



CENTRO DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES

**“ESTUDIO DE REGULACIÓN Y GESTIÓN DE LAS AGUAS DE RIEGO MAULE
NORTE, VII REGIÓN”**

SUBCONTRATACIÓN DE SERVICIOS DE CONSULTORÍA

**“ESTUDIOS GEOTECNICOS Y DE LOCALIZACION DE
EMBALSES DE REGULACIÓN INTERANUAL”**

EMBALSE DE REGULACION INTERANUAL LA BRUJA

**RTC INGENIEROS LIMITADA
JUNIO 2012**

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	3
2. ESTUDIO HIDROLOGICO	6
2.1 Introducción y alcance del estudio	6
2.2 Determinación del caudal de crecida	6
2.2.1 Determinación caudal de porteo canal alimentador	6
2.2.2 Determinación caudal máximo instantáneo de la cuenca	6
2.2.3 Determinación de caudal de crecida y laminación del embalse	8
2.3 Determinación volumen disponible a embalsar	11
3. DETERMINACION DE LA PRESA	12
3.1 Tipo de Presa	12
3.2 Zanja Contrafuga y Drenaje	12
3.3 Ancho de Coronamiento	12
3.4 Revancha del Muro	12
3.3.1 Definición de criterios	12
3.3.2 Cálculo altura de olas en embalse	13
3.3.1.1 Sobre elevación del nivel del embalse durante la tormenta	13
3.3.1.2 Altura de olas	14
3.3.3 Revancha por efectos sísmicos	14
3.3.4 Revancha por carga en el vertedero	14
3.3.4 Revancha total	14
3.5 Verificación de la presa	15
4. DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD EMBALSABLE	15
4.1 Curvas de embalsamiento	15
5. OBRA DE TOMA O DE CONDUCCIÓN DE AGUAS	17
6. OBRAS DE EVACUACIÓN Y REGULACIÓN	18
5.1 Vertedero de Rebose	18
5.2 Canal de descarga	18
5.3 Rápido De Descarga y Estanque Disipador	18

7. INFORME GEOTECNICO	19
7.1 Introducción.	19
7.2 Antecedentes disponibles.	19
7.3 Ubicación de calicatas.	20
7.4 Antecedentes de mecánica de suelos	21
7.4.1 Perfil Estratigráfico.	21
7.4.2 Fotografías Calicata.	22
7.5 Propiedades.	24
7.5.1 Suelo de Fundación de la cortina.	24
7.5.2 Material de empréstito.	25
7.6 Conclusiones.	25
7.6.1 Excavaciones y apoyo del Pretil.	25
7.6.2 Construcción de pretil	25
8. INSTRUMENTACION	27
9. ESPECIFICACIONES TECNICAS TECNICAS	28
10. PRESUPUESTO ESTIMATIVO	89
11. ANEXOS	
Anexo 1. Determinación caudal máximo instantáneo de la cuenca.	
Anexo 2. Determinación de caudal de crecida y laminación del embalse.	
Anexo 3. Cálculo muro cortina	
Anexo 4. Determinación operación mensual estimada.	
Anexo 5. Diseño y cálculos hidráulicos obra de toma.	
Anexo 6. Diseño y cálculos obra de evacuación y regulación.	
Anexo 7. Informes de suelos.	
Anexo 8. Análisis económico.	
Anexo 9. Monografías de Puntos de Referencia.	

1. ANTECEDENTES

El presente informe correspondiente al desarrollo del proyecto “Estudio de Regulación y Gestión de las Aguas de Riego Maule Norte, VII Región”, el cual responde a lo requerido en el contrato CIREN/RTC N° 88/2011; para la identificación de 6 localizaciones de Embalses de Regulación Interanual, que puedan ser construidos en el área de riego del Sistema de Riego Maule Norte.

Una de la localización elegida en este estudio corresponde a la ampliación del Tranque de acumulación nocturna denominado La Bruja, este tranque, perteneciente a la Comunidad de Aguas Canal La Bruja, se ubica en la Comuna de San Clemente, Provincia de Talca, VII Región del Maule, distante aproximadamente a 14,4 km de la ciudad de San Clemente; Tomando hacia el Oeste por la Ruta Internacional Paso Pehuenche (Ruta 115) 6,20 km. hasta el cruce denominado Cruce Queri, , para luego tomar hacia el Norte 4,7 km por el Camino La Raya (Ruta K-25) y luego 3,5 km hacia el Oeste por el denominado Callejón 7, sector de nominado Mariposas, acceso permanente y en buenas condiciones durante todo el año.

El Tranque La Bruja posee una capacidad actual de 40.000 m³ aproximadamente, con una superficie de inundación de 2 há. y es alimentado por el Canal La Bruja, canal por el cual se transportan los derechos de Agua de la Comunidad de Aguas Canal La Bruja correspondientes a 30,3 acciones del sistema Maule Norte.

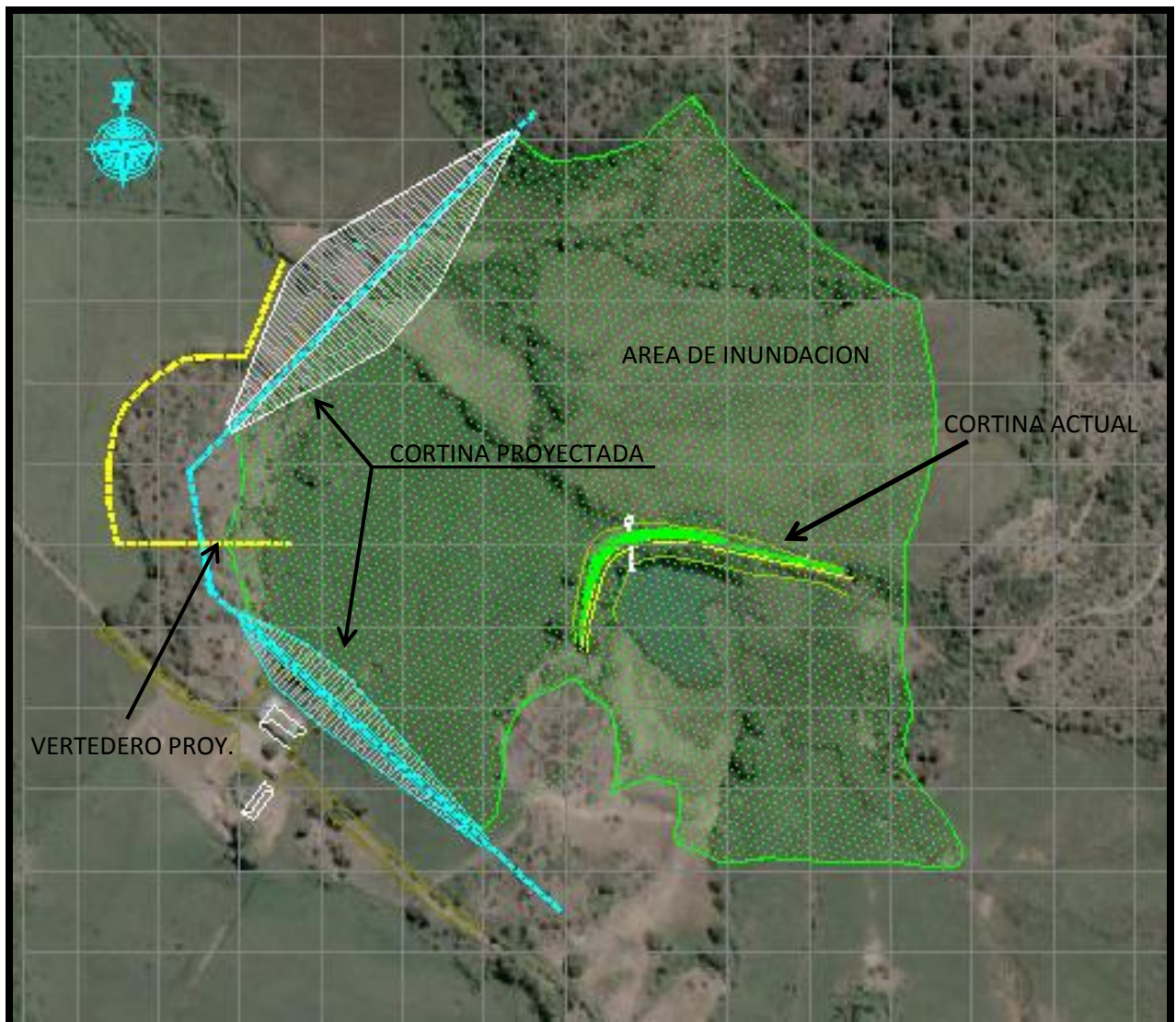
Figura 1.1: Ubicación Geográfica Tranque La Bruja.



Los terrenos que se ocuparán por la ampliación del tranque corresponden a terrenos agrícolas con pendiente suave a fuerte, actualmente solo se encuentran cultivados los terrenos ubicados aguas abajo de la actual cortina de tierra del tranque existente.

Se proyecta ampliar el tranque, pasando de ser una tranque de acumulación nocturna a un Embalse de Acumulación Interanual. A continuación se muestra el emplazamiento propuesto.

Figura 1.2: Emplazamiento del Embalse.



2. ESTUDIO HIDROLOGICO

2.1 INTRODUCCION Y ALCANCE DEL ESTUDIO

El estudio hidrológico realizado tiene dos objetivos principales, primeramente determinar el caudal de crecida para el diseño adecuado de las obras de control del embalse y además poder determinar el volumen disponible de agua a embalsar.

2.2 DETERMINACION DEL CAUDAL DE CRECIDA.

Para el Embalse La Bruja, el caudal de crecida, o caudal máximo instantáneo que ingresa al embalse, se encuentra definido mediante el aporte de la cuenca propia del Tranque y de la capacidad de conducción del canal alimentador del Tranque.

2.2.1 Determinación caudal de porteo canal alimentador.

El canal alimentador del tranque, tiene una capacidad máxima de porteo definida por su geometría; el canal presenta una sección transversal trapecial, revestida en hormigón en un tramo cercano al tranque, tomando esta sección como punto de control para determinar su capacidad de conducción tenemos:

Ancho Basal	: 0,75 m.
Talud	: 0,75
Rugosidad	: 0,016
Pendiente media	: 0,0021
Altura revestimiento	: 0,50 m.

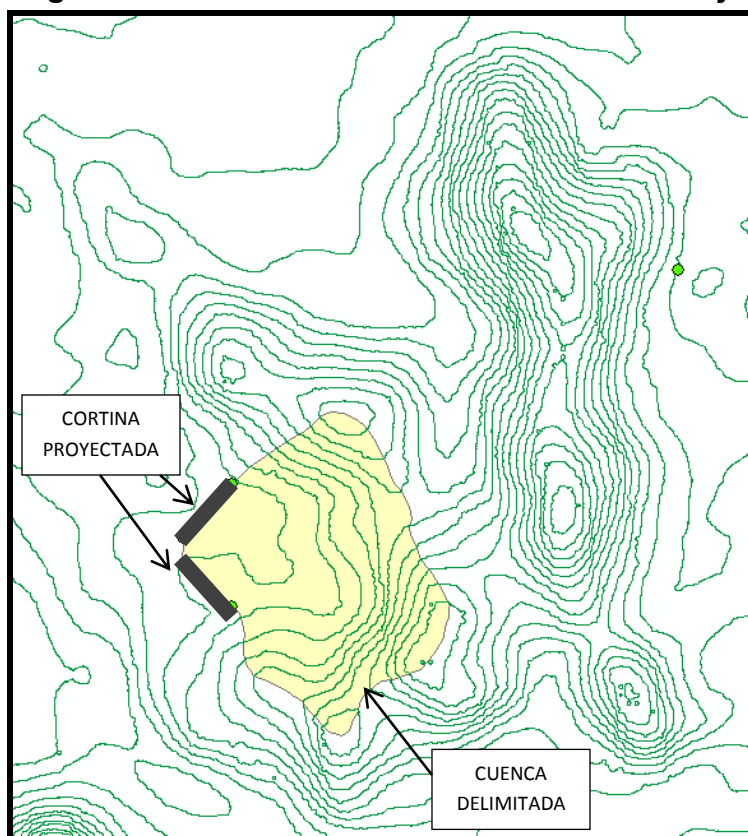
Para las condiciones descritas y considerando canal lleno (altura escurrimiento igual altura revestimiento), tenemos un caudal máximo de 692 l/s. Para efectos del diseño se considerará un caudal de 700 l/s, como caudal máximo de entrega del canal de alimentación del tranque en crecida.

