713	1,91	0,67
0,57	0,013	0,0047	1	1,005	2,19	0,81	0,976	2,13	0,80
0,65	0,013	0,0047	1	1,244	2,29	0,92	1,281	2,36	0,94
0,70	0,013	0,0047	1	1,358	2,33	0,97	1,451	2,49	1,01
0,74	0,013	0,0047	1	1,465	2,36	1,02	1,635	2,63	1,09
0,78	0,013	0,0047	1	1,562	2,37	1,07	1,838	2,79	1,18
0,82	0,013	0,0047	1	1,646	2,38	1,11	2,066	2,98	1,28
0,87	0,013	0,0047	1	1,711	2,37	1,15	2,337	3,23	1,40
0,91	0,013	0,0047	1	1,753	2,34	1,19	2,690	3,58	1,57
0,95	0,013	0,0047	1	1,759	2,28	1,22	3,264	4,23	1,86
1,00	0,013	0,0047	1	1,682	2,14	1,23	6,129	7,81	4,105

SENSIBILIDAD DEL ESCURRIMIENTO:
CASO B : PENDIENTE ALTA y RUGOSIDAD BAJA.

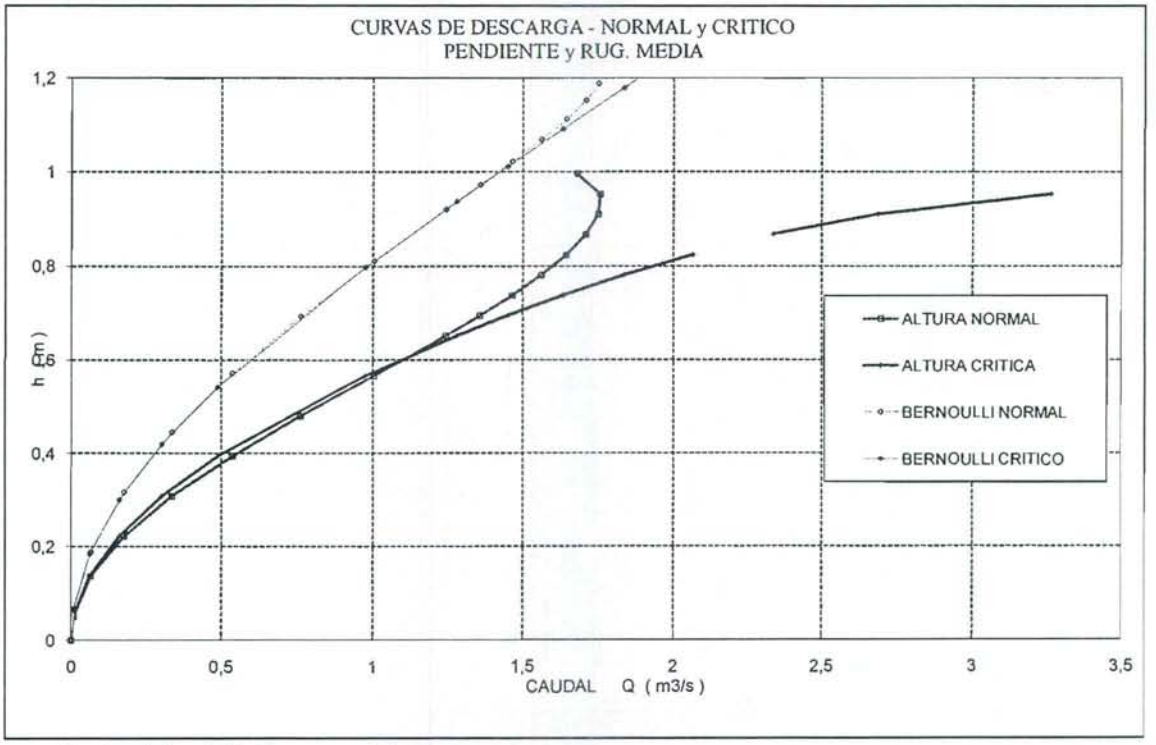
Altura Agua h (m)	Rugosidad n	Pendiente i	Diám.. Tubo (m)	Escurrimiento Normal		
				Caudal (m3/s)	Vel. (m/s)	Bernoulli Bn (m)
0,09	0,012	0,0051	1	0,028	0,86	0,12
0,17	0,012	0,0051	1	0,120	1,33	0,26
0,26	0,012	0,0051	1	0,271	1,69	0,40
0,34	0,012	0,0051	1	0,474	1,98	0,54
0,43	0,012	0,0051	1	0,715	2,21	0,68
0,52	0,012	0,0051	1	0,981	2,40	0,81
0,60	0,012	0,0051	1	1,257	2,54	0,93

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

SENSIBILIDAD DEL ESCURRIMIENTO:

CASO C : PENDIENTE BAJA y RUGOSIDAD ALTA.

Altura Agua h (m)	Rugosidad n	Pendiente i	Diám.. Tubo (m)	Escurrimiento Normal		
				Caudal (m3/s)	Vel. (m/s)	Bernoulli Bn (m)
0,09	0,014	0,0042	1	0,022	0,67	0,11
0,17	0,014	0,0042	1	0,093	1,04	0,23
0,26	0,014	0,0042	1	0,211	1,32	0,35
0,34	0,014	0,0042	1	0,369	1,54	0,47
0,43	0,014	0,0042	1	0,557	1,72	0,58
0,52	0,014	0,0042	1	0,764	1,87	0,69
0,60	0,014	0,0042	1	0,979	1,98	0,80



De acuerdo a lo anterior, el diseño recomendado es:

D = 1,00 m (que se obtiene del gráfico para el caudal dado)

Se entrega a continuación el Cuadro Nº3.5.3-4 con los antecedentes principales de la obra prediseñada, y con indicación de su ubicación, materiales y cubicación a nivel de perfil. Originalmente coincidía el trazado de la descarga al río con la tubería forzada para la hidrogeneración Nº2, sin embargo la hidrogeneración resultó económicamente inviable.

CUADRO Nº3.5.3-4
DESCANSO MEDIANTE DESCARGA DESDE EL CANAL MATRIZ AL RIO CACHAPOAL
DOS TUBERÍAS D=1.000mm
CAUDAL CADA TUBO Q=1,75m³/s – LARGO CADA TUBO=1.500m
KM 5,05 DEL CANAL MATRIZ

1.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m**	UNIDAD	CANTIDAD
1.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S= 30 m2 ; e = 20 cm	m^2	60,0
1.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	m^3	12,0
2.-	Cámara de entrada con sistema de toma de aire (tubo piezométrico) y compuerta de control con mecanismo de volante y tornillo inicio de descarga gravitacional entubada	UNIDAD	CANTIDAD
2.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	Kg	516,0
2.2.-	HORMIGÓN H25	m^3	8,0
2.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	m^3	8,0
2.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	m^2	60,0
2.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	dia	14,0
2.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	m^3	2,6
2.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m^3	8,0
2.8.-	MECANISMO ESPECIAL A PEDIDO PARA COMPUERTA	un	2,0
2.9.-	COMPUERTA DE METAL DE 1,0*1,0m (5mm ESPESOR)	Kg	84,6
3.-	**Descarga gravitacional entubada desde el canal al río Cachapoal 2 TUBOS L=1.500m D=1000mm;**	UNIDAD	CANTIDAD
3.1.-	TUBO DE CEMENTO COMPRIMIDO L=1500 m DIÁMETRO 1000mm TIPO ARBP	ml	3.000,0
3.2.-	SOBRECARGO POR COLOCACIÓN A MAYOR PROFUNDIDAD H=1,5m	ml	3.000,0

Notas: 1.- Detalles de la obra se presentan en la Lámina Nº 27 del Anexo "Planos".

3.5.3.3.- Aportes o descargas de quebradas laterales al canal Matriz.

En el canal matriz se consultan obras laterales del tipo cubeta desripiadora consistente básicamente en estanques con trampa y grada de bajada que son adecuadas para decantar los sedimentos, ripios y material particulado. Este material es proveniente de las siguientes 4 quebradas principales que conducen aguas lluvia:

i.- Quebrada sin nombre en el Km 0,4 - Caudal: 1,09 m^3/s;
ii.- Quebrada Quiroz o El Toro Km 1,31 – Caudal 5,2 m^3/s;
iii.- Quebrada El Arroyo o San Agustín Km 4,02 – Caudal 1,24 m^3/s; y
iv.- Quebrada Magaña Km 5,76- Caudal 3,6 m^3/s.

Según lo observado en terreno y de acuerdo a lo señalado por la Asociación del canal Almahue, el material particulado proveniente de quebradas que llega al canal, y que deben retirar anualmente durante el período de limpia, no sobrepasa de 2 a 3 camionadas, es decir unos 15 m^3/ año, lo cual es bastante poco incidente en el costo de mantención. Por ese motivo solicitó la Asociación diseñar las obras desripiadoras laterales en las quebradas lo más cercano posible al canal matriz, de forma de poder ahorrar en los fletes para traslado del material sedimentado al botadero.

Cada una de estas 4 quebradas descarga actualmente al canal Almahue mediante una entubación o alcantarilla para cruzar bajo el camino público. Es importante señalar que aún no se pone en práctica el convenio propuesto por la I. Municipalidad de Pichidegua

para descargar aguas lluvia que llegan al canal mediante las obras de urbanismo público que construye el Serviu en el tramo comprendido entre el Km 5,0 y 5,5 del canal matriz Almahue. Conforme a las recomendaciones planteadas en el Capítulo N°2.14 – "Aspectos Legales", la Asociación ya inició gestiones con la I. Municipalidad de Pichidegua para convenir económicamente la conducción y evacuación de aguas lluvias en forma superficial y que descargan al canal matriz.

Se entrega a continuación el cuadro resumen, con indicación de la ubicación, materiales y cubicación a nivel de perfil. En los planos se entregan los prediseños con sus dimensiones y cotas.

CUADRO N°3.5.3-5
DESCARGA AL CANAL MATRIZ
QUEBRADA SIN NOMBRE – SECTOR LO ARGENTINA
KM 0,400 CANAL MATRIZ ALMAHUE; OBRA N°3

1.-	Cubeta desripiadora, volumen máximo de sedimentos=20m³; L=10m; Qo=1,090 m³/s	UNIDAD	CANTIDAD
1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	Kg	1.661,6
1.2.-	HORMIGÓN H25	m^3	20,2
1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	m^3	19,9
1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	m^2	25,2
1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	día	6,0
1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	m^3	6,6
1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m^3	15,7
2.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
2.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 20 m2 ; e = 20 cm	m^2	20,0
2.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	m^3	4,0

Notas: 1.- Los detalles se presentan en la Lámina N°24 del Anexo "Planos".

CUADRO N°3.5.3-6
DESCARGA AL CANAL MATRIZ
QUEBRADA QUIROZ – EL TORO SECTOR LO ARGENTINA
KM 1,31 CANAL MATRIZ ALMAHUE; OBRA N°4

1.-	Cubeta desripiadora, volumen máximo de sedimentos =40m³; L=10m; Qo=5,2 m³/s	UNIDAD	CANTIDAD
1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	Kg	1.941,3
1.2.-	HORMIGÓN H25	m^3	23,8
1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	m^3	39,7
1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	m^2	18,5
1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	día	6,0
1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	m^3	13,2
1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m^3	67,5
2.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
2.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 40 m2 ; e = 20 cm	m^2	40,0
2.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	m^3	8,0

Notas: 1.- detalles se presentan en la Lámina N°24 del Anexo "Planos".

CUADRO N°3.5.3-7
DESCARGA AL CANAL MATRIZ
QUEBRADA EL ARROYO – SAN AGUSTÍN
KM 4,02 CANAL MATRIZ ALMAHUE; OBRA N°8

1.-	Cubeta desripiadora, volumen máximo de sedimentos=20m³; L=10m; Qo=1,24 m³/s	UNIDAD	CANTIDAD
1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	Kg	1.783,2
1.2.-	HORMIGÓN H25	m^3	21,6
1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	m^3	20,0
1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	m^2	28,8
1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	día	6,0
1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	m^3	6,7
1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m^3	56,1
2.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
2.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 20 m2 ; e = 20 cm	m^2	20,0
2.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	m^3	4,0

Notas: 1.- Los detalles se presentan en la Lámina N°26 del Anexo "Planos".

CUADRO N°3.5.3-8
DESCARGA AL CANAL MATRIZ
QUEBRADA LO MAGAÑA
KM 5,756 CANAL MATRIZ ALMAHUE; OBRA N°12

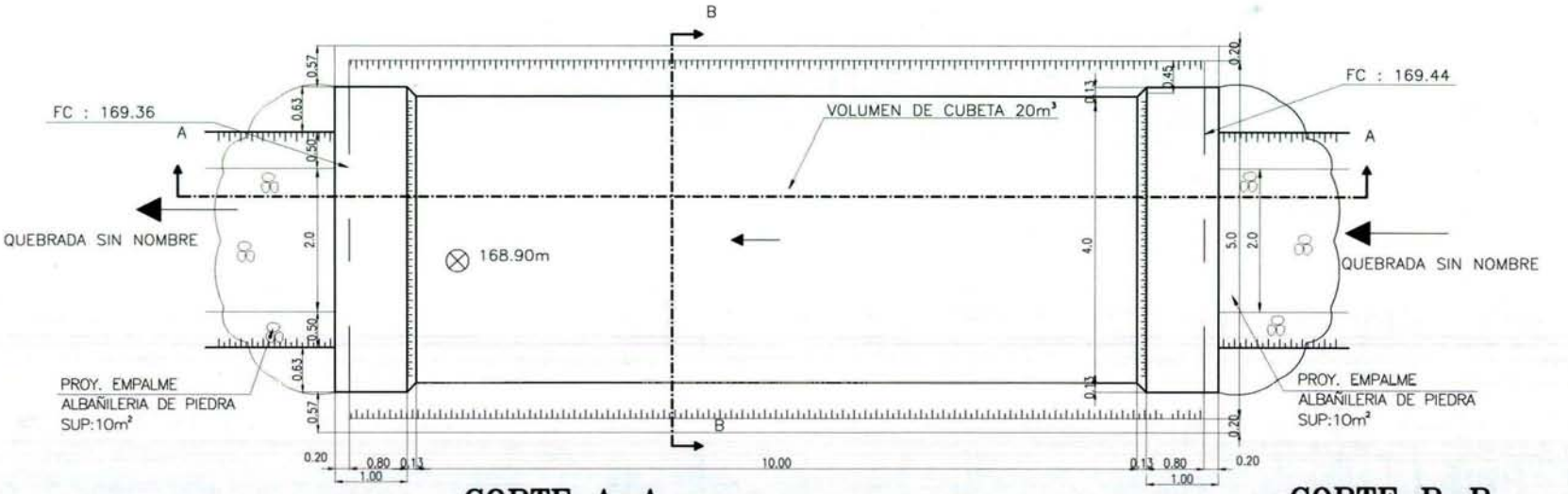
1.-	Cubeta desripiadora, volumen máximo de sedimentos=20m³; L=10m; Qo=3,60 m³/s	UNIDAD	CANTIDAD
1.1.-	ENFIERRADURA D=12mm A44	Kg	1.418,5
1.2.-	HORMIGÓN H25	m^3	17,3
1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	m^3	20,1
1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 4 USOS	m^2	18,0
1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	días	6,0
1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	m^3	6,7
1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m^3	32,1
2.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
2.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S=20m2; e = 20 cm	m^2	20,0
2.2.-	POLIETILENO EMBAYETADO	m^2	20,0
2.3.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	m^3	4,0

Notas: 1.- Los detalles se presentan en la Lámina N°28 del Anexo "Planos".

A continuación se presenta la Figura N°3.5.3-3 con el esquema de las cubetas desripiadoras y la Figura N°3.5.3-4 con la ubicación en planta de las 4 cubetas desripiadoras.

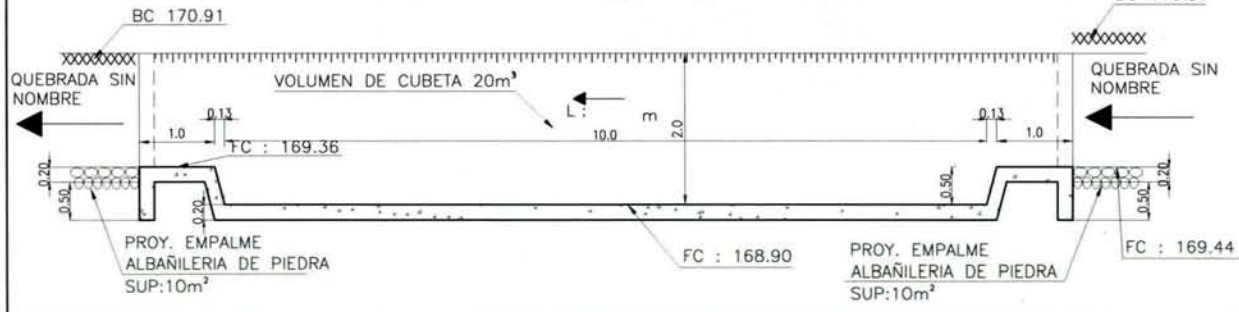
PLANTA CUBETA DESRIPIADORA TIPIFICADA

ESC. 1:100



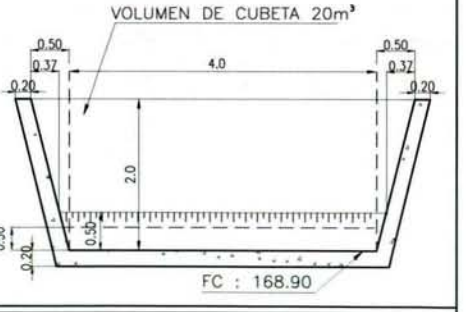
CORTE A–A

ESC. 1:100



CORTE B–B

ESC. 1:100

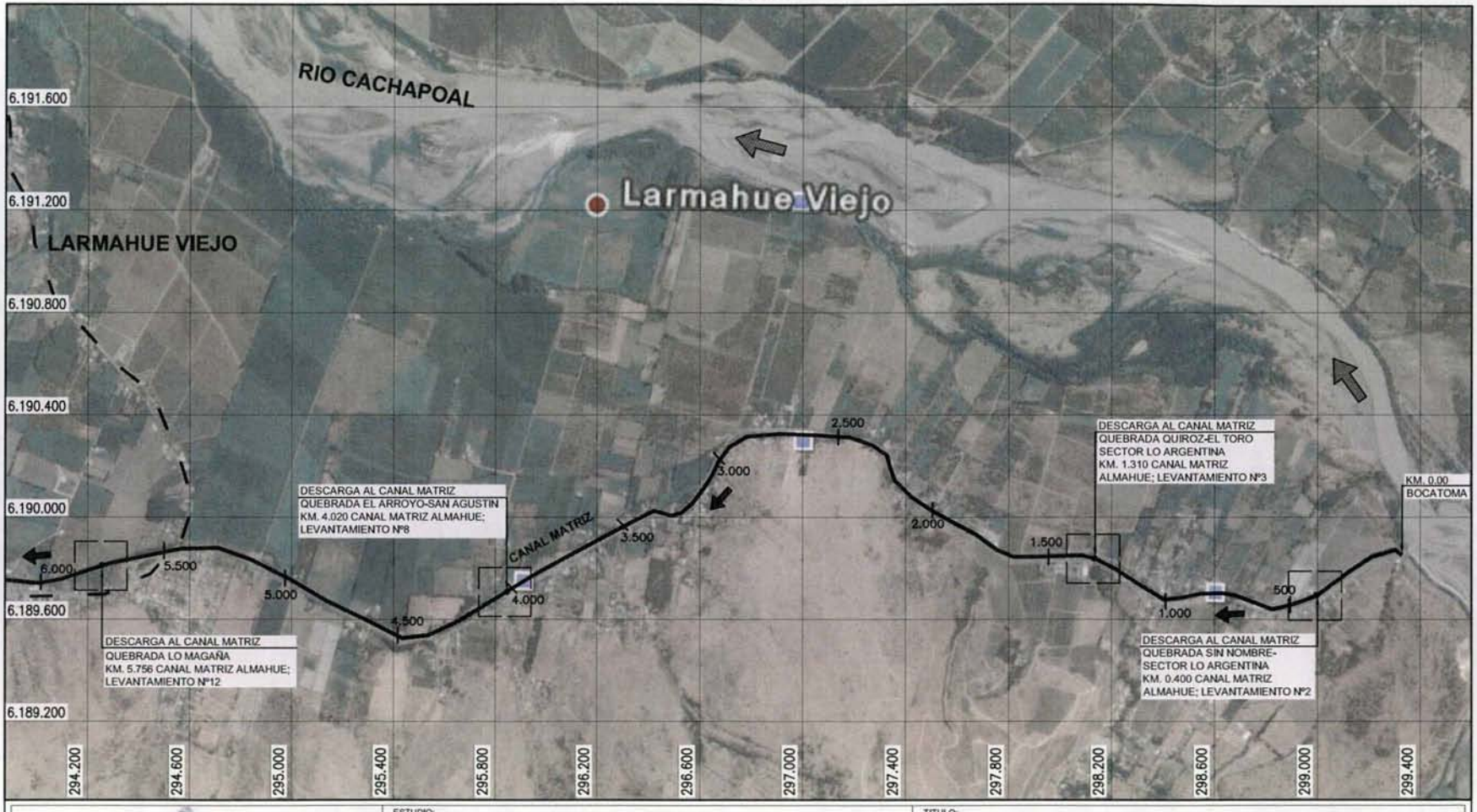


Gobierno de Chile Ministerio de Agricultura Comisión Nacional de Riego	ESTUDIO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE		TITULO: CUBETA DESRIPIADORA		
CONSULTOR: PROCIVIL INGENIERIA LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1480 OF. 82 PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 235 86 56 236 03 25	ESCALA: 1:100	FUENTE CARTOGRAFICA:	PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM:	FECHA: 2009	LAMINA: 3.5.3-3

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE DESCARGAS DE QUEBRADAS LATERALES

ESC. 1:25.000



Gobierno de Chile
Ministerio de Agricultura
Comisión Nacional de Riego

ESTUDIO:	TITULO:
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE	PLANTA GENERAL DE UBICACION DE DESCARGAS DE QUEBRADAS LATERALES SECTOR LARMAHUE

CONSULTOR:	ESCALA:	FUENTE CARTOGRAFICA:	PROYECCION CARTOGRAFICA:	FECHA:	LAMINA:
PROCIVIL INGENIERIA LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1480 OF. 82 PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 235 86 56 236 03 25	1:25.000		U.T.M. 19 SUR DATUM: WORLD GEODETIC SYSTEM 1984 (WGS 84)	2009	3.5.3-4

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.5.3.4.- Refuerzo de los bordes en sector de Ruedas Azudas y solución para obstrucciones.

En cuanto a las ruedas azudas que producen permanentemente interferencia con el flujo del canal matriz, se entrega a continuación una propuesta de obra tipificada elaborada básicamente por la misma Asociación canal Almahue, consistente en dos muros verticales de hormigón armado que guían el escurrimiento, defienden el borde y facilitan el movimiento de las ruedas, evitando al máximo las obstrucciones.

Esta solución de muros de hormigón ya existe en tres ruedas de Larmahue, y evitan la presencia de empalizadas rústicas con pilotes que los usuarios normalmente hincan en el fondo del canal. Los pilares hincados en el canal generan peralte del flujo, y atascamiento de basuras, con la consiguiente perturbación del flujo. La ejecución de dicha mejora será responsabilidad de cada propietario de rueda, debiendo previamente someterse a la normativa vigente aplicable a dichas obras de interés turístico y cultural. Los muros empalman mediante albañilería de piedra con el revestimiento de borde del canal.

En la siguiente fotografía fechada en septiembre de 2009 se observa la azuda Nº9 – registrada como Agustín Arriaza Arriaza, ubicada en el Km 1,144, Láminas Nº4 y Nº12 del anexo Planos del canal Matriz, en que previamente los propietarios desmontaron la rueda que estaba con fallas estructurales. Se ejecutaron los 2 muros guiadores que se observan de hormigón armado. Finalmente los propietarios montan nuevamente la rueda debidamente reparada.

FOTOGRAFÍA Nº3.5.3-6

Se elaboraron dos prediseños tipo, según los diámetros característicos de dos tipos fundamentales de ruedas, en que los muros tienen 25 cm de espesor; sus dimensiones varían, para D: 8 m la longitud del muro es de 8 m; y para ruedas con D: 6 m la longitud del muro es de 6 m Los trabajos de construcción de muros no deben dañar las ruedas que son monumentos históricos, para lo cual los muros deben extenderse hasta el eje de las ruedas y por aguas arriba de estas, sin alterarlas ni afectarlas en su estructura. Los esquemas de la estructura de muro guiador propuesto se muestran en la Figura Nº3.5.3-5.

El costo de estas obras no forma parte del presupuesto del proyecto público PROM, en consideración a la naturaleza del beneficio de tipo cultural que escapa a los objetivos de este programa y de hecho en la práctica las azudas y sus empalizadas no presentan

ventaja para la Asociación, porque desmejoran el escurrimiento, sin ofrecer algo a cambio.

A modo de verificación de las condiciones de operación de las ruedas azudas, en la situación con canal revestido, se puede señalar que la rueda hidráulica azuda aprovecha la impulsión de la corriente de agua que choca sobre una pala (paleta) de madera que lleva montada en el extremo de la rueda que gira. El choque del agua impulsa la pala, y con esto se consigue el movimiento de giro en la rueda. Las dimensiones típicas de la pala son 1 m de ancho y 0,5 m de altura. Según lo observado en la localidad de *Larmahue*, los diámetros más característicos de las ruedas son 6 m y 8 m, las cuales cuentan con 20 a 25 rayos. El caudal que elevan las ruedas más comunes, no excede los 5 l/s.

Las ruedas giratorias de las azudas de Larmahue se instalan a aproximadamente 0,5 m del fondo del canal, con el objeto de evitar el atascamiento con material que puede escurrir por el fondo. El diseño de las ruedas en Larmahue es fundamentalmente empírico, conforme se han fabricado por larga data. En la bibliografía disponible no se encuentra un análisis detallado del diseño ni las condiciones de funcionamiento, tampoco poseen ese tipo de información los artesanos que las fabrican. Ello se debe muy probablemente a que poseen un alto grado de seguridad de funcionamiento, restando importancia a la eficiencia de la máquina motriz. Actualmente se construyen y reparan las ruedas por el artesano Sr. Gonzalo Arriaza, de la localidad de Larmahue. Por experiencia, los usuarios procuran que la altura de agua en el canal sea igual o superior a 1 m, ya que con menor altura parte de la paleta impulsora queda fuera del flujo de agua y la rueda se detiene. Las empalizadas que construyen los dueños de azudas en el fondo del canal matriz, tienen por objeto precisamente garantizar una altura mínima de agua frente a la rueda giratoria.

El rendimiento de esta máquina es muy bajo, inferior a 10% considerando que el agua tiende a desviarse por los costados de la rueda, especialmente cuando no cuenta con muros guiadores que fuerzan el escurrimiento en la misma dirección del giro de la rueda. La pala de la rueda tiene una velocidad inferior a la velocidad del flujo en el canal, por las condiciones locales de construcción. Por ejemplo en el caso de la rueda de la Sra. Otilia Zamorano ubicada en el km 5,04 del canal Matriz, Láminas Nº6 y Nº14 del anexo Planos, en el momento de la inspección en terreno se midió una velocidad de rotación de aproximadamente 1 revolución por minuto, la cual corresponde aproximadamente a una velocidad tangencial de 0,8 m/s.

El proyecto de revestimiento del matriz canal Almahue garantiza la altura de agua superior a 1m y en promedio tiene una altura de 1,62m según se aprecia en el cálculo del eje hidráulico del capítulo Nº3.3.9.3.3 – "Cálculo Hidráulico de la Alternativa Nº4". Las condiciones señaladas corresponden a una operación normal en época de riego con un caudal en bocatoma de 11,5 m³/s. Por otro lado, la velocidad promedio del escurrimiento aumenta de 1,1 m/s en la situación actual a 1,3 - 1,4 m/s en la situación revestida. Ello significa un aumento de la velocidad de giro de la rueda y con ello una mayor eficiencia en la extracción de agua. Todo esto apunta a que las empalizadas tienden a ser menos necesarias.

A modo de verificación se presenta el cálculo para estimar la eficiencia de la rueda azuda.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

La ecuación de potencia (P) es: P (KW) = F x Q (l/s) x H (m)

F: factor de conversión de unidades.

P (canal) = P (canaleta de descarga de rueda) / rendimiento de la rueda

Cálculo de P1 en el canal:

Caudal que enfrenta a la paleta Q1= Sección x velocidad = 1,0 m x 0,5 m x 1,0 m/s = 0,5 m^3/s.

Altura de agua mínima sobre el fondo: 1 m.

Así: P1 = F x 500 lt/s x 1 m/s = F x 500 W

Cálculo de P2 en la canaleta de descarga de de la rueda:

Caudal que descarga la rueda Q2: máximo 5 lt/s según información de terreno.

Altura de elevación para rueda de 6 m de diámetro: 6 m – 1 m = 5 m.

Así: P2 = F x 5 lt/s x 5 m = F x 25.

Así finalmente el rendimiento es P2 / P1 = 5 %, que es mínimo comparado con otras máquinas hidráulicas. Gran parte de las pérdidas de energía se deben al efecto de roce del eje, además del cambio de dirección del flujo en el canal que no es aprovechado en la rueda.

El uso que se ha dado a las ruedas para riego agrícola se basa en el costo nulo que tiene la operación, ya que tampoco cancelan el agua a la Asociación. El costo de inversión que se incurre por una rueda, incluido los muros guiadores y la fundación es cercano a 6 a 8 millones de $. Según información proporcionada por el artesano Sr. Gonzalo Arriaza. La vida útil de la rueda hidráulica propiamente tal no supera los 8 a 10 años, por la duración limitada que tiene la madera. Se entregan a continuación los cuadros resumen de estas obras prediseñadas, con ubicación, materiales y cubicación a nivel de perfil. Los muros guiadores se unen al revestimiento propuesto con un empalme de albañilería de piedras en ambos extremos.

CUADRO N°3.5.3-9
OBRA N°11
DISEÑO TIPO Diam=6m; CON 2 MUROS DE HORMIGÓN
PARA MEJORAR GUÍA HACIA RUEDA AZUDA
PUENTE N°4 J. LUIS DE VICENTE km 5,017

1.-	**OBRA N°11: Diseño tipo con dos muros para mejorar rueda puente N°4 J. Luis de Vicente D=6m. km 5,017**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	Kg	730,0
1.2.-	HORMIGÓN H25	m^3	10,3
1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	m^3	14,0
1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	m^2	40,0
1.5.-	AGOTAMIENTO	día	5,0
1.6.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m^3	2,8

Notas: 1.- Detalles son presentados en la Lámina N°26 del Anexo "Planos". 2.- Este ítem no se considera en el presupuesto general del proyecto multiuso.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº3.5.3-10
OBRA Nº 9
DISEÑO TIPO Diam= 8m CON 2 MUROS DE HORMIGÓN
PARA MEJORAR GUÍA HACIA RUEDA AZUDA.
O. ZAMORANO KM 4,548

2.-	OBRA Nº9: Diseño tipo con 2 muros de hormigón para mejorar rueda hidráulica O. Zamorano D=8m km 4,548	UNIDAD	CANTIDAD
2.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	Kg	1.310,0
2.2.-	HORMIGÓN H25	m^3	18,7
2.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	m^3	16,0
2.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	m^2	60,0
2.5.-	AGOTAMIENTO	día	5,0
2.6.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m^3	3,2

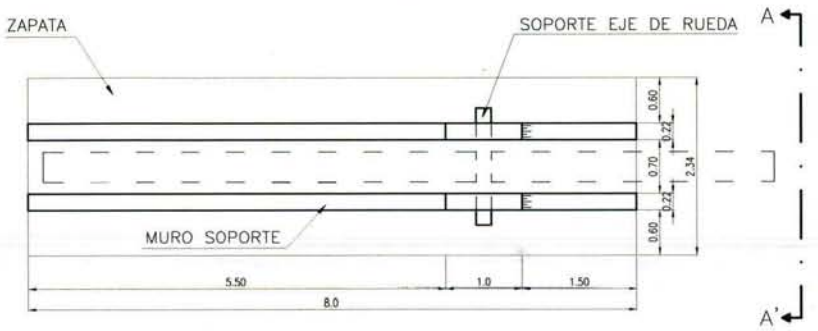
Notas: 1.- Detalles son presentados en la Lámina Nº30 del Anexo "Planos". 2.- Este ítem no se considera en el presupuesto general del proyecto multiuso.

Se entrega a continuación el esquema de los muros guiadores propuestos que figuran además en las láminas Nº26 y Nº30 del anexo Planos, con los prediseños, y la memoria de cálculo respectiva.

PROPUESTA DE MURO GUIADOR PARA RUEDA AZUDA

PLANTA

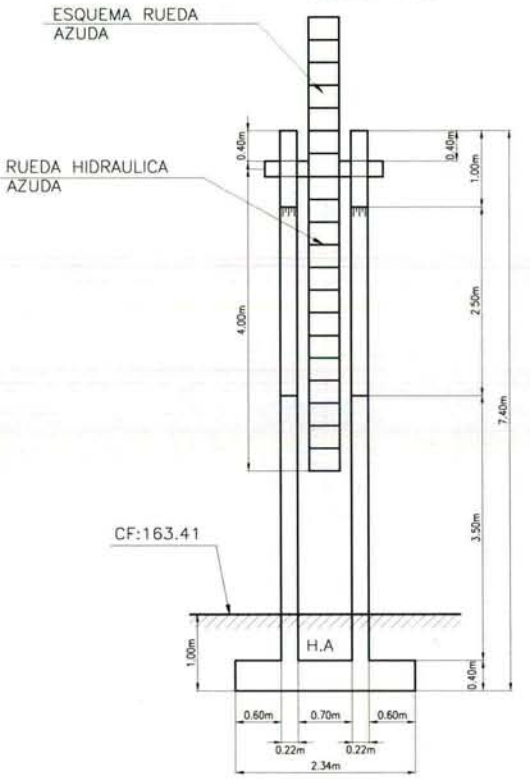
ESC. 1:100



NOTAS:
-LA RUEDA NO SE TOCA.

VISTA A–A'

ESCALA 1:100



Gobierno de Chile Ministerio de Agricultura Comisión Nacional de Riego	ESTUDIO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE		TITULO: MUROS GUIADORES PARA RUEDAS AZUDAS		
CONSULTOR: PROCIVIL INGENIERIA LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1480 OF. 82 PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 235 86 56 236 03 25	ESCALA: 1:100	FUENTE CARTOGRAFICA:	PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM:	FECHA: 2009	LAMINA: 3.5.3-5

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

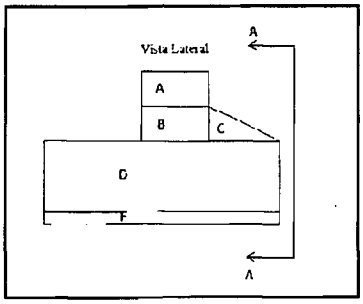
PROCIVIL INGENIERIA LTDA.		MEMORIA DE CÁLCULO	
PROYECTO:	CNR. PROM ALMAHUE	JEFE PROYECTO:	
DISEÑO:	OBRA N°11 MUROS GUIADORES RUEDA AZUDA, KM 5,017	FIRMA AUTOR:	
MATERIA:	OBRA RUEDA AZUDA D=6m		Pág.
AUTOR:		FECHA:	1 de 8

Obra : Cálculo de soporte de ruedas Azuda L=6m.
Ubicación : km. 5,017 Canal Matriz Almahue

Para el cálculo de la estructura de soporte de la Rueda, se realizó un diseño estructural de tal manera que ésta cumpla con las solicitaciones presentes.

1.- Datos de diseño

Esquema de diseño

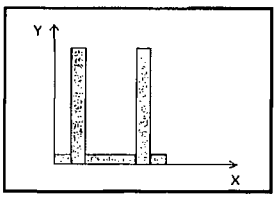


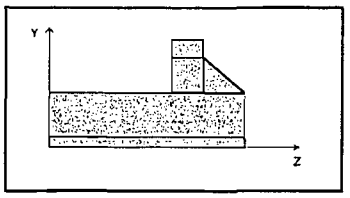
2.- Cálculo y cubicación de sección

Dimensiones

Sección	Ancho m	Alto m	Largo m	Área m²	n	Vol. m³	Peso t
A	1,0	1,0	0,2	1,0	2	0,40	1,0
B	1,0	2,5	0,2	2,5	2	1,00	2,5
C	1,5	2,5	0,2	1,9	2	0,75	1,9
D	6,0	1,9	0,2	11,4	2	4,56	11,4
E	0,7	0,4	6,00	0,3	1	1,68	4,2
F	0,4	0,4	6,00	0,2	2	1,92	4,8
n: número de secciones					total=	10,31	25,8 t

Sistema de coordenadas





Con estas dimensiones se tienen los siguientes centros de gravedad:

ancho de base = 1,9 m
alto estructura = 5,4 m
largo estructura = 6,0 m

CG Secciones

Sección	C.G.y m	C.G.z m
A	4,9	4,0
B	3,2	4,0
C	2,7	5,0
D	1,0	3,0
E	0,2	3,0
F	0,2	3,0

Centros de gravedad

C.G.x m	C.G.y m	C.G z m
0,95	1,27	3,31

altura de pared
h= 5,4 m

La información del tipo de suelo y la densidad del hormigón se encuentra en la siguiente tabla

Datos de suelo y hormigón

Peso específico		Ø	C
H.A.	Suelo		
t/m³	t/m³	°	
2,5	1,8	33	0

A continuación se entregan los diferentes criterios para las solicitaciones presentes.

Punzonamiento

$$P = \frac{Fza\ .total}{área}$$

Para que no exista punzonamiento en la zona de la zapata, se debe cumplir que la fuerza solicitante no sea mayor a 3 t/m²

Altura de agua hw= 0,8 vol. w1= 0,2 m³
vol. w2= 0,3 m³

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Fuerzas verticales solicitantes

hormigón	25,8	t
agua w1	0,3	t
agua w2	0,3	t
rueda	3,0	t
terreno	0	t
F Total	29,4	t

Área de contacto

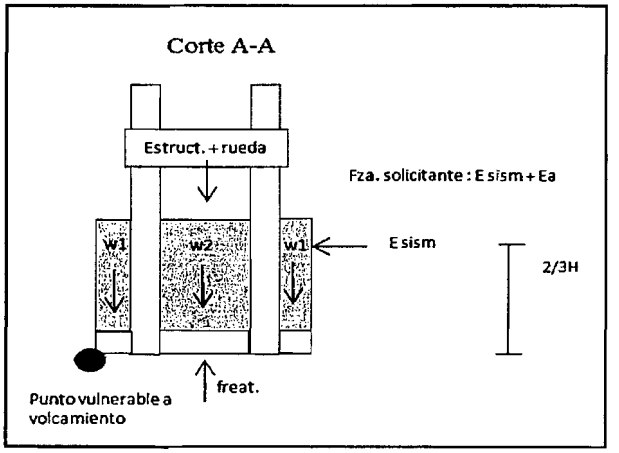
A	11,40	m²

Aplicando la ecuación de Punzonamiento de P = 2,6 < 3 t/m²

Volcamiento

Para el análisis de volcamiento se estudian las fuerzas solicitantes y las reacciones en el punto de volcamiento que se muestra en la siguiente figura.

Fuerzas resistentes y solicitantes



Momento resistentes en eje "x"

Fuerza	P t	x m	Mx t*m
hormigón	25,8	1,3	32,8
agua w1	0,3	0,2	0,1
agua w2	0,3	1,0	0,3
rueda	3,0	1,0	2,9
terreno	0	1,7	0,0
Total	P= 29,4	M=	36,0

Para determinar los momentos solicitantes, se tiene que actúa las fuerzas sísmicas como el empuje activo del suelo

Para obtener el empuje activo del suelo se tiene las siguientes ecuaciones

Empuje activo

$$Ea = Cah * \frac{\gamma * h^2}{2}$$

donde

$$Cah = \frac{1 - sen(\phi)}{1 + sen(\phi)}$$

El momento activo se obtiene por el producto del empuje activo y la altura de aplicación, siendo 1/3 de la altura del suelo

Para el cálculo del empuje del suelo se considera H suelo = 0,5 m

momento empuje activo

Cah	Ea t	ha m	Ma t*m
0,29	0,1	0,17	0,07

Para el empuje sísmico del suelo se tiene:

$$Esis = \frac{ka * \gamma * h^2}{2}$$

donde

$$ka = \frac{1}{tg^2(45+\phi/2)}$$

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

momento empuje por sismo

ka	Es t	hs m	Ms t*m
0,29	0,1	0,33	0,13

de igual manera se tiene una fuerza sísmica que es una parte del peso de la rueda y el hormigón.

momento rueda y estructura

	factor	F t	H m	M t*m
rueda	0,2	0,6	3,5	2,1
horm.	0,2	3,4	3,6	12,08

resumen momentos

Mr t*m	Ms t*m
32,8	14,4

(caso más desfavorable, sólo presencia de estructura)

factor de seguridad

FS volc.		
2,3	> 1,5	ok

Flotabilidad

resumen de fuerzas verticales

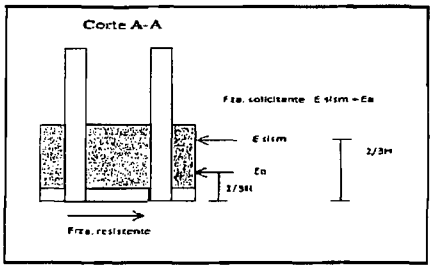
Fuerzas verticales hacia abajo	25,8 m	(sólo hormigón)
Fuerzas verticales hacia arriba	11,4 m	(presión de agua)
se considera una altura de agua h=	1 m	

FS flotación
2,3 > 1 ok

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Factor de Seguridad al Desplazamiento

Fuerzas resistentes



$$T = c*b + w*tb(\phi)$$

w= peso del hormigón

T= 16,7 t*m

Fuerzas solicitantes: Esism. + Ea

Ea	Es
t	t
3,2	0,1

FS desp.
5,05 > 1,5 ok

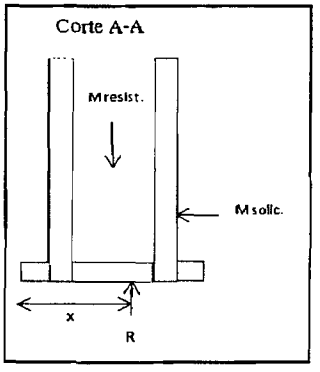
Ubicación de la resultante

Se necesita que este en el tercio central para evitar tracción

$$R*x = MR - MS$$

Mr	Ms	R
t*m	t*m	t
32,8	14,4	25,8

Base*1/3 m	0,63
Base*2/3 m	1,27

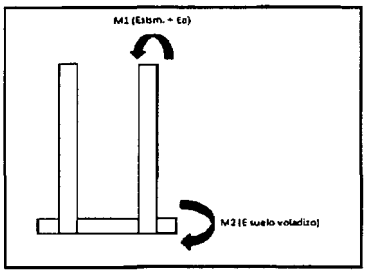


Fza. Result.

0,71 m

dentro del tercio central

Cálculo de armadura



M1 es producto de Ea + Es

Ea	ha	Ma	Es	hs	Ms	M1=Ma+Ms	M1u
t	m	t*m	t	m	t*m	t*m	t*m
3,25	0,17	0,54	0,07	0,33	0,02	0,56	0,90

M1último=M1*1,6 t*m

As: sección de acero cuantía

ρ
3E+06

$$As = \frac{Mu}{0.9*420*0.9*d}$$

As
mm
16,6

cuantía mínima ρ= 0,003

As' mm 400 **armadura necesaria 4Ø12 por ml.**

M2 es la sección en voladizo

P2	ha	M2	M2u
t	m	t*m	t*m
0,76	0,20	0,15	0,24

M2último=M2*1,6 t*m

As: sección de acero

As
mm
4,5

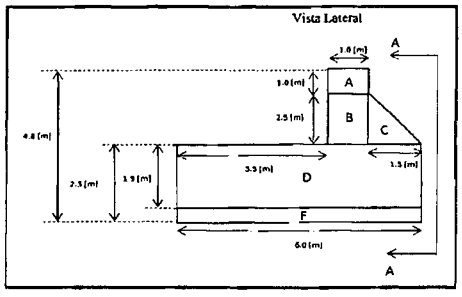
cuantía mínima ρ= 0,003

3.5.86.-

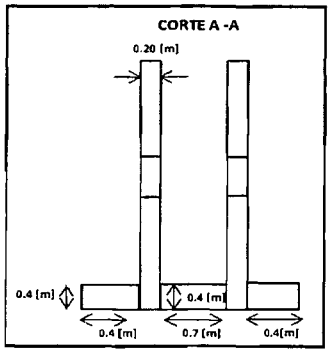
PROCIVIL INGENIERIA LTDA.		MEMORIA DE CÁLCULO	
PROYECTO:	CNR. PROM ALMAHUE	JEFE PROYECTO:	
DISEÑO:	OBRA N°11 MUROS GUIADORES RUEDA AZUDA, KM 5,017	FIRMA AUTOR:	
MATERIA:	OBRA RUEDA AZUDA D=6m		Pág.
AUTOR:		FECHA:	8 de 8

Esquema de fundación de rueda

Perfil 1



Perfil 2



Cubicación

vol total hormigón	10,31	m³	volumen de la base y muros
acero	722	kg	relación acero/ hormigón kg/m3 70
volumen de excavación	14,00	m³	base de 7*2 y alto 1m
superficie de moldaje	34,43	m²	según superficie de muros y base.
agotamiento	5	días	
transporte a botadero	18,20	m³	1,3* volumen de excavación

3.5.87.-

3.5.3.5.- Aforadores y obras en marcos partidores.

Se consulta la adecuación de los marcos partidores: Acequia Madre, ubicado en el km 1,3 del canal Matriz, y el Retén Viejo, ubicado en el km 7,17 del canal matriz, mediante la instalación de una regleta limnimétrica. Además se proyecta la construcción de una losa de hormigón armado para operación. Las gradas existentes en dichos marcos son adecuados para que en la situación con canal revestido operen correctamente generando crisis, haciendo posible usar esas obras para aforo.

En el marco partidor La Protectora N°2, se consulta el cambio de la hoja partidora que actualmente se encuentra en mal estado. Las dimensiones de esta hoja metálica son 1,7m x 1,3m x 7mm. Además por el saliente se proyecta a petición de la Asociación una compuerta metálica con mecanismo de volante y tornillo.

Además se consulta 1 aforador por el saliente en el saque La Protectora N°1 ubicado en el Km 3,03 del canal matriz, y 1 aforador en el saliente por el saque La Protectora N°2 ubicado en el km 5,83 del canal matriz. Ambos aforadores se ubican 30m aguas abajo por el canal saliente.

Las dos obras de aforo tipificadas son de hormigón armado de sección rectangular con grada triangular y regleta limnimétrica, y cuyas dimensiones principales son: longitud L=2,0m; ancho Bo=0,8m y altura 1,0m. El detalle de estas obras se presentan en las láminas N°24 de la obra N°7 y N°28 de la obra N°13 del anexo Planos, respectivamente.

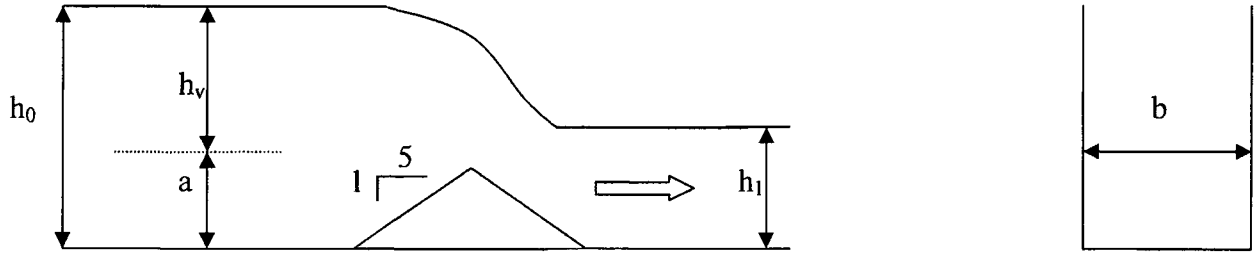
El diseño de la grada del aforador se diseñó basado en criterios dados por el texto de Hidráulica de F. J. Domínguez, 1974; pag. 571-573. En los diseños hidráulicos de las canoas del proyecto se ha considerado principalmente los criterios de cálculo que figuran en el texto Hidráulica del autor F. J. Domínguez, 1974

El aforador de barrera triangular es una estructura hidráulica de amplio uso en Chile, cuyo diseño se realiza de acuerdo al procedimiento indicado en el texto "Hidráulica" de F.J. Domínguez IV Edición.

Se trata de una estructura que tiene una barrera de sección rectangular, con taludes 5:1 (H/V), con umbral redondeado que evita el despegue de la vena líquida. Para una determinada geometría de la barrera, dado un caudal, es posible determinar una altura de aguas abajo límite, a partir de la cual la barrera queda influenciada. Como generalmente se conoce la altura de aguas abajo, el procedimiento de diseño consiste en determinar un valor adecuado de la altura de la barrera para garantizar que esta quede efectivamente aislada de aguas abajo.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FIGURA N°3.5.3-6
DIMENSIONES BÁSICAS PARA CÁLCULO DE AFORADOR DE BARRERA TRIANGULAR



La principal ventaja de esta estructura está en que su coeficiente de gasto es poco sensible frente a los embanques del canal aguas arriba de la barrera. Esto significa que la curva de descarga no se altera significativamente.

Conocida la altura de h_1 del canal, la altura mínima de la barrera, necesaria para que la estructura quede aislada de aguas abajo debe ser determinada gráficamente en el ábaco de la pág. 571 del texto citado. Dado el caudal Q, el cálculo se realiza de la siguiente manera:

- $h_c = \left(\frac{Q}{b\sqrt{g}} \right)^{2/3}$
- Se calcula $X_1 = \frac{h_1}{h_c}$
- Con la curva de la Fig. 1 se determina $K = \frac{a}{h_c}$
- $a_{min} = K.h_c$

Una vez adoptado el valor de la altura de la grada, se debe calcular la altura de aguas en la sección de aguas arriba de la barrera, las ecuaciones son:

- $Q = mbh_v\sqrt{2gh_v}$
- $h_0 = h_v + a$
- m: coeficiente de gasto de la barrera, ábaco p. 573 F.J. Domínguez.

Para determinar la curva de aforo se utiliza la expresión desarrollada experimentalmente por el ingeniero Alfonso Ugarte (1997):

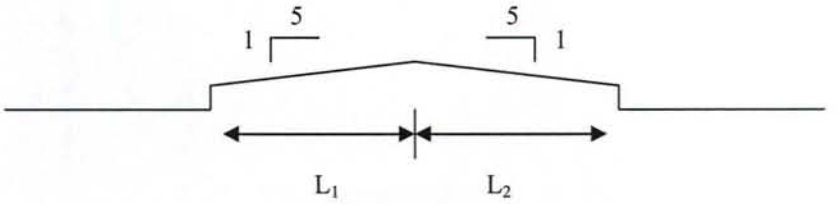
$$\boxed{Q = 1.83\frac{bh_v^{1.56}}{a^{0.062}}} \quad \text{con } 5 \geq K \geq 0{,}5$$

Esta expresión permite calcular h_v como:

$$\boxed{h_v = \left(\frac{Qa^{0,062}}{1{,}83b} \right)^{1/1,56}}$$

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Para el cálculo de las dimensiones de la barrera se adoptan las recomendaciones de F.J. Domínguez para acortar las dimensiones de la barrera (p. 577 del texto "Hidráulica" de F.J. Domínguez IVª Edición)



$L_1 \geq 1{,}5\ h_c$ $\qquad$ $L_1 < 5a$

$L_2 \geq 3\ h_c$ $\qquad$ $L_2 < 5a$

En el siguiente Cuadro Nº3.5.3-11 se presentan las cubicaciones desarrolladas para el aforador tipificado.

CUADRO Nº3.5.3-11
CUBICACIONES AFORADOR TIPIFICADO

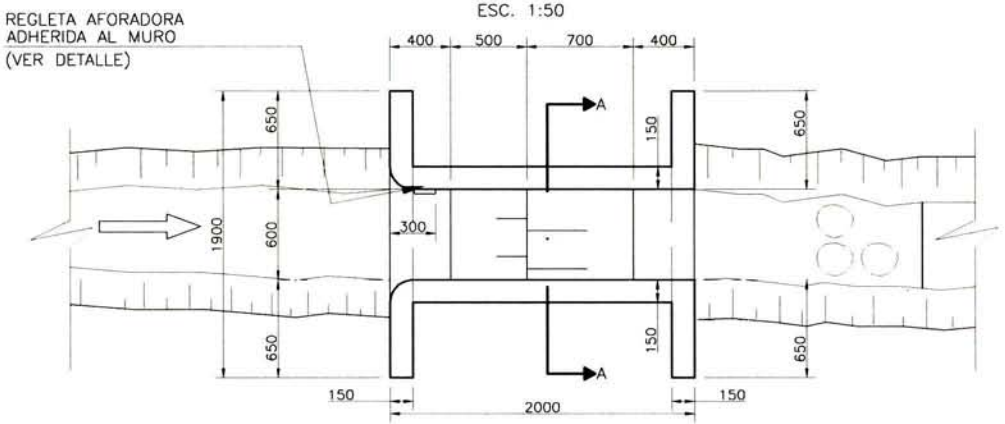
Nº	AFORADOR TIPIFICADO 80X100 H.A. L=2,0m SUMINISTRO, COLOCACIÓN, ALBAÑILERÍA:	UNIDAD	CANTIDAD
1.-	PREPARACIÓN DE TERRENO		
1.1.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA OBRA DE ARTE	7,0	m^3
2.-	HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE		
2.1.-	HORMIGONADO H15	2,0	m^3
2.2.-	ENFIERRADURA D=8mm A44:	130,8	kg
2.3.-	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,1	m^3
2.4.-	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	18,0	m^2
3.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA		
3.1.-	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	5,0	m^3
4.-	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO		
4.1.-	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	9,1	m^3
5.-	REGLETA		
5.1.-	REGLETA METÁLICA GRADUADA	1,0	un
6.-	ALBAÑILERÍA		
6.1.-	REVEST. ALB. DE PIEDRA. e = 20 cm:	20,0	m^2
6.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA OBRA DE ARTE	2,7	m^3
7.-	MANO DE OBRA		
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 4 A (rend = 0,7uni/día)	1,4	día
7.1.-	MAESTRO DE PRIMERA	1,4	HD
7.2.-	AYUDANTE DE MAESTRO (2 colocación de losetas)	2,9	HD
	JORNALERO (2 en acarreo)	2,9	HD
	CAPATAZ	0,7	día

En la página siguiente se presenta la Figura Nº3.5.3-7 con el esquema con la obra del aforador tipo.

ESQUEMA AFORADOR TIPIFICADO

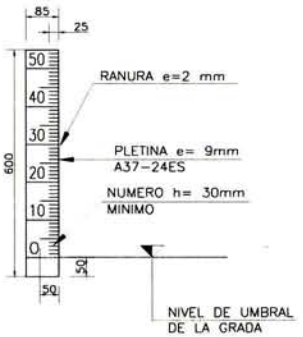
PLANTA

ESC. 1:50



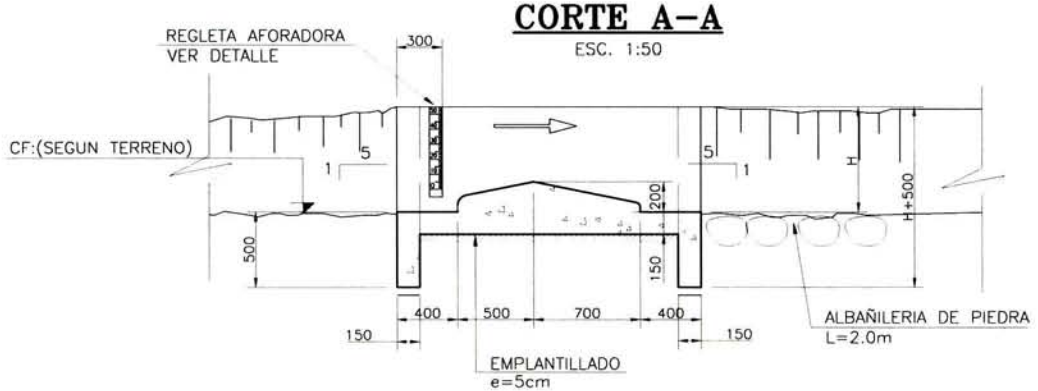
DETALLE REGLETA

ESC. 1:20



CORTE A-A

ESC. 1:50



Gobierno de Chile Ministerio de Agricultura Comision Nacional de Riego	ESTUDIO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE		TITULO: AFORADOR TIPIFICADO		
CONSULTOR: PROCIVIL INGENIERIA LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1480 OF. 82 PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 235 86 56 236 03 25	ESCALA: INDICADAS	FUENTE CARTOGRAFICA:	PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM:	FECHA: 2009	LAMINA: 3.5.3-7

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.5.3.6.- Puentes y pasarelas para cruce sobre el canal.

Basados en la experiencia, durante la construcción, el tráfico de personal, de maquinarias y de algunos vehículos, puede significar la rotura de algunos puentes. Esto requiere considerar la adecuación y reconstrucción de un porcentaje menor de puentes y de pasarelas para cruce peatonal.

En el canal Matriz se han identificado la cantidad de 58 cruces incluyendo puentes vehiculares y pasarelas peatonales.

Se ha estimado que 4 puentes vehiculares y 5 pasarelas peatonales podrían resultar dañados durante la construcción del proyecto, debido a lo cual esta obra no se incluye en el presupuesto final del proyecto, por tanto el costo deberá ser absorbido por la constructora en el ítem de imprevistos.

Se consulta entonces la construcción de 4 puentes vehiculares con losa de hormigón armado, que es una obra tipificada, utilizada con éxito en diversos proyectos ya ejecutados. Además se consulta la construcción de 5 pasarelas peatonales tipificadas, cuyo diseño propuesto corresponde al típico existente en el canal Almahue.

La ubicación definitiva de ellos se debe efectuar una vez se han identificado los puentes y pasarelas afectadas por la construcción del proyecto.

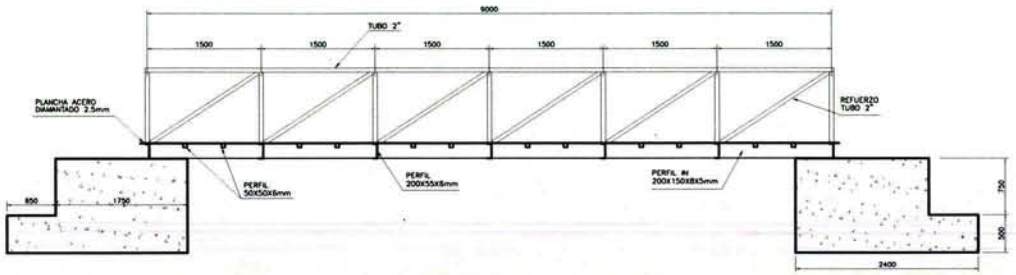
Se presenta a continuación los croquis propuestos Nº3.5.3-8 y Nº3.5.3-9 de pasarelas y puentes tipificados. No se consultan planos de detalle, considerando que no hay ubicación específica de esta obra ni dimensiones, ya que este ítem se refiere a una eventualidad de rotura de puentes y/ o pasarelas peatonales durante la construcción.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

PASAREL A METÁLICA TIPIFICADA PARA USO PEATONAL

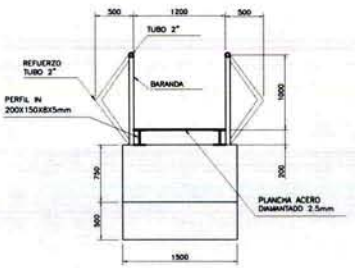
CORTE B–B

ESC. : 1:100



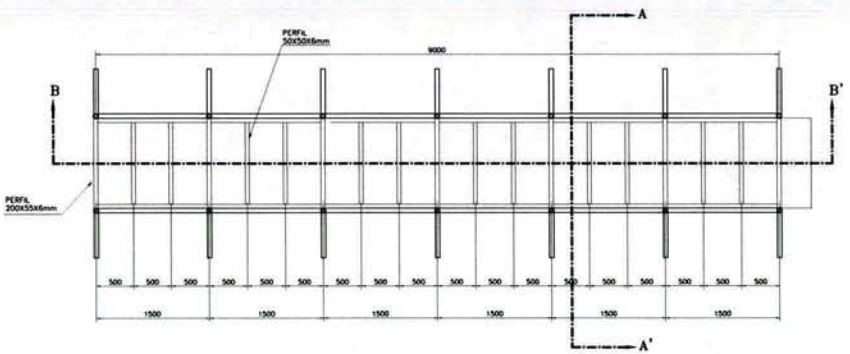
CORTE A–A

ESC. : 1:100



PLANTA PASARELA

ESC. : 1:100

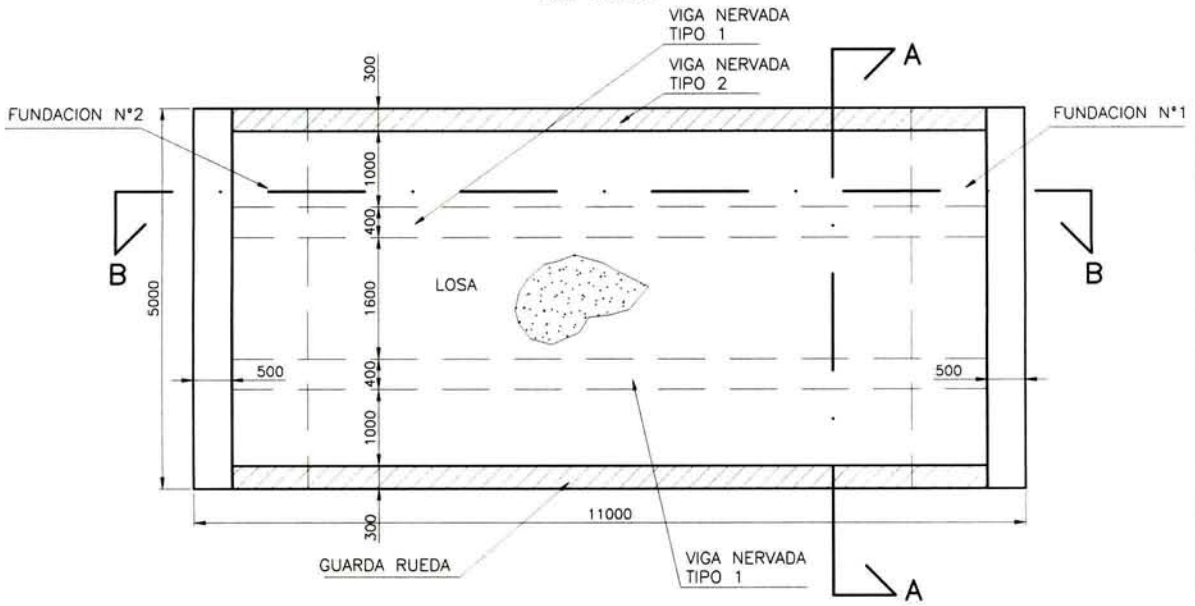


Gobierno de Chile Ministerio de Agricultura Comision Nacional de Riego	ESTUDIO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE		TITULO: PASARELA TIPIFICADA PARA USO PEATONAL		
CONSULTOR: PROCIVIL INGENIERIA LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1480 OF. 82 PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 235 86 56 236 03 25	ESCALA: 1:100	FUENTE CARTOGRAFICA:	PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM:	FECHA: 2009	LAMINA: 3.5.3-8

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

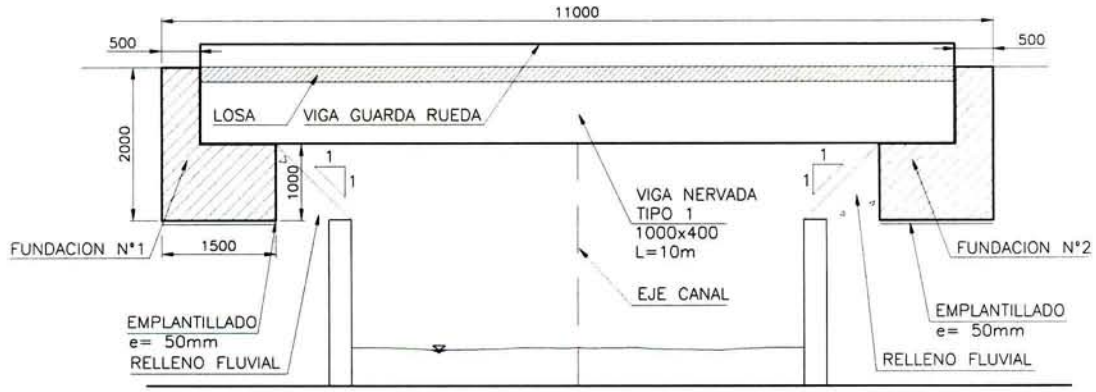
PLANTA PUENTE VEHICULAR TIPIFICADA

ESC. : 1:100



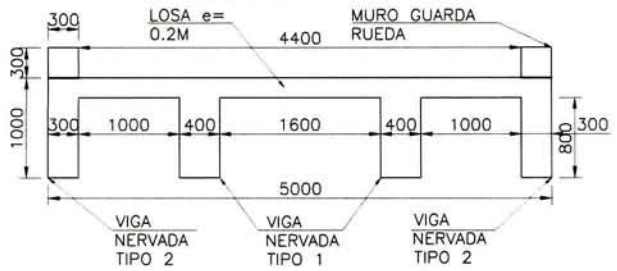
CORTE B–B

ESC. : 1:100



CORTE A–A

ESC. : 1:75



Gobierno de Chile Ministerio de Agricultura Comision Nacional de Riego	ESTUDIO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE		TITULO: PUENTE VEHICULAR TIPIFICADO CON LOSA DE HORMIGON ARMADO		
CONSULTOR: PROCIVIL INGENIERIA LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1480 OF.82 PROVIDENCIA-SANTIAGO FONOS: 235 86 56 236 03 25	ESCALA: INDICADAS	FUENTE CARTOGRAFICA:	PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM:	FECHA: 2009	LAMINA: 3.5.3-9

Obra : Cálculo de viga de pasarela para cruce peatonal.
Ubicación: Canal Matriz Almahue. Se ubicará después de construcción.
Esta obra no está en el presupuesto general.

Para el cálculo de la viga de acero que sirve como estructura para una pasarela se analizaron los siguientes criterios:

* Análisis de momentos
* Análisis de corte
* Análisis de desplazamiento

1.- Datos de diseño

En este punto se presentan datos que son comunes para el desarrollo de la memoria, a continuación se muestra estos parámetros:

Peso específico

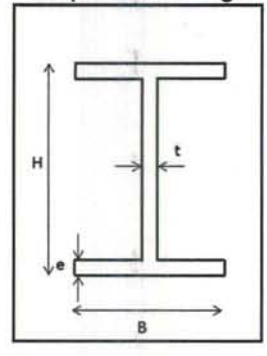
h.a	2,5	t/m³
agua	1,0	t/m³
madera	1,2	t/m³
terreno	2,0	t/m³

Datos del acero

Módulo de elasticidad E	2100	t/cm²
Tensión de fluencia fy	2,7	t/cm²

En esquema del tipo de viga utilizada se muestra en la siguiente figura:

Esquema de viga



A continuación se presenta una viga con el objeto de verificar su comportamiento a las diferentes solicitaciones dadas por:

* Peso propio
* Carga eventual
* Carga puntual

Datos de viga
IN 20*26,1

Peso	t/ml	0,0261
H	cm	20
B	cm	15
e	mm	8
t	mm	5
Área	cm^2	33,2
Ix	cm4	2470
Wx=Sx	cm^3	247
ix	cm	8,63
Iy	cm4	450
Wy	cm^3	60
iy	cm	3,68
Cw	cm6	41500
J	cm4	5,92
Zx	cm^3	273
Zy	cm^3	91,2
rts	cm	4,18
Aw	cm^2	9,2
ho	cm	18,4

Fuente ICHA.

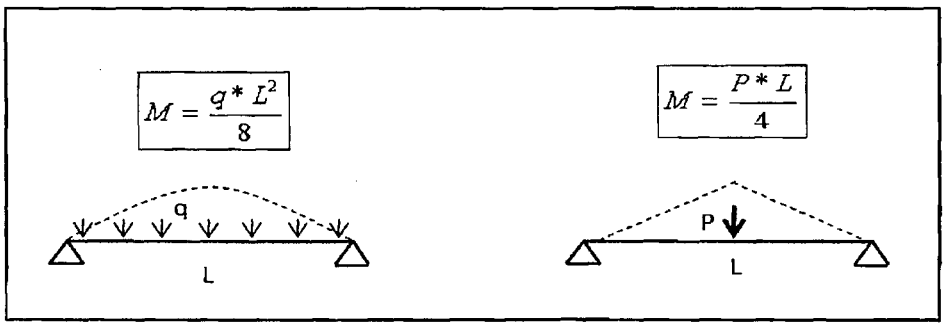
Largo de viga L= 9 m (luz libre)
Peso total viga 235 kg

2.- Análisis de solicitaciones:

Análisis de momentos

Para el cálculo de momentos se analiza la viga para las condiciones más desfavorables que pueda tener la estructura, en este sentido se tienes los siguientes cálculos:

Condición simplemente apoyada.



el análisis se hace para un momento máximo en el centro de la viga

P (carga puntual) se considera tomando los siguientes valores:

Operador	100	kg
Eventual	250	kg
Peso total P	0,350	t

La carga uniformemente distribuída "q" se considera tomando las siguientes valores:

Peso propio de la viga	0,026	t/ml
Peso de barandas	0,050	t/ml
Peso de piso de latón	0,030	t/ml
Peso total	0,106	t/ml

para esta viga se tiene:

P= 0,35 t L= 9 m q= 0,11 t/m

Momentos máximos

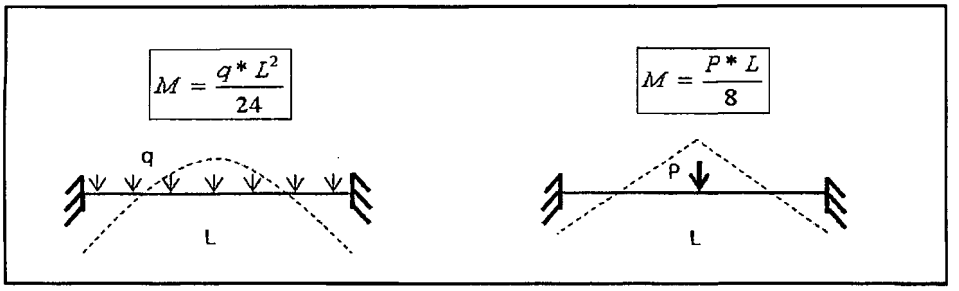
Momento producto del peso propio	Mq =	1,07	t*m
Momento producto de P	Mp =	0,79	t*m
Momento Total	**Msa=**	**1,86**	**t*m**

Momento en tercios y centro de la viga

producto de "q"			producto de "P"					
MA =	0,95	t*m	MA =	0,53	t*m	para x=	3,00	1/3 de L
MB =	1,07	t*m	MB =	0,79	t*m	para x=	4,50	1/2 de L
MC =	0,95	t*m	MC =	0,53	t*m	para x=	6,00	2/3 de L

3.5.97.-

Condición doblemente empotrada.



En análisis se hace para un momento máximo en el centro de la viga.

Para esta de viga se tiene:

Momentos máximos

Momento producto del peso propio	Mq =	0,36	t*m
Momento producto de P	Mp =	0,39	t*m
Momento Total	**Mem=**	**0,75**	**t*m**

Momento en tercios y centro de la viga

producto de "q"			producto de "P"					
MA =	0,24	t*m	MA =	0,13	t*m	para x=	3,00	1/3 de L
MB =	0,36	t*m	MB =	0,39	t*m	para x=	4,50	1/2 de L
MC =	0,24	t*m	MC =	0,13	t*m	para x=	6,00	2/3 de L

Con ambos momentos, se obtiene un momento promedio para nuestro sistema:

Mu= 1,31 t*m

Antes de ver el comportamiento por flexión, es necesario ver la esbeltez de la sección:

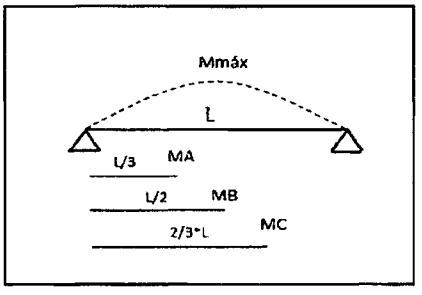
Esbeltez

0,38*raiz(E/fy)	10,6	>	bt/2tf	9,4	*ala compacta*
3,76*raiz(E/fy)	104,9	>	h/tw	36,8	*alma compacta*

Cálculo de momento nominal

Momentos

Para una viga F2



Max= 1,31 t*m
MA = 0,92 t*m
MB = 1,31 t*m
MC = 0,92 t*m

El coeficiente de pandeo por torsión lateral está determinado por:

$$cb = \frac{12.5 * Mmáx}{2.5 * Mmáx + 3 * MA + 4 * MB + 3 * MC} * Rm$$

Cb= 1,2

El cálculo del momento solicitante corresponde al mínimo de los momentos Mn1 y Mn2 (momento por fluencia y por pandeo respectivamente)

Mn1 Mn1=Mp= 7,37 t*m

Mn2 Fcr= 1,24 t/cm²

Lb=	900 cm	Lb<Lp;	Mna=	7,37 t/m
Lp=	181 cm	Lp<Lb<Lr;	Mnb=	2,79 t/m
Lr=	572 cm	Lb>Lr;	Mnc=	3,07 t/m

Mn=Fcr*Sx

Mn2= 3,07 t/m

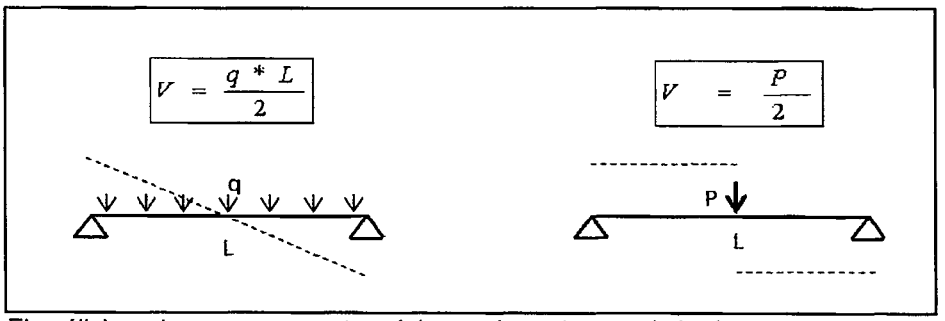
Mn= 3,07 t*m (mínimo entre Mn1 y Mn2) Mn/1,67= **1,84 t*m**

FU=(Mn/1,67)/Mu= 0,71 <1 ok, la sección cumple con la condición de flexión

Análisis del Corte

Para el cálculo de resistencia al corte, se realiza el análisis de la viga para las condiciones más desfavorables que pueda tener la estructura, en este sentido se tienen los siguientes cálculos:

Condición simplemente apoyada.



El análisis se hace para un corte máximo en los extremos de la viga.

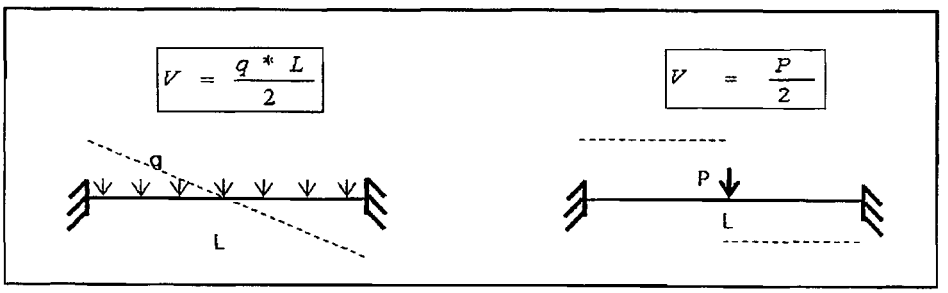
para esta viga se tiene:

P= 0,35 t L= 9 m q= 0,11 t/m

Cortes máximos

Corte producto del peso propio q	Vq =	0,48	t
Corte producto de P	Vp =	0,18	t
Corte Total	**Vsa=**	**0,65**	**t**

Condición doblemente empotrada.



en análisis se hace para un corte máximo en los extremos de la viga.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Cortes máximos

Corte producto del peso propio q	Vq =	0,48	t
Corte producto de P	Vp =	0,18	t
Corte Total	**Vem=**	**0,65**	**t**

Con ambos Cortes se obtiene un Corte promedio para nuestro sistema:

Vu= 0,65 t

Cálculo del corte nominal

para la condición de esbeltez h/tw= 36,8
kv= 5 (para h/tw<260)

$\sqrt{\frac{kc*E}{fy}}$ = 62,36 $1.10*\sqrt{\frac{kv*E}{fy}}$ = 68,6 $1.37*\sqrt{\frac{kv*E}{fy}}$ = 85,4

caso a $\frac{h}{tw} < 1.10*\sqrt{\frac{kv*E}{fy}}$ Cv= 1,00

caso b $1.10*\sqrt{\frac{kv*E}{fy}} < \frac{h}{tw} < 1.37*\sqrt{\frac{kv*E}{fy}}$ Cv= 1,86

caso c $\frac{h}{tw} > 1.37*\sqrt{\frac{kv*E}{fy}}$ Cv= 4,34

caso a
Cv= 1,00

como h/tw<1,10*raíz(kv*E/fy) entonces;

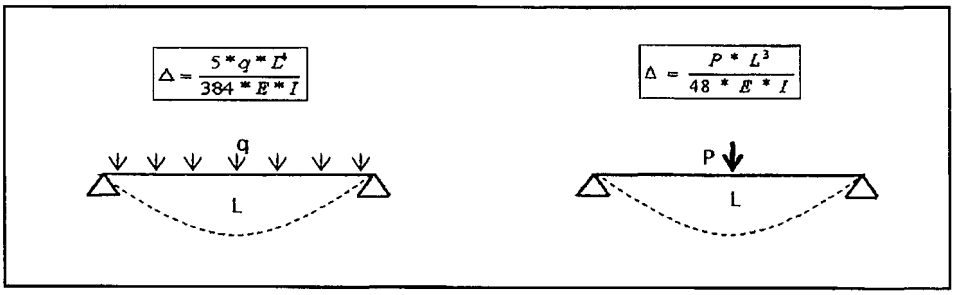
Vn=0,6*Fy*Aw **Vn= 14,9 t** Vn/1,67= **8,92 t**
FU=Vu/(Vn/1,67) **FU= 0,07 <1 ok, cumple condición de corte**

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Análisis de Flecha

Para el cálculo de flecha de la viga sometida a las cargas en estudio, se tiene el siguiente criterio de desplazamiento en el centro de la viga:

Condición simplemente apoyada.



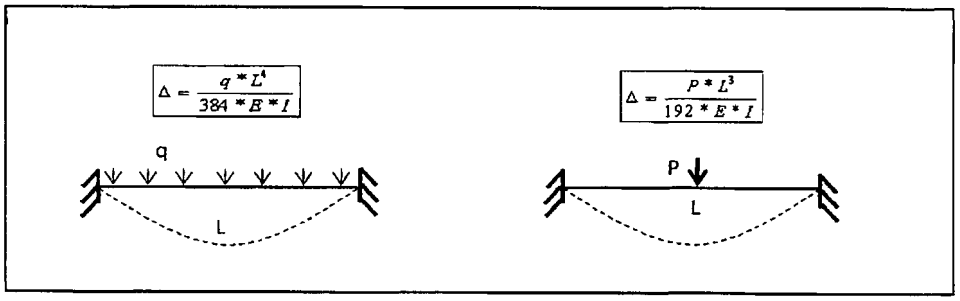
para esta viga se tiene:

P= 0,35 (t) L= 9 (m) q= 0,11 (t/m)

Desplazamientos máximos

Desplazamiento producto del peso propio q	Δq =	17,5	mm
Desplazamiento producto de P	Δp =	10,2	mm
Desplazamiento Total	**Δsa=**	**27,7**	**mm**

Condición doblemente empotrada



Desplazamientos máximos

Desplazamiento producto del peso propio q	Δq =	3,5	mm
Desplazamiento producto de P	Δp =	2,6	mm
Desplazamiento Total	**Δem=**	**6,1**	**mm**

Con ambos Desplazamientos se obtiene un promedio para nuestro sistema:

Δu= 17 mm

Para la condición de desplazamiento máx. dada por: L/200= 45 mm

Δu<L/200; **ok, la viga cumple con el desplazamiento**

2.- Cubicación

La cubicación de la estructura comprende tanto la viga como las demás estructuras para la colocación de ésta en terreno, a continuación se presenta un detalle de los elementos considerados:

Acero de viga perfil metálico plegado IN 20*26,1

Peso de una viga:	235	kg	corresponde a 0,0261t/ml*9m*1000
Peso de dos vigas:	470	kg	

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Obra : Cálculo de zapatas de apoyo para pasarela.

Ubicación: Canal Almahue

Para el cálculo de la zapata de h.a. que sirve como soporte de una pasarela se usaron los siguientes criterios:

* Análisis de momentos
* Análisis de volcamiento
* Análisis de desplazamiento

1.- Datos de diseño

En este punto se presentan datos que son comunes para el desarrollo de la memoria, a continuación se muestra estos parámetros:

Peso específico

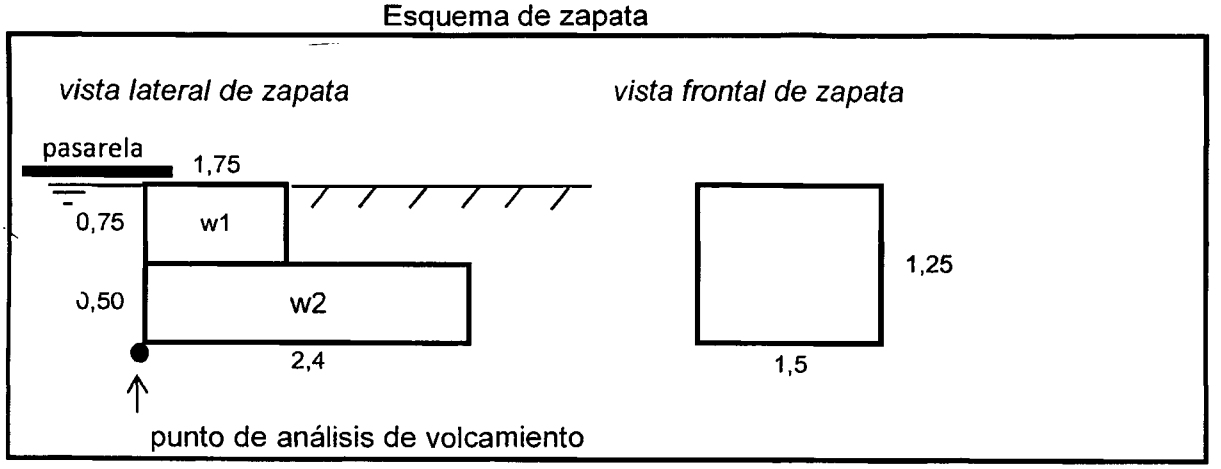
h.a	2,5	t/m³
terreno	2,0	t/m³

ángulo friccional del suelo

ϕ	35	°

En esquema del tipo de viga utilizada se muestra en la siguiente figura:

Esquema de zapata



a continuación se muestra un cuadro con el resumen de las dimensiones de la zapata:

	ancho	alto	profundidad	volumen	peso	x	M
	m	m	m	m³	t	m	t*m
w1	1,75	0,75	1,5	2,0	4,9	0,88	4,31
w2	2,4	0,50	1,5	1,8	4,5	1,20	5,40
Total				3,8	9,4		9,71

donde:

x: distancia horizontal del centro de gravedad al punto de análisis de volcamiento.

M: Corresponde al momento en el punto de análisis del volcamiento.

* Momento resistente al volcamiento

Momento resistente al volcamiento 9,71 t*m

* Para obtener el momento solicitante al volcamiento en la zapata, se tiene que ver el análisis del momento generado en el extremo de las vigas de acero, cuando es solicitada por las cargas más desfavorables:

momentos en los extremos de la viga situación doblemente empotrada:

los datos de las cargas y dimensiones de la viga son las siguientes

L= 9 m
q= 0,106 t*m
P= 0,35 t

Para la carga distribuida

$$M = \frac{q * L^2}{12}$$

M= 0,716 t*m

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Para la carga puntual

$$M = \frac{P*L}{8}$$ M= 0,394 t*m

Momento solicitante al volcamiento 1,11 t*m

* Cálculo del empuje activo del suelo:

Para el cálculo del empuje activo del suelo se tiene las siguientes ecuaciones:

ka factor de empuje activo $$ka = \frac{(1 - seno(\phi))}{(1 + seno(\phi))}$$

σ tensión para altura H del suelo $$\sigma = \gamma * H$$

E Empuje del suelo de altura H $$E = \frac{ka*\sigma*H}{2}$$

ka	σ	E
	t/m²	t
0,27	2,5	0,42

* Para el análisis del desplazamiento se considera el empuje resistente como un factor del peso de la zapata, dicho factor se considera un 50%.

Empuje resistente 0,5*W = 4,71 t

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

* Cálculo de la subpresión freática en la base de la zapata:

Se considera una altura de napa igual a la altura de la zapata:

Altura de napa freática =	=	1,25	m
Área de base de zapata=	=	3,60	m²
Presión en la base producto de la altura de agua	=	4,5	t

Cálculo de factores de seguridad.

Con los valores de la solicitaciones que ya se han calculado, su puede ver un análisis de las condiciones de seguridad del diseño de cada la zapata:

Análisis de factores de seguridad:

* Factor de seguridad al volcamiento.

$$\text{Factor de seguridad al volcamiento} = \frac{\text{M resistentes}}{\text{M volcantes}} = \frac{9,71}{1,11} = 8,8$$

* Factor de seguridad al desplazamiento.

$$\text{Factor de seguridad al desplazamiento} = \frac{\text{E resistentes}}{\text{E solicitante}} = \frac{4,71}{0,42} = 11,1$$

* Factor de seguridad a la flotabilidad.

$$\text{Factor de seguridad al desplazamiento} = \frac{\text{E resistentes}}{\text{E solicitante}} = \frac{9,42}{4,50} = 2,09$$

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

* Ubicación de la fuerza resultante.

El cálculo de este factor dice relación con la ubicación de la fuerza resultante en la base de la zapata producto del peso de la estructura, el momento resistente y el momento volcante. El criterio indica que en la medida que la fuerza resultante se ubique en el tercio central de la base, no se producirán esfuerzo de tracción.

momentos resistentes: 9,71 t*m
momentos volcantes: 1,11 t*m
componente del peso W: 9,42 t

$$x = \frac{(Mr - Mv)}{W}$$

X= 0,91 m

1/3 de la base corresponde a 0,8 m
2/3 de la base corresponde a 1,6 m

se comprueba que X se encuentra en el tercio central

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

2.- Cubicación

Esta cubicación incluye todos los ítems de construcción y colocación de la pasarela

Viga
2 vigas de acero
Peso: 470 kg. (0,0261t/ml*9m*1000)

Zapata
Se consideran dos zapatas, cada zapata esta compuesta por w1 y w2:
w1=1,75*0,75m²; w2=0,5*2,4m²
Volumen de hormigón 7,5 m³ (2*(w1+w2))

Volumen de excavación:
Se considera la base por una altura de 0,5m.
Volumen de excavación 3,6 m³ (2*(0,5*(2,4*1,5)))

Volumen de emplantillado
Se considera una altura de 5 cm en cada base de zapata
Volumen emplantillado 0,36 m³ (2*(0,05*(2,4*1,5)))

Volumen de relleno estructural
Se considera una altura de 0,5m en cada base de zapata
Volumen de relleno 3,60 m³ (2*(0,5*(2,4*1,5)))

Material de transporte a botadero
Se considera el volumen excavado más un 30% de esponjamiento.
Volumen a botadero 4,68 m³ (1,3*3,6)

Insumos anexos a la construcción de la pasarela
* plancha diamantada de piso de pasarela
* barandas
* pernos

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

MEMORIA DE CALCULO PUENTE TIPIFICADO SOBRE CANAL

1.- GENERAL

La presente memoria de cálculo corresponde al diseño estructural de las obras de hormigón armado que constituyen el puente tipificado.

2.- BASES DE DISEÑO

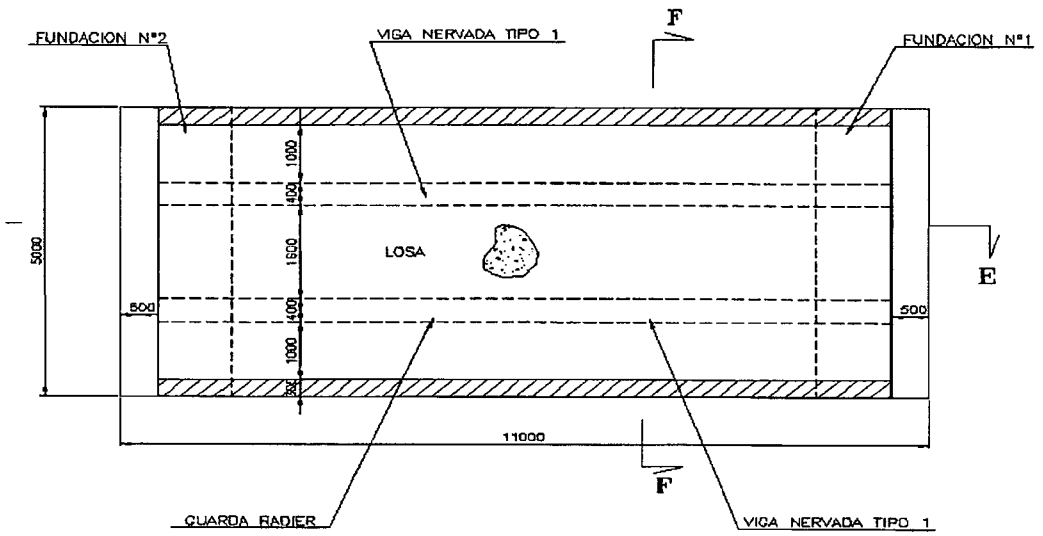
Para el cálculo de los elementos de hormigón armado se usará el metodo de las tensiones admisibles.
Para el cálculo de las solicitaciónes presentes producto de los vehiculos que circulan sobre el puente se utilizará las recomendaciones de la norma AASHTO "Standard specifications for highway bridges" recomendadas por el manual de carreteras vol 3.

3.- MATERIALES

ACERO ESTRUCTURAL	A37 - 24 ES
ACERO DE REFUERZO	A44 - 28 H
HORMIGON	H 15 (8 sacos / m3)

4.- GEOMETRIA

PLANTA PUENTE
MEDIDAS EN mm ESC. 1:50



PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

5. Diseño de elementos especificos
5.1 solicitaciones a considerar

El diseño se hará según las directrices de la norma **AASHTO** (American Association of State Highway and Transportation Officials), **"Standard specifications for highway bridges, 1996"**, la cual define que para el diseño de la losa de puente se deben tener en consideración 3 tipos de cargas, cada una de las cuales induce un respectivo momento. Los que al considerarlos en forma acumulativa permiten definir el momento y los estados de carga para la fase de diseño. El momento de diseño finalmente corresponde a la adición de los tres momentos señalados.

Las cargas a considerar en la fase de diseño son las siguientes:

1. **Cargas muertas o permanentes**. Las cuales corresponden a todas las cargas de peso propio de la estructura.
2. **Cargas vivas**. Este tipo de solicitación corresponde a los vehículos que circulan sobre el puente. Y que en forma dinámica se desplazan sobre él. La norma AASHTO clasifica y normaliza la infinidad de potenciales vehículos que podrían hacer uso del puente. Los denomina vehículos Standard tipo H y HS. El manual de carreteras señala que los puentes diseñados en nuestro pais deben considerar las cargas de los vehiculos standard ponderados al 120%, de esa forma se asegura un adecuado margen de seguridad.
3. **Carga de impacto**. Correspondiente a lo más al 30% de las cargas vivas.

Lamentablemente la norma AASHTO resuelve utilizando un sistema de unidades extranjero, por lo que los cálculos deberán ir en paralelo tanto en unidades nacionales como en unidades foráneas.
El puente a diseñar se encuentra en un camino rural e interior, de muy bajo transito, principalmente camionetas. Se opta entonces por diseñar para el camión Standard denominado H 15-44

Vehiculo standard H 15-44

la dirección de vialidad exige que los valores anteriores sean ponderados por seguridad por 1,2 quedando:

estos valores serán los que se usaran en el diseño

Segun la norma AASHTO, la distancia entre los ejes delantero y trasero del camion Standard H15-44 es de 14 pies, o su equivalente de 4,3 metros. Esta distancia debe considerar además un 70% más dado las extensiones del camion delante y detras de los ejes (cabina, parachoques, zona de carga, etc) lo que suma una longitud efectiva del camión de L=7,30 metros. Considerando además que el distanciamiento entre 2 vehículos consecutivos debe ser tal que esta permita la segura maniobrabilidad tanto como la conductiva y tomando la menor longitud del camión standard (7,30 m valor que según el manual de carreteras tabla 3,005,3A puede llegar a ser igual a 10 metros) y un espaciamiento mínimo del 50% de la longitud del camion (3,65 metros), se obtiene una longitud equivalente a la luz del puente (11 metros) por lo que es posible concluir que longitudinalmente solo es factible encontrar el caso de 1 camión en la dirección del puente.

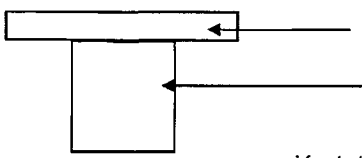
Por otro lado, según el punto 3.6.1. de la norma AASHTO el camión standard tiene un ancho de 10 pies, equivalente a 3.05 metros, y el manual de carreteras de vialidad recomienda considerar 3,20 m. Descontando esta longitud del ancho del puente (5 m) menos los espesores de los guarda ruedas (0,3 m c/u), se concluye que queda por utilizar solo 1,2 metros de vía, por lo que ahora se concluye que solo es posible la circulación de 1 camión estándar transversalmente al puente.

La conclusión final es que dadas las dimensiones del camión standard y del puente, solo es

DETERMINACIÓN DE LAS SOLICITACIONES

1. CARGAS MUERTAS.

Para el diseño de la losa se contemplara 1 metro de ancho a lo largo de los 11 metros de luz de la losa.
el tramo más solicitado es aquel sobre la viga 100x40
luz de la losa 11 m <=> 36,09 pies
espesor de la losa = 0,2 m <=> 0,66 pies



losa: sección 1,0 x 0,2

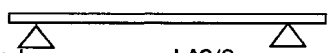
viga (100x40): sección reducida por losa
0,8 x 0,4

sección total:
0,52 m^2

peso especifico hormigón : 2,5 ton/m^3
peso 1 metro de elemento: 1,30 ton/mL

considerando que el puente tiene una luz libre L= 8 m

y que la estructura está simplemente apoyada



el momento viene dado por : qL^2/8

M1= 10,4 T-m

2. CARGAS VIVAS.

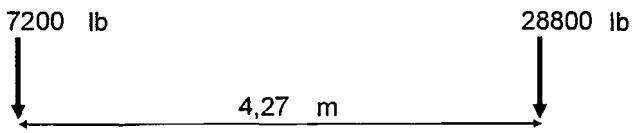
A. CARGAS CAMION

según el tipo de camino en el cual se encuentra ubicado el futuro emplazamiento del puente en estudio, es posible señalar lo siguiente:

- el camino está en una zona rural.
- el camino tanto como el puente son privados, perteniecendo a la asociación Canales Unidos de Buin.
- es esperable un flujo bajo de vehiculos por el puente, principalmente camionetas.

-se diseñará con el camión standard H15-44

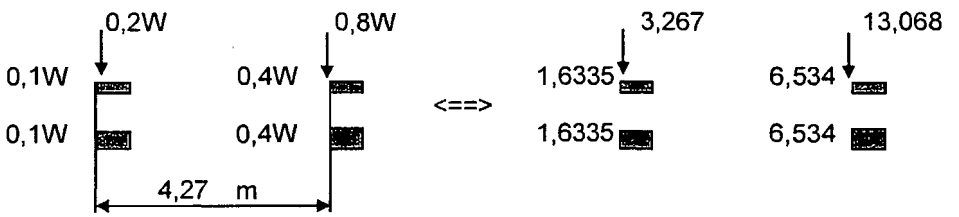
el camión H15-44 presenta las siguientes cargas:

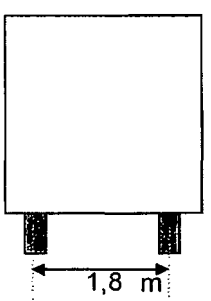


3,267 ton **13,068** ton

por lo tanto W= **16,335** ton

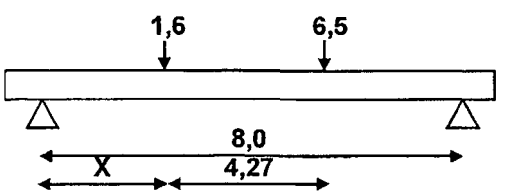
y la siguiente distribución en planta





SE ASUME QUE EN LA FRANJA EN ESTUDIO ES POSIBLE LA INFLUENCIA DE SOLAMENTE UN TREN DE RUEAS.

ESTE TREN DEBE SER UBICADO EN EL PUNTO QUE CAUCE EL MAYOR MOMENTO.

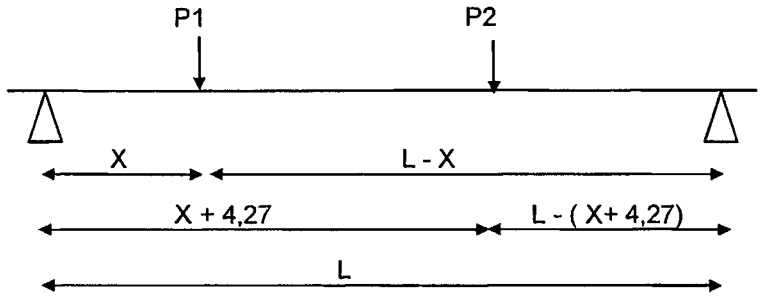


EL MOMENTO GENERADO POR UNA CARGA PUNTUAL A DISTACIA A Y DE DESDE LOS APOYOS DE UNA VIGA SIMPLEMENTE APOYADA ES:

PAB/L

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

DETERMINACION DEL MOMENTO MAXIMO GENERADO POR LAS DOS CARGAS



L: 8

	P1				P2				
X	P1	A	B	M1	P2	A	B	M2	M
0	1,6335	0	8	0	6,534	4,27	3,73	13,008	13,008
0,25	1,6335	0,25	7,75	0,3956	6,534	4,52	3,48	12,847	13,243
0,5	1,6335	0,5	7,5	0,7657	6,534	4,77	3,23	12,584	**13,349**
0,75	1,6335	0,75	7,25	1,1103	6,534	5,02	2,98	12,218	13,329
1	1,6335	1	7	1,4293	6,534	5,27	2,73	11,751	13,18
1,5	1,6335	1,5	6,5	1,9908	6,534	5,77	2,23	10,509	12,5
2	1,6335	2	6	2,4503	6,534	6,27	1,73	8,8594	11,31
2,5	1,6335	2,5	5,5	2,8076	6,534	6,77	1,23	6,8012	9,6087
3	1,6335	3	5	3,0628	6,534	7,27	0,73	4,3346	7,3974
3,5	1,6335	3,5	4,5	3,216	6,534	7,77	0,23	1,4596	4,6756

DE ACUERDO A LA TABLA SE PUEDE CONCLUIR QUE EL MAXIMO MOMENTO SE TIENE CUANDO LA CARGA MENOR SE ENCUENTRA EN X= 0,5 METROS DE UNO DE LOS APOYOS. EN ESTE CASO EL MOMENTO ES
M= **13,349** TON-M

B. CARGAS DE FAJA: LA NORMA AASHTO EXIGE ADEMAS LA INCLUSION DE CARGAS PROVOCADAS POR TRENES DE CAMIONES CIRCULANDO SOBRE EL PUENTE, ESTA CARGA NO SERÁ CONSIDERADA EN EL ANALISIS PUES EL TRAFICO ESPERADO ES DE 1 VEHICULO A LA VEZ.