2.2.2 Determinación caudal máximo instantáneo de la cuenca.

El caudal máximo instantáneo de la cuenca fue determinado mediante transposición de caudales de la cuenca vecina del Río Lircay en el punto de control de estación fluviométrica Río Lircay, en puente Las Rastras la cual se ubica en las coordenadas UTM Norte 6070620 UTM Este 291945 a un altitud igual a 240 msnm en el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM Zona 19S.

La cuenca hidrográfica aportante al embalse proyectado se delimitó utilizando la información proporcionada por CIREN-CORFO relativa a curvas de nivel cada 10 metros, en la Figura 2.1 se muestra la delimitación de la cuenca.

Figura 2.1. Cuenca delimitada Embalse La Bruja



Los datos disponibles para realizar la transposición de caudales se resumen en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Información geométrica transposición de caudales

Cuenca	Superficie	
Rio Lircay en Puente las Rastras	375	km ²
Embalse La Bruja	0.67	km ²

Los datos fluviométricos, junto con la transposición de caudales se resumen en el Anexo 1.

El análisis de frecuencia se realizó utilizando la función DISTRIB del software de distribución libre SMADA 6.0 (<http://www.cee.ucf.edu/software/>). Esta es una herramienta diseñada para ajustar una distribución de probabilidad teórica a datos independientes. El programa realiza el ajuste de las distribuciones Normal, Log-Normal de 2 parámetros, Log-Normal de 3 parámetros, Pearson tipo III, Log-Pearson tipo III de 3 parámetros y Gumbel a la serie de datos medida a través de la función de densidad de probabilidad Weibull.

Del análisis de la información obtenida es posible señalar que la distribución que presenta el mejor ajuste es la de tipo Normal, sus resultados es posibles observarlos en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Caudales asociados a los periodos de retorno de estudio.

Periodo de Retorno T	Caudal Calculado m³/s
1000	1,58
500	1,50
200	1,40
100	1,32
50	1,23
25	1,13
10	0,97
5	0,82

Según las recomendaciones habituales para este tipo de estudios se recomienda utilizar un caudal de diseño correspondiente a un periodo de retorno de 500 años, en este caso el caudal asociado es igual a 1,50 m³/s.

2.2.3 Determinación de caudal de crecida y laminación del embalse.

Según los señalado en el punto 2.2.1 y 2.2.2, el caudal máximo de diseño utilizado considera la suma de caudales máximos del canal alimentador **0,70 m³/s** y el caudal máximo instantáneo de la crecida **1,50 m³/s**, es así como el caudal peak de diseño es igual a **2,2 m³/s**.

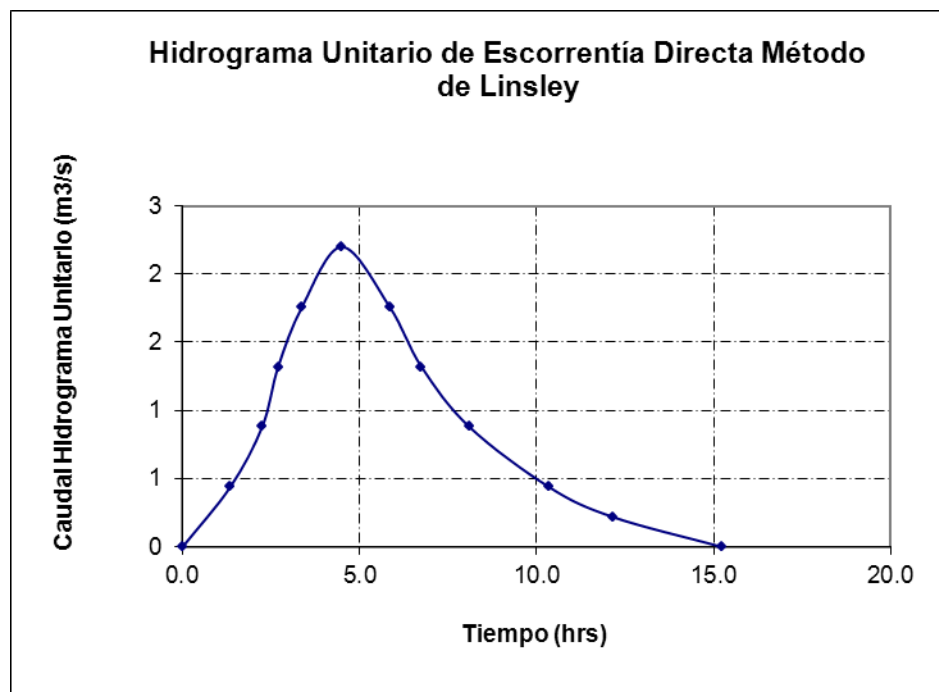
Para determinar el efecto de laminación el embalse se determinó el Hidrograma unitario adimensional tipo Linsley según lo establecido en el Manual de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica (DGA, 1995).

Los parámetros de estudio utilizados son los siguientes:

- $L = 14,9$ km, se considera el largo de canal alimentador, correspondiente al Canal Caracol y finalmente Canal La Bruja que entrega directamente en el embalse.
- $L_g = 13,4$ km, distancia del centro de gravedad de la cuenca hasta el punto de control.
- $S = 0,15$ m/m, pendiente media de la cuenca de estudio.

Es así como utilizando la metodología detallada en el Manual de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica (DGA, 1995) se obtuvo el siguiente Hidrograma Unitario.

Figura 2.2 Hidrograma Unitario zona de estudio



Para determinar el efecto de laminación del embalse se realizó un balance hidrológico para el cual, el caudal de entrada corresponde al hidrograma unitario de escorrentía y el caudal de salida que se determina según la capacidad del vertedero proyectado gobernado mediante la ecuación:

$$Q = CLH_0^{3/2}$$

Donde,

- Q : caudal de salida
- L : ancho del vertedero
- H₀ : carga sobre el vertedero,
- C : coeficiente adimensional que depende del sistema de unidades utilizado y las características geométricas del vertedero según lo establecido en el manual Design of Small Dams Bureau of Reclamation Tercera Edición, 1987.

Siguiendo esta metodología se determinó que el embalse proyectado frente a la crecida de diseño señalada anteriormente tiene un amortiguamiento igual a 61,4%, para una carga máxima igual a 0,34 m y un caudal peak reducido a 0,85 m³/s.

En el [Anexo 2](#) se establece en detalle de los cálculos realizados.

2.2 DETERMINACION VOLUMEN DISPONIBLE A EMBALSAR.

Para el Embalse La Bruja, el volumen disponible a embalsar corresponde al que nos entregará el caudal proveniente de los derechos de agua de los regantes de la Comunidad de Aguas Canal La Bruja; los derechos corresponden a 30,3 acciones de río Maule, entregados a través de la Asociación Canal Maule. Estos derechos de aguas son entregados a los regantes de acuerdo a la distribución indicada en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3: Distribución mensual derechos de agua.

MES	DISTRIBUCIÓN (%)
Enero	100
Febrero	90
Marzo	60
Abril	40
Mayo	20
Junio	20
Julio	20
Agosto	20
Septiembre	30
Octubre	70
Noviembre	90
Diciembre	100

Luego el volumen de acumulación disponible, considerando los derechos de agua de los regantes y que estos se podrán acumular entre los meses de Mayo a Septiembre, se indica en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4: Volumen máximo a acumular mensual por derechos.

MES	VOL. PARCIAL (m ³)	VOL. ACUMUL. (m ³)
Enero		
Febrero		
Marzo		
Abril		
Mayo	243.467	243.467
Junio	235.613	479.080
Julio	243.467	722.547
Agosto	243.467	966.014
Septiembre	235.613	1.201.627
Octubre		
Noviembre		
Diciembre		

3. DETERMINACION DE LA PRESA

3.1 TIPO DE PRESA

El diseño de la presa, se ha realizado según las condiciones encontradas en el sector y los requerimientos de agua del embalse. Por esta razón se ha diseñado un muro de tierra de **14.98** m de altura, alcanzando la cota **306,50** msnm, y taludes 1:2,5 aguas arriba y 1:2 para la cara aguas abajo. El muro consta de un cuerpo compuesto de un material homogéneo, extraído del área de embalsamiento.

3.2 ZANJA CORTAFUGA Y DRENAJE.

Dado las características del suelo, y para evitar las filtraciones de agua por el suelo de fundación e impermeabilizar la solución, se ha incluido una zanja cortafuga de profundidad variable no menor a 2,0 m medida desde el nivel de terreno natural, con anchos o espesores variables mayores o iguales a 2,0 metros; dependiendo de la profundidad, de manera de asegurar que esta penetre hasta un horizonte de baja permeabilidad o roca. Las paredes de esta zanja tendrán un talud de 1/1.

3.3 ANCHO DE CORONAMIENTO

El ancho de coronamiento del muro ha sido definido en función de la altura de la presa que tiene **14,98** metros de altura, según la siguiente expresión, dada por el Manual de Obras Menores de Riego 1996; CNR, Ciren:

$$B = 3 + h/5 \text{ (m.)}$$

además se debe considerar que el ancho de coronamiento permita el tránsito y operación de maquinaria para la construcción de la presa. Para nuestro caso tenemos esta expresión nos entrega un ancho de coronamiento de **5,99** metros, adoptándose un ancho de **6,0** metros.

3.4 REVANCHA DEL MURO

3.4.1 Definición de Criterios

Es usual que la cota de coronamiento del muro de una presa se defina como la cota de aguas máximas para el caudal de diseño más la revancha por oleaje y sismo.

3.4.2 Cálculo Altura de Olas en Embalse.

La altura de olas depende principalmente de la velocidad del viento sobre la superficie y del fetch, por lo que se utilizará la máxima distancia entre la cola del embalse y el muro, condición más que desfavorable.

De la topografía se obtiene $F = 0.5$ km. Por otro lado, no se cuenta con información específica sobre la velocidad media del viento en la zona del embalse. En estos casos, el "Soil Conservation Service" sugiere utilizar el valor $V_d = 50$ (mph) sobre la mayor longitud desde la presa a la ribera opuesta, como valor de fetch efectivo.

Luego para el cálculo y diseño se considerarán los valores $F = 0.6$ Km y $V = 80$ Km/hr, con los que se procede al cálculo de la ola.

3.4.2.1 Sobre elevación del nivel del embalse durante la tormenta.

Se determina a través de la fórmula de Saville, que se expresa a continuación:

$$S = \frac{V^2 * F \cos \alpha}{K * D}$$

donde:

- S : Peralte nivel medio (m)
- V : Velocidad del viento sobre el gua (km/h)
- F : Fetch (km)
- D : Profundidad media del embalse inmediatamente aguas arriba de la presa (m)
- α : Angulo del viento con respecto al fetch
- K : Constante = 62.000

Considerando:

- Profundidad del embalse aguas arriba de la presa es del orden de 14 m, con lo cual se estima aproximadamente $D = 7$ m.
- La dirección del viento no es perpendicular al eje de la presa, sino que tiene un ángulo de ataque aproximado con respecto al fetch de $\alpha = 30^\circ$

Con ello se obtiene:

$$S = 0,01 \text{ m.}$$

3.4.2.2 Altura de olas.

El efecto producido por el viento se calculará de acuerdo a la fórmula de Stevenson:

$$h = 0,76 + 0,032 * \sqrt{v * F} - 0,27 * F^{0.25}$$

donde:

h : altura de ola (m)
v : Velocidad del viento sobre el gua (km/h)
F : Fetch (km)

Con ello se obtiene: **$h = 0,74 \text{ m.}$**

La altura de ola se multiplica por un factor de seguridad por efecto de la presión que se ejerce sobre el muro, para nuestro caso corresponde a multiplicar por un factor de 1,5 (superficie inclinada), luego tenemos:

$$h = 1,11 \text{ m.}$$

3.4.3 Revancha por efectos sísmicos

Se considera una revancha por efectos sísmicos de un 2% de la altura de la presa, correspondiente al asentamiento producido por el sismo en el muro cortina. Luego este valor será de **0,30 m.**

3.4.4 Revancha por carga en el vertedero

Se considera una revancha determinada para el caudal de crecida sobre la corta del vertedero, esta corresponde a **0,34 m.**

3.4.5 Revancha total

La revancha total a considerar por efecto del viento, de sismo y carga sobre el vertedero será de: **$R = 0,01 + 1,11 \text{ m} + 0,30 \text{ m} + 0,34 \text{ m} = 1,76 \text{ m.}$** Se adopta una revancha de 2.0 m; valor que se considera con una holgura del 15% aproximadamente por sobre lo determinado.

3.5 VERIFICACIÓN DE LA PRESA

La cortina queda definida según lo indicado anteriormente, con una altura máxima de **14,98** metros, se adjuntan en **Anexo 3** cálculo estático y dinámico para el muro cortina.

4. DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD EMBALSABLE

4.1 CURVAS DE EMBALSAMIENTO.

Considerando la topografía del área y el emplazamiento de la presa, se determinaron las curvas características de capacidad del embalse proyectado, en metros cúbicos; y de la superficie inundada en m², las que se presentan en la tabla 4.1 y figuras 4.1 y 4.2.

Considerando que la revancha calculada para la obra es de 2.0 m, se tiene que el nivel de aguas máximo para la presa será a la cota $306,5 - 2,0 = 304,5$ msnm, por otro lado tenemos que la obra de toma se proyecta a la cota 296,00 msnm. Luego la el volumen máximo a embalsar es de 617.885 m³. Este volumen máximo de embalsamiento se divide en dos volúmenes, volumen de aguas muertas 15.806 m³ y volumen útil 602.079 m³. Cabe señalar que para el nivel de aguas máximas de la presa, es decir a los 12,98 metros de altura, y considerando una pendiente del muro en su cara aguas arriba (V:H) 1:2,5, la superficie que se inundará en el sector es de 125.054 m² (12,5 Hás.)

El volumen que se proyecta embalsar, es menor al volumen disponible de embalsamiento determinado en el punto 2.2; por lo que se asegura el llenado del embalse sólo con las aguas de riego, sin necesidad de embalsar aguas lluvia.

Tabla 4.1: Curva del embalse

CURVA	SUPERFICIE INUNDACION (m2.)	VOLUMEN (m3.)	VOLUMEN ACUMULADO (m3.)	VOLUMEN UTIL (m3.)
294.00	841	0	0	
295.00	7,347	3,558	3,558	
296.00	17,922	12,248	15,806	
297.00	27,346	22,469	38,275	22,469
298.00	39,093	33,045	71,320	55,514
299.00	52,327	45,550	116,870	101,064
300.00	67,420	59,714	176,584	160,778
301.00	82,405	74,787	251,371	235,565
302.00	95,687	88,963	340,334	324,528
303.00	108,650	102,100	442,434	426,628
304.00	119,885	114,221	556,655	540,849
304.50	125,054	61,230	617,885	602,079

Figura 4.1: Curva de Embalse según cota

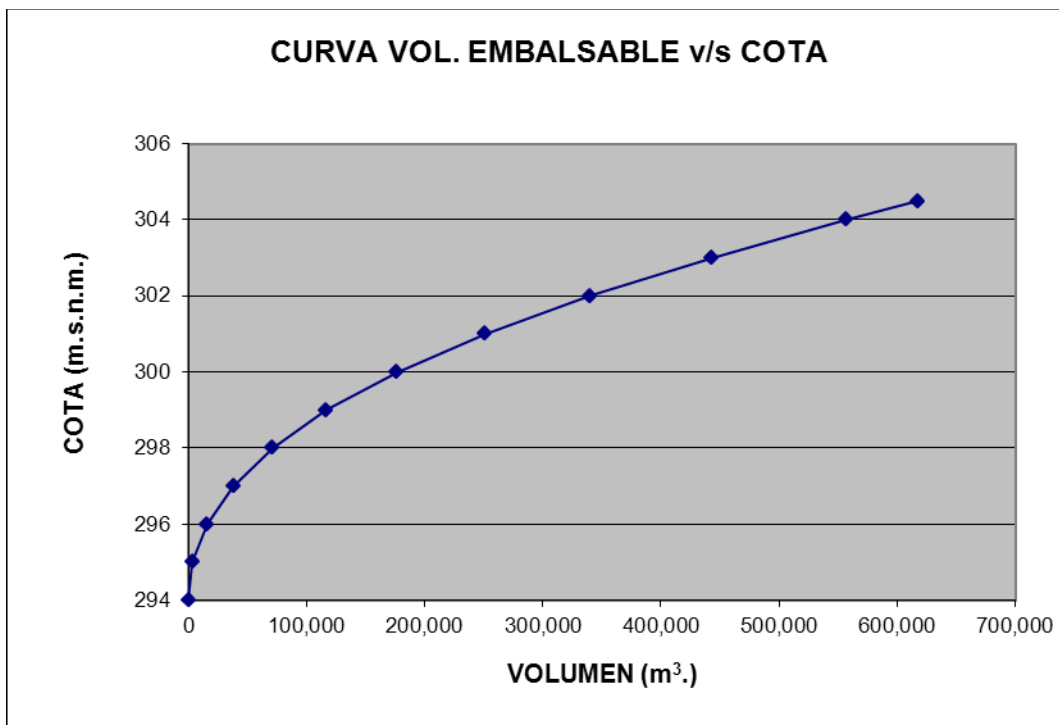
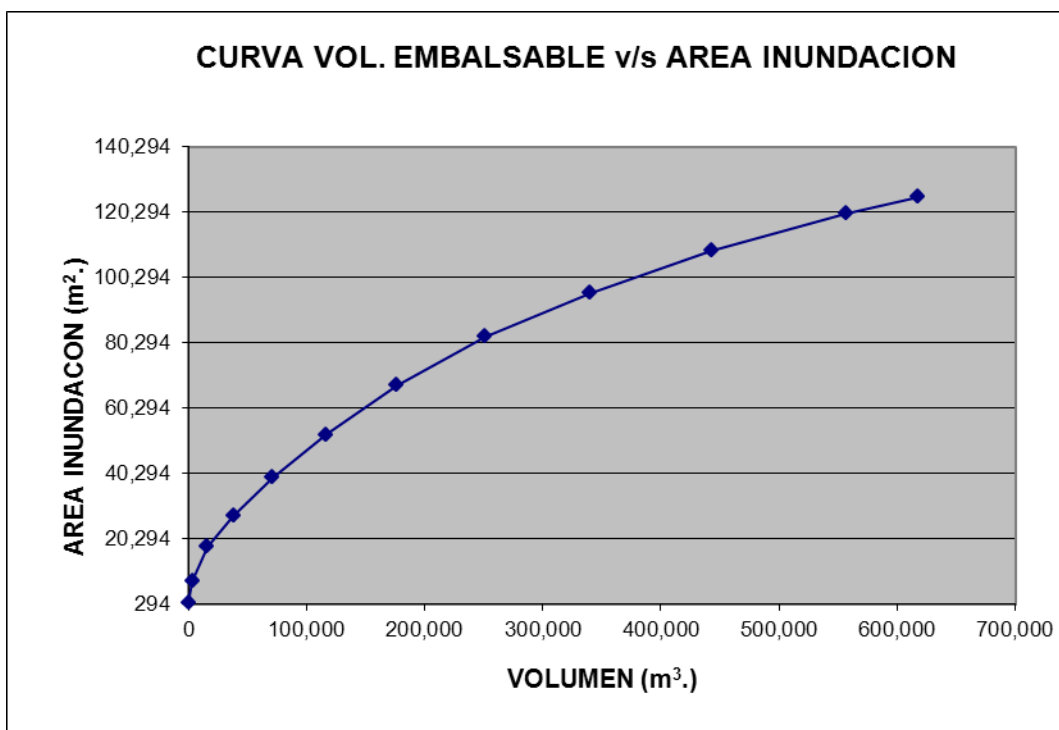


Figura 4.2: Curva de Embalse según área de inundación



5. OBRA DE TOMA O DE CONDUCCIÓN DE AGUAS.

Para la operación del embalse se proyecta extraer un caudal para riego de **1,19** m³/s, determinado según la Operación Mensual estimada, ver [Anexo 4](#). Para esto, la captación de aguas se realizará mediante una cámara rectangular de hormigón armado, con rejilla superior según detalle de planos, esta se ubica inmediatamente aguas arriba de la presa, esta cámara tendrá una cota superior o de entrada correspondiente a la 296,00 m.s.n.m.

Esta cámara entregará las aguas a una tubería de HDPE PE100 PN10 de diámetro 1000 mm., la cual las conducirá por debajo del muro de tierra proyectado (Presa) hasta una cámara de válvulas. La cámara de válvulas corresponderá a una estructura de hormigón armado de dimensiones según detalle de planos, y en ella se ubicarán dos válvulas de compuerta para cortar y regular el flujo de salida.

A la salida de la tubería se proyecta un Estanque Amortiguador del tipo Impacto.

Se adjunta el diseño y cálculos hidráulicos para la obra de toma en [Anexo 5](#):

6. OBRAS DE EVACUACIÓN Y REGULACIÓN

6.1 VERTEDERO DE REBOSE.

Para la evacuación de los excedentes de agua en el embalse, se ha considerado equipar el embalse con un vertedero no controlado de rebose, del tipo vertedero de cimacio, el cual deberá ser capaz de evacuar el caudal correspondiente a la crecida de 500 años de período de retorno.

Una vez en operación el embalse, tanto las características del vertedero como la variación de la capacidad de embalse en función del nivel de las aguas, generan un proceso de regulación del embalse. Este fenómeno se conoce como traslación de crecidas y se deberá considerar en la determinación del caudal de evacuación.

El caudal a evacuar por el vertedero, correspondiente a **0,85** m³/s, determinado en el punto 2.2.3. El diseño geométrico y cálculo hidráulico del vertedero se encuentra en el [Anexo 6](#)

6.2 CANAL DE DESCARGA.

El vertedero descargará a un canal que conducirá las aguas inmediatamente al rápido de descarga y estanque amortiguador; luego el canal de descarga dispondrá las aguas finalmente en el canal de riego. Este canal se considera revestido, en una sección rectangular de hormigón armado. Se adjuntan cálculos en [Anexo 6](#)

6.3 RAPIDO DE DESCARGA Y ESTANQUE DISIPADOR

El rápido de descarga, llevará las aguas desde el vertedero, mediante una pendiente brusca en la que se generará escurrimiento supercrítico, hasta una obra de disipación tipo estanque disipador, donde las aguas volverán a un escurrimiento de río, para luego terminar en el lecho original del canal de riego.

El diseño del estanque disipador se ha realizado mediante el principio de la conservación del Momentum. El diseño se encuentra en el [Anexo 6](#)

7. INFORME GEOTECNICO.

7.1 INTRODUCCION.

La exploración geotécnica se inició con el análisis de los antecedentes del proyecto y un reconocimiento de superficie, destinado a definir la situación global del terreno.

A la luz de los antecedentes contenidos en el marco de referencia y las conclusiones del reconocimiento de superficie, la red de exploración quedó compuesta por tres calicatas, de 1,30, 1,50 y 1,40 metros de profundidad respectivamente, todas destinadas a determinar los parámetros geotécnicos tanto del suelo de fundación, como del lugar de empréstito para la confección del pretil de tierra.

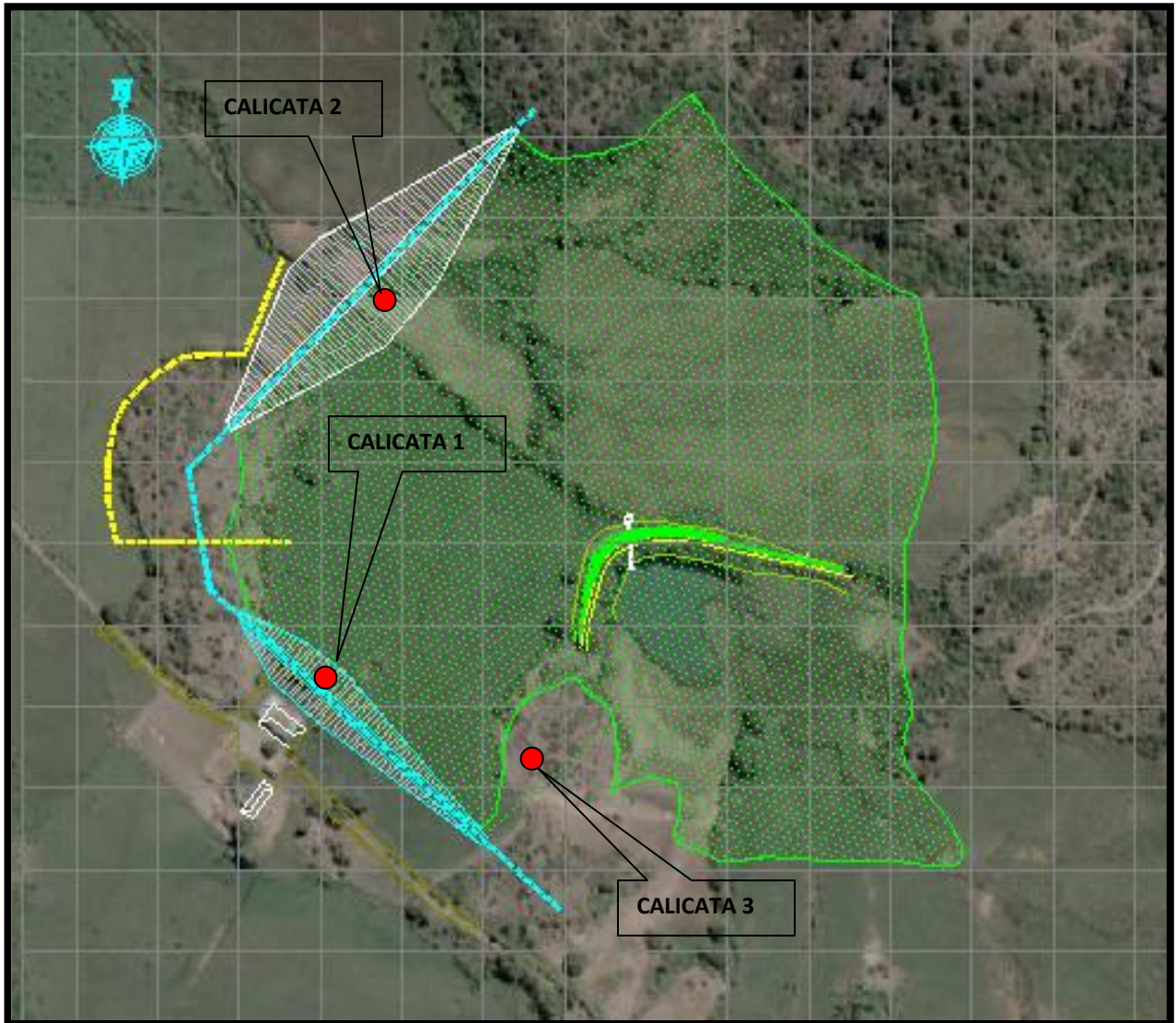
Las calicatas fueron excavadas mecánicamente, las que fueron inspeccionadas y sometidas a muestreo por personal del laboratorio de suelos Labocent Ltda, confeccionándose los respectivos informes, que se adjuntan en el [Anexo 7](#).