3. CARGA POR IMPACTO

según norma AASHTO, el impacto corresponde a lo más el 30% de las cargas vivas y se calcula por la formula:

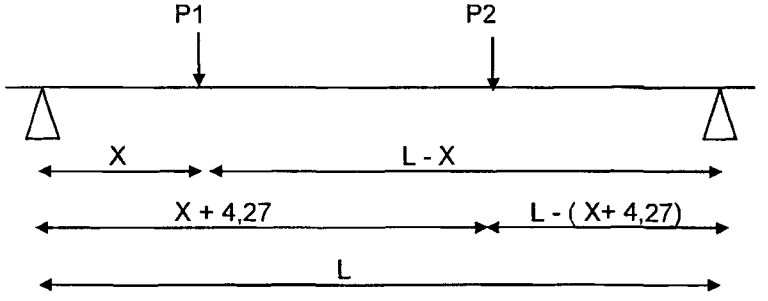
$$I = \frac{15.24}{L + 38}$$

ESTA CARGA ES PROVOCADA POR LA ENTRADA DE LOS CAMIONES AL PUENTE A VELOCIDAD.
L CORRESPONDE A LA LUZ LIBRE DEL PUENTE.

L= 8

I = 0,3313 > 30% ===> SE USARA 30% DE CARGAS VIVAS.

DETERMINACION DEL MOMENTO MAXIMO GENERADO POR IMPACTO



L: 8

	P1				P2				
X	P1	A	B	M1	P2	A	B	M2	M
0	0,4901	0	8	0	1,9602	4,27	3,73	3,9025	3,9025
0,25	0,4901	0,25	7,75	0,1187	1,9602	4,52	3,48	3,8541	3,9728
0,5	0,4901	0,5	7,5	0,2297	1,9602	4,77	3,23	3,7751	**4,0048**
0,75	0,4901	0,75	7,25	0,3331	1,9602	5,02	2,98	3,6655	3,9986
1	0,4901	1	7	0,4288	1,9602	5,27	2,73	3,5252	3,954
1,5	0,4901	1,5	6,5	0,5972	1,9602	5,77	2,23	3,1528	3,75
2	0,4901	2	6	0,7351	1,9602	6,27	1,73	2,6578	3,3929
2,5	0,4901	2,5	5,5	0,8423	1,9602	6,77	1,23	2,0403	2,8826
3	0,4901	3	5	0,9188	1,9602	7,27	0,73	1,3004	2,2192
3,5	0,4901	3,5	4,5	0,9648	1,9602	7,77	0,23	0,4379	1,4027

DE ACUERDO A LA TABLA SE PUEDE CONCLUIR QUE EL MAXIMO MOMENTO SE TIENE CUANDO LA CARGA MENOR SE ENCUENTRA EN X= 0,5 METROS DE UNO DE LOS APOYOS. EN ESTE CASO EL MOMENTO ES
M= **4,0048** TON-M

DISENO VIGA PRINCIPAL (100X40)
SE DISENA CON EL TOTAL DE LOS MOMENTOS SENALADOS EN LA PRESENTE MEMORIA:

M1:	PESO PROPIO	10,40			
M2:	CARGA VIVA	13,349			
M3:	IMPACTO	4,0048			
		27,75	====>	FE=	13,41
				FE MIN=	9,22

ENTONCES ARMAR CON FE, ES DECIR: 4Φ22 A TRACCION

DISENO VIGA LATERAL (120X30)
SE DISEÑA CON EL 50% DEL TOTAL DE LOS MOMENTOS SEÑALADOS EN LA PRESENTE MEMORIA:

M1:	PESO PROPIO	5,20			
M2:	CARGA VIVA	6,6747			
M3:	IMPACTO	2,0024			
		13,88	====>	FE=	6,6
				FE MIN=	6,92

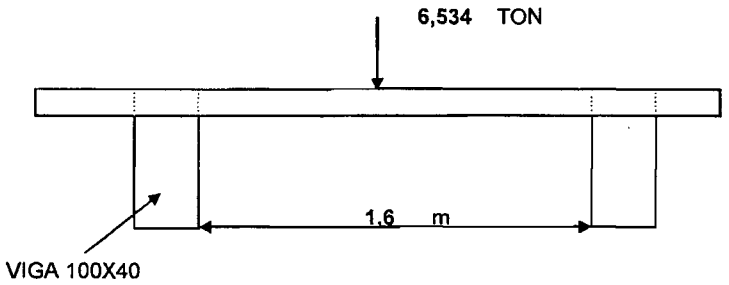
ENTONCES ARMAR CON FE MIN , ES DECIR: 3Φ18 A TRACCION

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

DISEÑO LOSA PUENTE

SE PROCEDERÁ A DISEÑAR EL TRAMO DE LA LOSA ENTRE LAS 2 VIGAS PRINCIPALES DADO QUE LA DISTANCIA ENTRE VIGAS DE APOYO ES MAYOR.
EL DISEÑO CONSIDERA LO SIGUIENTE:

- LAS SOLICITACIONES SON:
  - EL PESO PROPIO.
  - LA CARGA DE LA RUEDA DEL CAMION.
  - LA CARGA POR IMPACTO
- EL MAXIMO EFECTO SE TIENE CUANDO LA RUEDA ES UBICADA EN EL CENTRO DEL TRAMO
- SE CONSIDERARA QUE LA CARGA DE LA RUEDA ES UNA CARGA PUNTUAL, EN RIGOR ES UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA EN EL ANCHO DE LA RUEDA.
- LA MAXIMA CARGA VIENE DADA POR EL TREN TRASERO.



SE CONSIDERA QUE LA LOSA ESTA EMPOTRADA EN LOS APOYOS, POR LO QUE EL MOMENTO MAXIMO VIENE DADO POR

PL/8

MOMENTO1 : 1,31 TON-M

SE DISEÑA UN TRAMO DE 1 METRO DE ANCHO POR 0,2 METROS DE ALTO Y 1,6 METROS DE LONGITUD

SECCIÓN DE DISEÑO: 0,2 X 1,0 = 0,2
PESO ESPECIFICO DEL H.A. = 2,5
CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA: 0,5 TON/ML

EN ESTE CASO EL MOMENTO SE DETERMINA POR:

PL^2/12

MOMENTO 2: 0,11

EL MOMENTO POR IMPACTO SERÁ DETERMINADO COMO EL 30% DEL GENERADO POR LA RUEDA.

M3= 0,032

MD= 1,445 ===> FE = 4,39
FE MIN = 4,61

POR LO QUE SE ARMA CON FE MIN , ES DECIR Φ12@20 EN AMBAS DIRECCIONES

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

VERIFICACIÓN DE DEFORMACIONES

DEFORMACIÓN DE LOSA

q : 6,534 TON = 6534 KG
L: 1,6 M
E: 210000 MPA = 2100000 KG/CM^2

I = 1/12 x BH^3
B= 1 M
H= 1,6 M ===> I= 3,4E+07 CM^4

DEF = QL^4/(384EI) = 0,00016 CM

ADMISIBLE : L/360

0,44444 CM ΔADM> DEF OK

DEFORMACIÓN DE VIGA PRINCIPAL

PARA ESTE ANALISIS SE CONSIDERARÁ EL MOMENTO MAXIMO DE DISEÑO Y SE SUPONDRÁ QUE DICHO VALOR ES PROVOCADO POR UNA CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA A LO LARGO DE TODA LA LUZ LIBRE DE LA VIGA, DICHA CARGA SERÁ LA QUE PERMITIRÁ LA DETERMINACIÓN DE LA DEFORMACIÓN DE LA VIGA.

MOMENTO DISEÑO = 27,75 TON-M

VIGA SIMPLEMENTE APOYADA EN SUS EXTREMOS, POR LO QUE M=QL^2/8

SI L: 8

ENTONCES Q= 3,46929 TON /ML

q : 3,46929 TON = 3469,29 KG
L: 8 M
E: 210000 MPA = 2100000 KG/CM^2

I = 1/12 x BH^3
B= 0,4 M
H= 8 M ===> I= 1,7E+09 CM^4

DEF = QL^4/(384EI) = 0,00103 CM

ADMISIBLE : L/360

2,22222 CM ΔADM> DEF OK

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

DEFORMACIÓN DE VIGA LATERAL

PARA ESTE ANALISIS SE CONSIDERARÁ EL MOMENTO MAXIMO DE DISEÑO Y SE SUPONDRÁ QUE DICHO VALOR ES PROVOCADO POR UNA CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA A LO LARGO DE TODA LA LUZ LIBRE DE LA VIGA, DICHA CARGA SERÁ LA QUE PERMITIRÁ LA DETERMINACIÓN DE LA DEFORMACIÓN DE LA VIGA.

MOMENTO DISEÑO = 13,88 TON-M

VIGA SIMPLEMENTE APOYADA EN SUS EXTREMOS, POR LO QUE M=QL^2/8

SI L: 8

ENTONCES Q= 1,73464 TON /ML

q : 1,73464 TON = 1734,64 KG
L: 8 M

E: 210000 MPA = 2100000 KG/CM^2

I = 1/12 x BH^3
B= 0,4 M
H= 8 M ===> I= 1,7E+09 CM^4

DEF = QL^4/(384EI) = 0,00052 CM

ADMISIBLE : L/360

2,22222 CM ΔADM> DEF OK

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

5.3. VERIFICACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE SEGÚN LONGITUD MENOR ZAPATA.

SOLICITACIÓN SISMICA SEGÚN MONONOBE OKABE

$$\sigma_s = C_s \cdot H$$

H = 2 m

C_S = 0,5 Ao'

Ao' = 0,3 ==> C_S = 0,15

σs= 0,3

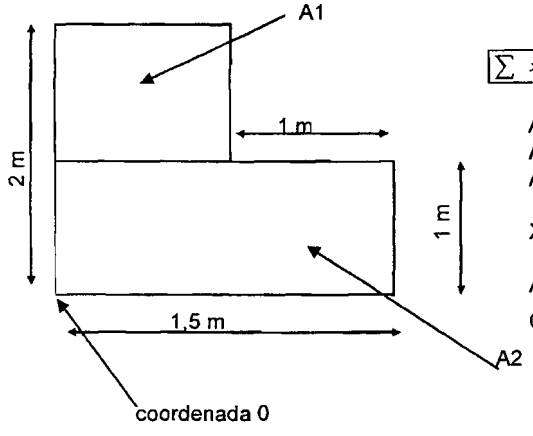
EL ESFUERZO TIENE FORMA DE TRIANGULO INVERTIDO

EMPUJE SISMICO = 1/2 σs H = 0,3 APLICADO EN 2/3 DE H

MOMENTO SISMICO = 0,2

cada fuerza tiene un punto de aplicación, el cual genera un momento con respecto al centro de gravedad

determinación de la ubicación del eje por donde pasa el centro de gravedad según longitud menor de la zapata (L=1.5 m)



$$\sum x_i * A_i = x_{cg} * A$$

A1 = 0,5 X1= 0,25 A1X1= 0,13

A2= 1,5 X2= 0,75 A2X2= 1,13

A = 2

Xcg = 0,63

A PARTIR DE ESTE PUNTO SE DEFINE QUE EL CENTRO DE GRAVEDAD PASA POR EL 0

P: Fuerza axial sobre la zapata

SC 1= 11,4 ton aporte de 0,70 camión caso más desfavorable al tener un camión cerca de uno de los extremos

ESTA CARGA ES APLICADA EN X= 0,37 CONSIDERANDO 0 EL CENTRO DE GRAVEDAD

ESTA CARGA INDUCE UN MOMENTO M= 4,23 SOBRE EL CG

SC 2= 12,5 ton peso de 1/2 losa

ESTA CARGA ES APLICADA EN X= 0,37 CONSIDERANDO 0 EL CENTRO DE GRAVEDAD

ESTA CARGA INDUCE UN MOMENTO M= 4,63 SOBRE EL CG

SC 3= 16,3 ton (peso de vigas principales de puente + vigas laterales) x 0,5

ESTA CARGA ES APLICADA EN X= 0,37 CONSIDERANDO 0 EL CENTRO DE GRAVEDAD

ESTA CARGA INDUCE UN MOMENTO M= 6,01 SOBRE EL CG

SC 4= 5,28 ton peso material de relleno entre vigas y sobre zapata
γterreno = 2,2
ESTA CARGA ES APLICADA EN X= 0,37 CONSIDERANDO 0 EL CENTRO DE GRAVEDAD

ESTA CARGA INDUCE UN MOMENTO M= 1,95 SOBRE EL CG

SC 5= 6,3 ton (peso propio de la parte de la zapata denominada A1)

ESTA CARGA ES APLICADA EN X= -0,38 CONSIDERANDO 0 EL CENTRO DE GRAVEDAD

ESTA CARGA INDUCE UN MOMENTO M= -2,38 SOBRE EL CG

SC 6= 18,8 ton (peso propio de la parte de la zapata denominada A2)

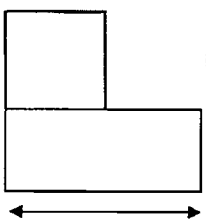
ESTA CARGA ES APLICADA EN X= 0,12 CONSIDERANDO 0 EL CENTRO DE GRAVEDAD

ESTA CARGA INDUCE UN MOMENTO M= 2,25 SOBRE EL CG

P TOTAL = **70,5**

M TOTAL = **16,8969**

EXCENTRICIDAD e=M/P = 0,23979



L= 5 B= 1,5

B/6 = 0,250

e<B/6 ===> $\sigma_{M,m} = \frac{P}{BL}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)$

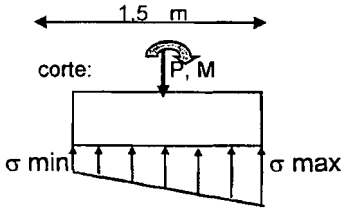
σ min = 0,38 ton/m2 = **0,04** kg/cm2

σ max = 18,4 ton/m2 = **1,84** kg/cm2

σ max < admisible OK

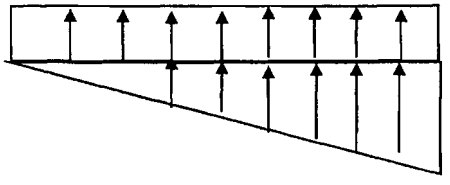
PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CALCULO DE ARMADURAS EN LA BASE DE LA ZAPATA SEGÚN LONGITUD MENOR.



σ min = 0,38 σ max = 18,4

LOS ESFUERZOS PRESENTES SON AQUIVALENTES A LA SUPERPOSICIÓN DE DOS CARGAS UNA UNIFORME Y OTRA TRIANGULAR.
SE CONSIDERA LOS EXTREMOS COMO SIMPLEMENTE APOYADOS.



σ min = 0,38

σ max- σmin = 18

elemento simplemente apoyado en los extremos ===> momento = ql^2/8

carga uniforme	carga triangular
L1 = 1,5	L1 = 1,5
q1 = 0,38	Q= σ*L/2 = 13,5
M1 = 0,11	aplicado en x= 1 en carga triangular Mmax=0,1283QL
	M2= 2,6

momento de diseño M1 + M2 = 2,7

diseño a flexión
B= 1
H= 1 Md= 2,7
L= 1.5

Fe = 1,21
Femin= 23,1
Fe<1,33femin '===> armar con fe
armar con ϕ12@20

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

5.4. VERIFICACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE SEGUN LONGITUD MAYOR ZAPATA

SOLICITACIÓN SISMICA SEGÚN MONONOBE OKABE $\sigma_s = C_s \cdot H$

H = 2 m

C_S = 0,5 Ao'

Ao' = 0,3 ==> C_S = 0,15

σs= 0,3

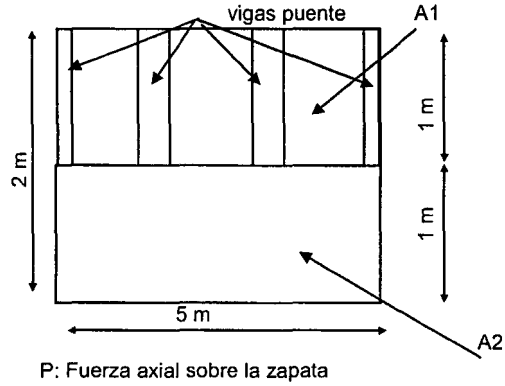
EL ESFUERZO TIENE FORMA DE TRIANGULO INVERTIDO

EMPUJE SISMICO = 1/2 σs H = 0,3 APLICADO EN 2/3 DE H

MOMENTO SISMICO = 0,2

cada fuerza tiene un punto de aplicación, el cual genera un momento con respecto al centro de gravedad

determinación de la ubicación del eje por donde pasa el centro de gravedad según longitud mayor de la zapata (L=5 m)



según el sentido de la longitud mayor, la estructura es simetrica por lo que el centro de gravedad pasa por un eje ubicado en la mitad del elemento

L= 5 m

Xcg = 2,5 m

A PARTIR DE ESTE PUNTO SE DEFINE QUE EL CENTRO DE GRAVEDAD PASA POR EL 0

P: Fuerza axial sobre la zapata

SC 1= 10,7 ton aporte de 0,70 camión caso más desfavorable al tener un camión cerca de uno de los extremos

el caso más desfavorable además se tiene cuando el camión entra al puente no centrado, sino con una rueda casi sobre el guarda ruedas. Se producen 2 momentos, uno por cada tren de ruedas.

SC 1A= 5,3 ton peso del tren exterior justo al borde del guardaruedas.

ESTA CARGA ES APLICADA EN X= 2,05 CONSIDERANDO 0 EL CENTRO DE GRAVEDAD

ESTA CARGA INDUCE UN MOMENTO M= 10,9 SOBRE EL CG

SC 1B= 5,3 ton peso del tren interior, aplicada a 1,8 metros del tren anterior. (6 pies distanciamiento entre trenes AASHTO)

ESTA CARGA ES APLICADA EN X= 0,25 CONSIDERANDO 0 EL CENTRO DE GRAVEDAD

ESTA CARGA INDUCE UN MOMENTO M= 1,33 SOBRE EL CG

SC 2= 12,5 ton peso de 1/2 losa

ESTA CARGA ES APLICADA EN X= 0,00 CONSIDERANDO 0 EL CENTRO DE GRAVEDAD

ESTA CARGA INDUCE UN MOMENTO M= 0 SOBRE EL CG

SC 3= 16,3 ton (peso de vigas principales de puente + vigas laterales) x 0,5

ESTA CARGA INDUCE UN MOMENTO M= 0 SOBRE EL CG

DADA LA SIMETRIA DE LA ESTRUCTURA EN ESTE EJE.

SC 4= 5,28 ton peso material de relleno entre vigas y sobre zapata

γterreno = 2,2

ESTA CARGA INDUCE UN MOMENTO M= 0 SOBRE EL CG

DADA LA SIMETRIA DE LA ESTRUCTURA EN ESTE EJE

SC 5= 6,3 ton (peso propio de la parte de la zapata denominada A1)

ESTA CARGA INDUCE UN MOMENTO M= 0 SOBRE EL CG

DADA LA SIMETRIA DE LA ESTRUCTURA EN ESTE EJE

SC 6= 18,8 ton (peso propio de la parte de la zapata denominada A2)

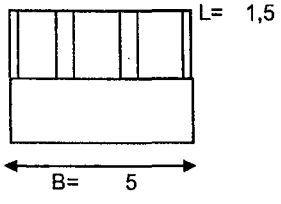
ESTA CARGA INDUCE UN MOMENTO M= 0 SOBRE EL CG

DADA LA SIMETRIA DE LA ESTRUCTURA EN ESTE EJE

P TOTAL = **69,7**

M TOTAL = **12,273**

EXCENTRICIDAD e=M/P = 0,17608



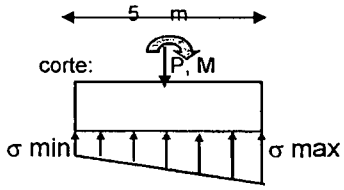
B= 5
B/6 = 0,833
e<B/6 ===>

$$\sigma_{M,m} = \frac{P}{BL}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)$$

σ min = 7,33 ton/m2 = **0,73** kg/cm2
σ max = 11,3 ton/m2 = **1,13** kg/cm2

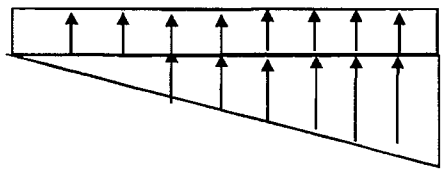
σ max < admisible OK

CALCULO DE ARMADURAS EN LA BASE DE LA ZAPATA SEGÚN LONGITUD MAYOR.



σ min = 7,33 σ max = 11,3

LOS ESFUERZOS PRESENTES SON AQUIVALENTES A LA SUPERPOSICIÓN DE DOS CARGAS UNA UNIFORME Y OTRA TRIANGULAR.
SE CONSIDERA LOS EXTREMOS COMO SIMPLEMENTE APOYADOS.



σ min = 7,33

σ max- σmin = 3,93

elemento simplemente apoyado en los extremos ===> momento = ql^2/8

carga uniforme
L1 = 5
q1 = 7,33
M1 = 22,9

carga triangular
L1 = 5
Q= σ*L/2 = 9,82
aplicado en x= 3,33 en carga triangular Mmax=0,1283QL
M2= 6,3

momento de diseño M1 + M2 = 29,2

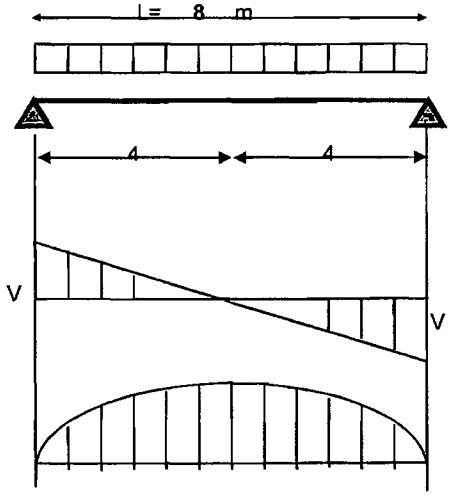
diseño a flexión
B= 1,5
H= 1 Md= 29,2
L= 5

Fe = 13,5
Femin= 34,6
Fe<1,33femin '===> armar con fe
armar con ϕ16@20

DIAGRAMAS UTILIZADOS EN LOS CALCULOS.

1. VIGA SIMPLEMENTE APOYADA CON CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA.

DETERMINACIÓN CARGAS MUERTAS, VIGA 100X40 MAS 1 METRO DE LOSA DE ESPESOR 0,2. EL TRAMO LIBRE DE 8 METROS.



q= **1,3** TON/ML

corte

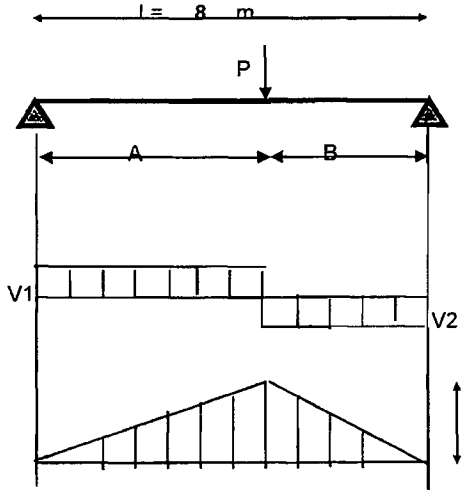
V= qL/2 = **5,2**

momento

Mmax Mmax= qL^2/8 = **10,4**

2. VIGA SIMPLEMENTE APOYADA CON CARGA PUNTUAL.

carga viva eje delantero camion tipo H15-44



P= **1,6** TON/ML
A= 0,5
B= 7,5

corte

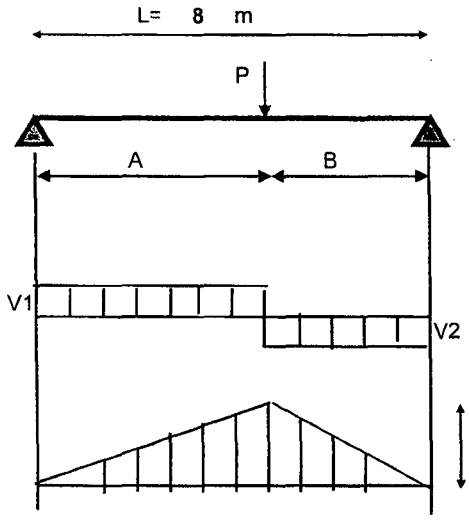
V1= PB/L = **1,5**
V2= PA/L = **0,1**

momento

Mmax Mmax= PAB/L = **0,75**

3. VIGA SIMPLEMENTE APOYADA CON CARGA PUNTUAL.

carga viva eje trasero camion tipo H15-44



P= **6,5** TON/ML
A= 4,8
B= 3,2

corte

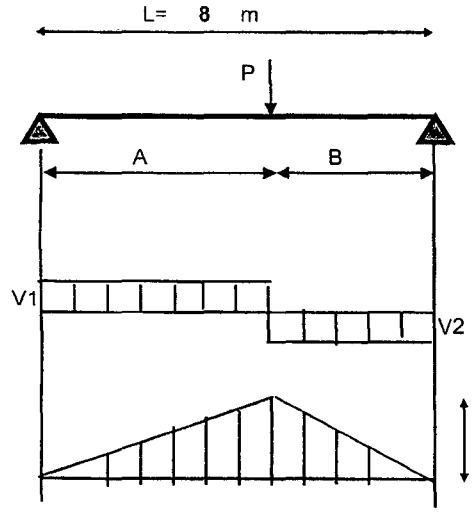
V1= PB/L = **2,6**
V2= PA/L = **3,9**

momento

Mmax Mmax= PAB/L = **12,48**

4. VIGA SIMPLEMENTE APOYADA CON CARGA PUNTUAL.

carga impacto del eje delantero camion tipo H15-44



P= **0,49** TON/ML
A= 0,5
B= 7,5

corte

V1= PB/L = **0,46**
V2= PA/L = **0,03**

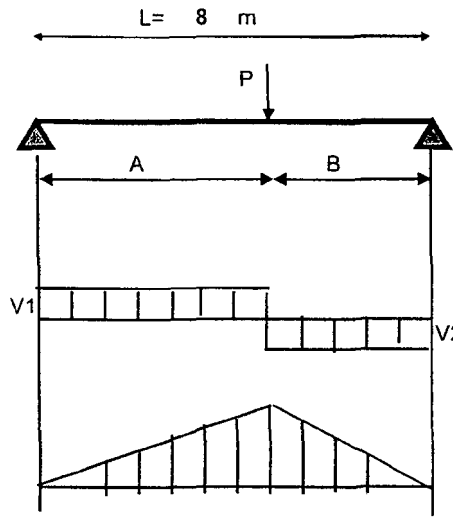
momento

Mmax Mmax= PAB/L = **0,23**

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

5. VIGA SIMPLEMENTE APOYADA CON CARGA PUNTUAL.

carga impacto del eje trasero camion tipo H15-44



P= **1,96** TON/ML
A= 4,8
B= 3,2

corte

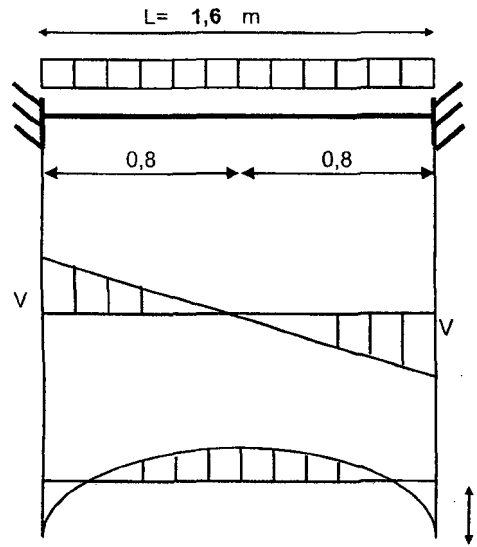
V1= PB/L = **0,78**
V2= PA/L = **1,18**

momento

Mmax= PAB/L = **3,76**

6. VIGA EMPOTRADA CON CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA.

caso estudiado para la losa puente



q= **0,5** TON/ML

corte

V= qL/2 = **0,4**

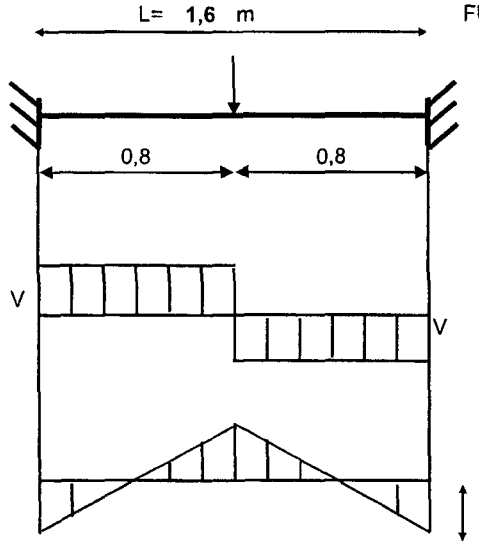
momento

Mmax= qL^2/12 = **0,11**

7. VIGA EMPOTRADA CON CARGA PUNTUAL EN EL CENTRO DE SU LUZ.

caso estudiado para la losa puente

FUERZA DE RUEDA TRASERA



P= **6,53** TON/ML

corte

V= P/2 = **3,27**

momento

Mmax Mmax= PL/8 = **1,31**

OBS: EL DISEÑO DEL PUENTE HA SEGUIDO LA DETERMINACIÓN DE CARGAS Y RECOMENDACIONES TANTO DEL MANUAL DE CARRETERAS DEL MOP, COMO DE LA NORMA AASHTO DE DISEÑO DE PUENTES.

ENTRE LAS CARGAS CONSIDERADAS, LA DENOMINADA POR IMPACTO, ES CAUSADA POR LA ENTRADA DE UNA MASA O VEHICULO A VELOCIDADES SUPERIORES A 50 KM/HR. AL PUENTE, ESTA CARGA ES DEL TIPO DINAMICO Y COMO SE VE EN LA PRESENTE MEMORIA SE CALCULA COMO EL 30% DE LAS CARGAS VIVAS (CAMION STANDARD H15-44). ES IMPORTANTE SEÑALAR QUE DADA LA TOPOGRAFIA Y LA UBICACIÓN DEL PUENTE LA VELOCIDAD DE ENTRADA AL PUENTE SEA MENOR A LA QUE PROVOCA EFECTOS DE IMPACTO. SE MANTIENE PRESENTE DICHO ESFUERZO POR RAZONES DE SEGURIDAD. ES DECIR, EN CONDICIONES ESTATICAS EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA UNA CARGA EQUIVALENTE A 1,3 CAMIONES STANDARD H15-44.

PARA ASEGURAR QUE LA CARGA MAXIMA DE DISEÑO DEL PUENTE SEA RESPETADA SE RECOMIENDA INCLUIR SEÑALETICA APROPIADA.

ANEXO MEMORIA CALCULO

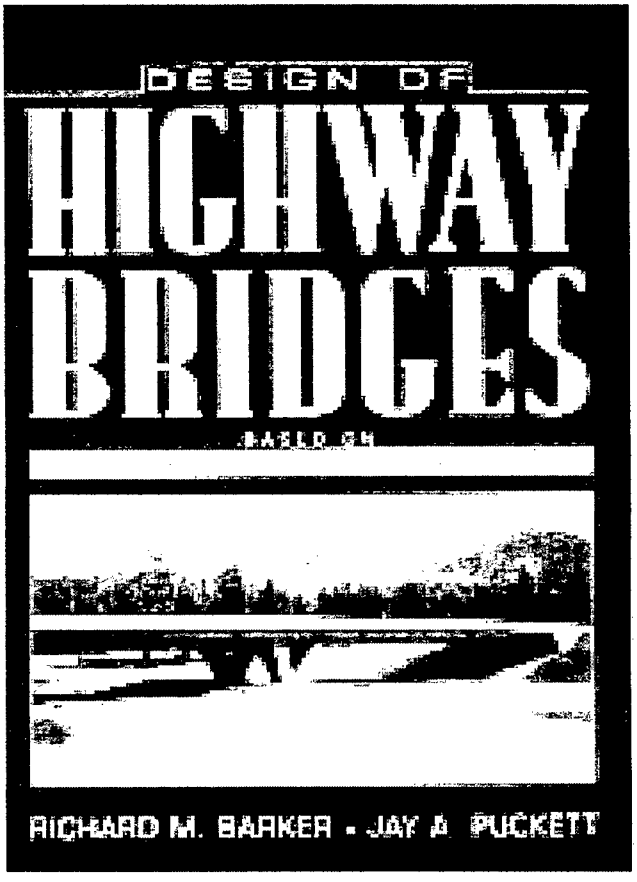
PUENTE SOBRE CANAL TRONCO VILUCO-PAINE-QUINTA

SE ADJUNTA EXTRACTO DE LA NORMA AASHTO : " STANDARD SPECIFICATIONS FOR HIGHWAY BRIDGES, 1996"

LA CUAL FUE UTILIZADA EN LA PRESENTE MEMORIA EN EL PROCESO DE DETERMINACION DE CARGAS DE DISEÑO.

PARTICULARMENTE EN LAS DEFINICIONES DE CARGAS VIVAS Y CAMIONES DE DISEÑO. ADEMÁS DE LAS DEFINICIONES DE CARGA MUERTA Y POR IMPACTO.

LAS DIMENSIONES, PESOS Y CARGAS FUERON EXTRACTADOS DE LA NORMA AQUI PRESENTADA.



PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

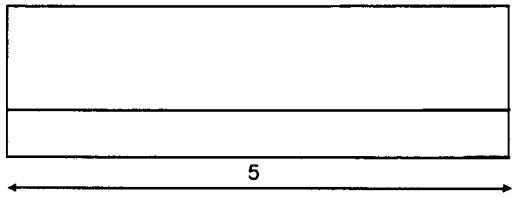
PROCIVIL INGENIERIA LTDA.	MEMORIA DE CÁLCULO	
PROYECTO: ALMAHUE	FIRMA AUTOR:	JEFE PROYECTO:
MATERIA: CUBICACION PUENTE LOSA		
AUTOR: JG	FECHA:	PAG 1 DE 6

PUENTE LOSA DE HORMIGÓN ARMADO.

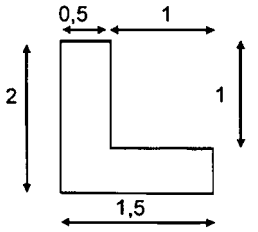
La presente memoria de calculo, determina las cubicaciones de las partidas necesarias en la construcción del puente losa del proyecto.

1. Fundaciones de puente.

en las obras proyectadas, se contempla 2 fundaciones en los extremos del puente.



vista frontal



vista lateral

1.a Cubicación de hormigón

El volumen de hormigón necesario se determinará a través de un paralelepipedo de dimensiones

B= 1,5 m H= 2,0 m y L=5,0 m

al cual se le restará otro menor de dimensiones:

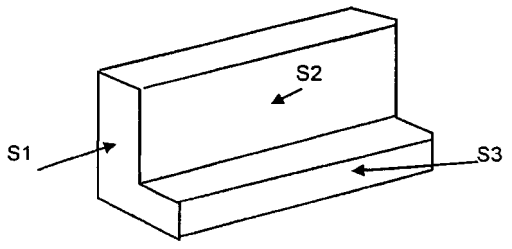
B= 1,0 m H= 1,0 m y L=5,0 m

Volumen = 1,5x2,0x5,0 -1,0x1,0x5,0 = 10,0 m^3

como se trata de 2 fundaciones, el volumen requerido de hormigón debe ser el doble del calculado

finalmente VOL = **20** m^3

1.b Cubicación de moldajes



S1= (2,0x1,5 - 1,0x1,0) = 2,0
S2= 1,0X5,0 = 5,0
S3= 1,0X5,0 = 5,0

STOTAL=2S1+2(S2+S3)

STOTAL = 29 m^2

COMO SE TRATA DE 2 FUNDACIONES, ENTONCES EL MOLDAJE REQUERIDO ES: 2STOTAL= **58** m^2

05-04-2010

1.c Cubicación de excavación

Las zapatas se encuentran emplazadas en un sector que debera ser rellenado con material fluvial de alta permeabilidad lo que permitira alcanzar las cotas de proyecto, por lo que en el calculo no debe ser considerado que se realicen escavaciones.

VOL= 0 m^3

son dos zapatas en total VOL TOTAL = **0** m^3

1.d Cubicación de rellenos

Para le etapa de relleno, debe tenerse en cuenta, que los rellenos necesarios en esta obra ya han sido onsiderados en la etapa de unificación de canales, por lo que este item no debe considerarse para esta obra, esta manera se evita contar 2 veces el volumen de relleno necesario en torno de la obra del puente.

vol relleno= 0

0 m^3

1.e Cubicación de emplantillado

Se considerara un emplantillado de 5 cm de espesor bajo las 2 zapatas.

Vol = 1,5x5,0x0,05 = 0,375 m^3

Como se trata de dos fundaciones, el volumen real necesario, es el doble del anteriormente señalado.

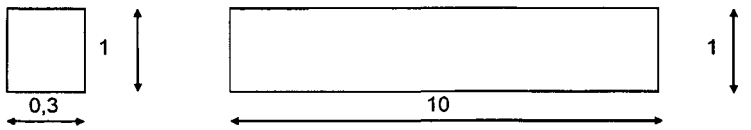
Vol total = **0,75** m^3

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

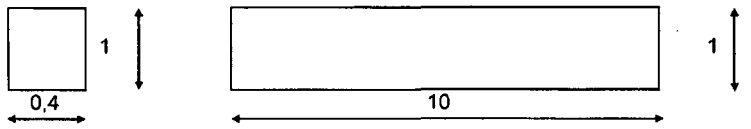
2. Vigas de puente.

En las obras proyectadas, se contempla 4 vigas de puente, apoyadas en sus extremos sobre las fundaciones, en la parte superior de cada viga se inserta la losa de puente,

vigas exteriores



vigas interiores



2.a Cubicación de hormigón

Viga exterior

vol= 0,3x1,0x10 = 3,0 m^3

son 2 vigas exteriores en el puente por lo que el volumen to 6,0 m^3

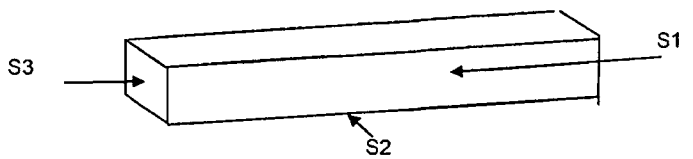
Viga interior

vol= 0,4x1,0x10 = 4,0 m^3

son 2 vigas interiores en el puente por lo que el volumen tol 8,0 m^3

Vol total= **14,0** m^3

2.b Cubicación de moldajes

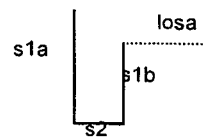


No se considera moldaje en las caras frontales, pues la viga está directamente apoyada en las fundaciones, por lo tanto S3=0

Por otro lado, el largo de la cara inferior deberá rebajarse en 2 metros por apoyo directo sobre la fundación.

Vigas exteriores

S1a = 1,0x10,0	=	10	m^2
S1b = 0,8x10,0	=	8	m^2
S2 = (10,0-2,0)x0,3	=	4	m^2
		22	m^2



Vigas interiores

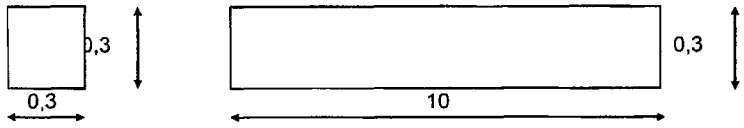
S1a = 0,8x10,0	=	8	m^2
S1b = 0,8x10,0	=	8	m^2
S2 = (10,0-2,0)x0,3	=	4	m^2
		20	m^2

como se trata de una estructura apoyada solo en sus extremos, el moldaje considerado debe ser para muros altos (moldaje especial)

como se trata de 4 vigas, el requerimiento de moldaje es entonces: **84** m^2

3. Guarda ruedas.

En las obras proyectadas, se contempla 2 guarda ruedas, construidos directamente sobre las vigas de puente.

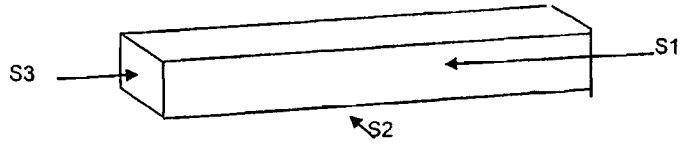


3.a Cubicación de hormigón

vol= 0,3x0,3x10 = 0,9 m^3

son 2 guarda ruedas en el puente por lo que el volumen total= vol total= **1,8 m^3**

3.b Cubicación de moldajes



No se considera moldaje en las caras inferior, pues el guarda ruedas está directamente apoyado sobre la viga de puente
, por lo tanto S2=0

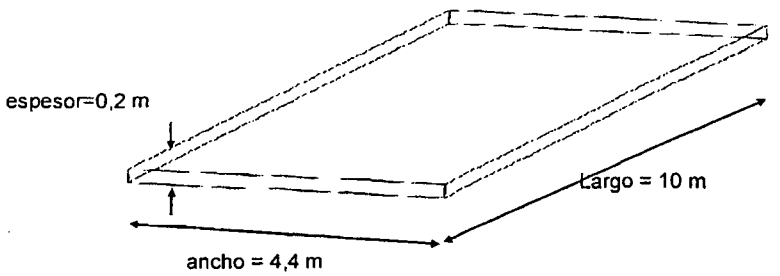
S1 = 0,3x10,0 = 3
S2 = 0 = 0
S3 = 0,3x0,3 = 0,09

El requerimiento de moldaje es en este caso 2S1+2S3= 6,18 m^2

Como se trata de 2 guarda ruedas, el requerimiento de moldaje es entonces: **12,36** m^2

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4. Losa de rodado



4.a Cubicación de hormigón

vol= 0,2x4,4x10 = 8,8 m^3 a este resultado debe descontarsele los volumenes considerados en las vigas interiores y que pertenecen a la losa, asi se evita contar 2 veces el mismo valor.

vol descuento = 2x0,2x0,4x10 = 1,6 m^3

volumen hg losa = **7,2** m^3

3.b Cubicación de moldajes

En este caso, la cara inferior, es la unica que requiere moldaje, y como la losa se encuentra apoyada en todo su perimetro solamente, el tipo de moldaje debe ser especial, para muros en altura.
se debe descontar moldaje producto de vigas interiores.

Moldaje = 4,4x10,0 = 44 m^2

descuento = 2x 10 x 0,4 = 8 m^2

36 m^2

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

RESUMEN DE LAS CUBICACIONES

PUENTE LOSA

elemento	hormigón m^3	moldaje simple m^2	moldaje especial m^2	emplantillado m^3
fundaciones	20	58	0	0,75
vigas	14		84	
guarda ruedas	1,8	12,36	0	
losa rodado	7,2		36	
total	43	70,36	120	0,75

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.5.4.- Mejoramiento de canales derivados.

3.5.4.1.- Refuerzos de bordes.

Los refuerzos de bordes débiles o filtrantes fueron definidos conjuntamente por la Asociación, los Comité Sectoriales y los especialistas de la consultora, y se refieren a los canales derivados San Luis-Caleuche, y El Salto-Santa Irene. Por indicación de la Asociación no se consultan mejoramientos en los canales del sector de Larmahue, que dependen de la Asociación Pueblo de Larmahue, ya que cuenta con fondos de financiamiento propios.

Los refuerzos de bordes corresponden a muros verticales de hormigón armado del tipo media canoa de altura variable entre 0,70 m y hasta un máximo de 1,65 m, según los diferentes tramos que se revisten, más los respectivos empalmes de albañilería de piedra. Se incluye una base de hormigón armado y la fundación para la estabilidad de la obra. Se tomó en cuenta la altura de marca de agua histórica observada en los recorridos realizados conjuntamente con la Asociación, sin embargo el diseño se hizo en base a los cálculos de eje hidráulico y las alturas de muros resultantes contenidos en el Cuadro Nº3.3.12-10 incluido en el Capitulo Nº3.3.12 – "Materiales de Refuerzos de Borde para Canales Derivados". Las alturas de muro diseñadas resultan similares a los muros existentes en cada unos de los derivados, los que han sido ejecutados por la Asociación.

CUADRO Nº3.5.4-1
DIMENSIONES PRINCIPALES DE REFUERZOS DE BORDE
CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO

Obra Nº	Derivado	Km	Borde	Longitud m	B m	H m
25	San Luis/Caleuche	3,03	Izq.	200	0,75	1,20
26	San Luis/Caleuche	3,58	Izq.	200	0,80	1,25
27	San Luis/Caleuche	8,33	Izq.	300	1,10	1,40
28	San Luis/Caleuche	9,1	Izq.	500	1,10	1,40
30	Sta. Irene/El Salto	3,08	Der.	40	0,40	0,70
32	Sta. Irene/El Salto	8,38	Der.	20	1,35	1,65
33	Sta. Irene/El Salto	9,15	Der.	20	0,40	0,70
34	Sta. Irene/El Salto	9,21	Der.	20	0,40	0,70

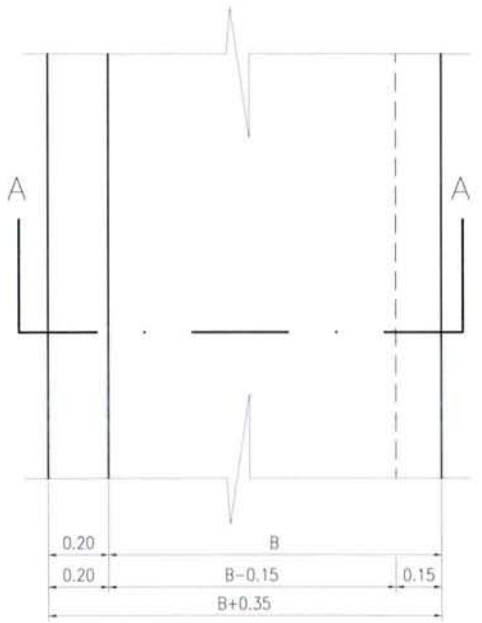
Se entrega a continuación el croquis con el esquema de la solución de refuerzos de borde. Por tratarse de obras que no alteran la condición de escurrimiento, se hace el cálculo de eje hidráulico que se inicia por aguas abajo con la altura normal de escurrimiento de Manning. En el punto Nº3.3.12.2 – "Cálculo Hidráulico" del Capítulo Nº3.3.12, se contiene el cálculo del eje hidráulico que justifica la altura de los refuerzos y que asegura la revancha de seguridad.

En la página siguiente se muestra la Figura Nº3.5.4-1 con el esquema de los refuerzos de borde.

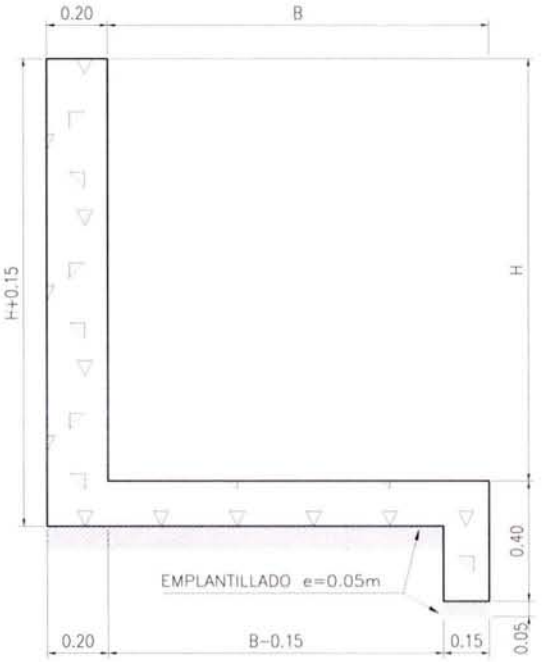
A continuación en los Cuadros Nº3.5.4-2 y Nº3.5.4-3 se entrega el detalle de cubicaciones correspondientes a los refuerzos de borde presentados en el Cuadro Nº3.5.4-1

ESQUEMA REFUERZO DE BORDE CON 1/2 CANOA DE H.A.

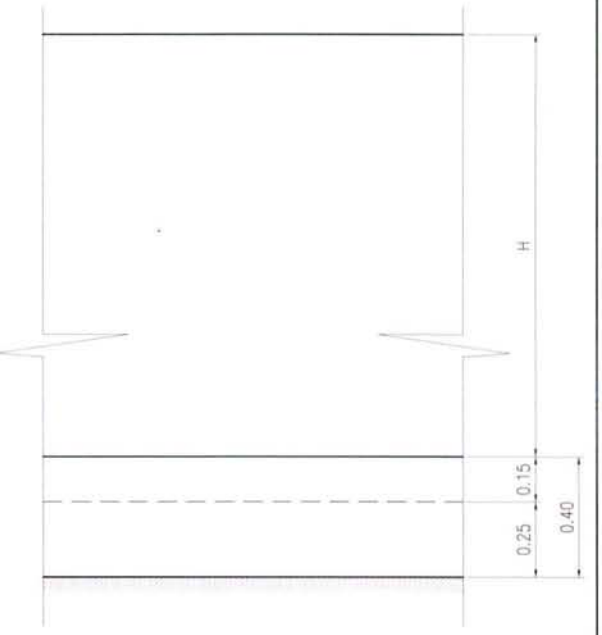
PLANTA
ESC. 1:25



CORTE A-A
ESC. 1:25



VISTA FRONTAL
ESC. 1:25



Gobierno de Chile Ministerio de Agricultura Comision Nacional de Riego	ESTUDIO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE		TITULO: REFUERZOS DE BORDES EN CANALES DERIVADOS CON 1/2 CANOA DE HORMIGON ARMADO		
CONSULTOR: PROCIVIL INGENIERIA LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1480 OF. 82 PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 235 86 56 236 03 25	ESCALA: 1:25	FUENTE CARTOGRAFICA:	PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM:	FECHA: 2009	LAMINA: 3.5.4-1

PROCIVIL ING. LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.5.4-2
REFUERZOS DE BORDE EN DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE

1.-	**OBRA N° 25:** km 3,03 - km 3,23; L=0,2 km; Sector Parcela Javier Marciel	UNIDAD	CANTIDAD
1.1.-	Refuerzo borde izquierdo débil con media canoa de h.a. H=1,2m B=0,75m; L=200m	ml	200,0
1.2.-	Albañilería de piedras para empalmes sup = 20 m2; e = 20 cm	m^2	20,0
1.3.-	Polietileno embayetado	m^2	20,0
1.4.-	Excavación a mano para albañilería	m^3	4,0
2.-	**OBRA N° 26:** km 3,58 - km 3,78; L=0,2km; Sector Caleuche	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
2.1.-	Refuerzo borde izquierdo débil con media canoa de h.a. H=1,25m B=0,8m; L=200m	ml	200,0
2.2.-	Albañilería de piedras para empalmes Sup = 20 m2; e = 20 cm	m^2	20,0
2.3.-	Polietileno embayetado	m^2	20,0
2.4.-	Excavación a mano para albañilería	m^3	4,0
3.-	**OBRA N° 27:** km 8,33 - km 8,63; L=0,3 km; Sector San Lucas	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
3.1.-	Refuerzo borde izquierdo débil con media canoa de h.a. H=1,40m B=1,1m; L=300m	ml	300,0
3.2.-	Albañilería de piedras para empalmes sup = 20 m2; e = 20 cm	m^2	20,0
3.3.-	Polietileno embayetado	m^2	20,0
3.4.-	Excavación a mano para albañilería	m^3	4,0
4.-	**OBRA N° 28:** km 9,1 - km 9,6; L=0,5km; Sector Población El Cerro.	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
4.1.-	Refuerzo borde izquierdo débil con media canoa de h.a. H=1,40m B=1,1m; L=500m	ml	500,0
4.2.-	Albañilería de piedras para empalmes sup = 20 m2; e = 20 cm	m^2	20,0
4.3.-	Polietileno embayetado	m^2	20,0
4.4.-	Excavación a mano para albañilería	m^3	4,0

Notas: 1.- Detalles de las obras en las Láminas N°33 y N°34 del Anexo "Planos".

CUADRO N°3.5.4-3
REFUERZOS DE BORDE EN DERIVADO EL SALTO – SANTA IRENE

1.-	**OBRA N° 30:** km 3,08 - km 3,12 Canal El Salto Santa Irene; L=0,04km; Sector Casas El Cerro	UNIDAD	CANTIDAD
1.1.-	Refuerzo de borde derecho débil con media canoa de h.a. H=0,70m B=0,4m; L=40m	ml	40,0
1.2.-	Albañilería de piedras para empalmes sup = 20 m2; e = 20 cm	m^2	20,0
1.3.-	Polietileno embayetado	m^2	20,0
1.4.-	Excavación a mano para albañilería	m^3	4,0
2.-	**OBRA N° 32:** km 8,38; Sector Orlando Fredes	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
2.1.-	Refuerzo de borde derecho débil con media canoa h.a. H=1,65m B=1,35m L=20m	ml	20,0
2.2.-	Albañilería de piedras para empalmes sup = 20 m2; e = 20 cm	m^2	20,0
2.3.-	Polietileno embayetado	m^2	20,0
2.4.-	Excavación a mano para albañilería	m^3	4,0
3.-	**OBRA N° 33:** km 9,15; Sector Orlando Fredes	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
3.1.-	Refuerzo de borde derecho débil con media canoa de h.a. H=0,70m B=0,4m; L=20m	ml	20,0
3.2.-	Albañilería de piedras para empalmes sup = 20 m2 ; e = 20 cm	m^2	20,0
3.3.-	Polietileno embayetado	m^2	20,0
3.4.-	Excavación a mano para albañilería	m^3	4,0
4.-	**OBRA N° 34:** km 9,21; Sector Orlando Fredes	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
4.1.-	Refuerzo de borde derecho débil con media canoa de h.a. H=0,70m B=0,4m; L=20m	ml	20,0
4.2.-	Albañilería de piedras para empalmes sup = 20 m2 ; e = 20 cm	m^2	20,0
4.3.-	Polietileno embayetado	m^2	20,0
4.4.-	Excavación a mano para albañilería	m^3	4,0

Notas: 1.- Detalles de las obras en las Láminas N°35; N°36 y N°37 del Anexo "Planos".

3.5.4.2.- Atravieso de quebradas y descargas de agua.

Los atraviesos de quebradas y descargas de agua son obras civiles de seguridad, que permiten en determinados momentos entregar parte del caudal porteado por un canal hacia un desagüe, para efecto de aminorar la posibilidad de rotura del borde debido a un exceso de caudal o frente a obstrucciones ubicadas aguas abajo de la descarga.

Se consultan 6 nuevas obras de descanso o descargas en los canales derivados. Lo anterior se suma a los 3 descansos actualmente en operación con obra civil, que son: el descanso en la quebrada El Salto en el Km 6,29 del derivado El Salto, que fue construido recientemente el año 2008; el descanso Ponce ubicado inmediatamente aguas arriba del marco partidor de los canales San Luis y San Roberto, y el descanso Pampino en el Km 8,7 del derivado San Roberto construido en el año 2008. Se presenta a continuación el listado con las 6 obras señaladas.

CUADRO N°3.5.4-4
RESUMEN OBRAS ATRAVIESO DE QUEBRADAS Y DESCARGAS DE AGUA

N°	N° Obra	Derivado	Km	Nombre de la obra	Obra civil principal
1	20	San Roberto	2,31	Descanso en derrames Orrego	Obra de derivación en borde izquierdo de hormigón armado con compuerta metálica
2	22	San Roberto	13,828	Descanso en marco partidor el toco n°7	Taco frontal de hormigón armado con 2 compuertas de descarga y By Pass; incluye barrera frontal de tablones removibles
3	24	San Luís Caleuche	1,20	Descanso en sector Armando Osorio	Obra de saque en hormigón armado hacia descarga.
4	31	Salto-Sta. Irene	3,25	Descanso en sector Joel Silva	Vertedero de excesos longitudinal al Canal L=20m. Estructura de hormigón armado
5	36	Salto-Sta. Irene	16,53	Descanso cruce quebrada la Posesión	Barrera con pilares y tablones removibles. Obra civil de Hormigón armado;
6	37	Santa Amelia	9,0	Descanso en sector fundo el Álamo	Obra civil de Hormigón armado para refuerzo del borde L =12m; h=1,20m

Es importante destacar que actualmente, y también a futuro, los canales derivados tienen también la posibilidad de descargar agua de riego o aguas lluvia directamente desde los marcos partidores existentes. En efecto, los saques en los canales derivados corresponden a saques de boquera y saques con marco partidor, que no tienen compuertas. Según indicación que hace periódicamente la Asociación a los regantes, dichos saques deben permanecer abiertos incluso en los meses de invierno, para quedar disponibles como medio de evacuación en situaciones de emergencia.

Los actuales 3 descansos operan con caudales relativamente bajos, ya que la Asociación limita la evacuación por el eventual estado de embanque de los cursos hacia aguas abajo, con el consiguiente riesgo de inundación de viviendas y predios. Ese criterio también se aplica a los descansos que se proponen en este estudio, salvo el caso de la Quebrada Posesión, que evacúa la totalidad del caudal que cruza por el canal El Salto en su Km 16,53. La descarga actual en los derivados se estima de 0,2 a 0,4 m^3/s según lo observado, por tanto se evacúa unos 0,6 a 1,2 m^3/s en los 3 descansos.

Esta capacidad aumenta en aproximadamente 1 a 2 m^3/s en los 5 descansos que se consultan, aparte del cruce en la quebrada La Posesión, lo cual es muy significativo, porque en el hecho actualmente los canales son capaces holgadamente de conducir las

aguas lluvias con los marcos operando, salvo que se produzcan imprevistos por obstrucciones tales como troncos o similares.

CUADRO Nº3.5.4-5
OBRA Nº20
DESCANSO EN DERRAMES ORREGO
KM 2,31 CANAL DERIVADO SAN ROBERTO

1.-	Descanso en H.A. con Compuerta metálica	UNIDAD	CANTIDAD
1.1	Enfierradura D=12mm A44	Kg	460,0
1.2	Hormigón H25	m^3	6,3
1.3	Excavación, escarpe y preparación (combinación de mano y máquina)	m^3	4,0
1.4	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	14,0
1.5	Agotamiento con motobomba de 6"	días	6,0
1.6	Relleno estructural en torno a obra	m^3	1,3
1.7	Material a botadero	m^3	3,0
1.8	Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago con hilo trapezoidal especial; AC SAE 1045 D=38mm, L=1762 mm.	un	1,0
2.-	Pasarela de operaciones de h.a. en marco partidor existente L=7,4m; B=1,2m; e=0,25m	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
2.1	Hormigón H25	m^3	2,2
2.2	Enfierradura D=12mm A44 (cuantía 85kg/m^3)	Kg	188,7
2.3	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	12,6
2.4	Demolición de hormigón para empalme con la losa	m^3	0,5
3.-	Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
3.1	Albañilería de piedras S=20m^2; e = 20 cm	m^2	40,0
3.2	Polietileno embayetado	m^2	40,0
3.3	Excavación a mano para albañilería	m^3	8,0
4.-	Nuevo canal de desagüe revestido en albañilería de piedras B=1,0m, H=1,0M; e=0,2m; k=1/2	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
4.1	Albañilería de piedras; e = 20 cm	m^2	89,0
4.2	Polietileno embayetado	m^2	97,0
4.3	Excavación a mano para albañilería	m^3	19,0

Notas: 1.- Detalles de la obra se presentan en la Lámina Nº30 del Anexo "Planos".

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.5.4-6
OBRA N°22
DESCANSO EN MARCO PARTIDOR EL TOCO N°7
KM 13,828 CANAL DERIVADO SAN ROBERTO

1.-	Taco frontal de H.A. con 2 compuertas de descarga y By Pass B=4,5m; L=3,5m incluye barrera de tablones removibles	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
1.1	Enfierradura D=12mm A44	Kg	550,0
1.2	Hormigón H25	m^3	7,5
1.3	Excavación, escarpe y preparación (combinación de mano y máquina)	m^3	6,0
1.4	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	18,0
1.5	Agotamiento con motobomba de 6"	días	8,0
1.6	Relleno estructural en torno a obra	m^3	2,0
1.7	Material a botadero	m^3	1,5
1.8	Enfierradura D=12mm A44	un	9,0
1.9	2 Mecanismos especial a pedido para compuerta frontal, vástago con hilo trapezoidal especial; Ac sae 1045 D=38mm, L=1762 mm.	un	2,0
2.-	Descarga hacia foso y By Pass con canal revestido en alb. de piedras L=8,3 m y L=5 m respectivamente; Bo=1,0m; H=0,8m; e=0,2m; k=1/3	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
2.1	Albañilería de piedras; e = 20 cm	m^2	56,0
2.2	Polietileno embayetado	m^2	61,0
2.3	Excavación a mano para albañilería	m^3	12,2
3.-	Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m superficie total S=60m²	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
3.1	Albañilería de piedras S= 60m2; e = 20 cm	m^2	60,0
3.2	Polietileno embayetado	m^2	60,0
3.3	Excavación a mano para albañilería	m^3	12,0

Notas: 1.- Detalles de la obra se presentan en la Lámina N°31 del Anexo "Planos".

CUADRO N°3.5.4-7
OBRA N°24
DESCANSO EN SECTOR ARMANDO OSORIO
KM 1,20 CANAL DERIVADO SAN LUÍS CALEUCHE

1.-	Obra de saque en h.a. hacia descarga	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
1.1	Enfierradura D=12mm A44	Kg	387,0
1.2	Hormigón H25	m^3	7,7
1.3	Excavación, escarpe y preparación (combinación de mano y máquina)	m^3	4,0
1.4	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	23,0
1.5	Agotamiento con motobomba de 6"	días	6,0
1.6	Relleno estructural en torno a obra	m^3	1,3
1.7	Material a botadero	m^3	0,8
1.8	Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago con hilo trapezoidal especial; Ac sae 1045 D=38mm, L=1762 mm.	un	1,0
2.-	Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m superficie total S=60m²	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
2.1	Albañilería de piedras S=60m^2;e=20 cm	m^2	60,0
2.2	Polietileno embayetado	m^2	60,0
2.3	Excavación a mano para albañilería	m^3	12,0
3.-	Cámara de carga o entrada del desagüe	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
3.1	Enfierradura D=12mm A44	Kg	258,0
3.2	Hormigón H25	m^3	4,0
3.3	Excavación, escarpe y preparación (combinación de mano y máquina)	m^3	4,0
3.4	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	30,0
3.5	Agotamiento con motobomba de 6"	días	7,0
3.6	Relleno estructural en torno a obra	m^3	1,3
3.7	Material a botadero	m^3	4,0
4.-	Obra Tubería de PVC diámetro 500mm L=10m tubería de PVC clase 4	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
4.1	Tubería de pvc diámetro 500mm L=10m	ml	10,0
4.2	Excavación con máquina	m^3	20,0
4.3	Agotamiento con motobomba de 6"	días	8,0
4.4	Relleno estructural en torno a obra	m^3	6,7
4.5	Material a botadero	m^3	4,0
5.-	Cámara de salida del desagüe	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
5.1	Enfierradura D=12mm A44	Kg	210,0
5.2	Hormigón H25	m^3	3,0
5.3	Excavación, escarpe y preparación (combinación de mano y máquina)	m^3	4,0
5.4	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	15,0
5.5	Agotamiento con motobomba de 6"	días	6,0
5.6	Relleno estructural en torno a obra	m^3	1,3
5.7	Material a botadero	m^3	4,0
6.-	Nuevo Canal con sección revestida en alb. de piedras L=35m tramo de L=35m; Bo=1m; H=1m; k=0,25	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
6.1	Albañilería de Piedras S = 110 m^2; e = 20 cm	m^2	110,0
6.2	Excavación a mano para albañilería	m^3	22,0
6.3	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	110,00
6.4	Agotamiento con motobomba de 6"	días	6,0
6.5	Relleno estructural en torno a obra	m^3	7,3
6.6	Material a botadero	m^3	4,4

Notas: 1.- Detalles de la obra se presentan en la Lámina N°32 del Anexo"Planos".

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.5.4-8
OBRA N°31
DESCANSO EN SECTOR JOEL SILVA
KM 3,25 CANAL DERIVADO EL SALTO – SANTA IRENE

1.-	taco frontal con 2 compuertas para desagüe y riego Estructura de h.a B= 0,8m; L= 2,8m H=1,15m	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
1.1	Enfierradura D=12mm A44	Kg	277,0
1.2	Hormigón H25	m^3	4,0
1.3	Excavación, escarpe y preparación (combinación de mano y máquina)	m^3	1,0
1.4	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	14,0
1.5	Agotamiento con motobomba de 6"	días	5,0
1.6	Relleno estructural en torno a obra	m^3	0,3
1.7	Material a botadero	m^3	2,0
1.8	Mecanismo especial a pedido para 2 compuertas frontales, vástago con hilo trapezoidal especial; Ac sae 1045 D=38mm, L=1762 mm.	un	2,0
2.-	Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m (todo el sector) superficie total S= 70 m^2	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
2.1	Albañilería de piedras S=70m2; e=20 cm	m^2	30,0
2.2	Polietileno embayetado	m^2	30,0
2.3	Excavación a mano para albañilería	m^3	6,0
3.-	Vertedero de excesos longitudinal al Canal L=20m Estructura de hormigón armado B= 0,8m; L= 20m	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
3.1	Enfierradura D=12mm A44	Kg	1.485,0
3.2	Hormigón H25	m^3	20,0
3.3	Excavación, escarpe y preparación (combinación de mano y máquina)	m^3	10,0
3.4	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	85,0
3.5	Agotamiento con motobomba de 6"	días	10,0
3.6	Relleno estructural en torno a obra	m^3	3,3
3.7	Material a botadero	m^3	20,0
4.-	Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m (todo el sector) superficie total S= 30 m^2	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
4.1	Albañilería de piedras S=30m2; e = 20 cm	m^2	30,0
4.2	Polietileno embayetado	m^2	30,0
4.3	Excavación a mano para albañilería	m^3	6,0
5.-	Proyecto Canal de albañilería de piedra de conexión a descarga a foso L=50m. Revestimiento de Albañilería de piedras e=0,20m tramo de L=50m; Bo=1m; H=1m; k=0,25	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
5.1	Albañilería de piedras S=160m2;e = 20 cm	m^2	160,0
5.2	Excavación a mano para albañilería	m^3	40,0
5.3	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	100,0
5.4	Agotamiento con motobomba de 6"	días	7,0
5.5	Relleno estructural en torno a obra	m^3	13,3
5.6	Material a botadero	m^3	32,0
6.-	Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m (todo el sector) superficie total S= 20 m^2	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
6.1	Albañilería de piedras S=20m2; e = 20 cm	m^2	20,0
6.2	Polietileno embayetado	m^2	20,0
6.3	Excavación a mano para albañilería	m^3	4,0

Notas: 1.- Detalles de la obra se presentan en la Lámina N°36 del Anexo "Planos".

CUADRO N°3.5.4-9
OBRA N°36
DESCANSO CRUCE QUEBRADA LA POSESION
KM 16,53 CANAL DERIVADO EL SALTO – SANTA IRENE

1.-	Barrera de tablones removibles. Obra civil de H.A; L=10m; H=2,3m	UNIDAD	CANTIDAD
1.1	Enfierradura D=12mm A44	Kg	1.370,0
1.2	Hormigón H25	m^3	19,0
1.3	Excavación, escarpe y preparación (combinación de mano y máquina)	m^3	75,0
1.4	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	47,0
1.5	Agotamiento con motobomba de 6"	días	6,0
1.6	Relleno estructural en torno a obra	m^3	25,0
1.7	Material a botadero	m^3	15,0
2.-	Perfiles metálicos y barrera removible de tablones de madera; L=5m (5 secciones de tablones de 1m)	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
2.1	Tablones 4"x10"x1m	un	45,0
2.2	Pilares de soporte de tablones h=2,3m	un	4,0
2.3	Pasarela metálica de operaciones	Kg	250,0
3.-	Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m (todo el sector); superficie total S= 70 m^2	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
3.1	Albañilería de piedras S= 70m2; e=20 cm	m^2	70,0
3.2	Polietileno embayetado	m^2	70,00
3.3	Excavación a mano para albañilería	m^3	14,0
4.-	Taco frontal en el canal; Obra civil de H.A; L=3m; B=3,5m H=1,3m	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
4.1	Enfierradura D=12mm A44	Kg	1.370,0
4.2	Hormigón H25	m^3	19,0
4.3	Excavación, escarpe y preparación (combinación de mano y máquina)	m^3	75,0
4.4	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	47,0
4.5	Agotamiento con motobomba de 6"	días	6,0
4.6	Relleno estructural en torno a obra	m^3	25,0
4.7	Material a botadero	m^3	15,0
5.-	Perfiles metálicos y barrera removible de tablones de madera; L=3,5m (3 secciones de tablones de 1m)	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
5.1	Tablones 4"x10"x1m	un	45,0
5.2	Pilares de soporte de tablones h=2,3m	un	4,0
5.3	Pasarela metálica de operaciones	Kg	250,0
6.-	Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m (todo el sector); superficie total S= 20 m^2	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
6.1	Albañilería de piedras s=20m2; e=20 cm	m^2	20,0
6.2	Polietileno embayetado	m^2	20,00
6.3	Excavación a mano para albañilería	m^3	4,0

Notas: 1.- Detalles de la obra se presentan en la Lámina N°38 del Anexo "Planos".

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.5.4-10
OBRA N°37
DESCANSO EN SECTOR FUNDO EL ÁLAMO
KM 9,0 CANAL DERIVADO SANTA AMELIA

1.-	Obra civil de H.A. para refuerzo del borde L =12m; h=1,20m	UNIDAD	CANTIDAD
1.1	Enfierradura d=12mm A44	Kg	430,0
1.2	Hormigón H25	m^3	6,0
1.3	Excavación con máquina	m^3	4,0
1.4	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	20,0
1.5	Agotamiento con motobomba de 6"	días	6,0
1.6	Relleno estructural en torno a obra	m^3	1,3
1.7	Material a botadero	m^3	2,8
1.7	Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago con hilo trapezoidal especial; Ac sae 1045 D=38mm, L=1762 mm.	un	1,0
2.-	Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m (todo el sector) superficie total S= 30 m²	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
2.1	Albañilería de piedras S=30m2; e = 20 cm	m^2	30,0
2.2	Polietileno embayetado	m^2	30,0
2.3	Excavación a mano para albañilería	m^3	6,0

Notas: 1.- Detalles del movimiento de tierras proyectado, se presentan en la Lámina N° 39 del Anexo "Planos".

3.5.4.3.- Fortificación boca de entrada del túnel San Roberto.

De acuerdo al análisis realizado en el Capítulo N°3.3.13 – "Fortificación Boca de Entrada Túnel San Roberto" y lo señalado por la Asociación conjuntamente con lo observado en terreno, se consulta el reforzamiento con muros de hormigón armado y cáncamos de acero en la boca de entrada túnel San Roberto, La extensión de los mejoramiento son de 3 m aguas arriba de la entrada del túnel y de 5 m hacia el interior del túnel. En el Capitulo N°3.3.13 se desarrolló un estudio de alternativas de soluciones. La alternativa recomendada se presenta cubicada en el siguiente Cuadro N°3.5.4-11.

CUADRO N°3.5.4-11
OBRA N°19
FORTIFICACIÓN ENTRADA TÚNEL SAN ROBERTO.
KM 0,10; CANAL SAN ROBERTO

N°	ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD
1.-	Demolición de roca en mal estado	m^3	18,5
2.-	Transporte de material a botadero L< 3 km (esponjamiento 50%)	m^3	27,8
3.-	Moldaje pino (2 usos), obra menor H < 1,0m incl. tablero; sin alzaprimado	m^2	37,0
4.-	Moldaje pino para muro alto o losa, incluye tableraje y alzaprimas (1 de 2 usos)	m^2	37,0
5.-	Enfierradura (se considera cuantía 55 kg/m3 de hormigón)	Kg	2.402
6.-	Hormigón H15 (8 sac. cem/m3)	m^3	37,0
7.-	Cáncamos de acero para empotramiento de mallas de acero	Kg	88,0

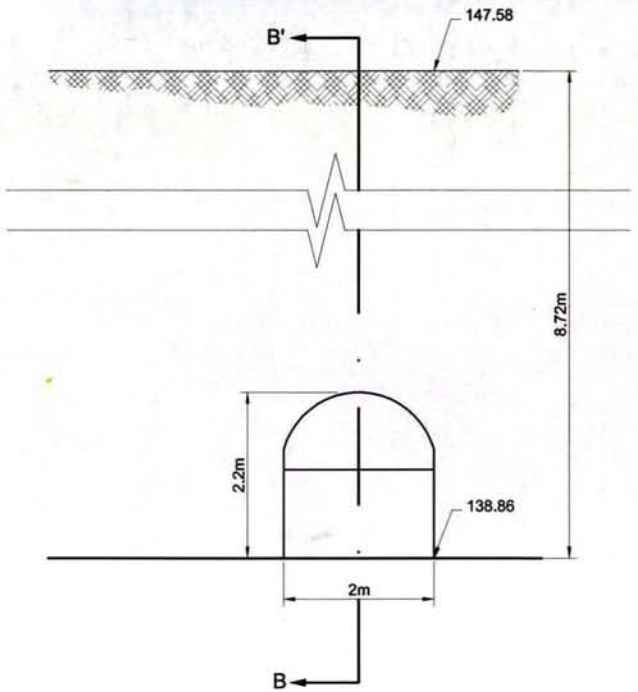
Notas: 1.- Los detalles se presentan en la Lámina N°30 del Anexo "Planos".

En la Figura N°3.5.4-2 de la página siguiente se presenta un esquema con la solución de refuerzo de la boca de entrada del túnel.

MEJORAMIENTO ENTRADA TUNEL SAN ROBERTO

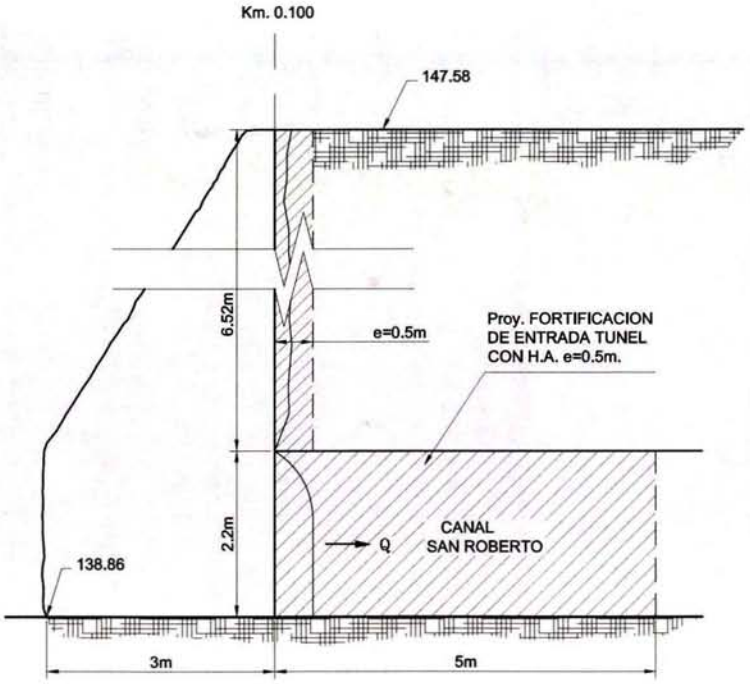
CORTE A–A'

ESC. 1:100



CORTE B–B'

ESC. 1:100



Gobierno de Chile Ministerio de Agricultura Comision Nacional de Riego	ESTUDIO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE		TITULO: FORTIFICACION BOCA DE ENTRADA DEL TUNEL SAN ROBERTO		
CONSULTOR: PROCIVIL INGENIERIA LTDA. AV. 11 DE SEPTIEMBRE 1480 OF. 82 PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 235 86 56 236 03 25	ESCALA: 1:100	FUENTE CARTOGRAFICA:	PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM:	FECHA: 2009	LAMINA: 3.5.4-2

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.5.5.- Tranques de regulación nocturna.

Se consulta el mejoramiento de 3 tranques comuneros existentes que son de interés para la Asociación, denominados respectivamente:

i.- Tranque Pampino que se ubica en el derivado San Roberto - Km 9,07,
ii.- Tranque El Toco ubicado en el derivado San Roberto - Km 13,8; y
iii.- Tranque El Salto ubicado en el derivado El Salto - Km 2,25

El objetivo de estos mejoramientos es que a futuro estas obras pudieran ser administradas directamente por esta Asociación, para mejorar la disponibilidad de agua de riego, acumulando durante la noche y descargando en el día. Los 3 tranques son obras comunes señaladas por la Reforma Agraria que se usaron en los años de la década del setenta, pero que por deficiente mantención fueron quedando abandonados.

El mejoramiento de estos 3 tranques incluye principalmente la excavación para extracción del material de embanque de fondo y su transporte a botadero, más las obras complementarias tales como la descarga con su compuerta, tubo, anillos cortafuga y cubeta disipadora. Además se incluye en el caso del Tranque El Salto la reparación menor del muro que está en general en buen estado. Esta reparación ha sido estimada en un 10 % del total del muro. También se incluye la obra de toma y rebalse, todo lo cual está severamente deteriorado por el tiempo transcurrido de abandono y fuera de uso.

En el Capítulo Nº2.14.9 – "Estudio de Regulación Nocturna para Riego con Obras Existentes", se aborda el tratamiento administrativo legal que corresponde a este tipo de obras de regulación.

CUADRO Nº3.5.5-1
OBRA Nº21
TRANQUE COMUNITARIO EL PAMPINO
CANAL DERIVADO SAN ROBERTO

Nº	ÍTEM		
1.-	Excavación de sedimentos en fondo del tranque; largo=152 m. ancho=47 m alto= 0,60 m.	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
1.1.-	Excavación con maquina grande en material común, suelo semiblando	m^3	4.000,0
1.2.-	Transporte de material a botadero l< 3 km (esponjamiento 30%)	m^3	5.200,0
2.-	Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m; incluye todas las secciones en torno a obra	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
2.1.-	Albañilería de piedras s = 20m2; e = 20cm	m^2	60,0
2.2.-	Polietileno embayetado	m^2	60,0
2.3.-	Excavación a mano para albañilería	m^3	12,0
3.-	Obra de saque a tranque; L=4m B=4m	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
3.1.-	Enfierradura D=12mm A44	Kg	740,0
3.2.-	Hormigón H25	m^3	10,0
3.3.-	Excavación con máquina	m^3	16,0
3.4.-	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	30,0
3.5.-	Agotamiento con motobomba de 6"	días	6,0
3.6.-	Relleno estructural en torno a obra	m^3	5,3
3.7.-	Material a botadero	m^3	6,4
3.8.-	Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago con hilo trapezoidal especial; Ac SAE 1045 D=38mm, L=1762 mm.	un	2,0

CUADRO N°3.5.5-1 (continuación)
OBRA N°21
TRANQUE COMUNITARIO EL PAMPINO
CANAL DERIVADO SAN ROBERTO

N°	ÍTEM		
4.-	Obra de toma y rebalse con doble sentido; obra de h.a con sistema de compuerta doble	UNIDAD	CANTIDAD
4.1.-	Enfierradura D=12mm A44	Kg	260,0
4.2.-	Hormigón H25	m^3	4,0
4.3.-	Excavación con máquina	m^3	6,0
4.4.-	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	8,0
4.4.-	Agotamiento con motobomba de 6"	días	6,0
4.6.-	Relleno estructural en torno a obra	m^3	2,0
4.7.-	Material a botadero	m^3	2,4
4.8.-	Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago con hilo trapezoidal especial; Ac SAE 1045 D=38mm, L=1762 mm.	un	2,0

Notas: 1.- Los detalles se presentan en la Lámina N° 31 del Anexo "Planos".

CUADRO N°3.5.5-2
OBRA N°23
TRANQUE COMUNITARIO EL TOCO
CANAL DERIVADO SAN ROBERTO

N°	ÍTEM		
1.-	Excavación de sedimentos en fondo del tranque largo=162 m ancho=78 m alto= 2,38 m.	UNIDAD	CANTIDAD
1.1.-	Excavación con maquina grande en material común, suelo semiblando	m^3	12.800,0
1.2.-	Transporte de material a botadero L< 3 km (esponjamiento 30%)	m^3	16.640,0
2.-	Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m incluye todas las secciones en torno a obra	UNIDAD	CANTIDAD
2.1.-	Albañilería de piedras S = 20m2; e=20cm	m^2	20,0
2.2.-	Polietileno embayetado	m^2	20,0
2.3.-	Excavación a mano para albañilería	m^3	4,0
3.-	Obra de toma y rebalse con decantador obra de h.a con sistema de compuerta doble	UNIDAD	CANTIDAD
3.1.-	Enfierradura D=12mm A44	Kg	260,0
3.2.-	Hormigón H25	m^3	4,0
3.3.-	Excavación con máquina	m^3	6,0
3.4.-	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	8,0
3.5.-	Agotamiento con motobomba de 6"	días	6,0
3.6.-	Relleno estructural en torno a obra	m^3	2,0
3.7.-	Material a botadero	m^3	6,0
3.8.-	Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago con hilo trapezoidal especial; Ac SAE 1045 D=38mm, L=1762 mm.	un	2,0

Notas: 1.- Los detalles se presentan en la Lámina N° 33 del Anexo "Planos".

CUADRO N°3.5.5-3
OBRA N°29
TRANQUE COMUNITARIO EL SALTO
CANAL DERIVADO EL SALTO - SANTA IRENE

Nº	ÍTEM		
1.-	Excavación de sedimentos en fondo del tranque; largo=165m. ancho=37 m alto= 3,38 m.	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
1.1.-	Excav. máquina grande material común.	m^3	20.888,0
1.2.-	Transporte a botadero L< 3 km (esp. 30%)	m^3	27.154,4
2.-	Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m; incluye todas las secciones en torno a obra	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
2.1.-	Albañilería de piedras S =20m2; e=20cm	m^2	20,0
2.2.-	Polietileno embayetado	m^2	20,0
2.3.-	Excavación a mano	m^3	4,0
3.-	Tubo de descarga más movimiento de tierra; caudal máximo de descarga =800 lt/s	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
3.1.-	Tubería PVC diám 500mm L=25m clase 4	ml	25,0
3.2.-	Excav. con maquina en terreno semiblando	m^3	120,0
4.-	Obra Cámara de descarga y vertedero de excesos	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
4.1.-	Enfierradura D=12mm A44	Kg	258,0
4.2.-	Hormigón H25	m^3	4,0
4.3.-	Excavación con máquina	m^3	4,0
4.4.-	Moldaje pino 1 de 4 usos	m^2	30,0
4.5.-	Agotamiento con motobomba de 6"	días	7,0
4.6.-	Relleno estructural en torno a obra	m^3	1,3
4.7.-	Material a botadero	m^3	4,0
4.8.-	Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago con hilo trapezoidal especial; Ac sae 1045 D=38mm, L=1762 mm.	un	1,0
5.-	Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m superficie total S=40m²	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
5.1.-	Albañilería de piedras S =40m2; e= 20cm	m^2	40,0
5.2.-	Polietileno embayetado	m^2	40,0
5.3.-	Excavación a mano para albañilería	m^3	8,0
6.-	Cubeta disipadora; en albañilería de piedras; L= 3,3m; B= 2,5m.	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
6.1.-	Albañilería de piedras	m^3	6,0
6.2.-	Excavación con máquina	m^3	12,0
6.3.-	Agotamiento con motobomba de 6"	dias	4,0
6.4.-	Relleno estructural en torno a obra	m^3	4,0
6.5.-	Material a botadero	m^3	12,0
7.-	Reparación de muro del tranque en mal estado; aproximadamente el 10% del total del muro	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
7.1.-	Relleno estructural en torno a obra	m^3	3.360,0

Notas: 1.- Los detalles se presentan en la Lámina Nº 35 del Anexo "Planos".

3.5.6.- Sistemas de drenaje.

3.5.6.1.- Desagüe del Estero Las Condenadas.

Al término del Ramal San Luis de la Asociación, se ubican los esteros Palquiales y Las Condenadas que drenan hacia el río Tinguiririca, a 20 km antes de su confluencia con el río Cachapoal, cuya unión origina el río Rapel. Ambos esteros tienen un trazado aproximadamente paralelo. Especialmente el Estero Las Condenadas, drena los predios regados por el Ramal El Salto- Santa Irene y particularmente el sector de la Parcelación Santa Matilde.

En su último tramo de 3 km, el Estero Las Condenadas tiene un trazado por terrenos planos de muy baja pendiente, que tienden a inundarse en situación de precipitaciones intensas y crecidas del río Tinguiririca. Durante los eventos hidrológicos mayores, el río ha inundado los terrenos ribereños llegando a incorporarse al Estero, impidiendo el drenaje del sector e incrementando el problema de su deficiente drenaje, ya que las precipitaciones y las crecidas se producen en forma simultánea, sumando ambos efectos sobre este sector. De este modo el río le incorpora mucho sedimento al cauce de este estero, reduciendo su capacidad de drenaje, que afecta su escurrimiento en su último tramo.

El drenaje del sector corresponde a un proyecto que beneficia a determinados predios y no constituye una función de la Asociación del Canal Almahue, sino a los predios específicos que quieran formar una comunidad de drenaje y mantener sus obras. Asimismo las defensas fluviales que podrían ser aconsejables para disminuir el problema de las crecidas del río Tinguiririca, para beneficio de los predios ribereños, también es un tema que deben abordarlo los propietarios y beneficiarios de esa obra. Por otra parte, no todos los predios del sector son accionistas del Canal Almahue. Atendiendo a estas situaciones señaladas, las obras se ubican en cauces naturales de uso público, son de tipo fluviales y caen bajo la responsabilidad de la Dirección de Obras Hidráulicas y su Dpto. de Obras Fluviales. En el informe de diagnóstico se destaca el hecho que los propietarios de esos predios no están en condiciones económicas de abordar un proyecto de esta naturaleza, que solucione efectivamente el problema integral del drenaje.

Como medida de mitigación del problema señalado, se plantea un reperfilamiento del trazado del Estero a lo largo de sus últimos 12 kilómetros, que presenta puntos altos y embanques.

Se confeccionaron 3 perfiles topográficos representativos del estero. Se propone el reperfilado de los perfiles transversales en 0,5m a lo largo de toda su sección mojada. Lo que resulta:

CUADRO N°3.5.6-1
ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN EN MOVIMIENTO DE TIERRA
REPERFILADO DEL ESTERO LAS CONDENADAS

N°	km	Longitud en el perfil transversal a reperfilar m	Profundidad a excavar m	Sección transversal m^2	Sección media m^2	Estimación del Volumen total a excavar 12.200m x Sección media m^3
1	0,024	17,4	0,5	8,69	7,65	93.370
2	0,200	13,9	0,5	6,97		
3	0,403	16,1	0,5	8,03		

Notas: la longitud en el perfil transversal corresponde aproximadamente al perímetro mojado para una altura de aguas de 2m.

El movimiento de tierras se ha estimado en 93 mil m^3. Si se considera un esponjamiento de un 30% el volumen de material que se debería enviar a botadero es de unos 120.000m^3.

Se entrega un cuadro de resumen de cubicaciones estimadas y el costo del reperfilamiento del Estero Las Condenadas, recomendado como medida de mitigación, en que el costo estimado no se incluye en el presupuesto del proyecto de riego para el PROM.

CUADRO N°3.5.6-2
OBRA N°38
MEJORAMIENTO DESAGÜE DE DERRAMES DE RIEGO Y AGUAS LLUVIAS
ESTERO LAS CONDENADAS
ESTE ÍTEM NO SE CONSIDERA EN EL PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO PROM

N°	ÍTEM		
1.-	Reperfilado y desembanque del estero las Condenadas. L= 12,2km	UNIDAD	CANTIDAD
1.1.-	Replanteo y control topográfico:	día	15,0
1.2.-	Transporte de material a botadero L< 3 km (esponjamiento 30%)	m^3	121.420,0
1.3.-	Excavación con bulldozer tipo D-4E (Tiempo diario de trabajo = 8,5hr)	m^3	93.400,0

Notas: 1.- Los detalles se presentan en la Lámina N° 39 del Anexo "Planos".

3.6.- Presupuesto y Listado de Obras

3.6.1.- Listado resumen de obras
3.6.2.- Generalidades del presupuesto del proyecto
3.6.3.- Resumen del presupuesto
3.6.4.- Presupuesto detallado de las obras
3.6.5.- Análisis detallado de precios unitarios de actividades

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.6.1.- Listado resumen de Obras.

Se entrega a continuación el cuadro resumen N°3.6.1-1 de las obras que fueron prediseñadas en el Capítulo N°3.5 para el proyecto, que se denomina: "Listado de Obras Proyectadas". Este listado de obras se entrega ordenado según el mismo itemizado que figura en el Presupuesto detallado de obras y que se presenta en el punto N°3.6.2 de este Capítulo. Es decir, bajo la columna "nombre de la obra y ubicación", se señala la denominación genérica que figura en el Cuadro N°3.6.2-2 del presupuesto detallado. Análogamente bajo la columna "componentes principales de la obra" se indica el mismo título de las componentes de la obra, que figuran también en el Cuadro N°3.6.2-2.

CUADRO N°3.6.1-1
LISTADO DE OBRAS PROYECTADAS
OBRAS EN BOCATOMA Y SECTOR DE COMPUERTAS DE ADMISIÓN

N° OBRA	NOMBRE DE LA OBRA Y UBICACIÓN	COMPONENTES PRINCIPALES DE LA OBRA	REF. LEV.	N° LAMINA
1	Toma en río Cachapoal. Sector La Isla.	1.- 4 compuertas de tablones y viga de operación. Km (-900) desde aducción.	1	23
2	Mejoramiento sector compuertas de admisión y de descarga Km 0,0 sector Bocatoma - Admisión	1.- Sedimentador, aguas arriba de compuerta de admisión km (-100) desde inicio; L=100m.	Bt	22
		2.- Peralte de bordes con enrocado seleccionado.		
		3.- 2 vigas de contrafuerte y refuerzo de columnas gravitacionales en compuertas de admisión.		
		4.- Reemplazo de 3 compuertas de admisión en mal estado y reemplazo de 3 compuertas de descarga en mal estado. (6 unidades)		
		5.- Enrocado de defensa de la ribera izquierda del rio Cachapoal Km 0,9 - 1.17 del Río Cachapoal; L=270m. Sector Larmahue **Esta obra no se incluye en presupuesto general del proyecto.**		
		6.- Peralte de enrocado de defensa existente Km 1.17 - 1.2 del Río Cachapoal; L=30m. Sector Larmahue. **Esta obra no se incluye en presupuesto general del proyecto.**		

Notas: las obras que no se incluyen en el presupuesto general del proyecto han sido predimensionadas, cubicadas y valorizadas; la condición de no inclusión en el resultado total se desprende del Documento de Acuerdo.

CUADRO N°3.6.1-2
LISTADO DE OBRAS PROYECTADAS
OBRAS EN CANAL MATRIZ ALMAHUE KM 0 (ADMISIÓN) - KM 7,17 (MARCO RETEN)

N° OBRA	NOMBRE DE LA OBRA Y UBICACIÓN	COMPONENTES PRINCIPALES DE LA OBRA	REF. LEV.	N° LAMINA
3	Descarga a canal desde quebrada sin nombre. Km 0,400. Sector Lo Argentina	1.- Cubeta desripiadora, volumen máximo de sedimentos=20m³; L=10m; Qo=1,09 m³/s	2	23
4	Descarga a canal desde quebrada Quiroz-El Toro. Km 1,31.Sector Lo Argentina	1.- Cubeta desripiadora. Volumen máximo de sedimentos=40m³; L=10m; Qo=5,2 m³/s	3	24
5	Marco partidor Acequia Madre saliente derecho Km 1,33. Sector Lo Argentina	1.- Regleta metálica graduada en Marco partidor en buen estado. 2.- Pasarela de operaciones de hormigón armado en marco partidor existente; L=1,10m; B=0,60m; e=0,20m	4	24
6	Extracción de basuras. Km 2,05.	1.- Reja desbasurizadora; B=6m; obra tipificada que se emplazará definitivamente según indicaciones de la Asociación.	5-6	41
7	Marco partidor La Protectora N° 1 saliente derecho. Km 3,03.	1.- Aforador en saliente a 30m aguas abajo de compuerta existente.	7	24
8	Descarga al canal desde quebrada El Arroyo-San Agustín. Km 4,02.	1.- Cubeta desripiadora, volumen máximo de sedimentos=20m³; L=10m; Qo=1,24 m³/s	8	26
9	Propuesta para sector ruedas azudas sector O. Zamorano D=8m Km 4,50 del canal Matriz	1.- Muros guiadores de hormigón armado. **Esta obra no se incluye en presupuesto general del proyecto.**	15	30
10	Descanso - descarga al rio Cachapoal Km 5,05 del Canal Matriz.	1.- Reja desbasurizadora; B=6m; obra tipificada que se emplazará definitivamente según indicaciones de la Asociación. 2.- Descarga gravitacional entubada desde el canal al río Cachapoal; 2 tubos CC tipo ARBP; L=1.500m D=1.000mm; Incluye cámara de entrada con chimenea de seguridad y compuertas metálicas con volante y tornillo.	9-10	27
11	Propuesta para ruedas azudas. Sector puente vehicular N°4 José Luis De Vicente - L=6m. Km 5,05.	1.- Muros guiadores de hormigón armado. **Esta obra no se incluye en presupuesto general del proyecto.**	11	26
12	Cruce del canal con quebrada Lo Magaña. Km 5,76 del canal Matriz.	1.- Cubeta desripiadora, volumen máximo de sedimentos=20m³; L=10m; Qo=3,60 m³/s	12	28
13	Marco partidor La Protectora N°2. Km 5,83 del canal Matriz.	1.- Nueva compuerta metálica con mecanismo de volante y tornillo en saliente derecho y nueva hoja partidora. 2.- Aforador tipificado AF 80-100 en saliente a 30m aguas abajo de compuerta en el marco.	13	28
14	Marco El Retén Viejo. Km 7,17 del canal Matriz.	1.- Regleta metálica graduada aforadora. 2.- Reja desbasurizadora B=6m; obra tipificada que se emplazará definitivamente según indicaciones de la Asociación. 3.- Construcción de pasarela de operaciones L=3m	14	29
15	Propuesta de diseño tipo para puente vehicular y pasarela peatonal.	1.- Puentes vehiculares con losa de hormigón armado tipificado sobre canal L=10m. Su emplazamiento debe ser al término de la construcción. **Esta obra no se incluye en presupuesto general del proyecto.** 2.- Pasarelas peatonales metálicas tipificadas sobre canal L=12m. Su emplazamiento debe ser al término de la construcción. **Esta obra no se incluye en presupuesto general del proyecto.**	18	40

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.6.1-2 (continuación)
LISTADO DE OBRAS PROYECTADAS
OBRAS EN CANAL MATRIZ ALMAHUE KM 0 (ADMISIÓN) - KM 7,17 (MARCO RETEN)

Nº OBRA	NOMBRE DE LA OBRA Y UBICACIÓN	COMPONENTES PRINCIPALES DE LA OBRA	REF. LEV.	Nº LAMINA
16	Revestimiento del canal Matriz con losetas prefabricadas de hormigón armado H=1,9m; k=1/3; y revestimiento del lecho con albañilería de piedras e=0,2; B=5,0m Km 0 – Km 3.132 del canal Matriz	1.- km 0,000 - km 0,600; ambos bordes, con revest. de lecho de alb.; L= 0,600km;		12-13
		2.- km 0,600 - km 0,650; borde derecho, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,050km;		
		3.- km 0,650 - km 0,761; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,111km;		
		4.- km 0,761 - km 0,767; Revestimiento de lecho, con alb. Bo=5m, espesor 0,2m - L= 0,006km;		
		5.- km 0,767 - km 0,779; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,012km;		
		6.- km 0,779 - km 0,821; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,042km;		
		7.- km 0;779 - km 0,821; demolición de mampostería: L=42m; H=3,4m; espesor=0,3m: volumen=43m3;		
		8.- km 0,821 - km 1,016; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,195km;		
		9.- km 1,016 - km 1,020; Revestimiento de lecho, con alb. Bo=5m, espesor 0,2m - L= 0,004km;		
		10.- km 1,020 - km 1,029; borde derecho, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,009km;		
		11.- km 1,029 - km 1,163; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,134km;		
		12.- km 1,163 - km 1,166; Revestimiento de lecho, con alb. Bo=5m, espesor 0,2m - L= 0,003km;		
		13.- km 1,166 - km 1,176; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,010km;		
		14.- km 1,176 - km 1,190; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,014km; H=2,0m; k=1/3;		
		15.- km 1,176 - km 1,190; demolición y traslado de mampostería: L=14m; H=3,1m; espesor=0,3m: volumen=13m3;		
		16.- km 1,190 - km 2,053; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,863km;		
		17.- km 2,053 - km 2,062; Revestimiento de lecho, con alb. Bo=5m, espesor 0,2m - L= 0,009km;		
		18.- km 2,062 - km 2,137; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,075km;		
		19.- km 2,137 - km 2,141; Revestimiento de lecho, con alb. Bo=5m, espesor 0,2m - L= 0,004km;		
		20.- km 2,141 - km 2,187; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,046km;		
		21.- km 2,187 - km 2,331; borde izquierdo, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,144km;		
		22.- km 2,331 - km 2,334; borde izquierdo, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,003km;		
		23.- km 2,334 - km 2,534; borde izquierdo, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,200km;		
		24.- km 2,534 - km 2,582; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,048km;		
		25.- km 2,582 - km 2,982; borde izquierdo, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,400km;		
		26.- km 2,982 - km 3,132; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,150km;		

CUADRO N°3.6.1-2 (continuación)
LISTADO DE OBRAS PROYECTADAS
OBRAS EN CANAL MATRIZ ALMAHUE KM 0 (ADMISIÓN) - KM 7,17 (MARCO RETEN)

N° OBRA	NOMBRE DE LA OBRA Y UBICACIÓN	COMPONENTES PRINCIPALES DE LA OBRA	REF. LEV.	N° LAMINA
16	Revestimiento del canal Matriz con losetas prefabricadas de hormigón armado H=1,9m; k=1/3; y revestimiento del lecho con albañilería de piedras e=0,2; B=5,0m Km 3.132 – Km 5.700 del canal Matriz	27.- km 3,132 - km 3,140; Revestimiento de lecho, con alb. Bo=5m, espesor 0,2m - L= 0,008km;		13-14
		28.- km 3,140 - km 3,231; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,091km;		
		29.- km 3,231 - km 3,292; borde izquierdo, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,061km;		
		30.- km 3,292 - km 3,323; borde izquierdo, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,031km;		
		31.- km 3,323 - km 3,410; borde izquierdo, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,087km;		
		32.- km 3,410 - km 3,420; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,010km;		
		33.- km 3,420 - km 3,500; borde izquierdo, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,080km;		
		34.- km 3,500 - km 3,869; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,369km;		
		35.- km 3,869 - km 3,892; borde izquierdo, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,023km;		
		36.- km 3,892 - km 3,896; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,004km;		
		37.- km 3,896 - km 3,960; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,064km; H=2,0m; k=1/3;		
		38.- km 3,896 - km 3,960; demolición y traslado de mampostería: L=64m; H=2,2m; espesor=0,3m: volumen=42m3;		
		39.- km 3,960 - km 3,973; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,013km;		
		40.- km 3,973 - km 3,977; borde derecho, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,004km;		
		41.- km 3,977 - km 4,264; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,287km;		
		42.- km 4,264 - km 4,274; Revestimiento de lecho, con alb. Bo=5m, espesor 0,2m - L= 0,010km;		
		43.- km 4,274 - km 5,017; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,743km;		
		44.- km 5,017 - km 5,024; Revestimiento de lecho, con alb. espesor 0,2m - L= 0,007km;		
		45.- km 5,024 - km 5,360; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,336km;		
		46.- km 5,360 - km 5,370; Revestimiento de lecho, con alb. Bo=5m, espesor 0,2m - L= 0,010km;		
		47.- km 5,370 - km 5,700; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,330km;		
16	Revestimiento del canal Matriz con losetas prefabricadas de hormigón armado H=1,4m; k=1/3; y revestimiento del lecho con albañilería de piedras e=0,2; B=5,0m Km 5.700 – Km 7.100 del canal Matriz	48.- km 5,700 - km 6,170; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,470km;		14
		49.- km 6,170 - km 6,196; borde derecho, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,026km;		
		50.- km 6,196 - km 6,288; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,092km;		
		51.- km 6,288 - km 6,302; borde derecho, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,014km;		
		52.- km 6,302 - km 6,336; borde derecho, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,034km;		
		53.- km 6,336 - km 7,100; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,764km;		

CUADRO N°3.6.1-2 (continuación)
LISTADO DE OBRAS PROYECTADAS
OBRAS EN CANAL MATRIZ ALMAHUE KM 0 (ADMISIÓN) - KM 7,17 (MARCO RETEN)

N° OBRA	NOMBRE DE LA OBRA Y UBICACIÓN	COMPONENTES PRINCIPALES DE LA OBRA	REF. LEV.	N° LAMINA
16	Revestimiento del canal Matriz con losetas prefabricadas de hormigón armado H=1,9m; k=1/3; y revestimiento del lecho con albañilería de piedras e=0,2; B=5,0m Km 7.100 – Km 7.170 del canal Matriz	54.- km 7,100 - km 7,170; ambos bordes, con revest. de lecho de alb. ; L= 0,070km;		14
17	Mejoramiento trazado de fondo canal Matriz. Km 0-km 7,17.	1.- Reperfilamiento del canal Matriz desde bocatoma hasta marco el Retén. L=7,170 Km; B=6,0m		
18	Cerco rustico para protección del camino de servicio en ambos bordes	1.- Postes de álamo impregnado 3"x3" L=3m con alambre de púas #16 largo cerco L=12.000m		21

Notas: las obras que no se incluyen en el presupuesto general del proyecto han sido predimensionadas, cubicadas y valorizadas, la condición de no inclusión en el resultado total corresponde al Documento de Acuerdo.