7.2 ANTECEDENTES DISPONIBLES.

En la preparación de este informe se han considerado la siguiente información disponible.

- Calicata realizada en el lugar de las obras.
- Inspección visual de las muestras extraídas en terreno.
- Certificado de ensayos del laboratorio LABOCENT LTDA
- Otros estudios realizados en el sector.

7.3 UBICACIÓN DE CALICATAS.



7.4 ANTECEDENTES DE MECANICA DE SUELOS

7.4.1 Perfil Estratigráfico.

De acuerdo a la exploración geotécnica realizada, el subsuelo de la zona de emplazamiento de las obras está compuesto por dos unidades estratigráficas:

Calicata N°1 (Fundación cortina secundaria)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m.)	ESPESOR (m.)	DESCRIPCIÓN
H-1	0,00 — 0,20	0,20	Cubierta vegetal
H-2	0,20 – 1,30	1,10	Arcilla limosa, con presencia de material grueso tamaño máximo visible 2", color café, olor terreo, suelo húmedo, estructura homogénea, consistencia blanda, sin presencia de material orgánico

Calicata N°2 (fundación cortina principal)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m.)	ESPESOR (m.)	DESCRIPCIÓN
H-1	0,00 – 0,20	0,20	Cubierta vegetal
H-2	0,20 – 1,50	1,30	Arcilla con presencia de material grueso, tamaño máximo visible $\frac{3}{4}$ ", color café oscuro, olor terreo, suelo húmedo, estructura homogénea, consistencia blanda, no se observa presencia de material orgánico.

Calicata N°3 (empréstito)

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m.)	ESPESOR (m.)	DESCRIPCIÓN
H-1	0,00 – 0,20	0,20	Cubierta vegetal
H-2	0,20 – 1,40	1,20	Arcilla, color café oscuro, olor terreo, suelo húmedo, estructura homogénea, consistencia blanda, poca presencia de material orgánico.

Nota: A la fecha de la exploración, ninguna de las calicatas presentó napa freática.
Las calicatas se realizaron hasta encontrar un estrato rocoso.

7.4.2 Fotografías Calicata.

Fig. 7.1. Calicata 1



Fig. 7.2. Calicata 2



Fig. 7.3. Calicata 3



7.5 PROPIEDADES.

De la calicata realizada en el lugar de las obras se estiman los siguientes parámetros geotécnicos a considerar:

7.5.1 Suelo de Fundación de la cortina principal (Calicata 2)

Densidad Máxima Compactada Húmeda (DMCH)	1,759	(grs/cm ³)
Humedad óptima	29,30	%
Densidad Máxima Compactada Seca (DMCS)	1,360	(grs/cm ³)
Límite Líquido	49,50	%
Límite Plástico	36,30	%
Índice de Plasticidad	13,00	%
Clasificación USCS	CL	
Cohesión	1,0	
Angulo de fricción interna	20	°

7.5.2 Suelo de Fundación de la cortina secundaria (Calicata 1).

Densidad Máxima Compactada Húmeda (DMCH)	1,843	(grs/cm3)
Humedad óptima	27,00	%
Densidad Máxima Compactada Seca (DMCS)	1,451	(grs/cm3)
Límite Líquido	48,80	%
Límite Plástico	36,10	%
Índice de Plasticidad	13,00	%
Clasificación USCS	SM	
Cohesión	2,0	
Angulo de fricción interna	30	°

7.5.3 Material de empréstito.

Densidad Máxima Compactada Húmeda (DMCH)	1,970	(grs/cm3)
Humedad óptima	25,50	%
Densidad Máxima Compactada Seca (DMCS)	1,570	(grs/cm3)
Límite Líquido	39,9	%
Límite Plástico	27,3	%
Índice de Plasticidad	13,0	%
Clasificación USCS	CL	
Cohesión	1,0	
Angulo de fricción interna	20	°

7.6 CONCLUSIONES.

De acuerdo con la información obtenida en la inspección visual y en los ensayos de laboratorio efectuado, se puede concluir lo siguiente:

7.6.1 Excavaciones y apoyo del Pretil.

El pretil proyectado deberá apoyarse en un 100% sobre el estrato Sm o CI según sea el caso, a una profundidad mínima de 1.00m bajo el nivel actual de terreno o el necesario de acuerdo al diseño. Bajo los estratos determinados se observó un material rocoso, en el cual se apoyará el diente de fundación.

Las excavaciones podrán realizarse con maquinaria convencional, generando los escalonamientos necesarios de forma de apoyar completamente el pretil sobre una base plana.

7.6.2 Construcción de pretil

Para la construcción de pretil se deberá utilizar el suelo proveniente de zona definida para el empréstito, limitados a un tamaño máximo de 3", debidamente acopiados y homogenizados.

Para verificar que el material está debidamente homogenizado se sacarán al menos 5 muestras de diferentes partes del acopio y se les realizará, al menos, los siguientes ensayos:

- Clasificación
- Proctor Modificado con Curva Proctor
- Densidad Máxima y Densidad Mínima
- Ensayo Triaxial CIU de 3 puntos, de muestra remoldeada al 95% del ensayo Proctor Modificado.

La información obtenida de los resultados de laboratorio deberá ser contrastada con lo indicado en las especificaciones técnicas. La aprobación de estos parámetros deberá realizarse tanto por el proyectista del Embalse, así como por el mecánico de suelos antes de comenzar a ejecutarlos rellenos.

En el caso de que los resultados de los ensayos disten mucho de lo considerado en el diseño se deberá solicitar indicaciones al proyectista y al mecánico de suelos.

Previo a la colocación de la primera capa se debe perfilar la superficie natural de apoyo, donde se encuentre un estrato rocoso este deberá visualizarse en toda la superficie. Se deberá escalar el fondo de manera de permitir la colocación del material que compone los pretils en bases planas y horizontales.

El material del pretil se debe colocar en capas de 30 cm de espesor máximo suelto y humedecerse hasta lograr la humedad óptima del ensayo Proctor Modificado +2%.

El material deberá ser compactado con rodillo vibratorio de al menos 10.000kg hasta lograr una densidad no inferior al 95% del ensayo Proctor Modificado.

Se deberá realizar al menos un ensayo de densidad cada 200 m² por cada capa y garantizar que en el 100% del terraplén se cumple la densidad especificada. Cada capa no podrá ser cubierta hasta que la ITO de por aceptada su densidad.

Se podrá controlar la densidad con cono de arena. El densímetro nuclear se podrá usar sólo cuando se tenga una correlación con los resultados del cono de arena respaldado con un mínimo de 30 medidas.

8. INSTRUMENTACION.

Los instrumentos que el proyecto contempla instalar en la presa tienen por finalidad monitorear el comportamiento del muro frente a las diversas solicitaciones al que se verá sometido. Asimismo, la información que entreguen estos instrumentos permitirá contar con datos para el diseño de futuras presas.

Considerando las características del proyecto, resulta de interés conocer las deformaciones que sufrirán los rellenos como consecuencia de la construcción y posterior llenado del embalse, las deformaciones, las filtraciones que pudieran producirse a través del suelo de fundación y en los empotramientos.

Además de lo anterior es necesario medir la altura del espejo de agua del embalse que es información básica para interpretar los datos entreguen los instrumentos instalados.

Con este objeto, el proyecto contempla instalar distintos tipos de instrumentos que se describen a continuación, en las cantidades indicadas y cuya ubicación se detalla en los planos del proyecto.

- Monolitos de control

Estos elementos se instalaran con el propósito de determinar los corrimientos verticales y horizontales que sufrirá el coronamiento y los taludes de aguas arriba y abajo. Con este objetivo se instalaran 6 monolitos de control dispuestos en tres líneas paralelas al eje longitudinal de la presa. Una de estas líneas se ubica en el talud de aguas arriba, una en el coronamiento y una en el talud de aguas abajo. Uno de los monolitos en los extremos de coronamiento constituye el punto de referencia para la medición de los asentamientos.

- Piezómetros de Casagrande

Se considera la instalación de tres piezómetros de Casagrande. Uno de ellos se ubica en el centro del muro de aguas abajo, uno en el estribo izquierdo (de aguas abajo) y uno en el estribo derecho (de aguas abajo).

- Reglas limnimétricas

Se considera la instalación de reglas limnimétricas en el talud de aguas arriba de la presa, según disposición y dimensiones indicadas en planos.

9. ESPECIFICACIONES TECNICAS.

9.1. GENERALIDADES

9.1.1 Alcance

Las presentes Especificaciones Técnicas Generales (E.T.G) y los Planos del Proyecto, fijan las condiciones técnicas de diseño y de ejecución de las obras del proyecto **“Construcción Embalse de Regulación Interanual La Bruja”**.

Estas Especificaciones Técnicas Generales se han elaborado para cada una de las partes en que se ha dividido las obras proyectadas, así como también con los planos que integran el Proyecto y las instrucciones que imparta la Inspección Técnica de Obras (I.T.O.) durante el desarrollo de los trabajos.

Todas las obras se realizarán en concordancia con las disposiciones establecidas en el país con respecto al desarrollo de las obras, las normas INN vigentes, las instrucciones y reglamentos vigentes y de todos aquellos organismos que tengan relación con este Proyecto y su posterior construcción y operación, tales como la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, Municipalidad de San Clemente, Electricidad, Agua Potable, Canales, etc.

En caso de existir discrepancia entre los distintos documentos integrantes del presente proyecto, ésta se resolverá haciendo prevalecer el siguiente orden:

- a) Planos de Detalle.
- b) Planos Generales.
- d) Especificaciones Generales.

En caso de existir discrepancia en los planos, las cotas prevalecerán sobre los dibujos.

Si antes de adjudicar el contrato se aprobase por Decreto Supremo alguna nueva norma del Instituto Nacional de Normalización, INN, relacionada directa o indirectamente con las materias objeto del presente proyecto, se considerará incorporada a las presentes especificaciones.

9.1.2 Interferencias

Previo al inicio de faenas, el Contratista deberá tramitar todos los permisos y autorizaciones, ya sean Municipales o de otros Servicios, que sean necesarios para poder iniciar los trabajos. Asimismo, deberá disponer de la totalidad de los materiales y elementos que se colocarán en la Obra, antes de iniciar las excavaciones o realizar faenas y/o instalaciones que interrumpan el tránsito de vehículos, obstruyan vías o causen molestias a la población, condiciones que también deberán cumplir los materiales acopiados.

El Contratista deberá verificar la existencia de obras o instalaciones, ya sean subterráneas o no, que puedan interferir en los trabajos y tomar las debidas precauciones para no dañarlas.

Todo daño de cualquier naturaleza que con motivo de la ejecución de las obras se cause a terceros, será de exclusiva responsabilidad del Contratista. Toda obra que el Contratista deba romper por razones de la construcción, deberán ser reemplazados o reparados, debiendo quedar a lo menos, en las mismas condiciones en que estaban anteriormente. Para esto solicitará previamente a los organismos pertinentes las autorizaciones necesarias y cancelará los derechos y otros pagos a que dieran lugar.

En todo instante el Contratista deberá mantener todos los servicios públicos y domiciliarios existentes y tendrá toda la responsabilidad por inconvenientes y accidentes que se produzcan por no coordinarse oportunamente con la Ilustre Municipalidad correspondiente o con los servicios involucrados y tomar las medidas de control y seguridad correspondientes.

No se podrá cortar árboles a menos que existe causal altamente calificada y se cuente con la autorización respectiva. En todo caso la reposición será de cargo del Contratista y las especies arbóreas serán del tipo y tamaño que defina el mandante.

9.1.3 Seguridad de las obras, cierros, protección, señalización y mantención de vías de tránsito

El Contratista desarrollará la Obra en condiciones de seguridad tanto para su propio personal, transeúntes y para las instalaciones, colocando toda la señalización que sea necesaria, tanto diurna como nocturna, con el fin de evitar la ocurrencia de accidentes.

Durante la noche el Contratista deberá mantener iluminadas las obras (en caso de requerirse) y todos los obstáculos deberán ser provistos de señales de prevención, ya sean estos obstáculos fijos o equipos estacionados.

Durante toda la obra el Contratista deberá mantener en óptimas condiciones todos los elementos antes citados y en caso de retirar alguno de ellos por motivo de trabajo durante la ejecución de las obras, éstos deberán ser repuestos inmediatamente de haberse terminado la faena correspondiente.

Además de lo anterior, será obligatorio para el Contratista mantener serenos, quienes deberán velar para el perfecto funcionamiento de las señalizaciones mencionadas.

Cualquier consecuencia que se derive del no cumplimiento a estas instrucciones de protección y señalización será de exclusiva responsabilidad del Contratista.

Se deberá tener en cuenta como mínimo la siguiente normativa:

- Ley 16744 : Sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales y sus Decretos.
- Ley 18290 : Ley del Tránsito y su Señalización.
- NCh 347 : Prescripciones de Seguridad en la Demolición.
- NCh 348 : Seguridad de los Andamios y Cierros Provisionales.
- NCh 349 : Off. 1999 Construcción-Disposición de Seguridad en Excavaciones.
- NCh 350 : Instalaciones Eléctricas Provisionales en la Construcción
- NCh 351 : Prescripciones Generales de Seguridad para Escalas Portátiles de Madera.
- NCh 388 : Prevención y Extinción de Incendios en Almacenamiento de Materiales Inflamables y Explosivos.
- NCh 436 : Prescripciones Generales acerca de Prevención de Accidentes de Trabajo.
- NCh 438 : Protecciones de Uso Personal.
- NCh 439 : Señales para la Prevención de Accidentes en la Industria.
- NCh 502 : Guantes de Seguridad. Terminología y Clasificación.
- NCh 721 : Protección Personal. Calzado de Seguridad. Terminología y Clasificación.
- NCh 997 : Andamios. Terminología y Clasificación.
- NCh 998 : Andamios. Requisitos Generales de Seguridad.
- NCh 999 : Andamios de Madera de Doble Pie Derecho. Requisitos.

- NCh 1301 : Protección Personal. Anteojos Protectores contra Impactos. Requisitos.
- NCh 1331-1 : Protección Personal. Parte 1. Protección contra el Ruido.
- NCh 1331-2 : Protección Personal. Parte 2. Procedimiento para la Protección contra el Ruido.
- NCh 1358 : Protectores Auditivos. Clasificación.
- NCh 1411-1 : Prevención de Riesgos. Parte 1. Letreros de Seguridad.
- NCh 1411-4 : Prevención de Riesgos. Parte 4. Identificación de Riesgos de Materiales.
- NCh 1430 : Extintores Portátiles. Generalidades.
- NCh 1433 : Ubicación y Señalización de Extintores Portátiles.
- NCh 1466 : Prevención de Riesgos en los Trabajos de Corte y Soldadura con Gas. Aspectos Generales.
- NCh 1467 : Prevención de Riesgos en los Trabajos de Corte y Soldadura al Arco. Generalidades.
- NCh 1562 : Protección Personal. Pantallas para Soldadores Ensayos.

Ordenanza General de la Construcción.

Reglamento de la Dirección de Vialidad en el cumplimiento de la Reglamentación en el Capítulo V del “Manual de Señalización de Tránsito” del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

Guía de Seguridad para Trabajos en las Vías Públicas de las Ciudades, Sancionado por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Resolución N° 27 Enero de 1997.

9.1.4 Inspección técnica de las obras

El Mandante será representado ante el Contratista por la Inspección Técnica de las Obras (I.T.O.), la que deberá, entre otras funciones, formular todas las observaciones que le merezca la ejecución de las faenas, la calidad de los suministros y cualquier otra que estime necesaria, interpretar los planos y especificaciones del proyecto, verificar la correcta dimensión y ubicación de los elementos proyectados en su materialización en obra, verificar la protección de los materiales, equipos y demás elementos de construcción, requerir el cumplimiento de la programación de la obra y velar por el orden y limpieza de los terrenos y recintos de trabajo.

En consecuencia, la I.T.O. estará facultada entre otras atribuciones, para rechazar materiales llegados a la obra que no cumplan las especificaciones pertinentes, suspender faenas cuando se compruebe incumplimiento de las bases, se realicen en

forma descuidada o con peligro para personas o instalaciones y ordenar la paralización y eventualmente la demolición a costa del Contratista, cuando no se hayan cumplido los requisitos especificados en resistencias, dimensiones, ubicación y calidad de los materiales y obras ejecutadas.

La I.T.O. tendrá como responsabilidad velar porque la construcción se efectúe de acuerdo con las especificaciones y planos del proyecto y donde ellos no fueran aplicables, la I.T.O. consultará al organismo que estime conveniente, que adoptará las decisiones técnicas finales. Por su parte, será responsabilidad del Contratista facilitar el trabajo de inspección, control y aprobación de la I.T.O., considerando en la duración de sus ciclos constructivos, un plazo razonable para dicha labor.

De igual modo y considerando que la calidad del terreno se ha determinado mediante calicatas y que durante la construcción pudieran detectarse diferencias apreciables en las condiciones o calidades de los suelos que pudieran hacer necesario introducir modificaciones de diseño, el Contratista deberá informar de ello oportunamente a la I.T.O., la cual determinará las medidas que se deberán adoptar para tal fin. Sin embargo, para efectos de cubicación, no se considerará reclasificación de suelos.

No obstante la labor de control de la I.T.O., el Contratista será responsable de aquella obra que pueda resultar deficiente por su construcción defectuosa.

9.1.5 Replanteos, despeje de terrenos, controles topográficos, muestreos y ensayos

El Contratista será responsable y ejecutará las labores de replanteo y controles topográficos de ejes, niveles y trazos de las obras durante la construcción, conforme a un sistema y programa aprobado por la I.T.O., incluyendo, además, el replanteo previo a la construcción y todos los cambios que se puedan generar durante ésta. Incluyen el replanteo de las obras, despeje de los terrenos, etc. en conformidad con las disposiciones administrativas correspondientes.

La nivelación se hará basándose en los P.R del proyecto, previa verificación de los mismos. La precisión del replanteo deberá estar en concordancia con la de las cotas y medidas indicadas en los planos.

La I.T.O. entregará al Contratista los terrenos en que se construirán las obras, y éste deberá hacer un reconocimiento completo de trazados, ubicando y verificando puntos de referencia y demás elementos indicados en el proyecto para estos fines. El

Contratista replanteará los ejes y obras especiales en conformidad con los planos respectivos. Para esto se emplearán los antecedentes de ángulos, distancias y otro tipo de referencia señalados en los planos, debiéndose usar equipos topográficos, huincha de acero y nivel óptico según corresponda.

La I.T.O. autorizará la iniciación de las obras solo si se ha recibido a conformidad las faenas de replanteo; por lo tanto será responsabilidad del Contratista comunicar a la I.T.O. que pueda significar retraso en la iniciación de obras.

El Contratista será el responsable de la toma de muestras, ensayos y análisis de laboratorio e interpretación de resultados para los materiales, hormigones, áridos, aceros, insertos y cualquier otro ensayo de material que la I.T.O. requiera.

9.1.6 Instalación y retiro de las instalaciones de faenas del contratista.

El Contratista, de acuerdo con sus propias necesidades deberá considerar todas aquellas instalaciones y servicios que necesitará para la construcción de las obras que se encargan, las cuales deberán definir y detallar en su propuesta. En igual forma deberá procederse en el caso que las instalaciones de faenas que se pretende utilizar correspondan a bienes de un tercer que el Contratista utilizará mediante a la suscripción de un Contrato de Arriendo.

Las Instalaciones de Faena del Contratista tienen relación con la construcción de campamentos, bodegas de materiales, talleres, oficinas, accesos, cierros, señalización, etc.

El Contratista deberá proveer además en su instalación de faena un lugar físico para la Inspección Técnica de obras (I.T.O.). Estas instalaciones deben considerar a lo menos 1 mesa de reuniones para 4 personas con sus respectivas sillas. Serán de cargo del Contratista realizar los empalmes y pagos de los consumos de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica así como del costo base de la cuenta del teléfono Celular y la extracción de la basura.

Todas las instalaciones de faenas deberán ser retiradas una vez terminada la obra correspondiente, y los terrenos respectivos se acondicionaran a satisfacción de la I.T.O., previo aseo general.

9.2. MOVIMIENTOS DE TIERRA

9.2.1 Alcance

La presente Especificación Técnica se aplicará a los trabajos de excavación y rellenos que se ejecuten para construir las obras civiles del Proyecto.

Este documento se complementa con los planos generales y de detalles de las obras, las normas vigentes correspondientes y las instrucciones que imparta la Inspección Técnica de Obra (I.T.O.) durante el desarrollo de los trabajos.

Todas las obras se realizarán en concordancia con las disposiciones generales de la construcción, con las Normas del Instituto de Normalización vigentes y con las normas indicadas en las Especificaciones Técnicas.

Las obras se ejecutarán de acuerdo a los planos de proyecto y especificaciones y a falta de información o discrepancias entre si, será la I.T.O. quien determinará el antecedente válido en cada caso.

Estas especificaciones se complementan con las Especificaciones Constructivas para Movimiento de Tierras indicadas en los Informes de Mecánica de Suelos elaborados para el Proyecto.

9.2.2 Normas Aplicables

Para estas especificaciones se consideran en particular aquellas normas que tienen que ver con procedimientos normalizados para la selección de materiales y control de la ejecución de los rellenos. Estas normas principales son:

- NCh 1515 : Mecánica de Suelos. Determinación de la Humedad.
- NCh 1516 : Mecánica de Suelos. Determinación de la Densidad en Terreno. Método del Cono de Arena.
- NCh 1517-1 : Mecánica de Suelos - Límite de Consistencia. Parte 1, Determinación del Límite Líquido.
- NCh 1517-2 : Mecánica de Suelos - Límite de Consistencia. Parte 2. Determinación del Límite Plástico.
- NCh 1517-3 : Mecánica de Suelos - Límites de consistencia. Parte 3. Determinación del Límite de Contracción.

- NCh 1532 : Mecánica de Suelos. Determinación de la Densidad de Partículas Sólidas.
- NCh 1534-1 : Mecánica de Suelos. Relación Humedad/Densidad. Parte 1. Métodos de Compactación con Pisón de 2,5 Kg y 305 mm de Caída.
- NCh 1534-2 : Mecánica de Suelos. Relación Humedad/Densidad Parte 2. Método de Compactación con Pisón de 4,5 Kg y 460 mm de Caída.
- NCh 1726 : Mecánica de Suelos. Determinación de la Densidad Relativa.
- NCh 1852 : Mecánica de Suelos. Determinación de la Razón de Soporte de Suelos Compactados en Laboratorio.
- ASTM D421 : Preparación de Muestras.
- ASTM D422 : Determinación de la Granulometría.
- ASTM C127 : Determinación del Peso Específico y Absorción en Agregados Gruesos.
- ASTM D824 : Determinación del Peso Específico en Suelos.

Cuando esté citada una Norma Extranjera que tenga su equivalente en una norma chilena (NCh), se utilizará esta última.

Todas las recomendaciones, especificaciones técnicas, soluciones constructivas, análisis geotécnicos, etc., detalladas en los informes de Mecánica de Suelos, si los hubiere, desarrollados para el Proyecto, tienen carácter de referencial y será de exclusiva responsabilidad de Contratista las decisiones de construcción que él tome en base a la información y conclusiones establecidas en estos documentos.