CUADRO N° 3.6.1-3
LISTADO DE OBRAS PROYECTADAS
OBRAS EN DERIVADO SAN ROBERTO-TOCO

N° OBRA	NOMBRE DE LA OBRA Y UBICACIÓN	COMPONENTES PRINCIPALES DE LA OBRA	REF. LEV.	N° LAMINA
19	Túnel San Roberto. Km 0,10.	Fortificación portal de entrada al túnel San Roberto.	19	30
20	Descanso a Quebrada Derrames Orrego. Km 2,31.	1.- Descanso en H.A. con compuerta metálica. 2.- Descarga y pasarela de operaciones de H.A. en marco partidor Maestro Lucho. L=7,4m; B=1,2m; e=0,25m.	20	30
21	Tranque comunitario El Pampino. Km 9,07.	Rehabilitación de tranque incluyendo desembanque y obras anexas.	21	31
22	Marco partidor Toco N°7. Km 13,828.	Taco frontal de H.A. con 2 compuertas de descarga y By Pass. B=4,5m; L=3,5m; incluye barrera de tablones removibles	22	31
23	Tranque comunitario El Toco. Km 13,8	Rehabilitación de tranque incluyendo desembanque y obras anexas.	23	33

Notas: las obras que no se incluyen en el presupuesto general del proyecto han sido predimensionadas, cubicadas y valorizadas. La condición de no inclusión en el resultado total corresponde al Documento de Acuerdo.

CUADRO N°3.6.1-4
LISTADO DE OBRAS PROYECTADAS
OBRAS EN DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE

N° OBRA	NOMBRE DE LA OBRA Y UBICACIÓN	COMPONENTES PRINCIPALES DE LA OBRA	REF. LEV.	N° LAMINA
24	Descanso sector Armando Osorio. Km 1,85.	Descanso con tubo bajo canal existente.	24	32
25	Mejoramiento borde débil filtrante. Km 3,03 - km 3,23. Sector Parcela Javier Marciel	Refuerzo de borde izquierdo débil con media canoa de H.A. H=1,20m B=0,75m; L=200m.	25	33
26	Mejoramiento borde débil filtrante. Km 3,58 - km 3,78. Sector Caleuche	Refuerzo de borde izquierdo débil con media canoa de H.A. H=1,25m B=0,8m; L=200m	26	33
27	Mejoramiento borde débil filtrante. Km 8,33 - km 8,63. Sector San Lucas	Refuerzo de borde izquierdo débil con media canoa de H.A. H=1,40m B=1,1m; L=300m	27	34
28	Mejoramiento borde débil filtrante. Km 9,1 - km 9,6. Sector Población El Cerro.	Refuerzo de borde izquierdo débil con media canoa de H.A. H=1,40m B=1,1m; L=500m	28	34

Notas: las obras que no se incluyen en el presupuesto general del proyecto han sido predimensionadas, cubicadas y valorizadas. La condición de no inclusión en el resultado total corresponde al Documento de Acuerdo.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°3.6.1-5
LISTADO DE OBRAS PROYECTADAS
OBRAS EN DERIVADO EL SALTO - SANTA IRENE

N° OBRA	NOMBRE DE LA OBRA Y UBICACIÓN	COMPONENTES PRINCIPALES DE LA OBRA	REF. LEV.	N° LAMINA
29	Tranque comunitario El Salto. Km 2,25	Rehabilitación de tranque incluyendo desembanque y obras anexas.	29	35
30	Mejoramiento borde débil filtrante Km 3,08-3,12. Sector Samuel Cornejo.	Refuerzo de borde derecho débil con media canoa de H.A. H=0,70m; B=0,4m; L=40m	30	35
31	Descanso Km 3,25 - 3,29. Sector Joel Silva	1.- Taco frontal con 2 compuertas para desagüe y riego. 2.- Vertedero de excesos longitudinal al Canal L=20m	31-32	36
32	Mejoramiento borde débil filtrante. Km 8,38. Sector Orlando Fredes	Refuerzo de borde derecho débil con media canoa de H.A. H=1,65m; B=1,35m; L=20m	33	36
33	Mejoramiento de borde débil filtrante. Km 9,15. Sector Orlando Fredes	Refuerzo de borde derecho débil con media canoa de H.A. H=,75m; B=0,35m ; L=20m	34	37
34	Mejoramiento de borde débil filtrante. Km 9,21. Sector Orlando Fredes	Refuerzo de borde derecho débil con media canoa de H.A. H=0,7m; B=0,35m; L=20m	35	37
35	Descanso sector Orlando Fredes. Km 9,3.	Compuerta metálica y pasarela de operaciones de H.A. L=3m; B=1m.	36	37
36	Cruce de quebrada La Posesión. Km 16,53.	1.- Barrera de perfiles metálicos y tablones removibles. L=10m; H=2,3m 2.- Taco frontal en el canal con tablones removibles; L=3m; B=3,5m H=1,3m	37	38

Notas: las obras que no se incluyen en el presupuesto general del proyecto han sido predimensionadas, cubicadas y valorizadas. La condición de no inclusión en el resultado total corresponde al Documento de Acuerdo.

CUADRO N°3.6.1-6
LISTADO DE OBRAS PROYECTADAS
OBRAS EN DERIVADO SANTA AMELIA

N° OBRA	NOMBRE DE LA OBRA Y UBICACIÓN	COMPONENTES PRINCIPALES DE LA OBRA	REF. LEV.	N° LAMINA
37	Descanso Fundo El Álamo. Km 9,00.	1.- Refuerzo del borde izquierdo con obra de hormigón armado; L =12m; h=1,20m 2.- Compuerta metálica	38	39

Notas: las obras que no se incluyen en el presupuesto general del proyecto han sido predimensionadas, cubicadas y valorizadas. La condición de no inclusión en el resultado total corresponde al Documento de Acuerdo.

CUADRO N°3.6.1-7
LISTADO DE OBRAS PROYECTADAS
MEJORAMIENTO DESAGÜE DE DERRAMES DE RIEGO Y AGUAS LLUVIA

N° OBRA	NOMBRE DE LA OBRA Y UBICACIÓN	COMPONENTES PRINCIPALES DE LA OBRA	REF. LEV.	N° LAMINA
38	Mejoramiento Estero/ desagüe Las Condenadas	Reperfilado y desembanque del estero L= 12,2km **Esta obra no se incluye en presupuesto general del proyecto.**	40	39

Notas: las obras que no se incluyen en el presupuesto general del proyecto han sido predimensionadas, cubicadas y valorizadas. La condición de no inclusión en el resultado total corresponde al Documento de Acuerdo.

3.6.2.- Generalidades del presupuesto del proyecto.

El presupuesto detallado del proyecto de obras se contiene a continuación en las tablas y listados en el siguiente orden:

1.- Resumen del presupuesto; Cuadro N°3.6.2-1.
2.- Presupuesto detallado de las obras; Cuadro N°3.6.2-2.
3.- Análisis detallado de Precios Unitarios de actividades; Cuadro N°3.6.2-3.

El resumen del presupuesto se encuentra expresado en pesos chilenos y en UF de la fecha de referencia del 31 de Agosto del 2008 cuyo valor es de $20.790,98. Todos los insumos se consultan adquiridos en el mercado nacional, por lo que no se consideran derechos y tasas de importación.

En los Precios Unitarios se incluye la codificación de acuerdo a la pauta oficial de la CNR.

En el presupuesto detallado de las obras se entrega para cada ítem del proyecto el desglose de cada partida, incluyendo las correspondientes cubicaciones y precios unitarios.

En los Precios Unitarios que incluyen maquinarias se indica sus características técnicas y rendimientos.

La estructura y codificación del análisis detallado de Precios Unitarios se obtuvo principalmente del "Manual de Precios Unitarios" de la Comisión Nacional de Riego, que se encuentra en su sitio web.

Además se utilizó como referencia el Manual Ondac Online, con el resumen del costo de mano de obra que se presenta en el Análisis detallado de Precios Unitarios de actividades. Cabe señalar que el análisis detallado de precios unitarios, no contiene: IVA, gastos generales ni utilidades del Contratista.

Los gastos Generales de 0,4% del costo directo del proyecto. Estos gastos incluyen elementos de mitigación de efectos ambientales durante el periodo constructivo, destacando entre otros: las mallas antipolvo, el humedecimiento de superficies generadoras de polvo, etc.

Las Utilidades de un 15%, se añaden en el resumen del presupuesto del proyecto. Sólo en los valores que corresponde, se añadió el IVA del 19% al precio neto.
Todas las obras consideradas en el presupuesto han sido previamente descritas en el Capítulo N°3.5 del anteproyecto preliminar de obras.

En el presupuesto final no se considera el costo de los estudios. La inspección técnica de obras ha sido estimada en base a un 5% del costo total del proyecto.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº 3.6.2-1
RESUMEN DEL PRESUPUESTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL ÍTEM Millones $
1.-	Instalación de faenas, control topográfico, transporte interno y acceso a frentes	38
2.-	Obras en bocatoma y aducción	491
3.-	Obras en canal Matriz Almahue KM 0 (Admisión) - KM 7,17 (Marco el Retén Viejo)	3.153
4.-	Obras en derivado San Roberto-Toco:	67
5.-	Obras en derivado San Luis Caleuche	223
6.-	Obras en derivado El Salto - Santa Irene	110
7.-	Obras en Derivado Santa Amelia	3
8.-	Mejoramiento desagüe de derrames de riego y aguas lluvia en Estero Las Condenadas (No se considera en el presupuesto)	0
9.-	Obras en sector Larmahue (no comuneras en Protectoras 1 y 2)	2
10.-	COSTO DIRECTO	**4.086**
11.-	Gastos generales e imprevistos: (faena en 6 meses de duración)	429
11.1.-	Imprevistos (10 % de los costos directos)	408
11.2.-	Gastos generales de la constructora (0,5% de los costos directos)	20
12.-	Utilidades del contratista (15% de los costos directos)	613
13.-	Sub total costos neto de obras	5.126
14.-	IVA 19 %	974
15.-	Sub total costos de obras	6.100
16.-	PROYECTO DE INGENIERÍA y SUPERVISIÓN DE OBRA	321
16.1.-	Costos de estudios (Subsidio/No se considera)	0
16.2.-	Supervisión de obras (5% Costo total de construcción)	321
17.-	Total costo de construcción **(Millones $)**	6.421
18.-	TOTAL COSTO DE CONSTRUCCIÓN **(UF)** 1 U.F. = $20.790,98 - FECHA DE REFERENCIA 31 DE AGOSTO 2008	**308.836**

CUADRO Nº 3.6.2-2
PRESUPUESTO DETALLADO
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD - MEJORAMIENTO DE RIEGO SISTEMA DE RIEGO CANAL ALMAHUE

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. $	SUB TOTAL $	TOTAL ÍTEM $
1	**INSTALACION DE FAENAS, CONTROL TOPOGRÁFICO, TTE INTERNO Y ACCESO A FRENTES**					**37.509.833**
1.1	**INSTALACIÓN DE FAENAS**				9.100.673	
1.1.1	RECINTO PROVISORIO: OFICINA y TALLER PARA	M2	500	9.677	4.838.500	
	HERRAMIENTAS, ENFIERRADURA, SACOS DE CEMENTO.					
1.1.2	CASETAS CUIDADOR	UN	6	78.962	473.772	
1.1.3	LETRINA JEFE DE OBRA	UN	1	179.773	179.773	
1.1.4	LETRINAS OBREROS	UN	6	131.813	790.878	
1.1.5	EXCAVACIÓN A MANO PARA OBRA DE ARTE Y DESVÍOS	M3	350	3.765	1.317.750	
1.1.6	EQUIPAMIENTO CAMPAMENTO	GL	2	750.000	1.500.000	
1.2	**REPLANTEO y CONTROL TOPOGRÁFICO (20 días x 6 meses)**	DÍA	120	121.620	14.594.400	
1.3	**TRANSPORTE INTERNO DE MATERIALES (Camión Chico) (20 días x 6 meses)**	DIA	120	96.373	11.564.760	
1.4	**ACCESOS A FRENTES DE OBRAS**	M3	1500	1.500	2.250.000	
	SUBTOTAL ÍTEM				**37.509.833**	
2	**OBRAS EN BOCATOMA Y ADUCCIÓN**					**491.303.209**
2.1	**LEVANTAMIENTO Nº1: Mejoramiento de 4 compuertas de tablones y viga de operación.** km -900 desde aducción, Sector La Isla.	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**4.340.045**
2.1.1.-	ACERO PERFILES METALICOS PLEGADOS IN20*50,1	KG	852,0	1.950	1.661.400	
2.1.2.-	HORMIGÓN H15 (8 sac. cem/m3)	M3	2,0	71.478	142.956	
2.1.3.-	MARCOS DE SOPORTE (perfil de acero 10*10)	KG	166,0	2.409	399.894	
2.1.4.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA OBRA DE ARTE Y DESVÍOS	M3	2,6	3.765	9.789	
2.1.5.-	DEMOLICIÓN DE H.A PARA EMPOTRAMIENTO DE PILAR CENTRAL	M3	0,5	29.847	14.924	
2.1.6.-	COMPUERTAS REMOVIBLES DE ALAMO IMPREGNADO	PUL	160,0	3.840	614.400	
2.1.7.-	TECLE CAPACIDAD DE LEVANTE 500KG	UN	1,0	50.000	50.000	
2.1.8.-	ACCESO A FRENTE DE OBRAS Y TTE DE MATERIALES (50% DEL COSTO TOTAL)	UN	1,0	1.446.682	1.446.682	
	SUBTOTAL ÍTEM				**4.340.045**	

2.2	Sedimentador, aguas arriba de compuerta de admisión km -100 desde inicio; L=100m; Sector Aducción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. $	SUB TOTAL $	330.955.100
2.2.1.-	SEDIMENTADOR L=100m; CAPACIDAD Q=14m³/s	UN	1,0	216.000.000	216.000.000	
2.2.2.-	TRONADURA DE ROCA EN BLANDO	GL	4.900,0	15.036	73.676.400	
2.2.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	1.400,0	1.160	1.624.000	
2.2.4.-	EXCAVACIÓN A MANO	M3	700,0	3.765	2.635.500	
2.2.5.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (ESPONJAMIENTO 30%)	M3	10.100,0	992	10.019.200	
2.2.6.-	ACCESO A FRENTE DE OBRA EN ZONA DE DIFICIL ACCESO	UN	1,0	6.000.000	6.000.000	
2.2.7.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	155,8	70.595	11.000.000	
2.2.8.-	DESVÍOS	UN	1,0	10.000.000	10.000.000	
	SUBTOTAL ÍTEM				330.955.100	
2.3	Peralte de bordes con enrocado seleccionado Aguas arriba de compuerta de admisión km 100; B=4,0m; k=1; H=1,0m; L=200m. Sector Aducción.	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. $	SUB TOTAL $	26.298.120
2.3.1.-	ENROCADO SELECCIONADO (sección trapecial, Base inferior 6,0m, base superior 4,0m, H=1m. L=200m)	M3	1.000,0	17.397	17.397.000	
2.3.2.-	EXCAVACIÓN CIN MÁQUINA EN MATERIAL SEMI DURO	M3	1.200,0	1.160	1.392.000	
2.3.3.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	1.200,0	4.968	5.961.600	
2.3.4.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (ESPONJAMIENTO 30%)	M3	1.560,0	992	1.547.520	
	SUBTOTAL ÍTEM				26.298.120	
2.4	Mejoramiento obra de admisión y de descarga km 0,000 - canal Almahue - Sector Bocatoma - Admisión.					129.709.944
2.4.1	2 vigas de contrafuerte y refuerzo de columnas gravitacionales en compuertas de admisión.	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. $	SUB TOTAL $	925.344
2.4.1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	119,6	849	101.512	
2.4.1.2.-	HORMIGÓN H25	M3	2,4	92.156	221.174	
2.4.1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	2,4	1.160	2.784	
2.4.1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	24	4.110	98.640	
2.4.1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	7,0	70.595	494.165	
2.4.1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	0,8	4.968	3.974	
2.4.1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	3,1	992	3.095	
	SUBTOTAL ÍTEM				925.344	

2.4.2.-	**Fundación para 2 vigas de contrafuerte y refuerzo de columnas gravitacionales en compuertas de admisión.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**388.431**
2.4.2.1.-	FUNDACIONES DE HORMIGÓN (H25)	M3	2,5	92.156	230.390	
2.4.2.2.-	EXCAVACIÓN Y TRONADURA DE ROCA EN BLANDO	M3	2,4	15.036	36.086	
2.4.2.3.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	3,1	992	3.095	
2.4.2.4.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	140,0	849	118.860	
	SUBTOTAL ÍTEM				**388.431**	
2.4.3.-	**Reemplazo de 3 compuertas de admisión en mal estado y reemplazo de 3 compuertas de descarga en mal estado. (6 unidades)**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**128.396.169**
2.4.3.1.-	FABRICACION Y SUMINISTRO DE COMPUERTAS DE ADMISIÓN (1,6m x 3,6m)	UN	3,0	20.412.811	61.238.433	
2.4.3.2.-	FABRICACION Y SUMINISTRO DE COMPUERTAS DE DESCARGA (1,7m x 3,4m)	UN	3,0	20.723.079	62.169.237	
2.4.3.3.-	SUPERVISION DE MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE LAS COMPUERTAS	DIA	10,0	481.250	4.812.500	
2.4.3.4.-	TRANSPORTE A FRENTE DE OBRA	VIAJE	1,0	175.999	175.999	
	SUBTOTAL ÍTEM				**128.396.169**	
2.5.-	**Enrocado de defensa de la ribera izquierda del rio Cachapoal**	**UNIDAD**	**ESTE ITEM NO SE CONSIDERA EN EL PRESUPUESTO FINAL**			**0**
	km 900 - km 1.170 del Río Cachapoal; L=270m. Sector Larmahue					
2.5.1.-	INSUMO Y COLOCACIÓN DE ENROCADO L=270m; e =2,0m; H=11,4m	M3	6.464,0	17.397	112.454.208	
2.5.2.-	RELLENO CON MATERIAL FLUVIAL PARA APOYO DEL ENROCADO	M3	10.106,0	1.439	14.542.534	
2.5.3.-	DESVIO DE CAUCE DURANTE COLOCACIÓN DE ENROCADOS	M3	3.750,0	1.439	5.396.250	
2.5.4.-	AGOTAMIENTO DE NAPA	DIA	20,0	70.595	1.411.900	
	SUBTOTAL ÍTEM				**133.804.892**	
2.6.-	**Peralte de enrocado de defensa existente**	**UNIDAD**	**ESTE ITEM NO SE CONSIDERA EN EL PRESUPUESTO FINAL**			**0**
	km 1170 - km 1200 del Río Cachapoal; L=30m. Sector Larmahue.					
2.6.1.-	INSUMO Y COLOCACIÓN DE ENROCADO L=30m; e =2,0m; H=2,10m	M3	126,0	17.397	2.192.022	
2.6.2.-	RELLENO CON MATERIAL FLUVIAL PARA APOYO DEL ENROCADO	M3	1.122,9	1.439	1.615.837	
	SUBTOTAL ÍTEM				**3.807.859**	

3	**OBRAS EN CANAL MATRIZ ALMAHUE** **KM 0 (ADMISION) - KM 7,17 (MARCO EL RETEN)**					**3.153.145.570**
3.1	**LEVANTAMIENTO No 2: Descarga a canal desde quebrada sin nombre con** **tubo bajo camino Público.** km 0,400 Canal Matriz - Sector Lo Argentina					**4.187.524**
3.1.1.-	**Cubeta desripiadora, volumen máximo de sedimentos=20m³;** **L=10m; Qo=1,090 m³/s**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**3.867.444**
3.1.1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	1.659,1	849	1.408.606	
3.1.1.2.-	HORMIGÓN H25	M3	20,2	92.156	1.857.864	
3.1.1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	20,0	1.160	23.200	
3.1.1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	25,2	4.110	103.572	
3.1.1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	6,0	70.595	423.570	
3.1.1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	5,0	4.968	24.840	
3.1.1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	26,0	992	25.792	
	SUBTOTAL ÍTEM				**3.867.444**	
3.1.2.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**320.080**
3.1.2.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 20 m2 ; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO.	M2	20,0	15.251	305.020	
3.1.2.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	4,0	3.765	15.060	
	SUBTOTAL ÍTEM				**320.080**	
3.2	**LEVANTAMIENTO No 3: Descarga a canal desde quebrada Quiroz-El Toro** **cubetas desripiadora bajo camino público.** km 1,31 C. Matriz; Sector Lo Argentina					**5.157.146**
3.2.1.-	**Cubeta desripiadora, volumen máximo=40m³; L=10m; Qo=5,2 m³/s**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**4.516.986**
3.2.1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	1.935,0	849	1.642.821	
3.2.1.2.-	HORMIGÓN H25	M3	23,8	92.156	2.190.731	
3.2.1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	29,2	1.160	33.872	
3.2.1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	37,0	4.110	152.070	
3.2.1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	6,0	70.595	423.570	
3.2.1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	7,3	4.968	36.266	
3.2.1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	38,0	992	37.656	
	SUBTOTAL ÍTEM				**4.516.986**	

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.2.2.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**640.160**
3.2.2.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 40 m2 ; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	40,0	15.251	610.040	
3.2.2.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	8,0	3.765	30.120	
	SUBTOTAL ÍTEM				**640.160**	
3.3	**LEVANTAMIENTO No 4: Marco partidor Acequia Madre saliente derecho km 1,33 Canal Matriz; Sector Lo Argentina**					**76.042**
3.3.1.-	**Cambio de regleta metálica graduada en Marco partidor de h.a. en buen estado.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**48.132**
3.3.1.1.-	REGLETA METÁLICA GRADUADA	UN	1,0	48.132	48.132	
	SUBTOTAL ÍTEM				**48.132**	
3.3.2.-	**Pasarela de operaciones de h.a. en marco partidor existente L=1,10m; B=0,60m; e=0,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**27.910**
3.3.2.1.-	HORMIGÓN H25	M3	0,1	92.156	12.165	
3.3.2.2.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	8,6	849	7.284	
3.3.2.3.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	1,1	4.110	4.521	
3.3.2.4.-	DEMOLICIÓN DE HORMIGON PARA EMPALME CON LA LOSA	M3	0,1	29.847	3.940	
	SUBTOTAL ÍTEM				**27.910**	
3.4	**LEVANTAMIENTOS N° 5 Y N°6 km 2,05 Canal Matriz Almahue**					**17.500.000**
3.4.1.-	**Reja desbasurizadora; L=6m; obra tipificada que se emplazará definitivamente según indicaciones de la Asociación.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**17.500.000**
3.4.1.1.-	REJA DESBASURIZADORA L=14,3m; B=6m	UN	1,0	17.500.000	17.500.000	
	SUBTOTAL ÍTEM				**17.500.000**	
3.5	**LEVANTAMIENTO No 7: Marco partidor La Protectora N° 1 saliente derecho,** km 3,03 del Canal Matriz Almahue					**1.000.113**
3.5.1	**Aforador en saliente a 30m de compuerta (obra tipificada) Incluye: suministro, confección, regleta.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**840.073**
3.5.1.1.-	AFORADOR TIPIFICADO TF BH = TF 80-100 H.A. L=2,0m	UN	1,0	840.073	840.073	
	SUBTOTAL ÍTEM				**840.073**	

3.5.2.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**160.040**
3.5.2.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 10 m2 ; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	10,0	15.251	152.510	
3.5.2.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	2,0	3.765	7.530	
	SUBTOTAL ÍTEM				**160.040**	
3.6	**LEVANTAMIENTO No 8: Descarga al canal desde quedrada El arroyo-San Agustín, con tubo bajo camino público**, km 4,02					**4.478.546**
3.6.1.-	**Cubeta desripiadora, volumen máximo de sedimentos=20m³; L=10m; Qo=1,24 m³/s**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**4.158.466**
3.6.1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	1.706,2	849	1.448.525	
3.6.1.2.-	HORMIGÓN H25	M3	21,6	92.156	1.990.569	
3.6.1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	16,0	1.160	18.560	
3.6.1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	57,6	4.110	236.736	
3.6.1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	6,0	70.595	423.570	
3.6.1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	4,0	4.968	19.872	
3.6.1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	20,8	992	20.634	
	SUBTOTAL ÍTEM				**4.158.466**	
3.6.2.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**320.080**
3.6.2.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 20 m2 ; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	20,0	15.251	305.020	
3.6.2.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	4,0	3.765	15.060	
	SUBTOTAL ÍTEM				**320.080**	
3.7	**LEVANTAMENTO No 9 y N°10 - DESCANSO CON DESCARGA AL RIO km 5,05 del Canal Matriz.**					**391.637.406**
3.7.1.-	**Reja desbasurizadora; L=6m; obra tipificada que se emplazará definitivamente según indicaciones de la Asociación.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**17.500.000**
3.7.1.1.-	REJA DESBASURIZADORA L=14,3m; B=6m	UN	1,0	17.500.000	17.500.000	
	SUBTOTAL ÍTEM				**17.500.000**	
3.7.2.-	**2 Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**960.240**
3.7.2.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S= 2*30 m2 ; e = 20 cm INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	60,0	15.251	915.060	
3.7.2.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	12,0	3.765	45.180	
	SUBTOTAL ÍTEM				**960.240**	

3.7.3.-	**Cámara de entrada con sistema de toma de aire y compuerta de control con mecanismo de volante y tornillo - inicio de descarga gravitacional entubada, Para dos tuberías**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**4.088.666**
	Detalle para 1 cámara.					
3.7.3.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	258,0	849	219.042	
3.7.3.2.-	HORMIGÓN H25	M3	4,0	92.156	368.624	
3.7.3.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	4,0	1.160	4.640	
3.7.3.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	30,0	4.110	123.300	
3.7.3.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	7,0	70.595	494.165	
3.7.3.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	1,3	4.968	6.624	
3.7.3.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	4,0	992	3.968	
3.7.3.8.-	MECANISMO ESPECIAL A PEDIDO PARA COMPUERTA	UN	1,0	722.190	722.190	
3.7.3.9.-	COMPUERTA DE METAL DE 1,0*1,0m (5mm ESPESOR)	KG	42,3	2.409	101.780	
	SUBTOTAL ÍTEM				**2.044.333**	
3.7.4.-	**Descarga gravitacional entubada desde el canal al río Cachapoal con dos tuberías L=1.500m D=1000mm; Q total=2*1,75=3,5 m³/s**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**369.088.500**
	Detalle para 1 descarga.					
3.7.4.1.-	TUBO DE CEMENTO COMPRIMIDO L=1500 m DIÁMETRO 1000mm TIPO ARBP	ML	1.500,0	112.277	168.414.750	
3.7.4.2.-	SOBRECARGO POR COLOCACION A MAYOR PROFUNDIDAD H=1,5m	ML	1.500,0	10.753	16.129.500	
	SUBTOTAL ÍTEM				**184.544.250**	
3.8.-	**LEVANTAMIENTO No 11: Diseño tipo con dos muros para mejorar rueda puente No4 J. Luis de Vicente D=6m. km 5,04**		**ESTE ITEM NO SE CONSIDERA EN EL PRESUPUESTO FINAL**			**0**
3.8.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	730,0	849	619.770	
3.8.2.-	HORMIGÓN H25	M3	10,3	92.156	949.206	
3.8.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	14,0	1.160	16.240	
3.8.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	40,0	4.110	164.400	
3.8.5.-	AGOTAMIENTO	DIA	5,0	70.595	352.975	
3.8.6.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	18,2	992	18.054	
	SUBTOTAL ÍTEM				**2.120.645**	

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.9.-	**LEVANTAMIENTO No 12: Cruce del canal con quebrada Lo Magaña. km 5,76 del Canal Matriz.**					**3.702.918**
3.9.1.-	**Cubeta desripiadora, volumen máximo de sedimentos=20m³; L=10m; Qo=3,60 m³/s**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**3.382.838**
3.9.1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	1.453,2	849	1.233.767	
3.9.1.2.-	HORMIGÓN H25	M3	17,3	92.156	1.592.455	
3.9.1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	16,0	1.160	18.560	
3.9.1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	18,0	4.110	73.980	
3.9.1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	6,0	70.595	423.570	
3.9.1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	4,0	4.968	19.872	
3.9.1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	20,8	992	20.634	
	SUBTOTAL ÍTEM				**3.382.838**	
3.9.2.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**320.080**
3.9.2.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 20 m2 ; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	20,0	15.251	305.020	
3.9.2.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	4,0	3.765	15.060	
	SUBTOTAL ÍTEM				**320.080**	
3.10.-	**LEVANTAMIENTO No 13: Marco partidor La Protectora No.2 saliente derecho,** km 5,83 del Canal Matriz					**2.089.996**
3.10.1.-	**Nueva Compuerta en saliente Protectora N°2 y nueva hoja partidora.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**1.089.883**
3.10.1.1.-	MECANISMO ESPECIAL A PEDIDO PARA COMPUERTA	UN	1,0	722.190	722.190	
3.10.1.2.-	COMPUERTA DE METAL DE 0,60*1,2m (5mm ESPESOR)	KG	30,4	2.409	73.282	
3.10.1.3.-	NUEVA HOJA PARTIDORA DE METAL DE 1,7*1,3m (7mm ESPESOR)	KG	122,2	2.409	294.411	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.089.883**	
3.10.2.-	**Aforador en saliente a 30m de compuerta (obra tipificada) Incluye: suministro, confección, regleta.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**840.073**
3.10.2.1.-	AFORADOR TIPIFICADO AF BH = AF 80-100 H.A. L=2,0m	UN	1,0	840.073	840.073	
	SUBTOTAL ÍTEM				**840.073**	

3.10.3.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**160.040**
3.10.3.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 10 m2 ; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	10,0	15.251	152.510	
3.10.3.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	2,0	3.765	7.530	
	SUBTOTAL ÍTEM				**160.040**	
3.11.-	**LEVANTAMIENTO No 14: Aforador en marco El Retén aguas arriba del marco partidor; km 7,18**					**18.327.880**
3.11.1.-	**Marco partidor de h.a. en buen estado Qo=10,51 m³/s colocación de regleta metálica graduada**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**48.132**
3.11.1.1.-	REGLETA METÁLICA GRADUADA	UN	1,0	48.132	48.132	
	SUBTOTAL ÍTEM				**48.132**	
3.11.2.-	**Reja desbasurizadora; L=6m; obra tipificada**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**17.500.000**
3.11.2.1.-	REJA DESBASURIZADORA L=14,3m; B=6m	UN	1,0	17.500.000	17.500.000	
	SUBTOTAL ÍTEM				**17.500.000**	
3.11.3.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**320.080**
3.11.3.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 20 m2 ; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	20,0	15.251	305.020	
3.11.3.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	4,0	3.765	15.060	
	SUBTOTAL ÍTEM				**320.080**	
3.11.4.-	**Construcción de pasarela, obra tipificada para L=3m incluye instalación, insumos y fundaciones**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**459.668**
3.11.4.1.-	PASARELA L=3M; B=1m; FUNDACIÓN DE 1,5mx1,4m	UN	1,0	459.668	459.668	
	SUBTOTAL ÍTEM				**459.668**	

3.12.-	LEVANTAMIENTO No 15: Diseño tipo con 2 muros de hormigón para mejorar rueda hidráulica O. Zamorano D=8m km 4,50 SIN INF		ESTE ITEM NO SE CONSIDERA EN EL PRESUPUESTO FINAL			0
3.12.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	1.306,0	849	1.108.794	
3.12.2.-	HORMIGÓN H25	M3	18,7	92.156	1.723.316	
3.12.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	16,0	1.160	18.560	
3.12.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	58,2	4.110	239.161	
3.12.5.-	AGOTAMIENTO	DIA	5,0	70.595	352.975	
3.12.6.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	20,8	992	20.634	
	SUBTOTAL ÍTEM				**3.463.440**	
3.13.-	**LEVANTAMIENTO No 18: Diseño tipo puente vehicular y peatonal**	**UNIDAD**	**ESTE ITEM NO SE CONSIDERA EN EL PRESUPUESTO FINAL**			**0**
3.13.1.-	**4 Puentes Vehiculares con Losa de H.A tipificado sobre canal L=10m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**35.300.708**
3.13.1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	2.800,0	849	2.377.200	
3.13.1.2.-	HORMIGÓN H25	M3	43,0	92.156	3.962.706	
3.13.1.3.-	EMPLANTILLADO	M3	0,8	41.983	31.487	
3.13.1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	70,4	4.110	289.344	
3.13.1.5.-	MOLDAJE ESPECIAL	M2	120,0	18.037	2.164.440	
	SUBTOTAL ÍTEM				**8.825.177**	
3.13.2.-	**5 Pasarelas peatonales metálicas tipificadas sobre canal L=9m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**8.271.115**
3.13.2.1.-	VIGAS DE ACERO IN20*26,5	KG	470,0	1.950	916.500	
3.13.2.2.-	HORMIGÓN H25	M3	7,5	92.156	691.170	
3.13.2.3.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	3,6	3.765	13.554	
3.13.2.4.-	EMPLANTILLADO	M3	0,4	41.983	15.114	
3.13.2.5.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	3,6	4.968	17.885	
3.13.2.6.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	4,7	992	4.643	
3.13.2.7.-	PLANCHA DIMANTADA PISO DE PASARELA	M3	0,1	1.950	211	
3.13.2.8.-	INSUMOS (BARANDAS,PERNO, ETC)	M3			0	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.654.223**	

3.14.-	REVESTIMIENTO DEL CANAL MATRIZ ALMAHUE	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. $	SUB TOTAL $	2.370.944.890
3.14.1.-	**km 0,000 - km 0,600; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	1.200,0	180.752	216.901.800	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,600km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.2.-	**km 0,600 - km 0,650; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. borde derecho,**	ML	50,0	218.879	10.943.950	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,050km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.3.-	**km 0,650 - km 0,761; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	222,0	180.752	40.126.833	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,111km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.4.-	**km 0,761 - km 0,767; Revestimiento de lecho, con alb. Bo=5m, espesor 0,2m**	ML	6,0	76.255	457.530	
	- L= 0,006km; suministro, tte y colocación.					
3.14.5.-	**km 0,767 - km 0,779; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	24,0	180.752	4.338.036	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,012km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.6.-	**km 0,779 - km 0,821; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	84,0	180.752	15.183.126	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,042km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
	demolición de mampostería: L=42m; H=3,4m; espesor=0,3m: volumen=43m3	M3	43	29.847	1.278.645	
	carguío y transporte de material demolido	M3	56	992	55.246	
3.14.7.-	**km 0,821 - km 1,016; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	390,0	180.752	70.493.085	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,195km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.8.-	**km 1,016 - km 1,020; Revestimiento de lecho, con alb. Bo=5m, espesor 0,2m**	ML	4,0	76.255	305.020	
	- L= 0,004km; suministro, tte y colocación.					
3.14.9.-	**km 1,020 - km 1,029; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. borde derecho,**	ML	9,0	218.879	1.969.911	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,009km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.10.-	**km 1,029 - km 1,163; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	268,0	180.752	48.441.402	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,134km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.11.-	**km 1,163 - km 1,166; Revestimiento de lecho, con alb. Bo=5m, espesor 0,2m**	ML	3,0	76.255	228.765	
	- L= 0,003km; suministro, tte y colocación.					
3.14.12.-	**km 1,166 - km 1,176; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	20,0	180.752	3.615.030	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,010km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.13.-	**km 1,176 - km 1,190; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	28,0	180.752	5.061.042	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,014km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación					
	demolición y traslado de mampostería: L=14m; H=3,1m; espesor=0,3m: volumen=13m3	M3	13	29.847	393.622	
	carguío y transporte de material demolido	M3	17	992	17.007	
3.14.14.-	**km 1,190 - km 2,053; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	1.726,0	180.752	311.977.089	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,863km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.15.-	**km 2,053 - km 2,062; Revestimiento de lecho, con alb. Bo=5m, espesor 0,2m**	ML	9,0	76.255	686.295	
	- L= 0,009km; suministro, tte y colocación.					
3.14.16.-	**km 2,062 - km 2,137; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	150,0	180.752	27.112.725	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,075km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					

3.14.17.-	**km 2,137 - km 2,141; Revestimiento de lecho, con alb. Bo=5m, espesor 0,2m**	ML	4,0	76.255	305.020	
	- L= 0,004km; suministro, tte y colocación.					
3.14.18.-	**km 2,141 - km 2,187; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	92,0	180.752	16.629.138	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,046km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.19.-	**km 2,187 - km 2,331; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. borde izquierdo,**	ML	144,0	218.879	31.518.576	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,144km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.20.-	**km 2,331 - km 2,334; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. borde izquierdo,**	ML	3,0	218.879	656.637	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,003km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.21.-	**km 2,334 - km 2,534; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. borde izquierdo,**	ML	200,0	218.879	43.775.800	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,200km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.22.-	**km 2,534 - km 2,582; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	96,0	180.752	17.352.144	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,048km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.23.-	**km 2,582 - km 2,982; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. borde izquierdo,**	ML	400,0	218.879	87.551.600	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,400km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.24.-	**km 2,982 - km 3,132; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	300,0	180.752	54.225.450	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,150km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.25.-	**km 3,132 - km 3,140; Revestimiento de lecho, con alb. Bo=5m, espesor 0,2m**	ML	8,0	76.255	610.040	
	- L= 0,008km; suministro, tte y colocación.					
3.14.26.-	**km 3,140 - km 3,231; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	182,0	180.752	32.896.773	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,091km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.27.-	**km 3,231 - km 3,292; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. borde izquierdo,**	ML	61,0	218.879	13.351.619	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,061km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.28.-	**km 3,292 - km 3,323; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. borde izquierdo,**	ML	31,0	218.879	6.785.249	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,031km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.29.-	**km 3,323 - km 3,410; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. borde izquierdo,**	ML	87,0	218.879	19.042.473	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,087km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.30.-	**km 3,410 - km 3,420; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	20,0	180.752	3.615.030	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,010km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.31.-	**km 3,420 - km 3,500; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. borde izquierdo,**	ML	80,0	218.879	17.510.320	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,080km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.32.-	**km 3,500 - km 3,869; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	738,0	180.752	132.538.863	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,369km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.33.-	**km 3,869 - km 3,892; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. borde izquierdo,**	ML	23,0	218.879	5.034.217	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,023km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.34.-	**km 3,892 - km 3,896; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	8,0	180.752	1.446.012	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,003km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.14.35.-	**km 3,896- km 3,960; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	128,0	180.752	23.136.192	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,064km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación					
	demolición y traslado de mampostería: L=64m; H=2,2m; espesor=0,3m: volumen=42m3	M3	42	29.847	1.260.737	
	carguío y transporte de material demolido	M3	55	992	54.473	
3.14.36.-	**km 3,960 - km 3,973; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	26,0	180.752	4.699.539	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,013km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.37.-	**km 3,973 - km 3,977; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. borde derecho,**	ML	4,0	218.879	875.516	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,004km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.38.-	**km 3,977 - km 4,264; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	574,0	180.752	103.751.361	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,287km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.39.-	**km 4,264 - km 4,274; Revestimiento de lecho, con alb. Bo=5m, espesor 0,2m**	ML	10,0	76.255	762.550	
	- L= 0,010km; suministro, tte y colocación.					
3.14.40.-	**km 4,274 - km 5,017; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	1.486,0	180.752	268.596.729	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,743km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.41.-	**km 5,017 - km 5,024; Revestimiento de lecho, con alb. espesor 0,2m**	ML	7,0	76.255	533.785	
	- L= 0,007km; suministro, tte y colocación.					
3.14.42.-	**km 5,024 - km 5,360; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	672,0	180.752	121.465.008	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,336km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.43.-	**km 5,360 - km 5,370; Revestimiento de lecho, con alb. Bo=5m, espesor 0,2m**	ML	10,0	76.255	762.550	
	- L= 0,010km; suministro, tte y colocación.					
3.14.44.-	**km 5,370 - km 5,700; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	660,0	180.752	119.295.990	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,330km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.45.-	**km 5700 - km 6,170; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	940,0	164.878	154.984.850	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,470km; H=1,4m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.46.-	**km 6,170 - km 6,196; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. borde derecho,**	ML	26,0	253.500	6.591.000	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,026km; H=1,4m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.47.-	**km 6,196 - km 6,288; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	184,0	164.878	30.337.460	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,092km; H=1,4m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.48.-	**km 6,288 - km 6,302; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. borde derecho,**	ML	14,0	253.500	3.549.000	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,014km; H=1,4m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.49.-	**km 6,302 - km 6,336; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. borde derecho,**	ML	34,0	253.500	8.619.000	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,034km; H=1,4m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.50.-	**km 6,336 - km 7,100; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	1.528,0	164.878	251.932.820	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,764km; H=1,4m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
3.14.51.-	**km 7,100 - km 7,170; Revestimiento con losetas prefabricadas de h.a. ambos bordes,**	ML	140,0	180.752	25.305.210	
	Bo canal=6m; rev lecho alb. L=5m;e=0,2m- L= 0,070km; H=1,9m; k=1/3; suministro, tte y colocación.					
	SUBTOTAL ÍTEM				**2.370.944.890**	

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.15.-	Reperfilamiento del canal Matriz km 0 - km 7,17 (bocatoma - marco el Retén) largo L=7,170 km; B=6,0m	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. $	SUB TOTAL $	238.403.109
3.15.1.-	VOLUMEN A EXCAVAR PARA LARGO L=7,150 KM (60% MÁQ, 40% A MANO)	M3	23.418,9	2.202	51.568.506	
3.15.2.-	VOLUMEN DE RELLENO ESTRUCTURAL PARA LARGO L=7,150 KM	M3	31.528,5	4.968	156.633.538	
3.15.3.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	30.444,6	992	30.201.065	
	SUBTOTAL ÍTEM				238.403.109	
3.16.-	Cerco rustico para protección del camino de servicio en ambos bordes postes de álamo impregnado 3" L=3m; alambre de púas #16 largo cerco L=12.000m	UN	12.000,0	7.970	95.640.000	95.640.000
4	OBRAS EN DERIVADO SAN ROBERTO-TOCO:					66.945.133
4.1	LEVANTAMIENTO No19: Fortificación entrada túnel San Roberto. km 0,10; Canal San Roberto					6.183.626
4.1.1.-	Fortificación de entrada del túnel con h.a.	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. $	SUB TOTAL $	6.183.626
4.1.1.1.-	DEMOLICIÓN DE ROCA EN MAL ESTADO	M3	18,5	15.036	278.166	
4.1.1.2.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento 1,5)	M3	27,8	992	27.528	
4.1.1.3.-	MOLDAJE PINO (2 USOS), OBRA MENOR H < 1,0m INCL. TABLERO; SIN ALZAPRIMADO	M2	37,0	8.635	319.063	
4.1.1.4.-	MOLDAJE PINO PARA MURO ALTO O LOSA, INCLUYE TABLERAJE Y ALZAPRIMAS (1 DE 2 USOS)	M2	37,0	18.037	666.467	
4.1.1.5.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	2.402	849	2.039.298	
4.1.1.6.-	HORMIGÓN H15 (8 sac. cem/m3)	M3	37,0	71.478	2.641.112	
4.1.1.7.-	CANCAMOS DE ACERO PARA EMPOTRAMIENTO DE MALLAS DE ACERO	KG	88,0	2.409	211.992	
	SUBTOTAL ÍTEM				6.183.626	
4.2	LEVANTAMIENTO No20: Compuerta de descanso aguas arriba de quebrada derrames Orrego; km 2,31; Canal Derivado San Roberto - El Toco	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. $	SUB TOTAL $	4.790.897
4.2.1.-	Descanso en H.A. con Compuerta metálica Qo=2,7 m³/s	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. $	SUB TOTAL $	1.466.473
4.2.1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	460,0	849	390.540	
4.2.1.2.-	HORMIGÓN H25	M3	6,3	92.156	580.583	
4.2.1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	4,0	1.160	4.640	
4.2.1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	14,0	4.110	57.540	
4.2.1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	6,0	70.595	423.570	
4.2.1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	1,3	4.968	6.624	
4.2.1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	3,0	992	2.976	
	SUBTOTAL ÍTEM				1.466.473	

4.2.2.-	**Pasarela de operaciones de h.a. en marco partidor existente L=7,4m; B=1,2m; e=0,25m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**431.420**
4.2.2.1.-	HORMIGÓN H25	M3	2,2	92.156	204.586	
4.2.2.2.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	188,7	849	160.206	
4.2.2.3.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	12,6	4.110	51.704	
4.2.2.4.-	DEMOLICIÓN DE HORMIGON PARA EMPALME CON LA LOSA	M3	0,5	29.847	14.924	
	SUBTOTAL ÍTEM				**431.420**	
4.2.3.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**640.160**
4.2.3.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 40 m2 ; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	40,0	15.251	610.040	
4.2.3.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	8,0	3.765	30.120	
	SUBTOTAL ÍTEM				**640.160**	
4.2.4.-	**Nuevo canal de desagüe revestido en albañilería de piedras Bo=1,0m, H=1,0m; e=0,2m; k=1/2**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**1.428.874**
4.2.4.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS; S=89 m2, e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	89,0	15.251	1.357.339	
4.2.4.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	19,0	3.765	71.535	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.428.874**	
4.2.5.-	**Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago con hilo trapezoidal especial; Ac sae 1045 D=38mm, L=1762 mm.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**823.970**
4.2.5.1.-	MECANISMO ESPECIAL A PEDIDO PARA COMPUERTA	UN	1,0	722.190	722.190	
4.2.5.2.-	COMPUERTA DE METAL DE 1,0*1,0m (5mm ESPESOR)	KG	42,3	2.409	101.780	
	SUBTOTAL ÍTEM				**823.970**	
4.3	**LEVANTAMIENTO N°21: Tranque comunitario El Pampino km 9,07 del Derivado San Roberto; superficie 1,1 Ha**					**16.518.312**
4.3.1.-	**Excavación de sedimentos en fondo del tranque largo=152 m. ancho=47 m alto= 0,60 m.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**9.954.400**
4.3.1.1.-	EXCAVACION CON MAQUINA GRANDE EN MATERIAL COMUN, SUELO SEMIBLANDO	M3	4.000,0	1.199	4.796.000	
4.3.1.2.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	5.200,0	992	5.158.400	
	SUBTOTAL ÍTEM				**9.954.400**	

4.3.2	Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m incluye todas las secciones en torno a obra	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. $	SUB TOTAL $	960.240
4.3.2.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 60 m2 ; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	60,0	15.251	915.060	
4.3.2.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	12,0	3.765	45.180	
	SUBTOTAL ÍTEM				960.240	

4.3.3.-	Obra de saque a tranque L=4m B=4m	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. $	SUB TOTAL $	2.148.095
4.3.3.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	740,0	849	628.260	
4.3.3.2.-	HORMIGÓN H25	M3	10,0	92.156	921.560	
4.3.3.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	16,0	1.160	18.560	
4.3.3.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	30,0	4.110	123.300	
4.3.3.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	6,0	70.595	423.570	
4.3.3.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	5,3	4.968	26.496	
4.3.3.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	6,4	992	6.349	
	SUBTOTAL ÍTEM				2.148.095	

4.3.4.-	Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago con hilo trapezoidal especial; Ac sae 1045 D=38mm, L=1762 mm.	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. $	SUB TOTAL $	823.970
4.3.4.1.-	MECANISMO ESPECIAL A PEDIDO PARA COMPUERTA	UN	1,0	722.190	722.190	
4.3.4.2.-	COMPUERTA DE METAL DE 1,0*1,0m (5mm ESPESOR)	KG	42,3	2.409	101.780	
	SUBTOTAL ÍTEM				823.970	

4.3.5.-	Obra de toma y rebalse con doble sentido obra de h.a con sistema de compuerta doble	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. $	SUB TOTAL $	1.065.091
4.3.5.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	260,0	849	220.740	
4.3.5.2.-	HORMIGÓN H25	M3	4,0	92.156	368.624	
4.3.5.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	6,0	1.160	6.960	
4.3.5.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	8,0	4.110	32.880	
4.3.5.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	6,0	70.595	423.570	
4.3.5.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	2,0	4.968	9.936	
4.3.5.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	2,4	992	2.381	
	SUBTOTAL ÍTEM				1.065.091	

4.3.6.-	**2 Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago con hilo trapezoidal especial; Ac sae 1045 D=38mm, L=1762 mm.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**1.566.516**
4.3.6.1.-	MECANISMO ESPECIAL A PEDIDO PARA COMPUERTA	UN	2,0	722.190	1.444.380	
4.3.6.2.-	COMPUERTA DE METAL DE 0,6*1,0m (5mm ESPESOR)	KG	50,7	2.409	122.136	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.566.516**	
4.4	**LEVANTAMIENTO No22: MARCO PARTIDOR EL TOCO N°7 km 13,828; Derivado San Roberto - El Toco**					**5.383.720**
4.4.1.-	**Taco frontal de H.A. con 2 compuertas de descarga y By Pass B=4,5m; L=3,5m; incluye barrera de tablones removibles**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**1.920.028**
4.4.1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	550,0	849	466.950	
4.4.1.2.-	HORMIGÓN H25	M3	7,5	92.156	691.170	
4.4.1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	12,0	1.160	13.920	
4.4.1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	18,0	4.110	73.980	
4.4.1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	8,0	70.595	564.760	
4.4.1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	4,0	4.968	19.872	
4.4.1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	3,0	992	2.976	
4.4.1.8.-	TABLONES DE COMPUERTAS 4"*10" L=1,0m	UN	36,0	2.400	86.400	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.920.028**	
4.4.2.-	**2 Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago con hilo trapezoidal especial; Ac sae 1045 D=38mm, L=1762 mm.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**1.607.228**
4.4.2.1.-	MECANISMO ESPECIAL A PEDIDO PARA COMPUERTA	UN	2,0	722.190	1.444.380	
4.4.2.2.-	COMPUERTA DE METAL DE 0,8*1,0m (5mm ESPESOR)	KG	67,6	2.409	162.848	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.607.228**	
4.4.3.-	**Descarga a foso y By Pass a canal revestidos en albañilería de piedras L=8,3 m y L=5 m respectivamente; Bo=1,0m; H=0,8m; e=0,2m; k=1/3**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**896.224**
4.4.3.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS; S=56m2; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	56,0	15.251	854.056	
4.4.3.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	11,2	3.765	42.168	
	SUBTOTAL ÍTEM				**896.224**	
4.4.4.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m superficie total S=60m²**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**960.240**
4.4.4.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 60 m2 ; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	60,0	15.251	915.060	
4.4.4.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	12,0	3.765	45.180	
	SUBTOTAL ÍTEM				**960.240**	

4.5	**LEVANTAMIENTO No23: Tranque comunitario El Toco.** **km 13,8 derivado San Roberto; superficie 1,78 Ha**					**34.068.578**
4.5.1.-	**Excavación de sedimentos en fondo del tranque** **largo=162 m. ancho=78 m alto= 2,38 m.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**31.854.080**
4.5.1.1.-	EXCAVACION CON MAQUINA GRANDE EN MATERIAL COMUN, SUELO SEMIBLANDO	M3	12.800,0	1.199	15.347.200	
4.5.1.2.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	16.640,0	992	16.506.880	
	SUBTOTAL ÍTEM				**31.854.080**	
4.5.2.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**320.080**
4.5.2.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 20 m2 ; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	20,0	15.251	305.020	
4.5.2.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	4,0	3.765	15.060	
	SUBTOTAL ÍTEM				**320.080**	
4.5.3.-	**Obra de toma y rebalse con decantador** **obra de h.a con sistema de compuerta doble**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**1.070.448**
4.5.3.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	260,0	849	220.740	
4.5.3.2.-	HORMIGÓN H25	M3	4,0	92.156	368.624	
4.5.3.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	6,0	1.160	6.960	
4.5.3.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	8,0	4.110	32.880	
4.5.3.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	6,0	70.595	423.570	
4.5.3.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	2,0	4.968	9.936	
4.5.3.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	7,8	992	7.738	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.070.448**	
4.5.4.-	**Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago** **con hilo trapezoidal especial; Ac sae 1045 D=38mm, L=1762 mm.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**823.970**
4.5.4.1.-	MECANISMO ESPECIAL A PEDIDO PARA COMPUERTA	UN	1,0	722.190	722.190	
4.5.4.2.-	COMPUERTA DE METAL DE 1,0*1,0m (5mm ESPESOR)	KG	42,3	2.409	101.780	
	SUBTOTAL ÍTEM				**823.970**	

5	**OBRAS EN DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE:**					**222.792.953**
5.1	**LEVANTAMIENTO No 24: Descanso Armando Osorio. Derivado San Luis km 1,85; Sector Armando Osorio**					**27.048.033**
5.1.1.-	**Obra de saque y taco frontal en h.a. hacia descarga Q=1,0 m³/s,**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**1.239.700**
5.1.1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	240,0	849	203.760	
5.1.1.2.-	HORMIGÓN H25	M3	4,8	92.156	442.349	
5.1.1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	1,3	1.160	1.508	
5.1.1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	40,2	4.110	165.222	
5.1.1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	6,0	70.595	423.570	
5.1.1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	0,3	4.968	1.615	
5.1.1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	1,7	992	1.676	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.239.700**	
5.1.2.-	**Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago con hilo trapezoidal especial; Ac sae 1045 D=38mm, L=1762 mm.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**844.326**
5.1.2.1.-	MECANISMO ESPECIAL A PEDIDO PARA COMPUERTA	UN	1,0	722.190	722.190	
5.1.2.2.-	COMPUERTA DE METAL DE 2,0*0,6m (5mm ESPESOR)	KG	50,7	2.409	122.136	
	SUBTOTAL ÍTEM				**844.326**	
5.1.3.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m superficie total S=60m²**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**240.060**
5.1.3.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 15 m2 ; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	15,0	15.251	228.765	
5.1.3.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	3,0	3.765	11.295	
	SUBTOTAL ÍTEM				**240.060**	
5.1.4.-	**Cámara de carga o entrada del sifón**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**1.011.034**
5.1.4.1.-	ENFIERRADURA A44	KG	143,0	849	121.407	
5.1.4.2.-	HORMIGÓN H25	M3	2,9	92.156	267.252	
5.1.4.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	3,0	1.160	3.480	
5.1.4.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	28,5	4.110	117.135	
5.1.4.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	7,0	70.595	494.165	
5.1.4.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	0,8	4.968	3.726	
5.1.4.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	3,9	992	3.869	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.011.034**	

5.1.5.-	**Obra Tubería diámetro 1000mm L=10m** **tubería tipo ARBP**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**1.395.382**
5.1.5.1.-	TUBERÍA ARBP DIÁMETRO 1000mm L=10m	ML	10,0	74.851	748.510	
5.1.5.2.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	20,0	1.160	23.200	
5.1.5.3.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	8,0	70.595	564.760	
5.1.5.4.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	6,7	4.968	33.120	
5.1.5.5.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	26,0	992	25.792	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.395.382**	
5.1.6.-	**Cámara de salida del sifón**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**1.099.335**
5.1.6.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	200,0	849	169.800	
5.1.6.2.-	HORMIGÓN H25	M3	3,9	92.156	359.408	
5.1.6.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	23,0	1.160	26.680	
5.1.6.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	15,0	4.110	61.650	
5.1.6.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	6,0	70.595	423.570	
5.1.6.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	5,8	4.968	28.566	
5.1.6.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	29,9	992	29.661	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.099.335**	
5.1.7.-	**Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago** **con hilo trapezoidal especial; Ac sae 1045 D=38mm, L=1762 mm.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**844.326**
5.1.7.1.-	MECANISMO ESPECIAL A PEDIDO PARA COMPUERTA	UN	1,0	722.190	722.190	
5.1.7.2.-	COMPUERTA DE METAL DE 2,0*0,6m (5mm ESPESOR)	KG	50,7	2.409	122.136	
	SUBTOTAL ÍTEM				**844.326**	
5.1.8.-	**Nuevo Canal con sección revestida en alb. de piedras** **tramo 1 km 0,012; L=35m; Bo=1m; H=1m; k=0,25**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**9.593.960**
5.1.8.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 6 m2 ; e = 20 cm INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	6,0	15.251	91.506	
5.1.8.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	3,0	3.765	11.295	
5.1.8.3.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	6,0	70.595	423.570	
5.1.8.4.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	0,8	4.968	3.726	
5.1.8.5.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	3,9	992	3.869	
5.1.8.6.-	CAÍDA 1 KM 14,5 Y CAÍDA KM 25,9 Bo=1m; H=1,85m; L=13,6m	UN	2,0	4.529.997	9.059.994	
	SUBTOTAL ÍTEM				**9.593.960**	

5.1.9.-	**Nuevo Canal con sección revestida en alb. de piedras tramo 2 km 0,154; L=169m; Bo=1m; H=1m; k=0,25**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**9.074.686**
5.1.9.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 540 m2 ; e = 20 cm INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	540,0	15.251	8.235.540	
5.1.9.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	66,0	3.765	248.490	
5.1.9.3.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	6,0	70.595	423.570	
5.1.9.4.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	16,5	4.968	81.972	
5.1.9.5.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	85,8	992	85.114	
5.1.9.6.-	CAÍDA 3 KM 157 Bo=1m; H=1,30m; L=11,9m	UN	1,0	3.933.390	3.933.390	
	SUBTOTAL ÍTEM				**9.074.686**	
5.1.10.-	**Cubeta disipadora km 322m;**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**1.705.224**
5.1.10.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 70 m2 ; e = 20 cm INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	70,0	15.251	1.067.570	
5.1.10.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	34,0	3.765	128.010	
5.1.10.3.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	6,0	70.595	423.570	
5.1.10.4.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	8,5	4.968	42.228	
5.1.10.5.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	44,2	992	43.846	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.705.224**	
5.2	**LEVANTAMIENTO N° 25 km 3,03 - km 3,23; L=0,2 km; Sector Parcela Javier Marciel**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**30.275.680**
5.2.1.-	REFUERZO BORDE IZQUIERDO DÉBIL CON MEDIA CANOA DE H.A. H=1,20m; Bo=0,75m; e=0,20m; L=200	ML	200,0	149.778	29.955.600	
5.2.2.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS PARA EMPALMES SUP = 20 m2; e = 20 cm; INCLUYE POLIETILENO EMBAYE	M2	20,0	15.251	305.020	
5.2.3.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	4,0	3.765	15.060	
	SUBTOTAL ÍTEM				**30.275.680**	
5.3	**LEVANTAMIENTO N° 26. km 3,58 - km 3,78; L=0,2km; Sector Caleuche**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**30.461.080**
5.3.1.-	REFUERZO BORDE IZQUIERDO DEBIL CON MEDIA CANOA DE H.A. H=1,25m; Bo=0,80m;e=0,20m; L=200m	ML	200,0	150.705	30.141.000	
5.3.2.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS PARA EMPALMES SUP = 20 m2; e = 20 cm . INCLUYE POLIETILENO EMBAYE	M2	20,0	15.251	305.020	
5.3.3.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	4,0	3.765	15.060	
	SUBTOTAL ÍTEM				**30.461.080**	
5.4	**LEVANTAMIENTO N° 27 km 8,33 - km 8,63; L=0,3 km; Sector San Lucas**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**50.708.080**
5.4.1.-	REFUERZO BORDE IZQUIERDO DEBIL CON MEDIA CANOA DE H.A. H=1,40m; Bo=1,1m; e=0,20m; L=300m	ML	300,0	167.960	50.388.000	
5.4.2.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS PARA EMPALMES SUP = 20 m2; e = 20 cm . INCLUYE POLIETILENO EMBAYE	M2	20,0	15.251	305.020	
5.4.3.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	4,0	3.765	15.060	
	SUBTOTAL ÍTEM				**50.708.080**	

5.5	**LEVANTAMIENTO N° 28** **km 9,1 - km 9,6; L=0,5km; Sector Pobl. El Cerro.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**84.300.080**
5.5.1.-	REF BORDE IZQUIERDO DEBIL CON MEDIA CANOA DE H.A. H=1,40m; Bo=1,10m; e=0,20m; L=500m	ML	500,0	167.960	83.980.000	
5.5.2.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS PARA EMPALMES SUP=20m2; e=0,2m INC POLIET EMBAYETADO	M2	20,0	15.251	305.020	
5.5.3.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	4,0	3.765	15.060	
	SUBTOTAL ÍTEM				**84.300.080**	
6	**OBRAS EN DERIVADO EL SALTO - SANTA IRENE**					**110.011.786**
6.1	**LEVANTAMIENTO No29: Tranque comunitario El Salto** **km 2,25 del derivado el Salto; superficie 0,6 Há**					**75.116.681**
6.1.1.-	**Excavación de sedimentos en fondo del tranque** **largo=165m. ancho=37 m alto= 3,38 m.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**51.981.877**
6.1.1.1.-	EXCAVACION CON MAQUINA GRANDE EN MATERIAL COMUN, SUELO SEMIBLANDO	M3	20.888,0	1.199	25.044.712	
6.1.1.2.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	27.154,4	992	26.937.165	
	SUBTOTAL ÍTEM				**51.981.877**	
6.1.2.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**320.080**
6.1.2.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 20 m2 ; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	20,0	15.251	305.020	
6.1.2.2.-	EXCAVACIÓN A MANO	M3	4,0	3.765	15.060	
	SUBTOTAL ÍTEM				**320.080**	
6.1.3.-	**Tubo de descarga más movimiento de tierra** **Qmaximo de descarga =800 lt/s**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**1.574.200**
6.1.3.1.-	TUBERÍA DE PVC DIÁMETRO 500mm L=25m clase 4	ML	25,0	57.400	1.435.000	
6.1.3.2.-	EXCAVACIÓN CON MAQUINA EN TERRENO SEMIBLANDO	M3	120,0	1.160	139.200	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.574.200**	

6.1.4.-	**Obra Cámara de descarga y vertedero de excesos**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**1.926.094**
6.1.4.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	622,5	849	528.503	
6.1.4.2.-	HORMIGÓN H25	M3	8,3	92.156	764.894	
6.1.4.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	4,0	1.160	4.640	
6.1.4.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	30,0	4.110	123.300	
6.1.4.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	7,0	70.595	494.165	
6.1.4.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	1,3	4.968	6.624	
6.1.4.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	4,0	992	3.968	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.926.094**	
6.1.5.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m superficie total S=55m²**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**880.220**
6.1.5.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 55 m2; e = 20 cm INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	55,0	15.251	838.805	
6.1.5.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	11,0	3.765	41.415	
	SUBTOTAL ÍTEM				**880.220**	
6.1.6.-	**Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago con hilo trapezoidal especial; Ac sae 1045 D=38mm, L=1762 mm.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**803.614**
6.1.6.1.-	MECANISMO ESPECIAL A PEDIDO PARA COMPUERTA	UN	1,0	722.190	722.190	
6.1.6.2.-	COMPUERTA DE METAL DE 1,6*0,5m (5mm ESPESOR)	KG	33,8	2.409	81.424	
	SUBTOTAL ÍTEM				**803.614**	
6.1.7.-	**Cubeta sedimentadora; en albañilería de piedras L= 3,3m; B= 2,5m.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**938.116**
6.1.7.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S=40m2, INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	40,0	15.251	610.040	
6.1.7.2.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	12,0	1.160	13.920	
6.1.7.3.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	4,0	70.595	282.380	
6.1.7.4.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	4,0	4.968	19.872	
6.1.7.5.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	12,0	992	11.904	
	SUBTOTAL ÍTEM				**938.116**	
6.1.8.-	**Reparación de muro del tranque en mal estado aproximadamente el 10% del total del muro**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**16.692.480**
6.1.8.1.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	3.360,0	4.968	16.692.480	
	SUBTOTAL ÍTEM				**16.692.480**	

6.2	**LEVANTAMIENTO N° 30** **km 3,08 - km 3,12 Canal El Salto Santa Irene; L=0,04km; Sector Samuel Cornejo**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**4.979.280**
6.2.1.-	REFUERZO DE BORDE DERECHO DEBIL CON MEDIA CANOA DE H.A. H=0,70m; Bo=0,4m; e=0,20m; L=40n	ML	40,0	116.480	4.659.200	
6.2.2.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS PARA EMPALME SUP=20m2; e=0,2m INC. POLIET EMBAYETADO	M2	20,0	15.251	305.020	
6.2.3.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	4,0	3.765	15.060	
	SUBTOTAL ÍTEM				**4.979.280**	
6.3	**LEVANTAMIENTOS N° 31 Y N° 32** **km 3,25 - km 3,29; Descanso en Sector Sector Joel Silva**					**11.627.981**
6.3.1.-	**TACO FRONTAL CON 2 COMPUERTAS PARA DESAGUE Y RIEGO** **incluye mecanismo de compuertas y empalmes de albañilería**					**3.130.888**
6.3.1.1.-	**Estructura de h.a** **B= 0,8m; L= 2,8m H=1,15m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**1.019.112**
6.3.1.1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	277,0	849	235.173	
6.3.1.1.2.-	HORMIGÓN H25	M3	4,0	92.156	368.624	
6.3.1.1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	1,0	1.160	1.160	
6.3.1.1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	14,0	4.110	57.540	
6.3.1.1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	5,0	70.595	352.975	
6.3.1.1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	0,3	4.968	1.656	
6.3.1.1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	2,0	992	1.984	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.019.112**	
6.3.1.2.-	**2 Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago** **con hilo trapezoidal especial; Ac sae 1045 D=38mm, L=1762 mm.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**1.631.656**
6.3.1.2.1.-	MECANISMO ESPECIAL A PEDIDO PARA COMPUERTA	UN	2,0	722.190	1.444.380	
6.3.1.2.2.-	COMPUERTA DE METAL DE 1,15*0,8m (5mm ESPESOR)	KG	77,7	2.409	187.276	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.631.656**	
6.3.1.3.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m (todo el sector)** **superficie total S= 70 m²**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**480.120**
6.3.1.3.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 30 m2; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	30,0	15.251	457.530	
6.3.1.3.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	6,0	3.765	22.590	
	SUBTOTAL ÍTEM				**480.120**	

6.3.2.-	**Vertedero de excesos longitudinal al Canal L=20m**					**4.687.304**
6.3.2.1	**Estructura de hormigón armado B= 0,8m; L= 20m H=var**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**4.207.184**
6.3.2.1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	1.485,0	849	1.260.765	
6.3.2.1.2.-	HORMIGÓN H25	M3	20,0	92.156	1.843.119	
6.3.2.1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	10,0	1.160	11.600	
6.3.2.1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	85,0	4.110	349.350	
6.3.2.1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	10,0	70.595	705.950	
6.3.2.1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	3,3	4.968	16.560	
6.3.2.1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	20,0	992	19.840	
	SUBTOTAL ÍTEM				**4.207.184**	
6.3.2.2.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m (todo el sector) superficie total S= 30 m²**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**480.120**
6.3.2.2.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 30 m2; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	30,0	15.251	457.530	
6.3.2.2.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	6,0	3.765	22.590	
	SUBTOTAL ÍTEM				**480.120**	
6.3.3.-	**Proyecto Canal de alb. de piedras de conexión a descarga a foso L=50m.**					**3.809.789**
6.3.3.1.-	**Revestimiento de Albañilería de piedras e=0,20m tramo de L=50m; Bo=1m; H=1m; k=0,25**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**3.489.709**
6.3.3.1.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 160 m2; e = 20 cm INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	160,0	15.251	2.440.160	
6.3.3.1.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	40,0	1.160	46.400	
6.3.3.1.3.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	100,0	4.110	411.000	
6.3.3.1.4.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	7,0	70.595	494.165	
6.3.3.1.5.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	13,3	4.968	66.240	
6.3.3.1.6.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	32,0	992	31.744	
	SUBTOTAL ÍTEM				**3.489.709**	
6.3.3.2.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m (todo el sector) superficie total S= 20 m²**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**320.080**
6.3.3.2.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 20 m2 ; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	20,0	15.251	305.020	
6.3.3.2.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	4,0	3.765	15.060	
	SUBTOTAL ÍTEM				**320.080**	

6.4	**LEVANTAMIENTO N° 33** **km 8,38; Sector Orlando Fredes**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**4.212.000**
6.4.1.-	REF. BORDE DERECHO DEBIL CON MEDIA CANOA DE H.A. H=1,65m; Bo=1,35m; e=0,20m; L=20m	ML	20,0	194.596	3.891.920	
6.4.2.-	ALB. DE PIEDRAS PARA EMPALMES SUP=20 m2; e=20 cm; INC. POLIETILENO EMBAYETADO	M2	20,0	15.251	305.020	
6.4.3.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	4,0	3.765	15.060	
	SUBTOTAL ÍTEM				**4.212.000**	
6.5	**LEVANTAMIENTO N° 34** **km 9,15; Sector Orlando Fredes**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**2.649.680**
6.5.1.-	REF BORDE DERECHO DEBIL CON MEDIA CANOA DE H.A. H=0,70m; Bo=0,4m; e=0,20m; L=20m	ML	20,0	116.480	2.329.600	
6.5.2.-	ALB. DE PIEDRAS PARA EMPALMES SUP=20 m2; e=20 cm; INC. POLIETILENO EMBAYETADO	M2	20,0	15.251	305.020	
6.5.3.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	4,0	3.765	15.060	
	SUBTOTAL ÍTEM				**2.649.680**	
6.6	**LEVANTAMIENTO N° 35** **km 9,21; Sector Orlando Fredes**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**2.649.680**
6.6.1.-	REF BORDE DERECHO DEBIL CON MEDIA CANOA DE H.A. H=0,70m; Bo=0,4m; e=0,20m; L=20m	ML	20,0	116.480	2.329.600	
6.6.2.-	ALB. DE PIEDRAS PARA EMPALMES SUP=20 m2; e=20 cm; INC. POLIETILENO EMBAYETADO	M2	20,0	15.251	305.020	
6.6.3.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	4,0	3.765	15.060	
	SUBTOTAL ÍTEM				**2.649.680**	
6.7	**LEVANTAMIENTO N° 36** **km 9,3; Descanso Sector Orlando Fredes**					**1.353.825**
6.7.1.-	**Pasarela de operaciones de H.A.** **L=3m; B=1m fundación de 1,5x1,4m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**472.858**
6.7.1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	130,0	849	110.370	
6.7.1.2.-	HORMIGÓN H25	M3	2,0	92.156	184.312	
6.7.1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	1,0	1.160	1.160	
6.7.1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	8,0	4.110	32.880	
6.7.1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	2,0	70.595	141.190	
6.7.1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	0,3	4.968	1.656	
6.7.1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	1,3	992	1.290	
	SUBTOTAL ÍTEM				**472.858**	

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.7.2.-	**Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago con hilo trapezoidal espécial; Ac sae 1045 D=38mm, L=1762 mm.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**880.967**
6.7.2.1.-	MECANISMO ESPECIÁL A PEDIDO PARA COMPUERTA	UN	1,0	722.190	722.190	
6.7.2.2.-	COMPUERTA DE METAL DE 1,20*1,30m (5mm ESPESOR)	KG	65,9	2.409	158.777	
	SUBTOTAL ÍTEM				**880.967**	
6.8	**LEVANTAMIENTO Nº 37 km 16,53; Sector Santa Irene : Cruce de quebrada La Posesión**					**7.422.659**
6.8.1.-	**Barrera de tablones removibles. Obra civil de H.A L=10m; H=2,3m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**3.557.874**
6.8.1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	1.370,0	849	1.163.130	
6.8.1.2.-	HORMIGÓN H25	M3	19,0	92.156	1.750.963	
6.8.1.3.-	EXCAVACION, ESCARPE Y PREPARACION (combinación de mano y máquina)	M3	5,0	2.463	12.313	
6.8.1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	47,0	4.110	193.170	
6.8.1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	6,0	70.595	423.570	
6.8.1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	1,7	4.968	8.280	
6.8.1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	6,5	992	6.448	
	SUBTOTAL ÍTEM				**3.557.874**	
6.8.2.-	**Perfiles metálicos y barrera removible de tablones de madera L=5m (5 secciones de tablones de 1m)**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**1.110.250**
6.8.2.1.-	TABLONES 4"x10"x1m	UN	45,0	2.400	108.000	
6.8.2.2.-	PILARES DE SOPORTE DE TABLONES H=2,3m	UN	4,0	100.000	400.000	
6.8.2.3.-	PASARELA METALICA DE OPERACIONES	KG	250,0	2.409	602.250	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.110.250**	
6.8.3.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m (todo el sector) superficie total S= 70 m²**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**1.120.280**
6.8.3.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 70 m2 ; e = 20 cm INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	70,0	15.251	1.067.570	
6.8.3.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	14,0	3.765	52.710	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.120.280**	

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.8.4.-	**Taco frontal en el canal; Obra civil de H.A** **L=3m; B=3,5m H=1,3m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**1.118.175**
6.8.4.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	324,0	849	275.076	
6.8.4.2.-	HORMIGÓN H25	M3	5,0	92.156	460.780	
6.8.4.3.-	EXCAVACION, ESCARPE Y PREPARACION (50%combinación de mano y 50%máquina)	M3	1,0	2.463	2.463	
6.8.4.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	23,0	4.110	94.530	
6.8.4.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	4,0	70.595	282.380	
6.8.4.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	0,3	4.968	1.656	
6.8.4.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	1,3	992	1.290	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.118.175**	
6.8.5.-	**Perfiles metálicos y barrera removible de tablones de madera** **L=3,5m (3 secciones de tablones de 1m)**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**196.000**
6.8.5.1.-	TABLONES 4"x10"x1m	UN	15,0	2.400	36.000	
6.8.5.2.-	PILARES DE SOPORTE DE TABLONES H=2,3m	UN	4,0	40.000	160.000	
	SUBTOTAL ÍTEM				**196.000**	
6.8.6.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m (todo el sector)** **superficie total S= 20 m²**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**320.080**
6.8.6.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 20 m2 ; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	20,0	15.251	305.020	
6.8.6.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	4,0	3.765	15.060	
	SUBTOTAL ÍTEM				**320.080**	
7	**OBRAS EN DERIVADO SANTA AMELIA**					**2.764.644**
7.1	**LEVANTAMIENTO N° 38** **km 9,00; Descanso Sector Fundo El Álamo - derivado Santa Amelia**					**2.764.644**
7.1.1.-	**Obra civil de H.A. para refuerzo del borde** **L =12m; h=1,20m**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U.** **$**	**SUB TOTAL** **$**	**1.440.198**
7.1.1.1.-	ENFIERRADURA D=8mm A44	KG	430,0	849	365.070	
7.1.1.2.-	HORMIGÓN H25	M3	6,0	92.156	552.936	
7.1.1.3.-	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA	M3	4,0	1.160	4.640	
7.1.1.4.-	MOLDAJE PINO 1 DE 6 USOS	M2	20,0	4.110	82.200	
7.1.1.5.-	AGOTAMIENTO CON MOTOBOMBA DE 6"	DIA	6,0	70.595	423.570	
7.1.1.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	M3	1,3	4.968	6.624	
7.1.1.7.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	5,2	992	5.158	
	SUBTOTAL ÍTEM				**1.440.198**	

7.1.2.-	**Empalmes con albañilería de piedras e=0,20m (todo el sector) superficie total S= 30 m²**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**480.120**
7.1.2.1.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS S = 30 m2 ; e = 20 cm. INCLUYE POLIETILENO EMBAYETADO	M2	30,0	15.251	457.530	
7.1.2.2.-	EXCAVACIÓN A MANO PARA ALBAÑILERÍA	M3	6,0	3.765	22.590	
	SUBTOTAL ÍTEM				**480.120**	

7.1.3.-	**Mecanismo especial a pedido para compuerta frontal, vástago con hilo trapezoidal especial; Ac sae 1045 D=38mm, L=1762 mm.**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**844.326**
7.1.3.1.-	MECANISMO ESPECIAL A PEDIDO PARA COMPUERTA	UN	1,0	722.190	722.190	
7.1.3.2.-	COMPUERTA DE METAL DE 1,20*1m (5mm ESPESOR)	KG	50,7	2.409	122.136	
	SUBTOTAL ÍTEM				**844.326**	

8 .-	**MEJORAMIENTO DESAGÜE DE DERRAMES DE RIEGO Y AG. LLUVIA ESTERO LAS CONDENADAS**		**ESTE ITEM NO SE CONSIDERA EN EL PRESUPUESTO FINAL**			**0**
8.1	**LEVANTAMENTO No 40: Global mejoramiento desagüe Las Condenadas**					**246.868.540**
8.1.1.-	**Reperfilado y desembanque del estero las condenadas. L= 12,2km**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P.U. $**	**SUB TOTAL $**	**246.868.540**
8.1.1.1.-	REPLANTEO y CONTROL TOPOGRAFICO:	DIA	15,0	121.620	1.824.300	
8.1.1.2.-	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	M3	121.420,0	992	120.448.640	
8.1.1.3.-	EXCAVACIÓN CON BULLDOZER TIPO D-4E (Tiempo diario de trabajo = 8,5 hr)	M3	93.400,0	1.334	124.595.600	
	SUBTOTAL ÍTEM				**246.868.540**	

TOTAL COSTOS DIRECTOS NETOS [$]	**4.084.473.128**

CUADRO N°3.6.2-3
ANÁLISIS DETALLADO DE PRECIOS UNITARIOS DE ACTIVIDADES.

FUENTE PRINCIPAL DE INFORMACIÓN PARA P.U. y RENDIM: CONSULTA EN TERRENO

MANUAL DE PRECIOS UNITARIOS REFERENCIALES DE ACTIVIDADES DE LA COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO AÑO 2001

MANUAL DE PRECIOS DE LA CONSTRUCCIÓN ONDAC

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN: UTILIDADES, GASTOS GENERALES DEL CONTRATISTA E IVA.

- LOS VALORES ADOPTADOS PARA LA MANO DE OBRA SEGÚN ENCUESTA DE TERRENO y OTROS ANTECEDENTES SON:

DESCRIPCIÓN MANO DE OBRA		$/DÍA	$/DIA+LS
CAPATAZ		14.000	18.200
MAESTRO 1ª: SOLDADOR, ENFIERRADOR, ALBAÑIL, CARPINTERO		15.200	19.760
MAESTRO DE 2ª: CONCRETEROS y OTROS		11.000	14.300
AYUDANTE DE MAESTRO		8.000	10.400
JORNALEROS		6.500	8.450
DESCUENTO LEYES SOCIALES	%	30	

NOTAS:

- EN EL LISTADO DE PRECIOS UNITARIOS, SE INCLUYE EL CÓDIGO SEGÚN EL LISTADO GENERAL DE PRECIOS.
- LOS PRECIOS QUE NO SE CONTIENEN EN EL LISTADO GENERAL DE PRECIOS UNITARIOS, TIENEN EL CÓDIGO: S/C
- S/C = SIN CÓDIGO DE CLASIFICACIÓN.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	UNIDAD	P.U.$	TOTAL $
C.01	PERFILAMIENTO GENERAL DE CANAL CON TERMINACIÓN A MANO DE TALUDES :		1	m3		4.568
1	MANO DE OBRA					
	JORNALERO	(En exc. y reperfilamiento, rend = 2,2, m3/dia)	0,45	día	6.500	2.925
	RECARGO DESGASTE DE HERRAMIENTAS		10	%	-	293
	CAPATAZ		0,0278	día	14.000	389
	% LEYES SOCIALES		29	%	-	961
C.07	EXCAVACIÓN A MANO PARA OBRA DE ARTE (terreno semi blando)		1	m3		3.765
1	MANO DE OBRA					
	JORNALERO	(Tpo. diario de trabajo = 8,5hr; Rend = 3 m3/día)	0,3333	día	6.500	2.167
	RECARGO DESGASTE DE HERRAMIENTAS		10	%	-	217
	CAPATAZ		0,0417	día	14.000	583
	% LEYES SOCIALES		29	%	-	798

C.18	**EXCAVACIÓN CON MAQUINA EN MATERIAL COMÚN, PARA OBRA DE ARTE MENOR, CON POCO ESPACIO ÚTIL DE TRABAJO:**	**1**	**m3**		**1.160**
1	**MAQUINARIA**				
	RETROEXC. TIPO FORD 555 (Incl.operador y combustible)	0,071	hr	13.202	943
	(Rend=14 m3/hr)(Tpo .de trabajo 8,5 hr) (Rend. Comb.= 8lt/hr)				
	COMBUSTIBLE-PETRÓLEO (Rendimiento = 8lt/hr)	0,67	lt	400	
	(Despejes, trazados y combustible)				
2	**MANO DE OBRA**				
	JORNALERO	0,0098	día	6.500	64
	(Tiempo diario de trabajo 8,5 hr)				
	CAPATAZ	0,0074	Ho-día	14.000	104
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	49
C.21	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA POR CAPAS, PARA OBRAS ESBELTAS MEDIANTE COMPACTACIÓN DE MATERIAL SELECCIONADO; HUMEDAD NORMAL ESPARCIMIENTO DE RELLENO POR CAPAS:**	**1**	**m3**		**4.968**
1	**MANO DE OBRA**				
	Cuadrilla =3A (Rend = 12 m3/día)	0,083	día		
	JORNALEROS (Tiempo diario de trabajo = 8,5 hr)	0,25	día	6.500	1.625
	RECARGO DESGASTE DE HERRAMIENTAS	10	%	-	163
2	**COMPACTACIÓN:**				
	PLACA COMPACTADORA 80 KG. (50 x 50cm) (Incl.combust)	0,083	día	13.211	1.100
	COMBUSTIBLE-BENCINA (Rendimiento = 2,5 lt/hr)	1,77	lt	550	
	CAMIÓN TIPO MACK ALJIBE 10.000 lt	0,005	día	96.000	480
3	**MANO DE OBRA**				
	JORNALERO (Operador de la máquina)	0,083	día	6.500	541
	(Tiempo diario de trabajo 8,5 hr)				
	RECARGO DESGASTE DE HERRAMIENTAS	10	%	-	54
	CAPATAZ	0,0208	Ho-día	14.000	292
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	713
S/C	**EXCAVACIÓN CON MAQUINA GRANDE EN MATERIAL COMÚN, SUELO SEMIBLANDO**	**1**	**m3**		**1.199**
1	**MAQUINARIA**				
	EXCAVADORA TIPO CAT 320 L (Incluye operador y combustible)	0,042	hr	26.500	1.113
	(Rend=24 m3/hr)(Tpo .de trabajo diario 8,5 hr) (Rend.Comb = 9lt/hr)				
	(Despejes, trazados y combustible)				
2	**MANO DE OBRA**				
	JORNALERO	0,0049	día	6.500	32
	(Tiempo diario de trabajo 8,5 hr)				
	CAPATAZ (Controla el 75% del día)	0,0025	día	14.000	35
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	19

C.04	**COLOCACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIAL CON BULLDOZER :**	1	m3		1.439
1	**MAQUINARIA**				
	BULLDOZER TIPO D-4E (Tiempo diario de trabajo = 8,5 hr)	0,036	hr	29.436	1.060
	COMBUSTIBLE (Tiempo diario de trabajo = 8,5 hr)	0,64	lt	450	288
	(incl. operador y comb.) (rend.comb.= 18lt/hr) (Rend.= 28 m3/hr)				
	(Petróleo, demarcación y sobretamaño)				
2	**MANO DE OBRA**				
	JORNALERO	0,004	día	6.500	26
	(Tiempo diario de trabajo =8,5 hr)				
	RECARGO DESGASTE DE HERRAMIENTAS	10	%	26	3
	CAPATAZ	0,003	Ho-dia	14.000	42
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	20
D.02	**HORMIGONADO H15 (FABRICACIÓN IN SITU Y COLOCACIÓN):**	1	m3		71.478
1	**CONFECCIÓN :**				
	CAMIÓN TIPO MACK ALJIBE 10.000 lt	0,0200	día	96.000	1.920
	TROMPO CONCRETERO	0,05	día	13.900	695
	COMBUSTIBLE-BENCINA Y ACEITE	0,75	lt	550	
	CEMENTO ESPECIAL SACO (incluye flete sobre 50 sacos)	8	sac	4.350	34.800
	RIPIO CON FLETE DE 30 KM	0,794	m3	4.305	3.418
	ARENA GRUESA CON FLETE DE 30 KM	0,445	m3	7.064	3.143
	PERDIDAS	10	%	-	3.794
	VIBRADOR DE INMERSIÓN - 25; 35; 45 mm	0,1000	día	4.000	400
	SIKACURE 116 MEMBRANA DE CURADO	0,7	kg	1.600	1.120
2	**MANO DE OBRA:**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A (rend = 4,0 m3/dia)	0,25	dia		
	MAESTRO PRIMERA (EN FABRICACIÓN)	0,25	Ho-día	11.000	2.750
	AYUDANTE DE MAESTRO (EN FABRICACIÓN)	0,5	Ho-día	6.900	3.450
3	**COLOCACIÓN :**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 4 A (rend = 4,0 m3/día)	0,25	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,25	Ho-día	11.000	2.750
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,75	Ho-día	6.500	4.875
	JORNALERO	0,25	Ho-día	6.500	1.625
	(EN VIBRADO, CURADO Y REVISIÓN MOLDAJES)				
	CAPATAZ	0,125	Ho-día	14.000	1.750
	% LEYES SOCIALES	29,000	%		4.988

D.05	**EMPLANTILLADO (4 SACOS/m3) :** **FABRICACIÓN IN SITU Y COLOCACIÓN**	**1**	**m3**		**41.983**
1	**CONFECCIÓN :**				
	CAMIÓN TIPO MACK ALJIBE 10.000 lt	0,0083	día	96.000	797
	TROMPO CONCRETERO 150lt BEN. (Incl. combustible y aceite)	0,05	día	13.900	695
	COMBUSTIBLE-BENCINA Y ACEITE	0,75	lt	550	
	RIPIO CON FLETE DE 30 KM	0,043	m3	4.305	185
	ARENA GRUESA CON FLETE de 30 KM	0,6	m3	7.064	4.238
	CEMENTO ESPECIAL SACO (incluye flete sobre 50 sacos)	4	sac	4.350	17.400
	PERDIDAS	10	%	-	2.164
2	**MANO DE OBRA:**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A (rend = 4 m3/día)	0,250	día		
	MAESTRO CONCRETERO (EN FABRICACIÓN)	0,250	Ho-día	11.000	2.750
	AYUDANTE DE MAESTRO (EN FABRICACIÓN)	0,500	Ho-día	6.900	3.450
3	**COLOCACIÓN :**				
	Cuadrilla = 4 A (rend = 4 m3/día)	0,250	día		
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,750	Ho-día	6.500	4.875
	JORNALERO (EN CURADO)	0,250	Ho-día	6.500	1.625
	CAPATAZ	0,007	día	14.000	94
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	3.710
D.06	**HORMIGONADO H25** **(FABRICACIÓN EN PLANTA Y COLOCACIÓN):**	**1**	**m3**		**92.156**
	ESTA ACTIVIDAD REQUIERE LA SUPERVISIÓN DE UN CAPATAZ				
1	**SUMINISTRO:**				
	HORMIGÓN H25 (PUESTO EN OBRA d=20Km.)	1	m3	79.629	79.629
2	**COLOCACIÓN:**				
	PERDIDAS EN ACARREO Y COLOCACIÓN	3,64937069	%		2.906
	CAMIÓN TIPO MACK ALJIBE 10.000 lt	0,0100	día	96.000	960
	COMBUSTIBLE-BENCINA Y ACEITE	0,75	lt	550	
	VIBRADOR DE INMERSIÓN - 25; 35; 45 mm	0,1000	día	4.000	400
	SIKACURE 116 MEMBRANA DE CURADO	0,7	kg	1.600	1.120
3	**MANO DE OBRA:**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A (rend = 12 m3/día)	0,0833	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN FABRICACIÓN)	0,0833	Ho-día	11.000	916
	AYUDANTE DE MAESTRO (EN FABRICACIÓN)	0,1666	Ho-día	6.900	1.150
4	**COLOCACIÓN :**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 4 A (rend = 12 m3/día)	0,0833	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,0833	Ho-día	11.000	916
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,2499	Ho-día	6.500	1.624
	JORNALERO	0,0833	Ho-día	6.500	541
	(EN VIBRADO, CURADO Y REVISIÓN MOLDAJES)				
	CAPATAZ	0,028	Ho-día	14.000	389
	% LEYES SOCIALES	29	%		1.605

E.01	**MOLDAJE METÁLICO** **Esta actividad requiere la supervisión de un capataz.**		**1**	**m2**		**5.465**
1	**SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE 1 m2 DE MOLDAJE :**		**1**	**m2**		**4.869**
	ARRIENDO MENSUAL DEL MOLDAJE METÁLICO Y ACCESORIOS (se consulta		0,25	mes	11.352	2.838
	un valor conservador de uso de moldaje, con descimbre a los 7 días (0,25 mes)					
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A		0,033	día		
	MAESTRO PRIMERA	CARPINTERO	0,033	Ho-día	11.000	367
	AYUDANTE DE MAESTRO	CARPINTERO	0,067	Ho-día	6.900	460
	TRANSPORTE INTERNO - L = 3 Km:					
	JORNALERO	(CARGUÍO y DESCARGUÍO)	0,033	día	6.500	217
	TRACTOR 70HP 4x4	(Incluye operador y combustible)	0,040	hr	8.300	332
	COMBUSTIBLE	(Rendimiento = 4,5 lt/hr)	0,180	lt	400	72
	LIMPIEZA:					
	JORNALERO		0,033	día	6.500	217
	% LEYES SOCIALES		29	%		366
2	**DESCIMBRE DE 1 m2 DE MOLDAJE :**		**1**	**m2**		**295**
	SIKAFOR MADERA (TAM.180 Kg)		0,014	kg	1.088	15
	JORNALERO		0,033	día	6.500	217
	% LEYES SOCIALES		29	%		63
3	**SUPERVISIÓN DE LA FAENA**					**301**
	CAPATAZ		0,017	Ho-día	14.000	233
	% LEYES SOCIALES		29	%		68

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

E.02	**MOLDAJE PINO (1 USO): OBRA INTERMEDIA H<1.0m, INCLUYE TABLERAJE SIN ALZAPRIMADO**		**1**	**m2**		**8.635**
1	**CONFECCIÓN Y TTE DE 1 m2 DE MOLDAJE :**		**1**	**m2**		**5.733**
	PINO BRUTO		1,8	plg	2.180	3.924
	CLAVO CORRIENTE 2 1/2"		0,2	kg	393	79
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A		0,0303	día		
	MAESTRO PRIMERA	CARPINTERO	0,0303	Ho-día	11.000	333
	AYUDANTE DE MAESTRO	CARPINTERO	0,0606	Ho-día	6.900	418
	TRANSPORTE INTERNO - L = 3 Km:					
	JORNALERO	(CARGUÍO y DESCARGUÍO)	0,0303	día	6.500	197
	TRACTOR 70HP 4x4	(Incluye operador y combustible)	0,025	hr	8.300	208
	COMBUSTIBLE	(Rendimiento = 4,5 lt/hr)	0,1125	lt	400	45
	LIMPIEZA:					
	JORNALERO		0,0303	día	6.500	197
	% LEYES SOCIALES		29	%		332
2	**COLOCACIÓN DE 1 m2 DE MOLDAJE :**		**1**	**m2**		**2.730**
	ALAMB. BWG #14 x 50		0,25	kg	668	167
	CLAVO CORRIENTE 2 1/2"		0,2	kg	393	79
	SEPARADOR RUEDA 20 A		6	uni	4	24
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A		0,0769	día		
	MAESTRO PRIMERA	CARPINTERO	0,0769	Ho-día	11.000	846
	AYUDANTE DE MAESTRO	CARPINTERO	0,1538	Ho-día	6.900	1.061
	% LEYES SOCIALES		29	%		553
3	**DESCIMBRE DE 1 m2 DE MOLDAJE :**		**1**	**m2**		**91**
	SIKAFOR MADERA (TAM.180 Kg)		0,014	kg	1.088	15
	JORNALERO		0,0091	día	6.500	59
	% LEYES SOCIALES		29	%		17
4	**SUPERVISIÓN DE LA FAENA**					**81**
	CAPATAZ		0,0045	Ho-día	14.000	63
	% LEYES SOCIALES		29	%		18

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

E.04	**MOLDAJE PINO (Valor medio por m2 / 1 DE 2 USOS):**		1	m2		5.994
	OBRA MENOR H < 1,0 m. INCLUYE TABLERAJE SIN ALZAPRIMADO.					
	COSTO DE 2 USOS: COSTO DE UNA CONFECCIÓN +		1	m2		11.988
	+ DOS COLOCACIONES + DOS DESCIMBRES =					
	= A + 2*B + 2*C + 2*D					
1	**CONFECCIÓN Y TTE DE 1 m2 DE MOLDAJE :**		1	m2		5.652
	PINO BRUTO		1,8	ptg	2.180	3.924
	CLAVO CORRIENTE 2 1/2"		0,2	kg	393	79
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A		0,03	día		
	MAESTRO PRIMERA	CARPINTERO	0,03	Ho-día	11.000	315
	AYUDANTE DE MAESTRO	CARPINTERO	0,06	Ho-día	6.900	395
	TRANSPORTE INTERNO - L = 3 Km:					
	JORNALERO	(CARGUÍO y DESCARGUÍO)	0,03	día	6.500	186
	TRACTOR 70HP 4x4	(Incluye operador y combustible)	0,025	hr	8.300	208
	COMBUSTIBLE	(Rendimiento = 4,5 lt/hr)	0,1125	lt	400	45
	LIMPIEZA:					
	JORNALERO		0,03	día	6.500	186
	% LEYES SOCIALES		29	%		314
2	**COLOCACIÓN DE 1 m2 DE MOLDAJE :**		1	m2		2.730
	ALAMB. BWG #14 x 50		0,25	kg	668	167
	CLAVO CORRIENTE 2 1/2"		0,2	kg	393	79
	SEPARADOR RUEDA 20 A		6	uni	4	24
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A		0,08	día		
	MAESTRO PRIMERA	CARPINTERO	0,08	Ho-día	11.000	846
	AYUDANTE DE MAESTRO	CARPINTERO	0,15	Ho-día	6.900	1.061
	% LEYES SOCIALES		29	%		553
3	**DESCIMBRE DE 1 m2 DE MOLDAJE :**		1	m2		91
	SIKAFOR MADERA (TAM.180 Kg)		0,014	kg	1.088	15
	JORNALERO		0,0091	día	6.500	59
	% LEYES SOCIALES		29	%		17
4	**SUPERVISIÓN DE LA FAENA**					347
	CAPATAZ		0,019225	Ho-día	14.000	269
	% LEYES SOCIALES		29	%		78

E.06	**CASO TÍPICO DE MOLDAJE PARA MURO ALTO ó CÁMARA ALTA DE DIMENSIONES: H= 3,2 m L=3,2 m. e = 0,25 cm, EXIGE MOLDAJE POR AMBOS LADOS.**	**1**	**m2**		**18.037**
	Esta actividad requiere la supervisión de un capataz				
1	**CONFECCIÓN DE 1 m2 DE MOLDAJE :**	**1**	**m2**		**13.019**
	TABLERO DE CADA LADO DEL MURO:				
	TABLAS 1 " x 8 " x 3,20 16 TABLAS / LADO	1,25	plg	2.180	2.725
	LISTONES DE 2 " x 3 " x 3,20 9 LISTONES/ LADO	0,53	plg	2.180	1.155
	ALZAPRIMADO DE CADA LADO DEL MURO :				
	CUARTONES 4 " x 4 " x 3,20	0,63	plg	2.180	1.373
	HORIZONTALES (son 4/ lado)				
	CUARTONES 4 " x 4 " x 3,20	2,34	plg	2.180	5.101
	EN CUÑA DIAGONAL (Son 15/ lado)				
	MANO DE OBRA:				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A	0,0833	día		
	MAESTRO PRIMERA CARPINTERO (FABRICACIÓN)	0,0833	Ho-día	11.000	916
	AYUDANTE DE MAESTRO CARPINTERO (FABRICACIÓN)	0,1667	Ho-día	6.900	1.150
	% LEYES SOCIALES	29	%		599
2	**COLOCACIÓN DE 1 m2 DE MOLDAJE :**	**1**	**m2**		**4.569**
	CLAVO CORRIENTE 4" Y 2,5 "	0,15	kg	393	59
	ALAMB. BWG #14 x 50	0,2	kg	668	134
	MANO DE OBRA				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A	0,125	día		
	MAESTRO PRIMERA CARPINTERO (COLOCACIÓN)	0,125	Ho-día	11.000	1.375
	AYUDANTE DE MAESTRO CARPINTERO (COLOCACIÓN)	0,25	Ho-día	6.900	1.725
	CAPATAZ	0,021	Ho-día	14.000	292
	% LEYES SOCIALES	29	%		984
3	**DESCIMBRE DE 1 m2 DE MOLDAJE :**	**1**	**m2**		**449**
	DESMOLDANTE 0,1 Lt/ m2 mol. (Petróleo)	0,1	lt	320	32
	JORNALERO (descimbre)	0,042	día	6.500	300
	RECARGO DESG. HERRAMIENTAS	10	%	3.000	30
	% LEYES SOCIALES	29	%		87
F.01	**ENFIERRADURA D=8mm A44: Suministro y colocación**	**1**	**kg**		**849**
1	**INSUMOS**				
	Fe DIÁMETRO 8 mm A-44	1	kg	460	460
	PERDIDAS POR DESPUNTES	10	%	-	46
	ALAMB. BWG #18 x 50	0,01	kg	668	7
2	**MANO DE OBRA:**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 1 A (rend =90 kg/día)	0,011	día		
	MAESTRO PRIMERA ENFIERRADOR	0,011	Ho-día	11.000	122
	AYUDANTE DE MAESTRO ENFIERRADOR	0,011	Ho-día	6.900	77
	RECARGO DESG. HERRAMIENTAS	10	%	-	12
	CAPATAZ	0,004	Ho-día	14.000	52
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	73