En general será exclusiva responsabilidad del Contratista los accidentes, daños a terceros, daños a la obra, que puedan ocurrir por el empleo de prácticas constructivas inadecuadas a las condiciones y calidad del terreno.

9.2.3 Alineaciones, nivelaciones y perfiles

Antes de iniciar las excavaciones, el Contratista, materializará el trazado de las obras y lo someterá a la aprobación de la Inspección.

El trazado se efectuará en base a los Planos del Proyecto y a los puntos de referencia que hayan sido incluidos. Los puntos que se establezcan deberán quedar fuera del área de excavación y se materializarán de preferencia en estructuras vecinas y en monolitos de forma tal que sean permanentes y no sufran variaciones y puedan ser utilizados en obras futuras. Para ello se apoyarán en la Red de PR y del sistema del proyecto. Estos monolitos de replanteo quedarán debidamente balizados.

Las excavaciones se iniciarán sólo una vez recibido conforme el trazado por parte de la Inspección Técnica.

En el Libro de Obras se dejará establecido los P.R. (punto de referencia) que servirán de base a la nivelación de replanteo, los que, posteriormente, se dejarán indicados en el plano de construcción.

El Contratista deberá velar por la conservación de los puntos de referencia, debiendo proceder a su reemplazo inmediato en caso que estos resulten dañados o hayan de ser desplazados.

El Contratista someterá a la aprobación de la I.T.O. todos aquellos trabajos que requieran de un control topográfico previo a su ejecución, como, por ejemplo: chequeando las cotas correspondientes; nivelaciones; control de las cotas de sello de fundación; insertos; cuadraturas; rellenos; hormigones; etc.

9.2.4 Equipos

Se dispondrá de los equipos adecuados en los tipos y en las condiciones necesarias para realizar la Obra de acuerdo con las especificaciones. Todo el equipo utilizado en la ejecución de la obra, en todo momento deberá estar en condiciones satisfactorias de trabajo.

El equipo de movimiento de tierras estará formado por:

- Excavadoras o Retroexcavadoras
- Camiones
- Equipo de Compactación
- Equipo de Riego
- Bombas de Agotamiento
- Grupo Electrónico

El Contratista será responsable de realizar controles periódicos (mecánicos y de seguridad) de toda maquinaria disponible en la obra. La I.T.O. podrá rechazar cualquier equipo propuesto por el Contratista, que a su juicio no cumpla con las condiciones de operabilidad y seguridad requeridas en la faena. Estos equipos deberán ser reemplazados por el Contratista a su entero costo.

9.3 EXCAVACIONES

9.3.1 Generalidades

Se considera que el estado del terreno, para los fines de las excavaciones, será el que se encuentre en el momento del llamado a propuesta. Cualquier variación que demande mayores obras deberá ser absorbida por el Contratista.

La calidad del terreno, indicada en el proyecto, es solamente informativa y será de exclusiva responsabilidad del Contratista verificar sus características.

El Contratista deberá solicitar a la Inspección, la revisión de calidad del terreno de fundación antes de realizar las faenas constructivas.

Los costos por entibación y/o agotamiento mecánico, donde sea conveniente o necesario realizarlos, se considerarán incluidos en los ítems de excavación, ya que no se considerará ítem aparte por este concepto.

Antes de iniciar las excavaciones, el Contratista deberá asegurarse de disponer oportunamente de todos los materiales y equipos necesarios para el normal avance de las obras.

No se permitirá que las excavaciones se mantengan abiertas por más tiempo que el necesario para la construcción de las obras. Esto tiene por objeto evitar que se produzcan derrumbes y/o perjuicios que pudieran afectar a las obras y al público, siendo de total responsabilidad del Contratista los problemas de calidad y los mayores cobros que pudieran resultar por el no cumplimiento de tales recomendaciones.

En las excavaciones, si al usar sistemas mecanizados, éstos exigen aumentos de sección, el mayor volumen resultante, será de cargo del Contratista.

En general, salvo que expresamente se indique lo contrario, los volúmenes informativos de excavación, indicados en las especificaciones de detalles y presupuestos, corresponderán a los valores geométricos, de acuerdo con las secciones típicas de excavación que se consideren.

Todo exceso sobre las dimensiones señaladas anteriormente que el Contratista estime necesario para la correcta ejecución de los trabajos, deberá ser incluido en su precio unitario ya que no estará sujeto a recubicación para su pago.

El Contratista deberá obtener de los propietarios de los terrenos que limitan con la faja disponible para la construcción de las obras, los permisos necesarios para acopiar y/o movilizar el material proveniente de las excavaciones.

9.3.2 Procedimientos de Excavación

El Contratista deberá limpiar el área de la excavación, eliminando todo el material desechable que interfiera con la ejecución de las obras, los que serán llevados a un botadero autorizado.

Los procedimientos de excavación se fijarán de manera que provoquen la menor perturbación posible del terreno natural, y aseguren la estabilidad de los taludes abiertos. Se deberán tomar todas las precauciones necesarias para evitar que se puedan poner en peligro las obras u otras construcciones e instalaciones vecinas. En obras que requieran procedimientos especiales de construcción, el Contratista propondrá el método a la Inspección.

Cuando corresponda, se deberán seguir las indicaciones establecidas en el informe de Mecánica de Suelos.

Todo el material que sea removido de la excavación y que cumpla con los requisitos de material para relleno, debe ser usado. No debe desperdiciarse, ningún material excavado.

Los materiales provenientes de la excavación y depositados temporalmente al costado de ésta no deberán provocar interferencias, de estar involucrados caminos de tuición de vialidad se considera llevar los materiales excavados a un recinto de acopio, a menos que la dirección de vialidad acepte acopiar los materiales de excavación a un costado de la zanja.

La extracción de la capa vegetal no debe contaminar al resto del material de excavación, toda vez que ésta deberá ser recolocada al completar el relleno de las excavaciones.

Las piedras grandes susceptibles de ser utilizadas en las obras como bolones desplazadores o para otros usos, serán depositadas en los lugares de acopio indicados por la inspección.

9.3.3 Excavaciones para Estructuras

La excavación deberá llegar hasta los niveles de proyecto o hasta encontrar material de la calidad establecida en los planos del Proyecto o definida por la Inspección Técnica. El nivel de sello de la excavación será autorizado por la Inspección.

Si se remueve terreno en exceso en el fondo de las excavaciones para fundaciones de estructuras, éste deberá ser rellenado con grava cemento de 85 kg cem/m³ hasta alcanzar el nivel de fundación previsto.

Todas las excavaciones que correspondan a fundaciones de estructuras de hormigón deberán realizarse en seco, excepto cuando la Inspección levante esta exigencia, si a su criterio, las condiciones particulares de la obra lo permiten.

El agotamiento necesario se considerará incluido en el ítem excavación.

El ancho de la excavación será el suficiente para no entorpecer la colocación de moldajes y enfierraduras y para posibilitar la limpieza del fondo, antes de concretar.

En general, el pie de talud interior de la excavación deberá estar como mínimo 0.20 m de la cara exterior de las zapatas, excepto cuando se especifique concretar contra terreno natural.

Cuando se utilice moldaje exterior, las excavaciones deberán tener un sobre ancho mínimo de 0,60 m medidos desde el paramento vertical exterior de la estructura. Los taludes serán fijados en la obra de acuerdo con las condiciones del terreno.

El Contratista será responsable de mantener los taludes en condiciones seguras, tanto en lo concerniente a estabilidad como a erosión en todas aquellas excavaciones que permanezcan temporalmente abiertas, sin que ello signifique un recargo de los valores cotizados.

Cuando se haya efectuado una excavación perfilada según las cotas y dimensiones indicadas en los planos, ésta deberá ser verificada. Ninguna excavación deberá ser

rellenada o cubierta con hormigón sin que haya sido revisada. Todos los excedentes de tales excavaciones, no requeridos para el relleno, deberán ser eliminados.

Todas las excavaciones deberán ser mantenidas secas y se consideran incluidas todas las operaciones para el agotamiento, bombeo, moldaje, entibaciones, tablestacado, ataguías y otros dispositivos especiales para el apuntalamiento de los costados que puedan ser necesarios.

No se permitirá que el agua se acumule en las excavaciones y éstas mantendrán secas hasta que la estructura de hormigón haya fraguado suficientemente.

El fondo de la excavación deberá limpiarse de todo material suelto y deberá perfilarse hasta obtener una superficie firme ya sea plana, escalonada o aserrada. Cuando el hormigón ha de descansar sobre una superficie excavada, se deberá tener especial cuidado para no alterar el fondo y con este fin se deberá excavar manualmente los últimos 15 cm inmediatamente antes de que se coloque el hormigón.

Entre la fundación y el terreno se intercalará un emplantillado de hormigón, en cuyo caso el sello de la excavación deberá quedar a la cota de fundación menos el espesor del emplantillado que se especifique.

En aquellos sectores que presenten terrenos inadecuados o relleno artificial heterogéneo al nivel del sello de la excavación, se deberá considerar un mejoramiento del suelo de fundación, reemplazando este suelo en toda su profundidad o en lo que define la I.T.O. según las indicaciones del informe de Mecánica de Suelos, o bien por una mezcla de suelo cemento compuesto por grava arenosa integral, tamaño máximo 3", con cemento en dosis de 85 kg de cemento por metro cúbico de mezcla.

9.3.4 Entibaciones

Las entibaciones requeridas deberán ser diseñadas por el Contratista y aprobadas por la I.T.O. Los empujes horizontales del terreno deberán ser determinados por un informe de mecánica de suelos. La entibación deberá ser preferentemente metálica.

En sectores con presencia de agua, es decir, bajo el nivel de la napa freática, se exigirá el uso de entibación, la cual deberá reforzarse y extenderse a toda la profundidad de la zanja.

Todas las indemnizaciones y reparaciones que se requieran debido a derrumbes de las paredes de las excavaciones serán de responsabilidad y cargo del Contratista.

Al aplicar la entibación, el Contratista deberá tener en cuenta la probable interferencia entre los travesaños de la entibación y el montaje, el que deberá hacerse sin debilitar sustancialmente la entibación en ningún momento. Igualmente el Contratista deberá considerar la interferencia entre el retiro de la entibación, el relleno posterior y su compactación.

Del mismo modo, el Contratista deberá tomar todas las medidas necesarias para proteger la estabilidad de cualquier obra, estructura, ducto, etc., que se encuentre adyacente a las excavaciones.

9.3.5 Agotamiento

En caso que el tipo de suelo lo permita, el agotamiento podrá efectuarse mediante bombeo directo desde las propias excavaciones, para lo cual, en el fondo de la zanja deberá constituirse una canaleta lateral y cada cierto espaciamiento deberá construirse un nicho lateral en donde se colocará el equipo de bombeo.

Las características de los equipos de bombeo, las dimensiones de las canaletas, los nichos laterales y el espaciamiento entre nichos, deberá definirse en terreno según las condiciones existentes.

Cabe destacar que, en este tipo de agotamiento deberá tenerse especial cuidado en evitar la erosión del suelo.

Una vez instalado el sistema de agotamiento e iniciado el bombeo, éste deberá ser mantenido en forma ininterrumpida hasta el término de la faena con sus rellenos respectivos. Por tal razón, y en prevención de cortes en el suministro de energía o falla de las bombas, la obra deberá contar con un sistema electrógeno de emergencia capaz de restituir el servicio a los pocos minutos de producida una falla y de bombas stand by.

Cuando existe presencia de napa y material altamente permeable, la situación se complica debido a que los caudales a agotar son mayores, además se produce el efecto de piping, lo que implica que el arrastre de partículas hace que los taludes colapsen. Por lo tanto, se debe deprimir la napa mediante agotamiento externo.

9.3.6 Transporte de excedentes

Todos los excedentes de los materiales provenientes de las excavaciones deberán ser depositados en los botaderos propuestos por el Contratista y aceptados por la Inspección, salvo indicación contraria de las E.T. El Contratista deberá ubicar y proponer el botadero antes de iniciar los trabajos de excavación y será de su responsabilidad verificar la distancia media respecto de la obra.

Los botaderos deberán ser mantenidos por el Contratista en condiciones seguras de estabilidad de sus taludes y de drenaje de las aguas que pudieran acumularse. La Inspección indicará las medidas a tomar en caso de no cumplirse estas condiciones.

9.4 RELLENOS

Se especifican las condiciones que deberán cumplirse en la obtención, procesamiento, transporte, colocación y compactación de los materiales que constituirán los rellenos incluidos en el proyecto. Los rellenos de condiciones especiales serán especificados detalladamente en el Proyecto, de acuerdo con las recomendaciones del Informe de Mecánica de Suelos correspondiente.