F.06	**MALLA ACMA SIMPLE D=7mm** **Esta actividad requiere la supervisión de un capataz**	**1**	**kg**		**1.832**
1	**INSUMOS**				
	MALLA ACMA C-257 (2,6 x 5m)	0,053	uni	30.442	1.613
2	**MANO DE OBRA:**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 1 A (rend =150 kg/día)	0,007	día		
	MAESTRO PRIMERA ENFIERRADOR	0,007	Ho-día	15.200	101
	AYUDANTE DE MAESTRO ENFIERRADOR	0,007	Ho-día	8.000	53
	CAPATAZ	0,001	Ho-día	14.000	16
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	49
G.04	**REVEST. ALB. DE PIEDRA. e = 20 cm:** **Suministro y colocación**	**1**	**m2**		**15.251**
1	**INSUMOS**				
	MORTERO 1:3 IN SITU (CONFECC.DE 100 lt de MORTERO)				
	ARENA GRUESA CON FLETE DE 30 KM	0,1	m3	7.064	706
	PORCENTAJE DE PERDIDA DE ARENA	15	%	-	106
	CEMENTO ESPECIAL SACO (incluye flete sobre 50 sacos)	1	sac	4.350	4.350
	PORCENTAJE DE PERDIDA DE CEMENTO	15	%	-	653
	TROMPO CONCRETERO 150lt BEN. (incluye combustible y aceite)	0,15	día	13.900	2.075
	COMBUSTIBLE y ACEITE	2,25	lt	550	
	CAMIÓN TIPO MACK ALJIBE 10.000 lt	0,008	día	96.000	797
	BOLÓN SELECCIONADO CON FLETE	0,27	m3	3.863	1.043
2	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,002	día	70.595	169
3	**TRANSPORTE DE MATERIAL (distancia de 10 km aprox.)**				
	CAMIÓN TOLVA 7M3	0,029	m3	992	28
4	**POLIETILENO EMBAYETADO**				
	POLIETILENO EMBAYETADO (suministro y colocación)	1,00	m2	561	561
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 3 A (rend = 9 m2/día)	0,111	día		
	MAESTRO DE PRIMERA (Acomodo de piedras)	0,111	Ho-día	11.000	1.222
	AYUDANTE DE MAESTRO	0,111	Ho-día	6.900	767
	(Colocación y confección de mortero)				
	JORNALERO (EN ACARREO y SELECCIÓN)	0,222	Ho-día	6.500	1.444
	CAPATAZ	0,02	día	14.000	259
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	1.071

S/C	MOLDAJE PINO (Valor medio por m2 / 1 DE 6 USOS): OBRA MENOR H < 1,0 m. INCLUYE TABLERAJE SIN ALZAPRIMADO. PARA CONFECCIÓN DE LOSETA PREFABRICADA COSTO DE 6 USOS: COSTO DE UNA CONFECCION + + 6 COLOCACIONES + 6 DESCIMBRES = = A + 6*B + 6*C + 6*D		1 1	m2 m2		4.110 24.660
1	CONFECCIÓN Y TTE DE 1 m2 DE MOLDAJE :		1	m2		5.652
	PINO BRUTO		1,8	plg	2.180	3.924
	CLAVO CORRIENTE 2 1/2"		0,2	kg	393	79
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A		0,03	día		
	MAESTRO PRIMERA	CARPINTERO	0,03	Ho-dia	11.000	315
	AYUDANTE DE MAESTRO	CARPINTERO	0,06	Ho-dia	6.900	395
	TRANSPORTE INTERNO - L = 3 Km:					
	JORNALERO	(CARGUÍO y DESCARGUÍO)	0,03	día	6.500	186
	TRACTOR 70HP 4x4	(Incluye operador y combustible)	0,025	hr	8.300	208
	COMBUSTIBLE	(Rendimiento = 4,5 lt/hr)	0,1125	lt	400	45
	LIMPIEZA:					
	JORNALERO		0,03	día	6.500	186
	% LEYES SOCIALES		29	%		314
2	COLOCACIÓN DE 1 m2 DE MOLDAJE :		1	m2		2.730
	ALAMB. BWG #14 x 50		0,25	kg	668	167
	CLAVO CORRIENTE 2 1/2"		0,2	kg	393	79
	SEPARADOR RUEDA 20 A		6	uni	4	24
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A		0,08	día		
	MAESTRO PRIMERA	CARPINTERO	0,08	Ho-día	11.000	846
	AYUDANTE DE MAESTRO	CARPINTERO	0,15	Ho-dia	6.900	1.061
	% LEYES SOCIALES		29	%		553
3	DESCIMBRE DE 1 m2 DE MOLDAJE :		1	m2		91
	SIKAFOR MADERA (TAM.180 Kg)		0,014	kg	1.088	15
	JORNALERO		0,0091	día	6.500	59
	% LEYES SOCIALES		29	%		17
4	SUPERVISIÓN DE LA FAENA					347
	CAPATAZ		0,019225	Ho-dia	14.000	269
	% LEYES SOCIALES		29	%		78
S/C	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO LOSETAS PREFABRICADAS DE 0,5X1,0 m		1	unl		9.946
1	INSUMOS					
	HORMIGÓN H-15 (confección IN-SITU)		0,042	m3	71.478	3.002
	MOLDAJE DE PINO PARA OBRA MENOR (6 USOS)		0,740	m2	4.110	3.040
	MALLA ACMA (7mm)		0,083	uni	30.442	2.537
2	MANO DE OBRA :					
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A (rend = 30 uni/día)		0,033	día		
	MAESTRO DE PRIMERA		0,033	Ho-día	11.000	367
	AYUDANTE DE MAESTRO (2)		0,067	Ho-dia	6.900	460
	CAPATAZ		0,017	día	14.000	233
	% LEYES SOCIALES		29,000	%	-	307

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

G.07	**REVESTIMIENTO DE CANAL EXISTENTE CON LOSETAS PREFABRICADAS DE 0,5X1,0 m**	1	m2		22.614
1	**INSUMOS**				
	LOSETA DE HORMIGÓN PREFABRICADA DE 0,5m X 1,0m	2	uni	9.946	19.892
	ARENA GRUESA CON FLETE DE 30 KM	0,024	m3	7.064	170
	PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE ARENA	15	%	-	26
	CEMENTO ESPECIAL SACO (incluye flete sobre 50 sacos)	0,12	sac	4.350	522
	PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE CEMENTO	15	%	-	78
2	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 4 A (rend = 30 m2/día)	0,033	dia		
	MAESTRO DE PRIMERA	0,033	Ho-día	11.000	367
	AYUDANTE DE MAESTRO (2 colocación de losetas)	0,067	Ho-día	6.900	460
	JORNALERO (2 en acarreo)	0,067	Ho-día	6.500	433
	CAPATAZ	0,017	día	14.000	233
	% LEYES SOCIALES	29,000	%	-	433
S/C	**CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE POSTE DE HORMIGÓN ARMADO PARA LOSETAS PREFABRICADAS DE 0,5X1,0 m (L=3,40m; B=0,14m)**	1	uni		21.314
1	**INSUMOS**				
	HORMIGÓN H-15 (confección IN-SITU)	0,067	m3	71.478	4.789
	MOLDAJE DE PINO PARA OBRA MENOR (6 USOS)	1,9	m2	4.110	7.809
	ENFIERRADURA ACERO A-44-ES	9,3	kg	849	7.896
2	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A (rend = 50 uni/día)	0,020	día		
	MAESTRO DE PRIMERA	0,020	Ho-día	11.000	220
	AYUDANTE DE MAESTRO (2)	0,040	Ho-día	6.900	276
	CAPATAZ	0,010	día	14.000	140
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	184
S/C	**CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE POSTE DE HORMIGÓN ARMADO PARA LOSETAS PREFABRICADAS DE 0,5X1,0 m (L=2,85m; B=0,14m)**	1	uni		17.866
1	**INSUMOS**				
	HORMIGÓN H-15 (confección IN-SITU)	0,056	m3	71.478	4.000
	MOLDAJE DE PINO PARA OBRA MENOR (6 USOS)	1,587	m2	4.110	6.523
	ENFIERRADURA ACERO A-44-ES	7,768	kg	849	6.595
2	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 2 A (rend = 60 uni/día)	0,017	día		
	MAESTRO DE PRIMERA	0,017	Ho-día	11.000	184
	AYUDANTE DE MAESTRO (2)	0,033	Ho-día	6.900	231
	CAPATAZ	0,012	día	14.000	165
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	168

S/C	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON LOSETAS PREFABRICADAS DE 0,5X1,0 m (H = 2,0m)	1	ml		142.624 285.248
					218.879
					361.503
1	PREPARACIÓN DE TERRENO				
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE BORDE	0,93	m3		
	EXCAVACIÓN A MANO (50% del total excavado)	0,47	m3	3.765	1.751
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO (50% del total excavado)	0,47	m3	1.160	539
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE ZAPATA	0,49	m3		
	EXCAVACIÓN A MANO (50% del total excavado)	0,24	m3	3.765	916
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO (50% del total excavado)	0,24	m3	1.160	282
2	ZAPATA				
	HORMIGÓN PARA ZAPATA CONFECCIONADO IN SITU (b=0,7m; h=0,6m)	0,42	m3	71.478	30.021
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	11,0	kg	849	9.339
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,1m)	0,07	m3	41.983	2.939
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	1,2	m2	4.110	4.932
3	LOSETAS Y POSTE DE HORMIGÓN ARMADO				
	LOSETA PREFABRICADAS DE H.A DE 0,5x1,0m (confección y suministro)	4	uni	9.946	39.784
	POSTE DE H.A. PARA LOSETA L=2,85(m) (confección y suministro)	1	uni	17.866	17.866
	MORTERO DE PEGA PARA LOSETAS	0,005	m3	41.983	189
	TRANSPORTE DE LOSETAS Y POSTES, CAMIÓN TOLVA (7m3)	0,25	m3	4.184	1.046
4	MOCHETA DE HORMIGÓN SIMPLE CON BOLÓN DESPLAZADOR	0,33	m3		
	HORMIGÓN SIMPLE (40% del total de volumen)	0,13	m3	71.478	9.292
	BOLONES (60% del total de volumen)	0,20	m3	3.863	753
5	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,67	m3	4.968	3.338
6	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	1,84	m3	992	1.827
7	MANO DE OBRA :				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 5,0 ml/día)	0,2	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,2	Ho-día	11.000	2.200
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,60	Ho-día	6.500	3.900
	JORNALERO	0,2	Ho-día	6.500	1.300
	CAPATAZ	0,07	Ho-día	14.000	933
	% LEYES SOCIALES	29	%		2.417
8	AGOTAMIENTO DE NAPA				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,1	día	70.595	7.060

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

S/C	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON LOSETAS PREFABRICADAS DE 0,5X1,0 m (H = 2,5m)	1	ml		158.498 316.996
					393.251
1	PREPARACIÓN DE TERRENO				
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE BORDE	1,24	m3		
	EXCAVACIÓN A MANO (50% del total excavado)	0,62	m3	3.765	2.334
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO (50% del total excavado)	0,62	m3	1.160	719
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE ZAPATA	0,49	m3		
	EXCAVACIÓN A MANO (50% del total excavado)	0,24	m3	3.765	916
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO (50% del total excavado)	0,24	m3	1.160	282
2	ZAPATA				
	HORMIGÓN PARA ZAPATA CONFECCIONADO IN SITU (b=0,7m; h=0,6m)	0,42	m3	71.478	30.021
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	11,0	kg	849	9.339
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,1m)	0,07	m3	41.983	2.939
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	1,2	m2	4.110	4.932
3	LOSETAS Y POSTE DE HORMIGÓN ARMADO				
	LOSETA PREFABRICADAS DE H.A DE 0,5x1,0m (confección y suministro)	5	uni	9.946	49.730
	POSTE DE H.A. PARA LOSETA L=3,40(m) (confección y suministro)	1	uni	21.314	21.314
	MORTERO DE PEGA PARA LOSETAS	0,006	m3	41.983	252
	TRANSPORTE DE LOSETAS Y POSTES, CAMIÓN TOLVA (7m3)	0,31	m3	4.184	1.297
4	MOCHETA DE HORMIGÓN SIMPLE CON BOLÓN DESPLAZADOR	0,33	m3		
	HORMIGÓN SIMPLE (40% del total de volumen)	0,13	m3	71.478	9.292
	BOLONES (60% del total de volumen)	0,20	m3	3.863	753
5	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,87	m3	4.968	4.341
6	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	2,24	m3	992	2.227
7	MANO DE OBRA :				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 5,0 ml/día)	0,2	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,2	Ho-día	11.000	2.200
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,60	Ho-día	6.500	3.900
	JORNALERO	0,2	Ho-día	6.500	1.300
	CAPATAZ	0,07	Ho-día	14.000	933
	% LEYES SOCIALES	29	%		2.417
8	AGOTAMIENTO DE NAPA				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,1	día	70.595	7.060

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

S/C	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO (H = 1,8m)	1	ml		223.656 447.312
					502.216
1	PREPARACIÓN DE TERRENO				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	1,60	m3	1.160	1.856
2	HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA (H=1,8m; b=1,2m)	0,79	m3	92.156	72.803
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	54,9	kg	849	46.651
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,07	m3	41.983	3.044
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	6,9	m2	4.110	28.359
3	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	1,35	m3	4.968	6.707
4	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	2,08	m3	992	2.063
5	MANO DE OBRA :				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	JORNALERO	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% LEYES SOCIALES	29	%		6.042
6	AGOTAMIENTO DE NAPA				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	día	70.595	35.298

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

S/C	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON CANOA DE HORMIGÓN ARMADO (H = 1,75m)	1	ml		513.131
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	4,65	m3	1.160	5.394
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA (H=1,75m; b=6,0m)	1,98	m3	92.156	182.469
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	156	kg	849	132.140
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,30	m3	41.983	12.595
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	7,8	m2	4.110	32.058
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	3,65	m3	4.968	18.133
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	6,05	m3	992	5.997
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 1,0 ml/día)	1	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	1	Ho-día	11.000	11.000
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	3,00	Ho-día	6.500	19.500
	JORNALERO	1	Ho-día	6.500	6.500
	CAPATAZ	0,33	Ho-día	14.000	4.667
	% LEYES SOCIALES	29	%		12.083
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	1	dia	70.595	70.595

K.02	CONSTRUCCIÓN DE ENTABLADOS PARA PASARELAS Y COMPUERTAS :	1	Unidad		3.840
1	**INSUMOS Y PREPARACIÓN**				
	ÁLAMO CEPILLADO	1	plg	2.000	2.000
	SERVICIO IMPREGNACIÓN DEL ÁLAMO	1	plg	492	492
	TRATAMIENTO DE LOS CORTES PRACTICADOS AL ÁLAMO EN TERRENO :	10	%	-	200
2	**MANO DE OBRA: Colocación**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 1 A (rend = 25 plg/día)	0,04	día		
	CARPINTERO DE PRIMERA	0,04	día	11.000	440
	AYUDANTE DE MAESTRO	0,04	día	6.900	276
	RECARGO DESG. HERRAMIENTAS	10	%	-	44
	CAPATAZ	0,01	día	14.000	140
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	248

I.01	**PERFILES MET. PLEGADOS y SOLDADOS SUMINISTRO Y COLOCACIÓN:**	**1**	**kg**		**1.950**
	ACERO PERFILES METÁLICOS PLEGADOS	1	kg	576	576
	ELECTRO AC/DULCE 6011 SOLDADURA 1/8"	0,025	kg	1.768	44
	ANTICORROSIVO ROJO MAESTRANZA (2 Manos de pintura)	0,025	lt	1.550	39
	ESMALTE FENOLICO (Chilcorrofin) (2 manos de esmalte)	0,025	lt	4.337	108
	MANO DE OBRA:				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 1 A	0,0455	día		
	MAESTRO PRIMERA SOLDADOR	0,0455	día	11.000	501
	AYUDANTE DE MAESTRO SOLDADOR	0,0455	Ho-día	6.900	314
	RECARGO DESG. HERRAMIENTAS	10	%	-	50
	CAPATAZ	0,0045	Ho-día	14.000	63
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	255
I.02	**PIEZAS ESPECIALES ACERO/MAESTRANZA SUMINISTRO Y COLOCACIÓN:**	**1**	**kg**		**2.409**
	ACERO PERFILES METÁLICOS PLEGADOS	1	kg	576	576
	ELECTRO AC/DULCE 6011 SOLDADURA 1/8"	0,02	kg	1.768	35
	ANTICORROSIVO ROJO MAESTRANZA (2 Manos de pintura)	0,025	lt	1.550	39
	ESMALTE FENOLICO (Chilcorrofin) (2 manos de esmalte)	0,025	lt	4.337	108
	MANO DE OBRA:				
	Cuadrilla =2 M 1ª + 1 A	0,04	día		
	MAESTRO SOLDADOR DE PRIMERA	0,04	día	11.000	440
	MAESTRO TORNERO MECÁNICO	0,04	día	11.000	440
	AYUDANTE DE MAESTRO	0,04	día	6.900	276
	RECARGO DESG. HERRAMIENTAS	10	%	-	88
	CAPATAZ	0,004	día	14.000	56
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	351
I.03	**REGLETA METÁLICA GRADUADA SUMINISTRO Y COLOCACIÓN:**	**1**	**unl**		**48.132**
	REGLETA METÁLICA GRADUADA ESPECIAL	1	gl	36.000	36.000
	EN ACERO SAE 1020				
	MANO DE OBRA:				
	Cuadrilla =1 M 1ª + 1 A	0,5			
	MAESTRO PRIMERA COLOCACIÓN	0,5	día	11.000	5.500
	JORNALERO	0,5	día	6.900	3.450
	RECARGO DESG. HERRAMIENTAS	10	%	-	550
	CAPATAZ	0,002	Ho-día	14.000	28
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	2.604

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

S/C	**MECANISMO ESPECIAL A PEDIDO PARA COMPUERTA FRONTAL, VÁSTAGO - D = 38mm, CON HILO TRAPEZOIDAL ESPECIAL: Suministro y colocación**	**1**	**uni**		**722.190**
1	**SUMINISTROS**				
	SUMINISTRO DE PIEZAS DE MAESTRANZA A PEDIDO				
	PLACA DE ACERO PARA FIJACIÓN	1	uni	98.000	98.000
	PIEZA EN BRONCE	1	uni	240.000	240.000
	PLACA C/HILO INTERIOR PASO 7mm Ac 1045	1	uni	120.000	120.000
	VÁSTAGO C/HILO TRAPEZOIDAL	1	uni	250.000	250.000
	Ac Sae 1045 - D=38mm; L= 1762 mm				
2	**MANO DE OBRA**				
	MAESTRO DE PRIMERA - COLOCACIÓN	1	día	11.000	11.000
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	3.190
M.02	**CARGUÍO y TRANSPORTE MATERIALES DE EXCAVACIÓN - L < 3 km FAENA CON 1 CARGADOR Y 4 CAMIONES :**	**1**	**m3**		**992**
1	**MAQUINARIA**				
	CARGADOR FRONTAL CAT 950 F (incl. operador y comb.)	0,0167	hr	23.600	393
	(rend=60 m3/hr) (Tpo diario de trab.= 8,5 hr) (rend. Comb.= 4lt/hr)				
			lt	400	
	CAMIÓN TOLVA 7 m3 (Incl.operador y comb.) (rend=17,5 m3/hr)	0,0571	hr	10.000	571
	(Tiempo diario de trabajo = 8,5 hr) (rend. Combustible = 5lt/hr)				
	(PETRÓLEO Y OTROS)		lt	400	
2	**MANO DE OBRA**				
	JORNALERO	0,002	día	6.500	11
	(Tiempo diario de trabajo = 8,5 hr)				
	CAPATAZ	0,001	Ho-día	14.000	11
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	6
M.04	**TRANSPORTE DE MATERIALES SANTIAGO-SAN FERNANDO:**	**1**	**vje**		**175.999**
1	**TRANSPORTE**				
	TRANSPORTE 26 TON - L = 120 km	1	gl	170.000	170.000
2	**MANO DE OBRA**				
	JORNALERO (CARGUÍO y DESCARGUÍO)	0,5	día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,1	Ho-día	14.000	1.400
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	1.349
M.14	**TRANSPORTE DE PERSONAL y PROFESIONALES:**	**1**	**mes**		**961.200**
1	**MAQUINARIA**				
	ARRIENDO CAMIONETA DOBLE CABINA	1	mes	600000	600.000
2	**MANO DE OBRA**				
	CHOFER (20 días del mes)	1	mes	280.000	280.000
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	81.200

O.01	**DEMOLICIÓN DE HORMIGONES:**	**1**	**m3**		**29.847**
1	**MAQUINARIA**				
	COMPRESOR DIESEL 350 PCM	0,004	mes	960.000	3.840
	(Incluye combustible)				
	ROMPEPAV. HIDRO. P/BOBCAT 853	0,8	hr	10.000	8.000
	CUÑAS PUNTA LÁPIZ (INGLESAS)	0,9	uni	8.720	7.848
2	**MANO DE OBRA**				
	Cuadrilla = 1 M 2ª + 0,5 A	0,5	día		
	MAESTRO SEGUNDA (PERFORADOR)	0,5	Ho-día	9.000	4.500
	JORNALERO (despeje y retiro de material)	0,25	Ho-día	6.500	1.625
	CAPATAZ	0,125	Ho-día	14.000	1.750
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	2.284
S/C	**TRANSPORTE INTERNO DE MATERIALES**	**1**	**día**		**96.373**
	(Equivalente al movimiento de 25 m3/día de material)				
1	**MAQUINARIA**				
	CAMIÓN CHICO (Tiempo diario de trabajo = 8 hr)	8	hr	11.500	92.000
	(Incl.operador y comb.)(rend. combustible = 4 km/lt , v = 25 km/hr)				
2	**MANO DE OBRA**	0,5			
	JORNALERO (CARGUÍO y DESCARGUÍO)	0,5	día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,01	Ho-día	14.000	140
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	983
S/C	**AGOTAMIENTO DE NAPA CON MOTOBOMBAS DE 6"**	**1**	**día**		**70.595**
1	**MAQUINARIA**				
	1 BOMBA AGOT. 6" C/MANGUERA	0,042	mes	1.248.800	52.450
	(El arriendo mensual)(incluye combustible, rend= 4 lt/hr)				
	MANGUERAS y ACCESORIOS PARA OPERACIÓN	10	%	52.450	5.245
	(corresponde al 10% del costo de la bomba por m3)				
2	**MANO DE OBRA**				
	JORNALERO (Uno por bomba)	1	día	6.500	6.500
	CAPATAZ	0,25	día	14.000	3.500
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	2.900
S/C	**TRANSPORTE DE MATERIALES L = 30 Km**	**1**	**m3**		**4.184**
1	**MAQUINARIA**				
	CAMIÓN TOLVA 7 m3 (Tiempo diario de trabajo = 8,5 hr)	0,28	hr	14.000	3.920
	(Incl.operador y comb.)(rend. combustible = 2 km/lt , v = 35 km/hr)				
2	**MANO DE OBRA**	0,01			
	JORNALERO (CARGUÍO y DESCARGUÍO)	0,01	día	6.500	65
	CAPATAZ	0,01	Ho-día	14.000	140
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	59

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

L.01	**REPLANTEO y CONTROL TOPOGRÁFICO:**	**1**	**día**		**121.620**
1	**INSTRUMENTOS**				
	ARRIENDO INSTRUMENTO TOPOGRÁFICO	1	día	3.200	3.200
	ESTACAS, LIENZAS Y OTROS	1	día	18.000	18.000
	ARRIENDO DE VEHÍCULO	1	día	25.000	25.000
2	**MANO DE OBRA**				
	TOPÓGRAFO	8,5	hr	6.900	58.650
	ALARIFE	2	día	6.500	13.000
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	3.770
L.02	**LEVANTAMIENTO DE PERFIL LONGITUDINAL DE CANAL CON ESTACADO**	**1**	**km**		**76.810**
	CADA 20 M Y PUNTOS CADA 40 m.				
	REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRÁFICO	0,5	día	121.620	60.810
	DIBUJO DE PLANOS	4	hr	4.000	16.000
H.01	**INSUMO Y COLOCACIÓN ENROCADOS:**	**1**	**m3**		**17.397**
1	**MATERIALES Y MAQUINARIA**				
	INSUMO DE ROCA (Incl.operador y combustible)	1	m3	15.000	15.000
	EXCAVADORA TIPO CAT 320 L (Incl.operador y combustible)	0,05	hr	28.900	1.445
	(Rend=20 m3/hr)(Tpo.de trabajo = 8,5 hr/día) (Rend.Comb.=15lt/hr)				
	COMBUSTIBLE PETRÓLEO DIESEI (Rendimiento = 15 lt/hr)	0,75	lt	400	
	ESTROBO 3 x 3/4"	0,004	uni	14.625	59
2	**MANO DE OBRA**				
	Cuadrilla = 2 M 1ª + 2 A (Rendimiento 85m3/día)	0,0118	día		
	MAESTRO DE PRIMERA (EN COLOCACIÓN ENTRABADA)	0,0235	Ho-día	11.000	259
	JORNALERO (EN AMARRE DE ROCAS CON ESTROBO)	0,0235	Ho-día	6.500	153
	CAPATAZ	0,02	día	14.000	280
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	201

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

H.03	**TRONADURA DE ROCA EN BANCO:**	**1**	**m3**		**15.036**
1	**PERFORACIÓN:**	**1**	**m3**		**5.143**
	COMPRESOR 335 PCM ATLAS COPCO	0,2	hr	7.970	1.594
	PERFORADORA PUMA C/PATA NEUMÁTICA	0,4	hr	700	280
	CUÑAS PARA PERFORADORAS	0,01	uni	10.500	105
	AFILADORAS DE BROCA (10% BARRAS PERF.)	10	%	-	11
	Cuadrilla = 2 M 1ª	0,111	día		
	MAESTRO PRIMERA PERFORISTA	0,222	Ho-día	11.000	2.444
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	709
2	**TRONADURA/EXPLOSIVOS:**	**1**	**m3**		**3.830**
	ANFO (FACTOR DE CARGA = 0.19)	0,2	kg	350	70
	AMONGELATINA 60%	0,35	uni	901	315
	CORDÓN DETONANTE TEC3	3,1	ml	109	338
	MECHA MINERA	0,07	ml	89	6
	FULMINANTE #8	0,05	uni	78	4
	TÉCNICO EN EXPLOSIVOS	0,25	hr	9.603	2.401
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	696
3	**RETIRO A MANO MATERIAL TRONADO:**	**1**	**m3**		**3.354**
	JORNALERO	0,4	día	6.500	2.600
	% LEYES SOCIALES RETIRO MAT. ESPONJADO	29	%	-	754
4	**SUPERVISIÓN DE LA FAENA**	0,15			**2.709**
	CAPATAZ	0,15	Ho-día	14.000	2.100
	% LEYES SOCIALES	29	%		609
A.01	**LETRINA JEFE DE OBRA 1.2 x 1 m:** **Confección y colocación :**	**1**	**unl**		**179.773**
1	**INSUMOS**				
	PINO BRUTO L = 3,2 m	11,4	plg	2.180	24.852
	PINO SECO ELABORADO L = 3,2 m	16,4	plg	2.616	42.902
	FONOLITA 120 x 65 cm = 0,60 m²	4	pla	395	1.580
	CLAVO CORRIENTE 2"	1,5	kg	414	621
	TAZA SANITARIO VERONA	1	uni	32.356	32.356
	ESTANQUE SANITARIO VERONA	1	uni	16.974	16.974
	INSTALACIÓN DE FITTINGS DE SANITARIOS	29	%	49.330	14.306
2	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 1 A	2	día		
	MAESTRO PRIMERA	2	Ho-día	11.000	22.000
	AYUDANTE DE MAESTRO	2	Ho-día	6.900	13.800
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	10.382

A.02	**LETRINA OBREROS 1.2 x 1 m:** **Confección y colocación :**	**1**	**uni**		**131.813**
1	**INSUMOS**				
	PINO BRUTO L = 3,2 m	1,4	plg	2.180	3.052
	PINO SECO ELABORADO L = 3,2 m	6,4	plg	2.616	16.742
	FONOLITA 120 x 65 cm = 0,60 m²	4	pla	395	1.580
	CLAVO CORRIENTE 2"	1,5	kg	414	621
	TAZA SANITARIO VERONA	1	uni	32.356	32.356
	ESTANQUE SANITARIO VERONA	1	uni	16.974	16.974
	INSTALACIÓN DE FITTINGS DE SANITARIOS	29	%	49.330	14.306
2	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 1 A	2	día		
	MAESTRO PRIMERA	2	Ho-día	11.000	22.000
	AYUDANTE DE MAESTRO	2	Ho-día	6.900	13.800
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	10.382
S/C	**RECINTO PROVISORIO OFICINA y/o TALLER:** **Confección y colocación :**	**1**	**m2**		**9.677**
1	**INSUMOS**				
	PINO BRUTO L = 3,2 m	0,83	plg	2.180	1.809
	CLAVO CORRIENTE 2"	0,1	kg	414	41
	FONOLITA 120 x 65 cm = 0,60 m²	2,1	pla	395	830
2	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 1 A	0,303	día		
	MAESTRO PRIMERA	0,303	Ho-día	11.000	3.333
	AYUDANTE DE MAESTRO	0,303	Ho-día	6.900	2.091
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	1.573
A.04	**CASETA PRE-FAB. CUIDADOR (1 USO):** **(1 USO) Confección y colocación :**	**1**	**uni**		**78.962**
1	**INSUMOS**				
	PINO BRUTO L = 3,2 m	1,4	plg	2.180	3.052
	PINO SECO ELABORADO L = 3,2 m	8,3	plg	2.616	21.713
	CLAVO CORRIENTE 2"	1,5	kg	414	621
	FONOLITA 120 x 65 cm = 0,60 m²	4	pla	395	1.580
	BISAGRA POMEL 3 x 3"	2	uni	1.200	2.400
	CANDADO CORRIENTE Nº 340 ODIS (MED)	1	uni	3.042	3.042
	CADENA GALVANIZADA 6mm	0,4	ml	930	372
2	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 1 A	2	día		
	MAESTRO PRIMERA	2	Ho-día	11.000	22.000
	AYUDANTE DE MAESTRO	2	Ho-día	6.900	13.800
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	10.382

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

S/C	LETRERO IDENTIFICACIÓN :	1	uni		84.210
	LATÓN 3x2 e= 1 mm	18	kg	1.950	35.100
	PERFILES METÁLICOS: MARCO Y PILARES	10	kg	1.950	19.500
	HORMIGÓN H15	0,25	m3	71.478	17.870
	PINTURA	2	lt	2.000	4.000
	MAESTRO PRIMERA	0,25	día	11.000	2.750
	JORNALERO	0,5	día	6.500	3.250
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	1.740
S/C	POLIETILENO EMBAYETADO	1	m2		561
1	INSUMOS				
	SUM.POLIETILENO ALTA DENSIDAD (COSMOPLAS)	2	m2	211	422
	MATERIALES: CORCHETES DE COBRE, ETC.	1	gl	25	25
2	MANO DE OBRA :				
	JORNALERO (rendimiento 100m2/día)	0,01	día	6.500	65
	CAPATAZ	0,002	Ho-día	14.000	23
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	26
P.01	TUBO DE CEMENTO A.R. B/P -D = 0,6 m: SUMINISTRO DE TUBO Y COLOCACIÓN :	1	ml		53.480
1	INSUMOS				
	TUBO A.R. B/P 600mm x 2m	0,5	uni	48.092	24.046
	CEMENTO ESPECIAL SACO (incluye flete sobre 50 sacos)	1,7	sac	4.350	7.395
	ARENA GRUESA CON FLETE DE 30 KM	0,4	m3	7.064	2.472
2	MAQUINARIA				
	TROMPO CONCRETERO	0,1	día	5.650	565
	RETROEXCAVADORA TIPO FORD 555	0,4	hr	10.000	4.000
	(Incluye operador y combustible)				
	RODILLO COMPACTADOR DE 1.000 kg (DIN.4.000 kg)	0,1	hr	14.920	1.865
	(Incluye operador y combustible)				
	RELLENO ESTRUC. POR CAPAS LIBRE DE GRAVAS	1,9	m3	4.968	9.439
3	MANO DE OBRA COLOCACIÓN:				
	Cuadrilla = 1 M 2ª + 3 A (rend. 15ml/día)	0,067	día		
	MAESTRO SEGUNDA	0,067	Ho-día	12.000	800
	JORNALERO (ayudante de maestro)	0,200	Ho-día	8.000	1.600
	CAPATAZ	0,033	Ho-día	14.000	467
	% LEYES SOCIALES	29	%	-	831

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

S/C	AFORADOR TIPIFICADO 80X100 H.A. L=2,0m SUMINISTRO, COLOCACIÓN, ALBAÑILERÍA:	1	uni		840.073
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN A MANO PARA OBRA DE ARTE	7,0	m3	3765	26.449
2	HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE				
	HORMIGONADO H15	2,0	m3	71.478	143.849
	ENFIERRADURA D=8mm A44:	130,8	kg	849	111.060
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,1	m3	41.983	5.059
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	18,0	m2	4110	73.955
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	5,0	m3	4.968	24.902
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	9,1	m3	992	9.059
5	**REGLETA**				
	REGLETA METÁLICA GRADUADA	1,0	uni	48.132	48.132
6	**ALBAÑILERÍA**				
	REVEST. ALB. DE PIEDRA. e = 20 cm:	20,0	m2	15.251	305.020
	EXCAVACIÓN A MANO PARA OBRA DE ARTE	2,7	m3	3.765	10.029
7	**MANO DE OBRA**				
	Cuadrilla = 1 M 1ª + 4 A (rend = 0,7uni/día)	1,4	día		
	MAESTRO DE PRIMERA	1,4	Ho-día	11.000	15.714
	AYUDANTE DE MAESTRO (2 colocación de losetas)	2,9	Ho-día	6.900	19.714
	JORNALERO (2 en acarreo)	2,9	Ho-día	6.500	18.571
	CAPATAZ	0,7	día	14.000	10.000
	% LEYES SOCIALES	29,0	%	-	18.560
S/C	**EXCAVACIÓN DE FONDO CON BULLDOZER RINDE 20 M³ LA HORA**	1	m3		1.334
1	**MAQUINARIA**				
	BULLDOZER TIPO D-4E (Tiempo diario de trabajo = 8,5 hr)	0,0	hr	29.436	491
	COMBUSTIBLE (Tiempo diario de trabajo = 8,5 hr)	0,6	lt	400	240
	(incl. operador y comb.) (rend.comb.= 18lt/hr) (Rend.= 28 m3/hr)				
	(Petróleo, demarcación y sobretamaño)				
2	**MANO DE OBRA**				
	JORNALERO	0,050	día	6.500	325
	(Tiempo diario de trabajo =8,5 hr)				
	RECARGO DESGASTE DE HERRAMIENTAS	10,000	%	325	33
	CAPATAZ	0,008	Ho-día	14.000	117
	% LEYES SOCIALES	29,0	%	-	128

S/C	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO (H = 1,55m)	1	ml		159.652 319.304
					374.208
1	PREPARACIÓN DE TERRENO				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,67	m3	1.160	774
2	HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA (H=1,55m; b=0,9m)	0,50	m3	92.156	45.848
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	25,2	kg	849	21.355
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,06	m3	41.983	2.309
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	5,6	m2	4.110	23.016
3	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,67	m3	4.968	3.316
4	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	0,87	m3	992	861
5	MANO DE OBRA :				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 2,0 ml/dia)	0,5	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	JORNALERO	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% LEYES SOCIALES	29	%		6.042
6	AGOTAMIENTO DE NAPA				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	día	70.595	35.298

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

S/C	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO (H = 1,45m)	1	ml		148.604 297.208
					352.112
1	PREPARACIÓN DE TERRENO				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,64	m3	1.160	740
2	HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA (H=1,45m; b=0,8m)	0,46	m3	92.156	42.622
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	18,4	kg	849	15.609
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,05	m3	41.983	2.099
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	5,2	m2	4.110	21.372
3	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,64	m3	4.968	3.167
4	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	0,83	m3	992	822
5	MANO DE OBRA :				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 2,0 ml/dia)	0,5	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	JORNALERO	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% LEYES SOCIALES	29	%		6.042
6	AGOTAMIENTO DE NAPA				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	día	70.595	35.298

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

S/C	**CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO (H = 1,15m)**	1	ml		127.999 255.998
					310.902
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,55	m3	1.160	635
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA (H=1,15m; b=0,5m)	0,34	m3	92.156	31.563
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	15,4	kg	849	13.115
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,04	m3	41.983	1.469
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	3,8	m2	4.110	15.618
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,55	m3	4.968	2.720
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	0,71	m3	992	706
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	JORNALERO	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% LEYES SOCIALES	29	%		6.042
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	día	70.595	35.298
S/C	**REJA DESBASURIZADORA OBRA TIPIFICADA**	1	UNIDAD		17.500.000
	B=6m	1,00	uni	17.500.000	17.500.000

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

S/C	INSUMO E INSTALACIÓN DE PASARELA, SOPORTE Y FUNDACIÓN pasarela L=3m; B=1m fundación de 1,5x1,4m	1	ml		459.668
1	PREPARACIÓN DE TERRENO				
	EXCAVACIÓN A MANO TERRENO SEMIBLANDO	1,0	m3	3.765	3.765
2	HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA (H=1,15m; b=0,5m)	2,0	m3	92.156	184.312
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	130,0	kg	849	110.370
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,0	m3	41.983	1.050
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	8,0	m2	4.110	32.880
3	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,3	m3	4.968	1.656
					0
4	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	1,3	m3	992	1.290
5	MANO DE OBRA :				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 1,0 ml/día)	1,0	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	1,0	Ho-día	11.000	11.000
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	3,0	Ho-día	6.500	19.500
	JORNALERO	1,0	Ho-día	6.500	6.500
	CAPATAZ	0,3	Ho-día	14000	4.667
	% LEYES SOCIALES	29,0	%		12.083
6	AGOTAMIENTO DE NAPA				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	1,0	día	70.595	70.595
	INSUMO E INSTALACIÓN DE CERCO RURAL POSTES DE ROLLIZO IMPREGANADO L=3m, CADA 2,5m	1	ml		7.970
1	PREPARACIÓN DE TERRENO				
	EXCAVACIÓN A MANO TERRENO SEMIBLANDO	0,121	m3	3.765	456
2	ROLLIZO Y ALAMBRE DE PÚAS #16				
	ROLLIZOS IMPREGANDO DE 3" L=3m	0,4	uni	1.819	728
	ALAMBRE DE PÚAS #16	5,0	ml	90	449
	GRAPAS	0,050	kg	4.100	205
3	RELLENO DE BASE DE POSTES				
	RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA	0,121	m3	4.968	601
4	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	0,157	m3	992	156
5	MANO DE OBRA :				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 10 ml/día)	0,10	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,10	Ho-día	11.000	1.100
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,30	Ho-día	6.500	1.950
	JORNALERO	0,10	Ho-día	6.500	650
	CAPATAZ	0,03	Ho-día	14000	467
	% LEYES SOCIALES	29,0	%		1.208

	REFUERZO DE BORDE DÉBIL Y FILTRANTE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS e1=0,4m; e2=0,2m; k=0,67; H=1,05m	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**149.422**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE BORDE				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,60	m3	1.160	691
2	**ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS**				
	REVESTIMIENTO DE ALB. DE PIEDRAS (incluye embayetado)	1,01	m3	76.255	77.020
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,38	m3	4.968	1.863
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	0,77	m3	992	768
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 1,8 ml/día)	0,56	día		
	MAESTRO PRIMERA	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	3JORNALERO (EN COLOCACIÓN)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	CAPATAZ	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% LEYES SOCIALES	29,0	%		6.713
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,56	día	70.595	39.219
	REFUERZO DE BORDE DÉBIL Y FILTRANTE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS e1=0,4m; e2=0,2m; k=0,67; H=1,15m	**1** BORDE	**ml**	**PU**	**159.369**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE BORDE				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,64	m3	1.160	741
2	**ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS**				
	REVESTIMIENTO DE ALB. DE PIEDRAS (incluye embayetado)	1,14	m3	76.255	86.712
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,41	m3	4.968	2.012
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	0,83	m3	992	824
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 1,8 ml/día)	0,56	día		
	MAESTRO PRIMERA	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	3JORNALERO (EN COLOCACIÓN)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	CAPATAZ	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% LEYES SOCIALES	29,0	%		6.713
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,56	día	70.595	39.219

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

	REFUERZO DE BORDE DÉBIL Y FILTRANTE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS e1=0,4m; e2=0,2m; k=0,67; H=1,3m	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**175.249**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE BORDE				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,70	m3	1.160	817
2	**ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS**				
	REVESTIMIENTO DE ALB. DE PIEDRAS (incluye embayetado)	1,34	m3	76.255	102.208
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,45	m3	4.968	2.236
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	0,92	m3	992	908
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 1,8 ml/dia)	0,56	día		
	MAESTRO PRIMERA	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	3JORNALERO (EN COLOCACIÓN)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	CAPATAZ	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% LEYES SOCIALES	29,0	%		6.713
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,56	día	70.595	39.219
	REFUERZO DE BORDE DÉBIL Y FILTRANTE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS e1=0,4m; e2=0,2m; k=0,67; H=1,25m	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**169.828**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE BORDE				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,68	m3	1.160	792
2	**ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS**				
	REVESTIMIENTO DE ALB. DE PIEDRAS (incluye embayetado)	1,27	m3	76.255	96.915
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,44	m3	4.968	2.161
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	0,89	m3	992	880
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 1,8 ml/dia)	0,56	día		
	MAESTRO PRIMERA	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	3JORNALERO (EN COLOCACIÓN)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	CAPATAZ	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% LEYES SOCIALES	29,0	%		6.713
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,56	día	70.595	39.219

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

	REFUERZO DE BORDE DÉBIL Y FILTRANTE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS	**1**	**ml**	**PU**	**114.742**
	e1=0,4m; e2=0,2m; k=0,67; H=0,65m	1 BORDE			
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE BORDE				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,42	m3	1.160	490
2	**ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS**				
	REVESTIMIENTO DE ALB. DE PIEDRAS (incluye embayetado)	0,57	m3	76.255	43.361
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,26	m3	4.968	1.267
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	0,55	m3	992	544
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 1,8 ml/día)	0,56	día		
	MAESTRO PRIMERA	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	3JORNALERO (EN COLOCACIÓN)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	CAPATAZ	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% LEYES SOCIALES	29,0	%		6.713
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,56	día	70.595	39.219
	REFUERZO DE BORDE DÉBIL Y FILTRANTE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS	**1**	**ml**	**PU**	**210.456**
	e1=0,4m; e2=0,2m; k=0,67; H=1,6m	1 BORDE			
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE BORDE				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,83	m3	1.160	968
2	**ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS**				
	REVESTIMIENTO DE ALB. DE PIEDRAS (incluye embayetado)	1,79	m3	76.255	136.649
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,54	m3	4.968	2.683
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	1,08	m3	992	1.076
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 1,8 ml/día)	0,56	día		
	MAESTRO PRIMERA	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	3JORNALERO (EN COLOCACIÓN)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	CAPATAZ	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% LEYES SOCIALES	29,0	%		6.713
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,56	día	70.595	39.219

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

	REFUERZO DE BORDE DÉBIL Y FILTRANTE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS **e1=0,4m; e2=0,2m; k=0,67; H=1,2m**	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**164.536**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE BORDE				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,66	m3	1.160	767
2	**ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS**				
	REVESTIMIENTO DE ALB. DE PIEDRAS (incluye embayetado)	1,20	m3	76.255	91.750
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,42	m3	4.968	2.087
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	0,86	m3	992	852
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 1,8 ml/día)	0,56	día		
	MAESTRO PRIMERA	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	3JORNALERO (EN COLOCACIÓN)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	CAPATAZ	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% LEYES SOCIALES	29,0	%		6.713
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,56	día	70.595	39.219
	REFUERZO DE BORDE DÉBIL Y FILTRANTE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS **e1=0,4m; e2=0,2m; k=0,67; H=1,25m**	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**169.828**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE BORDE				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,68	m3	1.160	792
2	**ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS**				
	REVESTIMIENTO DE ALB. DE PIEDRAS (incluye embayetado)	1,27	m3	76.255	96.915
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,44	m3	4.968	2.161
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	0,89	m3	992	880
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 1,8 ml/día)	0,56	día		
	MAESTRO PRIMERA	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	3JORNALERO (EN COLOCACIÓN)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	CAPATAZ	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% LEYES SOCIALES	29,0	%		6.713
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,56	día	70.595	39.219

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

	REFUERZO DE BORDE DÉBIL Y FILTRANTE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS **e1=0,4m; e2=0,2m; k=0,67; H=1,4m**	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**186.474**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE BORDE				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,75	m3	1.160	867
2	**ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS**				
	REVESTIMIENTO DE ALB. DE PIEDRAS (incluye embayetado)	1,48	m3	76.255	113.178
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,48	m3	4.968	2.385
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	0,97	m3	992	964
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 1,8 ml/día)	0,56	día		
	MAESTRO PRIMERA	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	3JORNALERO (EN COLOCACIÓN)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	CAPATAZ	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% LEYES SOCIALES	29,0	%		6.713
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,56	día	70.595	39.219
	REFUERZO DE BORDE DÉBIL Y FILTRANTE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS **e1=0,4m; e2=0,2m; k=0,67; H=0,7m**	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**118.630**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE BORDE				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,44	m3	1.160	515
2	**ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS**				
	REVESTIMIENTO DE ALB. DE PIEDRAS (incluye embayetado)	0,62	m3	76.255	47.122
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,27	m3	4.968	1.341
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	0,58	m3	992	572
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 1,8 ml/día)	0,56	día		
	MAESTRO PRIMERA	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	3JORNALERO (EN COLOCACIÓN)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	CAPATAZ	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% LEYES SOCIALES	29,0	%		6.713
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,56	día	70.595	39.219

	REFUERZO DE BORDE DÉBIL Y FILTRANTE CON ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS **e1=0,4m; e2=0,2m; k=0,67; H=1,65m**	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**216.770**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN, ESCARPE Y PREPARACIÓN DE BORDE				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,86	m3	1.160	993
2	**ALBAÑILERÍA DE PIEDRAS**				
	REVESTIMIENTO DE ALB. DE PIEDRAS (incluye embayetado)	1,87	m3	76.255	142.836
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,56	m3	4.968	2.757
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	1,11	m3	992	1.104
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 1,8 ml/dia)	0,56	día		
	MAESTRO PRIMERA	0,56	Ho-día	11.000	6.111
	3JORNALERO (EN COLOCACIÓN)	1,67	Ho-día	6.500	10.833
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	0,56	Ho-día	6.500	3.611
	CAPATAZ	0,19	Ho-día	14.000	2.593
	% LEYES SOCIALES	29,0	%		6.713
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,56	día	70.595	39.219

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO H =1,05m; Bo=0,75m	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**138.616**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,90	m3	1.160	1.044
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA (H=1,8m; b=1,2m)	0,4	m3	92.156	36.862
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	18,0	kg	849	15.282
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,05	m3	41.983	1.994
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	4,40	m2	4.110	18.084
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,40	m3	4.968	1.987
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	1,20	m3	992	1.190
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	JORNALERO	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% LEYES SOCIALES	29	%		6.042
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	día	70.595	35.298

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO H =1,15m; Bo=0,75m	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**148.654**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,90	m3	1.160	1.044
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA (H=1,8m; b=1,2m)	0,50	m3	92.156	46.078
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	18,0	kg	849	15.282
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,05	m3	41.983	1.994
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	4,60	m2	4.110	18.906
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,40	m3	4.968	1.987
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	1,20	m3	992	1.190
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	JORNALERO	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% LEYES SOCIALES	29	%		6.042
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	día	70.595	35.298

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO H =1,3m; Bo=0,9m	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**154.695**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	1,00	m3	1.160	1.160
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA (H=1,8m; b=1,2m)	0,50	m3	92.156	46.078
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	21,0	kg	849	17.829
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,06	m3	41.983	2.309
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	5,20	m2	4.110	21.372
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,50	m3	4.968	2.484
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	1,30	m3	992	1.290
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	JORNALERO	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% LEYES SOCIALES	29	%		6.042
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	día	70.595	35.298

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO H =1,25m; Bo=0,9m	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**152.586**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	1,00	m3	1.160	1.160
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA (H=1,8m; b=1,2m)	0,50	m3	92.156	46.078
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	19,0	kg	849	16.131
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,06	m3	41.983	2.309
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	5,10	m2	4.110	20.961
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,50	m3	4.968	2.484
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	1,30	m3	992	1.290
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	JORNALERO	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% LEYES SOCIALES	29	%		6.042
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	día	70.595	35.298

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO H =0,65m; Bo=0,4m	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**115.755**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,60	m3	1.160	696
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA (H=1,8m; b=1,2m)	0,30	m3	92.156	27.647
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	12,0	kg	849	10.188
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,03	m3	41.983	1.259
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	2,80	m2	4.110	11.508
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,30	m3	4.968	1.490
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	0,80	m3	992	794
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	JORNALERO	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% LEYES SOCIALES	29	%		6.042
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	día	70.595	35.298

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO H =1,6m; Bo=1,3m	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**192.605**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	1,20	m3	1.160	1.392
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA (H=1,8m; b=1,2m)	0,70	m3	92.156	64.509
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	34,0	kg	849	28.866
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,08	m3	41.983	3.149
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	6,80	m2	4.110	27.948
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,60	m3	4.968	2.981
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	1,60	m3	992	1.587
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	JORNALERO	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% LEYES SOCIALES	29	%		6.042
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	día	70.595	35.298

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO H =1,2m; Bo=0,75m	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**149.778**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	1,00	m3	1.160	1.160
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA	0,50	m3	92.156	46.078
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	18,0	kg	849	15.282
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,05	m3	41.983	1.994
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	4,70	m2	4.110	19.317
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,50	m3	4.968	2.484
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	1,30	m3	992	1.290
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	JORNALERO	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% LEYES SOCIALES	29	%		6.042
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	día	70.595	35.298

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO H =1,25m; Bo=0,8m	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**150.705**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	1,00	m3	1.160	1.160
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA	0,50	m3	92.156	46.078
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	18,0	kg	849	15.282
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,05	m3	41.983	2.099
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	4,90	m2	4.110	20.139
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,50	m3	4.968	2.484
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	1,30	m3	992	1.290
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 2,0 ml/día)	0,5	dia		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	JORNALERO	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% LEYES SOCIALES	29	%		6.042
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	día	70.595	35.298

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO H =1,4m; Bo=1,1m	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**167.960**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	1,10	m3	1.160	1.276
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA	0,60	m3	92.156	55.294
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	22,0	kg	849	18.678
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,07	m3	41.983	2.729
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	5,80	m2	4.110	23.838
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,50	m3	4.968	2.484
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	1,50	m3	992	1.488
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 2,0 ml/dia)	0,5	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	JORNALERO	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% LEYES SOCIALES	29	%		6.042
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	día	70.595	35.298

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO H =0,7m; Bo=0,4m	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**116.480**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	0,70	m3	1.160	812
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA	0,30	m3	92.156	27.647
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	12,0	kg	849	10.188
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,03	m3	41.983	1.259
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	2,90	m2	4.110	11.919
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,30	m3	4.968	1.490
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	1,00	m3	992	992
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	JORNALERO	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% LEYES SOCIALES	29	%		6.042
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	día	70.595	35.298

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

	CONFECCIÓN Y SUMINISTRO DE REVESTIMIENTO DE CANAL CON MEDIA CANOA DE HORMIGÓN ARMADO H =1,65m; Bo=1,35m	**1** 1 BORDE	**ml**	**PU**	**194.596**
	no incluye empalmes				
1	**PREPARACIÓN DE TERRENO**				
	EXCAVACIÓN CON MÁQUINA-MATERIAL BLANDO	1,30	m3	1.160	1.508
2	**HORMIGONADO, ENFIERRADURA, EMPLANTILLADO Y MOLDAJE**				
	HORMIGÓN H-25 MUROS Y LOSA	0,70	m3	92.156	64.509
	ENFIERRADURA A 44 (suministro y colocación)	35,0	kg	849	29.715
	EMPLANTILLADO (hormigón pobre e=0,05m)	0,08	m3	41.983	3.254
	MOLDAJE DE PINO (1 de 6 usos)	7,00	m2	4.110	28.770
3	**RELLENO ESTRUCTURAL EN TORNO A OBRA**				
	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SELECCIONADO	0,60	m3	4.968	2.981
4	**TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO**				
	TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO (esponjamiento de un 30%)	1,70	m3	992	1.686
5	**MANO DE OBRA :**				
	Cuadrilla = 1 MAESTRO DE 1ª + 4 AYUDANTES (rend = 2,0 ml/día)	0,5	día		
	MAESTRO PRIMERA (EN COLOCACIÓN)	0,5	Ho-día	11.000	5.500
	JORNALERO (EN ACARREO Y COLOCACIÓN)	1,50	Ho-día	6.500	9.750
	JORNALERO	0,5	Ho-día	6.500	3.250
	CAPATAZ	0,17	Ho-día	14.000	2.333
	% LEYES SOCIALES	29	%		6.042
6	**AGOTAMIENTO DE NAPA**				
	CON MOTOBOMBAS DE 6"	0,5	día	70.595	35.298

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.- Evaluación económica

4.1.- Alcance metodológico general de la evaluación económica
4.2.- Metodología de la evaluación social
4.3.- Precisiones a la evaluación social
4.4.- Análisis de sensibilidad de la evaluación social
4.5.- Metodología de la evaluación privada
4.6.- Análisis de sensibilidad de la evaluación a precios de mercado
4.7.- Valoración de beneficios y costos a precios sociales y de mercado para evaluación económica del proyecto
4.8.- Resultados de la evaluación económica
4.9.- Análisis financiero
4.10.- Niveles de empleo

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.1.- Alcance metodológico general de la evaluación económica.

La metodología empleada se orienta a determinar la rentabilidad del proyecto, cuyo objetivo final es el mejoramiento del riego agrícola mediante la concreción de obras civiles y muy especialmente, el mejoramiento de la calidad de agua en los canales comuneros, con la cual se riega.

Conforme a los resultados obtenidos en este estudio de prefactibilidad, es recomendable avanzar a la etapa siguiente del estudio que corresponde a la factibilidad del proyecto.

La evaluación económica se realizó para un período de análisis de 30 años con la diferencia monetaria generada por dos flujos que son: situación futura con proyecto, y situación actual o actual mejorada. La diferencia entre los flujos de ambas situaciones, corresponde exclusivamente al aporte incremental atribuible al proyecto. La situación actual se diferencia de la situación actual mejorada, en que esta última incorpora un crecimiento vegetativo de la producción agrícola por la aplicación de medidas de gestión, que mejoren las condiciones de operación y de servicio de la infraestructura, y el mejoramiento u optimización de algunos de sus insumos, tales como: semillas, fertilizantes, eficiencia del riego, etc.

Se elaboraron cinco evaluaciones económicas, esto es, una para cada sector de riego denominados respectivamente: Santa Amelia, San Roberto, El Salto, San Luis y Larmahue; y además una evaluación para el área total del estudio.

Se aclara que la "evaluación técnico económica" se contiene en el Capítulo Nº3.4 – "Dimensionamiento Económico de Obras", de análisis de las alternativas de obras civiles. En este análisis se considera el pre dimensionamiento económico optimizado de las obras principales. El análisis económico a nivel predial se contiene en el análisis financiero que se incluye en el Capítulo Nº4.9.

Los beneficios directos del proyecto se dividen en las siguientes componentes:

i.- Beneficios agronómicos, que incluyen el aprovechamiento de la mayor disponibilidad hídrica debido a las recuperaciones de agua conseguidas con las obras de revestimiento del canal matriz. Este beneficio es producto de la incorporación de secanos y de cambios en el patrón agronómico.

ii.- Beneficios agronómicos y ahorros inducidos con el mejoramiento de la calidad de las aguas de riego al interior de la red de canales.

iii.- Mayor seguridad de operación debido al mejoramiento de la estabilidad de bordes de canales con trazados en ladera.

iv.- Beneficio económico por el porteo de aguas lluvias de terceros, por los cauces de la Asociación.

Para la estimación de un flujo de beneficios agronómicos asociado a tres eventos hidrológicos; esto es: año normal ó asimilado al año con 50% de probabilidad de excedencia; año 65% o con escasez incipiente de disponibilidad hídrica, y año seco ó

85%, se procede a la construcción de "curvas o funciones de producción" que relacionan el beneficio agronómico con la disponibilidad hídrica y su mejor calidad, en un sector especifico. Estas funciones se utilizan en una simulación operacional de cada sector del proyecto para un horizonte de evaluación de 30 años de estadística hidrológica. La construcción de estas curvas de producción se detalla en el Capítulo Nº4.7.3-1.

En los beneficios directos se incluye la valorización del mejoramiento de la calidad de las aguas para riego en la obra comunera del proyecto, que contiene obras en el sector de la bocatoma y en el Canal Matriz Almahue. El mejoramiento de la calidad de las aguas facilita y estimula el tratamiento bacteriológico a nivel intrapredial, especialmente en los predios agrícolas orientados a la exportación. El flujo de inversión para el tratamiento bacteriológico de las aguas a nivel intrapredial se contiene en el Cuadro Nº 3.2.11-1 del Capítulo Nº3.2.11 – "Inversión de Tratamiento de Aguas".

La evaluación económica, se realizó recogiendo las recomendaciones de MIDEPLAN en sus publicaciones: "Inversión Pública, Eficiencia y Equidad" y "Precios Sociales para La Evaluación Social de Proyectos - 2009". En esta última, se propone una tasa de descuento social del 8%. Se considera una tasa de descuento del 10% para evaluación económica privada. Todos los valores monetarios se expresan en pesos ($) al día 31 de Agosto de 2008.

Las inversiones en obras civiles se consultan en el año "cero" del análisis, más una reposición de inversiones de las obras mecánicas y de un 5% de las losetas de revestimiento del Canal Matriz, todo lo cual se realiza en el año 15 del análisis. Los costos y flujos asociados a estas inversiones se presentan en el Capítulo Nº4.7.6.1.

En relación a la distribución del costo de inversión de las obras civiles en los diferentes sectores, se tiene que cada uno de los cinco canales derivados/sectores procura asumir el costo de las obras que se emplazan en su interior, más la proporción según superficie de la inversión de las obras comuneras del Canal Matriz y en el sector de la bocatoma. La Asociación requiere hacer mejoramientos en todos los derivados para facilitar la aprobación de la Asamblea General de Accionistas. En la práctica, la Asociación distribuirá entre todos sus accionistas, el costo de una fracción de las obras pertenecientes a aquellos derivados que pudieran arrojar un VAN negativo.

No se incluye en los flujos lo referente al aprovechamiento hidroeléctrico asociado al riego, ya que las 2 alternativas analizadas arrojaron un VAN notablemente negativo, lo cual lleva a descartar en el presente estudio la alternativa de generación hidroeléctrica, según se contiene en el Capítulo Nº3.4.4 – "Generación Hidroeléctrica mediante Minicentral".

Los antecedentes de márgenes netos agrícolas actuales y en condición "actual mejorada" se contienen en Capítulo Nº2.4 – "Estudio Agroeconómico". Los márgenes netos agrícolas futuros del área y el beneficio asociado al mejoramiento de calidad del agua se contienen en Capítulo Nº3.2 – "Situación Agrícola Futura o con Proyecto". Todo esto se presenta tabulado en el Capítulo Nº4.7.3.1.4 para su uso en la construcción de las funciones de producción de cada sector.

Los costos de puesta en riego y la adecuación predial se contienen también en el Capítulo Nº3.2.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

El beneficio de evitar roturas de bordes se evaluó para el canal matriz y los canales derivados, promediando el costo calculado de reposición de obras, asociado a los seis eventos estadísticos informados por la Asociación, ocurridos en el período desde julio de 2006 hasta marzo de 2009. Este costo corresponde a un promedio de inversión que anualmente realiza la Asociación en reposición de bordes. Estos antecedentes disponibles son poco específicos y muy limitados en su información, por lo tanto imposibilitan hacer un cálculo probabilístico de ocurrencia de siniestros de alta confiabilidad. Solamente en el año 2006 se tiene registrado un desborde que ocurrió en el canal matriz en época de lluvia. Sin embargo esta crecida no generó daños agrícolas, ni a la propiedad privada ni a las personas. El resto de los eventos registrados ocurrió en la temporada de riego.

Según la Asociación, el promedio de longitud de las reparaciones efectuadas en los bordes amagados es de 20m.

Los eventos señalados por la Asociación se presentan resumidos a continuación en el Cuadro N°4.1-1 siguiente. Además los flujos de beneficios asociados a los ahorros señalados se contienen en el Capítulo N°4.7.4.2.

CUADRO N°4.1-1
RESUMEN DE LOS EVENTOS DE ROTURA DE BORDE DÉBIL Y FILTRANTE INFORMADOS POR LA ASOCIACIÓN

N°	FECHA	UBICACIÓN DE LA ROTURA
1	12-07-2006	Canal El Salto, km 4,00
2	01-03-2007	Canal San Roberto, km 5,05
3	13-11-2007	Canal El Salto, km 11,00
4	04-03-2008	Canal San Luis, km 12,00
5	17-03-2008	Canal San Roberto, km 5,05
6	22-02-2008	Canal San Roberto, km 2,00

Por otro lado, conforme a la experiencia obtenida de otros canales similares, se asume que el beneficio para la Asociación por uso de terceros de los canales de riego para evacuar aguas lluvias, equivale a un 25% del costo de la obra de desagüe proyectada en el Km 5,05 del canal matriz, cuyo costo directo es de $392 millones. Este costo será anualizado en el horizonte de evaluación de 30 años. El flujo resultante de este beneficio se contiene en el Capítulo N°4.7.4.2.

No se consulta el beneficio por comercialización de arena y sedimentos, porque en la práctica no se dispone del espacio físico que permita recuperarla en el sector de la obra de sedimentación. Además el volumen de arena que sedimenta es muy menor, inferior a 20.000 m^3/año, por lo que finalmente no se considera en los flujos.

Según el estudio agronómico del Capítulo N°3.2, en el punto N°3.2.10 – "Asistencia Técnica y Capacitación", y debido al bajo nivel tecnológico del riego, que incide en la baja eficiencia de uso del recurso agua, y a la baja capacidad técnica y de gestión por parte de los productores de los predios más pequeños, se ha considerado necesario establecer un programa de asistencia técnica y capacitación para este proyecto. Dicho programa considera un presupuesto de $15 millones, constante para los primeros 10 años del

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

análisis. El flujo se contiene en el punto N°4.7.6.3.

Para determinar los costos de operación y mantención de las obras del proyecto se utilizó la información contenida en la Memoria Anual de la Asociación correspondiente al período 2008/2009, que asciende a un presupuesto de $102 millones. Este valor se considera representativo y se consulta ese valor constante para los 30 años de análisis. El flujo asociado por este concepto se contiene en el punto N°4.7.6.1.

Los costos asociados a las medidas de mitigación de impactos ambientales negativos corresponden a costos que ocurren durante la etapa de construcción, esto es: riego para humedecimiento de caminos con tráfico vehicular, uso de malla de protección en camiones tolva de transporte, uso de baños químicos para el personal que trabaja en las faenas, señalética en caminos. Todo lo cual está incorporado en los gastos generales de construcción, señalado en el presupuesto de obras.

La rentabilidad del proyecto se mide mediante el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno o rentabilidad (TIR). El VAN se calculó con los márgenes netos incrementales con respecto a la situación actual mejorada, por lo tanto, cada VAN obtenido en esta evaluación económica se refiere al beneficio estrictamente atribuible al proyecto. Adicionalmente, se determina la relación beneficio/costo (N/K). También se calcula el período de recuperación del capital invertido y el plazo para inicio de flujos positivos. Los flujos resultantes y el análisis de sensibilidad asociado se contiene en el Capítulo N°4.8.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.2.- Metodología de la evaluación social.

4.2.1.- Factores de corrección social.

Para la evaluación económica social se identificaron los costos que se ven influenciados por este análisis, a partir del estudio de precios unitarios, que determina el presupuesto detallado a precios sociales, que se contiene en el Anexo Nº4.7.6-B.

Se presentan a continuación los factores sociales de corrección de los precios privados, según MIDEPLAN y que serán utilizados en el presente estudio.

i.- Mano de obra: factor se aplica sobre el costo unitario de la jornada/hombre:

Mano de obra calificada:	0,98
Mano de obra semi calificada:	0,68
Mano de obra no calificada:	0,62

ii.- Insumos:

Insumo nacional:	1,0
Divisa:	1,01
Combustible:	400 $/lt petróleo sin IVA.

iii.- Tarifa para maquinaria importada: 1,007 = (1,01*0,7 + 1,0*0,3). Este Factor se compone del Factor Divisa: 1,01 por el 70% de componente importada; el 30% restante es nacional que se afecta por 1,0.

4.2.2.- Beneficios brutos sociales.

- Beneficios agronómicos: se evaluaron mediante la construcción de cinco funciones de producción a precios sociales, es decir uno por cada Sector. Se consideraron las siguientes 3 situaciones:

i.- Situación actual mejorada.

ii.- Situación futura con mejoramiento del patrón productivo e incorporación de secanos

iii.- Situación futura con castigo en los precios de exportación por problemas en la calidad de aguas.

Los beneficios agronómicos del proyecto corresponden al incremental entre la situación actual mejorada y cada una de las dos situaciones futuras. En el caso de la situación futura con castigo en los precios, el beneficio corresponde a la pérdida evitada debido a la ejecución de obras para el mejoramiento de la calidad de las aguas.

- Beneficio por ahorro de costos de reposición: Se define en este caso específico por beneficio, al ahorro de costos de reposición de obras civiles, el cual es prorrateado proporcionalmente según la superficie de riego de los cinco sectores en que se ha dividido el proyecto. El beneficio señalado se resume en el Cuadro Nº4.2.2-1 y se contiene desarrollado a modo de flujo en el Capítulo Nº4.7.4.2.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°4.2.2-1
BENEFICIO ECONÓMICO POR AHORRO POR MENORES ROTURAS DE BORDES DÉBILES Y FILTRANTES VALORACIÓN A PRECIOS SOCIALES

AÑO	SECTOR SANTA AMELIA Millones $	SECTOR TOCO SAN ROBERTO Millones $	SECTOR SAN LUIS CALEUCHE Millones $	SECTOR EL SALTO SANTA IRENE Millones $	SECTOR LARMAHUE Millones $	TODA EL ÁREA DE PROYECTO Millones $
1-30	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700

- Mejoramiento del control de aguas lluvias interceptadas, por la mayor capacidad de porteo que tendrá el canal matriz Almahue y su futura capacidad de evacuación hacia el río Cachapoal. Se define en este caso específico el ingreso por uso de los cauces de la Asociación para conducir aguas lluvias de terceros, el cual es prorrateado proporcionalmente según la superficie de riego de los 5 sectores en que se ha dividido el proyecto. El beneficio señalado se resume en el Cuadro N°4.2.2-2 y se contiene desarrollado a modo de flujo en el Capítulo N°4.7.4.2.

CUADRO N°4.2.2-2
BENEFICIO ECONÓMICO POR CONDUCCIÓN DE AGUAS LLUVIAS DE TERCEROS POR LOS CAUCES DE LA ASOCIACIÓN VALORACIÓN A PRECIOS SOCIALES

AÑO	SECTOR SANTA AMELIA Millones $	SECTOR TOCO SAN ROBERTO Millones $	SECTOR SAN LUIS CALEUCHE Millones $	SECTOR EL SALTO SANTA IRENE Millones $	SECTOR LARMAHUE Millones $	TODA EL ÁREA DE PROYECTO Millones $
1-30	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649

- Beneficios indirectos: Adicionalmente a los beneficios citados, existen beneficios indirectos que no han sido cuantificados en esta evaluación, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

  - Los accionistas podrán contar con más agua en los años extremadamente secos, al contar a futuro con un dispositivo de aforo en el canal matriz. Lo anterior se debe a que el caudal del canal Almahue es controlado actualmente en esos años secos por la Junta de Vigilancia mediante una regleta ubicada en el saque Acequia Madre, cuya tabla marca un caudal significativamente superior al que efectivamente escurre en esa Sección, perjudicando notablemente al canal Almahue frente al resto de los canales que regula la Junta.

4.2.3.- Costos brutos sociales.

Entre los costos brutos sociales se encuentran los de la inversión en obras civiles, así como los de operación y mantención del proyecto civil, a precios sociales. Los costos de las obras civiles, de mantención y de operación incluyen gastos generales, costo por imprevistos y utilidades del contratista.

A continuación se indican las inversiones a precios sociales considerados en la evaluación económica:

- Valor adoptado para la inversión en obras civiles en el año "0" del análisis: $5.052 millones a precios sociales. Este valor se presenta en el presupuesto de obras a precios sociales contenido en el Anexo Nº4.7.6-C. La fracción de la inversión inicial que corresponde a cada sector específico se contiene en el Capítulo Nº4.7.6.

- Costo en reposición de obras civiles en el "año 15" del análisis: $115 millones a precios sociales, este valor corresponde a la reposición del 5% de las losetas del Canal Matriz más la totalidad de los mecanismos considerados en el presupuesto. La fracción de esta reposición que corresponde a cada sector específico, se contiene en el Capítulo Nº4.7.6. y su cálculo se presenta en el Anexo Nº 4.7.6-A.

- Costo anual de mantención de canales matrices: $102 millones a precios sociales. Este costo de mantención de canales, resulta de la diferencia de costos de mantención de los canales matrices, entre la situación con proyecto y la situación actual. La fracción de este costo de mantención que corresponde a cada sector se contiene en el Capítulo Nº4.7.6.

4.2.4.- Escenario básico para la evaluación social global del proyecto.

El escenario básico, considerado como el más probable, es el siguiente:

i.- Tasa social de actualización anual: i=8 %
ii.- Inversión civil (Io) en el año "0" del análisis.
iii.- Reposición de obras civiles en el "año 15" del análisis.
iv.- Costo anual de mantención de canales que se detalla en Capítulo Nº4.7.6.1
v.- Ahorro de costos por siniestros, en reposición de obras civiles en la zona agrícola aledañas al canal Almahue, detallados en el Capítulo Nº4.7.6.1.
vi.- Inicio del desarrollo agrícola en el "año 1" del análisis.
vii.-Beneficios directos del proyecto contenidos en el Capítulo Nº4.7.4.3.

Para el escenario básico definido anteriormente, se obtuvieron los parámetros económicos presentados en el Cuadro Nº4.2.4-1, los cuales se detallan además en el Capítulo Nº4.8 y en los Anexos 4.8.2-A hasta Nº4.8.2-F.

CUADRO Nº4.2.4-1
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DE TODA EL ÁREA DEL PROYECTO
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE
VAN (millones $)	**48.383**
N/K	**11,9**
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**7**
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**26,1**
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**

Notas: 1.- El caso base, está definido con la Inversión Inicial (Io) calculada en el presupuesto general de obras presentada en el Capítulo Nº3.6.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

4.3.- Precisiones a la evaluación social.

Entre los beneficios brutos sociales generados por el proyecto que se destacan, sin ser cuantificados, se incluyen los siguientes:

- Mejoramiento en la distribución del ingreso, en el área urbana y rural habitada y/o poseída por personas de bajos niveles de ingresos. Lo anterior se debe a que el proyecto permite a dichas personas, reducir gratuitamente su probabilidad de accidente en torno al canal.

- Mejoramiento en la distribución del ingreso, en la población que participará laboralmente en la implementación de las obras del proyecto. De igual modo, como gracias al proyecto es posible pensar en la incorporación a la producción de nuevas superficies agrícolas, el proyecto permite por este concepto la incorporación de personas en situación de extrema pobreza, a actividades laborales más permanentes y mejor remuneradas.

- Mejoramiento de condiciones sanitarias, a consecuencia de una mejor higiene al emplearse agua de mejor calidad.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.4.- Análisis de sensibilidad de la evaluación social.

Se realiza un análisis de sensibilidad a los parámetros que conforman el escenario básico a nivel global del proyecto completo, a precios de mercado y a precios sociales. Los parámetros a sensibilizar son los siguientes:

- Porcentaje de variación de costos de obras civiles: (-15%), (-10%), 0%, 10%, 15% y máxima variación que anula VAN.

- Porcentaje de variación de precios de los productos agrícolas. (-15%), (-10%), 0%, 10%, 15% y máxima variación que anula VAN.

- Porcentaje de variación de los costos agrícolas de producción: (-15%), (-10%), 0%, 10%, 15% y máxima variación que anula VAN.

- Aplazamiento del desarrollo agrícola o de implementación: 0, 1, 2, 3, 4 años.

- Tasa de descuento: 8%; 10%; 12%, y tasa que anula el VAN.

Las sensibilidades planteadas para el aumento de costos y disminución de ingresos agrícolas, cubren un amplio espectro de variaciones en los precios, cuyos orígenes y montos dependen de numerosas variables no cuantificables al nivel de este estudio de prefactibilidad.

Para el escenario básico definido en el Capitulo N°4.2, se obtuvieron los parámetros económicos presentados en los Cuadros N°4.4-1 al N°4.4-3, los cuales se detallan además en el Capítulo N°4.8 y en los Anexos 4.8.2-A hasta N°4.8.2-F. En el Capítulo N°4.8 además se presentan los resultados de la evaluación económica para cada uno de los cinco sectores específicos que aborda el estudio.

CUADRO N°4.4-1
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DE TODA EL ÁREA DEL PROYECTO
SENSIBILIZACION DEL VAN CON VARIACIÓN EN EL COSTO DE LA INVERSIÓN INICIAL
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	VARIACIÓN EN EL COSTO DE OBRAS CIVILES Io					
		-15%	-10%	0%	10%	15%	776%
VAN (millones $)	**48.395**	49.330	49.019	**48.395**	47.772	47.460	0
N/K	**11,9**	14,0	13,2	**11,9**	10,8	10,3	1,1
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**7**	6	6	**7**	7	7	13
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**26,1**	27	27	**26**	25	25	8
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**	6	6	**6**	6	6	13

Notas: 1.- El caso base, está definido con la Inversión Inicial (Io) calculada en el presupuesto general de obras presentada en el Capítulo N°3.6.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°4.4-2
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DE TODA EL ÁREA DEL PROYECTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN AGRÍCOLA (AÑOS)			
		1	2	3	4
VAN (millones $)	**48.395**	42.549	37.132	32.019	27.369
N/K	**11,9**	10,7	9,6	8,6	7,7
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**7**	8	9	10	11
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**26**	22	19	17	16
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**	7	8	9	10

Notas: 1.- El caso base, está definido por la implementación agrícola en el año N°1 del horizonte de evaluación, es decir, con 0 años de postergación.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO N°4.4-3
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DE TODA EL ÁREA DEL PROYECTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	TASA DE DESCUENTO i %			
	8	10	12	26,1
VAN (millones $)	**48.395**	35.680	26.358	0
N/K	**11,9**	9,3	7,5	2,3
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**7**	7	7	7
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**26**	26	26	26
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**	6	6	6

Notas: 1.- El caso base, está definido por la tasa de descuento social definida por Mideplan i=8%.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

4.5.- Metodología de la evaluación privada.

El principal interés en la evaluación económica privada es comparar los beneficios económicos versus las inversiones en obras civiles y su mantención, todo valorizado a precios privados mediante la cuantificación de todos los parámetros relevantes.

Un aspecto considerado en esta evaluación privada, es que la agricultura, en esta zona en general, no paga impuestos, en que gran parte de los predios están exentos por tratarse de pequeños propietarios, por lo cual la incidencia de los impuestos en el análisis se considera despreciable, aún cuando podría generar un pequeño sesgo de sobreestimación.

4.5.1.- Beneficios brutos a precios de mercado.

- Beneficios agronómicos: estos se evaluaron mediante la construcción de cinco funciones de producción a precios de mercado, es decir una por cada Sector. Se consideraron las siguientes tres situaciones:

i.- Situación actual mejorada.

ii.- Situación futura con mejoramiento del patrón productivo e incorporación de secanos.

iii.- Situación futura con castigo en los precios de exportación por problemas en la calidad de aguas.

Los beneficios agronómicos del proyecto corresponden al incremental entre la situación actual mejorada y cada una de las dos situaciones futuras. En forma específica en el segundo caso (ii) se consideran las pérdidas evitadas como consecuencia del mejoramiento de la calidad de las aguas debido a las inversiones del proyecto.

- Beneficio por ahorro de costos de reposición: Se define en este caso específico por beneficio al ahorro de costos de reposición de obras civiles, prorrateado proporcionalmente según la superficie de riego de los cinco Sectores que componen el proyecto. El beneficio señalado está resumido en el Cuadro N°4.5.1-1 y se contiene desarrollado a modo de flujo en el Capítulo N°4.7.4.2.

CUADRO N°4.5.1-1
BENEFICIO ECONÓMICO POR AHORRO POR MENORES ROTURAS DE BORDES DÉBILES Y FILTRANTES VALORACIÓN A PRECIOS DE MERCADO

AÑO	SECTOR SANTA AMELIA Millones $	SECTOR TOCO SAN ROBERTO Millones $	SECTOR SAN LUIS CALEUCHE Millones $	SECTOR EL SALTO SANTA IRENE Millones $	SECTOR LARMAHUE Millones $	TODA EL ÁREA DE PROYECTO Millones $
1-30	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841

- Mejoramiento del control de aguas lluvias interceptadas, por la mayor capacidad de porteo que tendrá el canal matriz Almahue y su futura capacidad de evacuación hacia el río Cachapoal. Se define en este caso específico el ingreso económico por uso de los cauces de la Asociación para conducir aguas lluvias de terceros, el cual es prorrateado proporcionalmente según la superficie de riego de los cinco Sectores en que se ha dividido el proyecto. El beneficio señalado se resume en el Cuadro Nº4.5.1-2 y se contiene desarrollado a modo de flujo en el Capítulo Nº4.7.4.2.

CUADRO Nº4.5.1-2
BENEFICIO ECONÓMICO POR CONDUCCIÓN DE AGUAS LLUVIAS DE TERCEROS POR LOS CAUCES DE LA ASOCIACIÓN
VALORACIÓN A PRECIOS DE MERCADO

AÑO	SECTOR SANTA AMELIA Millones $	SECTOR TOCO SAN ROBERTO Millones $	SECTOR SAN LUIS CALEUCHE Millones $	SECTOR EL SALTO SANTA IRENE Millones $	SECTOR LARMAHUE Millones $	TODA EL ÁREA DE PROYECTO Millones $
1-30	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649

- Beneficios indirectos: Adicionalmente a los beneficios citados, existen beneficios indirectos que no han sido cuantificados en esta evaluación, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

  - Los accionistas podrán contar con más agua en los años extremadamente secos, al disponer a futuro con un dispositivo de aforo en el Canal Matriz. Lo anterior se debe a que el caudal del canal Almahue es controlado actualmente en esos años secos por la Junta de Vigilancia en una regleta ubicada en el saque Acequia Madre, cuya tabla marca un caudal significativamente superior al que efectivamente escurre en esa sección, perjudicando notablemente al canal Almahue frente al resto de los canales que regula la Junta.

4.5.2.- Costos brutos a precios de mercado.

Entre los costos brutos se encuentran los de la inversión en obras civiles, así como los de operación y mantención del proyecto civil, a precios de mercado. Los costos de las obras civiles, de mantención y de operación incluyen gastos generales, costos por imprevistos y utilidades del contratista, todos ellos valorizados a precios de mercado.

A continuación se indican las inversiones a precios de mercado considerados en la evaluación económica:

- Valor adoptado para la inversión en obras civiles en el "año 0" del análisis: $5.392 millones a precios de mercado. Este valor se presenta en el presupuesto de obras a precios de mercado en el Anexo Nº4.7.6-B. La fracción de la inversión inicial que corresponde a cada Sector específico se contiene en el Capítulo Nº4.7.6.

- Costo en reposición de obras civiles en el "año 15" del análisis: $115 millones a precios de mercado, este valor corresponde a la reposición del 5% de las losetas en el Canal Matriz, más la totalidad de los mecanismos de compuertas considerados en el presupuesto. La fracción de esta reposición que corresponde a

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

cada Sector específico se contiene en el Capítulo N°4.7.6. y su cálculo se presenta en el Anexo N° 4.7.6-A.

-Costo anual de mantención de canales matrices: $102 millones a precios de mercado. Este costo de mantención de canales, resulta de la diferencia de costos de mantención de los canales matrices, entre la situación con proyecto y la situación actual. La fracción de este costo de mantención que corresponde a cada Sector se contiene en el Capítulo N°4.7.6.

4.5.3.- Escenario básico para la evaluación económica global del proyecto a precios de mercado.

El escenario básico, considerado como el más probable, es el siguiente:

i.- Tasa de actualización anual: i=10 %
ii.- Inversión civil (Io) en el "año 0" del análisis.
iii.- Reposición de obras civiles en el "año 15" del análisis.
iv.- Costo anual de mantención de canales que se detalla en Capítulo N° 4.7.6.1
v.- Ahorro de costos por siniestros, en reposición de obras civiles en la zona agrícola aledaña al canal Almahue, detallados en el Capítulo N°4.7.6.1.
vi.- Inicio del desarrollo agrícola en el "año 1" del análisis.
vii.- Beneficios directos del proyecto contenidos en el Capítulo N°4.7.4.3.

Para el escenario básico definido anteriormente, se obtuvieron los parámetros económicos presentados en el Cuadro N°4.5.3-1, los cuales se detallan además en el Capítulo N°4.8 y en los Anexos 4.8.2-A hasta N°4.8.2-F.

CUADRO N°4.5.3-1
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DE TODA EL ÁREA DEL PROYECTO
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE
VAN (millones $)	**31.483**
N/K	**8,1**
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**7**
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**23,8**
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**

Notas: 1.- El caso base, está definido con la Inversión Inicial (Io) calculada en el presupuesto general de obras presentada en el Capítulo N°3.6.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.6.- Análisis de sensibilidad de la evaluación a precios de mercado.

Las sensibilizaciones planteadas se generan en torno a la alternativa considerada como pivote o más probable. Con objeto de entregar un rango amplio de variación de este pivote, se procede a sensibilizar el resultado del VAN y TIR, con variaciones de los parámetros básicos: costos de inversión, flujos agrícolas, tasa de interés e incorporación del proyecto agrícola.

Se realiza un análisis de sensibilidad a los parámetros que conforman el escenario básico a nivel global del proyecto completo a precios de mercado. Los parámetros a sensibilizar son los siguientes:

- Porcentaje de variación de costos de obras civiles: (-15%), (-10%), 0%, 10%, 15% y máxima variación que anula VAN.

- Porcentaje de variación de precios de los productos agrícolas. (-15%), (-10%), 0%, 10%, 15% y máxima variación que anula VAN.

- Porcentaje de variación de los costos agrícolas de producción: (-15%), (-10%), 0%, 10%, 15% y máxima variación que anula VAN.

- Aplazamiento del desarrollo agrícola o de implementación: 0, 1, 2, 3, 4 años.

- Tasa de descuento: 8%,10%,12%, y tasa que anula el VAN.

Las sensibilidades planteadas para el aumento de costos y disminución de ingresos agrícolas, cubren un amplio espectro de variaciones en los precios, cuyos orígenes y montos dependen de numerosas variables no cuantificables al nivel de este estudio de prefactibilidad.

Para el escenario básico definido en el Capitulo N°4.5, se obtuvieron los parámetros económicos presentados en los Cuadros N°4.6-1 al N°4.6-3, los cuales se detallan además en el Capítulo N°4.8 y en los Anexos 4.8.2-A hasta N°4.8.2-F. En el Capítulo N°4.8 además se presentan los resultados de la evaluación económica para cada uno de los cinco Sectores específicos.

CUADRO N°4.6-1
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DE TODA EL ÁREA DEL PROYECTO
SENSIBILIZACION DEL VAN CON VARIACIÓN EN EL COSTO DE LA INVERSIÓN INICIAL
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	VARIACIÓN EN EL COSTO DE OBRAS CIVILES Io					
		-15%	-10%	0%	10%	15%	494%
VAN (millones $)	**31.502**	32.459	32.140	**31.502**	30.864	30.545	0
N/K	**8,1**	9,6	9,0	**8,1**	7,4	7,0	1,2
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**7**	7	7	**7**	7	7	11
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**23,9**	24,9	24,5	**23,9**	23,2	22,9	10,0
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**	6	6	**6**	6	6	11

Notas: 1.- El caso base, está definido con la Inversión Inicial (Io) calculada en el presupuesto general de obras presentada en el Capítulo N°3.6.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO Nº4.6-2
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DE TODA EL ÁREA DEL PROYECTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN AGRÍCOLA (AÑOS)			
		1	2	3	4
VAN (millones $)	**31.502**	26.326	21.622	17.315	13.429
N/K	**8,1**	7,2	6,3	5,5	4,8
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**7**	8	9	10	11
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**23,9**	20,4	18,0	16,1	14,6
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**	7	8	10	11

Notas: 1.- El caso base, está definido por la implementación agrícola en el año Nº1 del horizonte de evaluación, es decir, con 0 años de postergación.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO Nº4.6-3
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DE TODA EL ÁREA DEL PROYECTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

PARÁMETROS ECONÓMICOS	TASA DE DESCUENTO i %			
	8	**10**	12	23,9
VAN (millones $)	43.406	**31.502**	22.775	0
N/K	10,3	**8,1**	6,5	2,3
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	7	**7**	7	7
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	23,9	**23,9**	23,9	23,9
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	6	**6**	6	6

Notas: 1.- El caso base, está definido por la tasa de descuento de mercado i=10%.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

4.7.- Valoración de beneficios y costos a precios sociales y de mercado para evaluación económica del proyecto.

4.7.1.- Definición de sectores para el análisis.

De acuerdo al informe agronómico presentado en los Capítulos N°2.4 – "Estudio Agroeconómico" y N°3.2 – "Situación Agrícola Futura o con Proyecto", el área de riego del proyecto se ha dividido en los siguientes cinco sectores principales:

i.- Sector Santa Amelia.
ii.- Sector El Toco – San Roberto.
iii.- Sector San Luís – Caleuche.
iv.- Sector Salto Santa Irene.
v.- Sector Larmahue.

4.7.2.- Superficies beneficiadas en cada Sector.

A continuación, se presenta el Cuadro N°4.7.2-1, el cual contiene las superficies regadas beneficiadas conforme al estudio agronómico de los Capítulos N°2.4 y N°3.2. Esta superficie se presenta desagregada a nivel de cada uno de los cinco Sectores que abarca el proyecto.

CUADRO N°4.7.2-1
RESUMEN DE SUPERFICIES POR SECTOR

SECTOR	N° DE PREDIOS	SUPERFICIE REGADA BENEFICIADA ha	INCIDENCIA DEL SECTOR EN EL TOTAL REGADO %	SUPERFICIE TOTAL DEL PROYECTO ha
Santa Amelia	73	892,3	12,5	1.601,10
Toco - San Roberto	99	1.958,10	27,4	4.493,90
San Luís – Caleuche	224	2.428,80	33,9	2.631,70
El Salto - Sta. Irene	138	1.422,60	19,9	1.549,60
Larmahue	186	455	6,4	1.284,80
Total Área Proyecto	720	7.156,80	100,0	11.561,10

Además se presentan los Cuadros N°4.7.2-2 al N°4.7.2-7 que contienen la subdivisión de la superficie beneficiada en los tres estratos definidos para cada uno de los cinco sectores específicos.

CUADRO Nº 4.7.2-2
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES EN ESTRATOS PREDIALES
TOTAL: ÁREA DEL PROYECTO

PREDIO TIPO DEL ESTRATO	ESTRATO	Nº DE PREDIOS DEL ESTRATO	SUPERFICIE REGADA	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE REGADA PROMEDIO DEL PREDIO TIPO	INCIDENCIA DE LA SUPERFICIE DEL ESTRATO EN LA SUPERFICIE REGADA DEL PROYECTO	FRACCIÓN DEL SECTOR
	ha regadas	Nº	ha	ha	ha	%	%
Pequeño PT Nº 1	0,1 - 5,0	297	336,0	546,9	1,1	4,7	4,7
Mediano PT Nº2	5,1 - 25,0	392	5.077,8	6052,9	13,0	71,0	71,0
Grande PT Nº 3	25,1 y más	31	1.743,0	4961,2	56,2	24,4	24,4
Total		720	7.156,8	11.561,2	9,9	100,0	100,0

CUADRO Nº 4.7.2-3
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES EN ESTRATOS PREDIALES
SECTOR: SANTA AMELIA

PREDIO TIPO DEL ESTRATO	ESTRATO	Nº DE PREDIOS DEL ESTRATO	SUPERFICIE REGADA	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE REGADA PROMEDIO DEL PREDIO TIPO	INCIDENCIA DE LA SUPERFICIE DEL ESTRATO EN LA SUPERFICIE REGADA DEL PROYECTO	FRACCIÓN DEL SECTOR
	ha regadas	Nº	ha	ha	ha	%	%
Pequeño PT Nº 1	0,1 - 5,0	16	21,57	22,03	1,35	0,3	2,4
Mediano PT Nº2	5,1 – 25,0	54	688,88	743,55	12,8	9,6	77,2
Grande PT Nº 3	25,1 y más	3	181,85	835,56	60,6	2,5	20,4
Total		73	892,3	1.601,14	12,2	12,5	100,0

CUADRO Nº 4.7.2-4
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES EN ESTRATOS PREDIALES
SECTOR: EL TOCO – SAN ROBERTO

PREDIO TIPO DEL ESTRATO	ESTRATO	Nº DE PREDIOS DEL ESTRATO	SUPERFICIE REGADA	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE REGADA PROMEDIO DEL PREDIO TIPO	INCIDENCIA DE LA SUPERFICIE DEL ESTRATO EN LA SUPERFICIE REGADA DEL PROYECTO	FRACCIÓN DEL SECTOR
	ha regadas	Nº	ha	ha	ha	%	%
Pequeño PT Nº 1	0,1 - 5,0	18	32,5	47,1	1,8	0,5	1,7
Mediano PT Nº2	5,1 - 25,0	66	888,6	1.056,4	13,5	12,4	45,4
Grande PT Nº 3	25,1 y más	15	1037	3.390,3	69,1	14,5	53,0
Total		99	1.958,1	4.493,9	19,8	27,4	100,0

CUADRO Nº 4.7.2-5
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES EN ESTRATOS PREDIALES
SECTOR: SAN LUIS – CALEUCHE

PREDIO TIPO DEL ESTRATO	ESTRATO ha regadas	Nº DE PREDIOS DEL ESTRATO Nº	SUPERFICIE REGADA ha	SUPERFICIE TOTAL ha	SUPERFICIE REGADA PROMEDIO DEL PREDIO TIPO ha	INCIDENCIA DE LA SUPERFICIE DEL ESTRATO EN LA SUPERFICIE REGADA DEL PROYECTO %	FRACCIÓN DEL SECTOR %
Pequeño PT Nº 1	0,1 - 5,0	57	38,54	57,99	0,68	0,5	1,6
Mediano PT Nº2	5,1 - 25,0	161	2.169,64	2.337,87	13,5	30,3	89,3
Grande PT Nº 3	25,1 y más	6	220,63	235,83	36,8	3,1	9,1
Total		224	2.428,81	2631,69	10,8	33,9	100,0

CUADRO Nº 4.7.2-6
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES EN ESTRATOS PREDIALES
SECTOR: EL SALTO – SANTA IRENE

PREDIO TIPO DEL ESTRATO	ESTRATO ha regadas	Nº DE PREDIOS DEL ESTRATO Nº	SUPERFICIE REGADA ha	SUPERFICIE TOTAL ha	SUPERFICIE REGADA PROMEDIO DEL PREDIO TIPO ha	INCIDENCIA DE LA SUPERFICIE DEL ESTRATO EN LA SUPERFICIE REGADA DEL PROYECTO %	FRACCIÓN DEL SECTOR %
Pequeño PT Nº 1	0,1 - 5,0	36	34,6	57,99	0,96	0,5	2,4
Mediano PT Nº2	5,1 - 25,0	98	1.217,3	1.308,72	12,8	17,0	85,6
Grande PT Nº 3	25,1 y más	4	170,7	182,9	42,7	2,4	12,0
Total		138	1422,6	1.549,61	10,6	19,9	100,0

CUADRO Nº 4.7.2-7
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES EN ESTRATOS PREDIALES
SECTOR: LARMAHUE

PREDIO TIPO DEL ESTRATO	ESTRATO ha regadas	Nº DE PREDIOS DEL ESTRATO Nº	SUPERFICIE REGADA ha	SUPERFICIE TOTAL ha	SUPERFICIE REGADA PROMEDIO DEL PREDIO TIPO ha	INCIDENCIA DE LA SUPERFICIE DEL ESTRATO EN LA SUPERFICIE REGADA DEL PROYECTO %	FRACCIÓN DEL SECTOR %
Pequeño PT Nº 1	0,1 - 5,0	170	208,79	361,82	1,23	2,9	45,9
Mediano PT Nº2	5,1 - 25,0	13	113,36	606,36	8,7	1,6	24,9
Grande PT Nº 3	25,1 y más	3	132,84	316,64	44,3	1,9	29,2
Total		186	454,99	1.284,82	2,4	6,4	100,0

4.7.3.- Beneficios netos agrícolas.

4.7.3.1.- Curvas o funciones de producción.

4.7.3.1.1.- Metodología de construcción de las curvas de producción.

Se define una Función de Producción de un área en términos de la disponibilidad hídrica del Sector de la forma:

$$\text{Beneficio } (Q) = f(Q)$$

La Función de Producción permite relacionar el beneficio agronómico de un sector de riego con la disponibilidad hídrica de dicho sector. Este tipo de función se construye en base a los siguientes escenarios de disponibilidad hídrica representativos:

i).- Escenario año Normal: con probabilidad de excedencia hidrológica del 50%, representa un punto en donde el riego eventualmente permite satisfacer las necesidades de los cultivos permanentes, anuales y hortalizas y praderas. En este escenario es posible estimar la superficie total regada en el valle.

ii).- Escenario año con Escasez Incipiente: con probabilidad de excedencia hidrológica del 65%, representa un punto en donde el riego eventualmente permite satisfacer las necesidades de los cultivos permanentes y anuales principalmente. La escasez incipiente contrae la siembra de algunos cultivos de menor rentabilidad.

iii).- Escenario año Seco: con probabilidad de excedencia hidrológica del 85% ó más seco, representa un punto en donde la baja disponibilidad hídrica obliga la priorización del riego de cultivos de alta rentabilidad e inversión por sobre los cultivos de menor rentabilidad.

El patrón productivo agrícola considera los cultivos y métodos de riego más importantes obtenidos de la encuesta agronómica de los cinco Sectores.

La distribución de los predios se hace en tres tamaños prediales, denominados: Pequeño ó PT Nº1; Mediano ó PT Nº2 y Grande ó PT Nº3.

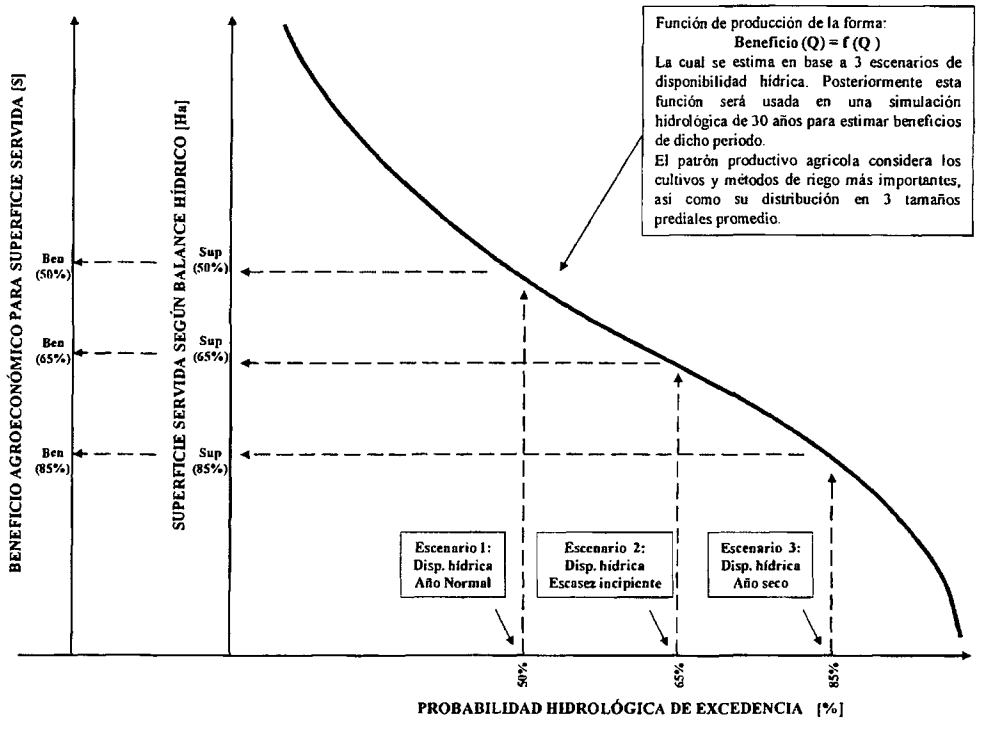
Posteriormente esta función será usada en una simulación hidrológica en un horizonte de evaluación de 30 años para estimar los beneficios agronómicos de dicho período.

Se construyen Funciones de Producción para márgenes a precios de mercado y a precios sociales.

Esquemas representativos de una Función de Producción agrícola en términos de la disponibilidad hidrológica de excedencia y del caudal disponible según probabilidad de excedencia se muestran en los Cuadros Nº4.7.3-1 y Nº 4.7.3-2 respectivos, siguientes:

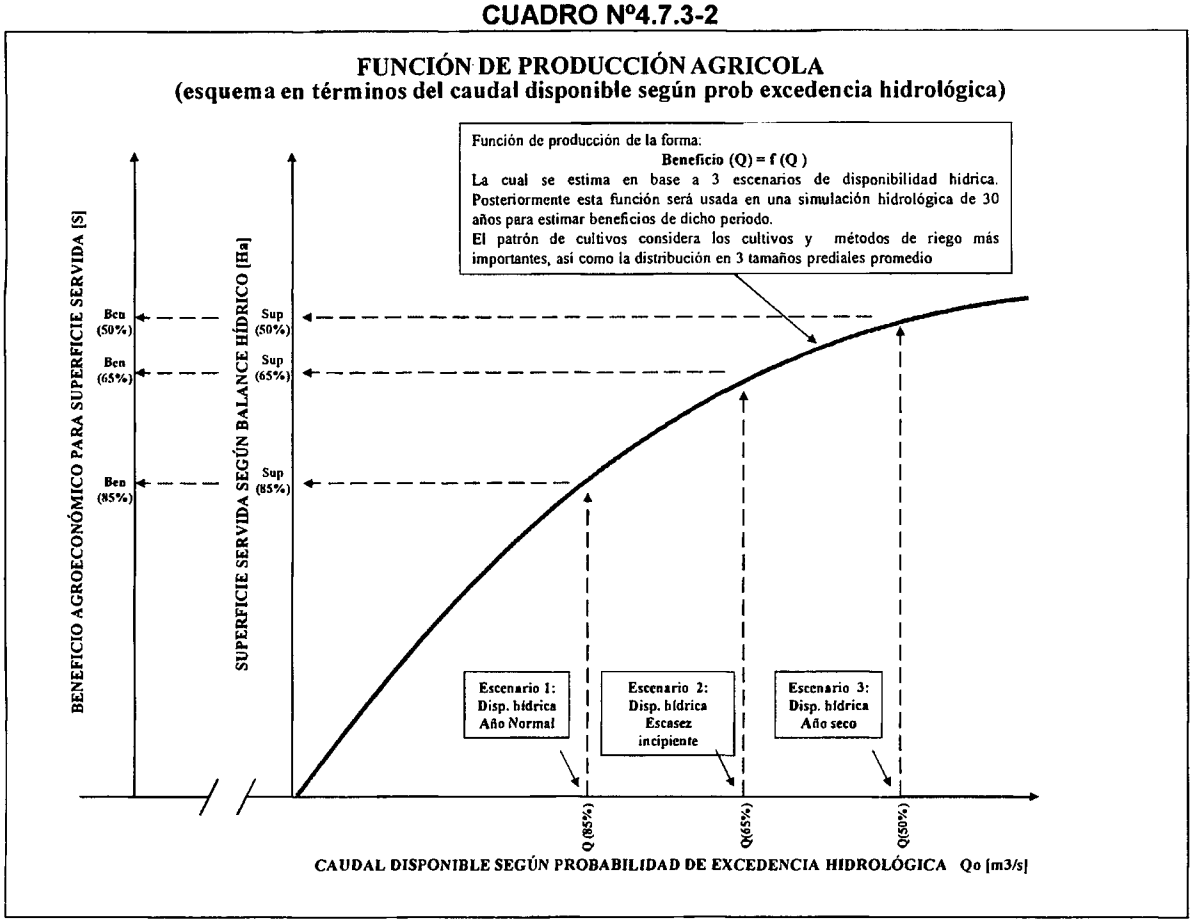
CUADRO N°4.7.3-1

FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN EN TÉRMINOS DE DISPONIBILIDAD HIDROLÓGICA
(esquema)



En el estudio, las funciones de producción se construyen en base a la información proporcionada por el estudio agronómico de los Capítulos N°2.4 y N°3.2, en donde la información disponible es el escenario hidrológico y los márgenes agronómicos correspondientes.

CUADRO N°4.7.3-2



En el punto N°4.7.3.1.4 se presentan las Funciones de Producción construidas para cada uno de los Sectores del estudio. El detalle de los cálculos se contienen en los Anexos N°4.7.3-A hasta en N°4.7.3-E.

En este caso, las Funciones de Producción de cada Sector, se han aproximado a polinomios de grado 2 ó 3, según el mejor ajuste de valores por el método de los mínimos cuadrados.

Además, en la construcción de las funciones de producción, se ha incluido puntos que surgen de la extrapolación de la función hacia sus extremos, es decir, el punto donde el beneficio teórico se hace nulo y el extremo opuesto donde se alcanza el límite de la superficie disponible y se comporta como una asíntota a la función.

4.7.3.1.2.-Antecedentes hidrológicos por sector.

La disponibilidad hídrica de cada uno de los cinco Sectores del proyecto se contiene en el cuadro Nº 4.7.3-3 siguiente:

CUADRO Nº 4.7.3-3
RESUMEN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA DE CADA SECTOR DEL PROYECTO

PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA	CAUDAL A NIVEL DE BOCATOMA	DISPONIBILIDAD HÍDRICA A NIVEL DE INICIO DEL SECTOR				
		SECTOR SANTA AMELIA	SECTOR EL TOCO – SAN ROBERTO	SECTOR SAN LUIS – CALEUCHE	SECTOR EL SALTO – SANTA IRENE	SECTOR LARMAHUE
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
5%	12,50	9,45	3,78	3,26	2,99	1,04
15%	12,50	9,40	3,78	3,26	2,99	1,04
40%	11,85	8,30	3,58	3,20	2,83	0,92
50%	11,30	7,60	3,42	2,94	2,70	0,86
65%	10,08	6,80	3,05	2,63	2,41	0,74
85%	8,14	5,40	2,46	2,12	1,95	0,62

Notas: para efectos de análisis, la capacidad en bocatoma se ha definido en 12,5m^3/s

4.7.3.1.3.-Relación entre el caudal disponible en bocatoma y a nivel de predio.

Para evaluar la disponibilidad hídrica a nivel de predio de cada Sector se procedió a estimar el comportamiento de las recuperaciones esperables conforme a distintos escenarios de revestimiento del Canal Matriz. La situación actual se define con longitud de revestimiento L=0km, en cambio la situación proyectada se ha definido con el revestimiento en la totalidad del trazado del Canal Matriz, es decir L=7,17km. Esta longitud de revestimiento, corresponde al valor que maximiza el incremento de producción atribuible a la mayor disponibilidad hídrica debido al proyecto de revestimiento, según se concluyó en el capítulo Nº3.4 – "Dimensionamiento Económico de Obras".

Las extracciones en el canal Matriz Almahue se han calculado conforme a los derechos accionarios; en bocatoma el canal cuenta con 875 acciones y a lo largo del Canal Matriz se extraen 75 acciones.

Debido a la variabilidad que experimentan las infiltraciones conforme al caudal porteado, se han definido además dos escenarios de conducción, que son:

i.- Escenario de porteo Nº1: Caudal a nivel de bocatoma Q=11,5m^3/s, el cual representa un año normal – húmedo. Las extracciones ajustadas a derechos en el canal matriz corresponden a 0,99m^3/s

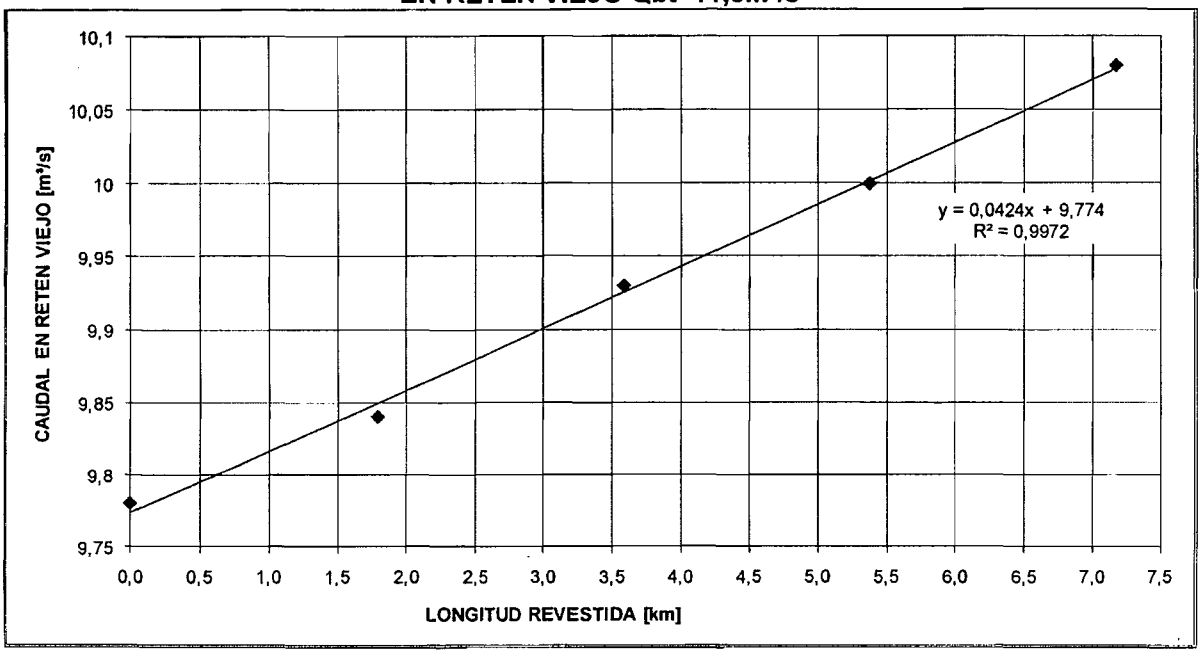
ii.- Escenario de porteo Nº2: Caudal a nivel de bocatoma Q=5m^3/s, el cual representa un año extremadamente seco. En este caso, las extracciones derechos en el canal matriz corresponden a 0,43m^3/s

A continuación se presentan las pérdidas estimadas para los escenarios descritos. El detalle de los cálculos se contiene en el Anexo Nº 4.7.3-A

CUADRO Nº 4.7.3-4
ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN
ESCENARIO Nº1
CAUDAL EN BOCATOMA 11,5m³/s
CANAL MATRIZ ALMAHUE

SITUACIÓN DE REVESTIMIENTO DEL CANAL MATRIZ	LONGITUD DEL CANAL MATRIZ QUE SE EVALÚA REVESTIDO Km	CAUDAL REMANENTE A NIVEL DEL MARCO RETEN VIEJO m³/s	PERDIDA ESTIMADA POR INFILTRACIÓN EN EL CANAL MATRIZ ALMAHUE m³/s	% DE PERDIDA POR CONCEPTO DE INFILTRACIÓN
Situación actual	0,00	9,78	0,73	6,9
Situación futura con revestimiento de ambos bordes y lecho de todo el matriz	7,17	10,08	0,43	4,1

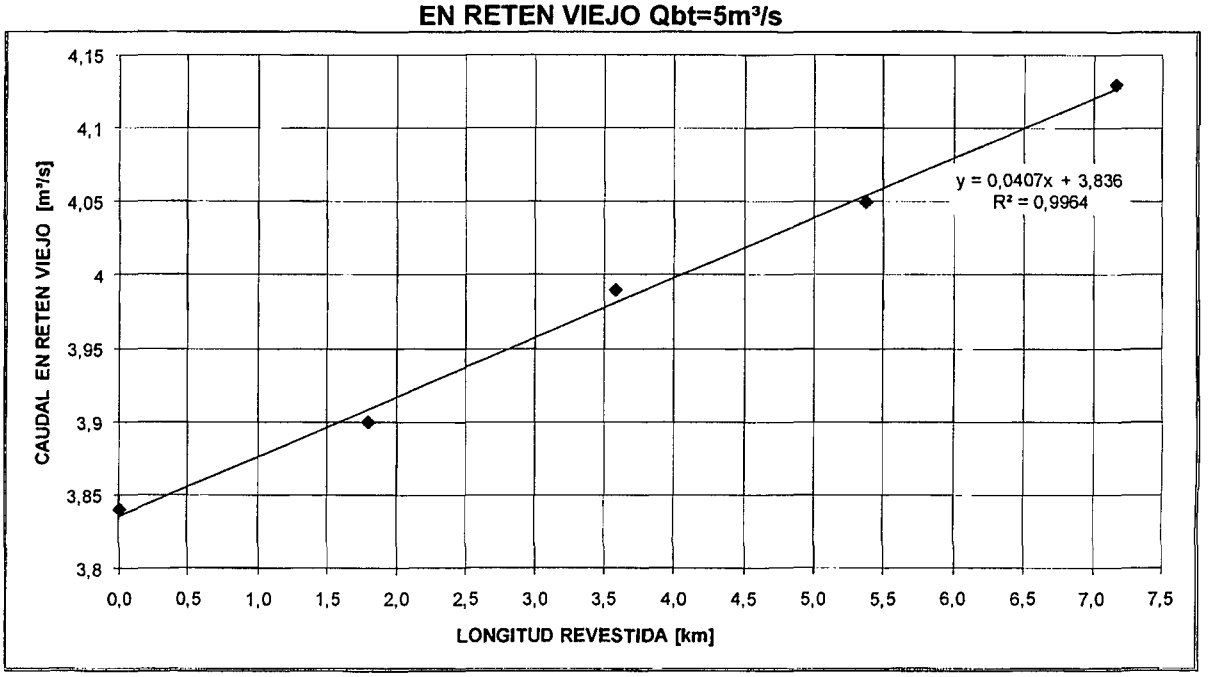
CUADRO Nº 4.7.3-5
RELACIÓN ENTRE CAUDAL EN BOCATOMA Y CAUDAL DISPONIBLE EN RETEN VIEJO Qbt=11,5m³/s



CUADRO Nº 4.7.3-6
ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN
ESCENARIO Nº2
CAUDAL EN BOCATOMA 5m³/s
CANAL MATRIZ ALMAHUE

SITUACIÓN DE REVESTIMIENTO DEL CANAL MATRIZ	LONGITUD DEL CANAL MATRIZ QUE SE EVALÚA REVESTIDO Km	CAUDAL REMANENTE A NIVEL DEL MARCO RETEN VIEJO m³/s	PERDIDA ESTIMADA POR INFILTRACIÓN EN EL CANAL MATRIZ ALMAHUE m³/s	% DE PERDIDA POR CONCEPTO DE INFILTRACIÓN
Situación actual	0,00	3,84	0,73	16,0
Situación futura con revestimiento de ambos bordes y lecho de todo el matriz	7,17	4,13	0,44	9,6

CUADRO Nº 4.7.3-7
RELACIÓN ENTRE CAUDAL EN BOCATOMA Y CAUDAL DISPONIBLE EN RETEN VIEJO Qbt=5m³/s



Las representaciones gráficas anteriores permiten la construcción de relaciones lineales entre la longitud revestida del canal matriz Almahue y el caudal disponible en el Marco Retén Viejo, en el km 7,17 del C, Matriz. Esta relación tiene la forma de ecuación lineal:

Q disponible en Retén Viejo = (M) x (L revestido) + N

En donde: Q disponible en Retén Viejo, corresponde al excedente de caudal en el Marco Reten Viejo, esto es, descontado las extracciones y las pérdidas por infiltración en el canal matriz. Este valor esta expresado en unidades de m³/s.

L revestido, corresponde a la longitud total de revestimiento de ambos bordes del canal matriz, expresado en kilómetros. Los valores de M y N son los valores contenidos en el cuadro siguiente.

CUADRO Nº 4.7.3-8
COEFICIENTES LINEALES PARA RELACIÓN ENTRE CAUDAL EN BOCATOMA Y DISPONIBILIDAD EN EL MARCO EL RETEN VIEJO

CAUDAL DISPONIBLE EN BOCATOMA m^3/s	COEFICIENTES LINEALES	
	M	N
11,5	0,0424	9,774
5	0,0407	3,836

4.7.3.1.4.- Curvas de producción por sector.

El desarrollo de la construcción de las curvas de producción para la situación actual mejorada del Capítulo Nº2.4 y de los escenarios futuros propuestos en el Capítulo Nº3.1 se contienen en los Anexos:

Anexo Nº 4.7.3.B.- Evaluación del margen neto por estrato Situación Actual Mejorada, años hidrológicos: 50%, 65% y 85%. Precios de mercado y sociales.

Anexo Nº 4.7.3.C.- Evaluación del margen neto por estrato Situación Futura con incorporación de secanos, años hidrológicos: 50%, 65% y 85%. Precios de mercado y sociales.

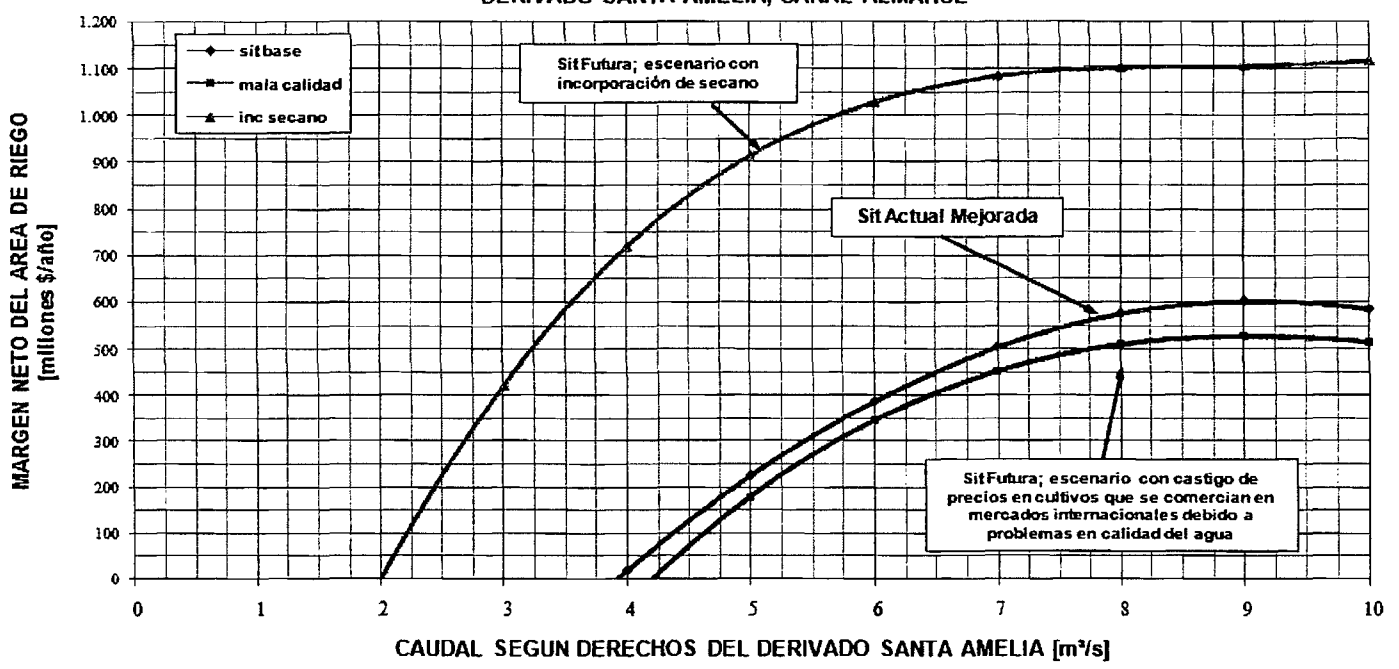
Anexo Nº 4.7.3.D.- Evaluación del margen neto por estrato Situación Futura con problemas de calidad de aguas, años hidrológicos: 50%, 65% y 85%. Precios de mercado y sociales.

Anexo Nº 4.7.3.E.- Construcción de curvas de producción por sector.

Las curvas se contienen además en los siguientes Cuadros Nº4.7.3-9 al Nº4.7.3-18

CUADRO N°4.7.3-9

FUNCIONES AGROECONOMICAS DE PRODUCCION DEL AREA DE RIEGO - A PRECIOS SOCIALES
DERIVADO SANTA AMELIA, CANAL ALMAHUE

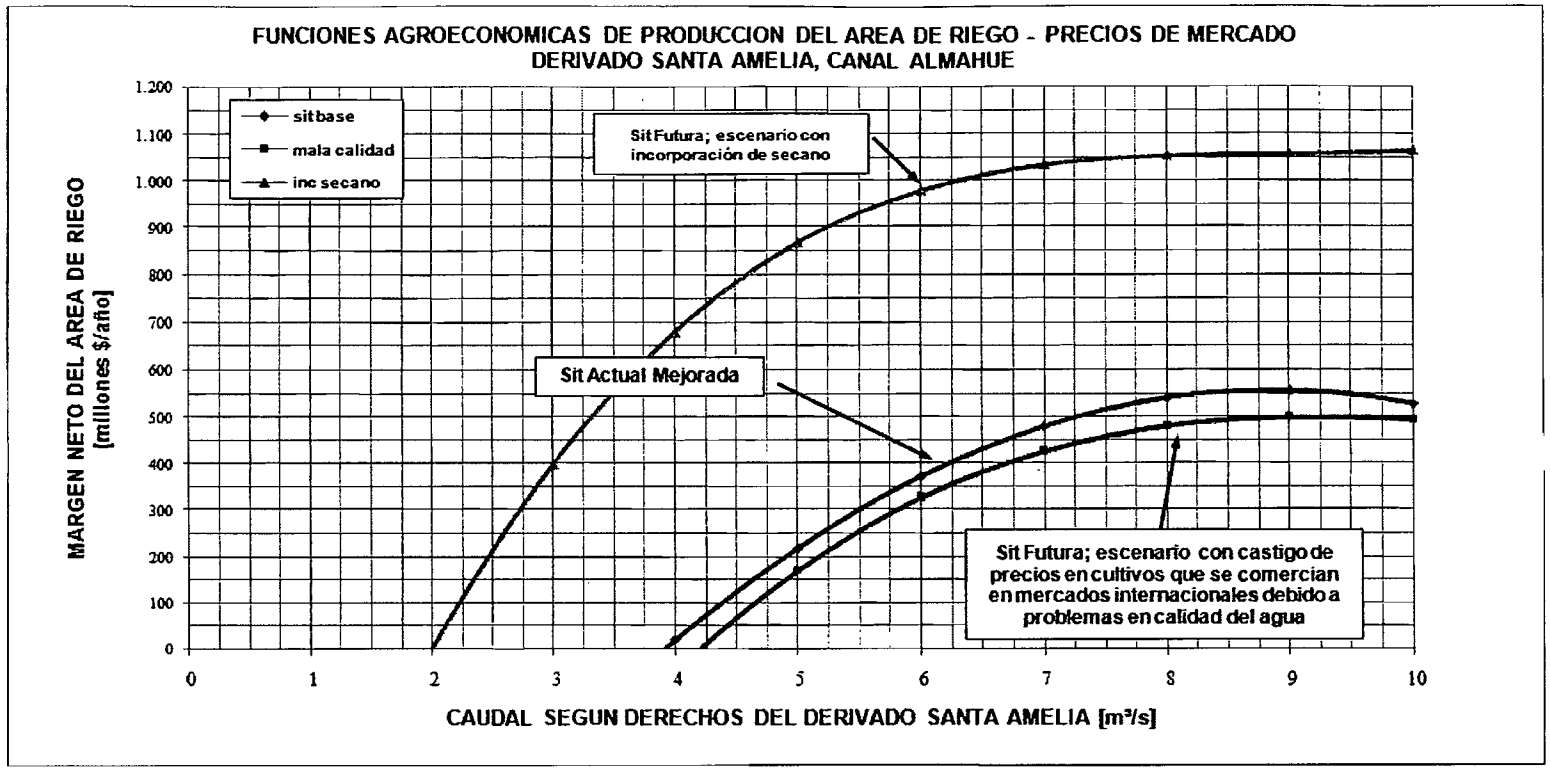


NOTA:

CURVAS DE CONTRUCCIÓN PROPIA, REALIZADAS EN BASE A ANTECEDENTES AGRONÓMICOS E HIDROLOGÍA PRESENTADOS EN INFORME. (CAP. 3.1)

	PARAMETROS DEL POLINOMIO DE LA FORMA $Y = AX^3 + BX^2 + CX + D$			
ESCENARIO	**A**	**B**	**C**	**D**
Situación Actual Mejorada	0,00	-22,35	406,99	-1.250,20
Situación futura				
i.- Problemas con la calidad de aguas.	1,59	-58,13	659,85	-1.864,40
ii.- incorporación de secanos al riego	3,64	-95,00	827,79	-1.305,00

CUADRO Nº4.7.3-10

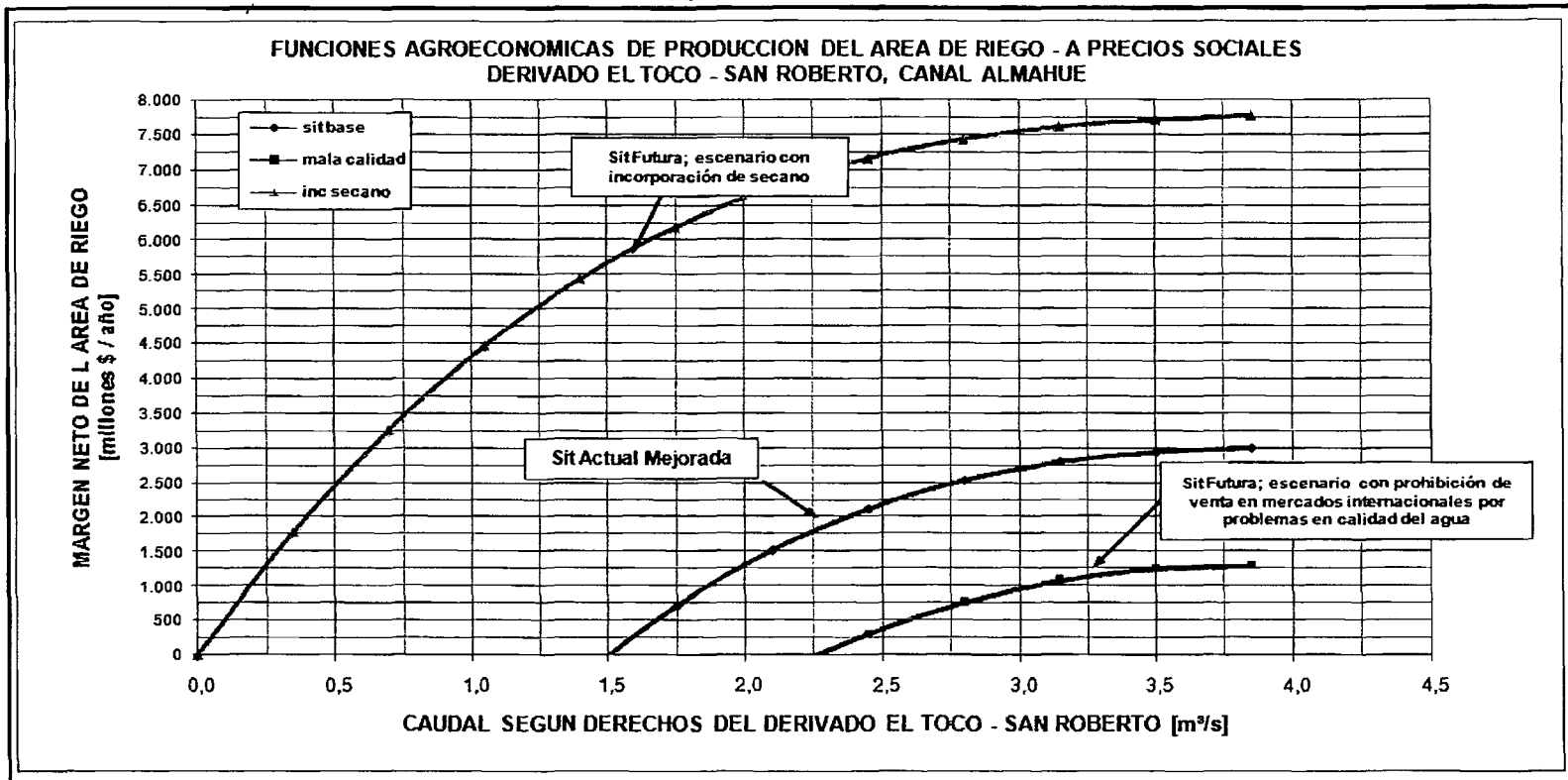


NOTA:

CURVAS DE CONTRUCCIÓN PROPIA, REALIZADAS EN BASE A ANTECEDENTES AGRONÓMICOS E HIDROLOGÍA PRESENTADOS EN INFORME. (CAP. 3.1)

	PARAMETROS DEL POLINOMIO DE LA FORMA $Y = AX^3 + BX^2 + CX + D$			
ESCENARIO	A	B	C	D
Situación Actual Mejorada	0,00	-22,78	403,43	-1.229,20
Situación futura				
i.- Problemas con la calidad de aguas.	1,70	-58,35	642,45	-1.795,10
ii.- incorporación de secanos al riego	3,32	-87,63	772,80	-1.221,90

CUADRO Nº 4.7.3-11

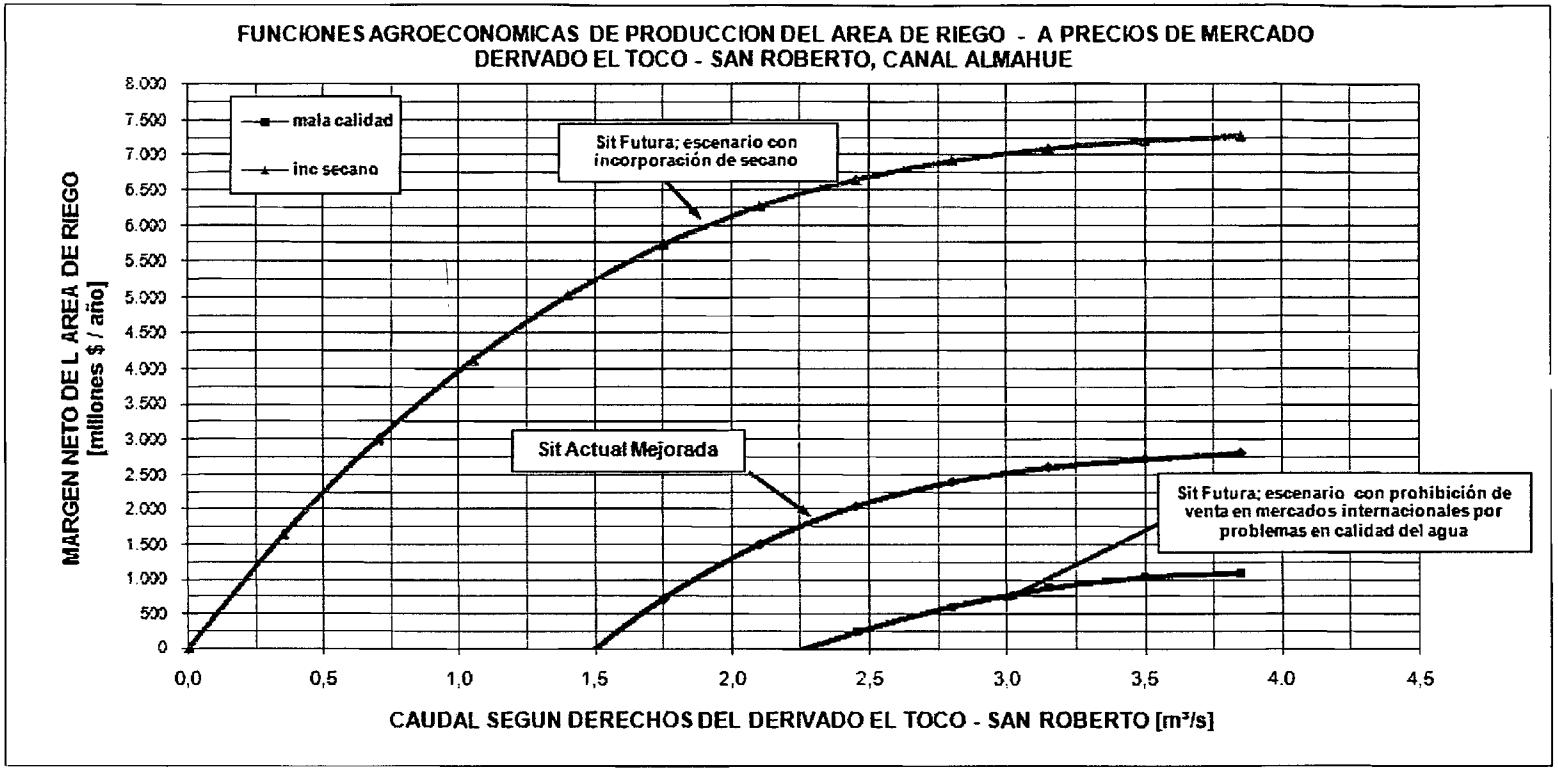


NOTA:

CURVAS DE CONTRUCCIÓN PROPIA, REALIZADAS EN BASE A ANTECEDENTES AGRONÓMICOS E HIDROLOGÍA PRESENTADOS EN INFORME. (CAP. 3.1)

	PARAMETROS DEL POLINOMIO DE LA FORMA $Y = AX^3 + BX^2 + CX + D$			
ESCENARIO	A	B	C	D
Situación Actual Mejorada	114,09	-1.574,80	7.098,60	-7.493,10
Situación futura				
i.- Problemas con la calidad de aguas.	0,00	-570,77	4.297,00	-6.794,90
ii.- incorporación de secanos al riego	109,52	-1.335,40	5.536,90	0,92

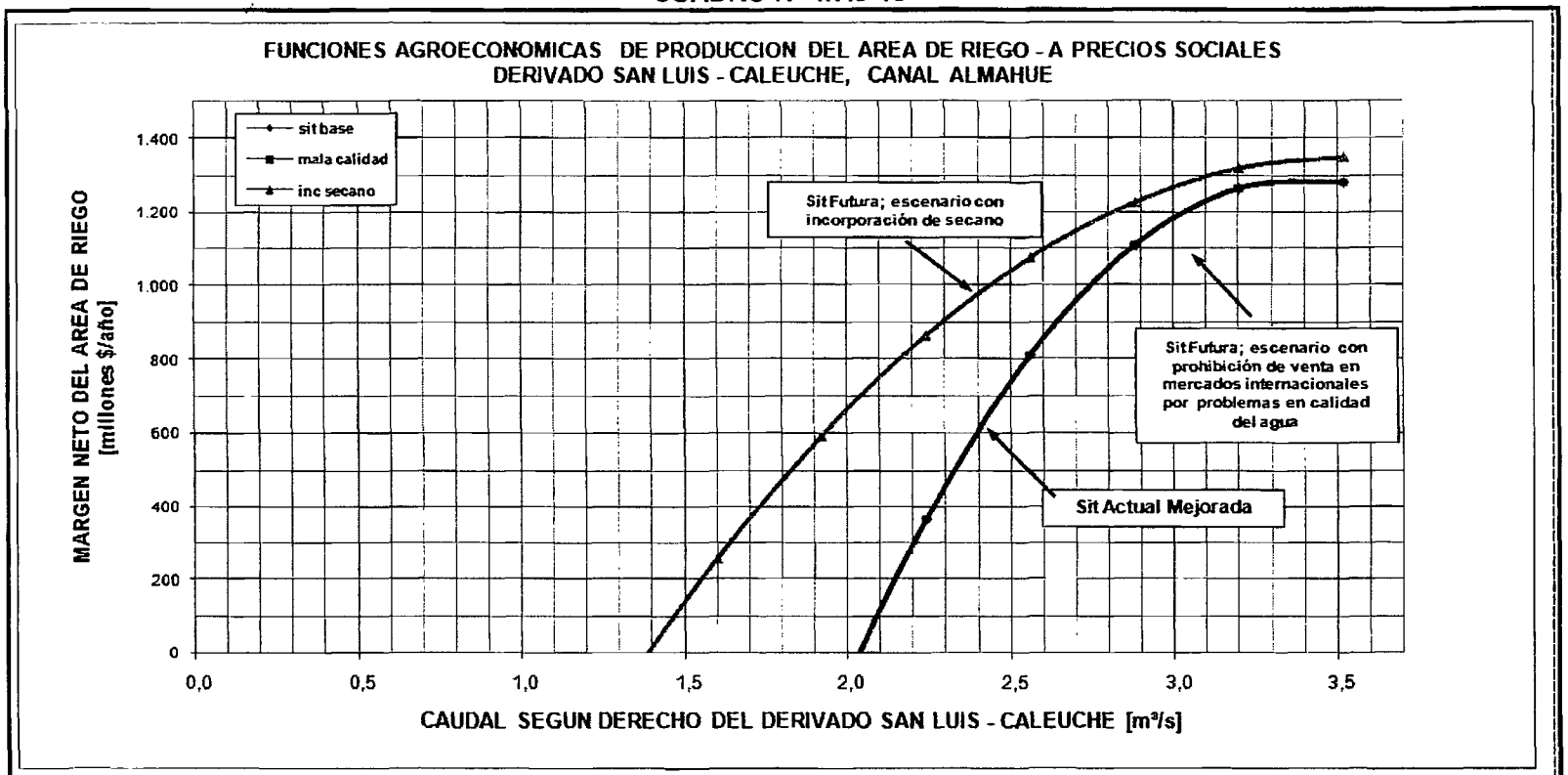
CUADRO Nº 4.7.3-12



NOTA:
CURVAS DE CONTRUCCIÓN PROPIA, REALIZADAS EN BASE A ANTECEDENTES AGRONÓMICOS E HIDROLOGÍA PRESENTADOS EN INFORME. (CAP. 3.1)

	PARAMETROS DEL POLINOMIO DE LA FORMA $Y = AX^3 + BX^2 + CX + D$			
ESCENARIO	A	B	C	D
Situación Actual Mejorada	196,00	-2.215,40	8.567,70	-8.531,20
Situación futura				
i.- Problemas con la calidad de aguas.	0,00	-431,64	3.329,70	-5.332,90
ii.- incorporación de secanos al riego	98,97	-1.213,90	5.093,70	0,89

CUADRO Nº 4.7.3-13

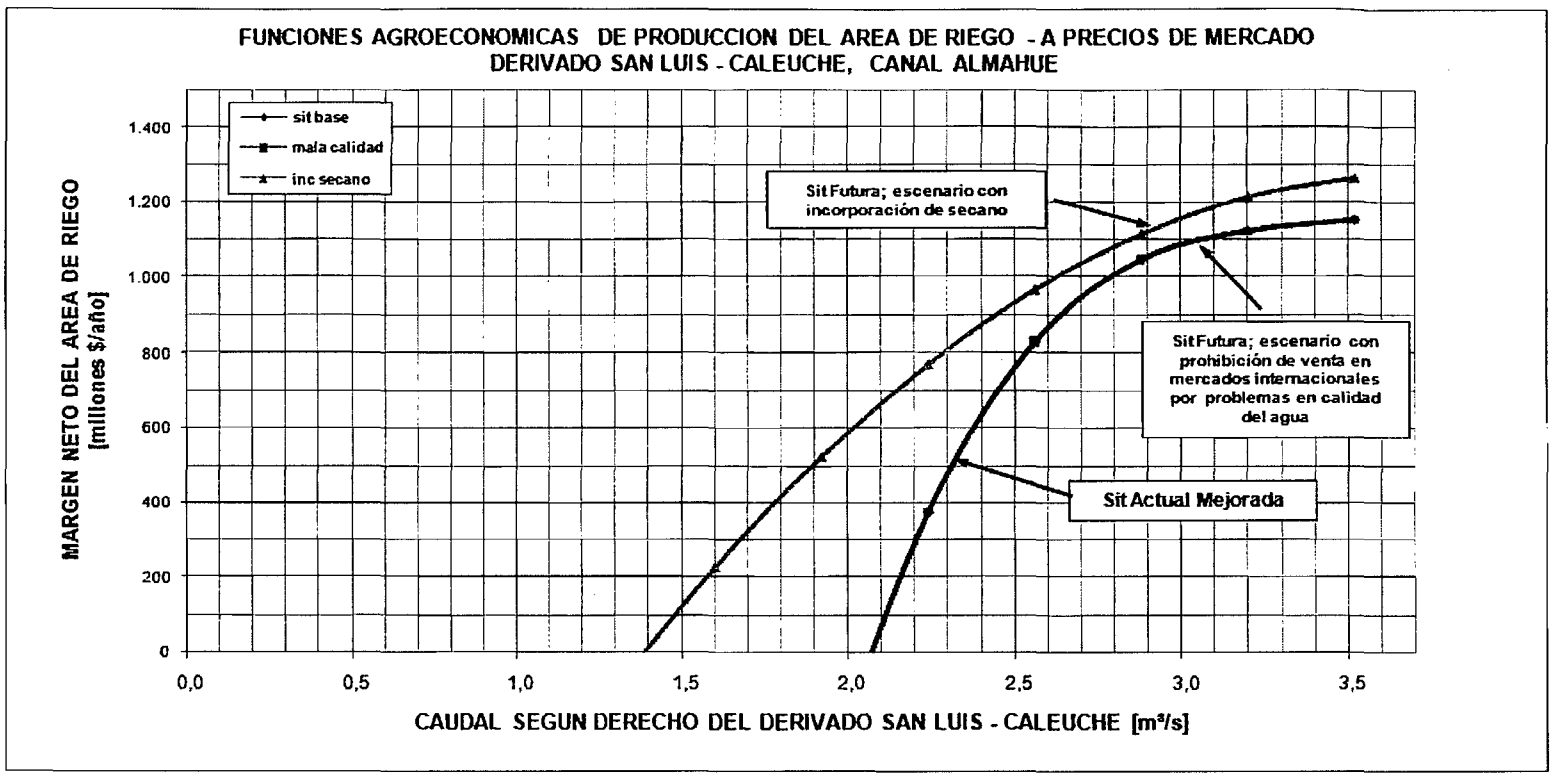


NOTA:

CURVAS DE CONTRUCCIÓN PROPIA, REALIZADAS EN BASE A ANTECEDENTES AGRONÓMICOS E HIDROLOGÍA PRESENTADOS EN INFORME. (CAP. 3.1)

ESCENARIO	PARAMETROS DEL POLINOMIO DE LA FORMA $Y = AX^3 + BX^2 + CX + D$			
	A	B	C	D
Situación Actual Mejorada	24,27	-907,24	5.328,30	-7.290,80
Situación futura				
i.- Problemas con la calidad de aguas.	24,27	-907,24	5.328,30	-7.290,80
ii.- incorporación de secanos al riego	0,00	-294,98	2.078,70	-2.313,20

CUADRO Nº 4.7.3-14

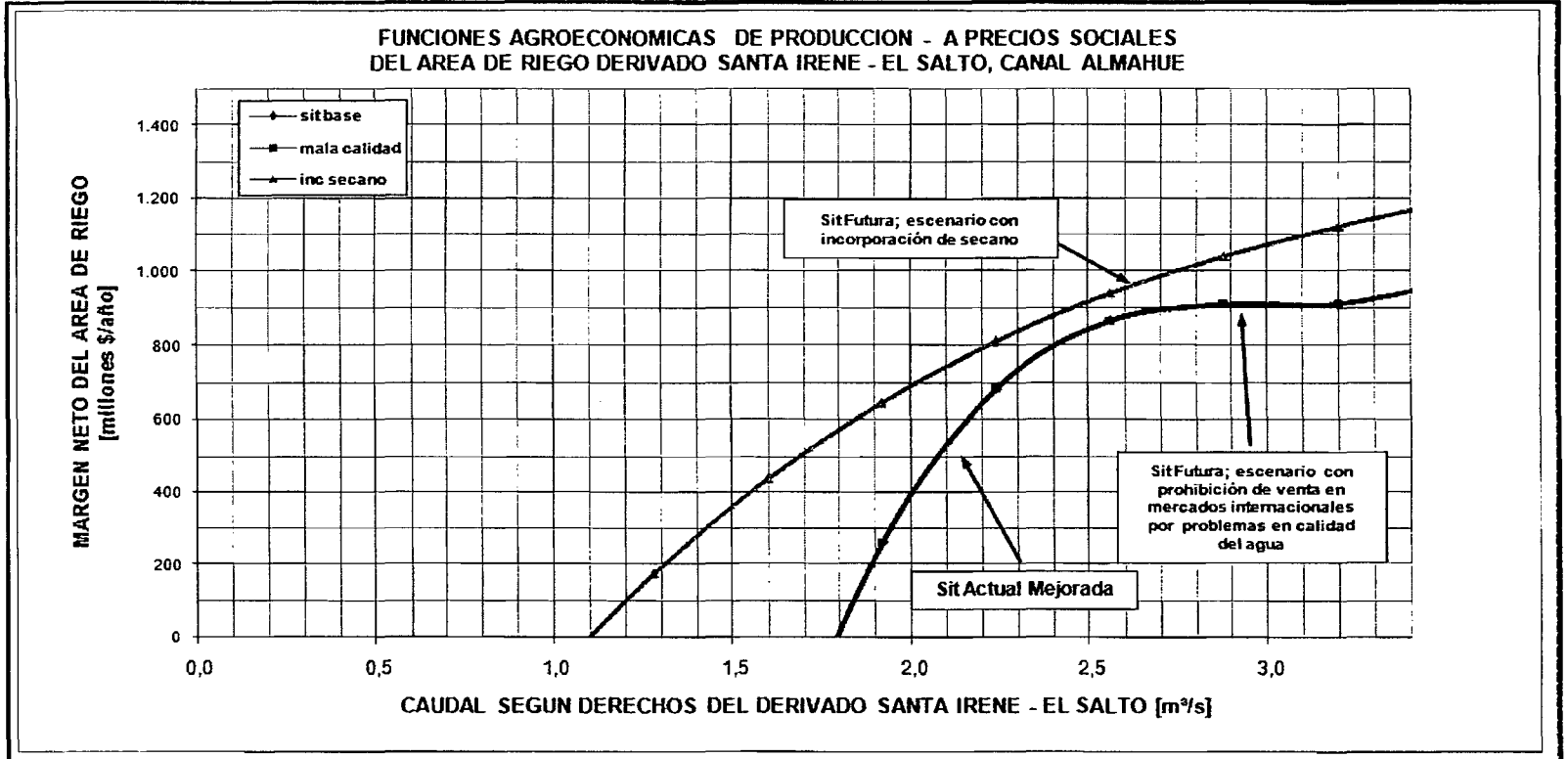


NOTA:

CURVAS DE CONTRUCCIÓN PROPIA, REALIZADAS EN BASE A ANTECEDENTES AGRONÓMICOS E HIDROLOGÍA PRESENTADOS EN INFORME. (CAP. 3.1)

	PARAMETROS DEL POLINOMIO DE LA FORMA $Y = AX^3 + BX^2 + CX + D$			
ESCENARIO	A	B	C	D
Situación Actual Mejorada	479,15	-4.834,90	16.339,00	-17.351,00
Situación futura				
i.- Problemas con la calidad de aguas.	479,15	-4.834,90	16.339,00	-17.351,00
ii.- incorporación de secanos al riego	0,00	-241,66	1.779,10	-2.001,90

CUADRO Nº 4.7.3-15

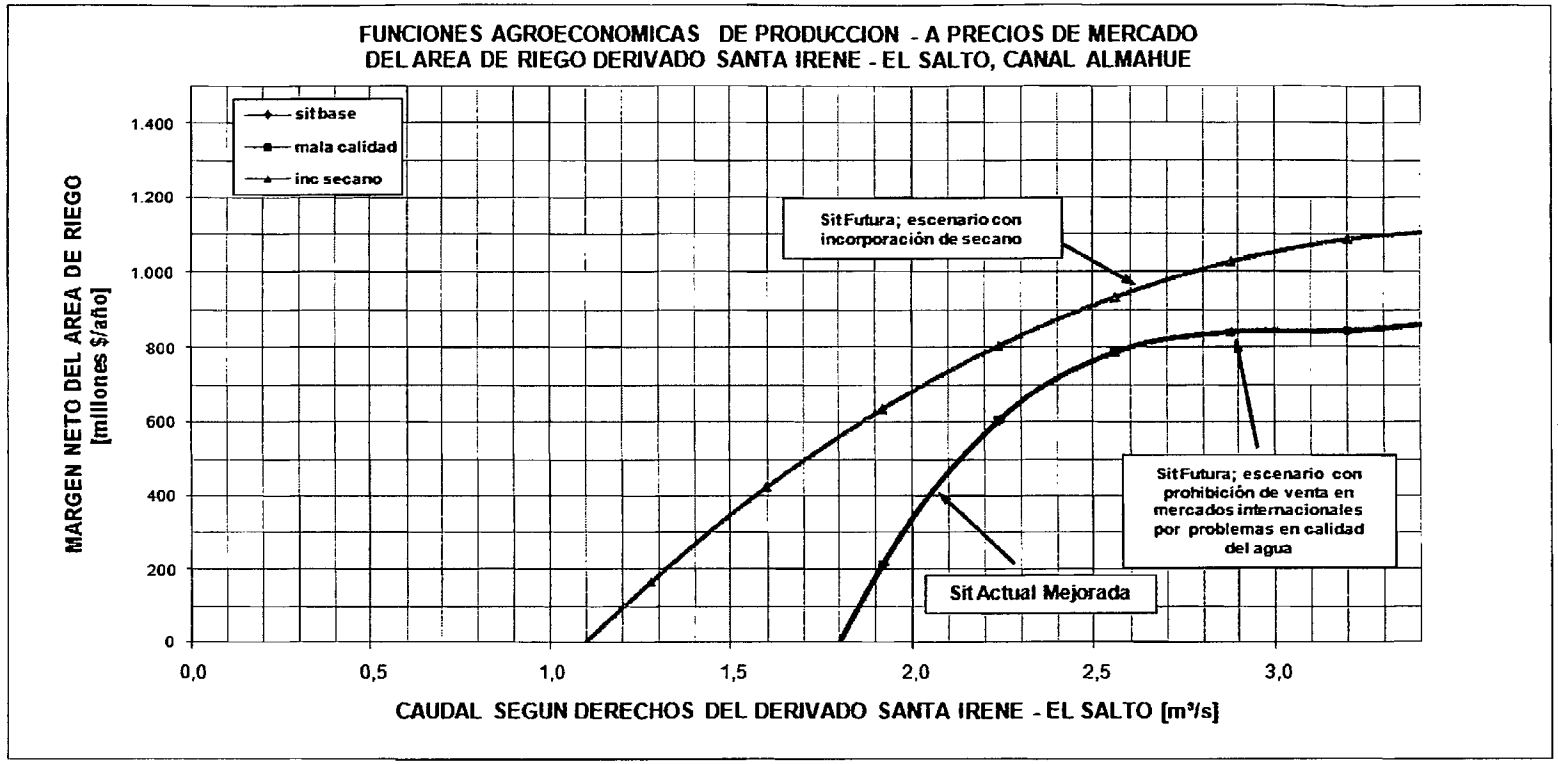


NOTA:

CURVAS DE CONTRUCCIÓN PROPIA, REALIZADAS EN BASE A ANTECEDENTES AGRONÓMICOS E HIDROLOGÍA PRESENTADOS EN INFORME. (CAP. 3.1)

ESCENARIO	PARAMETROS DEL POLINOMIO DE LA FORMA $Y = AX^3 + BX^2 + CX + D$			
	A	B	C	D
Situación Actual Mejorada	497,73	-4.506,80	13.594,00	-12.748,00
Situación futura				
i.- Problemas con la calidad de aguas.	497,73	-4.506,80	13.594,00	-12.748,00
ii.- incorporación de secanos al riego	40,34	-447,00	1.851,80	-1.546,00

CUADRO Nº 4.7.3-16

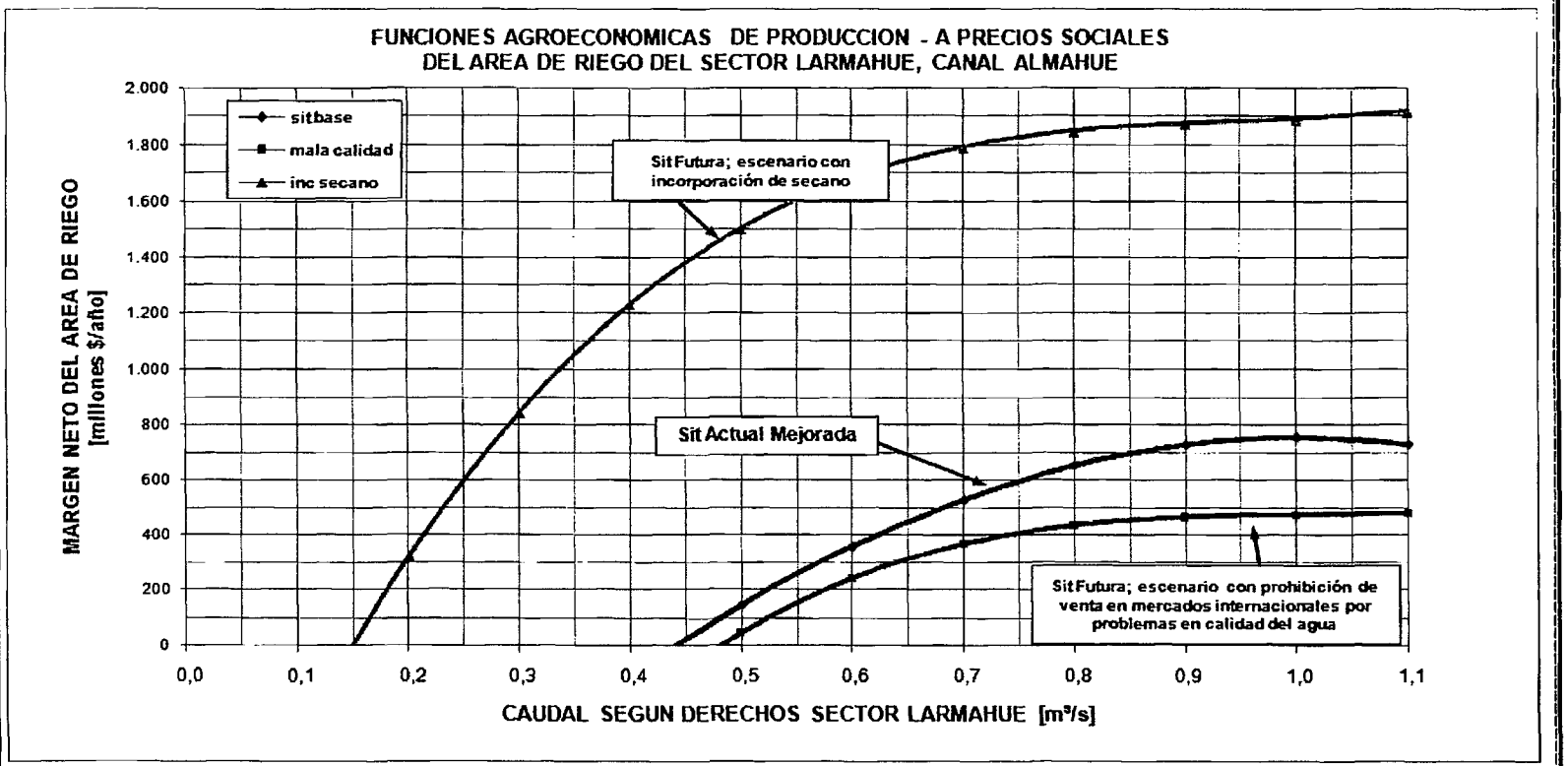


NOTA:

CURVAS DE CONTRUCCIÓN PROPIA, REALIZADAS EN BASE A ANTECEDENTES AGRONÓMICOS E HIDROLOGÍA PRESENTADOS EN INFORME. (CAP. 3.1)

ESCENARIO	PARAMETROS DEL POLINOMIO DE LA FORMA $Y = AX^3 + BX^2 + CX + D$			
	A	B	C	D
Situación Actual Mejorada	394,21	-3.655,70	11.296,00	-10.786,00
Situación futura				
i.- Problemas con la calidad de aguas.	394,21	-3.655,70	11.296,00	-10.786,00
ii.- incorporación de secanos al riego	12,71	-278,64	1.525,10	-1.355,00

CUADRO Nº 4.7.3-17

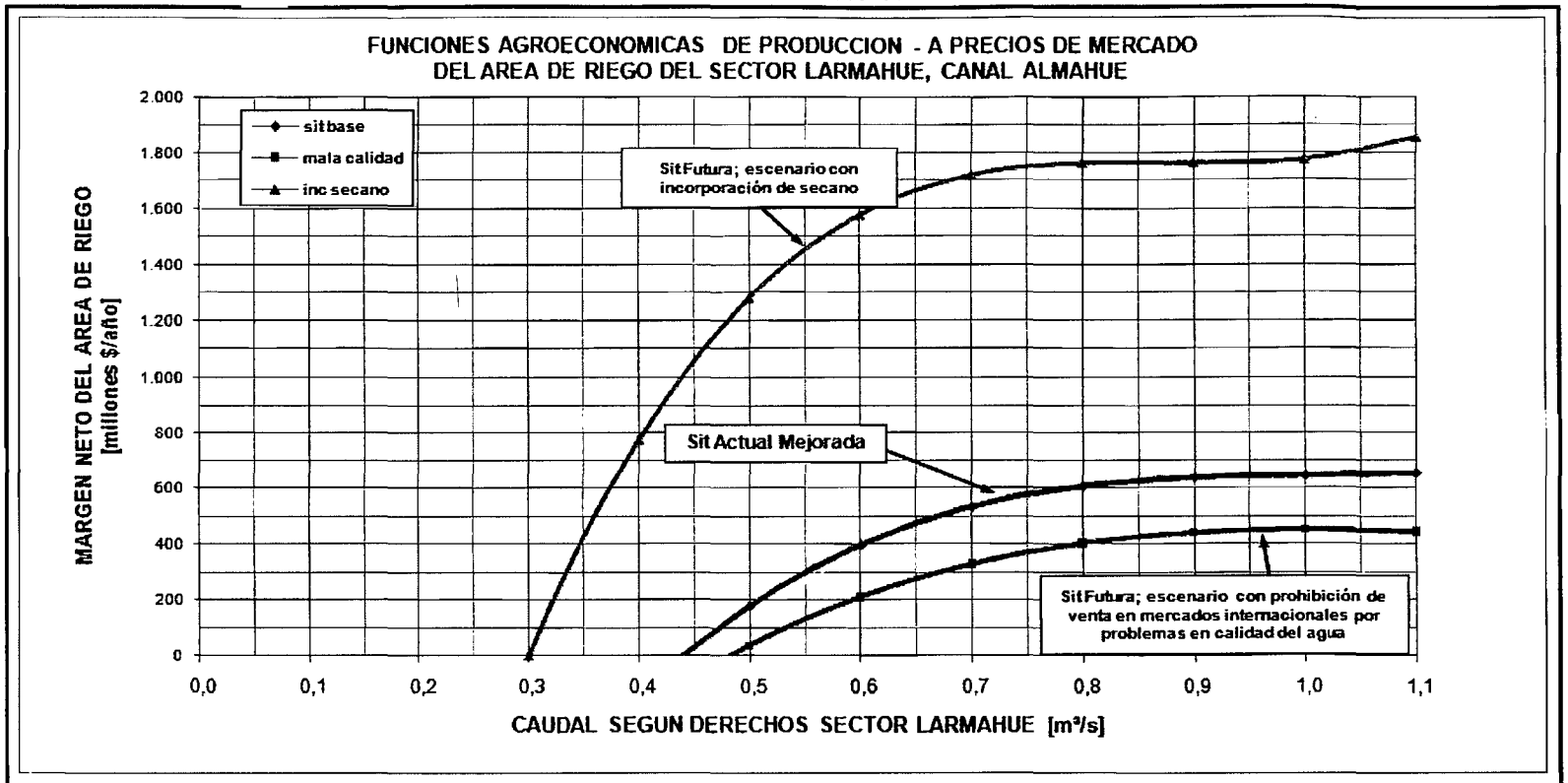


NOTA:

CURVAS DE CONTRUCCIÓN PROPIA, REALIZADAS EN BASE A ANTECEDENTES AGRONÓMICOS E HIDROLOGÍA PRESENTADOS EN INFORME. (CAP. 3.1)

	PARAMETROS DEL POLINOMIO DE LA FORMA $Y = AX^3 + BX^2 + CX + D$			
ESCENARIO	A	B	C	D
Situación Actual Mejorada	-357,20	-1.531,90	4.140,70	-1.499,40
Situación futura				
i.- Problemas con la calidad de aguas.	2.753,30	-8.528,30	8.834,90	-2.583,00
ii.- incorporación de secanos al riego	3.448,10	-9.828,70	9.484,90	-1.213,00

CUADRO Nº 4.7.3-18



NOTA:

CURVAS DE CONTRUCCIÓN PROPIA, REALIZADAS EN BASE A ANTECEDENTES AGRONÓMICOS E HIDROLOGÍA PRESENTADOS EN INFORME. (CAP. 3.1)

	PARAMETROS DEL POLINOMIO DE LA FORMA $Y = AX^3 + BX^2 + CX + D$			
ESCENARIO	A	B	C	D
Situación Actual Mejorada	3.345,20	-10.151,00	10.310,00	-2.858,90
Situación futura				
i.- Problemas con la calidad de aguas.	1.453,80	-5.291,50	6.217,60	-1.929,40
ii.- incorporación de secanos al riego	9.282,40	-24.440,00	21.405,00	-4.470,90

4.7.4.- Beneficios directos.

4.7.4.1.- Cálculo de beneficios agrícolas usando funciones de producción.

El uso de las funciones de producción, descritas en el capitulo anterior considera lo siguiente:

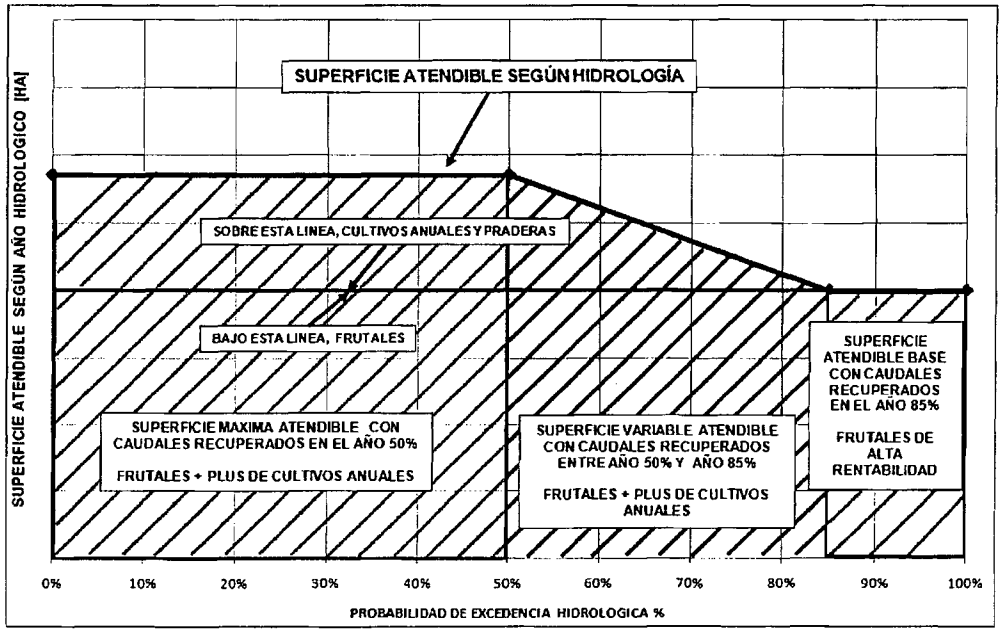
- Serán usadas en una simulación operacional para un horizonte de 30 años de estadística hidrológica.

- El cálculo de la situación actual mejorada se hace con la estadística de caudales disponibles, calculada al inicio de cada uno de los 5 sectores, este caudal considera las extracciones efectuadas y los caudales infiltrados aguas arriba del inicio del sector específico. Los caudales infiltrados son en situación actual, es decir sin recuperación por revestimiento del canal matriz.

.-En el caso de la situación futura se distinguen 2 casos con proyecto integrado:

i.- Incorporación de secanos y optimización de patrón agronómico: en este caso se calcula la superficie que es factible de incorporar al riego con los caudales recuperados, específicamente para el año 85% de probabilidad de excedencia. Estas aguas de alta seguridad son utilizadas en cultivos de alta rentabilidad, en este caso frutales. Dicha superficie será atendida el 85% del tiempo. En cambio, con caudales mayores a la probabilidad 85% de excedencia, se riegan cultivos anuales y praderas y empastadas. Para estimar el efecto en el margen agronómico de estas superficies, se calcula la superficie incorporable con los caudales excedentes del año 50% sobre el año 85%; cualquier caso intermedio se supone proporcional. Para ejemplificar lo siguiente se incluye el siguiente grafico esquemático conceptual N°4.7.4-1.

GRAFICO N°4.7.4-1
SUPERFICIE ATENDIBLE SEGÚN HIDROLOGÍA



Para la aplicación adecuada del modelo de evaluación económica, a través de una simulación operacional de 30 años del riego en situación futura, es decir, con incorporación de secanos con caudales recuperados, se van calculando año a año los caudales recuperados y su correspondiente superficie atendible. Este valor permite calcular el margen agronómico en situación futura de cada año, en base a la superficie señalada y en forma proporcional a la máxima superficie incorporable de cada sector, la cual es la base de la función productiva de cada sector especifico.

ii.- Efectos del mejoramiento de la calidad de aguas. En este caso, la superficie atendible es la misma, tanto en la situación actual como en la futura, dado que este escenario corresponde a la pérdida económica evitada por concepto de las inversiones en el mejoramiento de la calidad de las aguas para asegurar la certificación, especialmente de los cultivos de alta rentabilidad en mercados donde se exige dicha certificación. Teniendo que comerciar los productos en el mercado interno con la consiguiente pérdida económica debido a los menores precios de venta. Por lo tanto se evalúa el incremental entre la situación actual y la futura con el mismo caudal de disponibilidad hídrica.

El presente capitulo, presenta el resumen de los resultados de los beneficios agronómicos obtenidos de la utilización de las expresiones polinómicas determinadas en el Capítulo N°4.7.3 denominadas Funciones de Producción. Los cálculos son corregidos por la fracción de la superficie total que efectivamente se ve beneficiada. Estas funciones productivas relacionan la disponibilidad hídrica con el beneficio agronómico de cada uno de los cinco sectores específicos. Estos resultados se contienen en el Anexo N°4.7.3-E.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°4.7.4-1
BENEFICIOS AGRONÓMICOS CALCULADOS CON FUNCIONES PRODUCTIVAS
SECTOR SANTA AMELIA
PRECIOS SOCIALES

	SITUACIÓN ACTUAL		SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO INTEGRADO					
	(1)	(2)	(3)	INCORPORACIÓN DE SECANOS Y OPTIMIZACIÓN DE PATRÓN AGRONÓMICO		EFECTOS DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUAS		
				(4)	(5) (4) - (2)	(6)	(7) (2) - (6)	(8)
N°	CAUDAL PROME-DIO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓ-MICO SITUACIÓN ACTUAL MEJORADA	CAUDAL RECUPE-RADO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓ-MICO SITUACIÓN CON PROYECTO	BENEFICIO AGRONÓ-MICO INCRE-MENTAL	BENEFICIO AGRONÓ-MICO totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓ-MICO INCRE-MENTAL totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓ-MICO INCRE-MENTAL área factible de beneficiarse
	m³/s	millones $	m3/s	millones $	millones $	millones $	millones $	millones $
1	5,738	349	0,036	1.009	660	309	40	5
2	9,453	600	0,037	1.109	510	524	75	9
3	6,774	481	0,037	1.077	596	433	48	6
4	7,429	540	0,037	1.096	557	483	57	7
5	6,877	492	0,037	1.081	590	442	49	6
6	5,597	328	0,036	995	667	287	40	5
7	8,386	591	0,037	1.105	514	520	70	9
8	8,842	601	0,037	1.106	505	526	74	9
9	8,050	578	0,037	1.104	526	511	66	8
10	8,730	599	0,037	1.106	507	526	74	9
11	5,534	318	0,036	988	671	277	41	5
12	9,453	600	0,037	1.109	510	524	75	9
13	7,211	522	0,037	1.092	569	468	54	7
14	9,453	600	0,037	1.109	510	524	75	9
15	5,844	365	0,036	1.019	654	324	40	5
16	8,174	583	0,037	1.104	521	515	68	8
17	9,453	600	0,037	1.109	510	524	75	9
18	5,416	298	0,036	975	677	257	41	5
19	6,809	485	0,037	1.079	594	436	48	6
20	4,747	178	0,036	880	702	128	50	6
21	8,167	583	0,037	1.104	522	515	68	8
22	8,333	589	0,037	1.105	516	519	70	9
23	8,433	592	0,037	1.105	513	521	71	9
24	7,412	538	0,037	1.096	558	481	57	7
25	6,915	495	0,037	1.083	587	446	50	6
26	4,336	94	0,036	803	708	34	61	7
27	9,453	600	0,037	1.109	510	524	75	9
28	4,058	33	0,036	742	708	0	33	4
29	8,990	602	0,037	1.107	505	527	75	9
30	8,728	599	0,037	1.106	507	526	74	9

Notas: 1.- Los márgenes agronómicos presentados en las columnas (2), (4) y (6) se determinan utilizando las funciones productivas del Sector para los escenarios de situación actual mejorada y futuros con incorporación de secanos y con problemas de calidad de aguas. 2.- El caudal que considera cada una de las relaciones de producción corresponde al presentado en la columna (1) y que corresponde a la disponibilidad hídrica al riego de cada Sector.

CUADRO Nº 4.7.4-2
BENEFICIOS AGRONÓMICOS CALCULADOS CON FUNCIONES PRODUCTIVAS
SECTOR EL TOCO – SAN ROBERTO
PRECIOS SOCIALES

	SITUACIÓN ACTUAL		SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO INTEGRADO					
	(1)	(2)	(3)	INCORPORACIÓN DE SECANOS Y OPTIMIZACIÓN DE PATRÓN AGRONÓMICO		EFECTOS DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUAS		
				(4)	(5) (4) - (2)	(6)	(7) (2) - (6)	(8)
Nº	CAUDAL PROME-DIO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓ-MICO SITUACIÓN ACTUAL MEJORADA	CAUDAL RECUPE-RADO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓ-MICO SITUACIÓN CON PROYECTO	BENEFICIO AGRONÓ-MICO INCRE-MENTAL	BENEFICIO AGRONÓ-MICO totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓ-MICO INCRE-MENTAL totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓ-MICO INCRE-MENTAL área factible de beneficiarse
	m³/s	millones $	m3/s	millones $	millones $	millones $	millones $	millones $
1	2,570	2.285	0,074	7.329	5.044	478	1.807	768
2	4,234	2.991	0,100	7.830	4.839	1.167	1.824	776
3	3,034	2.734	0,082	7.601	4.867	988	1.746	742
4	3,327	2.894	0,086	7.697	4.803	1.184	1.711	727
5	3,080	2.765	0,082	7.620	4.855	1.025	1.740	740
6	2,507	2.203	0,073	7.278	5.075	390	1.813	771
7	3,756	2.998	0,093	7.774	4.776	1.292	1.706	725
8	3,960	3.007	0,096	7.798	4.791	1.271	1.736	738
9	3,606	2.977	0,090	7.753	4.776	1.278	1.698	722
10	3,910	3.007	0,095	7.792	4.785	1.280	1.726	734
11	2,479	2.164	0,073	7.254	5.090	349	1.815	772
12	4,234	2.991	0,100	7.830	4.839	1.167	1.824	776
13	3,229	2.850	0,085	7.670	4.820	1.129	1.721	732
14	4,234	2.991	0,100	7.830	4.839	1.167	1.824	776
15	2,617	2.344	0,075	7.366	5.022	542	1.802	766
16	3,661	2.986	0,091	7.761	4.775	1.286	1.700	723
17	4,234	2.991	0,100	7.830	4.839	1.167	1.824	776
18	2,426	2.088	0,072	7.206	5.118	270	1.818	773
19	3,050	2.745	0,082	7.608	4.863	1.001	1.744	741
20	2,126	1.577	0,067	6.877	5.300	0	1.577	671
21	3,658	2.986	0,091	7.761	4.775	1.286	1.700	723
22	3,732	2.996	0,092	7.771	4.775	1.292	1.704	724
23	3,777	3.000	0,093	7.776	4.776	1.292	1.708	726
24	3,319	2.891	0,086	7.695	4.804	1.180	1.711	728
25	3,097	2.776	0,083	7.626	4.850	1.038	1.737	739
26	1,942	1.189	0,065	6.619	5.430	0	1.189	505
27	4,234	2.991	0,100	7.830	4.839	1.167	1.824	776
28	1,817	891	0,063	6.418	5.527	0	891	379
29	4,026	3.006	0,097	7.805	4.799	1.253	1.752	745
30	3,909	3.007	0,095	7.792	4.785	1.281	1.726	734

Notas: 1.- Los márgenes agronómicos presentados en las columnas (2), (4) y (6) se determinan utilizando las funciones productivas del Sector para los escenarios de situación actual mejorada y futuros con incorporación de secanos y con problemas de calidad de aguas. 2.- El caudal que considera cada una de las relaciones de producción corresponde al presentado en la columna (1) y que corresponde a la disponibilidad hídrica al riego de cada Sector.

CUADRO Nº 4.7.4-3
BENEFICIOS AGRONÓMICOS CALCULADOS CON FUNCIONES PRODUCTIVAS
SECTOR SAN LUIS – CALEUCHE
PRECIOS SOCIALES

Nº	SITUACIÓN ACTUAL		SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO INTEGRADO					
	(1)	(2)	(3)	INCORPORACIÓN DE SECANOS Y OPTIMIZACIÓN DE PATRÓN AGRONÓMICO		EFECTOS DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUAS		
				(4)	(5) (4) - (2)	(6)	(7) (2) - (6)	(8)
	CAUDAL PROMEDIO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓMICO SITUACIÓN ACTUAL MEJORADA	CAUDAL RECUPERADO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓMICO SITUACIÓN CON PROYECTO	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL	BENEFICIO AGRONÓMICO totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL área factible de beneficiarse
	m³/s	millones $	m3/s	millones $	millones $	millones $	millones $	millones $
1	2,214	323	0,071	896	574	323	0	0
2	3,648	1.251	0,079	1.337	85	1.251	0	0
3	2,614	872	0,073	1.143	271	872	0	0
4	2,867	1.100	0,074	1.249	149	1.100	0	0
5	2,654	914	0,073	1.162	248	914	0	0
6	2,160	230	0,070	856	626	230	0	0
7	3,236	1.274	0,077	1.336	62	1.274	0	0
8	3,412	1.291	0,078	1.349	57	1.291	0	0
9	3,107	1.234	0,076	1.315	81	1.234	0	0
10	3,369	1.291	0,077	1.347	56	1.291	0	0
11	2,136	187	0,070	837	650	187	0	0
12	3,648	1.251	0,079	1.337	85	1.251	0	0
13	2,783	1.034	0,074	1.218	184	1.034	0	0
14	3,648	1.251	0,079	1.337	85	1.251	0	0
15	2,255	390	0,071	926	536	390	0	0
16	3,154	1.251	0,076	1.324	72	1.251	0	0
17	3,648	1.251	0,079	1.337	85	1.251	0	0
18	2,090	104	0,070	801	696	104	0	0
19	2,628	887	0,073	1.149	263	887	0	0
20	1,832	0	0,068	572	572	0	0	0
21	3,152	1.250	0,076	1.323	73	1.250	0	0
22	3,216	1.269	0,076	1.333	64	1.269	0	0
23	3,254	1.277	0,077	1.338	61	1.277	0	0
24	2,860	1.095	0,074	1.247	151	1.095	0	0
25	2,669	929	0,073	1.169	240	929	0	0
26	1,673	0	0,068	412	412	0	0	0
27	3,648	1.251	0,079	1.337	85	1.251	0	0
28	1,566	0	0,067	294	294	0	0	0
29	3,469	1.288	0,078	1.349	60	1.288	0	0
30	3,368	1.291	0,077	1.347	56	1.291	0	0

Notas: 1.- Los márgenes agronómicos presentados en las columnas (2), (4) y (6) se determinan utilizando las funciones productivas del Sector para los escenarios de situación actual mejorada y futuros con incorporación de secanos y con problemas de calidad de aguas. 2.- El caudal que considera cada una de las relaciones de producción corresponde al presentado en la columna (1) y que corresponde a la disponibilidad hídrica al riego de cada Sector.

CUADRO Nº 4.7.4-4
BENEFICIOS AGRONÓMICOS CALCULADOS CON FUNCIONES PRODUCTIVAS
SECTOR SANTA IRENE – EL SALTO
PRECIOS SOCIALES

	SITUACIÓN ACTUAL		SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO INTEGRADO					
	(1)	(2)	(3)	INCORPORACIÓN DE SECANOS Y OPTIMIZACIÓN DE PATRÓN AGRONÓMICO		EFECTOS DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUAS		
				(4)	(5) (4) - (2)	(6)	(7) (2) - (6)	(8)
Nº	CAUDAL PROMEDIO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓMICO SITUACIÓN ACTUAL MEJORADA	CAUDAL RECUPERADO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓMICO SITUACIÓN CON PROYECTO	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL	BENEFICIO AGRONÓMICO totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL área factible de beneficiarse
	m³/s	millones $	m3/s	millones $	millones $	millones $	millones $	millones $
1	2,032	442	0,069	745	303	442	0	0
2	3,347	926	0,071	1.172	246	926	0	0
3	2,399	798	0,069	908	110	798	0	0
4	2,631	886	0,070	989	104	886	0	0
5	2,435	818	0,069	922	104	818	0	0
6	1,982	366	0,069	719	353	366	0	0
7	2,969	912	0,071	1.086	174	912	0	0
8	3,131	911	0,071	1.125	214	911	0	0
9	2,851	910	0,070	1.055	144	910	0	0
10	3,091	911	0,071	1.116	205	911	0	0
11	1,960	330	0,068	708	377	330	0	0
12	3,347	926	0,071	1.172	246	926	0	0
13	2,553	865	0,070	964	99	865	0	0
14	3,347	926	0,071	1.172	246	926	0	0
15	2,069	494	0,069	764	270	494	0	0
16	2,894	911	0,070	1.066	155	911	0	0
17	3,347	926	0,071	1.172	246	926	0	0
18	1,918	257	0,068	685	427	257	0	0
19	2,411	805	0,069	913	108	805	0	0
20	1,681	0	0,068	541	541	0	0	0
21	2,892	911	0,070	1.066	154	911	0	0
22	2,951	912	0,071	1.081	169	912	0	0
23	2,986	912	0,071	1.090	178	912	0	0
24	2,624	884	0,070	987	103	884	0	0
25	2,449	824	0,070	927	103	824	0	0
26	1,535	0	0,068	440	440	0	0	0
27	3,347	926	0,071	1.172	246	926	0	0
28	1,437	0	0,067	365	365	0	0	0
29	3,183	912	0,071	1.137	225	912	0	0
30	3,091	911	0,071	1.115	205	911	0	0

Notas: 1.- Los márgenes agronómicos presentados en las columnas (2), (4) y (6) se determinan utilizando las funciones productivas del Sector para los escenarios de situación actual mejorada y futuros con incorporación de secanos y con problemas de calidad de aguas. 2.- El caudal que considera cada una de las relaciones de producción corresponde al presentado en la columna (1) y que corresponde a la disponibilidad hídrica al riego de cada Sector.

CUADRO Nº 4.7.4-5
BENEFICIOS AGRONÓMICOS CALCULADOS CON FUNCIONES PRODUCTIVAS
SECTOR LARMAHUE
PRECIOS SOCIALES

	SITUACIÓN ACTUAL		SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO INTEGRADO					
	(1)	(2)	(3)	INCORPORACIÓN DE SECANOS Y OPTIMIZACIÓN DE PATRÓN AGRONÓMICO		EFECTOS DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUAS		
				(4)	(5) (4) - (2)	(6)	(7) (2) - (6)	(8)
Nº	CAUDAL PROMEDIO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓMICO SITUACIÓN ACTUAL MEJORADA	CAUDAL RECUPERADO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓMICO SITUACIÓN CON PROYECTO	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL	BENEFICIO AGRONÓMICO totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL área factible de beneficiarse
	m³/s	millones $	m3/s	millones $	millones $	millones $	millones $	millones $
1	0,650	446	0,010	1.757	1.310	312	134	74
2	1,070	740	0,010	1.910	1.171	479	260	143
3	0,767	614	0,010	1.840	1.226	419	196	107
4	0,841	687	0,010	1.866	1.179	453	234	129
5	0,779	627	0,010	1.846	1.218	426	202	111
6	0,634	419	0,010	1.740	1.321	292	127	70
7	0,950	745	0,010	1.885	1.140	474	271	149
8	1,001	752	0,010	1.893	1.141	477	275	151
9	0,912	732	0,010	1.879	1.148	470	262	144
10	0,989	752	0,010	1.891	1.139	476	275	151
11	0,627	406	0,010	1.732	1.326	282	124	68
12	1,070	740	0,010	1.910	1.171	479	260	143
13	0,816	666	0,010	1.859	1.193	444	222	122
14	1,070	740	0,010	1.910	1.171	479	260	143
15	0,662	466	0,010	1.768	1.302	327	140	77
16	0,926	738	0,010	1.881	1.144	471	266	146
17	1,070	740	0,010	1.910	1.171	479	260	143
18	0,613	381	0,010	1.715	1.334	263	119	65
19	0,771	619	0,010	1.842	1.223	421	198	109
20	0,538	228	0,010	1.600	1.371	130	99	54
21	0,925	737	0,010	1.881	1.144	471	266	146
22	0,944	744	0,010	1.884	1.140	473	270	149
23	0,955	747	0,010	1.886	1.139	474	272	150
24	0,839	686	0,010	1.865	1.180	452	233	128
25	0,783	632	0,010	1.847	1.215	428	204	112
26	0,491	122	0,010	1.506	1.383	25	97	53
27	1,070	740	0,010	1.910	1.171	479	260	143
28	0,459	45	0,010	1.430	1.385	0	45	25
29	1,018	751	0,010	1.897	1.145	478	274	151
30	0,988	752	0,010	1.891	1.139	476	275	151

Notas: 1.- Los márgenes agronómicos presentados en las columnas (2), (4) y (6) se determinan utilizando las funciones productivas del Sector para los escenarios de situación actual mejorada y futuros con incorporación de secanos y con problemas de calidad de aguas. 2.- El caudal que considera cada una de las relaciones de producción corresponde al presentado en la columna (1) y que corresponde a la disponibilidad hídrica al riego de cada Sector.

CUADRO Nº 4.7.4-6
BENEFICIOS AGRONÓMICOS CALCULADOS CON FUNCIONES PRODUCTIVAS
SECTOR SANTA AMELIA
PRECIOS DE MERCADO

Nº	SITUACIÓN ACTUAL		SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO INTEGRADO					
	(1)	(2)	(3)	INCORPORACIÓN DE SECANOS Y OPTIMIZACIÓN DE PATRÓN AGRONÓMICO		EFECTOS DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUAS		
				(4)	(5) (4) - (2)	(6)	(7) (2) - (6)	(8)
	CAUDAL PROMEDIO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓMICO SITUACIÓN ACTUAL MEJORADA	CAUDAL RECUPERADO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓMICO SITUACIÓN CON PROYECTO	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL	BENEFICIO AGRONÓMICO totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL área factible de beneficiarse
	m³/s	millones $	m3/s	millones $	millones $	millones $	millones $	millones $
1	5,738	336	0,036	958	622	291	45	5
2	8,440	553	0,037	1.056	502	493	61	7
3	6,774	459	0,037	1.026	568	408	51	6
4	7,429	511	0,037	1.046	535	454	57	7
5	6,765	458	0,037	1.026	568	407	51	6
6	5,597	315	0,036	945	629	271	45	5
7	8,048	542	0,037	1.054	511	482	60	7
8	8,417	553	0,037	1.056	503	492	61	7
9	8,006	541	0,037	1.053	513	481	60	7
10	8,440	553	0,037	1.056	502	493	61	7
11	5,534	306	0,036	938	632	261	45	5
12	8,440	553	0,037	1.056	502	493	61	7
13	7,211	496	0,037	1.041	545	441	55	7
14	8,440	553	0,037	1.056	502	493	61	7
15	5,844	351	0,036	968	617	306	45	6
16	7,844	534	0,037	1.052	518	474	60	7
17	8,440	553	0,037	1.056	502	493	61	7
18	5,416	288	0,036	925	637	243	45	6
19	6,809	462	0,037	1.028	566	411	51	6
20	4,747	173	0,036	833	660	122	51	6
21	7,829	533	0,037	1.052	518	474	60	7
22	7,995	540	0,037	1.053	513	480	60	7
23	8,095	544	0,037	1.054	510	484	61	7
24	7,268	500	0,037	1.042	542	444	55	7
25	6,915	471	0,037	1.032	560	419	52	6
26	4,336	92	0,036	759	667	32	60	7
27	8,440	553	0,037	1.056	502	493	61	7
28	4,058	33	0,036	701	668	0	33	4
29	8,315	551	0,037	1.055	505	490	61	7
30	8,385	552	0,037	1.056	503	491	61	7

Notas: 1.- Los márgenes agronómicos presentados en las columnas (2), (4) y (6) se determinan utilizando las funciones productivas del Sector para los escenarios de situación actual mejorada y futuros con incorporación de secanos y con problemas de calidad de aguas. 2.- El caudal que considera cada una de las relaciones de producción corresponde al presentado en la columna (1) y que corresponde a la disponibilidad hídrica al riego de cada Sector.

CUADRO Nº 4.7.4-7
BENEFICIOS AGRONÓMICOS CALCULADOS CON FUNCIONES PRODUCTIVAS
SECTOR EL TOCO – SAN ROBERTO
PRECIOS DE MERCADO

	SITUACIÓN ACTUAL		SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO INTEGRADO					
	(1)	(2)	(3)	INCORPORACIÓN DE SECANOS Y OPTIMIZACIÓN DE PATRÓN AGRONÓMICO		EFECTOS DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUAS		
				(4)	(5) (4) - (2)	(6)	(7) (2) - (6)	(8)
Nº	CAUDAL PROME-DIO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓ-MICO SITUACIÓN ACTUAL MEJORADA	CAUDAL RECUPE-RADO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓ-MICO SITUACIÓN CON PROYECTO	BENEFICIO AGRONÓ-MICO INCRE-MENTAL	BENEFICIO AGRONÓ-MICO totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓ-MICO INCRE-MENTAL totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓ-MICO INCRE-MENTAL área factible de beneficiarse
	m³/s	millones $	m3/s	millones $	millones $	millones $	millones $	millones $
1	2,570	2.182	0,074	6.812	4.630	373	1.809	769
2	3,780	2.786	0,093	7.270	4.484	1.086	1.700	723
3	3,034	2.544	0,082	7.081	4.537	796	1.748	743
4	3,327	2.669	0,086	7.180	4.511	967	1.702	724
5	3,030	2.542	0,081	7.079	4.537	793	1.749	743
6	2,507	2.112	0,073	6.762	4.650	302	1.811	770
7	3,605	2.747	0,090	7.242	4.495	1.061	1.686	717
8	3,770	2.784	0,093	7.269	4.485	1.085	1.699	722
9	3,586	2.742	0,090	7.238	4.496	1.057	1.685	717
10	3,780	2.786	0,093	7.270	4.484	1.086	1.700	723
11	2,479	2.079	0,073	6.739	4.660	268	1.811	770
12	3,780	2.786	0,093	7.270	4.484	1.086	1.700	723
13	3,229	2.634	0,085	7.152	4.518	918	1.716	729
14	3,780	2.786	0,093	7.270	4.484	1.086	1.700	723
15	2,617	2.231	0,075	6.847	4.616	425	1.806	768
16	3,513	2.724	0,089	7.224	4.500	1.037	1.687	717
17	3,780	2.786	0,093	7.270	4.484	1.086	1.700	723
18	2,426	2.013	0,072	6.693	4.679	204	1.809	769
19	3,050	2.552	0,082	7.087	4.535	807	1.745	742
20	2,126	1.554	0,067	6.378	4.824	0	1.554	661
21	3,506	2.722	0,089	7.223	4.501	1.035	1.687	717
22	3,581	2.741	0,090	7.237	4.496	1.056	1.685	717
23	3,626	2.752	0,091	7.245	4.494	1.065	1.686	717
24	3,255	2.644	0,085	7.160	4.516	932	1.712	728
25	3,097	2.576	0,083	7.106	4.530	839	1.737	739
26	1,942	1.188	0,065	6.134	4.946	0	1.188	505
27	3,780	2.786	0,093	7.270	4.484	1.086	1.700	723
28	1,817	899	0,063	5.944	5.046	0	899	382
29	3,724	2.774	0,092	7.262	4.488	1.081	1.693	720
30	3,755	2.781	0,093	7.266	4.486	1.084	1.697	721

Notas: 1.- Los márgenes agronómicos presentados en las columnas (2), (4) y (6) se determinan utilizando las funciones productivas del Sector para los escenarios de situación actual mejorada y futuros con incorporación de secanos y con problemas de calidad de aguas. 2.- El caudal que considera cada una de las relaciones de producción corresponde al presentado en la columna (1) y que corresponde a la disponibilidad hídrica al riego de cada Sector.

CUADRO Nº 4.7.4-8
BENEFICIOS AGRONÓMICOS CALCULADOS CON FUNCIONES PRODUCTIVAS
SECTOR SAN LUIS – CALEUCHE
PRECIOS DE MERCADO

Nº	SITUACIÓN ACTUAL		SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO INTEGRADO					
	(1)	(2)	(3)	INCORPORACIÓN DE SECANOS Y OPTIMIZACIÓN DE PATRÓN AGRONÓMICO		EFECTOS DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUAS		
				(4)	(5) (4) - (2)	(6)	(7) (2) - (6)	(8)
	CAUDAL PROMEDIO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓMICO SITUACIÓN ACTUAL MEJORADA	CAUDAL RECUPERADO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓMICO SITUACIÓN CON PROYECTO	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL	BENEFICIO AGRONÓMICO totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL área factible de beneficiarse
	m³/s	millones $	m3/s	millones $	millones $	millones $	millones $	millones $
1	2,214	324	0,071	802	477	324	0	0
2	3,257	1.131	0,077	1.243	112	1.131	0	0
3	2,614	881	0,073	1.034	153	881	0	0
4	2,867	1.043	0,074	1.140	97	1.043	0	0
5	2,611	878	0,073	1.032	154	878	0	0
6	2,160	212	0,070	764	552	212	0	0
7	3,106	1.112	0,076	1.212	100	1.112	0	0
8	3,248	1.130	0,077	1.242	112	1.130	0	0
9	3,090	1.109	0,076	1.208	99	1.109	0	0
10	3,257	1.131	0,077	1.243	112	1.131	0	0
11	2,136	159	0,070	747	588	159	0	0
12	3,257	1.131	0,077	1.243	112	1.131	0	0
13	2,783	1.001	0,074	1.108	107	1.001	0	0
14	3,257	1.131	0,077	1.243	112	1.131	0	0
15	2,255	403	0,071	829	426	403	0	0
16	3,027	1.096	0,075	1.192	96	1.096	0	0
17	3,257	1.131	0,077	1.243	112	1.131	0	0
18	2,090	53	0,070	713	661	53	0	0
19	2,628	893	0,073	1.040	148	893	0	0
20	1,832	0	0,068	506	506	0	0	0
21	3,021	1.094	0,075	1.190	96	1.094	0	0
22	3,086	1.108	0,076	1.207	99	1.108	0	0
23	3,124	1.115	0,076	1.217	102	1.115	0	0
24	2,805	1.013	0,074	1.117	104	1.013	0	0
25	2,669	926	0,073	1.059	134	926	0	0
26	1,673	0	0,068	363	363	0	0	0
27	3,257	1.131	0,077	1.243	112	1.131	0	0
28	1,566	0	0,067	259	259	0	0	0
29	3,209	1.126	0,076	1.235	108	1.126	0	0
30	3,236	1.129	0,077	1.240	111	1.129	0	0

Notas: 1.- Los márgenes agronómicos presentados en las columnas (2), (4) y (6) se determinan utilizando las funciones productivas del Sector para los escenarios de situación actual mejorada y futuros con incorporación de secanos y con problemas de calidad de aguas. 2.- El caudal que considera cada una de las relaciones de producción corresponde al presentado en la columna (1) y que corresponde a la disponibilidad hídrica al riego de cada Sector.

CUADRO Nº 4.7.4-9
BENEFICIOS AGRONÓMICOS CALCULADOS CON FUNCIONES PRODUCTIVAS
SECTOR SANTA IRENE – EL SALTO
PRECIOS DE MERCADO

Nº	SITUACIÓN ACTUAL		SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO INTEGRADO					
	(1)	(2)	(3)	INCORPORACIÓN DE SECANOS Y OPTIMIZACIÓN DE PATRÓN AGRONÓMICO		EFECTOS DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUAS		
				(4)	(5) (4) - (2)	(6)	(7) (2) - (6)	(8)
	CAUDAL PROMEDIO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓMICO SITUACIÓN ACTUAL MEJORADA	CAUDAL RECUPERADO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓMICO SITUACIÓN CON PROYECTO	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL	BENEFICIO AGRONÓMICO totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL área factible de beneficiarse
	m³/s	millones $	m3/s	millones $	millones $	millones $	millones $	millones $
1	2,032	380	0,069	737	357	380	0	0
2	2,989	844	0,071	1.067	223	844	0	0
3	2,399	716	0,069	903	186	716	0	0
4	2,631	808	0,070	982	174	808	0	0
5	2,395	715	0,069	902	187	715	0	0
6	1,982	311	0,069	710	399	311	0	0
7	2,850	840	0,070	1.039	199	840	0	0
8	2,980	844	0,071	1.065	221	844	0	0
9	2,835	839	0,070	1.036	197	839	0	0
10	2,989	844	0,071	1.067	223	844	0	0
11	1,960	278	0,068	698	420	278	0	0
12	2,989	844	0,071	1.067	223	844	0	0
13	2,553	785	0,070	958	172	785	0	0
14	2,989	844	0,071	1.067	223	844	0	0
15	2,069	428	0,069	756	328	428	0	0
16	2,777	833	0,070	1.022	189	833	0	0
17	2,989	844	0,071	1.067	223	844	0	0
18	1,918	212	0,068	674	462	212	0	0
19	2,411	723	0,069	908	184	723	0	0
20	1,681	0	0,068	528	528	0	0	0
21	2,772	833	0,070	1.021	188	833	0	0
22	2,831	838	0,070	1.035	196	838	0	0
23	2,866	841	0,070	1.043	202	841	0	0
24	2,574	792	0,070	964	172	792	0	0
25	2,449	742	0,070	922	179	742	0	0
26	1,535	0	0,068	426	426	0	0	0
27	2,989	844	0,071	1.067	223	844	0	0
28	1,437	0	0,067	352	352	0	0	0
29	2,944	844	0,071	1.059	215	844	0	0
30	2,969	844	0,071	1.063	219	844	0	0

Notas: 1.- Los márgenes agronómicos presentados en las columnas (2), (4) y (6) se determinan utilizando las funciones productivas del Sector para los escenarios de situación actual mejorada y futuros con incorporación de secanos y con problemas de calidad de aguas. 2.- El caudal que considera cada una de las relaciones de producción corresponde al presentado en la columna (1) y que corresponde a la disponibilidad hídrica al riego de cada Sector.

CUADRO Nº 4.7.4-10
BENEFICIOS AGRONÓMICOS CALCULADOS CON FUNCIONES PRODUCTIVAS
SECTOR LARMAHUE
PRECIOS DE MERCADO

Nº	SITUACIÓN ACTUAL		SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO INTEGRADO					
				INCORPORACIÓN DE SECANOS Y OPTIMIZACIÓN DE PATRÓN AGRONÓMICO		EFECTOS DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUAS		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5) (4) - (2)	(6)	(7) (2) - (6)	(8)
	CAUDAL PROMEDIO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓMICO SITUACIÓN ACTUAL MEJORADA	CAUDAL RECUPERADO PERIODO DE RIEGO	BENEFICIO AGRONÓMICO SITUACIÓN CON PROYECTO	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL	BENEFICIO AGRONÓMICO totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL totalidad área del proyecto	BENEFICIO AGRONÓMICO INCREMENTAL área factible de beneficiarse
	m³/s	millones $	m3/s	millones $	millones $	millones $	millones $	millones $
1	0,650	472	0,010	1.679	1.207	275	197	108
2	0,956	643	0,010	1.767	1.125	449	194	107
3	0,767	587	0,010	1.760	1.173	383	204	112
4	0,841	622	0,010	1.766	1.144	422	200	110
5	0,766	586	0,010	1.760	1.174	382	204	112
6	0,634	450	0,010	1.657	1.207	256	194	106
7	0,911	638	0,010	1.764	1.126	443	196	108
8	0,953	643	0,010	1.767	1.124	448	194	107
9	0,907	637	0,010	1.764	1.126	442	196	108
10	0,956	643	0,010	1.767	1.125	449	194	107
11	0,627	439	0,010	1.646	1.207	247	192	106
12	0,956	643	0,010	1.767	1.125	449	194	107
13	0,816	613	0,010	1.766	1.153	411	202	111
14	0,956	643	0,010	1.767	1.125	449	194	107
15	0,662	488	0,010	1.693	1.205	289	199	109
16	0,888	634	0,010	1.764	1.130	437	197	108
17	0,956	643	0,010	1.767	1.125	449	194	107
18	0,613	418	0,010	1.624	1.206	229	189	104
19	0,771	589	0,010	1.761	1.172	385	204	112
20	0,538	270	0,010	1.446	1.176	110	160	88
21	0,887	634	0,010	1.764	1.130	437	197	108
22	0,905	637	0,010	1.764	1.126	441	196	108
23	0,917	639	0,010	1.764	1.125	444	195	107
24	0,823	615	0,010	1.766	1.151	414	201	111
25	0,783	596	0,010	1.763	1.167	393	204	112
26	0,491	152	0,010	1.286	1.134	20	132	73
27	0,956	643	0,010	1.767	1.125	449	194	107
28	0,459	60	0,010	1.152	1.092	0	60	33
29	0,942	642	0,010	1.765	1.124	447	194	107
30	0,949	642	0,010	1.766	1.124	448	194	107

Notas: 1.- Los márgenes agronómicos presentados en las columnas (2), (4) y (6) se determinan utilizando las funciones productivas del Sector para los escenarios de situación actual mejorada y futuros con incorporación de secanos y con problemas de calidad de aguas. 2.- El caudal que considera cada una de las relaciones de producción corresponde al presentado en la columna (1) y que corresponde a la disponibilidad hídrica al riego de cada Sector.

4.7.4.2.- Otros beneficios directos.

4.7.4.2.1.- Beneficio por conducción de aguas lluvias de terceros por los cauces de la Asociación.

En base a la los antecedentes que se dispone sobre la experiencia de otras organizaciones, el porteo de aguas lluvias de terceros puede ser valorizado como un equivalente anual, de un costo estimado en aproximadamente un 25% de la inversión civil alternativa para la conducción de estas aguas mediante otro sistema. En este caso, la inversión civil que se considera alternativa es la descarga proyectada en el km 5,05 del canal Matriz, cuyo costo directo es de: $ 391.637.406 de costo directo (Ítem 3.7 del presupuesto de obras). A este valor se le incorporan los costos generales, utilidades del contratista e imprevistos, los cuales para un proyecto individual se estiman en un 60%. De acuerdo a lo anterior, el costo total para el proyecto de descarga será aproximadamente: $626.619.850 a precios de mercado. Este último valor a precios sociales sería: $608.550.672.

Si se cobrara el 25% del costo del proyecto, se tendría: $156.654.962 a precios de mercado y $152.137.668 de costo total a precios sociales. Considerando una tasa de descuento del 10% para el caso mercado y del 8% para el caso social. Los valores anteriores anualizados a 30 años entregan una cuota constante que se presenta en los Cuadros N°4.7.4-11 y N°4.7.4-12 siguientes.