La selección de los materiales y el control de la ejecución de los rellenos se efectuarán siguiendo las normas INN o en su defecto las ASTM.

Se considera en todas las cubicaciones, que el relleno es igual al volumen geométrico por rellenar hasta el nivel del terreno circundante o cotas indicadas en planos (incluyendo sus taludes).

Los materiales empleados para los rellenos provendrán en primera instancia de los materiales extraídos de las excavaciones, siempre que éstos cumplan las condiciones establecidas.

En caso de ser necesario extraerlos de empréstitos especiales para este objeto, ellos deberán ser los indicados en el proyecto o ser ubicados por el Contratista y aprobados por la Inspección previo a su utilización.

El empréstito deberá ser escarpado hasta descubrir los materiales apropiados. Los materiales inadecuados se dejarán en zonas que no interfieran con la explotación del empréstito.

Los materiales obtenidos deberán ser sometidos a procesamiento y el método a seguir será fijado por el Contratista y aprobado por la Inspección. Este procesamiento deberá incluir la eliminación del sobretamaño el cual deberá ser efectuado antes de la colocación de los materiales en el relleno. Igualmente deberá acondicionarse la humedad dentro del rango que se especifica más adelante.

Previo al comienzo de la colocación de los rellenos deberá efectuarse la preparación de la superficie de fundación, la cual incluirá las siguientes operaciones:

- Retiro de todos los desechos provenientes de la obra u otros.
- Escarpado de la superficie de fundación, eliminando todo suelo que contenga materia orgánica, raíces o material contaminado.
- Excavación hasta el nivel de fundación especificado o hasta alcanzar material apropiado para fundar.
- Drenaje del agua afluente al lugar de colocación de los rellenos.

Compactación superficial del terreno de fundación hasta lograr una densidad del 95% de la densidad seca máxima Proctor Standard.

Previo a la iniciación de los rellenos, el Contratista deberá indicar la secuencia en que los colocará para lo cual definirá los sectores en que dividirá la obra para este objeto. Esta secuencia deberá ser aprobada por la I.T.O.

Los rellenos se harán en capas horizontales, que cubran toda la extensión del sector por rellenar.

Los materiales se descargarán y esparcirán evitando su segregación. El avance deberá ser uniforme, evitando la producción de desniveles superiores a 50 cm entre sectores contiguos.

El espesor de las capas será establecido de manera tal que pueda lograrse la densidad especificada con el equipo de compactación que se utilizará.

La humedad de los materiales debe condicionarse de manera que esté comprendida en un rango de aproximadamente 2%, con respecto a la humedad óptima de la fracción que pasa por la malla N°4 ASTM.

Los rellenos especiales deberán compactarse hasta lograr la densidad estipulada. En caso de no estar especificada la densidad de los rellenos, éstos deberán compactarse hasta tener una densidad relativa máxima seca determinada según las normas ASTM D 698 ó D 1557, según proceda para este objeto. En los sectores donde el espacio disponible lo permita, se utilizarán de preferencia rodillos vibratorios lisos de un peso estático mínimo de tres (3) toneladas.

En los sectores donde esto no sea posible y en aquellos en que el equipo no tenga acceso, se emplearán compactadores mecánicos menores. Especial cuidado se tendrá en la compactación de las zonas contiguas a fundaciones, obras adyacentes y taludes de las excavaciones.

9.5 TERRAPLEN

Se refiere a los trabajos necesarios para construir los terraplenes que forman la cortina de tierra, de acuerdo a lo indicado en los planos de proyecto respectivos. Las indicaciones que aquí se entregan podrán ser modificadas según las recomendaciones del Informe de Mecánica de Suelo respectivo, las E.T. o indicaciones de la I.T.O.

Previo a la construcción del terraplén, se deberá preparar el terreno de fundación para lo cual se compactará al 95% de la densidad seca máxima Proctor Standard en una profundidad mínima de 0,50 m.; en caso de fundar sobre un estrato rocoso, se deberá homogeneizar la superficie.

El material a usar en la construcción de terraplenes deberá tener un índice de plasticidad comprendido entre 10 y 25 y su límite líquido menor a 50. Todo el sobre tamaño mayor a 3" será retirado y llevado a botadero según indicación de la inspección fiscal y el mandante. El contenido de finos no deberá ser inferior al 20% según el tamiz N°200 ASTM y deberá tener una granulometría bien graduada.

Los terraplenes se construirán por capas de un espesor no superior a 0,30 m, tal manera que se asegure la compactación indicada en todo el espesor y ancho, correspondiente al 95% de la Densidad Seca Máxima Proctor Standard.

Especial cuidado deberá tenerse con terraplenes en sectores de estructuras, a objeto de no dañar las instalaciones. En este caso el Contratista deberá ejecutar las excavaciones del relleno y la compactación en forma tal que no se afecte la construcción.

Los controles de calidad de la compactación serán hechos por un laboratorio especializado, considerando lo indicado en el proyecto. En cualquier momento la I.T.O. podrá solicitar que se tomen otros puntos de control, sin que ello signifique cobro adicional del Contratista.

Los rellenos en torno a estructuras de hormigón no se deberán colocar antes que el hormigón tenga catorce días de edad.

Plazos menores podrán ser utilizados siempre que el hormigón haya desarrollado como mínimo una resistencia a la compresión de 200 kg/cm², ensayado de acuerdo con las normas INN NCh 1017 y NCh 1037.

9.6 HORMIGONES, MOLDAJES Y ENFIERRADURA

9.6.1 General

La presente Especificación Técnica tiene como objetivo fijar las condiciones mínimas que deben cumplir los materiales, fabricación, transporte y colocación en obra de hormigones, moldajes y enfierraduras, así como los tratamientos y precaución posteriores.

Esta especificación se aplicará en todas las obras de hormigón del Proyecto.

Este documento se complementa con los planos generales y de detalles de las obras, las normas vigentes correspondientes y las instrucciones que imparta la Inspección Técnica de Obra (I.T.O.) durante el desarrollo de los trabajos.

Todas las obras se realizarán en concordancia con las disposiciones generales de la construcción, con las Normas del Instituto de Normalización vigentes y con las normas indicadas en especificaciones especiales correspondientes.

Todas las obras se ejecutarán dentro de las tolerancias y/o requisitos de calidad establecidos en estas especificaciones o en los planos correspondientes. La I.T.O., podrá rechazar cualquier material que estime que no cumple con la calidad respectiva especificada.

Las obras se ejecutarán de acuerdo a los planos de proyecto y especificaciones, y a falta de información o discrepancias entre si, será la I.T.O. quien determinará el antecedente válido en cada caso.

Es responsabilidad del Contratista la coordinación con otras partes de la obra, tales como: excavaciones, montajes de estructura metálicas, obras civiles, electricidad, etc., para la correcta ubicación de elementos que puedan tener problemas de interferencias con la colocación de los hormigones.

9.6.2 Alcance

La presente especificación cubre los trabajos correspondientes a las obras de hormigón de los siguientes elementos:

- Hormigón de fundaciones, muros y losas
- Moldajes
- Enfierraduras
- Obras Varias

9.6.3 Normas y estándares

Para esta especificación se consideran, en particular, las siguientes normas INN y normas extranjeras, todas en su última versión.

Cemento

NCh 148	: Cemento - Terminología, clasificación y especificaciones generales.
NCh 158	: Cemento - Ensayo de flexión y compresión de morteros de cemento.
NCh 160	: Cemento - Agregado tipo A para uso en cemento. Especificaciones.
NCh 161	: Cemento - Puzolana para uso en cementos. Especificaciones.
NCh 162	: Cemento - Extracción de muestras.
NCh 164	: Cemento - Envases. Especificaciones.

Aridos

NCh 163	: Áridos para morteros y hormigones. Requisitos generales.
NCh 164	: Áridos - Extracción y preparación de muestras.
NCh 165	: Áridos - Tamizado y determinación de la granulometría.

- NCh 166 : Áridos - Determinación colorimétrica de la presencia de impurezas orgánicas en las arenas.
- NCh 1116 : Áridos - Determinación de la densidad aparente.
- NCh 1117 : Áridos - Determinación de las densidades real y neta y la absorción de agua de las gravas.
- NCh 1223 : Áridos - Determinación del material fino, menor que 0,080 mm.
- NCh 1239 : Áridos - Determinación de las densidades real y neta y de la absorción de agua de las arenas.
- NCh 1325 : Áridos - Determinación del equivalente de arena.
- NCh 1326 : Áridos - Determinación de huecos.
- NCh 1327 : Áridos - Determinación de partículas desmenuzables.
- NCh 1328 : Áridos - Determinación de la desintegración. Método de los sulfatos.
- NCh 1369 : Áridos - Determinación del desgaste de gravas. Método de la máquina de Los Ángeles.
- NCh 1444/1 : Áridos para morteros y hormigones - Determinación de sales. Parte 1: Determinación de cloruros y sulfatos.
- NCh 1511 : Áridos para mortero y hormigones - Determinación del coeficiente volumétrico de las gravas.

Hormigón y Mortero

- NCh 170 : Hormigón - Requisitos Generales
- NCh 171 : Hormigón - Extracción de muestras de hormigón fresco.
- NCh 172 : Mezcla, colocación en obra y curado del hormigón.
- NCh 1017 : Hormigón - Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción.
- NCh 1019 : Hormigón - Determinación de la docilidad. Método de asentamiento del Cono de Abrams.
- NCh 1037 : Hormigón - Ensayo de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas.
- NCh 1038 : Hormigón - Ensayo de tracción por flexión.
- NCh 1170 : Hormigón - Ensayo de Tracción por hendimiento.
- NCh 1172 : Hormigón - Refrentado de probetas.
- NCh 1498 : Hormigón - Agua de amasado. Muestreo.
- NCh 1564 : Hormigón - Determinación de la densidad aparente, del rendimiento, del contenido de cemento y del contenido de aire del hormigón fresco.
- NCh 1565 : Hormigón - Determinación del índice esclerométrico.

Agua

- NCh 1443 : Hormigón - Agua de amasado. Muestreo.
NCh 1498 : Hormigón - Agua de amasado. Requisitos.

Enfierraduras

- NCh 203 : Acero para Construcciones.
NCh 204 : Acero Barras Laminadas en caliente para hormigón armado.
NCh 205 : Acero Barras reviradas para hormigón armado.
NCh 211 : Barras con resaltes en obras de hormigón armado.
NCh 218 : Mallas soldadas de acero liso.
NCh 219 : Mallas soldadas de acero con entalladuras.
NCh 227 : Alambres de acero para usos generales.
NCh 434 : Barras de acero de alta resistencia en obras de hormigón armado.

Se aplica también la norma ACI 318-89 "Building Code Requirements for Reinforced Concrete".

La ejecución de los hormigones deberá efectuarse conforme a las estipulaciones de las Normas Chilenas correspondientes, en la forma que especifica posteriormente este texto, salvo en los casos en que se citen explícitamente otras Normas.

Los casos no contemplados en estas Especificaciones se resolverán conforme a las prescripciones de los siguientes códigos y normas:

- ACI 301-72 : Specification for Structural Concrete for Buildings.
ACI 311-64 : Recommended Practice for Concrete Inspection.
ACI 318-89 : Building Code Requirements for Reinforced Concrete.
ACI 347-78 : Recommended Practice for Concrete FormWork.
ACI 305R-77: Recommended Practice for hot Weather Concreting.
ACI-117-81 : Tolerances for Concrete Construction and Materials.

9.7 HORMIGONES

9.7.1 Materiales

Cemento

Se usará cemento Portland puzolánico, de acuerdo con la Norma NCh 148, NCh 160 y NCh 161.

El almacenaje de cemento en bolsas se hará en bodegas debidamente cerradas, protegidas de la intemperie y que cuenten con suficiente aireación del recinto.

El almacenaje se hará en rumas de un máximo de seis (6) sacos de altura. En esta estiba se dejarán pasillos de ventilación de no menos de 30 cm de ancho, circundando cada ruma de ocho (8) sacos en superficie.

El piso de las bodegas de almacenamiento será entablado, sobre vigas de no menos 20 cm de altura apoyadas sobre terreno debidamente limpio y emparejado. El terreno deberá tener un desnivel necesario para facilitar el escurrimiento de aguas superficiales.

La circulación de personas en las bodegas de cemento se resolverá de forma de evitar que queden ángulos inaccesibles. El consumo de cemento se dispondrá de manera que no se mantengan stocks inmovilizados.