CUADRO N°4.7.4-11
BENEFICIO ECONÓMICO POR CONDUCCIÓN DE AGUAS LLUVIAS DE TERCEROS POR LOS CAUCES DE LA ASOCIACIÓN
VALORACIÓN A PRECIOS SOCIALES

AÑO	SECTOR SANTA AMELIA	SECTOR EL TOCO – SAN ROBERTO	SECTOR SAN LUIS – CALEUCHE	SECTOR EL SALTO – SANTA IRENE	SECTOR LARMAHUE	TODA EL ÁREA DE PROYECTO
	Millones $	Millones $	Millones $	Millones $	Millones $	Millones $
1	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
2	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
3	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
4	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
5	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
6	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
7	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
8	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
9	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
10	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
11	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
12	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
13	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
14	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
15	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
16	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
17	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
18	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
19	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
20	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
21	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
22	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649

CUADRO N°4.7.4-11 (continuación)
BENEFICIO ECONÓMICO POR CONDUCCIÓN DE AGUAS LLUVIAS DE TERCEROS POR LOS CAUCES DE LA ASOCIACIÓN
VALORACIÓN A PRECIOS SOCIALES

AÑO	SECTOR SANTA AMELIA	SECTOR EL TOCO – SAN ROBERTO	SECTOR SAN LUIS – CALEUCHE	SECTOR EL SALTO – SANTA IRENE	SECTOR LARMAHUE	TODA EL ÁREA DE PROYECTO
	Millones $	Millones $	Millones $	Millones $	Millones $	Millones $
23	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
24	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
25	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
26	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
27	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
28	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
29	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649
30	2.012.145	4.415.533	5.476.966	3.207.976	1.026.029	16.138.649

CUADRO N°4.7.4-12
BENEFICIO ECONÓMICO POR CONDUCCIÓN DE AGUAS LLUVIAS DE TERCEROS POR LOS CAUCES DE LA ASOCIACIÓN
VALORACIÓN A PRECIOS DE MERCADO

AÑO	SECTOR SANTA AMELIA	SECTOR EL TOCO – SAN ROBERTO	SECTOR SAN LUIS – CALEUCHE	SECTOR EL SALTO – SANTA IRENE	SECTOR LARMAHUE	TODA EL ÁREA DE PROYECTO
	Millones $	Millones $	Millones $	Millones $	Millones $	Millones $
1	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
2	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
3	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
4	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
5	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
6	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
7	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
8	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
9	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
10	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
11	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
12	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
13	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
14	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
15	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
16	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
17	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
18	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
19	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
20	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
21	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
22	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
23	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
24	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
25	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
26	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
27	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
28	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
29	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841
30	2.071.890	4.546.640	5.639.589	3.303.228	1.056.494	16.617.841

4.7.4.2.2.- Beneficio económico por ahorro por menores roturas de los canales en sus bordes débiles y filtrantes.

Para los efectos de estimar los beneficios económicos que generan los ahorros que tendrá la Asociación por concepto de la implementación del proyecto, se asume que los costos de reparar los bordes débiles y filtrantes se reducirán en al menos 50% del costo actual en reparaciones.

La Asociación cuenta con registros de 6 eventos de rotura de bordes en los últimos 3 años de funcionamiento, lo cual sirve para estimar un costo medio por año. Este valor promedio se considera representativo de los costos en que incurre la Asociación año a año, por concepto de reparaciones de bordes débiles y filtrantes de canales comuneros.

Se asume, para simplificar, que la solución de reparación es homogénea consistente en media canoa de hormigón armado con una altura H=1,55m, que es el valor medio de los revestimientos proyectados.

El costo directo por metro lineal de refuerzo de borde con media canoa se calculó en: $163.137 a precios de mercado y $153.834 a precios sociales. A estos valores se le debe incorporar los gastos generales, utilidades del contratista e imprevistos, que se estiman en un 60% para el caso de un proyecto individual de reparación de bordes amagados, quedando el valor unitario de revestimiento en $261.019 a precios de mercado y $246.135 a precios sociales.

Asumiendo una reparación conservadora de 20m de longitud para cada caso, se tiene los costos de reparación para los eventos de rotura registrados por la Asociación que se señalan en el Cuadro siguiente.

CUADRO N°4.7.4-13
RESUMEN DE LOS COSTOS ESTIMADOS DE REPARACIÓN DE BORDES

N°	AÑO	COSTO REPARACIÓN A PRECIOS DE MERCADO $	COSTO REPARACIÓN POR AÑO $	COSTO REPARACIÓN A PRECIOS SOCIALES $	COSTO REPARACIÓN POR AÑO $
1	1	5.220.386	5.220.386	4.922.700	4.922.700
2	2	5.220.386	10.440.772	4.922.700	9.845.400
3		5.220.386		4.922.700	
4	3	5.220.386	15.661.158	4.922.700	14.768.100
5		5.220.386		4.922.700	
6		5.220.386		4.922.700	
		Valor medio anual $	**10.440.772**	**Valor medio anual $**	**9.845.400**

El detalle de los flujos con el costo para los 30 años de evaluación a precios de mercado y sociales, se contiene en los cuadros N°4.7.4-14 y N°4.7.4-15 siguientes.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº4.7.4-14
BENEFICIO ECONÓMICO POR AHORRO POR MENORES ROTURAS DE BORDES DÉBILES Y FILTRANTES VALORACIÓN A PRECIOS SOCIALES

AÑO	SECTOR SANTA AMELIA Millones $	SECTOR EL TOCO – SAN ROBERTO Millones $	SECTOR SAN LUIS – CALEUCHE Millones $	SECTOR EL SALTO – SANTA IRENE Millones $	SECTOR LARMAHUE Millones $	TODA EL ÁREA DE PROYECTO Millones $
1	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
2	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
3	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
4	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
5	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
6	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
7	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
8	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
9	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
10	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
11	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
12	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
13	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
14	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
15	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
16	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
17	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
18	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
19	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
20	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
21	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
22	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
23	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
24	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
25	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
26	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
27	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
28	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
29	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700
30	613.755	1.346.850	1.670.615	978.515	312.965	4.922.700

CUADRO N°4.7.4-15
BENEFICIO ECONÓMICO POR AHORRO POR MENORES ROTURAS DE BORDES DÉBILES Y FILTRANTES VALORACIÓN A PRECIOS DE MERCADO

AÑO	SECTOR SANTA AMELIA	SECTOR EL TOCO – SAN ROBERTO	SECTOR SAN LUIS – CALEUCHE	SECTOR EL SALTO – SANTA IRENE	SECTOR LARMAHUE	TODA EL ÁREA DE PROYECTO
	Millones $	Millones $	Millones $	Millones $	Millones $	Millones $
1	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
2	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
3	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
4	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
5	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
6	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
7	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
8	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
9	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
10	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
11	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
12	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
13	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
14	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
15	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
16	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
17	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
18	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
19	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
20	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
21	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
22	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
23	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
24	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
25	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
26	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
27	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
28	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
29	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386
30	650.871	1.428.297	1.771.640	1.037.687	331.891	5.220.386

4.7.4.3.- Resumen de beneficios directos.

En los Cuadros Nº4.7.4-16 y Nº4.7.4-17 se contiene el resumen de los beneficios directos resultantes de la implementación del proyecto para un horizonte de evaluación de 30 años. En estos cuadros está la información a precios sociales y de mercado respectivamente. El detalle de los cálculos asociados se contiene en el Anexo 4.7.4-B.

CUADRO Nº 4.7.4-16
BENEFICIOS DIRECTOS DEL PROYECTO
PRECIOS SOCIALES

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Nº	AÑO HIDROLÓGICO	SECTOR SANTA AMELIA	SECTOR EL TOCO – SAN ROBERTO	SECTOR SAN LUIS – CALEUCHE	SECTOR SANTA IRENE – EL SALTO	SECTOR LARMAHUE	TODA EL ÁREA DE RIEGO DEL PROYECTO
		millones $	millones $	millones $	millones $	millones $	millones $
1	1971 \ 1972	66,94	582,27	58,64	31,09	138,64	877,58
2	1972 \ 1973	130,93	1.406,21	24,48	63,41	329,01	1.954,04
3	1973 \ 1974	242,76	2.247,85	113,34	46,90	534,38	3.185,23
4	1974 \ 1975	312,60	3.047,21	88,85	61,21	720,26	4.230,14
5	1975 \ 1976	420,38	3.923,02	182,46	78,15	931,92	5.535,93
6	1976 \ 1977	575,46	4.977,82	542,50	306,58	1.184,11	7.586,47
7	1977 \ 1978	527,59	5.511,07	74,88	181,68	1.291,05	7.586,27
8	1978 \ 1979	519,20	5.539,09	69,83	221,29	1.294,64	7.644,06
9	1979 \ 1980	538,87	5.508,50	93,31	151,71	1.294,02	7.586,42
10	1980 \ 1981	520,43	5.529,44	68,97	212,19	1.292,86	7.623,89
11	1981 \ 1982	680,27	5.871,61	662,23	385,01	1.396,02	8.995,14
12	1982 \ 1983	523,73	5.624,86	97,91	253,62	1.316,03	7.816,14
13	1983 \ 1984	580,66	5.561,99	196,42	106,10	1.317,48	7.762,65
14	1984 \ 1985	523,73	5.624,86	97,91	253,62	1.316,03	7.816,14
15	1985 \ 1986	663,48	5.798,26	548,90	277,53	1.381,18	8.669,36
16	1986 \ 1987	534,29	5.507,75	85,08	162,44	1.292,43	7.581,99
17	1987 \ 1988	523,73	5.624,86	97,91	253,62	1.316,03	7.816,14
18	1988 \ 1989	686,21	5.901,32	709,16	434,86	1.401,48	9.133,02
19	1989 \ 1990	604,72	5.614,28	275,46	115,11	1.334,35	7.943,91
20	1990 \ 1991	712,40	5.980,46	584,68	548,76	1.428,00	9.254,29
21	1991 \ 1992	534,54	5.507,74	85,50	161,82	1.292,51	7.582,10
22	1992 \ 1993	529,10	5.509,68	76,95	176,85	1.291,22	7.583,81
23	1993 \ 1994	526,33	5.512,61	73,31	185,97	1.290,99	7.589,21
24	1994 \ 1995	569,32	5.541,93	164,12	110,65	1.310,16	7.696,18
25	1995 \ 1996	598,25	5.598,99	252,74	110,09	1.329,66	7.889,74
26	1996 \ 1997	720,58	5.946,00	424,24	447,48	1.439,17	8.977,46
27	1997 \ 1998	523,73	5.624,86	97,91	253,62	1.316,03	7.816,14
28	1998 \ 1999	717,15	5.916,09	307,15	372,88	1.412,36	8.725,63
29	1999 \ 2000	518,50	5.554,58	73,02	232,11	1.297,95	7.676,16
30	2000 \ 2001	520,45	5.529,34	68,97	212,08	1.292,84	7.623,69

CUADRO N°4.7.4-17
BENEFICIOS DIRECTOS DEL PROYECTO
PRECIOS DE MERCADO

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
N°	AÑO HIDROLÓGICO	SECTOR SANTA AMELIA	SECTOR EL TOCO – SAN ROBERTO	SECTOR SAN LUIS – CALEUCHE	SECTOR SANTA IRENE – EL SALTO	SECTOR LARMAHUE	TODA EL ÁREA DE RIEGO DEL PROYECTO
		millones $	millones $	millones $	millones $	millones $	millones $
1	1971 \ 1972	63,29	541,01	49,09	36,49	131,71	821,59
2	1972 \ 1973	128,70	1.304,46	31,50	57,66	308,41	1.830,73
3	1973 \ 1974	231,52	2.116,37	66,69	77,84	515,19	3.007,61
4	1974 \ 1975	300,72	2.885,13	61,01	100,21	691,00	4.038,07
5	1975 \ 1976	405,51	3.704,22	117,73	136,65	901,89	5.265,99
6	1976 \ 1977	543,69	4.616,31	480,56	346,18	1.118,65	7.105,39
7	1977 \ 1978	523,71	5.222,83	114,09	207,37	1.235,58	7.303,57
8	1978 \ 1979	515,18	5.217,93	125,30	229,26	1.233,44	7.321,11
9	1979 \ 1980	524,96	5.223,79	112,98	205,04	1.236,40	7.303,17
10	1980 \ 1981	514,80	5.217,83	125,99	230,65	1.233,66	7.322,93
11	1981 \ 1982	642,54	5.440,64	601,40	427,95	1.315,03	8.427,55
12	1982 \ 1983	514,80	5.217,83	125,99	230,65	1.233,66	7.322,93
13	1983 \ 1984	556,84	5.258,32	120,59	180,52	1.266,63	7.382,89
14	1984 \ 1985	514,80	5.217,83	125,99	230,65	1.233,66	7.322,93
15	1985 \ 1986	627,68	5.395,07	440,08	336,30	1.316,92	8.116,04
16	1986 \ 1987	530,26	5.228,31	109,53	196,63	1.240,54	7.305,28
17	1987 \ 1988	514,80	5.217,83	125,99	230,65	1.233,66	7.322,93
18	1988 \ 1989	647,84	5.459,64	674,57	470,21	1.312,08	8.564,34
19	1989 \ 1990	576,96	5.287,92	161,42	192,45	1.286,29	7.505,04
20	1990 \ 1991	671,77	5.495,68	520,18	536,15	1.266,62	8.490,40
21	1991 \ 1992	530,79	5.228,79	109,30	195,92	1.240,99	7.305,79
22	1992 \ 1993	525,29	5.224,06	112,70	204,44	1.236,64	7.303,13
23	1993 \ 1994	522,38	5.221,86	115,41	210,04	1.234,78	7.304,45
24	1994 \ 1995	554,11	5.254,76	117,30	180,48	1.263,86	7.370,51
25	1995 \ 1996	571,51	5.279,31	147,33	187,16	1.281,18	7.466,48
26	1996 \ 1997	679,84	5.462,13	376,59	434,19	1.208,85	8.161,60
27	1997 \ 1998	514,80	5.217,83	125,99	230,65	1.233,66	7.322,93
28	1998 \ 1999	677,24	5.438,62	272,43	359,96	1.127,49	7.875,74
29	1999 \ 2000	517,08	5.218,66	122,16	223,08	1.233,02	7.314,00
30	2000 \ 2001	515,73	5.218,11	124,34	227,34	1.233,22	7.318,74

4.7.5.- Beneficios indirectos.

Adicionalmente a los beneficios citados en los puntos anteriores, existen beneficios indirectos que no han sido cuantificados en esta evaluación, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- Los accionistas podrán contar con más agua en los años extremadamente secos, al contar a futuro con un dispositivo de aforo en el Canal Matriz. Lo anterior se debe a que el caudal del canal Almahue es controlado actualmente en esos años secos por la Junta de Vigilancia en una regla ubicada en el saque Acequia Madre, cuya tabla marca un caudal significativamente superior al que efectivamente escurre en esa Sección, perjudicando notablemente al canal Almahue frente al resto de los canales que regula la Junta.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.7.6.- Costos.

4.7.6.1.- Inversión inicial, costos de mantención y de operación proporcionales por sector.

Se presentan los siguientes Cuadros Nº 4.7.6-1 al Nº4.7.6-6 un resumen con la inversión inicial en el año 0 del proyecto, las inversiones propuestas para el año 15 del horizonte de evaluación y los costos de operación y mantención anual de la Asociación para cada Sector, tanto a precios sociales, como a precios de mercado. El detalle de los cálculos se contiene en el Anexo Nº4.7.6-A. Además en el Anexo Nº4.7.6-B se contiene el presupuesto detallado con los ítems, tanto a precios de mercado, como sociales.

CUADRO Nº4.7.6-1
VALOR DE LA INVERSIÓN INICIAL DE CADA SECTOR
PRECIOS SOCIALES

	(1) ÍTEM	(2) COSTO DIRECTO $millones	(3) GASTOS GRALES + IMPREV + UTILIDAD $ millones	(4) COSTO TOTAL $millones	(5) FRACCIÓN DEL ÁREA TOTAL DEL PROYECTO %	(6) COSTO DIRECTO PROPOR-CIONAL POR CADA SECTOR $millones	(7) COSTO TOTAL PROPOR-CIONAL POR CADA SECTOR $millones
1.-	INSTALACIÓN DE FAENAS, CONTROL TOPOGRÁFICO, TTE. INTERNO Y ACCESO A FRENTES	35	11	47			
2.-	OBRAS EN BOCATOMA Y ADUCCIÓN	465	151	615			
3.-	OBRAS EN CANAL MATRIZ ALMAHUE KM 0 (ADMISIÓN) - KM 7,17 (MARCO EL RETEN)	2.948	957	3.905			
4.-	OBRAS EN DERIVADO SAN ROBERTO-TOCO:	57	19	76	27	1.249	1.325
5.-	OBRAS EN DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE:	210	68	278	34	1.550	1.828
6.-	OBRAS EN DERIVADO EL SALTO - SANTA IRENE	95	31	125	20	908	1.033
7.-	OBRAS EN DERIVADO SANTA AMELIA	3	1	3	12	569	573
8.-	OBRAS EN SECTOR LARMAHUE (NO COMUNERAS EN PROTECTORAS 1 Y 2)	2	1	2	6	290	293
					100	4.566	**5.052**
9.-	COSTO DIRECTO (millones $)	3.814					
10.-	TOTAL COSTO DE CONSTRUCCIÓN (millones $)	**5.052**					
11.-	GASTOS GENERALES, IMPREVISTOS Y UTILIDADES DEL CONTRATISTA	1.238					
12.-	INSTALACIÓN DE FAENAS, CONTROL TOPOGRÁFICO, TTE INTERNO Y ACCESO A FRENTES + OBRAS BOCATOMA Y ADUCCIÓN + OBRAS CANAL MATRIZ			4.566			

Notas: 1.- La columna (2) corresponde al resumen de los ítems principales del presupuesto del proyecto. 2.- La columna (3) representa la proporción de los gastos generales, imprevistos y utilidades del contratista que se asocian a cada uno de los ítems del presupuesto. 3.- El costo de las obras específicas en los distintos Sectores ascienden a $486 millones (5.052 – 4.566), estos valores se contienen en la columna (4) 4.- La columna (6) muestra el costo proporcional de las obras comuneras de la Asociación prorrateadas según superficie para cada Sector. El costo total de las obras provisionales más las obras proyectadas en la bocatoma y en el canal Matriz ascienden a $4.566 millones. 5.- La columna (7) muestra los valores de inversión inicial del proyecto que le corresponde asumir a cada Sector.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO N°4.7.6-2
VALOR DE LA INVERSIÓN INICIAL DE CADA SECTOR
PRECIOS DE MERCADO

	(1) ÍTEM	(2) COSTO DIRECTO $millones	(3) GASTOS GRALES + IMPREV + UTILIDAD $ millones	(4) COSTO TOTAL $millones	(5) FRACCIÓN DEL ÁREA TOTAL DEL PROYECTO %	(6) COSTO DIRECTO PROPOR-CIONAL POR CADA SECTOR $millones	(7) COSTO TOTAL PROPOR-CIONAL POR CADA SECTOR $millones
1.-	INSTALACIÓN DE FAENAS, CONTROL TOPOGRÁFICO, TTE. INTERNO Y ACCESO A FRENTES	38	12	49			
2.-	OBRAS EN BOCATOMA Y ADUCCIÓN	491	157	648			
3.-	OBRAS EN CANAL MATRIZ ALMAHUE KM 0 (ADMISIÓN) - KM 7,17 (MARCO EL RETEN)	3.153	1.007	4.160			
4.-	OBRAS EN DERIVADO SAN ROBERTO-TOCO:	67	21	88	27	1.329	1.418
5.-	OBRAS EN DERIVADO SAN LUIS CALEUCHE:	223	71	294	34	1.649	1.943
6.-	OBRAS EN DERIVADO EL SALTO - SANTA IRENE	110	35	145	20	966	1.111
7.-	OBRAS EN DERIVADO SANTA AMELIA	3	1	4	12	606	609
8.-	OBRAS EN SECTOR LARMAHUE (NO COMUNERAS EN PROTECTORAS 1 Y 2)	2	1	3	6	309	312
					100	4.858	**5.392**
9.-	COSTO DIRECTO (millones $)	4.086					
10.-	TOTAL COSTO DE CONSTRUCCIÓN (millones $)	**5.392**					
11.-	GASTOS GENERALES, IMPREVISTOS Y UTILIDADES DEL CONTRATISTA	1.306					
12.-	INSTALACIÓN DE FAENAS, CONTROL TOPOGRÁFICO, TTE INTERNO Y ACCESO A FRENTES + OBRAS BOCATOMA Y ADUCCIÓN + OBRAS CANAL MATRIZ			4.858			

Notas: 1.- La columna (2) corresponde al resumen de los ítems principales del presupuesto del proyecto. 2.- La columna (3) representa la proporción de los gastos generales, imprevistos y utilidades del contratista que se asocian a cada uno de los ítems del presupuesto. 3.- El costo de las obras específicas en los distintos Sectores ascienden a $534 millones (5.392 - 4.858), estos valores se contienen en la columna (4). 4.- La columna (6) muestra el costo proporcional de las obras comuneras de la Asociación prorrateadas según superficie para cada Sector. El costo total de las obras provisionales más las obras proyectadas en la bocatoma y en el canal Matriz ascienden a $5.392 millones. 5.- La columna (7) muestra los valores de inversión inicial del proyecto que le corresponde asumir a cada Sector.

CUADRO N°4.7.6-3
COSTO DE REPOSICIÓN DE OBRAS CIVILES EN AÑO 15 DEL PROYECTO
PRECIOS SOCIALES

N°	(1) ÍTEM	(2) COSTO DIRECTO DEL PROYECTO DE REPOSICIÓN (millones $)	(3) FRACCIÓN DE LA SUPERFICIE TOTAL %	(4) FRACCIÓN PROPORCIONAL DEL COSTO DE REPOSICIÓN POR SECTOR (millones $)
1.-	REVESTIMIENTO CON LOSETAS PREFABRICADAS DE H.A.	2.236		
2.-	COSTO REFERIDO A LOSETAS (49,4% DEL REVESTIMIENTO)	1.105		
3.-	COSTO PARA REPOSICIÓN DEL 5% DE LOSETAS	55		
4.-	15 MECANISMOS CON VOLANTE Y TORNILLO	11		
5.-	SECTOR SAN ROBERTO-TOCO:		27	30
6.-	SECTOR SAN LUIS CALEUCHE:		34	37
7.-	SECTOR EL SALTO - SANTA IRENE		20	22
8.-	SECTOR SANTA AMELIA		12	14
9.-	SECTOR LARMAHUE		6	7
			100	**109**
10.-	COSTO DIRECTO DE REPOSICIÓN (millones $) 3. + 4.	66		
11.-	GASTOS GENERALES, IMPREVISTOS Y UTILIDADES DEL CONTRATISTA (65% DEL COSTO DIRECTO)	43		
12	COSTO TOTAL POR CONCEPTO DE REPOSICIÓN	**109**		

Notas: 1.- El presupuesto por concepto de revestimiento con losetas prefabricadas asciende a $2.236 millones, del cual el 49% aproximadamente corresponde específicamente a losetas. Por lo que $1.105 millones corresponde a este concepto. 2.- Se supone que en el año 15 se reemplazará el 5% de las losetas y todos los mecanismos instalados en el proyecto, los cuales corresponden a $11 millones. 3.- El costo directo de reposición (5% de losetas + mecanismos) es de $66 millones. 4.- Al tratarse de un proyecto individual de reparación se supone que los gastos generales, el costo por concepto de imprevistos y utilidades del contratista son del orden del 65% del costo directo. Finalmente el costo total asciende al costo directo más $43 millones, es decir $109 millones. 5.- La columna (4) presenta los valores de reposición por cada uno de los 5 Sectores del proyecto.

CUADRO N°4.7.6-4
COSTO DE REPOSICIÓN DE OBRAS CIVILES EN AÑO 15 DEL PROYECTO
PRECIOS DE MERCADO

N°	(1) ÍTEM	(2) COSTO DIRECTO DEL PROYECTO DE REPOSICIÓN (millones $)	(3) FRACCIÓN DE LA SUPERFICIE TOTAL %	(4) FRACCIÓN PROPORCIONAL DEL COSTO DE REPOSICIÓN POR SECTOR (millones $)
1.-	REVESTIMIENTO CON LOSETAS PREFABRICADAS DE H.A.	2.371		
2.-	COSTO REFERIDO A LOSETAS (49,4% DEL REVESTIMIENTO)	1.171		
3.-	COSTO PARA REPOSICIÓN DEL 5% DE LOSETAS	59		
4.-	15 MECANISMOS CON VOLANTE Y TORNILLO	11		
5.-	SECTOR SAN ROBERTO-TOCO:		27	31
6.-	SECTOR SAN LUIS CALEUCHE:		34	39
7.-	SECTOR EL SALTO - SANTA IRENE		20	23
8.-	SECTOR SANTA AMELIA		12	14
9.-	SECTOR LARMAHUE		6	7
			100	**115**
10.-	COSTO DIRECTO DE REPOSICIÓN (millones $) 3. + 4.	70		
11.-	GASTOS GENERALES, IMPREVISTOS Y UTILIDADES DEL CONTRATISTA (65% DEL COSTO DIRECTO)	45		
12	COSTO TOTAL POR CONCEPTO DE REPOSICIÓN	**115**		

Notas: 1.- El presupuesto por concepto de revestimiento con losetas prefabricadas asciende a $2.371 millones, del cual el 49% aproximadamente corresponde específicamente a losetas. Por lo que $1.171 millones corresponden a este concepto. 2.- Se supone que en el año 15 se reemplazaran el 5% de las losetas y todos los mecanismos instalados en el proyecto, que corresponden a $11 millones. 3.- El costo directo de reposición (5% de losetas + mecanismos) es de $70 millones. 4.- Al tratarse de un proyecto individual de reparación se supone que los gastos generales, el costo por concepto de imprevistos y utilidades del contratista son del orden del 65% del costo directo. Finalmente el costo total asciende al costo directo más $45 millones, es decir $115 millones. 5.- La columna (4) presenta los valores de reposición por cada uno de los 5 Sectores del proyecto.

CUADRO N°4.7.6-5
COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN ANUAL PROPORCIONAL DE CADA SECTOR
PRECIOS SOCIALES

N°	(1) ÍTEM	(2) COSTO DIRECTO DEL PROYECTO DE REPOSICIÓN (millones $)	(3) FRACCIÓN DE LA SUPERFICIE TOTAL %	(4) FRACCIÓN PROPORCIONAL DEL COSTO DE REPOSICIÓN POR SECTOR (millones $)
1.-	SECTOR SAN ROBERTO-TOCO		27	28
2.-	SECTOR SAN LUIS CALEUCHE		34	35
3.-	SECTOR EL SALTO - SANTA IRENE		20	20
4.-	SECTOR SANTA AMELIA		12	13
5.-	SECTOR LARMAHUE		6	6
			100	**102**
6.-	COSTO TOTAL POR CONCEPTO DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN	**102**		

Notas: El costo anual de Mantención y operación de la Asociación se ha extraído de la Memoria Anual de la Asociación del Canal Almahue.

CUADRO N°4.7.6-6
COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN ANUAL PROPORCIONAL DE CADA SECTOR
PRECIOS DE MERCADO

N°	(1) ÍTEM	(2) COSTO DIRECTO DEL PROYECTO DE REPOSICIÓN (millones $)	(3) FRACCIÓN DE LA SUPERFICIE TOTAL %	(4) FRACCIÓN PROPORCIONAL DEL COSTO DE REPOSICIÓN POR SECTOR (millones $)
1.-	SECTOR SAN ROBERTO-TOCO		27	28
2.-	SECTOR SAN LUIS CALEUCHE		34	35
3.-	SECTOR EL SALTO - SANTA IRENE		20	20
4.-	SECTOR SANTA AMELIA		12	13
5.-	SECTOR LARMAHUE		6	6
			100	**102**
6.-	COSTO TOTAL POR CONCEPTO DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN	**102**		

Notas: El costo anual de Mantención y operación de la Asociación se ha extraído de la Memoria Anual de la Asociación del Canal Almahue.

4.7.6.2.- Costos de habilitación agrícola y de incorporación al riego.

A continuación se presenta el resumen de las inversiones requeridas por concepto de habilitación agrícola para cada uno de los cinco Sectores y para la totalidad del área del proyecto. Estos resúmenes contienen además el detalle a nivel de los 3 Estratos prediales representativos. La inversión agrícola se contiene en el Capitulo N°3.2 y el desarrollo de la expansión hasta el valor de cada uno de los Estratos y Predios Tipo se contiene en el Anexo N°4.7.6-D. El prorrateo de la inversión de habilitación se ha efectuado conforme a las superficies de frutales en cada Estrato y de cada Sector.

CUADRO N° 4.7.6-7
INVERSIÓN EN HABILITACIÓN AGRÍCOLA
TODA EL ÁREA DEL PROYECTO
PRECIOS SOCIALES

AÑO	ESTRATO N°1 millones $	ESTRATO N°2 millones $	ESTRATO N°3 millones $	Total millones $
0	165,6	1.887,6	4.433,4	6.486,7
1	38,1	433,9	1.019,0	1.490,9
2	38,1	433,9	1.019,0	1.490,9
3	38,1	433,9	1.019,0	1.490,9
4	38,1	433,9	1.019,0	1.490,9
5	38,1	433,9	1.019,0	1.490,9
6	4,9	56,3	132,3	193,5
7	4,9	56,3	132,3	193,5
8	7,7	87,4	205,2	300,2
9	7,7	87,4	205,2	300,2
10	9,1	103,6	243,2	355,9
11	9,1	103,6	243,2	355,9
12	11,5	130,5	306,6	448,6
13	8,7	99,5	233,7	342,0
14	8,7	99,5	233,7	342,0
15	11,2	127,9	300,3	439,4
16	11,2	127,9	300,3	439,4
17	8,8	100,9	236,9	346,6
18	8,8	100,9	236,9	346,6
19	10,3	117,0	274,9	402,2
20	6,4	72,5	170,3	249,2
21	6,4	72,5	170,3	249,2
22	9,1	103,6	243,2	355,9
23	11,5	130,5	306,6	448,6
24	10,0	114,4	268,6	393,0
25	10,0	114,4	268,6	393,0
26	10,0	114,4	268,6	393,0
27	7,3	83,3	195,7	286,3
28	6,4	72,5	170,3	249,2
29	10,3	117,0	274,9	402,2
30	10,3	117,0	274,9	402,2

CUADRO Nº 4.7.6-8
INVERSIÓN EN HABILITACIÓN AGRÍCOLA
SECTOR SANTA AMELIA
PRECIOS SOCIALES

AÑO	ESTRATO Nº1 millones $	ESTRATO Nº2 millones $	ESTRATO Nº3 millones $	Total millones $
0	0,0	0,0	416,5	416,5
1	0,0	0,0	95,7	95,7
2	0,0	0,0	95,7	95,7
3	0,0	0,0	95,7	95,7
4	0,0	0,0	95,7	95,7
5	0,0	0,0	95,7	95,7
6	0,0	0,0	12,4	12,4
7	0,0	0,0	12,4	12,4
8	0,0	0,0	19,3	19,3
9	0,0	0,0	19,3	19,3
10	0,0	0,0	22,9	22,9
11	0,0	0,0	22,9	22,9
12	0,0	0,0	28,8	28,8
13	0,0	0,0	22,0	22,0
14	0,0	0,0	22,0	22,0
15	0,0	0,0	28,2	28,2
16	0,0	0,0	28,2	28,2
17	0,0	0,0	22,3	22,3
18	0,0	0,0	22,3	22,3
19	0,0	0,0	25,8	25,8
20	0,0	0,0	16,0	16,0
21	0,0	0,0	16,0	16,0
22	0,0	0,0	22,9	22,9
23	0,0	0,0	28,8	28,8
24	0,0	0,0	25,2	25,2
25	0,0	0,0	25,2	25,2
26	0,0	0,0	25,2	25,2
27	0,0	0,0	18,4	18,4
28	0,0	0,0	16,0	16,0
29	0,0	0,0	25,8	25,8
30	0,0	0,0	25,8	25,8

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº 4.7.6-9
INVERSIÓN EN HABILITACIÓN AGRÍCOLA
SECTOR TOCO – SAN ROBERTO
PRECIOS SOCIALES

AÑO	ESTRATO Nº1 millones $	ESTRATO Nº2 millones $	ESTRATO Nº3 millones $	Total millones $
0	0,0	265,8	2.921,5	3.187,3
1	0,0	61,1	671,5	732,6
2	0,0	61,1	671,5	732,6
3	0,0	61,1	671,5	732,6
4	0,0	61,1	671,5	732,6
5	0,0	61,1	671,5	732,6
6	0,0	7,9	87,2	95,1
7	0,0	7,9	87,2	95,1
8	0,0	12,3	135,2	147,5
9	0,0	12,3	135,2	147,5
10	0,0	14,6	160,3	174,9
11	0,0	14,6	160,3	174,9
12	0,0	18,4	202,0	220,4
13	0,0	14,0	154,0	168,0
14	0,0	14,0	154,0	168,0
15	0,0	18,0	197,9	215,9
16	0,0	18,0	197,9	215,9
17	0,0	14,2	156,1	170,3
18	0,0	14,2	156,1	170,3
19	0,0	16,5	181,2	197,6
20	0,0	10,2	112,2	122,4
21	0,0	10,2	112,2	122,4
22	0,0	14,6	160,3	174,9
23	0,0	18,4	202,0	220,4
24	0,0	16,1	177,0	193,1
25	0,0	16,1	177,0	193,1
26	0,0	16,1	177,0	193,1
27	0,0	11,7	129,0	140,7
28	0,0	10,2	112,2	122,4
29	0,0	16,5	181,2	197,6
30	0,0	16,5	181,2	197,6

CUADRO Nº 4.7.6-10
INVERSIÓN EN HABILITACIÓN AGRÍCOLA
SECTOR SAN LUIS – CALEUCHE
PRECIOS SOCIALES

AÑO	ESTRATO Nº1 millones $	ESTRATO Nº2 millones $	ESTRATO Nº3 millones $	Total millones $
0	48,6	930,2	0,0	978,8
1	11,2	213,8	0,0	225,0
2	11,2	213,8	0,0	225,0
3	11,2	213,8	0,0	225,0
4	11,2	213,8	0,0	225,0
5	11,2	213,8	0,0	225,0
6	1,4	27,8	0,0	29,2
7	1,4	27,8	0,0	29,2
8	2,2	43,1	0,0	45,3
9	2,2	43,1	0,0	45,3
10	2,7	51,0	0,0	53,7
11	2,7	51,0	0,0	53,7
12	3,4	64,3	0,0	67,7
13	2,6	49,0	0,0	51,6
14	2,6	49,0	0,0	51,6
15	3,3	63,0	0,0	66,3
16	3,3	63,0	0,0	66,3
17	2,6	49,7	0,0	52,3
18	2,6	49,7	0,0	52,3
19	3,0	57,7	0,0	60,7
20	1,9	35,7	0,0	37,6
21	1,9	35,7	0,0	37,6
22	2,7	51,0	0,0	53,7
23	3,4	64,3	0,0	67,7
24	2,9	56,4	0,0	59,3
25	2,9	56,4	0,0	59,3
26	2,9	56,4	0,0	59,3
27	2,1	41,1	0,0	43,2
28	1,9	35,7	0,0	37,6
29	3,0	57,7	0,0	60,7
30	3,0	57,7	0,0	60,7

CUADRO Nº 4.7.6-11
INVERSIÓN EN HABILITACIÓN AGRÍCOLA
SECTOR EL SALTO – SANTA IRENE
PRECIOS SOCIALES

AÑO	ESTRATO Nº1 millones $	ESTRATO Nº2 millones $	ESTRATO Nº3 millones $	Total millones $
0	0,0	258,9	653,7	912,6
1	0,0	59,5	150,2	209,8
2	0,0	59,5	150,2	209,8
3	0,0	59,5	150,2	209,8
4	0,0	59,5	150,2	209,8
5	0,0	59,5	150,2	209,8
6	0,0	7,7	19,5	27,2
7	0,0	7,7	19,5	27,2
8	0,0	12,0	30,3	42,2
9	0,0	12,0	30,3	42,2
10	0,0	14,2	35,9	50,1
11	0,0	14,2	35,9	50,1
12	0,0	17,9	45,2	63,1
13	0,0	13,7	34,5	48,1
14	0,0	13,7	34,5	48,1
15	0,0	17,5	44,3	61,8
16	0,0	17,5	44,3	61,8
17	0,0	13,8	34,9	48,8
18	0,0	13,8	34,9	48,8
19	0,0	16,1	40,5	56,6
20	0,0	9,9	25,1	35,1
21	0,0	9,9	25,1	35,1
22	0,0	14,2	35,9	50,1
23	0,0	17,9	45,2	63,1
24	0,0	15,7	39,6	55,3
25	0,0	15,7	39,6	55,3
26	0,0	15,7	39,6	55,3
27	0,0	11,4	28,9	40,3
28	0,0	9,9	25,1	35,1
29	0,0	16,1	40,5	56,6
30	0,0	16,1	40,5	56,6

CUADRO Nº 4.7.6-12
INVERSIÓN EN HABILITACIÓN AGRÍCOLA
SECTOR LARMAHUE
PRECIOS SOCIALES

AÑO	ESTRATO Nº1 millones $	ESTRATO Nº2 millones $	ESTRATO Nº3 millones $	Total millones $
0	117,0	432,6	441,8	991,4
1	26,9	99,4	101,5	227,9
2	26,9	99,4	101,5	227,9
3	26,9	99,4	101,5	227,9
4	26,9	99,4	101,5	227,9
5	26,9	99,4	101,5	227,9
6	3,5	12,9	13,2	29,6
7	3,5	12,9	13,2	29,6
8	5,4	20,0	20,4	45,9
9	5,4	20,0	20,4	45,9
10	6,4	23,7	24,2	54,4
11	6,4	23,7	24,2	54,4
12	8,1	29,9	30,5	68,6
13	6,2	22,8	23,3	52,3
14	6,2	22,8	23,3	52,3
15	7,9	29,3	29,9	67,2
16	7,9	29,3	29,9	67,2
17	6,3	23,1	23,6	53,0
18	6,3	23,1	23,6	53,0
19	7,3	26,8	27,4	61,5
20	4,5	16,6	17,0	38,1
21	4,5	16,6	17,0	38,1
22	6,4	23,7	24,2	54,4
23	8,1	29,9	30,5	68,6
24	7,1	26,2	26,8	60,1
25	7,1	26,2	26,8	60,1
26	7,1	26,2	26,8	60,1
27	5,2	19,1	19,5	43,8
28	4,5	16,6	17,0	38,1
29	7,3	26,8	27,4	61,5
30	7,3	26,8	27,4	61,5

CUADRO Nº 4.7.6-13
INVERSIÓN EN HABILITACIÓN AGRÍCOLA
TODA EL ÁREA DEL PROYECTO
PRECIOS DE MERCADO

AÑO	ESTRATO Nº1 millones $	ESTRATO Nº2 millones $	ESTRATO Nº3 millones $	Total millones $
0	176,2	2.008,1	4.716,4	6.900,7
1	40,5	461,5	1.084,1	1.586,1
2	40,5	461,5	1.084,1	1.586,1
3	40,5	461,5	1.084,1	1.586,1
4	40,5	461,5	1.084,1	1.586,1
5	40,5	461,5	1.084,1	1.586,1
6	5,3	59,9	140,7	205,9
7	5,3	59,9	140,7	205,9
8	8,2	92,9	218,3	319,4
9	8,2	92,9	218,3	319,4
10	9,7	110,2	258,8	378,6
11	9,7	110,2	258,8	378,6
12	12,2	138,9	326,2	477,2
13	9,3	105,9	248,6	363,8
14	9,3	105,9	248,6	363,8
15	11,9	136,0	319,5	467,4
16	11,9	136,0	319,5	467,4
17	9,4	107,3	252,0	368,7
18	9,4	107,3	252,0	368,7
19	10,9	124,5	292,5	427,9
20	6,8	77,1	181,2	265,1
21	6,8	77,1	181,2	265,1
22	9,7	110,2	258,8	378,6
23	12,2	138,9	326,2	477,2
24	10,7	121,7	285,8	418,1
25	10,7	121,7	285,8	418,1
26	10,7	121,7	285,8	418,1
27	7,8	88,6	208,2	304,6
28	6,8	77,1	181,2	265,1
29	10,9	124,5	292,5	427,9
30	10,9	124,5	292,5	427,9

CUADRO Nº 4.7.6-14
INVERSIÓN EN HABILITACIÓN AGRÍCOLA
SECTOR SANTA AMELIA
PRECIOS DE MERCADO

AÑO	ESTRATO Nº1 millones $	ESTRATO Nº2 millones $	ESTRATO Nº3 millones $	Total millones $
0	0,0	0,0	443,1	443,1
1	0,0	0,0	101,8	101,8
2	0,0	0,0	101,8	101,8
3	0,0	0,0	101,8	101,8
4	0,0	0,0	101,8	101,8
5	0,0	0,0	101,8	101,8
6	0,0	0,0	13,2	13,2
7	0,0	0,0	13,2	13,2
8	0,0	0,0	20,5	20,5
9	0,0	0,0	20,5	20,5
10	0,0	0,0	24,3	24,3
11	0,0	0,0	24,3	24,3
12	0,0	0,0	30,6	30,6
13	0,0	0,0	23,4	23,4
14	0,0	0,0	23,4	23,4
15	0,0	0,0	30,0	30,0
16	0,0	0,0	30,0	30,0
17	0,0	0,0	23,7	23,7
18	0,0	0,0	23,7	23,7
19	0,0	0,0	27,5	27,5
20	0,0	0,0	17,0	17,0
21	0,0	0,0	17,0	17,0
22	0,0	0,0	24,3	24,3
23	0,0	0,0	30,6	30,6
24	0,0	0,0	26,8	26,8
25	0,0	0,0	26,8	26,8
26	0,0	0,0	26,8	26,8
27	0,0	0,0	19,6	19,6
28	0,0	0,0	17,0	17,0
29	0,0	0,0	27,5	27,5
30	0,0	0,0	27,5	27,5

CUADRO Nº 4.7.6-15
INVERSIÓN EN HABILITACIÓN AGRÍCOLA
SECTOR EL TOCO – SAN ROBERTO
PRECIOS DE MERCADO

AÑO	ESTRATO Nº1 millones $	ESTRATO Nº2 millones $	ESTRATO Nº3 millones $	Total millones $
0	0,0	282,8	3.107,9	3.390,7
1	0,0	65,0	714,3	779,3
2	0,0	65,0	714,3	779,3
3	0,0	65,0	714,3	779,3
4	0,0	65,0	714,3	779,3
5	0,0	65,0	714,3	779,3
6	0,0	8,4	92,7	101,2
7	0,0	8,4	92,7	101,2
8	0,0	13,1	143,9	156,9
9	0,0	13,1	143,9	156,9
10	0,0	15,5	170,5	186,0
11	0,0	15,5	170,5	186,0
12	0,0	19,6	214,9	234,5
13	0,0	14,9	163,8	178,8
14	0,0	14,9	163,8	178,8
15	0,0	19,2	210,5	229,7
16	0,0	19,2	210,5	229,7
17	0,0	15,1	166,1	181,2
18	0,0	15,1	166,1	181,2
19	0,0	17,5	192,7	210,3
20	0,0	10,9	119,4	130,3
21	0,0	10,9	119,4	130,3
22	0,0	15,5	170,5	186,0
23	0,0	19,6	214,9	234,5
24	0,0	17,1	188,3	205,4
25	0,0	17,1	188,3	205,4
26	0,0	17,1	188,3	205,4
27	0,0	12,5	137,2	149,7
28	0,0	10,9	119,4	130,3
29	0,0	17,5	192,7	210,3
30	0,0	17,5	192,7	210,3

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº 4.7.6-16
INVERSIÓN EN HABILITACIÓN AGRÍCOLA
SECTOR SAN LUIS – CALEUCHE
PRECIOS DE MERCADO

AÑO	ESTRATO Nº1 millones $	ESTRATO Nº2 millones $	ESTRATO Nº3 millones $	Total millones $
0	51,7	989,6	0,0	1.041,3
1	11,9	227,5	0,0	239,3
2	11,9	227,5	0,0	239,3
3	11,9	227,5	0,0	239,3
4	11,9	227,5	0,0	239,3
5	11,9	227,5	0,0	239,3
6	1,5	29,5	0,0	31,1
7	1,5	29,5	0,0	31,1
8	2,4	45,8	0,0	48,2
9	2,4	45,8	0,0	48,2
10	2,8	54,3	0,0	57,1
11	2,8	54,3	0,0	57,1
12	3,6	68,4	0,0	72,0
13	2,7	52,2	0,0	54,9
14	2,7	52,2	0,0	54,9
15	3,5	67,0	0,0	70,5
16	3,5	67,0	0,0	70,5
17	2,8	52,9	0,0	55,6
18	2,8	52,9	0,0	55,6
19	3,2	61,4	0,0	64,6
20	2,0	38,0	0,0	40,0
21	2,0	38,0	0,0	40,0
22	2,8	54,3	0,0	57,1
23	3,6	68,4	0,0	72,0
24	3,1	60,0	0,0	63,1
25	3,1	60,0	0,0	63,1
26	3,1	60,0	0,0	63,1
27	2,3	43,7	0,0	46,0
28	2,0	38,0	0,0	40,0
29	3,2	61,4	0,0	64,6
30	3,2	61,4	0,0	64,6

CUADRO Nº 4.7.6-17
INVERSIÓN EN HABILITACIÓN AGRÍCOLA
SECTOR EL SALTO – SANTA IRENE
PRECIOS DE MERCADO

AÑO	ESTRATO Nº1 millones $	ESTRATO Nº2 millones $	ESTRATO Nº3 millones $	Total millones $
0	0,0	275,5	695,4	970,9
1	0,0	63,3	159,8	223,2
2	0,0	63,3	159,8	223,2
3	0,0	63,3	159,8	223,2
4	0,0	63,3	159,8	223,2
5	0,0	63,3	159,8	223,2
6	0,0	8,2	20,7	29,0
7	0,0	8,2	20,7	29,0
8	0,0	12,8	32,2	44,9
9	0,0	12,8	32,2	44,9
10	0,0	15,1	38,2	53,3
11	0,0	15,1	38,2	53,3
12	0,0	19,0	48,1	67,1
13	0,0	14,5	36,7	51,2
14	0,0	14,5	36,7	51,2
15	0,0	18,7	47,1	65,8
16	0,0	18,7	47,1	65,8
17	0,0	14,7	37,2	51,9
18	0,0	14,7	37,2	51,9
19	0,0	17,1	43,1	60,2
20	0,0	10,6	26,7	37,3
21	0,0	10,6	26,7	37,3
22	0,0	15,1	38,2	53,3
23	0,0	19,0	48,1	67,1
24	0,0	16,7	42,1	58,8
25	0,0	16,7	42,1	58,8
26	0,0	16,7	42,1	58,8
27	0,0	12,2	30,7	42,9
28	0,0	10,6	26,7	37,3
29	0,0	17,1	43,1	60,2
30	0,0	17,1	43,1	60,2

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº 4.7.6-18
INVERSIÓN EN HABILITACIÓN AGRÍCOLA
SECTOR LARMAHUE
PRECIOS DE MERCADO

AÑO	ESTRATO Nº1 millones $	ESTRATO Nº2 millones $	ESTRATO Nº3 millones $	Total millones $
0	124,5	460,2	470,0	1.054,7
1	28,6	105,8	108,0	242,4
2	28,6	105,8	108,0	242,4
3	28,6	105,8	108,0	242,4
4	28,6	105,8	108,0	242,4
5	28,6	105,8	108,0	242,4
6	3,7	13,7	14,0	31,5
7	3,7	13,7	14,0	31,5
8	5,8	21,3	21,8	48,8
9	5,8	21,3	21,8	48,8
10	6,8	25,2	25,8	57,9
11	6,8	25,2	25,8	57,9
12	8,6	31,8	32,5	72,9
13	6,6	24,3	24,8	55,6
14	6,6	24,3	24,8	55,6
15	8,4	31,2	31,8	71,4
16	8,4	31,2	31,8	71,4
17	6,7	24,6	25,1	56,4
18	6,7	24,6	25,1	56,4
19	7,7	28,5	29,1	65,4
20	4,8	17,7	18,1	40,5
21	4,8	17,7	18,1	40,5
22	6,8	25,2	25,8	57,9
23	8,6	31,8	32,5	72,9
24	7,5	27,9	28,5	63,9
25	7,5	27,9	28,5	63,9
26	7,5	27,9	28,5	63,9
27	5,5	20,3	20,7	46,6
28	4,8	17,7	18,1	40,5
29	7,7	28,5	29,1	65,4
30	7,7	28,5	29,1	65,4

4.7.6.3.- Costos de Asistencia Técnica y Capacitación

En el siguiente Cuadro Nº 4.7.6-19 se presentan los costos de asistencia técnica y capacitación correspondiente a cada Sector, tanto a precios sociales, como a precios de mercado. El detalle se contiene en el punto Nº3.2.10.1 – "Costos de la Asistencia Técnica y Capacitación propuesta", incluido en el Capítulo Nº3.2 – "Situación Agrícola Futura o Con Proyecto". Estos costos se consideran los primeros 10 años del análisis.

CUADRO Nº 4.7.6-19
COSTOS EN ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN
PRECIOS DE MERCADO Y SOCIAL
PESOS DE AGOSTO DEL 2008

Nº	(1) ÍTEM	(2) COSTO TOTAL ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN ANUAL PRECIOS SOCIALES $ millones	(3) COSTO TOTAL ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN ANUAL PRECIOS MERCADO $ millones
1.-	SECTOR SAN ROBERTO-TOCO	4,1	4,1
2.-	SECTOR SAN LUIS CALEUCHE	5,1	5,1
3.-	SECTOR EL SALTO - SANTA IRENE	3,0	3,0
4.-	SECTOR SANTA AMELIA	1,9	1,9
5.-	SECTOR LARMAHUE	1,0	1,0
6.-	COSTO TOTAL POR CONCEPTO DE ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN	15	15

Nota: estos costos se consideran los primeros 10 años del análisis.

4.7.6.4.- Costos de superficies a incorporar sobre cota de canal.

Se tienen antecedentes del costo medio de venta de terrenos agrícolas en la zona del canal Almahue, ubicados en el llano bajo cota canal, de: $ 10.000.000/ ha. Por otro lado, se tiene la información de costos del orden de $ 500.000/ ha por terrenos ubicados en ladera que cuentan con adecuada exposición solar y aptos para rubros de mayor rentabilidad, como el caso de los viñedos de El Salto. Estos suelos requieren comparativamente mayor inversión en riego que los terrenos en el llano. Se tiene un costo de aproximadamente $350.000/ ha por concepto de caminos y cuarteles; y unos $ 500.000/ ha para camellones de plantación. Finalmente, son $1.100.000/ ha, en equipos de riego por goteo. En resumen se tiene un costo total de $2.450.000/ ha para habilitar terrenos en ladera. El costo de elevación de agua de riego es de $1.800.000/ ha, totalizando $4.250.000 / ha, que es sensiblemente menor al costo del terreno en el llano señalado de $10.000.000, por cuanto es esperable que exista interés por habilitar terrenos en ladera de cerro ubicados sobre cota de canal, lo cual efectivamente ha estado sucediendo actualmente en el sector de Almahue.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.8.- Resultados de la evaluación económica.

4.8.1.- Resultados de la evaluación económica a precios sociales.

4.8.1.1.- Resultados de la evaluación económica a precios sociales de toda el área de riego del proyecto.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación económica de toda el área del proyecto, sus sensibilizaciones y la respectiva representación gráfica. Los resultados corresponden a la evaluación a Precios Sociales. El detalle de las planillas y cálculos se contienen en el Anexo N°4.8.2-A.

CUADRO N°4.8.1-1
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DE TODA EL ÁREA DEL PROYECTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN EN EL COSTO DE LA INVERSIÓN INICIAL
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	VARIACIÓN EN EL COSTO DE OBRAS CIVILES Io					
		-15%	-10%	0%	10%	15%	776%
VAN (millones $)	**48.383**	49.319	49.007	**48.383**	47.760	47.448	0
N/K	**11,9**	14,0	13,2	**11,9**	10,8	10,3	1,1
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**7**	6	6	**7**	7	7	13
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**26,1**	27	27	**26**	25	25	8
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**	6	6	**6**	6	6	13

Notas: 1.- El caso base, está definido con la Inversión Inicial (Io) calculada en el presupuesto general de obras presentada en el Capítulo N°3.6.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO N°4.8.1-2
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DE TODA EL ÁREA DEL PROYECTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN AGRÍCOLA (AÑOS)			
		1	2	3	4
VAN (millones $)	**48.383**	42.530	37.106	31.986	27.330
N/K	**11,9**	10,7	9,6	8,6	7,7
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**7**	8	9	10	11
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**26**	22	19	17	16
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**	7	8	9	10

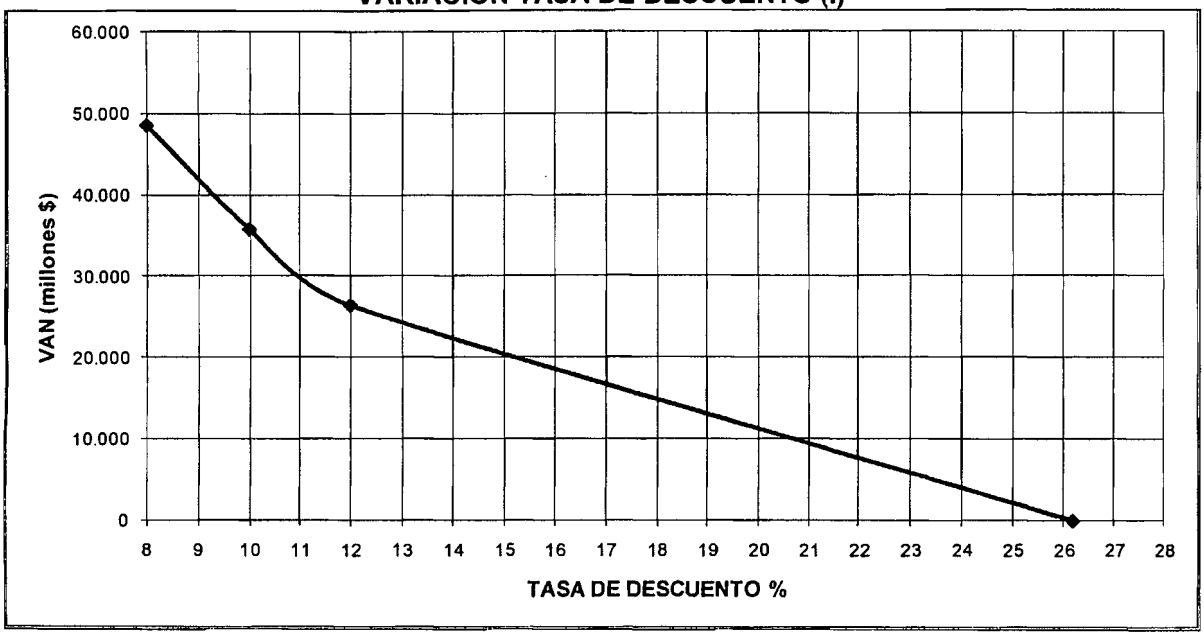
Notas: 1.- El caso base se define por la implementación agrícola en el año N°1 del horizonte de evaluación, con 0 años de postergación.- 2.- N/K corresponde al cociente entre beneficio total e inversión inicial.

CUADRO N°4.8.1-3
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DE TODA EL ÁREA DEL PROYECTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

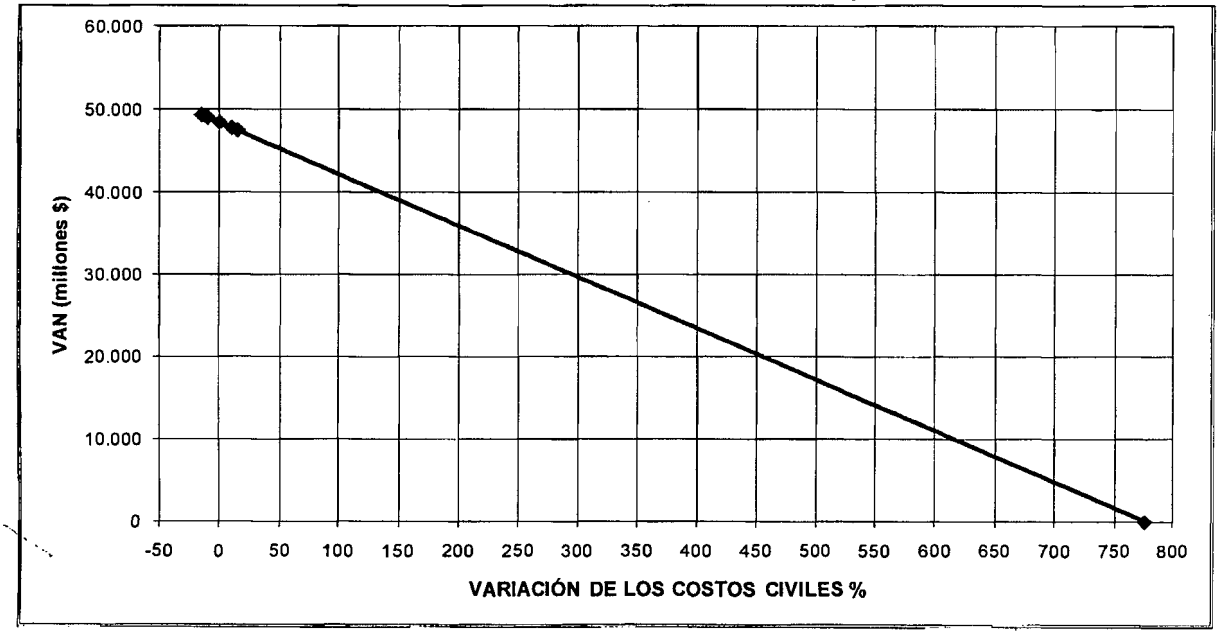
PARÁMETROS ECONÓMICOS	TASA DE DESCUENTO i %			
	8	10	12	26,1
VAN (millones $)	**48.383**	35.659	26.332	0
N/K	**11,9**	9,3	7,5	2,3
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**7**	7	7	7
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**26**	26	26	26
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**	6	6	6

Notas: 1.- El caso base, está definido por la tasa de descuento social definida por Mideplan i=8%.- 2.- N/K corresponde al cuociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

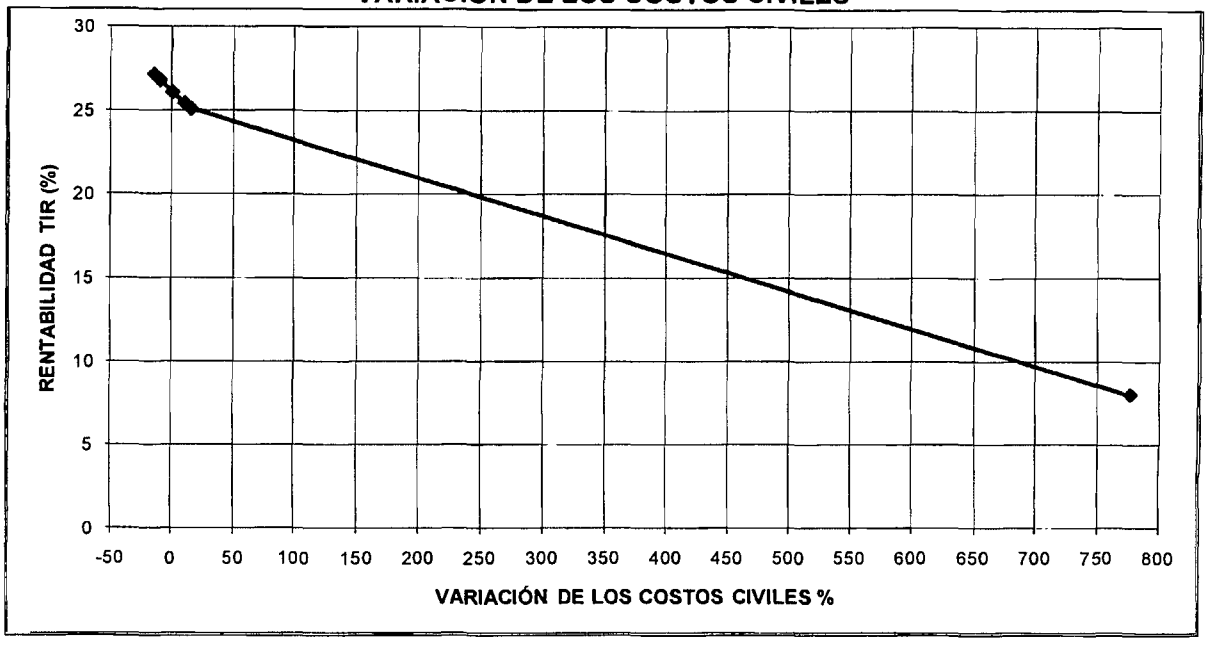
CUADRO Nº4.8.1-4
TODA EL ÁREA DE RIEGO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
VARIACIÓN TASA DE DESCUENTO (i)



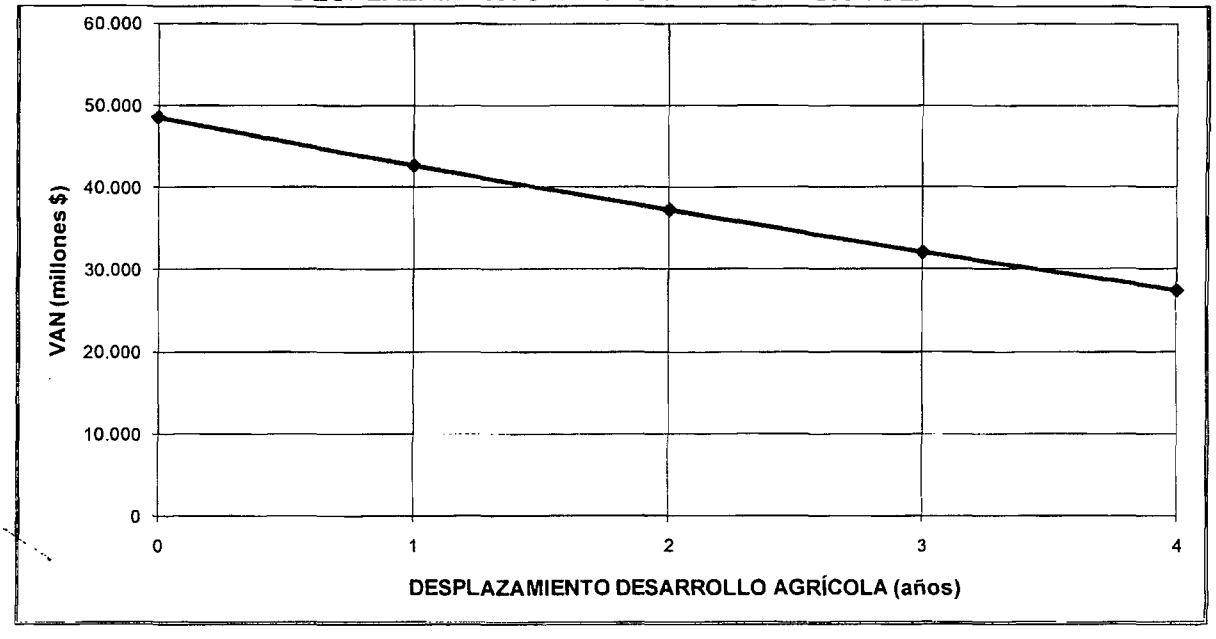
CUADRO Nº4.8.1-5
TODA EL ÁREA DE RIEGO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



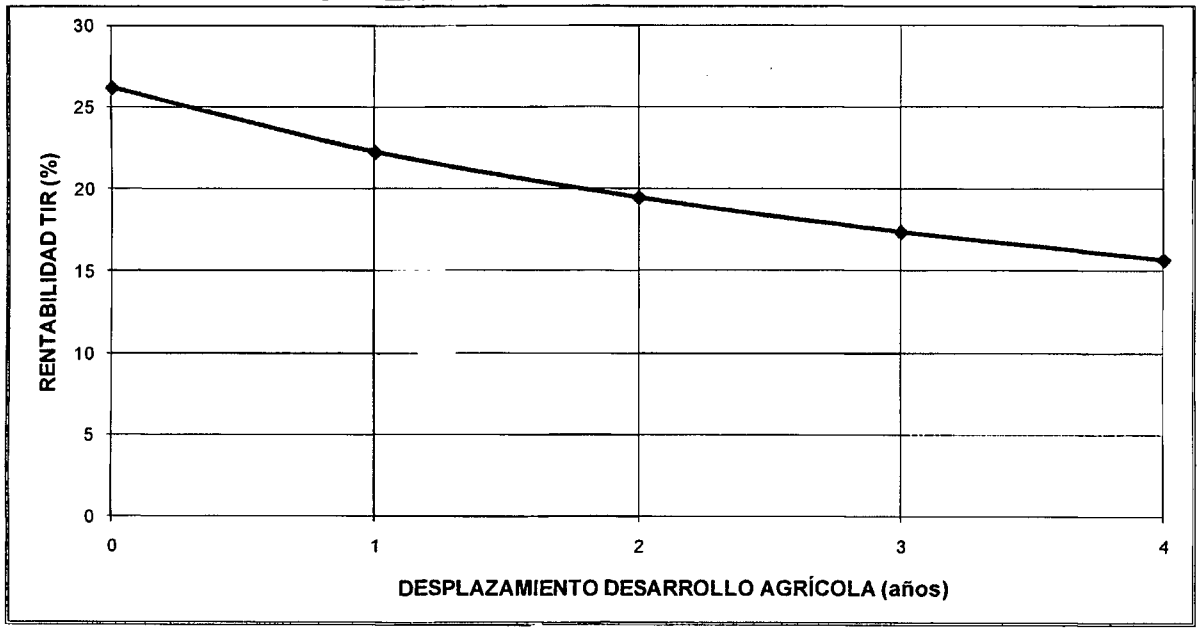
CUADRO Nº4.8.1-6
TODA EL ÁREA DE RIEGO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



CUADRO Nº4.8.1-7
TODA EL ÁREA DE RIEGO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



CUADRO N°4.8.1-8
TODA EL ÁREA DE RIEGO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



4.8.1.2.- Resultados de la evaluación económica a precios sociales del Sector Santa Amelia.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación económica del Sector Santa Amelia, sus sensibilizaciones y la respectiva representación gráfica. Los resultados corresponden a la evaluación a precios Sociales. El detalle de las planillas y cálculos se contienen en el Anexo Nº4.8.2-B.

CUADRO Nº4.8.1-9
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR SANTA AMELIA
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN EN EL COSTO DE LA INVERSIÓN INICIAL
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	VARIACIÓN EN EL COSTO DE OBRAS CIVILES Io					
		-15%	-10%	0%	10%	15%	465%
VAN (millones $)	**3.765**	3.457	3.421	**3.349**	3.277	3.241	0
N/K	**7,6**	9,0	8,4	**7,6**	6,9	6,6	1,1
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**6**	6	7	**7**	7	7	13
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**32,5**	25,4	24,9	**23,9**	23,1	22,7	8,0
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**5**	6	6	**6**	6	6	13

Notas: 1.- El caso base, está definido con la Inversión Inicial (Io) calculada en el presupuesto general de obras presentada en el Capítulo Nº3.6.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO Nº4.8.1-10
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR SANTA AMELIA
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN AGRÍCOLA (AÑOS)			
		1	2	3	4
VAN (millones $)	**3.349**	2.928	2.539	2.160	1.827
N/K	**7,6**	6,8	6,2	5,5	4,9
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**7**	8	9	10	11
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**23,9**	20,5	18,1	16,2	14,6
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**	7	8	9	10

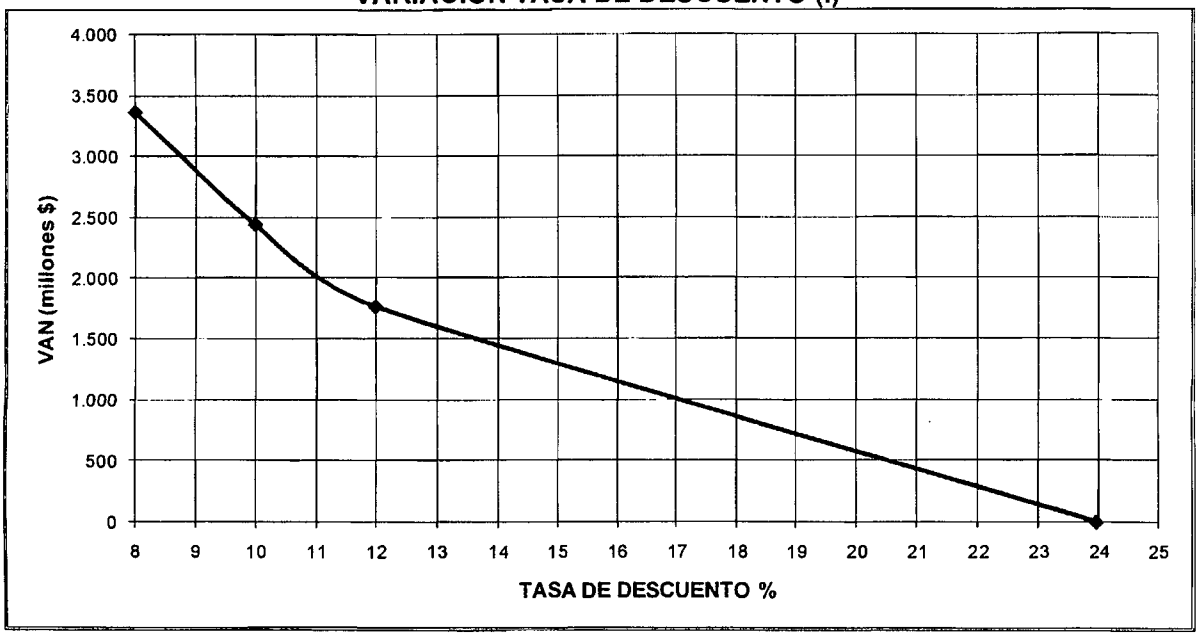
Notas: 1.- El caso base, está definido por la implementación agrícola en el año Nº1 del horizonte de evaluación, es decir, con 0 años de postergación.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO Nº4.8.1-11
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR SANTA AMELIA
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

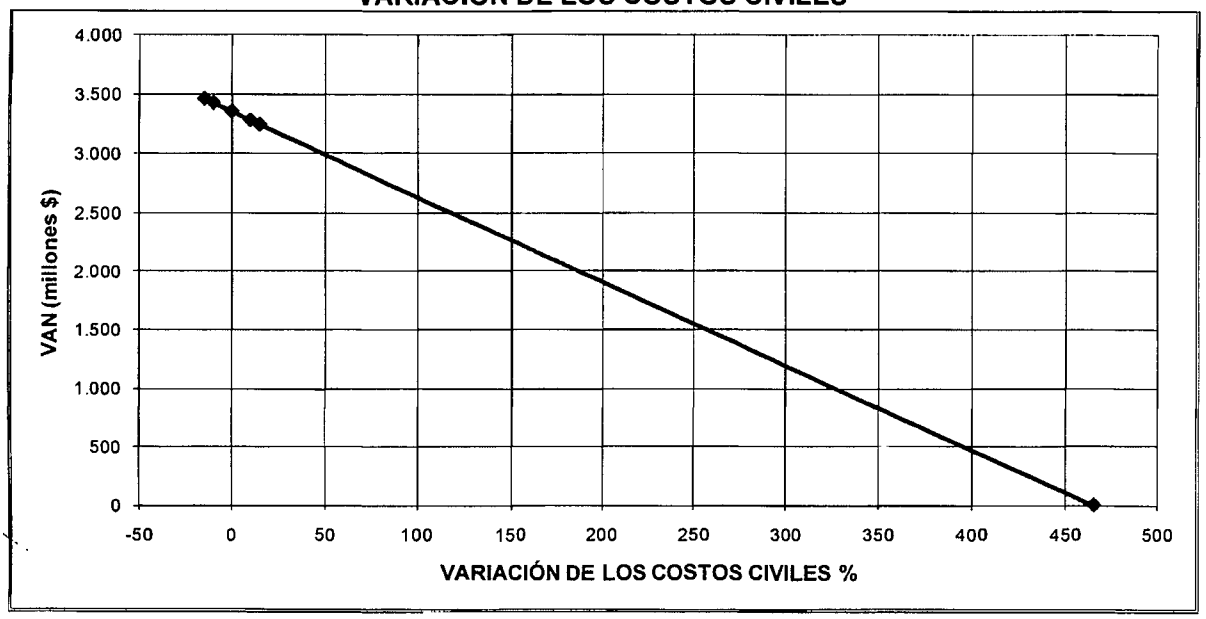
PARÁMETROS ECONÓMICOS	TASA DE DESCUENTO i %			
	8	10	12	23,9
VAN (millones $)	**3.349**	2.431	1.759	0
N/K	**7,6**	6,0	4,8	1,7
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**7**	7	7	7
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**23,9**	23,9	23,9	23,9
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**	6	6	6

Notas: 1.- El caso base, está definido por la tasa de descuento social definida por Mideplan i=8%.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

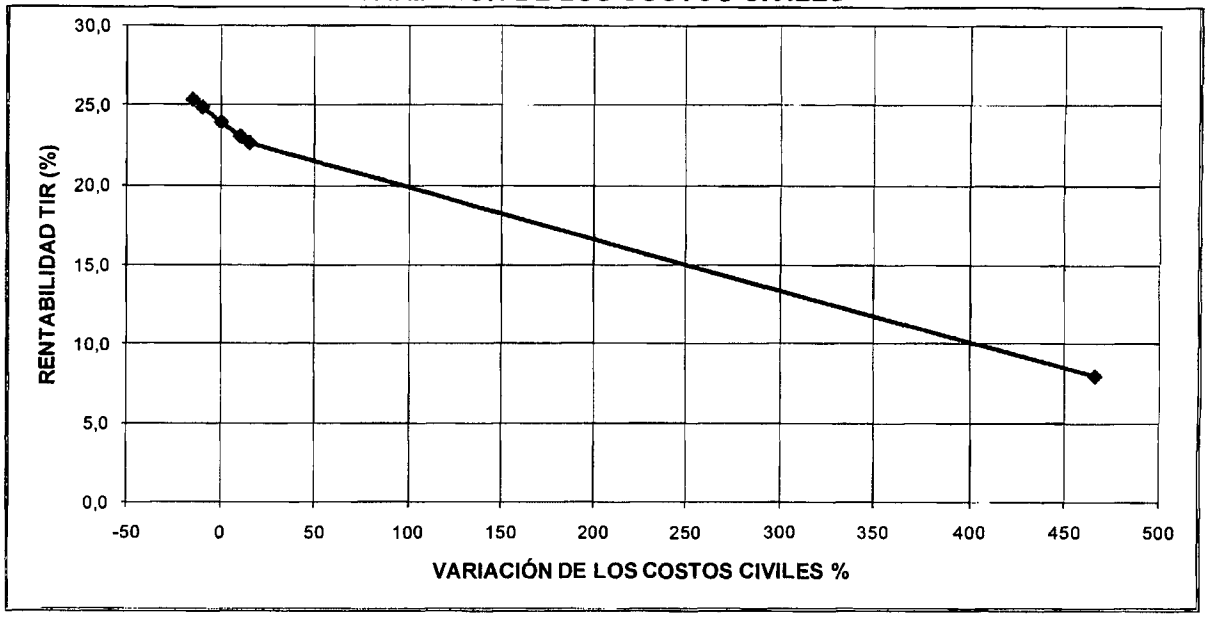
CUADRO Nº4.8.1-12
SECTOR SANTA AMELIA - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
VARIACIÓN TASA DE DESCUENTO (i)



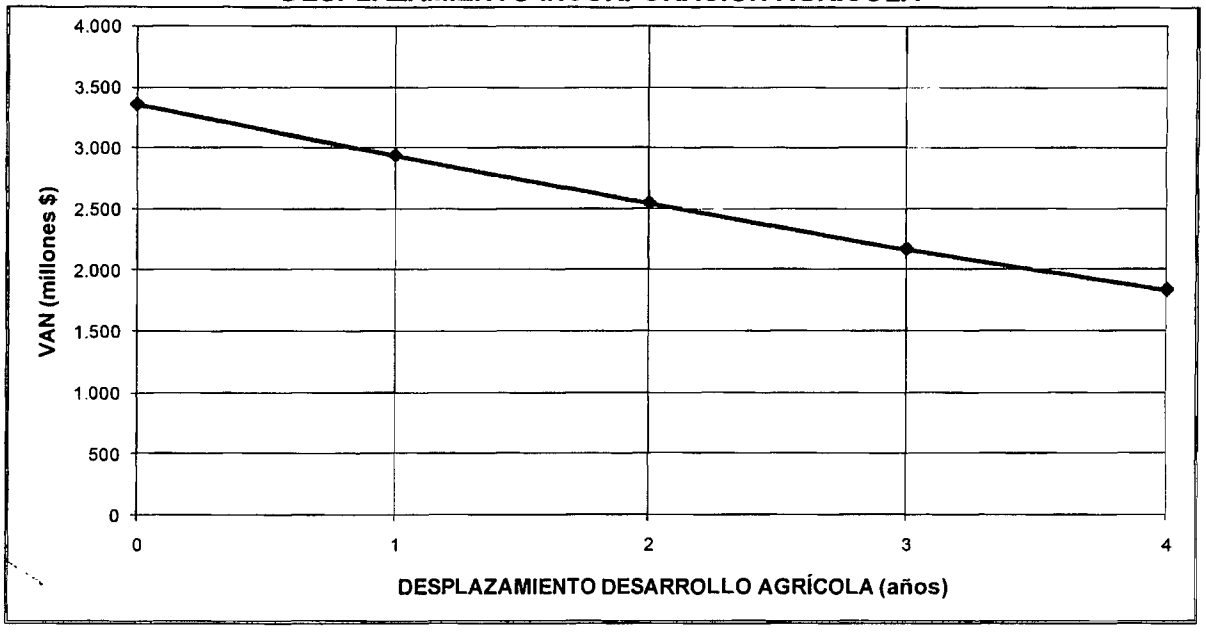
CUADRO Nº4.8.1-13
SECTOR SANTA AMELIA - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



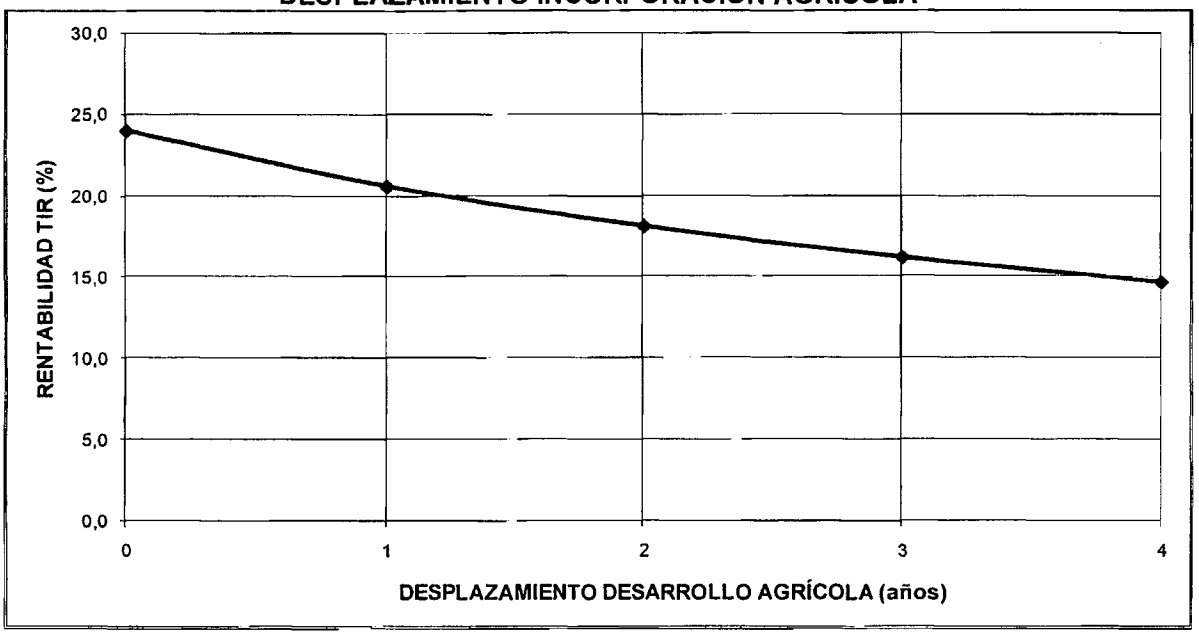
CUADRO Nº4.8.1-14
SECTOR SANTA AMELIA - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



CUADRO Nº4.8.1-15
SECTOR SANTA AMELIA- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



CUADRO Nº4.8.1-16
SECTOR SANTA AMELIA- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



4.8.1.3.- Resultados de la evaluación económica a precios sociales del Sector Toco San Roberto.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación económica del Sector Toco San Roberto, sus sensibilizaciones y la respectiva representación gráfica. Los resultados corresponden a la evaluación a precios Sociales. El detalle de las planillas y cálculos se contienen en el Anexo N°4.8.2-C.

CUADRO N°4.8.1-17
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR TOCO SAN ROBERTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN EN EL COSTO DE LA INVERSIÓN INICIAL
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	VARIACIÓN EN EL COSTO DE OBRAS CIVILES Io					
		-15%	-10%	0%	10%	15%	2423%
VAN (millones $)	**39.959**	40.206	40.124	**39.959**	39.794	39.712	0
N/K	**33,6**	39,5	37,3	**33,6**	30,5	29,1	1,1
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**5**	5	5	**5**	5	5	13
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**39,3**	40,3	39,9	**39,3**	38,6	38,3	8,0
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**5**	5	5	**5**	5	5	13

Notas: 1.- El caso base, está definido con la Inversión Inicial (Io) calculada en el presupuesto general de obras presentada en el Capítulo N° 3.6.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO N°4.8.1-18
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR TOCO SAN ROBERTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN AGRÍCOLA (AÑOS)			
		1	2	3	4
VAN (millones $)	**39.959**	35.827	32.000	28.422	25.136
N/K	**33,6**	30,4	27,5	24,8	22,4
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**5**	6	7	8	9
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**39,3**	31,9	27,2	23,8	21,3
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**5**	6	7	8	9

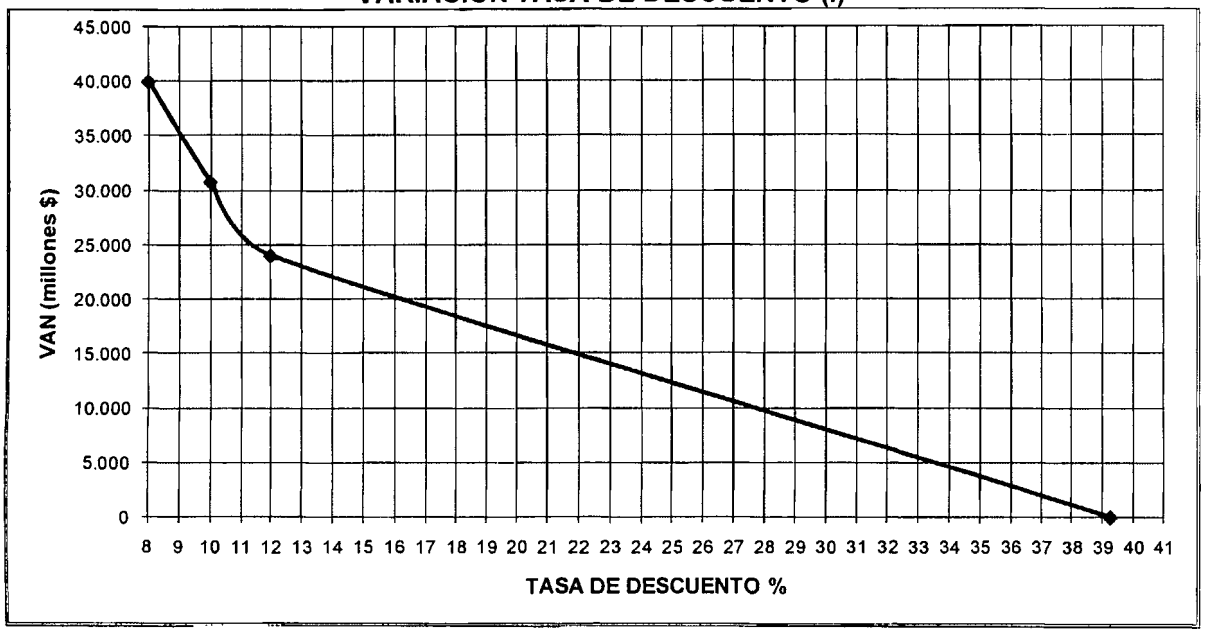
Notas: 1.- El caso base, está definido por la implementación agrícola en el año N°1 del horizonte de evaluación, es decir, con 0 años de postergación.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO N°4.8.1-19
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR TOCO SAN ROBERTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

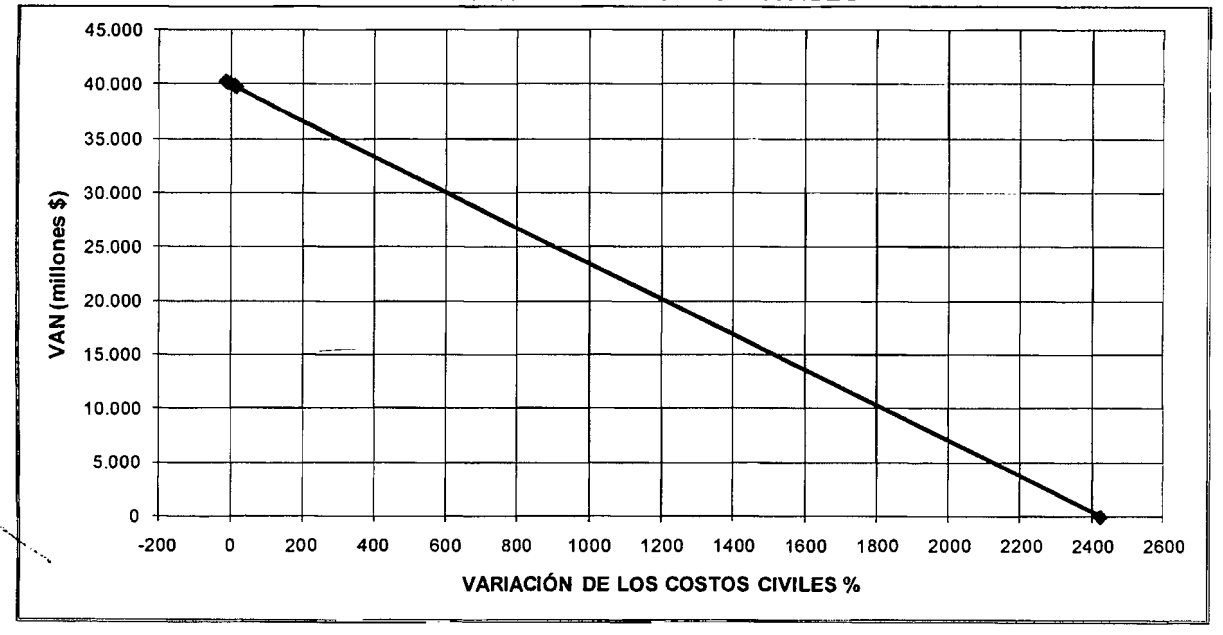
PARÁMETROS ECONÓMICOS	TASA DE DESCUENTO i %			
	8	10	12	39,3
VAN (millones $)	**39.959**	30.750	23.985	0
N/K	**33,6**	26,6	21,5	3,4
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**5**	5	5	5
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**39,3**	39,3	39,3	39,3
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**5**	5	5	5

Notas: 1.- El caso base, está definido por la tasa de descuento social definida por Mideplan i=8%.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

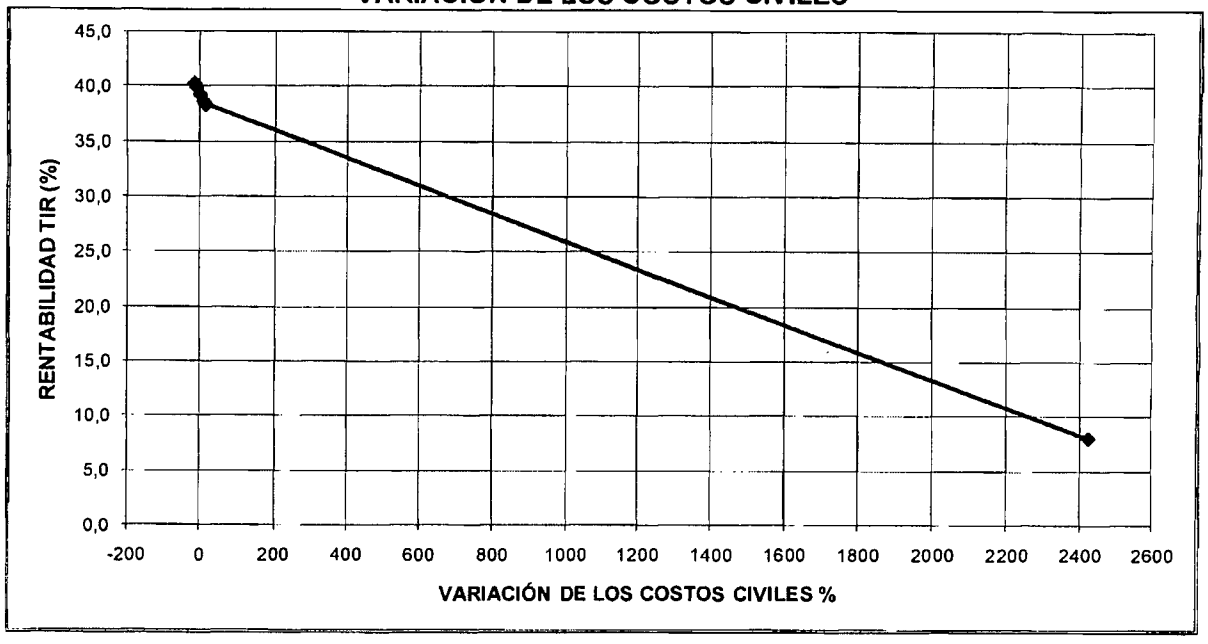
CUADRO Nº4.8.1-20
SECTOR TOCO SAN ROBERTO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
VARIACIÓN TASA DE DESCUENTO (i)



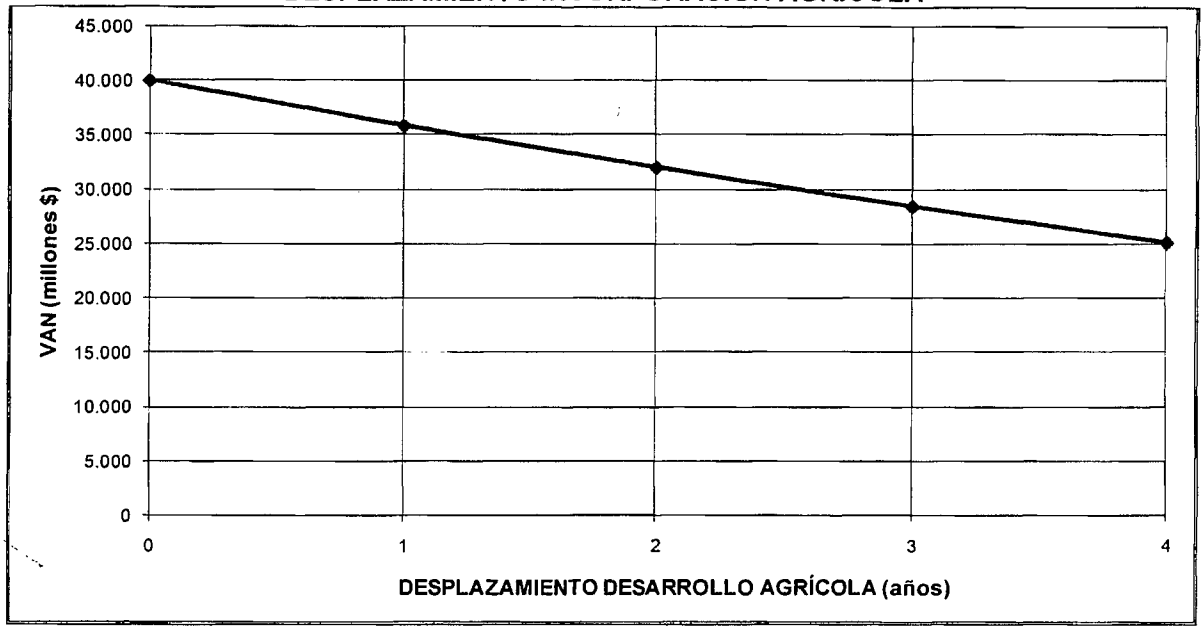
CUADRO Nº4.8.1-21
SECTOR TOCO SAN ROBERTO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



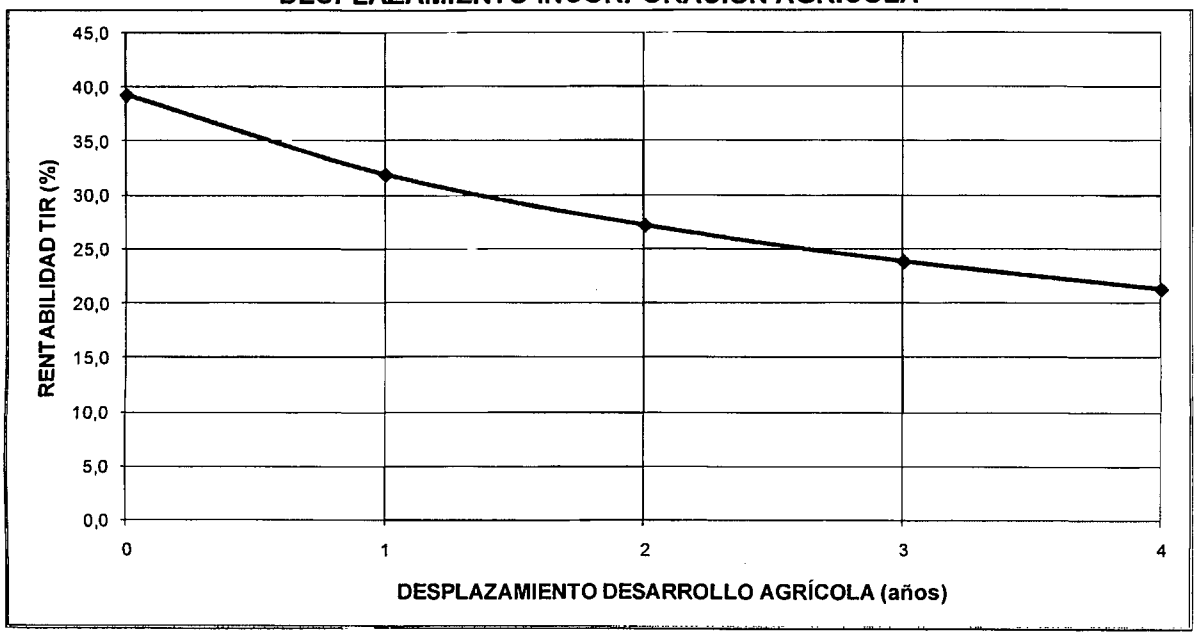
CUADRO Nº4.8.1-22
SECTOR TOCO SAN ROBERTO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



CUADRO Nº4.8.1-23
SECTOR TOCO SAN ROBERTO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



CUADRO N°4.8.1-24
SECTOR TOCO SAN ROBERTO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



4.8.1.4.- Resultados de la evaluación económica a precios sociales del Sector San Luis Caleuche.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación económica del Sector San Luis Caleuche, sus sensibilizaciones y la respectiva representación gráfica. Los resultados corresponden a la evaluación a precios Sociales. El detalle de las planillas y cálculos se contienen en el Anexo N°4.8.2-D.

CUADRO N°4.8.1-25
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR SAN LUIS CALEUCHE
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN EN EL COSTO DE LA INVERSIÓN INICIAL
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	VARIACIÓN EN EL COSTO DE OBRAS CIVILES Io					
		-107%	-15%	-10%	0%	10%	15%
VAN (millones $)	**-2.396**	0	-2.062	-2.173	**-2.396**	-2.619	-2.730
N/K	**0,2**	-6,2	0,3	0,3	**0,2**	0,2	0,2
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**0**	15	27	27	**0**	0	0
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**-0,1**	8,0	0,7	0,4	**-0,1**	-0,6	-0,8
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**0**	15	26	26	**0**	0	0

Notas: 1.- El caso base se define con la Inversión Inicial (Io) calculada en el presupuesto general de obras presentada en el Capítulo N°3.6.- 2.- N/K corresponde al cociente entre beneficio total e inversión inicial.

CUADRO N°4.8.1-26
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR SAN LUIS CALEUCHE
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN AGRÍCOLA (AÑOS)			
		1	2	3	4
VAN (millones $)	**-2.396**	-2.558	-2.708	-2.869	-2.999
N/K	**0,2**	0,1	0,1	0,0	-0,1
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**0**	0	0	0	0
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**-0,1**	-0,2	-0,3	-0,7	-0,8
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**0**	0	0	0	0

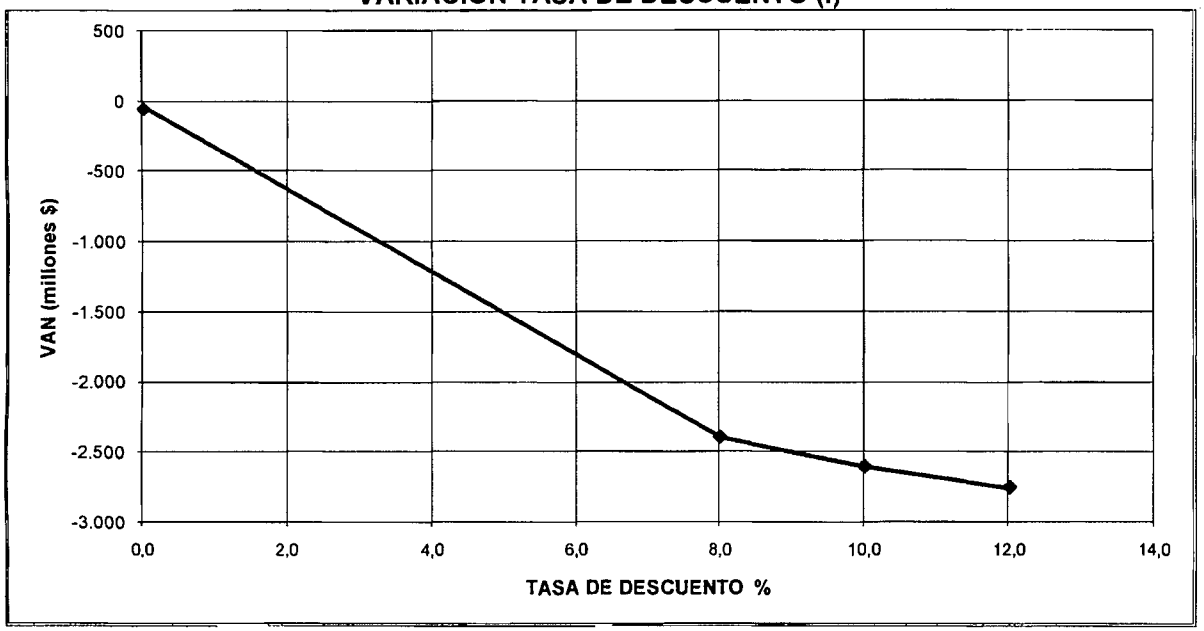
Notas: 1.- El caso base, está definido por la implementación agrícola en el año N°1 del horizonte de evaluación, es decir, con 0 años de postergación.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO N°4.8.1-27
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR SAN LUIS CALEUCHE
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

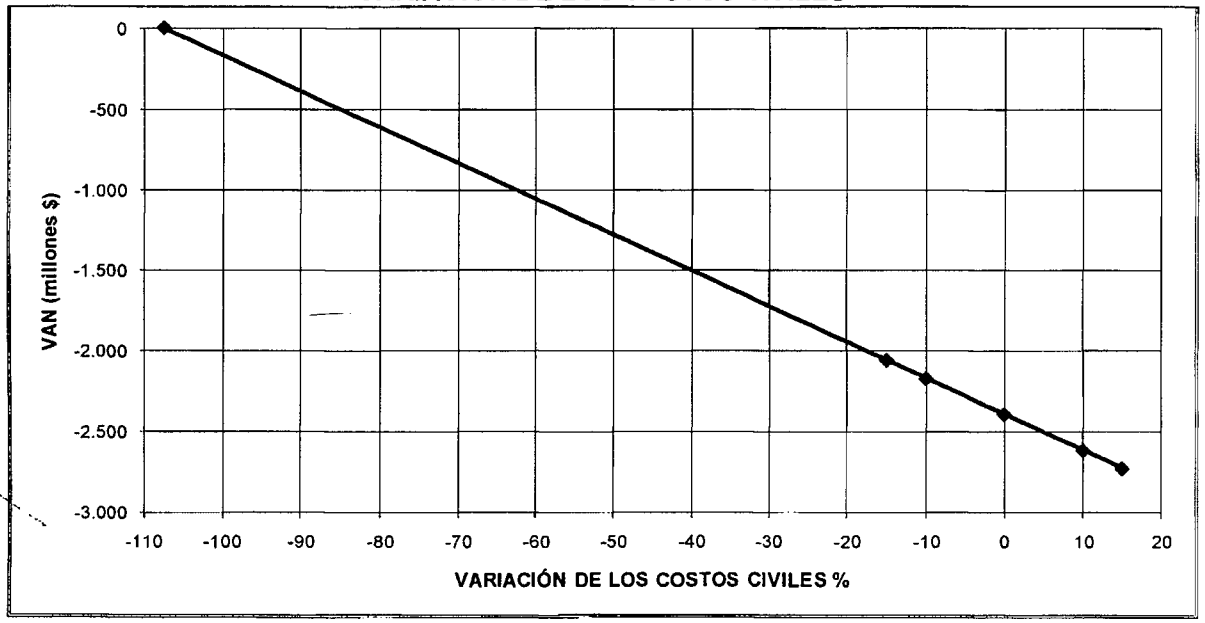
PARÁMETROS ECONÓMICOS	TASA DE DESCUENTO i %			
	0	**8**	10	12
VAN (millones $)	0	**-2.396**	-2.606	-2.755
N/K	1,5	**0,2**	0,1	0,0
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	0	**0**	0	0
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	-0,1	**-0,1**	-0,1	-0,1
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	0	**0**	0	0

Notas: 1.- El caso base, está definido por la tasa de descuento social definida por Mideplan i=8%.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

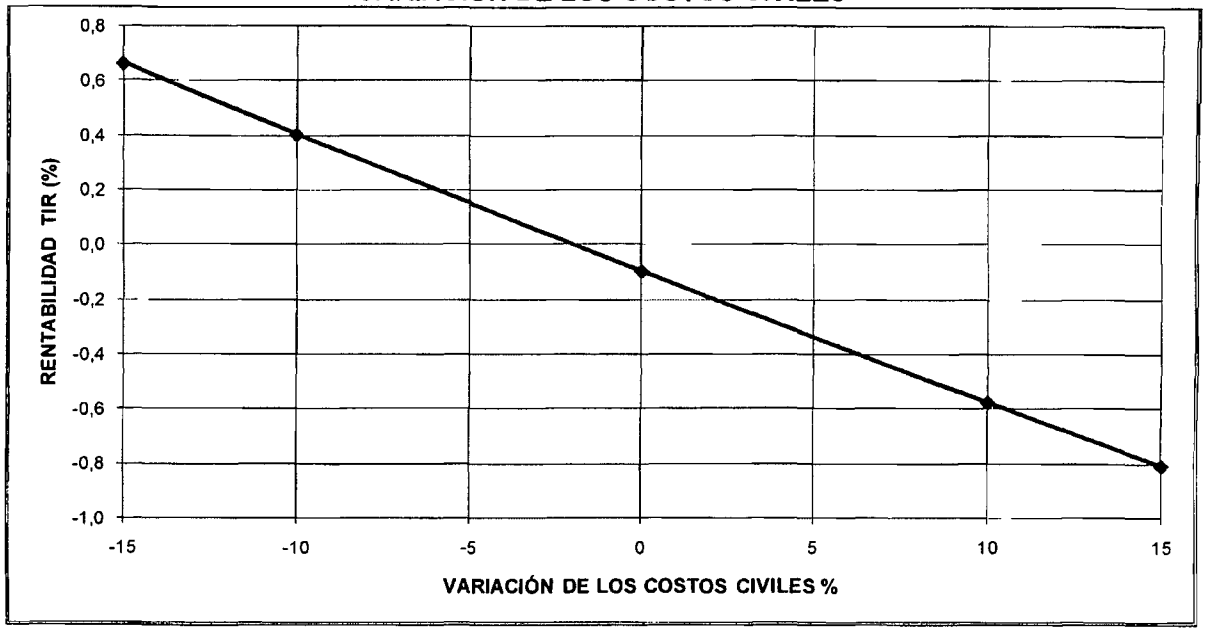
CUADRO Nº4.8.1-28
SECTOR SAN LUIS CALEUCHE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
VARIACIÓN TASA DE DESCUENTO (i)



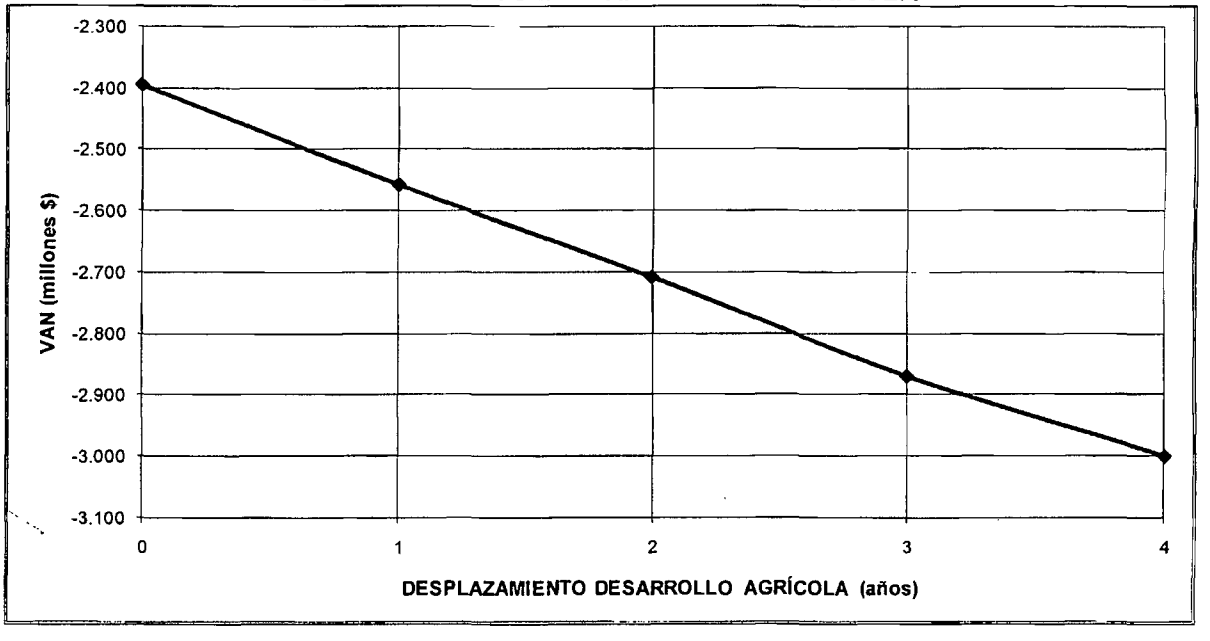
CUADRO Nº4.8.1-29
SECTOR SAN LUIS CALEUCHE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



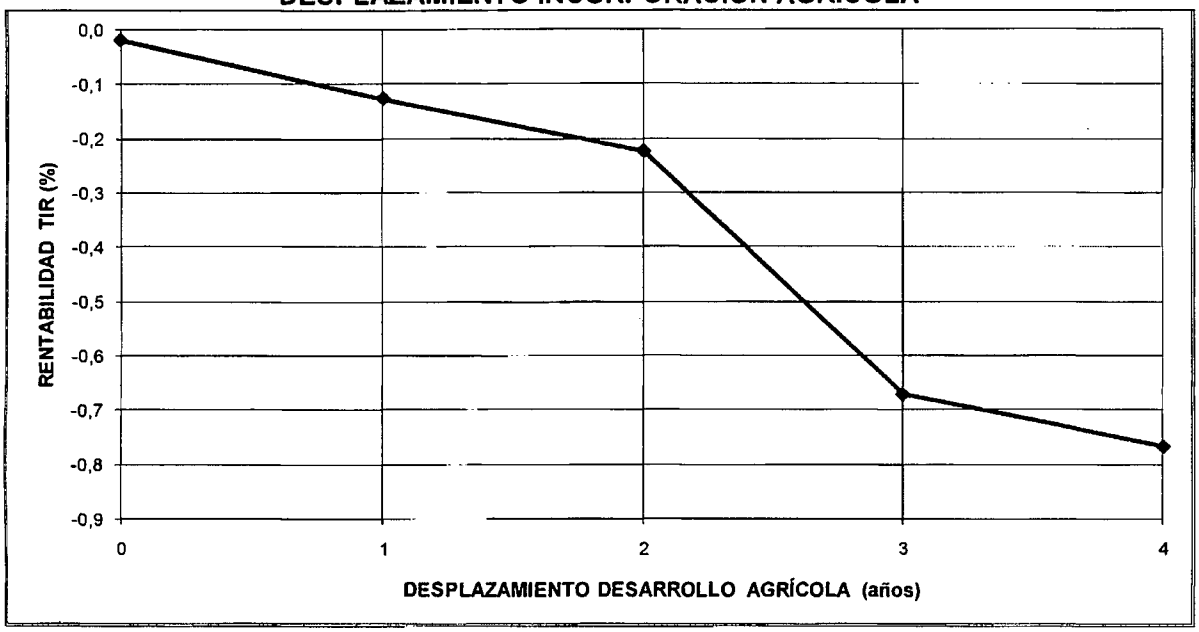
CUADRO Nº4.8.1-30
SECTOR SAN LUIS CALEUCHE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



CUADRO Nº4.8.1-31
SECTOR SAN LUIS CALEUCHE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



CUADRO Nº4.8.1-32
SECTOR SAN LUIS CALEUCHE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



4.8.1.5.- Resultados de la evaluación económica a precios sociales del Sector Santa Irene El Salto.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación económica del Sector Santa Irene El Salto, sus sensibilizaciones y la respectiva representación gráfica. Los resultados corresponden a la evaluación a precios Sociales. El detalle de las planillas y cálculos se contienen en el Anexo Nº4.8.2-E.

CUADRO Nº4.8.1-33
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR STA IRENE - EL SALTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN EN EL COSTO DE LA INVERSIÓN INICIAL
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	VARIACIÓN EN EL COSTO DE OBRAS CIVILES Io					
		-111%	-15%	-10%	0%	10%	15%
VAN (millones $)	**-1.404**	0	-1.214	-1.277	**-1.404**	-1.531	-1.595
N/K	**0,5**	-7,2	0,7	0,6	**0,5**	0,5	0,4
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**21**	15	21	21	**21**	23	23
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**2,6**	8,0	3,2	3,0	**2,6**	2,3	2,1
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**21**	14	20	20	**21**	22	23

Notas: 1.- El caso base se define con la Inversión Inicial (Io) calculada en el presupuesto general de obras presentada en el Capítulo Nº3.6.- 2.- N/K corresponde al cociente entre beneficio total e inversión inicial.

CUADRO Nº4.8.1-34
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR STA IRENE - EL SALTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN AGRÍCOLA (AÑOS)			
		1	2	3	4
VAN (millones $)	**-1.404**	-1.570	-1.725	-1.881	-2.015
N/K	**0,5**	0,4	0,2	0,1	-0,1
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**21**	23	25	26	28
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**2,6**	2,2	1,8	1,2	0,8
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**21**	22	24	26	27

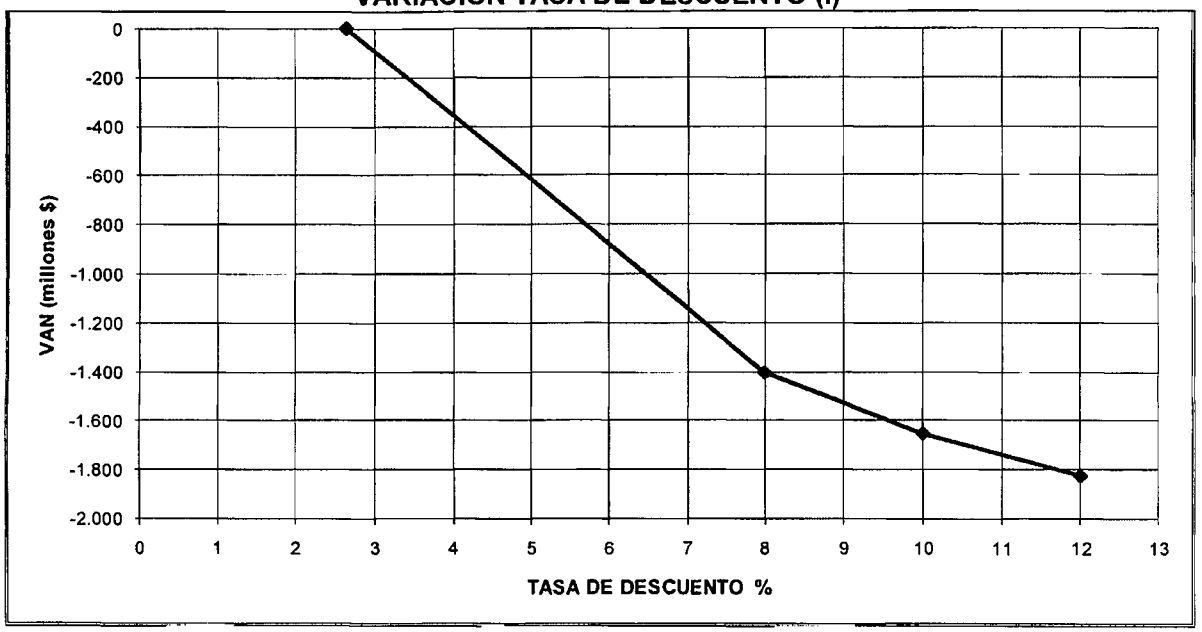
Notas: 1.- El caso base, está definido por la implementación agrícola en el año Nº1 del horizonte de evaluación, es decir, con 0 años de postergación.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO Nº4.8.1-35
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR STA IRENE - EL SALTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO
CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

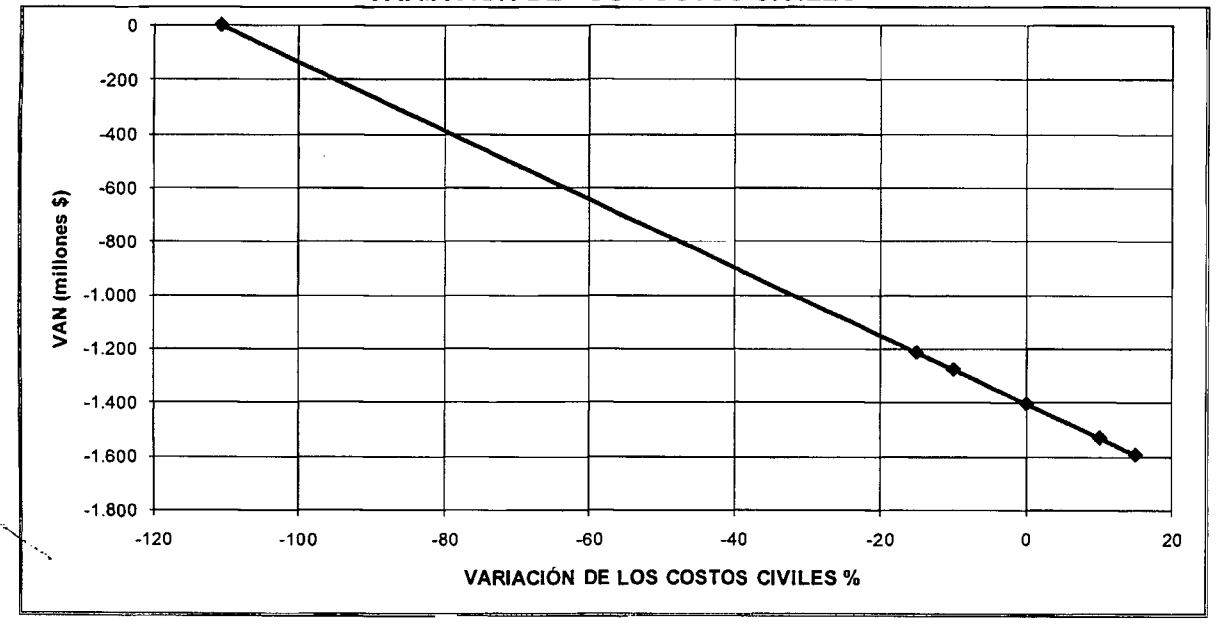
PARÁMETROS ECONÓMICOS	TASA DE DESCUENTO i %			
	2,6	**8**	10	12
VAN (millones $)	0	**-1.404**	-1.652	-1.825
N/K	1,9	**0,5**	0,3	0,1
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	21	**21**	21	21
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	2,6	**2,6**	2,6	2,6
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	21	**21**	21	21

Notas: 1.- El caso base, está definido por la tasa de descuento social definida por Mideplan i=8%.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

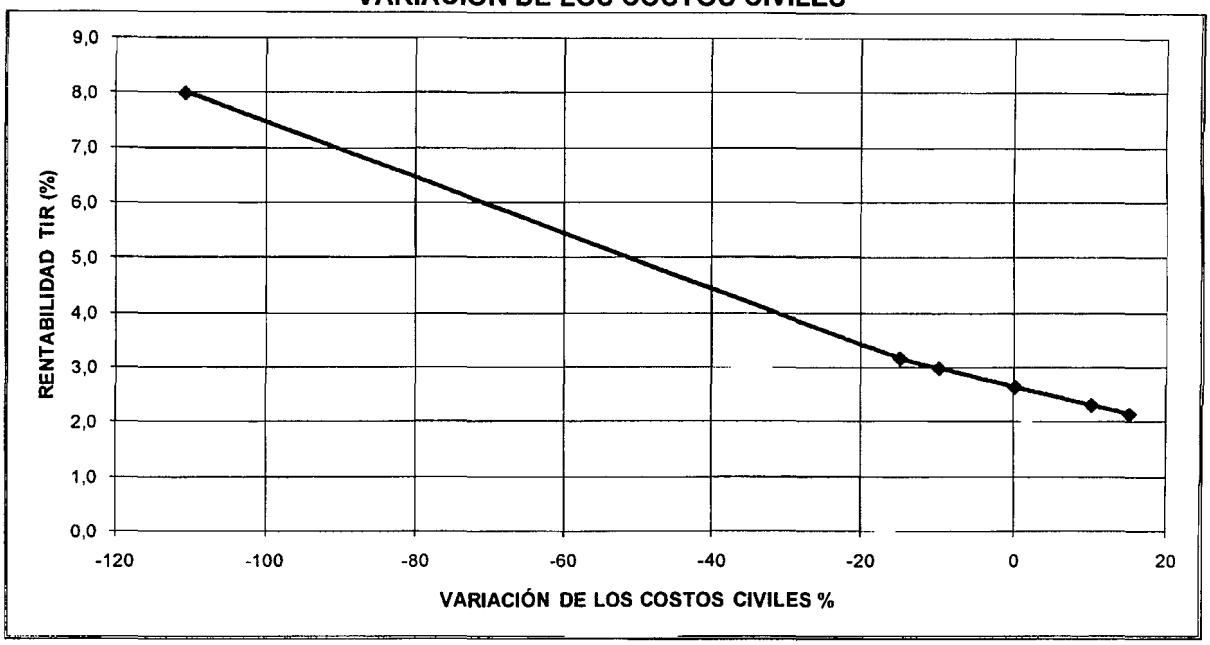
CUADRO Nº4.8.1-36
SECTOR SANTA IRENE - EL SALTO - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIO SOCIAL
VARIACIÓN TASA DE DESCUENTO (i)



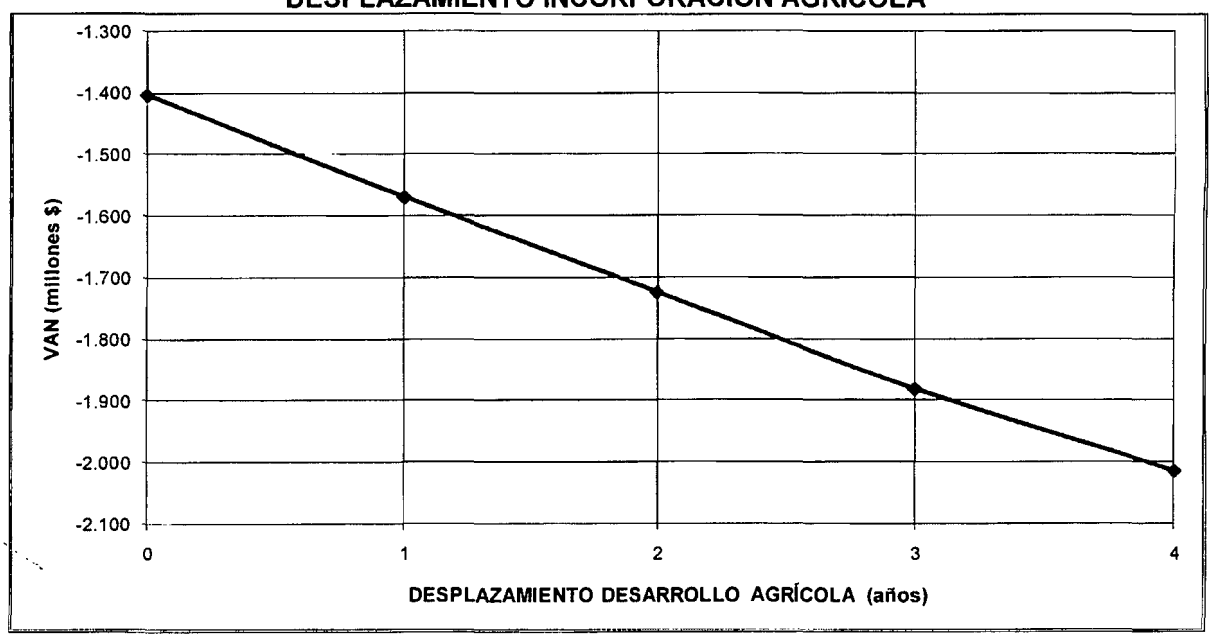
CUADRO Nº4.8.1-37
SECTOR SANTA IRENE - EL SALTO - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIO SOCIAL
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



CUADRO Nº4.8.1-38
SECTOR SANTA IRENE - EL SALTO - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIO SOCIAL
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES

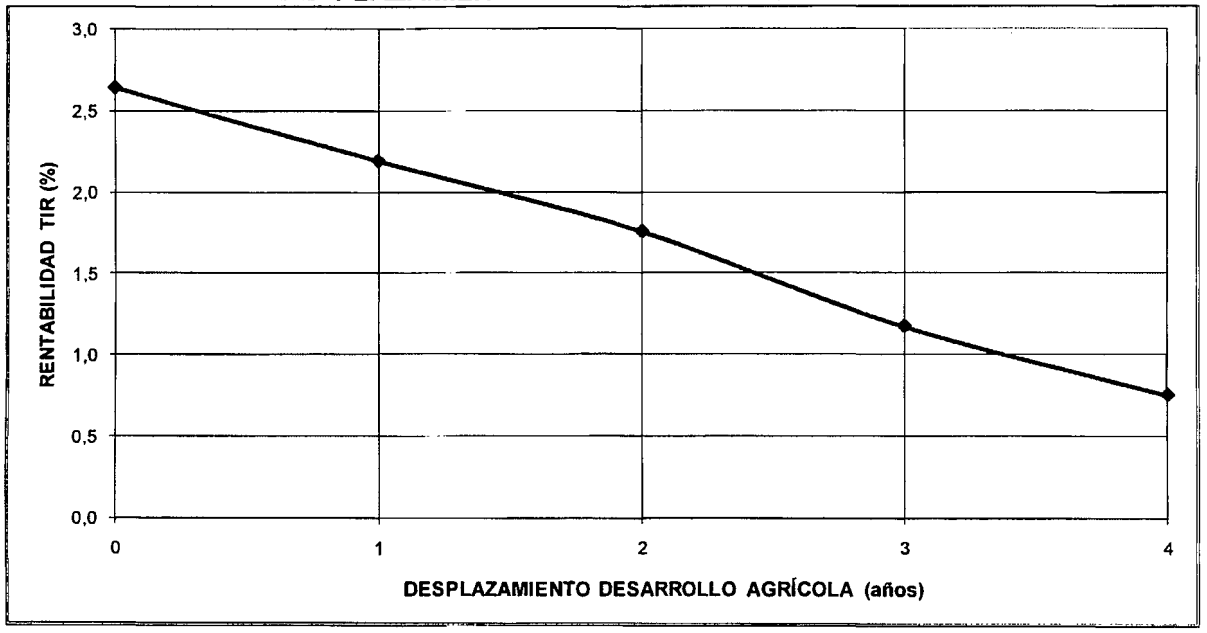


CUADRO Nº4.8.1-39
SECTOR SANTA IRENE - EL SALTO - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIO SOCIAL
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº4.8.1-40
SECTOR SANTA IRENE - EL SALTO - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIO SOCIAL
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



4.8.1.6.- Resultados de la evaluación económica a precios sociales del Sector Larmahue.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación económica del Sector Larmahue, sus sensibilizaciones y la respectiva representación gráfica. Los resultados corresponden a la evaluación a precios Sociales. El detalle de las planillas y cálculos se contienen en el Anexo N°4.8.2-F.

CUADRO N°4.8.1-41
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR LARMAHUE SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN EN EL COSTO DE LA INVERSIÓN INICIAL CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	VARIACIÓN EN EL COSTO DE OBRAS CIVILES Io					
		-15%	-10%	0%	10%	15%	2411%
VAN (millones $)	**8.876**	8.931	8.913	**8.876**	8.839	8.821	0
N/K	**34,7**	40,9	38,6	**34,7**	31,5	30,1	1,1
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**6**	6	6	**6**	6	6	13
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**33,4**	34,1	33,9	**33,4**	33,0	32,8	8,0
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**5**	5	5	**5**	5	5	13

Notas: 1.- El caso base se define con la Inversión Inicial (Io) calculada en el presupuesto general de obras presentada en el Capítulo N°3.6.- 2.- N/K corresponde al cociente entre beneficio total e inversión inicial.

CUADRO N°4.8.1-42
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR LARMAHUE SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN AGRÍCOLA (AÑOS)			
		1	2	3	4
VAN (millones $)	**8.876**	7.902	7.000	6.155	5.381
N/K	**34,7**	31,4	28,3	25,4	22,8
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**6**	7	8	9	10
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**33,4**	27,6	23,7	20,9	18,8
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**5**	6	7	8	10

Notas: 1.- El caso base, está definido por la implementación agrícola en el año N°1 del horizonte de evaluación, es decir, con 0 años de postergación.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

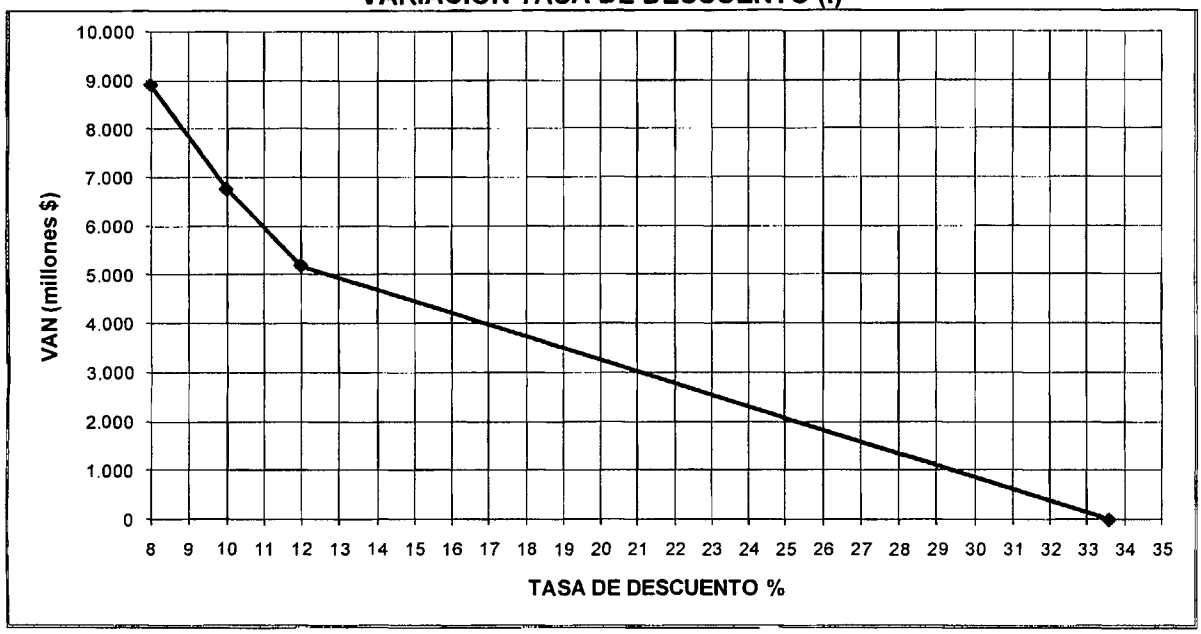
CUADRO N°4.8.1-43
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR LARMAHUE SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO CÁLCULOS A PRECIOS SOCIALES

PARÁMETROS ECONÓMICOS	TASA DE DESCUENTO i %			
	8	10	12	33,4
VAN (millones $)	**8.876**	6.737	5.168	0
N/K	**34,7**	27,4	22,0	4,4
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**6**	6	6	6
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**33,4**	33,4	33,4	33,4
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**5**	5	5	5

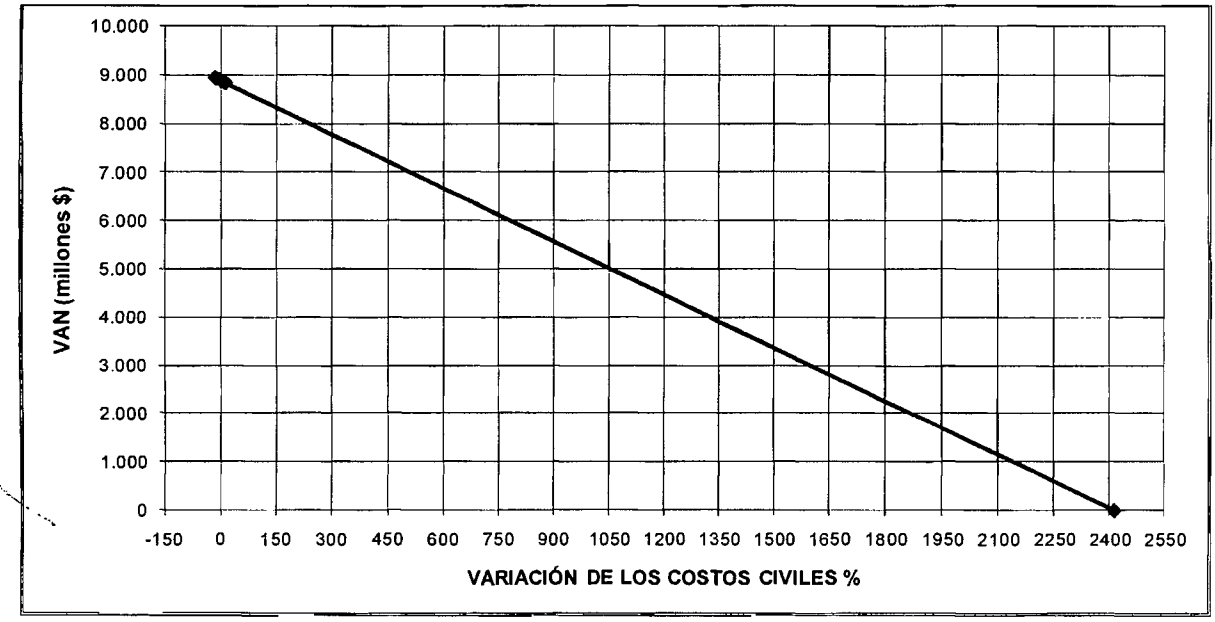
Notas: 1.- El caso base, está definido por la tasa de descuento social definida por Mideplan i=8%.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

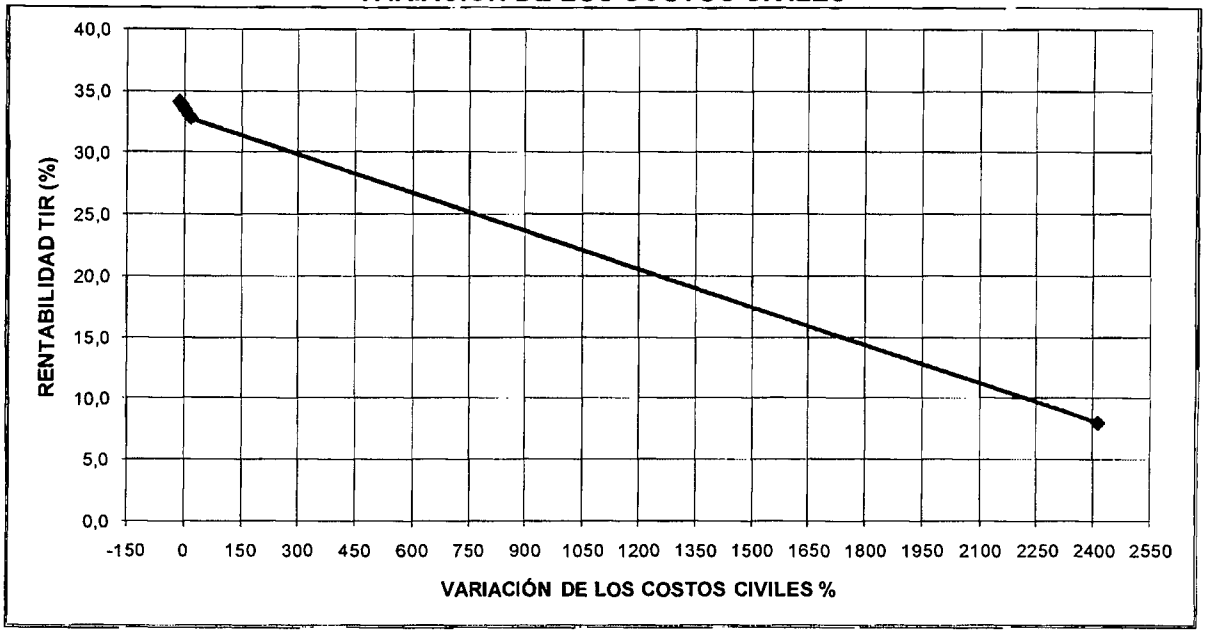
CUADRO Nº4.8.1-44
SECTOR LARMAHUE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
VARIACIÓN TASA DE DESCUENTO (i)



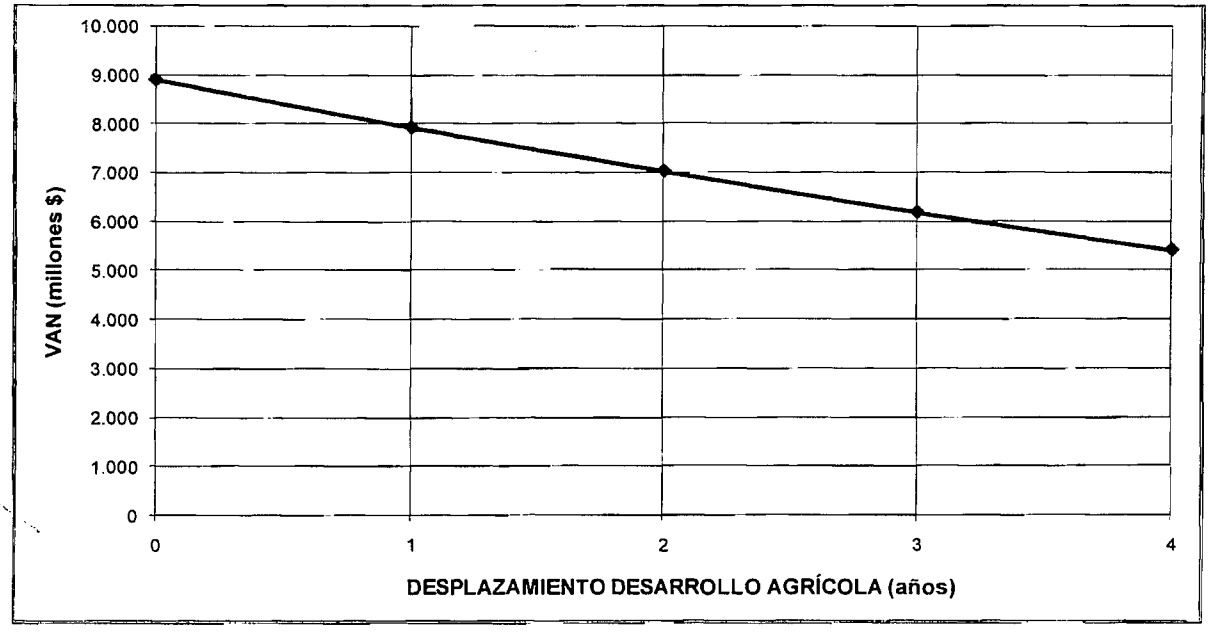
CUADRO Nº4.8.1-45
SECTOR LARMAHUE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



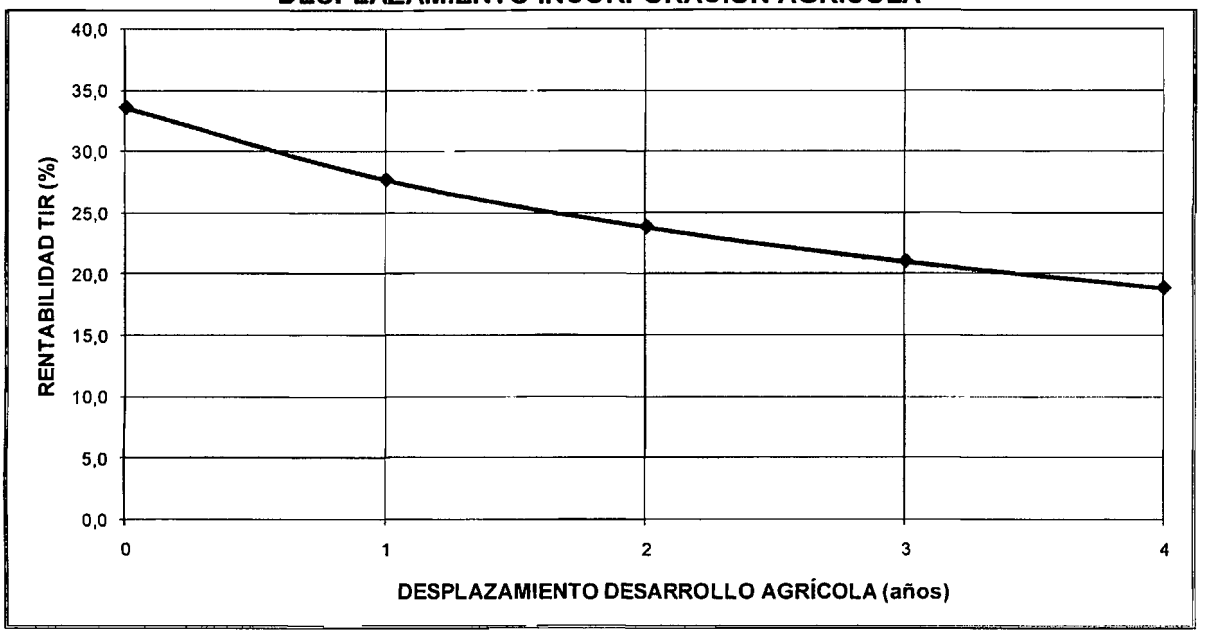
CUADRO Nº4.8.1-46
SECTOR LARMAHUE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



CUADRO Nº4.8.1-47
SECTOR LARMAHUE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



CUADRO N°4.8.1-48
SECTOR LARMAHUE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS SOCIALES
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



4.8.2.- Resultados de la evaluación económica a precios de Mercado.

4.8.2.1.- Resultados de la evaluación económica a precios de Mercado de toda el área de riego del proyecto.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación económica de toda el área del proyecto, sus sensibilizaciones y la respectiva representación gráfica. Los resultados corresponden a la evaluación a precios de Mercado. El detalle de las planillas y cálculos se contienen en el Anexo N°4.8.2-A.

CUADRO N°4.8.2-1
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DE TODA EL ÁREA DEL PROYECTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN EN EL COSTO DE LA INVERSIÓN INICIAL
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	VARIACIÓN EN EL COSTO DE OBRAS CIVILES Io					
		-15%	-10%	0%	10%	15%	493%
VAN (millones $)	**31.483**	32.440	32.121	**31.483**	30.845	30.526	0
N/K	**8,1**	9,6	9,0	**8,1**	7,4	7,0	1,2
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**7**	7	7	**7**	7	7	11
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**23,8**	24,8	24,5	**23,8**	23,2	22,9	10,0
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**	6	6	**6**	6	6	11

Notas: 1.- El caso base, está definido con la Inversión Inicial (Io) calculada en el presupuesto general de obras presentada en el Capítulo N°3.6.- 2.- N/K corresponde al cociente entre beneficio total e inversión inicial.

CUADRO N°4.8.2-2
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DE TODA EL ÁREA DEL PROYECTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN AGRÍCOLA (AÑOS)			
		1	2	3	4
VAN (millones $)	**31.483**	26.300	21.589	17.277	13.385
N/K	**8,1**	7,2	6,3	5,5	4,8
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**7**	8	9	10	11
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**23,8**	20,4	18,0	16,1	14,5
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**	7	8	10	11

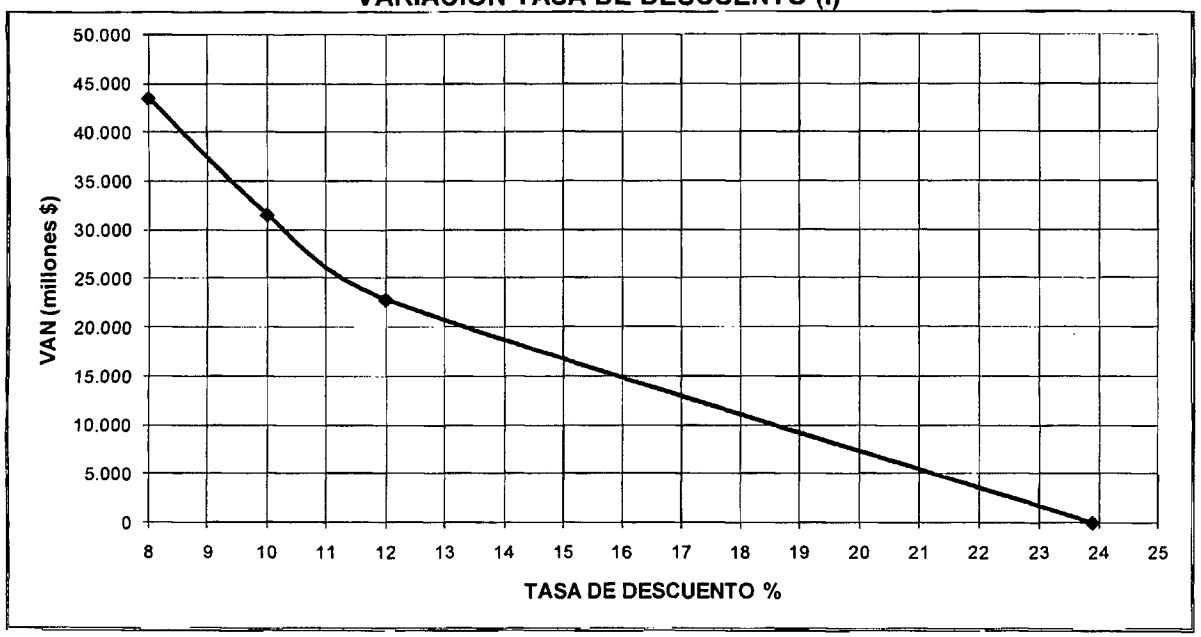
Notas: 1.- El caso base, está definido por la implementación agrícola en el año N°1 del horizonte de evaluación, es decir, con 0 años de postergación.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO N°4.8.2-3
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DE TODA EL ÁREA DEL PROYECTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

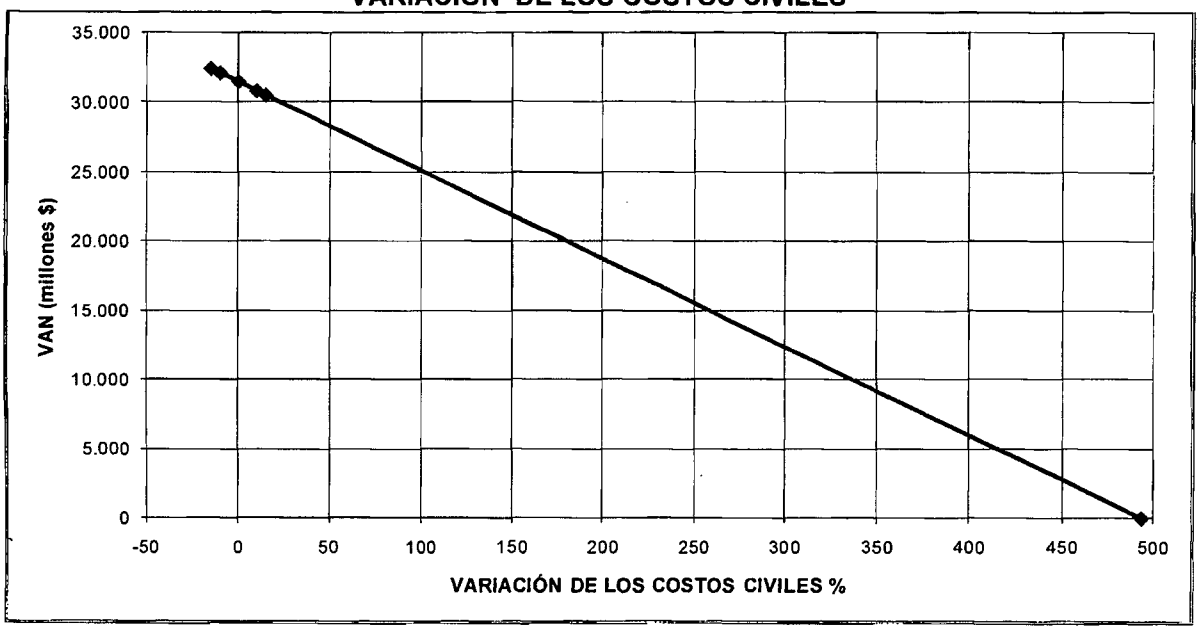
PARÁMETROS ECONÓMICOS	TASA DE DESCUENTO i %			
	8	**10**	12	23,8
VAN (millones $)	43.397	**31.483**	22.750	0
N/K	10,3	**8,1**	6,5	2,3
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	7	**7**	7	7
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	23,8	**23,8**	23,8	23,8
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	6	**6**	6	6

Notas: 1.- El caso base, está definido por la tasa de descuento i=10%.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

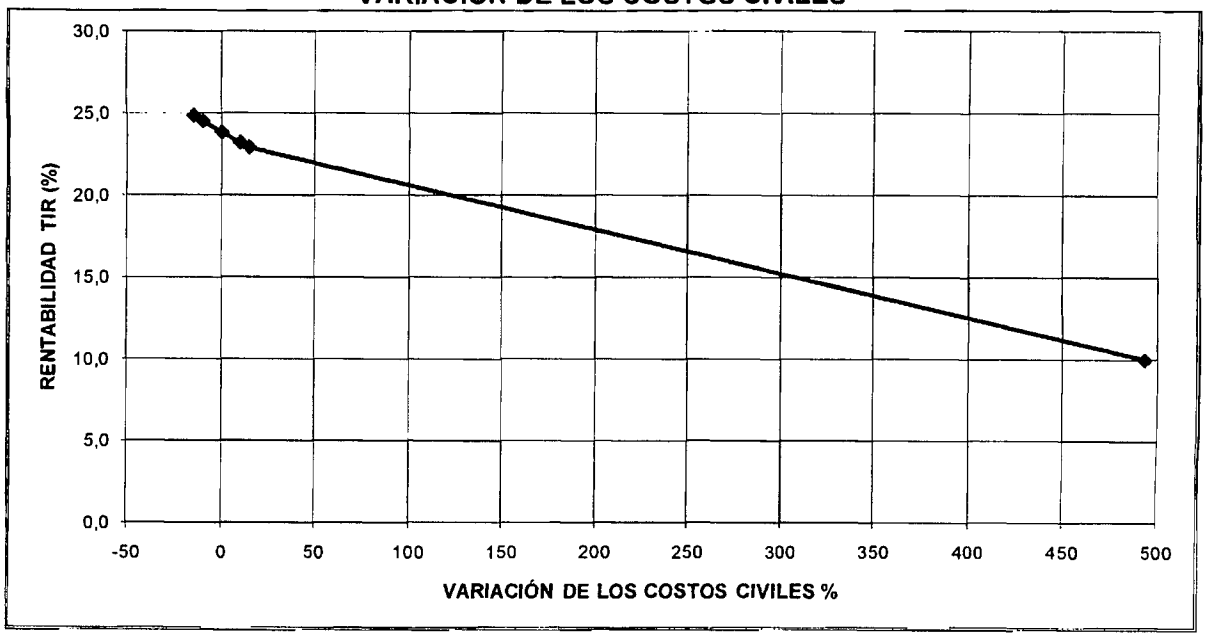
CUADRO N°4.8.2-4
TODA EL ÁREA DE RIEGO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
VARIACIÓN TASA DE DESCUENTO (i)



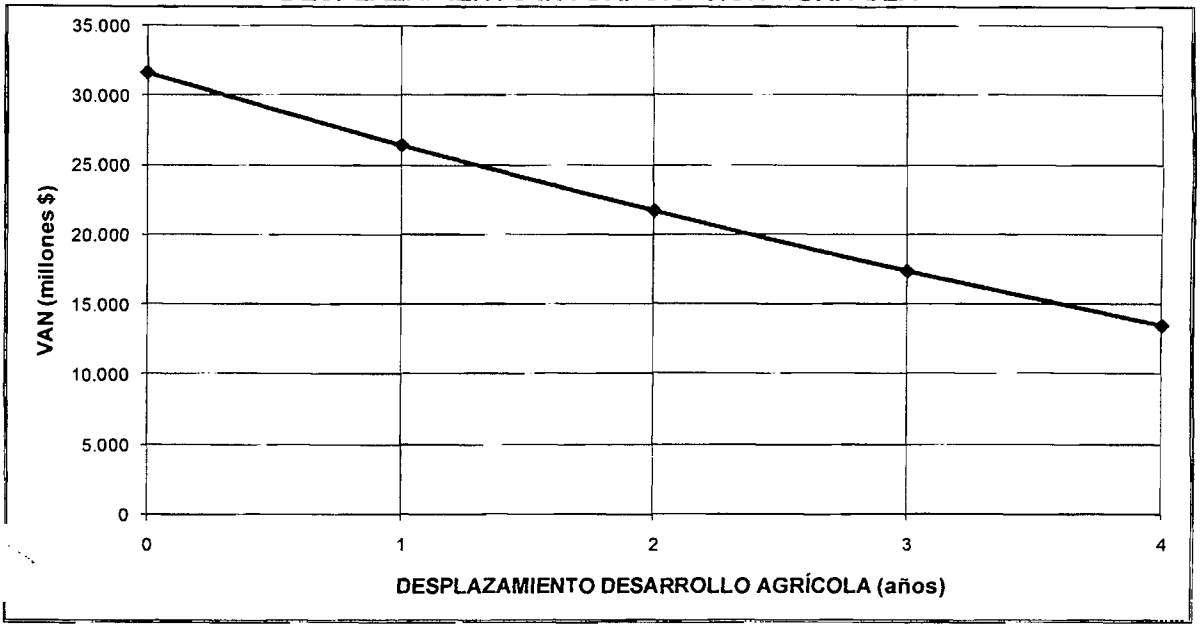
CUADRO N°4.8.2-5
TODA EL ÁREA DE RIEGO - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



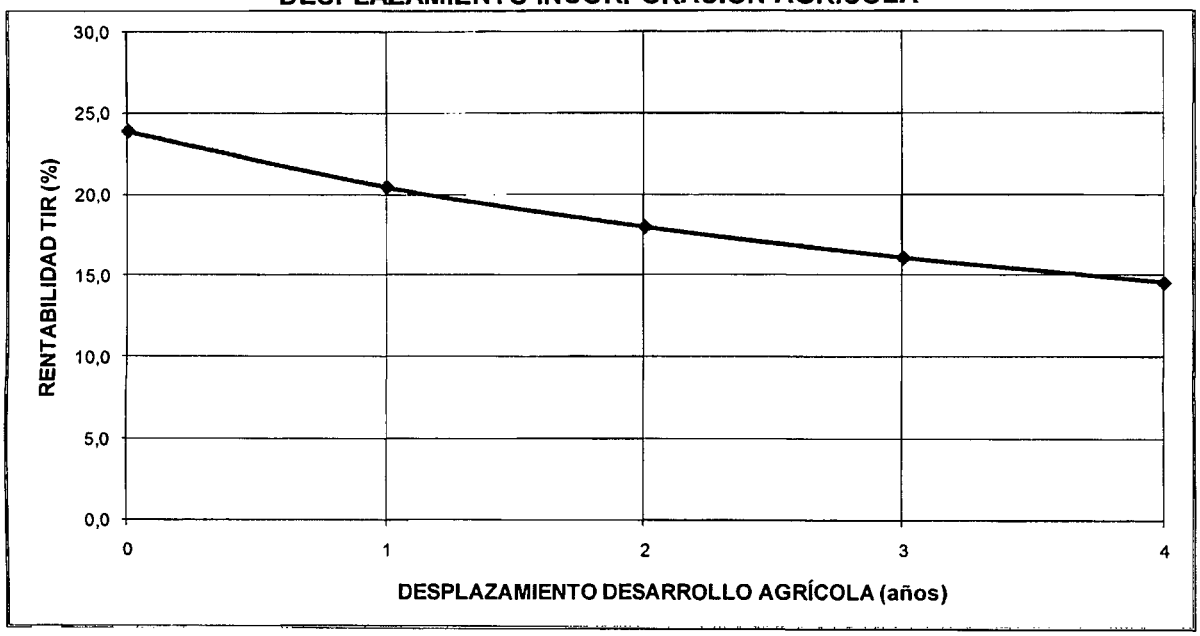
CUADRO Nº4.8.2-6
TODA EL ÁREA DE RIEGO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



CUADRO Nº4.8.2-7
TODA EL ÁREA DE RIEGO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



CUADRO Nº4.8.2-8
TODA EL ÁREA DE RIEGO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



4.8.2.2.- Resultados de la evaluación económica a precios de Mercado del Sector Santa Amelia.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación económica del Sector Santa Amelia, sus sensibilizaciones y la respectiva representación gráfica. Los resultados corresponden a la evaluación a precios de Mercado. El detalle de las planillas y cálculos se contienen en el Anexo Nº4.8.2-B.

CUADRO Nº4.8.2-9
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR SANTA AMELIA
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN EN EL COSTO DE LA INVERSIÓN INICIAL
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	VARIACIÓN EN EL COSTO DE OBRAS CIVILES Io					
		-15%	-10%	0%	10%	15%	302%
VAN (millones $)	**2.210**	2.319	2.283	**2.210**	2.136	2.100	0
N/K	**5,4**	6,3	6,0	**5,4**	4,8	4,6	1,2
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**7**	7	7	**7**	7	7	11
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**22,2**	23,5	23,1	**22,2**	21,4	21,0	10,0
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**	6	6	**6**	7	7	11

Notas: 1.- El caso base, está definido con la Inversión Inicial (Io) calculada en el presupuesto general de obras presentada en el Capítulo Nº3.6.- 2.- N/K corresponde al cociente entre beneficio total e inversión inicial.

CUADRO Nº4.8.2-10
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR SANTA AMELIA
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN AGRÍCOLA (AÑOS)			
		1	2	3	4
VAN (millones $)	**2.210**	1.828	1.480	1.156	870
N/K	**5,4**	4,7	4,2	3,6	3,2
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**7**	8	9	10	11
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**22,2**	19,2	16,9	15,2	13,8
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**	8	9	10	11

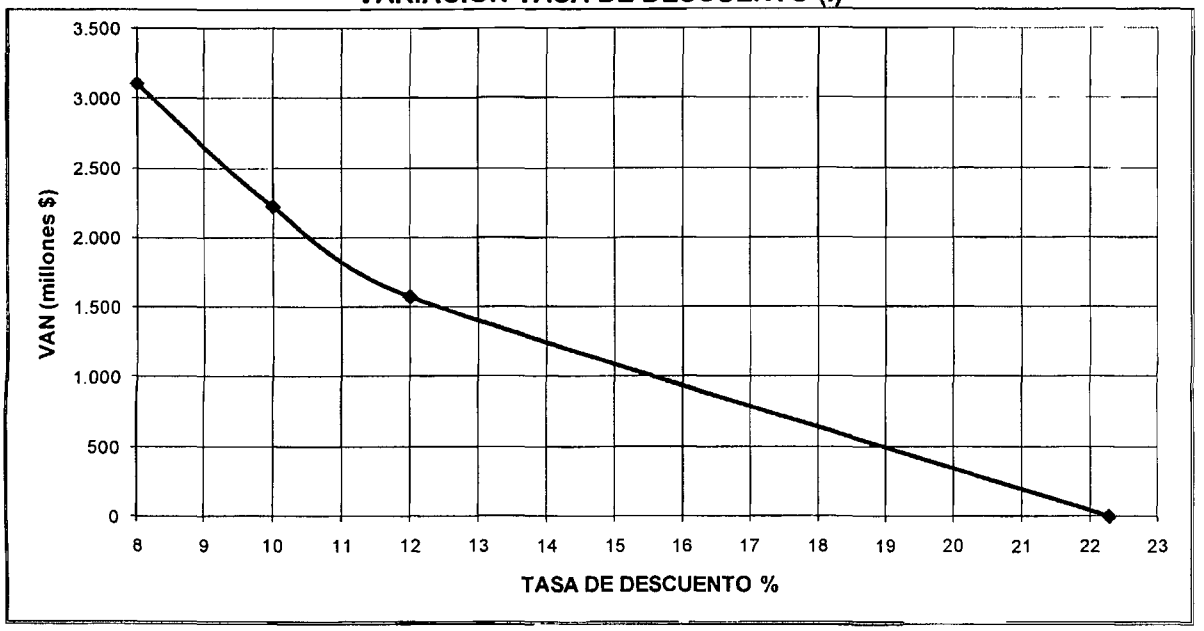
Notas: 1.- El caso base, está definido por la implementación agrícola en el año Nº1 del horizonte de evaluación, es decir, con 0 años de postergación.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO Nº4.8.2-11
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR SANTA AMELIA
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

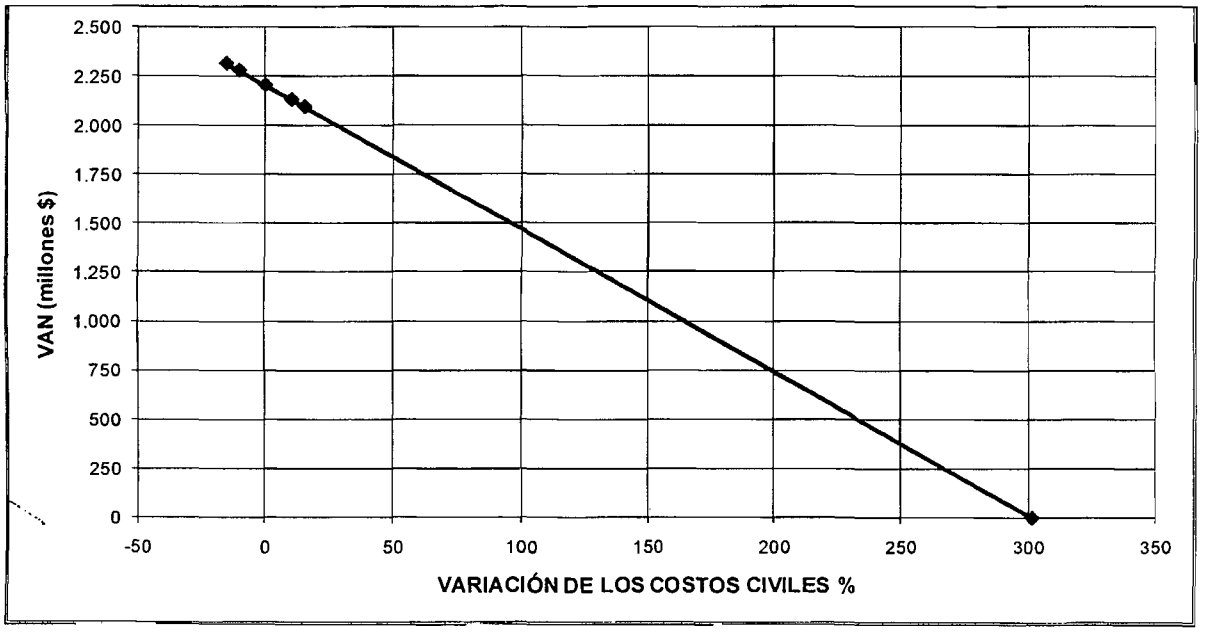
PARÁMETROS ECONÓMICOS	TASA DE DESCUENTO i %			
	8	**10**	12	22,2
VAN (millones $)	3.093	**2.210**	1.563	0
N/K	6,8	**5,4**	4,3	1,7
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	7	**7**	7	7
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	22,2	**22,2**	22,2	22,2
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	6	**6**	6	6

Notas: 1.- El caso base, está definido por la tasa de descuento i=10%.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

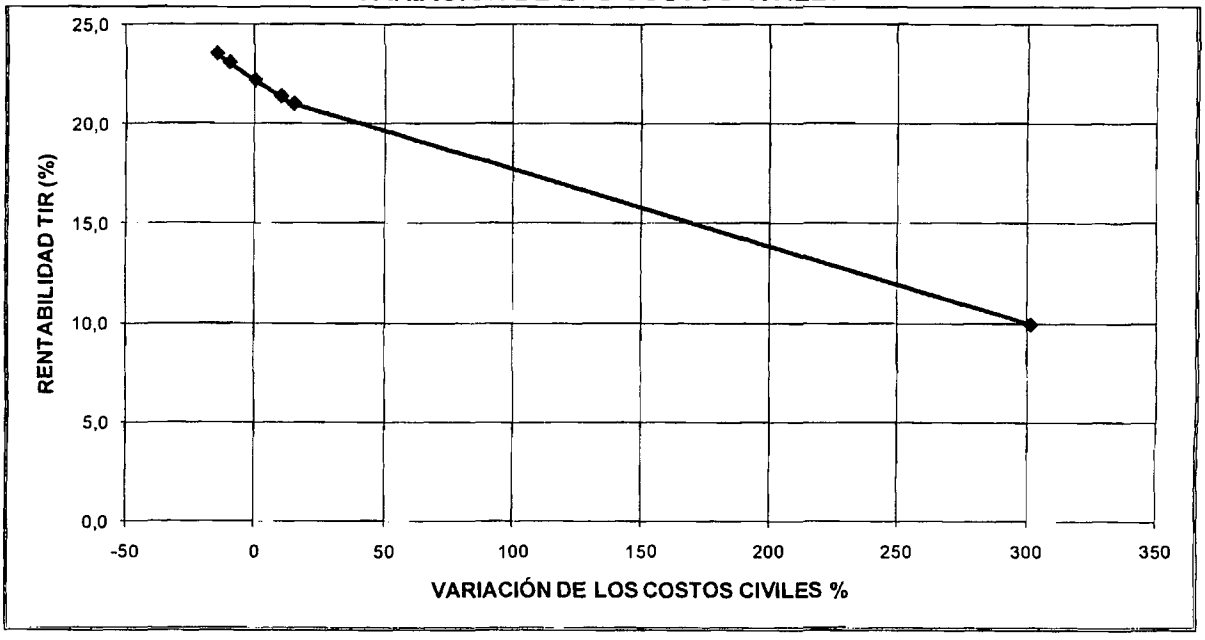
CUADRO Nº4.8.2-12
SECTOR SANTA AMELIA - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
VARIACIÓN TASA DE DESCUENTO (i)



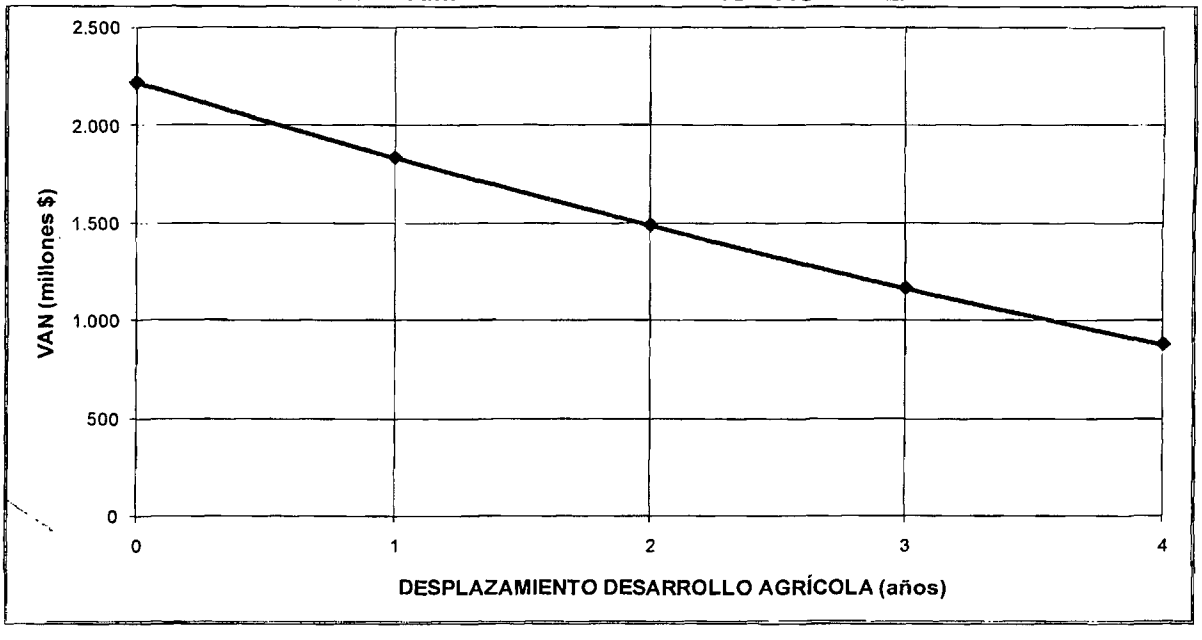
CUADRO Nº4.8.2-13
SECTOR SANTA AMELIA - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



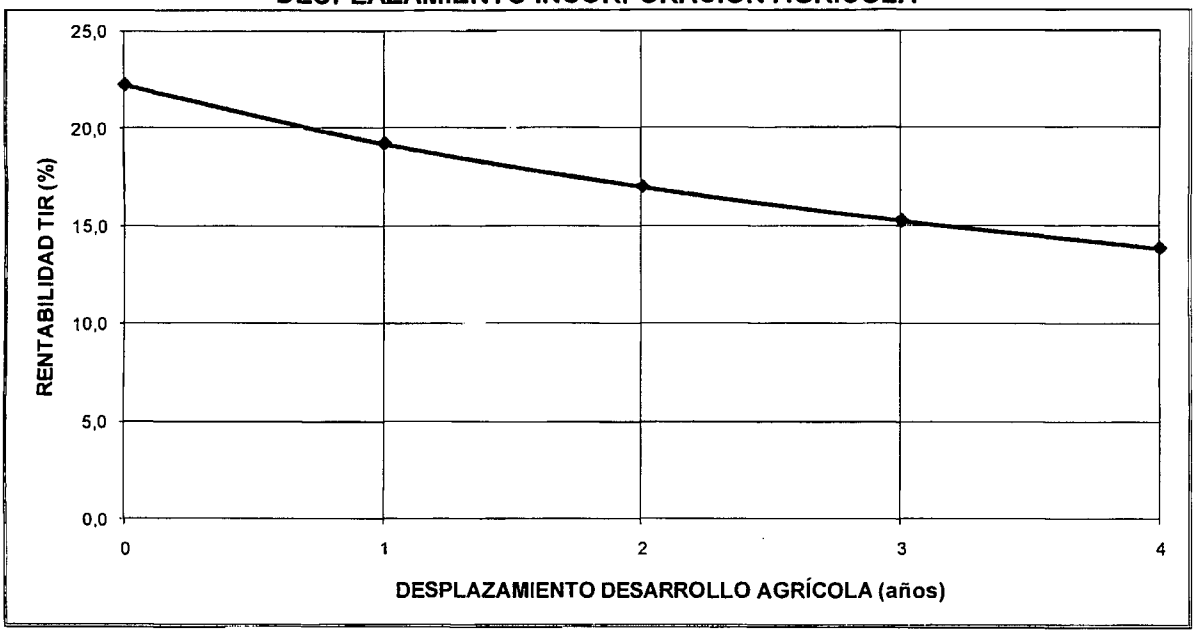
CUADRO Nº4.8.2-14
SECTOR AMELIA - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



CUADRO Nº4.8.2-15
SECTOR AMELIA - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



CUADRO Nº4.8.2-16
SECTOR AMELIA - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



4.8.2.3.- Resultados de la evaluación económica a precios de Mercado del Sector Toco San Roberto.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación económica del Sector Toco San Roberto, sus sensibilizaciones y la respectiva representación gráfica. Los resultados corresponden a la evaluación a precios de Mercado. El detalle de las planillas y cálculos se contienen en el Anexo Nº4.8.2-C.

CUADRO Nº4.8.2-17
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR TOCO SAN ROBERTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN EN EL COSTO DE LA INVERSIÓN INICIAL
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	VARIACIÓN EN EL COSTO DE OBRAS CIVILES Io					
		-15%	-10%	0%	10%	15%	1646%
VAN (millones $)	**27.783**	28.036	27.952	**27.783**	27.614	27.530	0
N/K	**23,0**	27,1	25,6	**23,0**	20,9	20,0	1,1
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**5**	5	5	**5**	5	5	11
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**35,8**	36,7	36,4	**35,8**	35,2	34,9	10,0
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**5**	5	5	**5**	5	5	11

Notas: 1.- El caso base, está definido con la Inversión Inicial (Io) calculada en el presupuesto general de obras presentada en el Capítulo Nº3.6.- 2.- N/K corresponde al cociente entre beneficio total e inversión inicial.

CUADRO Nº4.8.2-18
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR TOCO SAN ROBERTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN AGRÍCOLA (AÑOS)			
		1	2	3	4
VAN (millones $)	**27.783**	24.167	20.880	17.881	15.165
N/K	**23,0**	20,4	18,1	16,0	14,1
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**5**	7	8	9	10
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**35,8**	29,4	25,2	22,2	19,9
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**5**	6	7	8	9

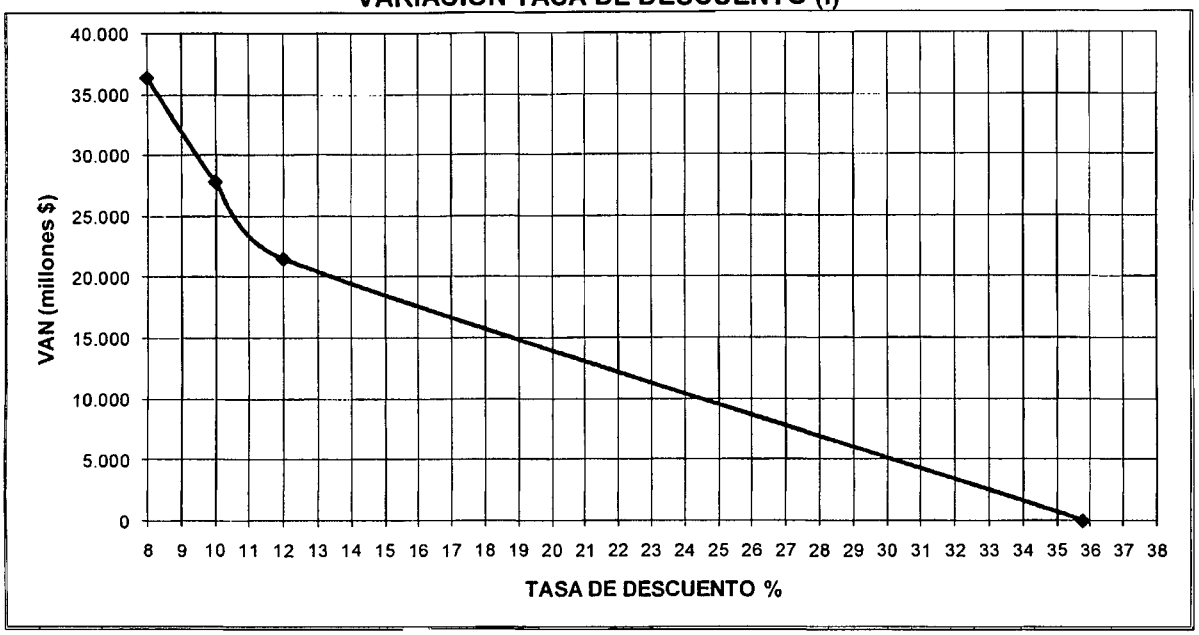
Notas: 1.- El caso base, está definido por la implementación agrícola en el año Nº1 del horizonte de evaluación, es decir, con 0 años de postergación.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO Nº4.8.2-19
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR TOCO SAN ROBERTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

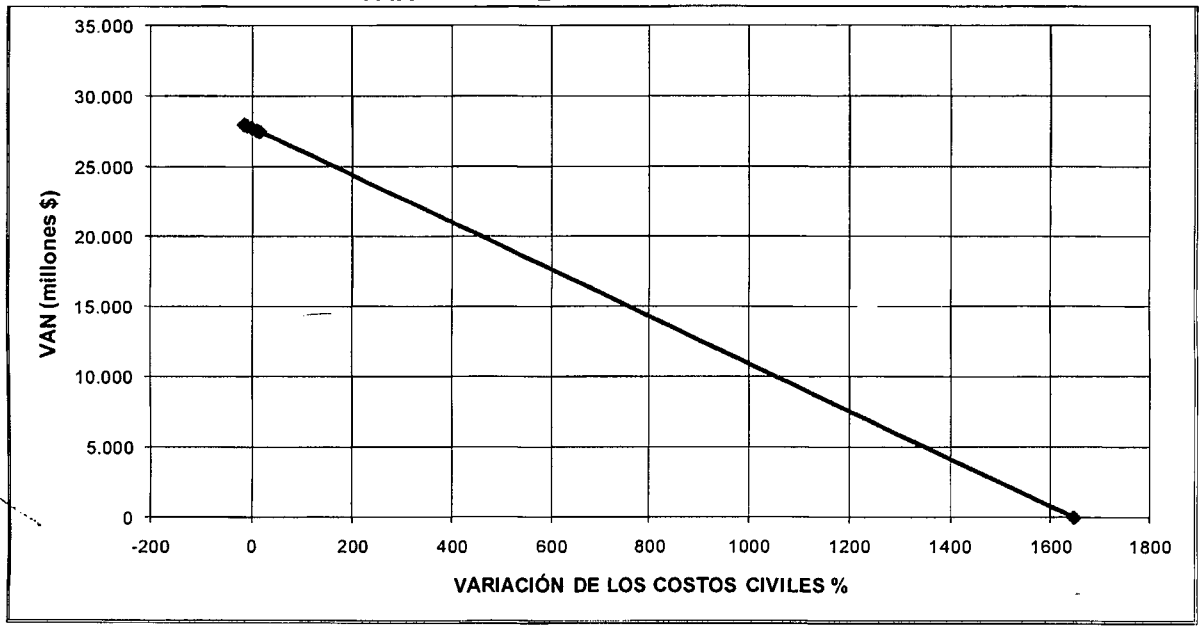
PARÁMETROS ECONÓMICOS	TASA DE DESCUENTO i %			
	8	**10**	12	35,8
VAN (millones $)	36.353	**27.783**	21.490	0
N/K	29,0	**23,0**	18,6	3,4
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	5	**5**	5	5
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	35,8	**35,8**	35,8	35,8
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	5	**5**	5	5

Notas: 1.- El caso base, está definido por la tasa de descuento i=10%. 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

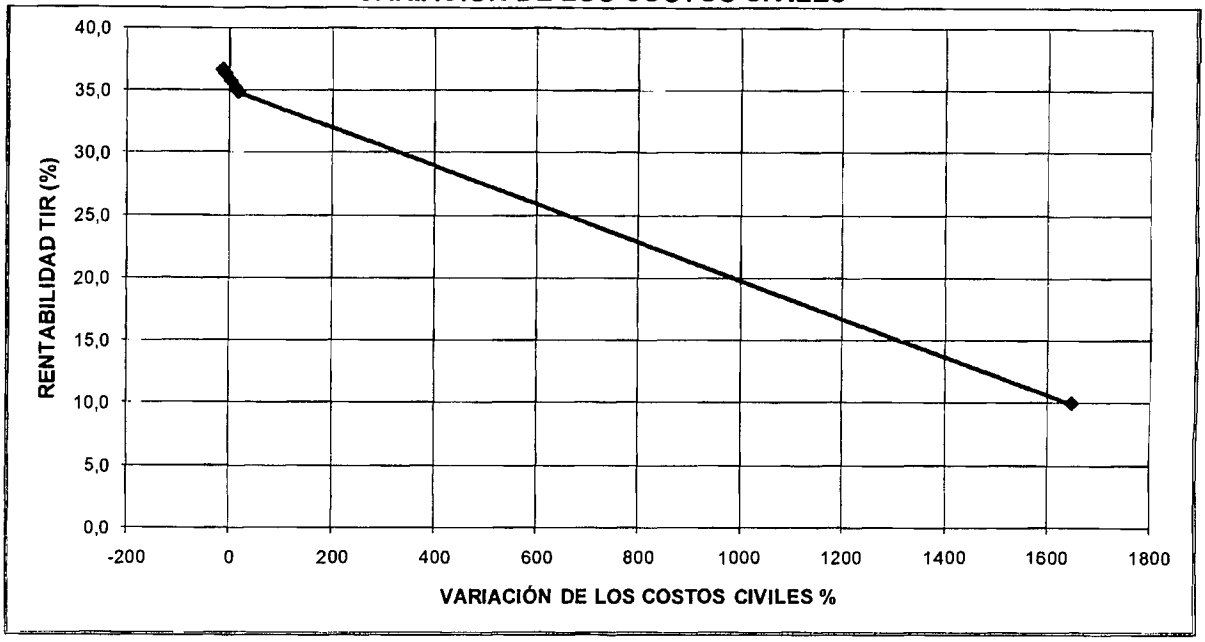
CUADRO N°4.8.2-20
SECTOR TOCO SAN ROBERTO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
VARIACIÓN TASA DE DESCUENTO (i)



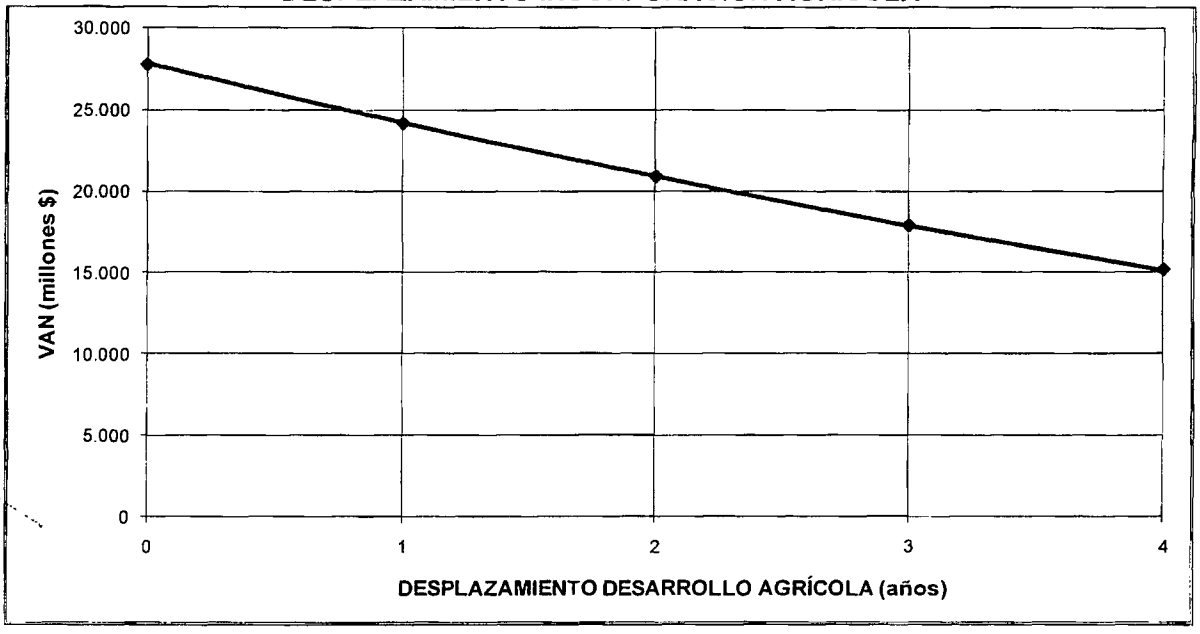
CUADRO N°4.8.2-21
SECTOR TOCO SAN ROBERTO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



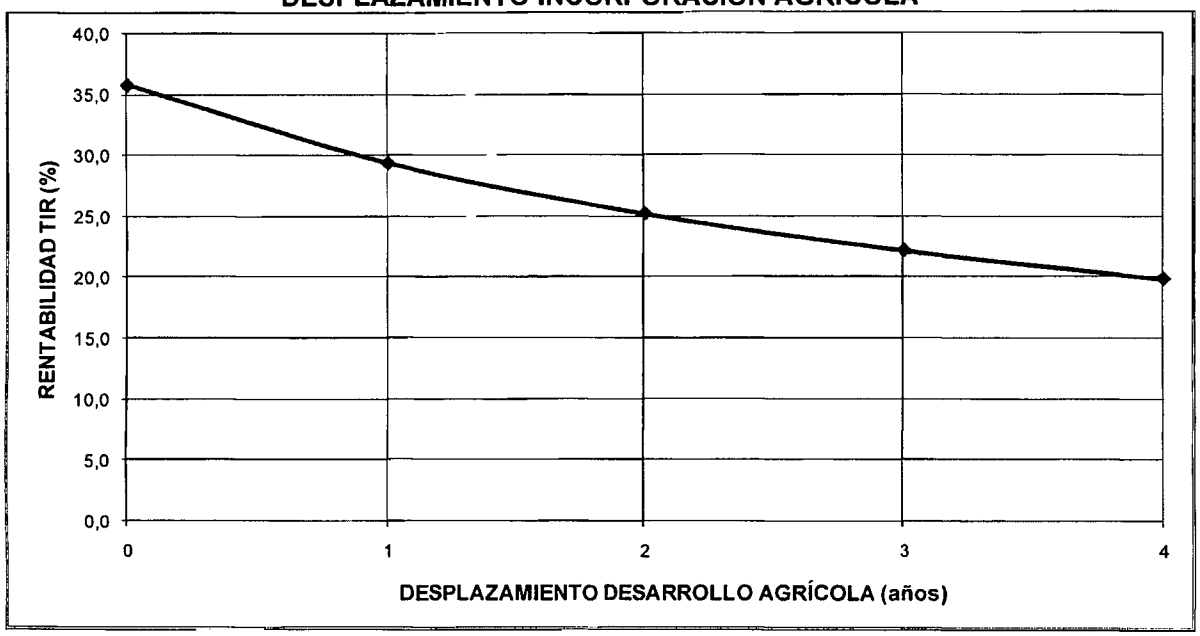
CUADRO Nº4.8.2-22
SECTOR TOCO SAN ROBERTO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



CUADRO Nº4.8.2-23
SECTOR TOCO SAN ROBERTO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



CUADRO Nº4.8.2-24
SECTOR TOCO SAN ROBERTO- EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



4.8.2.4.- Resultados de la evaluación económica a precios de Mercado del Sector San Luis Caleuche.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación económica del Sector San Luis Caleuche, sus sensibilizaciones y la respectiva representación gráfica. Los resultados corresponden a la evaluación a precios de Mercado. El detalle de las planillas y cálculos se contienen en el Anexo N°4.8.2-D.

CUADRO N°4.8.2-25
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR SAN LUIS CALEUCHE
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN EN EL COSTO DE LA INVERSIÓN INICIAL
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	VARIACIÓN EN EL COSTO DE OBRAS CIVILES Io					
		-131%	-15%	-10%	0%	10%	15%
VAN (millones $)	**-2.989**	0	-2.647	-2.761	**-2.989**	-3.217	-3.330
N/K	**0,0**	-0,7	0,0	0,0	**0,0**	0,0	0,0
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**0**	12	0	0	**0**	0	0
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**-1,3**	10,0	-0,6	0,0	**0,0**	0,0	0,0
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**0**	11	0	0	**0**	0	0

Notas: 1.- El caso base, está definido con la Inversión Inicial (Io) calculada en el presupuesto general de obras presentada en el Capítulo N°3.6.- 2.- N/K corresponde al cociente entre beneficio total e inversión inicial.

CUADRO N°4.8.2-26
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR SAN LUIS CALEUCHE
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN AGRÍCOLA (AÑOS)			
		1	2	3	4
VAN (millones $)	**-2.989**	-3.137	-3.272	-3.402	-3.513
N/K	**0,0**	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**0**	0	0	0	0
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**-1,3**	-1,4	-1,5	-1,9	-2,0
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**0**	0	0	0	0

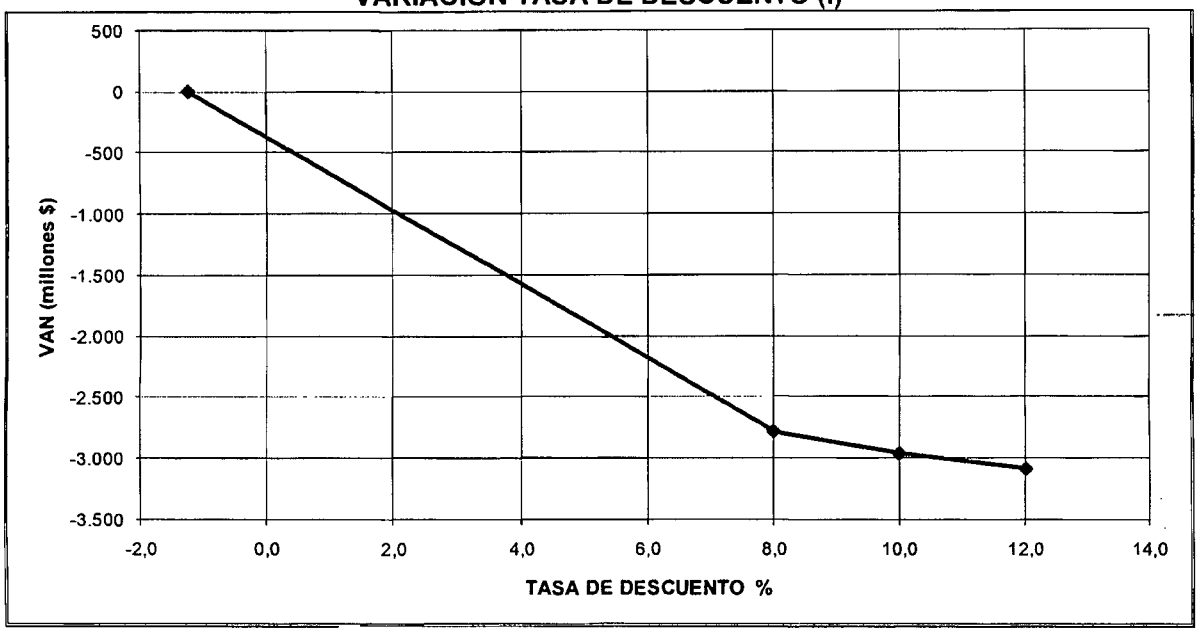
Notas: 1.- El caso base, está definido por la implementación agrícola en el año N°1 del horizonte de evaluación, es decir, con 0 años de postergación.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO N°4.8.2-27
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR SAN LUIS CALEUCHE
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

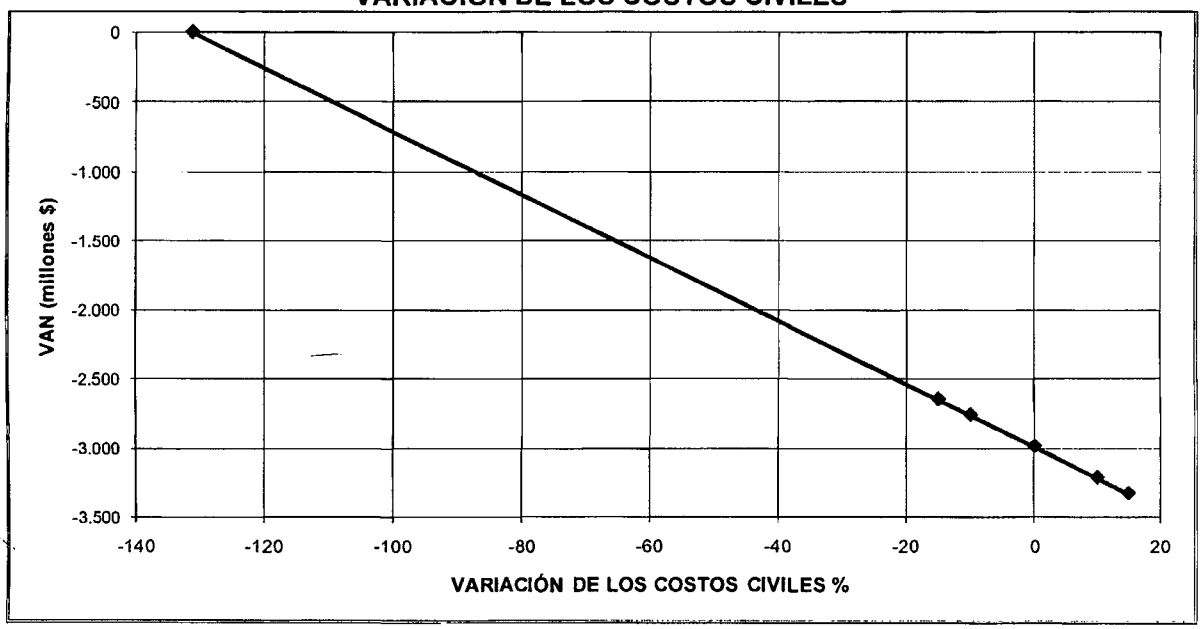
PARÁMETROS ECONÓMICOS	TASA DE DESCUENTO i %			
	-1,3	8	10	12
VAN (millones $)	0	-2.811	**-2.989**	-3.113
N/K	1,5	0,1	**0,0**	-0,1
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	0	0	**0**	0
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	-1,3	-1,3	**-1,3**	-1,3
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	0	0	**0**	0

Notas: 1.- El caso base, está definido por la tasa de descuento i=10%.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

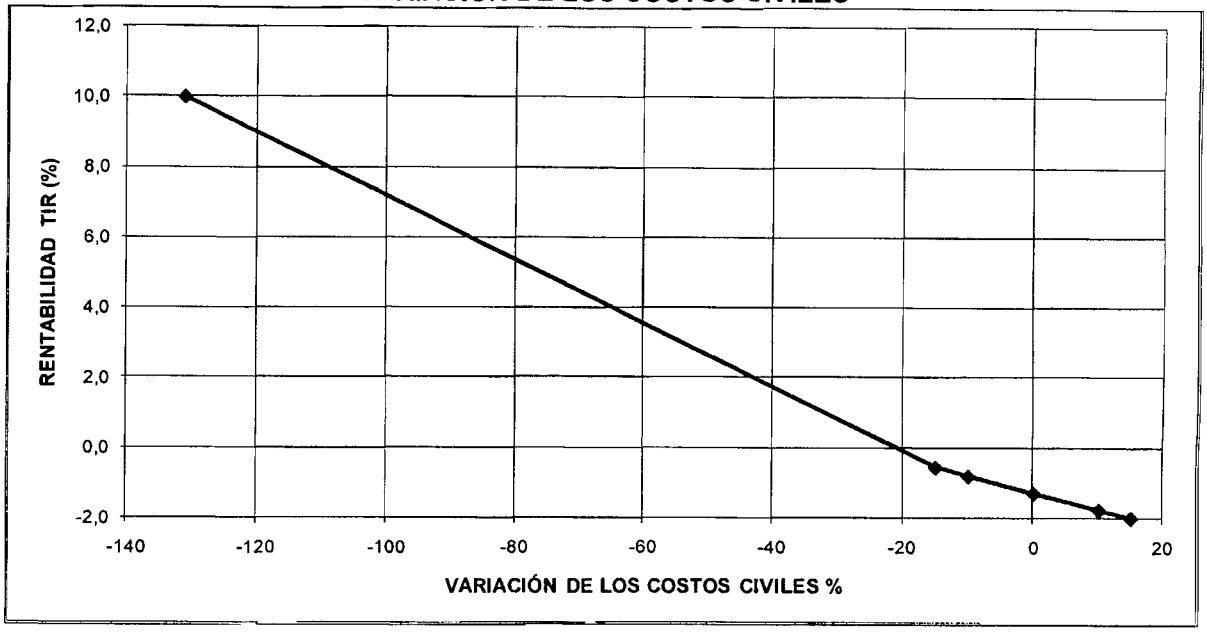
CUADRO Nº4.8.2-28
SECTOR SAN LUIS CALEUCHE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
VARIACIÓN TASA DE DESCUENTO (i)



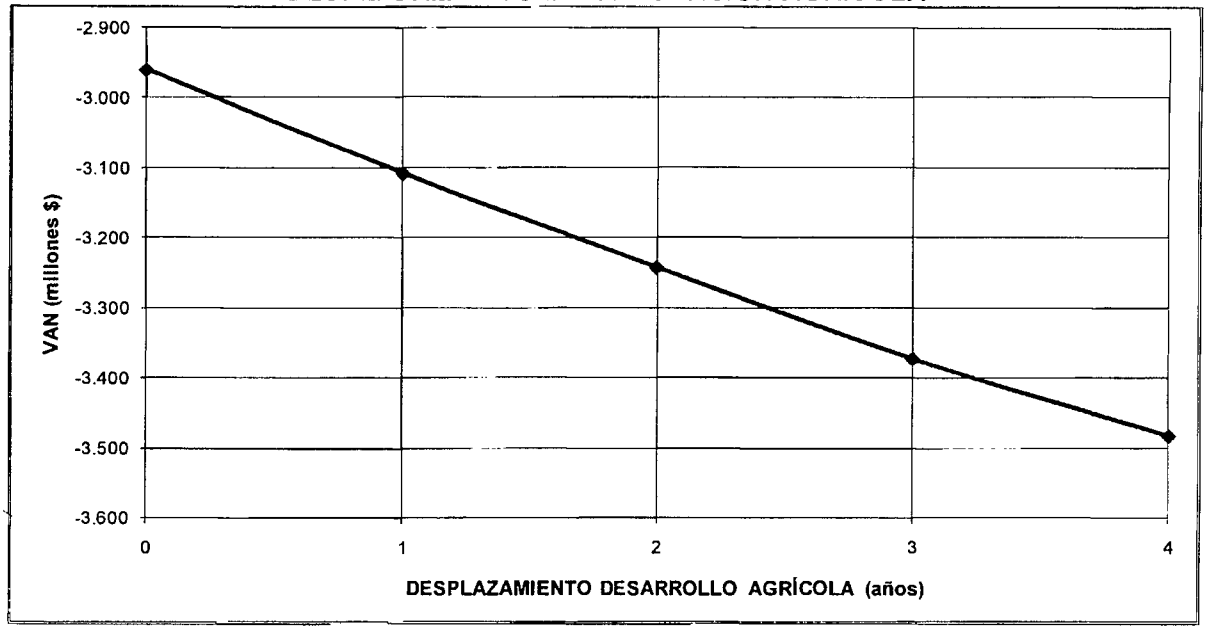
CUADRO Nº4.8.2-29
SECTOR SAN LUIS CALEUCHE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



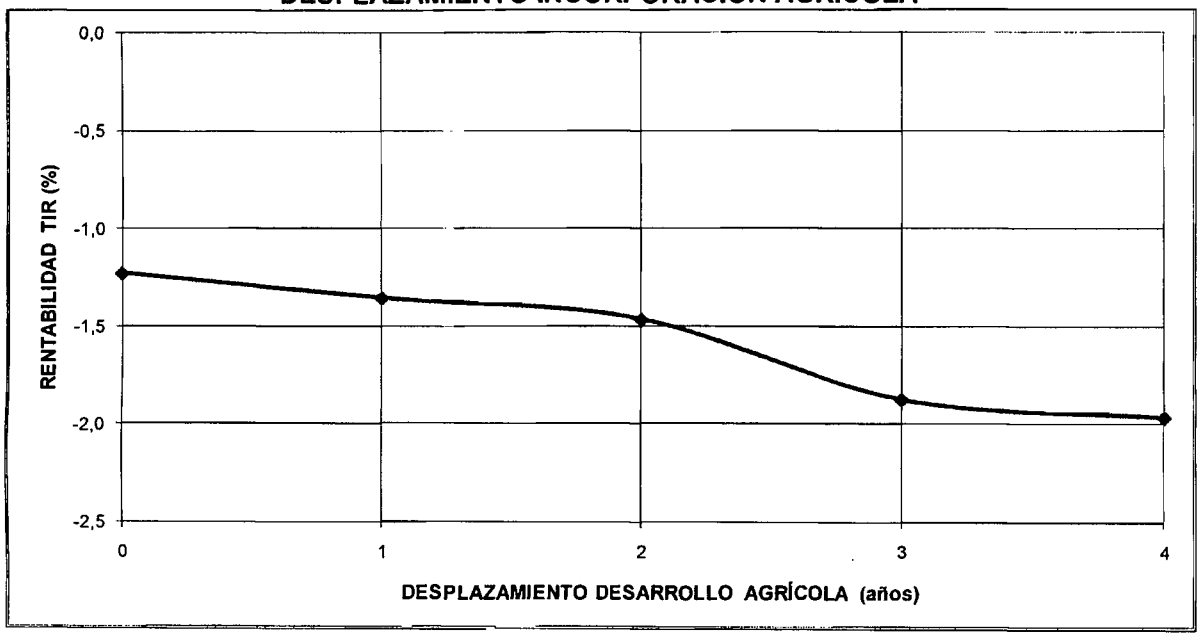
CUADRO N°4.8.2-30
SECTOR SAN LUIS CALEUCHE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



CUADRO N°4.8.2-31
SECTOR SAN LUIS CALEUCHE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



CUADRO Nº4.8.2-32
SECTOR SAN LUIS CALEUCHE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



4.8.2.5.- Resultados de la evaluación económica a precios de Mercado del Sector Santa Irene El Salto.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación económica del Sector Santa Irene El Salto, sus sensibilizaciones y la respectiva representación gráfica. Los resultados corresponden a la evaluación a precios de Mercado. El detalle de las planillas y cálculos se contienen en el Anexo Nº4.8.2-E.

CUADRO Nº4.8.2-33
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR STA IRENE - EL SALTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN EN EL COSTO DE LA INVERSIÓN INICIAL
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	VARIACIÓN EN EL COSTO DE OBRAS CIVILES Io					
		-124%	-15%	-10%	0%	10%	15%
VAN (millones $)	**-1.621**	0	-1.425	-1.491	**-1.621**	-1.752	-1.818
N/K	**0,4**	-2,6	0,5	0,5	**0,4**	0,4	0,3
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**20**	12	20	20	**20**	21	21
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**3,2**	10,0	3,7	3,6	**3,2**	2,9	2,7
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**20**	11	20	20	**20**	20	20

Notas: 1.- El caso base, está definido con la Inversión Inicial (Io) calculada en el presupuesto general de obras presentada en el Capítulo Nº3.6.- 2.- N/K corresponde al cociente entre beneficio total e inversión inicial.

CUADRO Nº4.8.2-34
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR STA IRENE - EL SALTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN AGRÍCOLA (AÑOS)			
		1	2	3	4
VAN (millones $)	**-1.621**	-1.797	-1.955	-2.107	-2.238
N/K	**0,4**	0,3	0,1	0,0	-0,1
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**20**	22	23	24	25
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**3,2**	2,7	2,3	1,7	1,3
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**20**	21	22	23	25

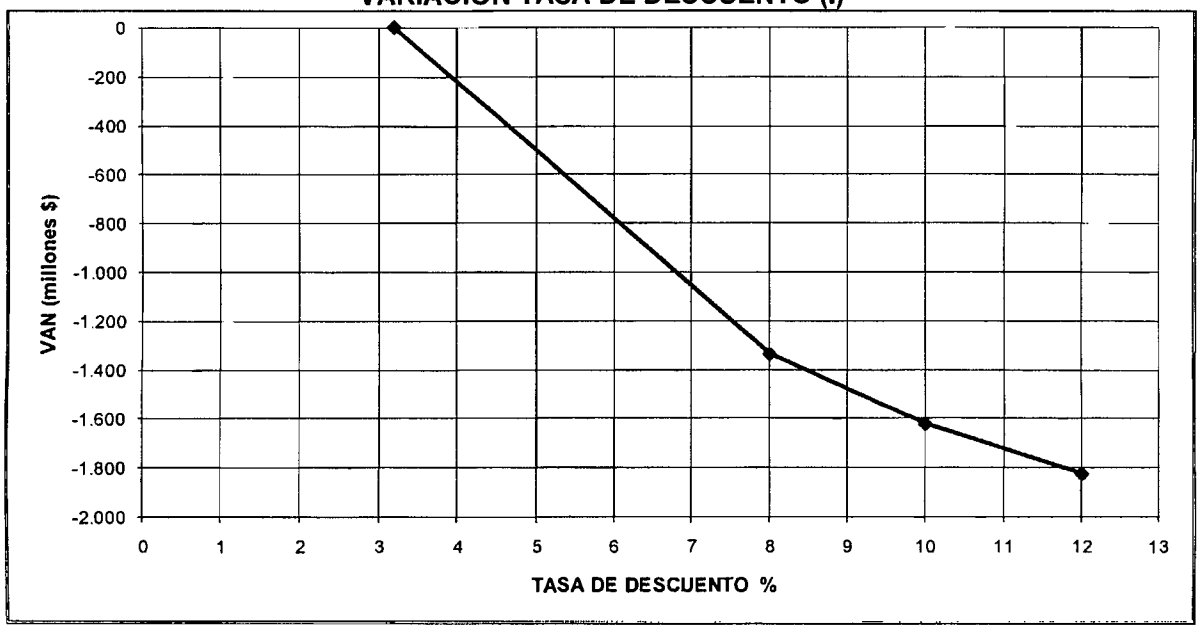
Notas: 1.- El caso base, está definido por la implementación agrícola en el año Nº1 del horizonte de evaluación, es decir, con 0 años de postergación.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO Nº4.8.2-35
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR STA IRENE - EL SALTO
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO
CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

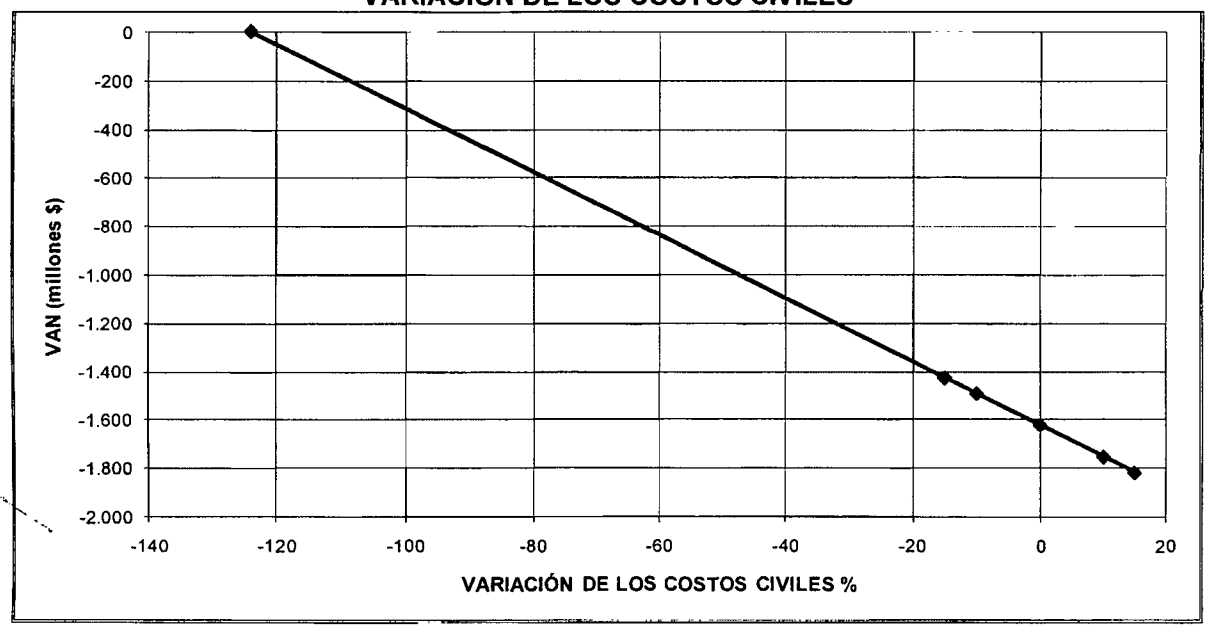
PARÁMETROS ECONÓMICOS	TASA DE DESCUENTO i %			
	3,2	8	**10**	12
VAN (millones $)	0	-1.335	**-1.621**	-1.824
N/K	1,9	0,7	**0,4**	0,2
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	20	20	**20**	20
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	3,2	3,2	**3,2**	3,2
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	20	20	**20**	20

Notas: 1.- El caso base, está definido por la tasa de descuento i=10%.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO Nº4.8.2-36
SECTOR SANTA IRENE - EL SALTO - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIO PRIVADO
VARIACIÓN TASA DE DESCUENTO (i)

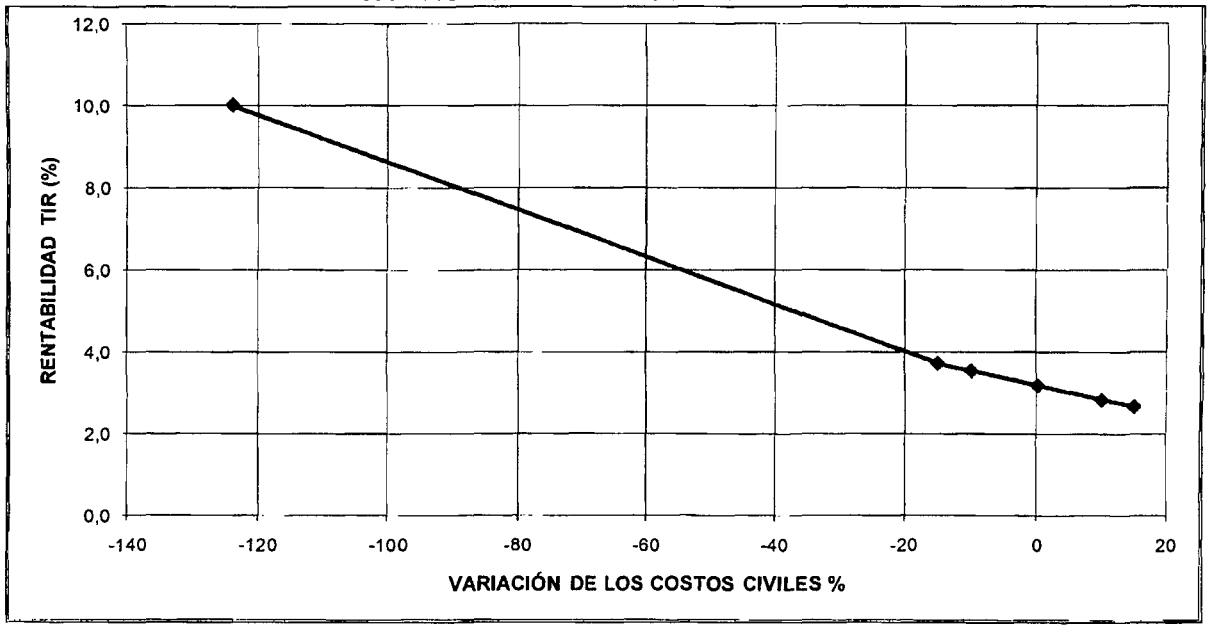


CUADRO Nº4.8.2-37
SECTOR SANTA IRENE - EL SALTO - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIO PRIVADO
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES

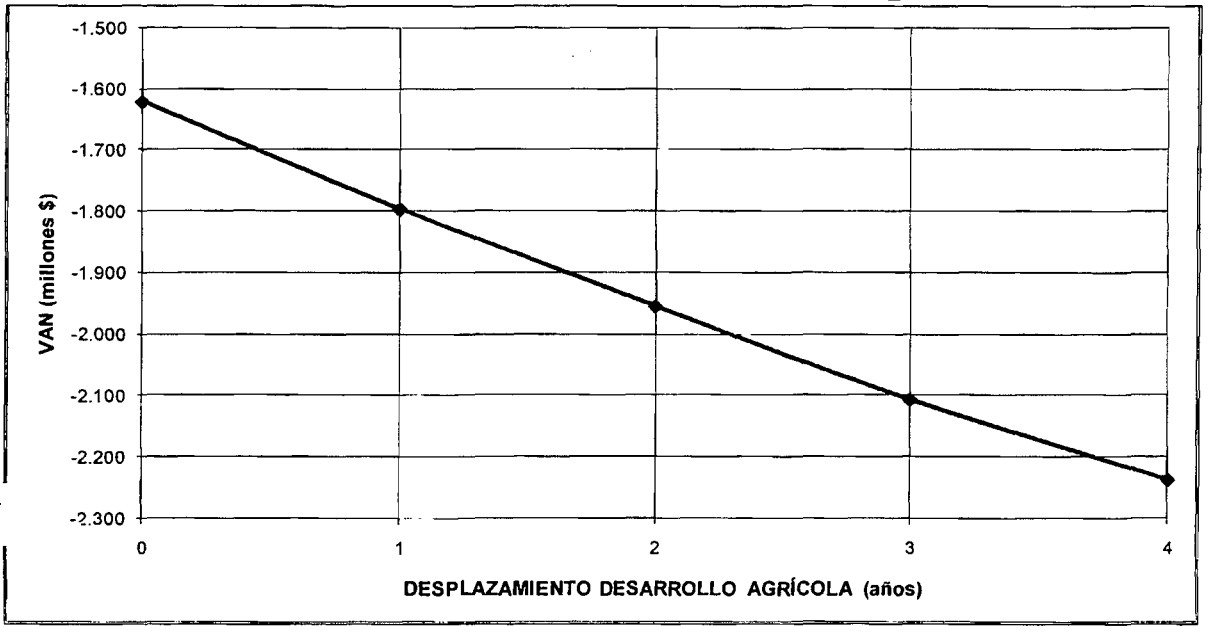


PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

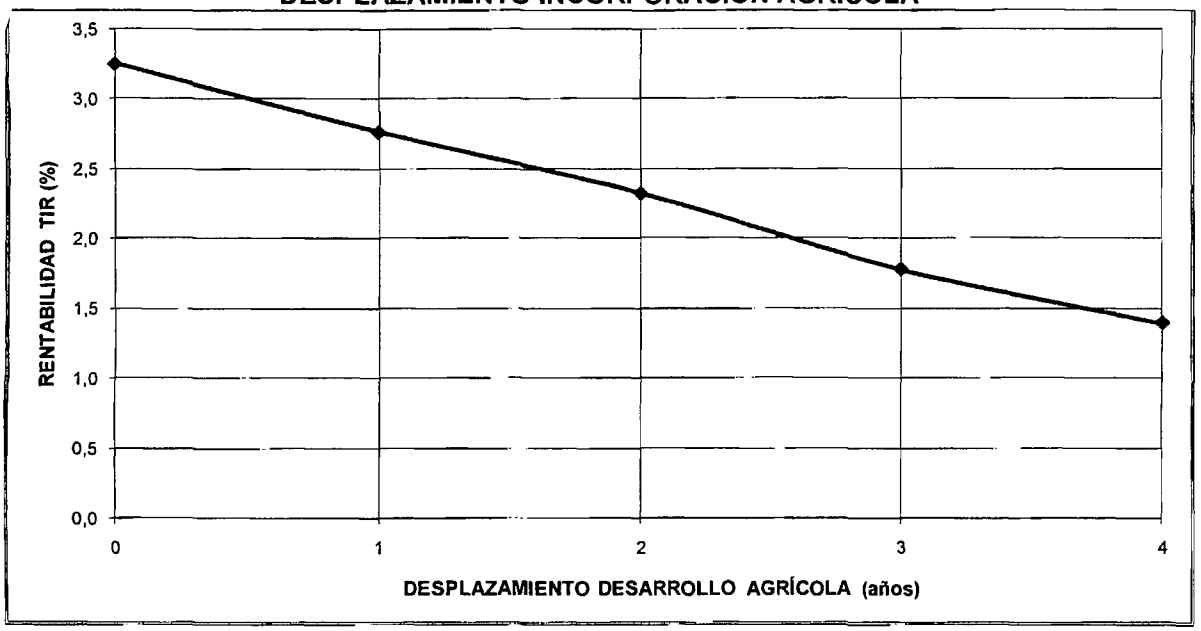
CUADRO Nº4.8.2-38
SECTOR SANTA IRENE - EL SALTO - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIO PRIVADO
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



CUADRO Nº4.8.2-39
SECTOR SANTA IRENE - EL SALTO - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIO PRIVADO
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



CUADRO Nº4.8.2-40
SECTOR SANTA IRENE - EL SALTO - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIO PRIVADO
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



4.8.2.6.- Resultados de la evaluación económica a precios de Mercado del Sector Larmahue.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación económica del Sector Larmahue, sus sensibilizaciones y la respectiva representación gráfica. Los resultados corresponden a la evaluación a precios de Mercado. El detalle de las planillas y cálculos se contienen en el Anexo N°4.8.2-F.

CUADRO N°4.8.2-41
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR LARMAHUE SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN EN EL COSTO DE LA INVERSIÓN INICIAL CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	VARIACIÓN EN EL COSTO DE OBRAS CIVILES Io					
		-15%	-10%	0%	10%	15%	1629%
VAN (millones $)	**6.100**	6.156	6.138	**6.100**	6.063	6.044	0
N/K	**24,0**	28,2	26,7	**24,0**	21,8	20,8	1,2
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**6**	6	6	**6**	6	6	11
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**30,7**	31,3	31,1	**30,7**	30,3	30,1	10,0
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**	6	6	**6**	6	6	11

Notas: 1.- El caso base, está definido con la Inversión Inicial (Io) calculada en el presupuesto general de obras presentada en el Capítulo N°3.6.- 2.- N/K corresponde al cociente entre beneficio total e inversión inicial.

CUADRO N°4.8.2-42
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR LARMAHUE SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

PARÁMETROS ECONÓMICOS	CASO BASE	POSTERGACIÓN DEL PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN AGRÍCOLA (AÑOS)			
		1	2	3	4
VAN (millones $)	**6.100**	5.239	4.456	3.749	3.101
N/K	**24,0**	21,2	18,7	16,4	14,3
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	**6**	7	8	9	10
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	**30,7**	25,6	22,1	19,6	17,6
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	**6**	7	8	9	10

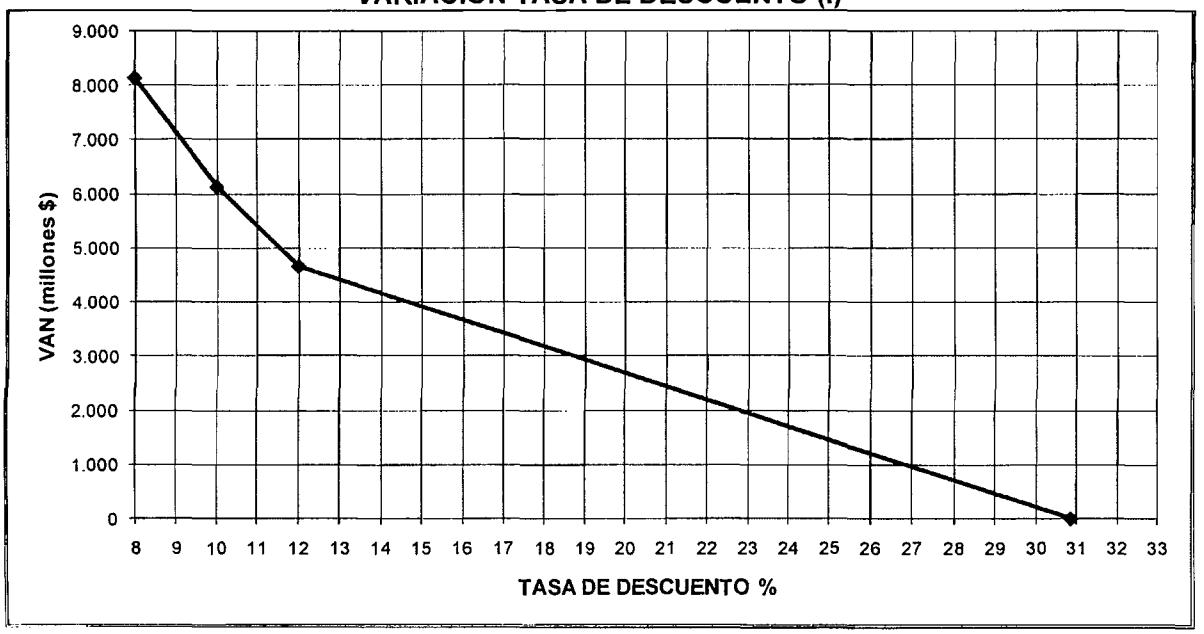
Notas: 1.- El caso base, está definido por la implementación agrícola en el año N°1 del horizonte de evaluación, es decir, con 0 años de postergación.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

CUADRO N°4.8.2-43
RESUMEN DE PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL SECTOR LARMAHUE SENSIBILIZACIÓN DEL VAN CON VARIACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO CÁLCULOS A PRECIOS DE MERCADO

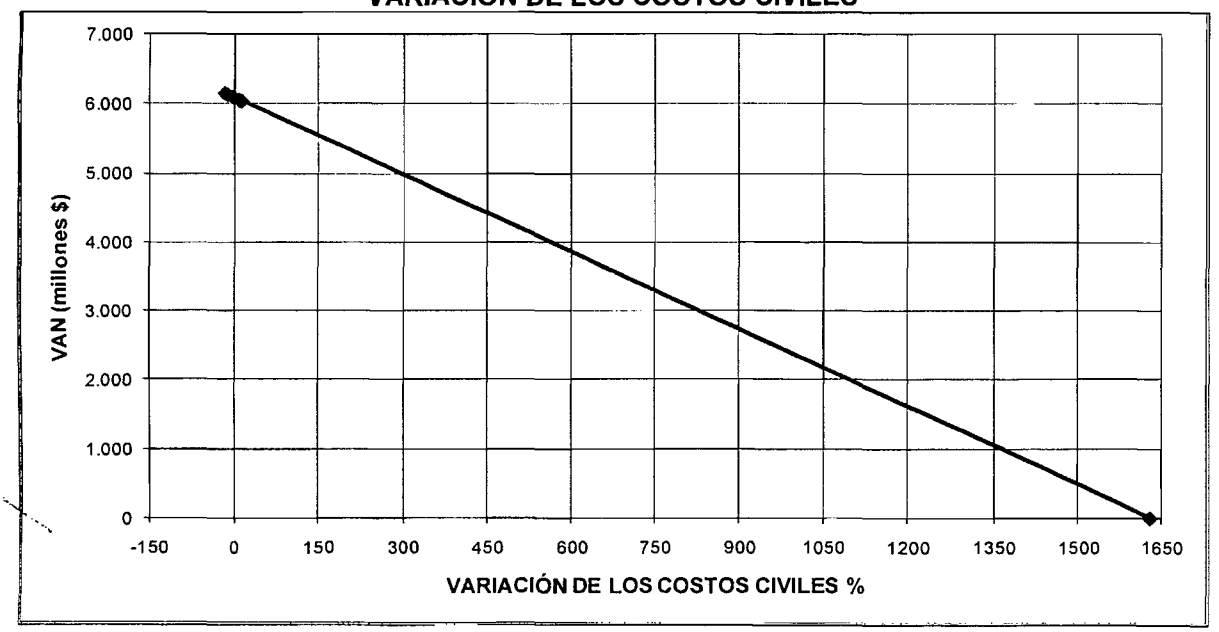
PARÁMETROS ECONÓMICOS	TASA DE DESCUENTO i %			
	8	**10**	12	30,7
VAN (millones $)	8.097	**6.100**	4.634	0
N/K	30,4	**24,0**	19,3	4,4
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	6	**6**	6	6
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	30,7	**30,7**	30,7	30,7
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	6	**6**	6	6

Notas: 1.- El caso base, está definido por la tasa de descuento i=10%.- 2.- N/K corresponde al cociente entre el beneficio total y la inversión inicial.

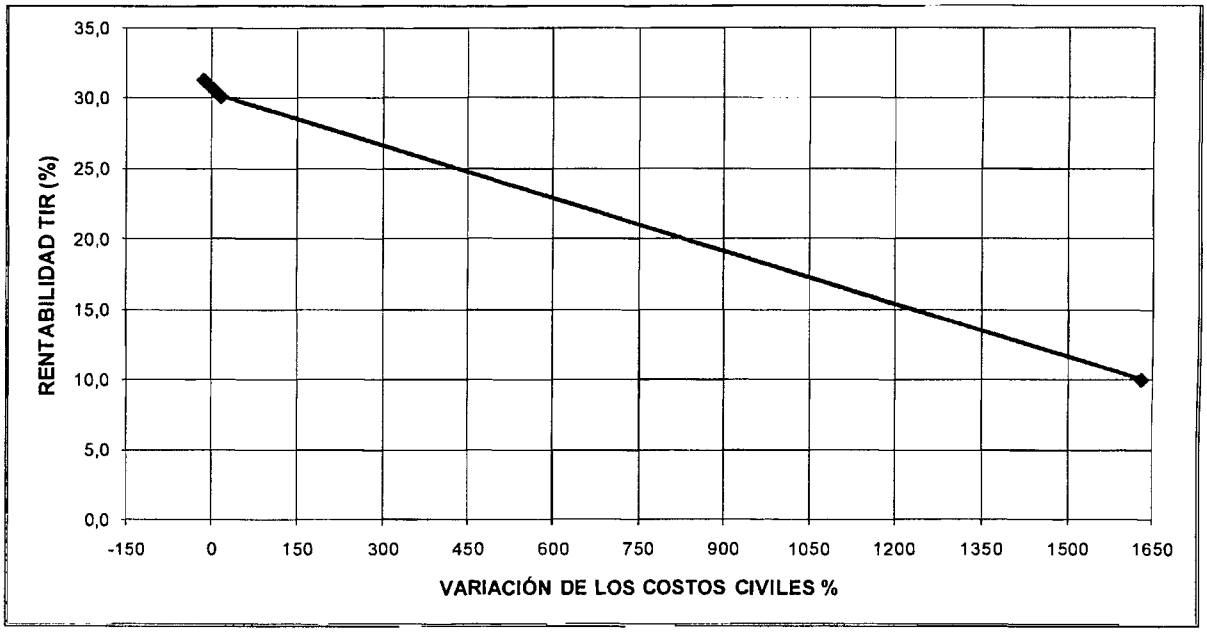
CUADRO Nº4.8.2-44
SECTOR LARMAHUE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
VARIACIÓN TASA DE DESCUENTO (i)



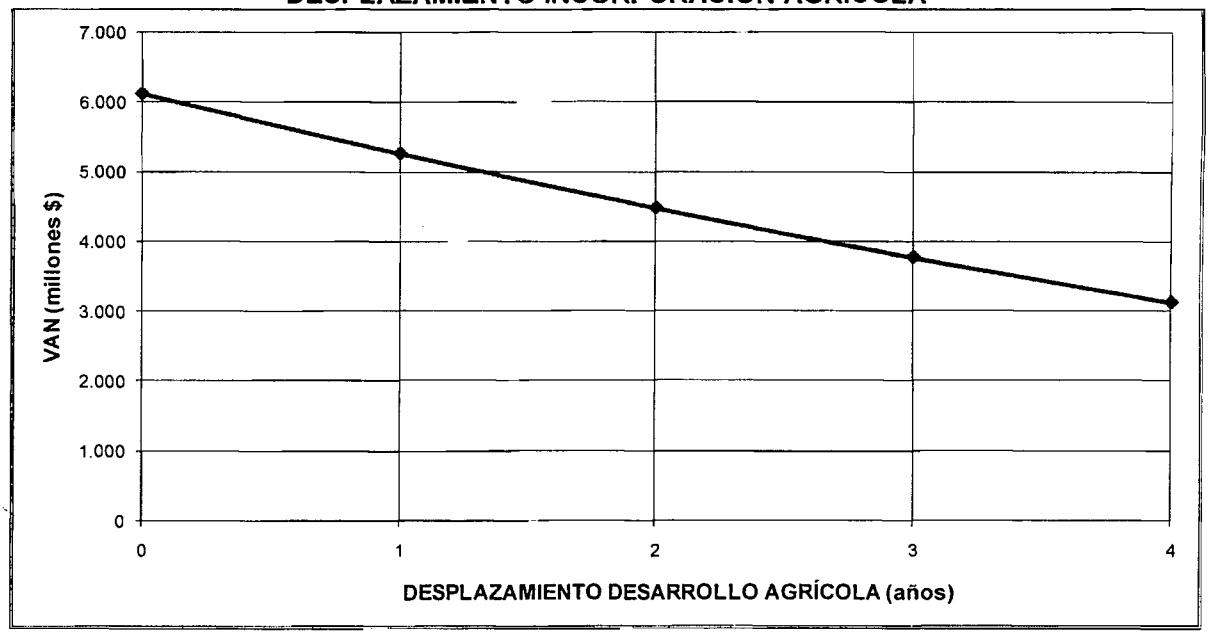
CUADRO Nº4.8.2-45
SECTOR LARMAHUE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



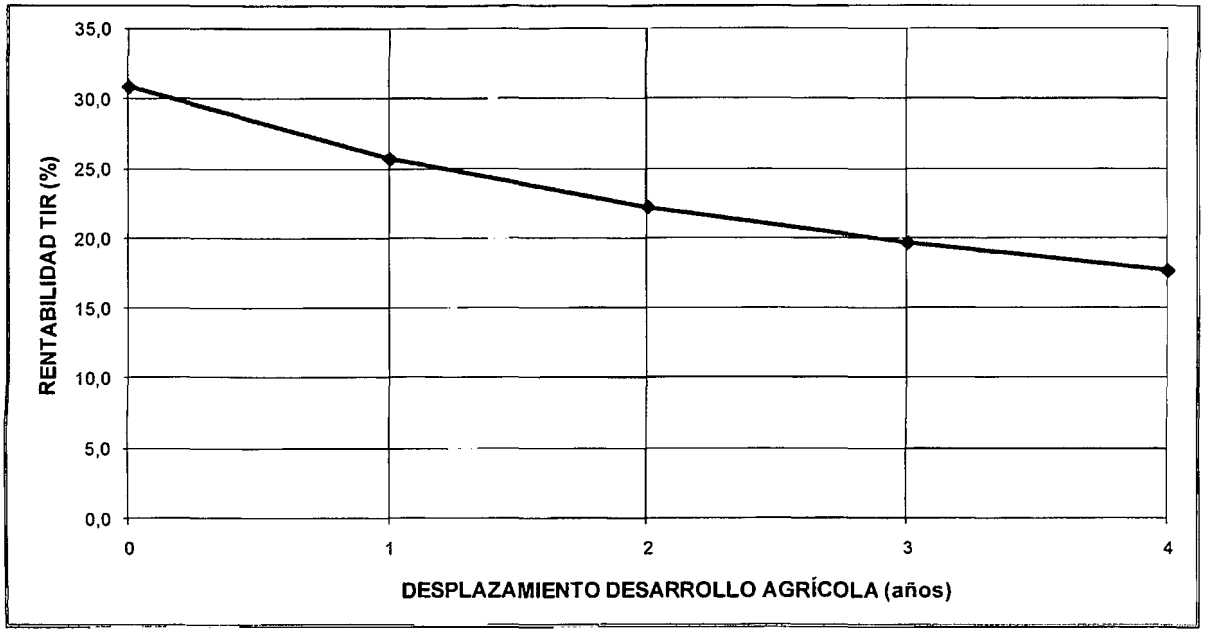
CUADRO Nº4.8.2-46
SECTOR LARMAHUE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
VARIACIÓN DE LOS COSTOS CIVILES



CUADRO Nº4.8.2-47
SECTOR LARMAHUE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



CUADRO N°4.8.2-48
SECTOR LARMAHUE - EVALUACIÓN ECONÓMICA A PRECIOS PRIVADOS
DESPLAZAMIENTO INCORPORACIÓN AGRÍCOLA



4.9.- Análisis Financiero

4.9.1.- Metodología General

El financiamiento se estudia a nivel de estrato predial en el horizonte de evaluación de 30 años de análisis. La evaluación se desarrolla utilizando valores a precios de mercado, y considerando los flujos de la evaluación económica privada, adoptando que el Estado financia la inversión en obras civiles de este proyecto, la que deberá ser pagada posteriormente por los usuarios.

Se analiza financieramente los tres estratos prediales, referenciados a los 3 predios tipo definidos (pequeño, mediano y grande) en cada uno de los cinco sectores en que se ha dividido el área de riego del proyecto (Santa Amelia, San Roberto, San Luis, El Salto y Larmahue). La metodología de cálculo que se aplica se basa en otro proyecto similar aprobado por la DOH: "Mejoramiento Canales Catemu" – DOH 1996.

El pago del crédito considerado es a un plazo de 25 años, con 4 años de gracia.

El sustento familiar se considera de la siguiente manera:

i.- 1 sueldo mínimo para predios pequeños;
ii.- 2,5 sueldos mínimo para predios medianos; y
iii.- 5 sueldos mínimo para predios tamaño grande.

El crédito se calcula con una tasa del 4,5% según proyectos DOH, como es el caso del estudio de proyecto de riego actual, en desarrollo por parte de la DOH en Combarbalá. Además se calcula el crédito con una tasa referencial del 10%.

Los flujos anuales de costos e ingresos, permiten establecer la liquidez anual y acumulada con que cuenta el Predio Tipo. La capacidad de pago queda definida cuando esta liquidez tiene un superávit.

Los flujos considerados en el análisis financiero para cada unos de los estratos prediales de cada uno de los cinco sectores del proyecto son los siguientes:

i).- Ingresos incrementales de producción agrícola.

ii).-Costos agrícolas incrementales.

iii).-Proporción del total de la inversión civil que corresponde a cada Estrato Predial según superficie, los que se presentan resumidos en el Cuadro Nº 4.9.1-1.

CUADRO N°4.9.1-1
INVERSIÓN CIVIL ATRIBUIBLE A CADA ESTRATO POR SECTOR
(MILLONES $)

Sector	Predio tipo representativo del Estrato	Inversión Civil Atribuible al Estrato (millones $)
Santa Amelia	Predio Tipo Pequeño (PT N° 1)	14,7
	Predio Tipo Mediano (PT N° 2)	470,4
	Predio Tipo Grande (PT N° 3)	124,2
El Toco - San Roberto	Predio Tipo Pequeño (PT N° 1)	23,5
	Predio Tipo Mediano (PT N° 2)	643,3
	Predio Tipo Grande (PT N° 3)	750,7
San Luis - Caleuche	Predio Tipo Pequeño (PT N° 1)	30,8
	Predio Tipo Mediano (PT N° 2)	1.735,4
	Predio Tipo Grande (PT N° 3)	176,5
Santa Irene El Salto	Predio Tipo Pequeño (PT N° 1)	27,0
	Predio Tipo Mediano (PT N° 2)	950,5
	Predio Tipo Grande (PT N° 3)	133,3
Larmahue	Predio Tipo Pequeño (PT N° 1)	142,9
	Predio Tipo Mediano (PT N° 2)	77,6
	Predio Tipo Grande (PT N° 3)	90,9
	Total (millones $)	**5.392,0**

Notas: 1.- El valor de $5.392 millones corresponde al costo total de construcción sin considerar el IVA, presentado en el Cuadro N°4.7.6-C.2 del Anexo N°4.7.6-C (5.392 mill. $ + 1.029 mill. $ (IVA adoptado por aproximación) = 6.421 mill. $).
2.- Los valores presentados corresponden al resumen de las inversiones contenidas en el punto N°4.7.6.1 las cuales fueron desarrolladas en el Anexo N°4.7.6-A

iv).- Proporción, según la superficie de cada Sector, del costo de mantención de los canales y de los costos de reposición de obras.

v).- Sustento familiar, salario mínimo del grupo familiar, que es necesario descontar de los flujos agroeconómicos antes que el usuario tome la decisión de contraer un crédito.

Para efectos de este análisis financiero, se definen los siguientes términos:

A) Crédito operacional: Corresponde al crédito necesario para financiar las actividades operacionales del predio, esto es: mantención del canal, reposición de obras civiles y sustento familiar, siempre que la liquidez sea deficitaria. La tasa anual de este crédito es de un 10% anual real. El crédito operacional excluye a los flujos agroeconómicos, ya que en ellos se encuentra incluido el financiamiento del proyecto agrícola.

B) Servicio a la deuda: Es aquel pago destinado al crédito por la inversión civil del proyecto en estudio. El servicio a la deuda se pagará en 25 años, incluidos los primeros cuatro años de gracia.

El análisis financiero se realizó con una tasa de interés anual, para el pago de la cuota en la inversión de obras civiles, de 4,5% real anual. Adicionalmente se realizó el mismo cálculo para una tasa anual referencial de 10%.

Los flujos considerados en los 30 años de horizonte de evaluación del análisis financiero por Estrato Predial son los siguientes:

- Ingresos incrementales de producción agrícola, que compara los márgenes agronómicos de la situación futura o con proyecto con la situación actual mejorada, estos ingresos corresponden a los beneficios propios del proyecto.

- Costos incrementales de producción agrícola (que consideran además los costos de habilitación agrícola de las superficies de secano incorporadas al riego).

- Fracción proporcional del total de la inversión civil que corresponde a cada Estrato Predial según su superficie de riego, lo que se muestra en el Cuadro Nº4.9.1-1.

- Fracción proporcional, según superficie de riego del Estrato Predial, del costo de mantención de los canales y de los costos de reposición de obras.

- Sustento familiar, salario mínimo del grupo familiar que es necesario descontar de los flujos agroeconómicos antes que el usuario tome la decisión de contraer un crédito. En este caso se considera 1,0 salario mínimo para Predios Tipo 1; 2,5 salarios mínimo para Predios Tipo 2, y 5 salarios mínimo para Predios Tipo 3.

4.9.2.- Determinación de la capacidad de pago y crédito.

El propósito de definir la "Capacidad de pago", es determinar el monto anual y acumulado disponible con que cuenta el usuario para destinar en el "Servicio a la deuda".

La capacidad de pago queda definida al final del período de análisis antes de servir la deuda, según se puede apreciar en la columna Nº11 de las planillas de cálculo que se acompañan. Si el valor de la capacidad de pago acumulada en el año 30 es positivo, entonces queda determinado que el Predio Tipo posee capacidad de pago para contraer una deuda.

La cuota propuesta es un valor fijo para cada Predio Tipo, calculada por el costo anual uniforme equivalente, que incluye el principal y sus intereses. Esta cuota, incluye además, los intereses generados en los 4 años de gracia.

4.9.3.- Presentación y análisis de los resultados.

A continuación se presenta un cuadro resumen con el valor de la cuota anual calculada y que corresponde a cada Estrato Predial, y la cuota capaz de servir por cada uno, para la alternativa de tasa a 4,5% denominada también de crédito blando:

CUADRO N°4.9.3-1
CUOTA ANUAL CAPAZ DE SERVIR CADA ESTRATO POR SECTOR
TASA 4,5%
(MILLONES $)

Sector	Predio tipo representativo del Estrato	Cuota Anual (millones $)	Cuota Anual Capaz de Servir (millones $)	Superficie Total Estrato (há)
Santa Amelia	Predio Tipo Pequeño (PT N° 1)	1,37	-	21,57
	Predio Tipo Mediano (PT N° 2)	43,73	-	688,88
	Predio Tipo Grande (PT N° 3)	11,54	11,54	181,85
El Toco - San Roberto	Predio Tipo Pequeño (PT N° 1)	2,19	-	32,50
	Predio Tipo Mediano (PT N° 2)	59,80	-	888,60
	Predio Tipo Grande (PT N° 3)	69,78	69,78	1.037,00
San Luis – Caleuche	Predio Tipo Pequeño (PT N° 1)	2,87	-	38,54
	Predio Tipo Mediano (PT N° 2)	161,31	-	2.169,64
	Predio Tipo Grande (PT N° 3)	16,40	-	220,63
Santa Irene El Salto	Predio Tipo Pequeño (PT N° 1)	2,51	-	34,60
	Predio Tipo Mediano (PT N° 2)	88,36	-	1.217,30
	Predio Tipo Grande (PT N° 3)	12,39	-	170,70
Larmahue	Predio Tipo Pequeño (PT N° 1)	13,29	-	208,79
	Predio Tipo Mediano (PT N° 2)	7,21	7,21	113,36
	Predio Tipo Grande (PT N° 3)	8,45	8,45	132,84

La cuota media corresponde a $70.031 por hectárea regada en los predios beneficiados.

De los resultados obtenidos, se aprecia que en general los Predios Tipo no poseen capacidad de pago, a excepción del Predio Tipo 3 en el Sector Santa Amelia, Predio Tipo 3 en Sector El Toco – San Roberto y Predios Tipo 2 y Tipo 3 en Sector Larmahue.

En el caso del crédito referencial a tasa i=10%, los resultados son los siguientes:

CUADRO N°4.9.3-2
CUOTA ANUAL CAPAZ DE SERVIR CADA ESTRATO POR SECTOR
TASA 10 %
(MILLONES $)

Sector	Predio tipo representativo del Estrato	Cuota Anual (millones $)	Cuota Anual Capaz de Servir (millones $)	Superficie Total Estrato (há)
Santa Amelia	Predio Tipo Pequeño (PT N° 1)	2,74	-	21,57
	Predio Tipo Mediano (PT N° 2)	87,62	-	688,88
	Predio Tipo Grande (PT N° 3)	23,13	23,13	181,85
El Toco - San Roberto	Predio Tipo Pequeño (PT N° 1)	4,38	-	32,50
	Predio Tipo Mediano (PT N° 2)	119,81	-	888,60
	Predio Tipo Grande (PT N° 3)	139,81	139,81	1.037,00
San Luis - Caleuche	Predio Tipo Pequeño (PT N° 1)	5,74	-	38,54
	Predio Tipo Mediano (PT N° 2)	323,20	-	2.169,64
	Predio Tipo Grande (PT N° 3)	32,87	-	220,63
Santa Irene El Salto	Predio Tipo Pequeño (PT N° 1)	5,03	-	34,60
	Predio Tipo Mediano (PT N° 2)	177,03	-	1.217,30
	Predio Tipo Grande (PT N° 3)	24,82	-	170,70
Larmahue	Predio Tipo Pequeño (PT N° 1)	26,62	-	208,79
	Predio Tipo Mediano (PT N° 2)	14,45	14,45	113,36
	Predio Tipo Grande (PT N° 3)	16,94	16,94	132,84

La cuota media corresponde a $140.313 por hectárea regada en los predios beneficiados.

Del cuadro anterior se aprecia que ante una alternativa de crédito a tasa 10%, poseen capacidad de pago los mismos Predios Tipo del Cuadro N°4.9.3-1

El análisis anterior, permite distinguir el rango de potencialidad económica de cada Predio Tipo, destacándose entre estos, aquellos que en ambas situaciones presentan una capacidad de pago del total de la deuda que les corresponde.

En Anexo N°4.9.3-A se presentan las planillas con el cálculo detallado del análisis financiero para las tasas de 4,5% y de 10% cuyos resultados resumidos se contienen en los Cuadros N°4.9.3-1 y N°4.9.3-2.

4.10.- Niveles de Empleo

4.10.1.- Mano de obra asociada a la ejecución de las obras civiles del proyecto.

En este capítulo se determinan los niveles de empleo que exige la construcción de las obras civiles del proyecto, calculado en base a la mano de obra que se requiere utilizar en cada uno de los ítems contenidos en el presupuesto. Separadamente se calculan los niveles de empleo necesarios durante la operación normal del proyecto.

Los niveles de empleo por concepto de la ejecución del proyecto se distribuyen en el período de construcción asumido de 6 meses de duración.

Para cada ítem del presupuesto se calcula primeramente la duración de las actividades en base a las jornadas de trabajo, composición de las cuadrillas y rendimiento de cada una de ellas, según las consideraciones que se detallan a continuación:

- 1 Cuadrilla se compone de 4 trabajadores: 1 maestro de 1^{era} y 3 ayudantes.
- La jornada de trabajo diaria es de 8 hrs.
- La jornada semanal de trabajo considerada es de 5 días.
- El mes laboral corresponde a 4 semanas.

Para determinar los requerimientos de mano de obra de cada una de las actividades del presupuesto de obras, se toma como antecedente los rendimientos que figuran en el análisis de precios unitarios.

Para cada actividad del presupuesto de obras, se determina la cantidad de mano de obra requerida asumiendo inicialmente que la ejecuta solamente 1 cuadrilla compuesta por 4 obreros. De acuerdo a lo anterior, la duración (días) de cada actividad es el producto del rendimiento y del volumen de la obra. Sumando todos los tiempos que se demora 1 cuadrilla en ejecutar la totalidad de las obras resulta el máximo tiempo de duración de las obras. Se define el número de cuadrillas requeridas como el cuociente entre el máximo tiempo de duración y el plazo establecido de construcción propuesto en 6 meses y que es equivalente a 120 jornadas.

El detalle de los requerimientos de mano de obra asociada a cada uno de los ítems del presupuesto se contiene en el Anexo 4.10-A.

El resumen de las jornadas hombre y la cantidad de cuadrillas se presenta en el siguiente Cuadro N°4.10.1-1.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº4.10.1-1
TOTAL DE CUADRILLAS Y TIEMPO DE DURACIÓN POR ÍTEM Y GLOBAL DE OBRA

Nº	ÍTEM	JORNADAS HOMBRE REQUERIDAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES C/U	CUADRILLAS REQUERIDAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES EN UN PLAZO PROPUESTO DE 6 MESES DE DURACIÓN C/U
1	Obras provisionales	360	0,75
2	Obras en bocatoma y aducción	2.158	4,49
3	Obras en Canal Matriz Almahue	18.557	38,66
4	Obras en derivado San Roberto-Toco	2.714	5,56
5	Obras en derivado San Luis Caleuche	3.622	7,55
6	Obras en derivado El Salto - Santa Irene	3.876	8,07
7	Obras en derivado Santa Amelia	137	0,28
8	Total Canal Almahue	31.424	**65,50**

Debido a que cada cuadrilla se compone de 4 obreros, se tiene que la cantidad total de obreros necesarios para el desarrollo del proyecto en el período de 6 meses, es de: 65,50 (cuadrillas) x 6 (meses) = 267 trabajadores en forma continua.

4.10.2.- Mano de obra asociada a la reposición de obras.

En el año 15 del proyecto se consulta la reposición parcial del revestimiento de losetas. La mano de obra se calcula en base al rendimiento de colocación del revestimiento que asciende a 20 m lineales por día/ cuadrilla. El remplazo del 100% de las losetas que corresponde a 13.120m lineales de revestimiento exige 720 JH equivalente a: 6 (cuadrillas) x 6 (meses) x 4 (semanas/mes) x 5 (días/semana).

Se asume una reposición de sólo el 5% de la longitud, es decir, 660m equivalente a 1.980m2. Debido a que la colocación requiere la remoción de losetas en buen estado y su posterior reposición, se considerará para efecto de la reposición un rendimiento conservador de sólo 5 m/día/cuadrilla. Así el tiempo que demoraría 1 cuadrilla en esta obra civil será de 132 días continuos; es decir, 26 semanas ó 7 meses. Se considera que el proyecto de reposición se efectúa en 2 meses; por lo tanto se requieren 4 cuadrillas, o sea 4x5x4x2 = 160 JH.

4.10.3.- Mano de obra agrícola.

La utilización de la mano de obra agrícola en el área del proyecto no es muy intensiva, lo que se debe a la preponderancia de la agricultura tradicional que se realiza en forma bastante mecanizada. Cultivos importantes en la zona de Almahue, tales como maíz y trigo, ocupan muy poca mano de obra. Menor cantidad de mano de obra utilizan las praderas y la ganadería asociada a ella. Otros cultivos anuales, tales como melones y tomate industrial, aunque requieren de mayor cantidad de jornadas por ha, no tienen una alta representación en el total del área regada. Igual cosa ocurre con las plantaciones frutales.

Se han estimado las jornadas-hombre que se utilizan actualmente en forma directa en el proceso productivo agrícola. No se han cuantificado las jornadas-hombre en otras labores agrícolas no directas, como son las limpias de canales, arreglo de cercos e infraestructura, etc.

La metodología utilizada para este efecto es multiplicar las jornadas-hombre por hectárea que se muestran en los Estándares Productivos de cada cultivo, por las respectivas superficies, todo analizado en la situación actual. Los resultados se muestran en el Cuadro N°4.10.3-1. Además, se segregaron las jornadas que son aportadas por hombres de las que, normalmente, aporta la mano de obra femenina, lo que se muestra en el Cuadro N°4.10.3-2.

CUADRO N°4.10.3-1
PROYECTO CANAL ALMAHUE
USO DE LA MANO DE OBRA POR SECTOR (JORNADAS HOMBRE)
SITUACIÓN ACTUAL

CULTIVOS	SECTOR LARMAHUE JH	SECTOR SANTA AMELIA JH	SECTOR TOCO SAN ROBERTO JH	SECTOR SAN LUIS CALEUCHE JH	SECTOR SANTA IRENE EL SALTO JH	TOTAL DE JORNADAS HOMBRE JH
Trigo	-	85	126	176	8	395
Maíz grano	931	4.710	6.535	12.865	7.838	32.879
Porotos cosecha	-	613	-	-	-	613
Melones	2.493	-	3.072	11.043	3.515	20.122
Olivos	-	-	5.540	-	-	5.540
Durazneros	-	981	-	-	3.163	4.143
Nectarines	1.966	3.689	-	-	1.586	7.241
Tomate Ind.	-	-	-	24.651	10.391	35.041
Tomate cons	6.992	-	-	-	-	6.992
Kiwi	-	1.970	3.651	-	-	5.621
Paltos	7.453	772	-	-	-	8.225
Arándanos	-	-	48.681	-	-	48.681
Cítricos	5.344	269	2.374	3.192	7.589	18.769
Manzanos	-	661	-	-	-	661
Uva de Mesa	2.829	-	67.192	-	-	70.021
Alfalfa	-	303	736	-	2.005	3.045
Mezcl. Forr	-	562	586	2.217	-	3.366
P.Natural	-	536	1.483	816	1.185	4.021
Eucaliptos	-	-	-	43	-	43
TOTAL ANUAL ACT	**28.008**	**15.151**	**139.976**	**55.003**	**37.279**	**275.418**

CUADRO Nº4.10.3-2
PROYECTO CANAL ALMAHUE
USO DE LA MANO DE OBRA POR SECTOR Y POR GENERO
(JORNADAS HOMBRE)
SITUACIÓN ACTUAL

CULTIVOS	SECTOR LARMAHUE		SECTOR SANTA AMELIA		SECTOR TOCO SAN ROBERTO		SECTOR SAN LUIS CALEUCHE		SECTOR SANTA IRENE EL SALTO		TOTAL DE JORNADAS HOMBRE	
GENERO >>>	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Trigo	-	-	85	-	126	-	176	-	8	-	395	-
Maíz grano	931	-	4.710	-	6.535	-	12.865	-	7.838	-	32.879	-
Porotos cosecha	-	-	521	92	-	-	-	-	-	-	521	92
Melones	2.493	-	-	-	3.072	-	11.043	-	3.515	-	20.122	-
Olivos	-	-	-	-	3.878	1.662	-	-	-	-	3.878	1.662
Durazneros	-	-	785	196	-	-	-	-	2.530	633	3.315	829
Nectarines	1.573	393	2.951	738	-	-	-	-	1.269	317	5.793	1.448
Tomate Ind.	-	-	-	-	-	-	23.418	1.233	9.871	520	33.289	1.752
Tomate conserv.	4.895	2.098	-	-	-	-	-	-	-	-	4.895	2.098
Kiwi	-	-	1.182	788	2.190	1.460	-	-	-	-	3.372	2.248
Paltos	5.962	1.491	618	154	-	-	-	-	-	-	6.580	1.645
Arándanos	-	-	-	-	34.077	14.604	-	-	-	-	34.077	14.604
Cítricos	4.543	802	229	40	2.018	356	2.714	479	6.450	1.138	15.954	2.815
Manzanos	-	-	595	66	-	-	-	-	-	-	595	66
Uva de Mesa	2.122	707	-	-	50.394	16.798	-	-	-	-	52.516	17.505
Alfalfa	-	-	303	-	736	-	-	-	2.005	-	3.045	-
Mezcl Forr	-	-	562	-	586	-	2.217	-	-	-	3.366	-
P.Natural	-	-	536	-	1.483	-	816	-	1.185	-	4.021	-
Eucaliptus	-	-	-	-	-	-	43	-	-	-	43	-
Total Actual	22.518	5.490	13.076	2.075	105.096	34.881	53.292	1.711	34.672	2.608	228.653	46.765
Total Actual	28.008		15.151		139.976		55.003		37.279		275.418	
%	80,4	19,6	86,3	13,7	75,1	24,9	96,9	3,1	93,0	7,0	83,0	17,0

Los requerimientos de mano de obra en el área del proyecto se incrementarían, en promedio, del orden del 113% si se logra incorporar al riego con las obras que se proyectan, las 2.500 ha potencialmente regables ubicadas sobre cota de canal. Esto debido a que las plantaciones frutales con alto requerimiento de mano de obra, se verían incrementadas significativamente con este proyecto. Esto es también válido para el empleo de mano de obra femenina, la cual incrementaría su importancia relativa desde el 17% actual al 23%, en el futuro, con proyecto.

En el Cuadro N°4.10.3-3 se muestran los requerimientos de mano de obra en situación, con proyecto y los porcentajes de incremento, por sector. En el Cuadro N°4.10.3-4 se desglosan las cifras anteriores en jornadas hombres y mujeres.

CUADRO N°4.10.3-3
PROYECTO CANAL ALMAHUE
USO DE LA MANO DE OBRA POR SECTOR (JORNADAS HOMBRE)
SITUACIÓN FUTURA

CULTIVOS	SECTOR LARMAHUE JH	SECTOR SANTA AMELIA JH	SECTOR TOCO SAN ROBERTO JH	SECTOR SAN LUIS CALEUCHE JH	SECTOR SANTA IRENE EL SALTO JH	TOTAL DE JORNADAS HOMBRE JH
Trigo	-	17	126	169	8	320
Maíz grano	934	4.743	6.509	12.913	7.862	32.961
Porotos cosecha	-	567	-	-	-	567
Melones	2.496	6.892	3.410	10.863	11.055	34.716
Olivos	-	-	5.544	-	-	5.544
Durazneros	-	995	-	-	3.146	4.140
Nectarines	4.959	7.169	-	-	1.786	13.914
Tomate Ind	1.829	-	-	23.952	10.545	36.326
Tomate cons	7.106	-	-	-	-	7.106
Kiwi	-	1.951	117.479	-	-	119.430
Paltos	38.175	5.246	-	-	-	43.422
Arándanos	-	-	48.407	-	-	48.407
Cítricos	4.397	-	9.280	9.235	7.607	30.519
Manzanos	-	1.309	-	-	-	1.309
Uva de Mesa	-	-	198.998	-	-	198.998
Alfalfa	398	281	725	-	2.038	3.442
Mezcl Forr	-	567	601	2.267	-	3.434
P.Nat	-	-	1.442	773	29	2.244
Eucaliptus	-	-	-	32	-	32
	-	-	-	-	-	-
TOTAL ANUAL FUTURO	**60.295**	**29.737**	**392.520**	**60.203**	**44.076**	**586.831**
TOTAL ANUAL ACT	**28.008**	**15.151**	**139.976**	**55.003**	**37.279**	**275.418**
Incremento JH	32.286	14.586	252.544	5.200	6.797	311.413
Incremento %	115	96	180	9	18	113

CUADRO N°4.10.3-4
PROYECTO CANAL ALMAHUE
USO DE LA MANO DE OBRA POR SECTOR Y POR GENERO
(JORNADAS HOMBRE)
SITUACIÓN FUTURA

CULTIVOS	SECTOR LARMAHUE		SECTOR SANTA AMELIA		SECTOR TOCO SAN ROBERTO		SECTOR SAN LUIS CALEUCHE		SECTOR SANTA IRENE EL SALTO		TOTAL DE JORNADAS HOMBRE	
GENERO >>>	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Trigo	-	-	17	-	126	-	169	-	8	-	320	-
Maíz grano	934	-	4.743	-	6.509	-	12.913	-	7.862	-	32.961	-
Porotos cosecha	-	-	482	85	-	-	-	-	-	-	482	85
Melones	2.496	-	6.892	-	3.410	-	10.863	-	11.055	-	34.716	-
Olivos	-	-	-	-	3.881	1.663	-	-	-	-	3.881	1.663
Durazneros	-	-	796	199	-	-	-	-	2.517	629	3.312	828
Nectarines	3.967	992	5.735	1.434	-	-	-	-	1.429	357	11.131	2.783
Tomate Ind	1.738	91	-	-	-	-	22.754	1.198	10.018	527	34.509	1.816
Tomate cons	4.974	2.132	-	-	-	-	-	-	-	-	4.974	2.132
Kiwi	-	-	1.171	780	70.487	46.991	-	-	-	-	71.658	47.772
Paltos	30.540	7.635	4.197	1.049	-	-	-	-	-	-	34.737	8.684
Arándanos	-	-	-	-	33.885	14.522	-	-	-	-	33.885	14.522
Cítricos	3.738	660	-	-	7.888	1.392	7.850	1.385	6.466	1.141	25.941	4.578
Manzanos	-	-	1.178	131	-	-	-	-	-	-	1.178	131
Uva de Mesa	-	-	-	-	149.248	49.749	-	-	-	-	149.248	49.749
Alfalfa	398	-	281	-	725	-	-	-	2.038	-	3.442	-
Mezcl Forr	-	-	567	-	601	-	2.267	-	-	-	3.434	-
P.Nat	-	-	-	-	1.442	-	773	-	29	-	2.244	-
Eucaliptus	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-	32	-
Total Futura	48.785	11.510	26.059	3.678	278.202	114.318	57.620	2.583	41.421	2.655	452.087	134.744
Total Actual	60.295		29.737		392.520		60.203		44.076		586.831	
%	80,9	19,1	87,6	12,4	70,9	29,1	95,7	4,3	94,0	6,0	77,0	23,0

5.- Participación ciudadana

5.1.- Introducción
5.2.- Participación en etapa de preinversión
5.3.- Participación en etapa de inversión y explotación
5.4.- Actividades de participación ciudadana en esta consultoría
5.5.- Actores en las actividades de participación ciudadana
5.6.- Participación de género
5.7.- Planes de acción

5.1.- Introducción.

La Participación Ciudadana tiene como objetivo que el proyecto del canal Almahue logre satisfacer la demanda y expectativas de los regantes y habitantes del área que abarca este estudio, desde su inicio en la etapa de prefactibilidad, de manera que éste pueda ser sustentable a través del tiempo.

La definición de Participación Ciudadana en que se enmarca este estudio, es el derecho de los ciudadanos a la información, y su capacidad de influir con su opinión en la toma de decisiones. Se desarrolla esta temática para facilitar el "involucramiento" en la viabilización de los objetivos propios del proyecto de mejoramiento del canal Almahue.

El beneficio de la Participación Ciudadana es precisamente anticiparse a los problemas, acercar a la comunidad al proyecto que finalmente será de ellos, favorece la sinergia ahorrando recursos, permite reflejar el conocimiento de la comunidad en su obra, en resumen, profundizar la democracia.

Es un mecanismo que permite a la autoridad un mejor resolver, y a la comunidad integrarse a su proyecto.

5.2.- Participación en etapa de preinversión

En esta etapa de preinversión en que se encuentra el proyecto del canal Almahue, los beneficios de la Participación Ciudadana han sido y son:

1. Clarificar los problemas que se pretende solucionar: la participación permite conocer; desde el punto de vista de los dueños del canal, de sus derechos de aprovechamiento, y de las instituciones que tienen alguna relación con el canal; cuáles son sus prioridades y aspiraciones para enfrentar el proyecto del Canal Almahue. La participación de los organismos, como también de terceros organizados, de servicios públicos y municipales, permitió conocer los antecedentes que existen para determinar las modalidades en que se pueden resolver y clarificar las responsabilidades de modo de facilitar su viabilidad. En este caso fueron principalmente tratados los siguientes problemas:

    - Había una prioridad de la Asociación de análisis de la posibilidad en el uso hidroeléctrico como complemento al riego, que se descartó finalmente en este estudio, por índices económicos negativos.

    - Referente a resolver los efectos negativos que tienen las ruedas hidráulicas sobre el canal, se concluye del análisis realizado que hay múltiples temas que deben ser resueltos por otras instituciones; además del reforzamiento de los bordes del canal para lograr una entrega de agua segura a los accionistas por parte de la Asociación. Entre ellos, la declaración de Monumento Histórico con definición precisa de su ubicación y los derechos de aprovechamiento del canal que extraen. Hubo reuniones con el Consejo de Monumentos Nacionales y la Municipalidad, quedando a cargo dichas instituciones de avanzar para permitir que la Asociación de canalistas que administra el canal Almahue tenga una información más precisa de la situación de las ruedas que extraen recursos de este canal. En este caso, la

solución estructural requiere además soluciones administrativas y de gestión para manifestarse en toda su potencialidad.

- En cuanto a los problemas de la calidad de las aguas de riego, tanto biológica, química como de basuras y desechos sólidos, se requirió reuniones de participación tanto con la Municipalidad de Pichidegua, como con el CESMA de la Universidad de Chile que está realizando mediciones en el área. Debido al interés de la Asociación de ampliar y conocer el efecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de San Vicente de Tagua Tagua en la contaminación del canal, la Asociación solicitó a la Comisión Nacional de Riego y ésta aceptó, incluir un punto de muestreo adicional a los 2 puntos que se estaban muestreando, específicamente en el estero Zamorano en un punto ubicado aguas abajo de esa planta de tratamiento.

- La función que realiza el canal de retener y evacuar aguas lluvias originó actividades participativas con la Municipalidad de Pichidegua que finalmente terminaron con la propuesta de Acuerdo presentada en sesión del Consejo de la Municipalidad de Pichidegua, dónde ésta se compromete a aportar con $ 8.000.000.- a la Asociación, a cambio de que el canal reciba las aguas lluvia asociadas a los proyectos de urbanización que están en ejecución denominados Larmahue II y Larmahue III.

- La Asociación entregó al Consultor 12 cartas reclamo recibidas por esa organización relacionadas con el mal estado del canal matriz. Esto significó que cada tramo en que se hicieron los reclamos, se estudió sobre la posible solución.

2. Determinación de quienes se impactan con el proyecto: las reuniones de Participación Ciudadana permiten determinar en la etapa de prefactibilidad quienes se impactan con el proyecto. Al incluirlos tempranamente, permite continuar con el proyecto considerando los intereses diversos que hay sobre él. Si se ignoran algunos de los impactos que se logra conocer a través de la Participación Ciudadana, puede ocurrir que el diseño del proyecto esté terminado, pero que finalmente no se pueda construir completamente debido a oposiciones de sectores no considerados. En el presente proyecto ya hay acciones en la etapa de prefactibilidad y acuerdos que permiten continuar el trabajo con los impactados por el canal, tanto miembros de la misma Asociación, como con otras instituciones tales como el Consejo de Monumentos Nacionales y la Municipalidad de Pichidegua entre otros.

3. Visión de potenciales conflictos: los conflictos potenciales incluidos desde el inicio del proyecto y las gestiones para evitarlos apuntan a hacer posible el éxito del proyecto en su etapa posterior de construcción. Las reuniones de participación permiten detectar los potenciales conflictos y las posibles soluciones para que se aborden en las etapas posteriores del estudio. En este caso específico del canal Almahue los accionistas participaron activamente en la 1ª. Reunión de Difusión que se hizo a la ciudadanía – con motivo de la Junta Anual de Accionistas del canal Almahue realizada el día 30 de mayo de 2009 en la localidad de Santa Amelia. En dicha asamblea hubo comentarios de accionistas sobre a la necesidad de resolver el tema de la contaminación de las aguas del canal, tema que se está abordando en el estudio. Los accionistas hicieron ver en dicha oportunidad su preocupación relacionada con el eventual pago que resultaría de los estudios que están en curso por la CNR. La respuesta fue que el

estudio está dentro del financiamiento que el Estado hace a proyectos de riego a través de la Comisión Nacional de Riego. Se aclaró que recién cuando finalice el estudio de prefactibilidad la Asociación deberá decidir si acepta continuarlo o no, con las etapas posteriores. En dicha nueva etapa se verá la necesidad de incorporar un estudio de financiamiento con las condiciones de pago que la Asociación puede asumir por la parte no subsidiada por el Estado para el mejoramiento del canal. El tema quedó integrado en el documento Acuerdo de la Asociación con el Consultor.

4. Aporte de antecedentes para el proyecto: otros objetivos de las reuniones de Participación Ciudadana dicen relación con poder conocer antecedentes que puedan ser aportados al proyecto por distintos interesados o instituciones, los cuales permiten ampliar la óptica del proyecto con actores de diferentes miradas y enriquecer los antecedentes que ya se tiene. En este caso fueron importantes los acuerdos que se llegó referente al impacto de la evacuación de aguas lluvia, y sobre las contaminaciones del canal que provocan los vertidos domiciliarios que se están resolviendo con los proyectos de urbanización que está ejecutando la Municipalidad denominados Larmahue I, Larmahue II y Larmahue III, como así mismo armonizar las tomas de muestras de la calidad de agua con lo que está realizando el CESMA y el Consejo Directivo del Cachapoal.

5. Selección de la alternativa óptima: una vez que técnicamente se ha encontrado la alternativa o alternativas de proyectos de prefactibilidad, la confrontación de ellas con los ciudadanos, permite tener antecedentes a incorporar en las etapas posteriores de diseño. Además, permite conocer la reacción frente al proyecto, como también permite proponer los hitos de gestión que deben resolverse para finalizar el proyecto en la etapa de inversión en forma óptima. Esto corresponde a la "2ª. Reunión de Difusión a la Ciudadanía".

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

5.3.- Participación en etapa de inversión y explotación

En la etapa de inversión y explotación, esto es; después de haber concluido la etapa prefactibilidad del proyecto que cuenta con Participación Ciudadana, como es el caso de este estudio, es esperable tener los beneficios que se detallan a continuación.

1. Incorporar los requerimientos de la Comunidad: cuando en el proyecto están debidamente incorporados los requerimientos de la comunidad, se produce una mayor identificación de quienes se benefician con el proyecto.

2. Compromiso con el proyecto y explotación de los beneficiados: la Participación Ciudadana de los beneficiados o dueños del proyecto, los hace "querer" más sus obras al conocerlas y tener ingerencia en ellas y por tanto, se espera una responsabilidad más directa con ellas.

3. Aminorar conflictos: si los conflictos están expuestos desde el inicio, se pueden resolver dentro del desarrollo del proyecto, antes de su operación, quedando sólo conflictos emergentes, que en el desarrollo del proyecto no se revelaron, porque no existían en las etapas de Participación Ciudadana que se hicieron.

4. Cuidado y sustentabilidad de las obras. El compromiso es mayor cuando hay una participación en el proyecto, y por ende, es mayor la sustentabilidad de las obras en el tiempo, por ser la respuesta a una aspiración de los interesados. En la práctica los usuarios cuidan lo que ellos "quieren".

Este proyecto, que cuenta con Participación Ciudadana, ha considerado la información e inquietudes provenientes de la comunidad, como un criterio más en la toma de decisiones.

Los actores claves de este proyecto son los regantes que tienen derechos de aprovechamiento constituidos para conducirlos a través del canal Almahue y sus derivados. De acuerdo a las normas del DFL N°1123/81, que se refiere a las construcciones de obras de riego por cuenta del Estado, se requiere que previo a la construcción de estas obras, los regantes aprueben las etapas de estudio. Esta aprobación es una condición ineludible para avanzar en su desarrollo. La aprobación de los estudios se hace en proporción de las acciones de agua a que tiene derecho cada uno de los miembros de la Asociación.

Para dar inicio a la construcción de obras, se requiere que previamente más del 50 % de los usuarios se comprometan a rembolsar la parte del costo de la obra que no es subsidiada. Se concluye que un proyecto de riego no puede avanzar, si no cuenta con la aprobación de quienes usarán las obras, por lo que sin el acuerdo de los beneficiarios directos de la obra, el Estado no hace la inversión ni se construye.

Por tanto, el DFL N°1123/81 exige una participación efectiva de los beneficiarios directos.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

5.4.- Actividades de participación ciudadana en la consultoría.

Las actividades de Participación Ciudadana de esta Consultoría se dividieron en 4 tipos, con actores, modalidades y objetivos específicos. Las actividades y su cumplimiento hasta esta etapa han sido las siguientes:

5.4.1.- Talleres y reuniones de trabajo entre el Estado, a través de la consultoría, con la directiva de la Asociación Canal Almahue y sus técnicos.

Desde el inicio del estudio ha habido un trabajo conjunto entre la Consultora con los Directivos de la Asociación y sus técnicos, conducentes a priorizar y precisar la localización y el tipo de soluciones técnicas que se pretende abordar con prediseños y alternativas de solución, que sean efectivamente acorde a los requerimientos propios de la Asociación.

Estos talleres y reuniones fueron las más importantes en el estudio. Los objetivos de esta modalidad de participación son principalmente tres:

- Por un lado, que los que financian y realizan los estudios (Comisión Nacional de Riego y Consultora) puedan responder efectivamente a las aspiraciones de los dueños del canal y los derechos de aprovechamiento, para dar soluciones a los principales problemas que ellos detectan en la operación que realizan del canal.
- Por otro lado, la Consultora cuente con la información que tienen en la Asociación que sea interesante para el proyecto.
- La entrega de los resultados previos, por la Consultoría a la Asociación de la información que están trabajando en el estudio, permite tomar decisiones en el transcurso del estudio, es decir, con los resultados, los directivos determinan las acciones a realizar y las aspiraciones que tienen y pueden informar a sus Asociados.

La Reunión o Taller inicial de "Presentación del Estudio", se realizó el día 12 de diciembre de 2008 en las oficinas de la Asociación Canal Almahue. En ella se hizo la presentación general del estudio y la modalidad de participación a la organización, y se acordó como se llevarían las siguientes reuniones de este tipo, durante la Consultoría.

Fundamental para sostener la formalidad de participación fue el Acuerdo de que de los talleres y reuniones se levantaran minutas, especificando a lo menos la fecha de ocurrencia, el lugar, los participantes y los acuerdos de la reunión. Las minutas fueron ratificadas mediante la firma de la Asociación y la Consultora.

La Administradora del canal Almahue, Sra. Loreto Cabrera, expuso la forma que se organiza actualmente la Asociación, modalidad que se respetó en la Participación Ciudadana.

El Directorio de la Asociación de Canalistas del Canal de Almahue consta de 4 directores, uno de ellos es elegido presidente y los otros 3 pertenecen respectivamente a los sectores: San Luis-Caleuche, El Salto-Santa Irene, y El Toco-San Roberto.

Además de la Directiva de la Asociación, están definidos 3 Comités Sectoriales, que participan y se hacen cargo respectivamente del mantenimiento de los sectores que conforman el canal: el Comité San Luis, el Comité El Salto y el Comité San Roberto–El Toco.

Cada Comité tiene su propio directorio y contrata a su propio celador. El sector Santa Amelia se atiende directamente desde la Administración del canal Almahue. El sector Larmahue está administrado por la Asociación Pueblo de Larmahue.

De acuerdo a los estatutos la Asociación del Canal Almahue realiza en mayo de cada año la Asamblea General de Accionistas, en que se da cuenta de la gestión, y se eligen los nuevos directores. Al inicio de esta Asamblea durante el año 2009, se realizó la primera Difusión General del Proyecto a la Comunidad.

Para efecto de difusión, la Asociación edita cada año un anuario, donde figura la gestión realizada y los planes y programas a corto plazo.

A continuación se presenta el Cuadro N°5.4.1 donde se detallan las reuniones sostenidas dentro de este tipo de participación. En ellas participan miembros de la Asociación y de la Consultoría, en un trabajo conjunto. La minuta de cada una de las reuniones se encuentra en el Anexo N°5.4.1.

CUADRO Nº5.4.1
TALLERES Y REUNIONES DE TRABAJO CON LA DIRECTIVA DE LA ASOCIACIÓN CANAL ALMAHUE Y SUS TÉCNICOS

Fecha	Temas principales y acuerdos
2008	
12 diciembre	Presentación general del proyecto y su desarrollo en Participación Ciudadana
	Acuerdo: de los talleres y reuniones de trabajo se levantarán minutas en donde a lo menos se especificará la fecha, los participantes y los acuerdos de la reunión, los que por medio de firma serán ratificados por la Asociación y la Consultora.
26 diciembre	El Presidente de la Asociación solicita que en incluya como parte de las obras del proyecto uno o más aforadores y el mejoramiento de las compuertas en bocatoma, que son de difícil operación y presentan además filtraciones, las cuales han ido en aumento específicamente en uno de los pilares de apoyo.
2009	
2 enero	Se analiza la ejecución de las encuestas agronómicas y el inicio del estacado del canal por el equipo de topografía
9 enero	Se revisa en conjunto, el catastro de efluentes domiciliarios contenido en el proyecto de alcantarillado Larmahue 1ª Etapa que ejecuta la Municipalidad. Se concluye que esta etapa no tiene impacto en el canal Almahue, porque beneficia principalmente a una población alejada del canal
14 enero	Se revisa en conjunto, el área de riego que abarca el proyecto delimitado sobre la lámina CIREN 1:20.000, detectando diferencias menores con respecto a la situación actual.
	Se analiza en conjunto, 2 alternativas de trazado para análisis de hidrogeneración, en el Km 2,0 y en el Km 4,5 del canal matriz.
	Reunión en terreno con topógrafos
20 enero	Se revisa en conjunto un primer plan de construcción de calicatas: 6 en el canal matriz y 6 en los derivados.
27 enero	Se revisa en conjunto y con profesionales de la CNR, el programa previsto para: 2 alternativas de trazado para hidrogeneración, propuesta de 6 aforos para estimación de pérdidas por conducción, propuesta de calicatas.
	La Asociación se compromete a facilitar al Consultor la estadística de medidas limnimétricas diarias, desde el año 2005 hasta la fecha.
3 febrero	El Consultor entrega un primer informe sobre los descansos propuestos a estudiar, en el canal Almahue referente a los efectos de las aguas lluvias en el canal.
	Se acuerda que un cambio en la operación, como por ejemplo contar con celadores que manejen las compuertas en invierno, podría aliviar los efectos en el canal de aguas lluvias. Esta medida no estructural será presentada a los sectores correspondientes, por la Asociación.
11 febrero	El Consultor entrega a la Asociación el plano 1:20.000 que preparó con roles y red hidrológica, corregido, según las observaciones hechas por la Asociación
	Se acuerda preparar un plan específico en este proyecto, tendiente a dar pasos concretos para lograr finalmente revocar la resolución del Servicio de Salud que declaró contaminadas las aguas del canal Almahue en el año 2005.
17 febrero	El Consultor entrega para revisión y comentario de la Asociación, el plano 1:20.000 con identificación del área de riego dividida según los canales de riego y la identificación de tipos de suelo según capacidad de uso. Además el plano 1:50.000 con la identificación de cuencas pluviométricas que interfieren con el canal Almahue.
	El Consultor entrega un primer borrador del catastro de 18 acumuladores de agua en la zona de estudio. La Asociación señalará los acumuladores que son comunitarios, con el objeto de incluirlos en los prediseños e informará si existen además otros acumuladores no catastrados.

CUADRO N°5.4.1 (continuación)
TALLERES Y REUNIONES DE TRABAJO CON LA DIRECTIVA DE LA ASOCIACIÓN CANAL ALMAHUE Y SUS TÉCNICOS

Fecha	Temas principales y acuerdos
2009	
24 febrero	Conjuntamente se realizó un nuevo recorrido del canal matriz para revisar las soluciones propuestas de mejoramiento. Además se revisan las quebradas que revisten mayor interés para la Asociación de ser estudiadas, por el embanque que producen en el canal.
	Recorrido del canal Palquiales y el estero las Condenadas. Se concluyó que en el estero las Condenadas la alternativa de solución de conexión entre ambos cauces, contaría con la oposición de la Asociación canal Palquiales que invierte en su mantenimiento y lo administra.
4 marzo	La Asociación entrega al Consultor, los requerimientos de mejoramiento de los canales, señalados por los comités sectoriales de El Salto, San Luis y San Roberto
	La Asociación indica que las 2 quebradas que mayoritariamente afectan al canal matriz en el sector de Larmahue son la quebrada Quiroz/ El Toro en el Km 1,31 aguas arriba del marco partidor Madre Acequia y la quebrada Magaña en el Km 4,85.
	El Consultor muestra la gráfica del análisis de eje hidráulico realizado en el canal matriz sector Larmahue.
	Se acuerda que el consultor hará un costeo preliminar del revestimiento del canal matriz, considerando la alternativa de pilares de hormigón y losetas, cotizando los materiales con la empresa Sistel ubicada en San Vicente de Tagua Tagua.
9 marzo	El Consultor indaga acerca de la obra de defensa fluvial del canal Cerrillos en el sector de Larmahue. La asociación aclara que dicha obra ya fue construida por el MOP el año 2008.
17 marzo	Se acuerda analizar como diseño tipo los acumuladores nocturnos denominados: El Salto, Pampino y El Toco.
25 marzo	El Consultor entrega la información recopilada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, de la calidad de los efluentes al río Cachapoal y estero Zamorano. Se acuerda que la Asociación proporcionará los análisis bacteriológicos de agua disponibles en el Consejo Directivo del Cachapoal.
26 marzo	La Asociación envía a la CNR sus inquietudes respecto de los invitados a la reunión de difusión a la comunidad, la posibilidad de ampliar la cobertura del estudio de calidad de agua, y sobre los plazos para revisión interna.
2 abril	La Asociación facilita al consultor 12 reclamos de sus asociados por el mal estado del canal matriz.
4 junio	Se llega Acuerdo entre la Asociación y la Consultora sobre el proyecto Integrado de mejoramiento sistema de riego canal Almahue, ratificado por Asamblea General. El Acuerdo ratifica las acciones realizadas

5.4.2.- Talleres y reuniones de trabajo con sectores especializados, actores indirectos.

El acuerdo inicial para el desarrollo de la Consultoría fue que en las reuniones de trabajo que hiciera la Consultoría, y que ameriten decisiones por parte de la Asociación, se la invitará para que esté presente algún miembro que represente a la Asociación canal Almahue. En todas las reuniones estuvieron presentes los profesionales de administración del canal y los de la Consultora.

Inicialmente se había planificado invitar a estos actores a la primera reunión de difusión y ahí hacer los contactos para las reuniones específicas. Sin embargo debido a calendario, fechas, cambio de nuevo Alcalde en la Municipalidad ocurrido en diciembre 2008, período de vacaciones, se optó por realizar, estas actividades de participación de actores indirectos, en reuniones específicas. A continuación se presenta el Cuadro N°5.4.2, donde se detallan las reuniones sostenidas.

CUADRO Nº5.4.2
TALLERES Y REUNIONES DE TRABAJO CON SECTORES ESPECIALIZADOS, ACTORES INDIRECTOS

Fecha	Institución	Nombre y representación	Temas principales
2009			
14 enero	Municipalidad Pichidegua	Francisco Hidalgo Encargado de proyectos Municipalidad	Alcantarillado Pueblo Larmahue. Información y planos acerca de las etapas que conforman el proyecto. Se concluye que las etapas 2 y 3 abarcan las propiedades que descargan efluentes domiciliarios al canal matriz Almahue.
Enero y febrero	CESMA U de Chile	Sergio de la Barrera	Coordinar los muestreos calidad de aguas que ellos realizan con los de la Consultora
26 febrero	CNR	Leonardo Machuca Encargado proyecto	Análisis observaciones etapa 1° y planificación reunión Difusión Participación Ciudadana
18 marzo	Municipalidad Pichidegua	Adolfo Cerón Alcalde	Interiorizar al Alcalde sobre el canal Almahue y el proyecto PROM que se realiza. Autorización uso Auditórium para reunión de difusión
16 abril	Comisión Nacional de Riego	Leonardo Machuca, Gastón Sagredo, Tania Fernández	Presentación para discutir los contenidos y el avance del estudio. Loreto Cabrera hizo ver que la aprobación del conjunto de obras que se prediseñen debe pasar por la aprobación previa de la asamblea de regantes.
28 julio	Municipalidad de Pichidegua	Concejo Municipal	Se compromete a aportar $ 8.000.000, a cambio de que el canal reciba las aguas lluvias asociadas al proyecto de urbanización Larmahue II y Larmahue III.
27 julio	Consejo de Monumentos Nacionales	María Soledad Silva	Interés de la Municipalidad de Pichidegua de completar la declaración de monumentos al resto de las ruedas, que totalizan 37 unidades en el canal matriz.
			El Consejo contratará a un experto para estudiar en profundidad el valor patrimonial de las ruedas.
			La CNR explica que las ruedas afectan el buen funcionamiento del canal, que la mayoría no disponen de derechos de aprovechamiento y no cancelan ni son miembros de la Asociación del canal

5.4.3.- Reunión de participación ciudadana de "Difusión a toda la comunidad"

El objetivo de estas reuniones, que se establecieron 2 para realizarse durante el desarrollo de la Consultoría, es dar a conocer el significado del proyecto, los avances y las conclusiones, tanto a los actores relacionados en forma directa como indirecta con el proyecto y recibir la retroalimentación de los distintos sectores de participación. Durante el desarrollo del proyecto se hizo la difusión general a los actores directos y se tomó contacto con los actores en reuniones específicas, donde asistieron profesionales de la Asociación y de la Consultora. Con estas reuniones se logró el importante acuerdo con la Municipalidad y otros.

La primera reunión fue extensamente planificada en conjunto con la Asociación, sin embargo finalmente se consideró la inconveniencia de hacer una difusión a los actores indirectos del proyecto, antes que a los actores directos que son precisamente todos los miembros de la Asociación que debieran estar previamente posesionados de lo que es el proyecto.

Se acordó que la primera Difusión se hiciera en la Asamblea Ordinaria de la Asociación de Canalistas, ya que ellos son quienes tendrán que decidir sobre la continuación del proyecto. Esta asamblea se realizó el día 30 de mayo 2009.

Es importante consignar que el estudio de prefactibilidad que está actualmente en ejecución fue también citado en la memoria anual del año 2008, y es efectivamente conocido por la Asamblea General de la Asociación. La participación, o aspiración de la ejecución del proyecto es un acuerdo conocido por la Asamblea General, por tanto por todos los miembros de la Asociación, y en esta reunión realizada en mayo del año 2009, se entregaron los avances de dicho estudio.

A esta reunión asistieron 94 accionistas, que es una cifra muy superior a la de años anteriores. Por ejemplo en el año 2008 asistieron sólo 31 accionistas, y en al año 2007, fueron 40 accionistas que participaron.

Esto puede detectar que hay un mayor grado de interés en las actividades que promueve la directiva de la organización, donde entre ellas está este proyecto PROM. En la Asamblea se observó apoyo a la Directiva, de tal forma que fueron todos ratificados, posteriormente, para un nuevo período.

En la asamblea el Consultor representado por los Ingenieros Juan Carlos Croxatto y Werner Kremer de la empresa Procivil Ingeniería Limitada expusieron sobre el alcance del estudio integral de mejoramiento del canal Almahue. Lo presentado básicamente correspondió a la monografía del canal, informe sobre la topografía del matriz y otros sectores donde se podrían construir obras, informe de los monitoreos y tomas de muestras de agua en el canal para el análisis de la calidad del agua y de las obras que se pretenden abordar en el estudio. Toda la presentación estuvo de acuerdo al trabajo previo con la directiva, los técnicos de la Asociación y los encargados de cada comité, como se detalla en el Capítulo Nº5.4.2 anterior.

Los regantes señalaron en esta reunión su preocupación por el costo que pudieran significar las obras para ellos. La consulta fue realizada por el accionista Sr. Luis Espinoza y respondida por el profesional de la Comisión Nacional de Riego, Sr. Gastón Sagredo,

quien explicó que el estudio no lo pagan los accionistas, y que las obras del proyecto se pueden materializar recién cuando se cuente con la aprobación previa de los usuarios.

El accionista Sr. Adolfo Toro manifestó la importancia de considerar el problema de la contaminación del agua, que está dentro de los temas estudiados en el proyecto.

En la Asamblea, es una etapa posterior a la presentación, los accionistas nombraron como representante legal frente a las instituciones con que está trabajando la organización, entre ellas la presente Consultoría y la Comisión Nacional de Riego, a la Administradora Ingeniera Sra. Loreto Cabrera.

Posteriormente, con fecha 4 de junio la Asociación entrega el Acuerdo de Proyecto Integrado del canal Almahue, comprometido en el Estudio dentro de las actividades de participación. El objeto de él es que el Estudio que financia la Comisión Nacional de Riego refleje realmente el interés de los dueños del canal. Este documento está firmado por el Presidente de la Asociación y la Consultora. En él se acuerdan cinco puntos.

- Los antecedentes que le entregará la Asociación a la Consultora para la realización de estudio.
- La modalidad de trabajo conjunto durante el estudio entre la Consultora y la Asociación.
- El apoyo de la Asociación en los trabajos de la Consultora que requieren intervención local, tanto en instituciones como de los accionistas del canal.
- Las obras que a la Asociación le interesan que se prediseñen como resultado del estudio. La selección de estas obras fue logrado en el trabajo conjunto, analizando las posibilidades de cada una entre la Asociación y la Consultora. Este listado fue afinado con todos los estudios básicos de las primeras etapas de la Consultoría.
- Que se incluya la forma de financiamiento de las obras y la capacidad de los miembros de la Asociación de financiar la parte no subsidiada por el Estado de las obras de mejoramiento, que permita dar respuesta a la preocupación que manifiestan, en una etapa posterior del estudio.

La modalidad de trabajo integrada durante el estudio entre la Consultora y la Asociación, está básicamente documentada en los Cuadros N°5.4.1, N°5.4.2 y N°5.4.3 de éste capítulo y en las minutas que se contienen en el Anexo N°5.4.1.-

La segunda actividad de participación ciudadana planificada con la Comunidad se orienta principalmente a difundir los resultados y conclusiones del estudio en relación a los prediseños realizados sobre la base de los intereses señalados por los dueños del canal. Esta difusión consulta los actores directos que son los accionistas, y además con los actores indirectos que tienen mayor relación con el quehacer del canal Almahue; esto es, personas u organismos territoriales entre los cuales destacan la Ilustre Municipalidad de Pichidegua, el Instituto de Desarrollo Agropecuario-INDAP, la Asociación Pueblo de Larmahue, los 5 Comité de Agua Potable Rural, los 6 Directores de Escuela Pública de la zona y las 9 Juntas de Vecinos.

Considerando la significativa área de influencia del proyecto, cercana a 10.000 ha, es de interés difundir los aspectos relevantes del estudio en los organismos públicos regionales, específicamente al Gobierno Regional, Gobernación, Seremi de Obras Públicas, de Agricultura, Vivienda y Salud; Obras Hidráulicas DOH, DGA, CORFO, CONAMA y SAG,

como también entre los parlamentarios correspondientes al distrito Nº34-Circunscripción Nº9.

5.4.4.- Información a la comunidad sobre las actividades de los profesionales durante el estudio de prefactibilidad.

El acuerdo interno para el desarrollo de la Consultoría fue que la Administración de la Asociación realizaría esta difusión, y que acompañaría a los profesionales en terreno con el objeto de crear confianza entre los ejecutores del proyecto, la Directiva de la Asociación y los miembros de la Asociación.

En efecto, en reuniones conjuntas se determinaron las actividades a realizar, afinando las actividades entre los trabajos de terreno de la Consultoría y los de la Asociación. Fue importante este acompañamiento en el terreno desde dos dimensiones principalmente:

- La confianza de los dueños de los predios que se requirió intervenir, ya que entendían que las actividades eran parte del Estudio que está gestionando la Asociación.
- La constancia de la ubicación de los puntos que tiene ahora la Asociación para el levantamiento de la información recabada.

CUADRO Nº 5.4.3
INFORMACIÓN A LA COMUNIDAD Y ACTIVIDADES E TERRENO

Fecha	Acuerdos de actividades en terreno e información
2008	
12 de diciembre	Se acuerda que las 72 encuestas agronómicas, se iniciarán el día 16 de diciembre. La Asociación facilita la identificación y ubicación de los agricultores seleccionados en terreno.
26 diciembre	Aforo en el puente Iván Urzúa (Km 2,0),equivalente a caudal de 9 (m^3/s) con una altura de agua de 1,60 m, prácticamente a plena capacidad del canal matriz. Lo anterior corresponde a un caudal en bocatoma de unos 12 (m^3/s) considerando las extracciones y las pérdidas por conducción.
2009	
2 enero	Para las encuestas en el pueblo de Larmahue, se incorporó el acompañamiento del presidente de la Asociación Pueblo Larmahue, Guillermo Arriaza Núñez a los encuestadores.
	La Asociación comunicará a través de los celadores la información sobre el estacado y la importancia de conservar las estacas numeradas y las cintas-balizas en su sitio.
17 febrero	Se realizan 6 aforos, en los puntos previamente convenidos de los canales derivados: El Salto, San Luis y San Roberto. Se eligieron en conjunto con la Asociación los tramos de canal sin extracción de agua, de longitud superior a 2 Km.
	La Asociación obtiene los permisos para realizar los 2 levantamientos con perfiles topográficos en los predios de Iván Urzúa y de José Luis de Vicente, para los análisis de hidrogeneración.
24 de febrero	Toma de muestras de agua, con envases esterilizados en el Laboratorio acreditado por INN: Carlos Latorre, ubicado en Santiago.
4 marzo	Se acuerda que la Asociación acompañará los especialistas ambientales en el recorrido que harán a puntos específicos de la zona de riego.
9 marzo	Se realiza una visita a la obra de defensa del canal Cerrillos en el río Cachapoal.
25 marzo	Se acuerda realizar la segunda toma muestras de agua.
26 marzo	Con los permisos que tiene la Asociación de los dueños de los predios, se inicia la construcción de las calicatas

5.5.- Actores en las actividades de participación ciudadana.

De acuerdo a las actividades ejecutadas en Participación Ciudadana, expuestas en el Capítulo Nº5.4 anterior, se hace un análisis de los ámbitos y la modalidad en que los diferentes actores que habían sido establecidos al inicio del estudio, participaron efectivamente en el proyecto.

Como, inicialmente fue establecido, los actores directamente afectados con el proyecto, son los dueños del canal y de sus derechos de aprovechamiento, organizados en la Asociación de Canalistas del canal Almahue. Todos los demás actores han sido calificados como indirectos, ya que tienen relación en algunos ámbitos con el canal, sin embargo, no son quienes tendrán que decidir si las obras de mejoramiento se construyen, la modalidad de financiamiento, ni asumir costos respecto a la obra.

5.5.1.- Asociación de Canalistas canal Almahue

La Asociación esta conformada por su Directiva, los comités sectoriales, la administración y todos los asociados o regantes del canal. La participación fue diferenciada de acuerdo a la responsabilidad que tienen con el canal. Es una fortaleza de la Asociación, el tener definidas las responsabilidades, lo cual la potencia como organización, y a la vez en su papel dentro de la participación.

- **Directivos**. Su participación ha sido dentro de las grandes ideas de los proyectos y el apoyo que tienen de sus asociados, que lo entregan a los profesionales que llevan la Administración.

- **Comités Sectoriales.** Su participación fue en el levantamiento de los problemas del canal en su sector, además de la difusión sobre la ejecución y actividades del proyecto dentro de su comunidad, realizado tanto por los directivos como por los celadores.

- **Administración de la Asociación.** Su participación fue diaria en todas las actividades. Como puede verificarse en el Capítulo Nº5.4, participaron principalmente en las reuniones con periodicidad semanal, en las que junto con la Consultora, se planificaron las actividades, se revisaron y entregaron su opinión sobre los problemas que se trataban. Además apoyaron en lo referente a la entrega de los antecedentes con que contaban, ellos hicieron el acompañamiento en las actividades de la Consultora en terreno y con otras instituciones, permitiendo mantener la unidad del desarrollo del proyecto entre los interesados y los ejecutantes. Su participación fue un ejemplo de compromiso positivo de una organización en un estudio.

- **Asociados, colindantes del canal y regantes.** En la difusión del proyecto realizada al inicio de la Asamblea General, tuvieron una presencia significativa los 94 asociados presentes, mucho mayor que en otras Asambleas anuales. Esto que ellos están adquiriendo una mayor responsabilidad, gracias a la "cercanía" que la Administración ha tenido con ellos. A la vez participaron 72 agricultores seleccionados respondiendo las encuestas de producción agrícola.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Otra forma de participación que surgió de parte de los regantes, de los asociados y de los colindantes al canal; fueron las cartas que se hicieron llegar por ellos a la Directiva, indicando sus problemas.

- En marzo del año 2009 la Sra. Rosa Tapia del pueblo de Larmahue, indica en su carta, los daños que en su propiedad ocurren por el ancho excesivo del canal Matriz de 16 m y solicita que realicen los muros de contención para que el canal vuelva a su sección de sólo 4 m de ancho en el fondo.

- Situación similar presenta el Sr. Gonzalo Arriaza, solicitando a la Asociación el material de construcción para reparar el desmoronamiento ocurrido en el canal matriz en una extensión de 20 m, en el sector Lo Argentina de Larmahue.

- El Sr. Roberto González Toro manifiesta su preocupación por la pérdida de terreno que le provoca el ancho excesivo del canal en el sector de Larmahue - Portezuelo, en agosto 2008.

- En septiembre 2008, el Sr. Jorge Hormazábal, del mismo sector agradece los materiales recibidos de la Asociación, que le permitieron restaurar un muro de empedrado del canal que tenía un borde desmoronado, y cuyo aporte fue solicitado en julio 2008.

- En el mismo mes la Familia Morales López, solicita material a la Asociación, para que ellos reparen un puente sobre el canal en el sector Portezuelo de Larmahue.

- Otra solicitud sobre mal estado de puente sobre el canal, lo hace el Comité territorial de Salud de Larmahue, respecto al puente que permite acceder a la Posta Larmahue, en agosto 2008.

- Debido a una subdivisión de predio, el Sr. Oscar Montedónico solicita aporte de la Asociación para la construcción de un puente sobre el canal que le permita el acceso al camino público en julio 2008.

- **Asociación Pueblo de Larmahue.** Directivos de esta organización acompañaron a los técnicos de la Consultora para realizar las encuestas a los agricultores del sector Larmahue. En julio de 2009 falleció su presidente Sr. Guillermo Arriaza y deberá remplazarlo en el cargo próximamente el Sr. Oscar Montedónico.

  Esta Asociación de Larmahue, que usa aproximadamente 9% de los recursos de agua para riego que conduce el canal Almahue, envió en mayo 2008 a la Asociación del Canal Almahue una petición solicitando la reparación del puente La Isla de Larmahue.

  En enero del 2008, enviaron sus divergencias a la Asociación, solicitando que se traten en conjunto las multas que la Asociación estaría aplicando a 2 usuarios, por motivo de modificaciones ejecutadas en la caja del canal Almahue.

  La relación entre ambas asociaciones dista de ser fluida, tomando la Asociación Pueblo Larmahue una actitud de crítica frente a la Asociación Canal Almahue. El directivo de la Asociación Pueblo Larmahue no participa en las reuniones de la

Asociación, además mantienen una deuda histórica con la Asociación Canal Almahue por concepto de costos de administración.

Esta relación tendría beneficios si se logra mejorarla, para la eficiente administración del canal Almahue y también en relación a los mejoramientos que incluye el proyecto.

5.5.2.- Actores indirectos

- **Alcalde y Departamentos correspondientes de la Municipalidad de Pichidegua.** Debido al cambio de autoridad edilicia en diciembre 2008, la Municipalidad tuvo una reestructuración que le restó sustantiva participación en el proyecto en los primeros meses. Su principal participación fue en la entrega de los antecedentes del plan de construcción de urbanización del pueblo de Larmahue, que afecta parte del canal con la evacuación de aguas lluvias y vertidos domiciliarios. El estudio de los antecedentes que hizo el Consultor y las aspiraciones que la Asociación tenía debido a los costos de mantenimiento del canal provocados por estas evacuaciones, permitió el Acuerdo de vertimiento controlado al canal y la entrega de la Municipalidad de financiamiento para las actividades de mantenimiento que realiza la Asociación, ratificado por sesión de Concejo el 27 de abril.

  Hubo disposición para apoyar el proyecto, entre otras facilitando la sede Municipal para la actividad de Participación, que finalmente se realizó en la Escuela Municipal de Santa Amelia, además de entregar respuestas a las consultas que se le hicieron a los diferentes Departamentos.

- **Consejo de Monumentos Nacionales.** Luego del análisis realizado por la Consultoría sobre la ubicación y situación legal de las ruedas hidráulicas, se tuvo una reunión en la que el Consejo consideró que era necesario que ellos recabaran más información sobre dichas ruedas y así decidieran sobre el interés de la Municipalidad de Pichidegua de ampliar la declaración de Monumento Histórico. Quedó claro que dentro del proyecto sólo podrán incluirse soluciones estructurales para reforzar y asegurar el mantenimiento del canal. Sin embargo las proposiciones iniciales de soluciones no estructurales y utilizaciones turísticas quedan postergadas hasta las acciones que Monumentos Nacionales realice. En las fases siguientes al estudio de prefactibilidad, deberán tenerse contactos por las decisiones que resulten sobre esta materia.

- **Consejo Directivo para la Calidad del agua del río Cachapoal, CENMA, Superintendencia de Servicios Sanitarios y CESMA Universidad de Chile.** Se tomó contacto con estas instituciones para la entrega de los antecedentes que ellos tienen sobre los estudios de calidad de agua de riego. La fortaleza fue el intercambio de información para potenciar los resultados de la Consultoría, sumando el análisis de calidad de agua, tanto los resultados de otras instituciones como las monitoreadas en esta Consultoría.

- **Propietarios de terrenos interceptados por topografía, calicatas, y monitoreos de agua.** La solicitud de autorización la hizo la Asociación consiguiendo en oportunidad y con conocimiento de los interesados los permisos. Dentro de ellos se contaba con asociados y no asociados al canal.

- **Servicios regionales SEREMIS de los Ministerios de Obras Públicas (MOP), Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), Dirección General de Aguas (DGA), Vivienda y Urbanismo, Salud, Corema, Agricultura Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP).** Estaba establecido inicialmente que fueran invitados esos servicios a la primera actividad de difusión, que como se explicó en puntos anteriores, sin embargo finalmente se hizo sólo con los actores directos.

5.6.- Participación de género.

De acuerdo a la experiencia adquirida en numerosos proyectos de riego, se puede concluir que la gran mayoría de asistentes a las reuniones de las organizaciones de regantes lo constituyen varones, lo cual es también consistente con el hecho que cerca de un 80 % los propietarios de la tierra y el agua son también varones. La asistencia y participación de mujeres en asambleas se asocia normalmente a sus planteamientos que son muy específicos, claros y precisos. Esa es una característica que distingue a las mujeres en este tipo de reuniones. La participación de socias en la última Asamblea, y reunión de difusión fue de 3. Los años anteriores han asistido 4, 5 y 3 respectivamente.

De las últimas 7 cartas con demandas de reparación de daños del canal ocasionados en terrenos dentro del pueblo Laramahue, 3 minutas corresponde a mujeres, la Sra. Rosa Tapia, inclusión del grupo familiar en la petición y al Comité Territorial de Salud, integrado por 3 dirigentas.

Es necesario destacar que la administración de este canal Almahue está a cargo de una mujer ingeniera. En este período de 5 años que ella ha ejercido el cargo, ha permitido dar un sello particular sobre la participación de la mujer en el ámbito de las obras de riego de este sector.

Este Consultor estima que la proposición de cambiar la hora de la Asamblea General, que normalmente se realizaba a las 19 horas para un sábado a las 11 horas, fue una de las razones que asistieran 94 personas, muy superior a los 31 y 40 de los años anteriores. La visión de considerar las necesidades de los asistentes a la Asamblea es un sello del género de la Administradora.

5.7.- Planes de acción.

Este capítulo entrega los planes de acción orientados a involucrar a la ciudadanía en las etapas posteriores del Proyecto, es decir en los estudios siguientes a la presente prefactibilidad.

Por de pronto, pueden definirse como muy importante un plan orientado a involucrar a los regantes en los compromisos que deben suscribir ellos y/o la Asociación, de acuerdo a los instrumentos del Estado a que puedan acceder como subsidio en la construcción de los mejoramientos y los compromisos que deban aprobar y firmar.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Debido a la preocupación que tienen los usuarios por la capacidad de financiamiento o de reembolso que tengan los asociados para la construcción de las obras de mejoramiento, se propone que en la siguiente etapa del estudio se incluya el estudio acabado de: capacidad de financiamiento y reembolso de los agricultores diferenciando los distintos tipos de capacidad de reembolso existentes en el área, instrumentos del Estado posibles de utilizar por la organización para hacer efectivas las obras, calendario de ingresos y reembolsos, respaldo administrativo de los regantes y/u organización para firmar los acuerdos de financiamiento. Propuesta de documento a firmar en la etapa de aprobación del proyecto por la Asociación.

Hay una línea de fortalecimiento orientada a darle alta seguridad de éxito al proyecto, referente a la potenciación y diversificación de mercados relacionados con el mejoramiento de la calidad de agua de riego. Esta capacitación deberá ir definida a los agricultores de producciones con baja competitividad en los mercados.

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325