En caso de utilizarse cemento a granel, éste será conservado en depósitos o silos especialmente adaptados al efecto, procurando su recarga de modo que no se produzca una permanencia indebida del cemento dentro del silo. Para ello será fundamental la planificación del abastecimiento a base del programa de hormigones del Contratista.

Agua

El agua de amasado del hormigón deberá ser potable según se especifica en las siguientes normas NCh 1498 y NCh 1443.

Agregados Pétreos

Los áridos utilizados para la confección del hormigón deberán cumplir las estipulaciones de las normas NCh 163, NCh 164 y NCh 165. La granulometría de los áridos deberá estar de acuerdo con la banda normalizada indicada en la NCh 163.

Los empréstitos o la fuente de abastecimiento de áridos para el hormigón, al igual que los métodos de explotación que se prevea emplear en ellos, deberán satisfacer esta especificación.

Deberán separarse en varias categorías de granos, de manera que garanticen una curva granulométrica total bien graduada que pueda ser mantenida dentro de límites de variabilidad que no influyan significativamente sobre la trabajabilidad del hormigón.

Estas categorías serán elegidas tomando en consideración los tamaños máximos más probables, para los áridos gruesos de los hormigones que se utilizarán en la obra y las condiciones económicas para su obtención.

La selección de los áridos, su transporte y acopio deberán ser hechos de tal forma que se evite la segregación, la mezcla de los distintos materiales entre sí y su contaminación por la superficie en que se depositen o por agentes externos.

Los acopios deberán asegurar un adecuado drenaje del agua que contengan los áridos, de modo que su humedad se mantenga uniforme y no sobrepase los siguientes valores:

- Material menor que malla N°4 ASTM: 8%
- Material menor que malla 3/4" ASTM: 2%
- Material menor que malla 1 1/2" ASTM: 1%

Estarán dispuestos de manera que permitan siempre su empleo en la misma secuencia en que han ingresado.

En forma adicional, cada parte de arena de un nuevo origen que llegue al lugar de la fabricación del hormigón, se someterá a las pruebas mínimas de porcentaje de arcilla y material orgánico, para lo cual se mantendrán los elementos de laboratorio correspondientes. Asimismo se hará esta determinación en caso de percibir evidencias de cambios de características del material de un mismo origen.

La ubicación precisa de la zona de las pilas de acopio, y la ubicación de cada una de ellas, como también el método que se use para acopiar los agregados deberá estar sujeta a aprobación de la I.T.O..

Las áreas de acopio deberán ser despejadas y limpiadas de todo el material vegetal existente. Este despeje y limpieza deberá abarcar por lo menos hasta 15 m de distancia de cualquiera de las pilas y deberá darse al terreno una inclinación y drenaje adecuado para prevenir acumulación de agua.

Entre dos pilas adyacentes, deberá haber una franja de 7 m de ancho como mínimo o deberán estar separadas por una barrera apropiada.

Aditivos

La utilización genérica de un aditivo, ya sea plastificador, incorporador de aire, acelerador de fraguado del cemento u otro tipo cualquiera, será objeto de especificaciones especiales y su uso, cuando no esté especificado, será autorizado por la I.T.O., previa consulta al Ingeniero Projectista.

Los aditivos deberán guardarse en lugares que cumplan las condiciones de almacenamiento especificadas por el fabricante. La calidad de los aditivos será objeto de un control periódico, en el que se analizarán las variaciones de dosificación que se estime necesarias y se propondrá su eliminación si se considera que el efecto esperado en el hormigón no se consigue, o bien que introduce consecuencias nocivas para su uso.

9.7.2 Clases de hormigón

La calidad estructural de los hormigones a utilizar en las distintas partes del Proyecto será la indicada en los planos y ET.

A continuación, se establecen las siguientes clases de hormigones a ser utilizados en el proyecto:

a) Hormigón Controlado H-30 para obras hidráulicas

- Resistencia de diseño $f_c = 300 \text{ kg/cm}^2$ equivalente a resistencia cilíndrica característica a 28 días $R_k = 300 \text{ kg/cm}^2$ con un 95% de nivel de confianza.

- Con la autorización expresa de la I.T.O., podrán usarse los siguientes aditivos:
- Como acelerante de fraguado y plastificante, se podrán usar Sikament FF86 o equivalente.
- En muros de espesor menor a 15 cm, se podrá emplear plastificante Puzzolith L13 o equivalente.
- Asentamiento de cono antes del plastificante y aire incorporado, igual que para el hormigón de uso general (letra a).
- Relación agua cemento: $0,45 + 0,05$.

b) Hormigón No Controlado para Emplantillados (tipo H-5)

- Dosis de cemento mínima: 170 kg cem/m³
- Relación agua cemento: $0,60 + 0,05$

9.7.3 Dosificación

La proporción de cada uno de los componentes del hormigón (dosificación) será determinada por un laboratorio competente, de tal forma de cumplir las exigencias de resistencia requeridas en las presentes especificaciones o en los planos.

La dosificación determinada deberá contener los siguientes antecedentes:

- a) Tipo y dosis de cemento en kg/m³
- b) Tipo, procedencia, tamaño máximo y dosis en kg/m³ de los áridos.
- c) Razón agua/cemento y asentamiento de cono previstos para el hormigón.
- d) Tipo y proporciones de los aditivos en caso de prever su empleo.
- e) Resistencia a 7 y 28 días obtenida en mezclas de prueba.

El empleo de una determinada dosificación deberá estar respaldado mediante mezclas de prueba ejecutadas en laboratorio, que demuestren que el hormigón posee las características generales y la resistencia especificada en los planos. Se utilizará para ello los mismos materiales a emplear en obra.

La cantidad de probetas a ensayar será de 5 para la edad de 7 días y 10 para la edad de 28 días.

Las mezclas de prueba deberán estudiarse para obtener a lo menos una resistencia media dada por la siguiente expresión:

$$R = \frac{f' c}{1 - 0,20 k}$$

siendo:

R = Resistencia media de la mezcla de prueba a la edad de 28 días.

f'c = Resistencia de diseño especificada en el Proyecto.

k = Coeficiente determinado de acuerdo con el siguiente criterio general:

- Obras de hormigón en masa = 0,84
- Obras de hormigón simple corriente = 0,84
- Obras de hormigón armado no masivas = 1,28
- Obras de hormigón armado de importancia estructural = 1,64

En caso de duda sobre la aplicación del valor para el coeficiente k se deberá consultar al Ingeniero Projectista.

La dosificación deberá ser revisada si se produce un cambio en la granulometría de los áridos que haga variar el módulo de finura de la curva granulométrica total en más de 0,10. Se informará a la I.T.O. de este hecho y de los cambios a introducir, para su aprobación.

La medida de los materiales deberá incluir la corrección por humedad en ellos, para lo cual podrán adoptarse valores medios de datos obtenidos directamente. Estos valores serán verificados con una frecuencia por lo menos semanal o cada vez que se registre una variación importante de las condiciones medias de humedad. Copia del registro de estos datos será entregada a la I.T.O., a lo más 3 días después de su toma.

La precisión de los elementos de pesaje deberá ser tal que permita la mantención de la razón agua/cemento con un error no superior a + 0,01 y el error en la medida de los áridos dentro de + 2% del peso especificado para cada fracción de árido. Para ello, el Contratista deberá certificar los elementos de pesaje con una institución independiente,

aprobada por la I.T.O., al inicio de las obras, y con una periodicidad mensual con pesos patrones.

La medida del agua deberá ser hecha preferentemente en peso. En caso de no ser esto posible, deberá verificarse si los elementos usados en sustitución permiten realmente la mantención de la tolerancia especificada para la razón agua/cemento. Los equipos de medición deberán estar certificados por una institución independiente, aprobada por la I.T.O., al inicio de las obras.

Los equipos de pesaje de los materiales deberán disponer de pesas calibradas que permitan la verificación periódica de su funcionamiento, en las oportunidades que se requiera.

Se podrá autorizar el uso de la medida de volumen en partes de obra de pequeña magnitud o sin importancia estructural, a condición de que los elementos de medición se verifiquen con una medida en peso efectuada con los materiales de la obra en las condiciones de humedad media esperada.

Tamaño Máximo (T_{máx})

El tamaño de los áridos será establecido en los planos para cada parte de la obra. De no especificarse en dicho documento, se establecerá de acuerdo con lo siguiente:

Dimensión Mínima de la Sección (cm)	T_{máx}. (Pulgadas)
Menor de 15	3/4
16 a 30	1 1/2
31 a 50	2
Mayor de 50	3

El tamaño máximo no deberá exceder de:

- 1/5 del espesor de los muros.
- 1/3 del espesor de las losas.
- 3/4 de la distancia libre entre armaduras.

9.7.4 Fabricación

El mezclado de los componentes del hormigón deberá efectuarse en hormigoneras de capacidad adecuada a las necesidades de la obra.

La operación de estas hormigoneras se efectuará en las condiciones establecidas por el fabricante, no pudiendo variarse ni la capacidad de carga, ni la velocidad de rotación especificadas.

El mezclado de hormigón podrá realizarse:

- En planta central fija.
- Parcialmente en planta central, completándose la operación en un camión mezclador.
- Totalmente en un camión mezclador.

Los lugares y plantas de preparación del hormigón estarán sujetos a revisión y aprobación de la I.T.O..

En los casos en que los hormigones sean confeccionados en planta ajena al Contratista, los proveedores deberán proporcionar los mismos antecedentes descritos anteriormente en el punto 6, excepto que las muestras de prueba podrán ser reemplazadas por antecedentes estadísticos que demuestren que la dosificación entrega la resistencia característica especificada, evaluando la planta según en NCh 1998.

La planta mantendrá un registro de la producción que permita asociar partidas en forma inequívoca, con el resultado de muestreos obtenidos de la misma, con la dosificación empleada en su confección, con las características del cemento, áridos y aditivos (en caso de que se les emplee). Además, deberá indicarse fecha y lugar preciso de colocación de hormigón en la obra.

Este registro quedará a disposición permanente en la obra, entregándose un informe semanal a la I.T.O. con la producción, muestreo y ensayos.

Autorización para hormigonar

El personal dirigido por el Contratista deberá dejar constancia en el Libro de Obra o en los registros preparados ad-hoc por la I.T.O., de las autorizaciones para hormigonar los

diferentes elementos, previa comprobación de que los moldajes, enfierraduras, elementos insertados o pasadas, alzaprimas, sellos, etc., se encuentren ejecutados correctamente.

El Contratista deberá avisar con 24 horas de anticipación sus faenas de hormigonado, de forma que la I.T.O. inspeccione la correcta colocación de armaduras, pernos de anclaje, insertos, moldajes, etc. y autorice por escrito la colocación del hormigón. Esta autorización no limita la responsabilidad total del Contratista en la correcta y completa ejecución de la faena de hormigonado.

Sólo al día siguiente de esta recepción se permitirá la colocación del hormigón.

No se permitirá el picado posterior del hormigón para la instalación de cañerías e insertos.

Juntas de hormigonado o de construcción

Toda superficie de hormigón que vaya a ser recubierta con hormigón fresco recibirá la designación de junta de hormigonado o junta de construcción y deberá recibir un tratamiento que elimine la lechada superficial producida al compactarse el hormigón. Este tratamiento podrá efectuarse por alguno de los métodos siguientes:

- Por lavado del hormigón fresco mediante chorro de agua a presión. En este método se lavará la superficie del hormigón antes de que éste inicie su endurecimiento. Este lavado eliminará la capa superficial de mortero, evitando que se desprenda el árido grueso de tamaño superior a 5 mm.

El momento de aplicación del tratamiento deberá establecerse prácticamente en la obra misma y una vez iniciado, se proseguirá hasta que el agua escurra totalmente limpia.

- Por decapado mediante chorro de arena, ya sea seco o húmedo. En general no se aceptará el tratamiento de picado con barretilla, salvo en casos especiales en que no sea posible aplicar los sistemas antes descritos.

Cuando se trate de juntas de hormigonado entre hormigón nuevo y hormigón joven (del día anterior) se utilizará indistintamente alguno de los siguientes dos procedimientos:

- Inmediatamente antes de hormigonado se colocará una capa de 2 cm, de hormigón de similar composición al nuevo hormigón, pero sin agregado grueso.
- Se colocará una capa de hormigón con poca grava (50%) en un espesor de 5 a 10 cm.

En junta de hormigón viejo (más de 7 días) a hormigón nuevo deberá usarse puente de adherencia, el cual deberá ser aprobado por la I.T.O..

Salvo que se indique o apruebe lo contrario, el espaciamiento de las juntas de construcción horizontales en losas y de las juntas de construcción verticales en muros no excederán los 20 m.

Cualquiera sea el método o tratamiento de la junta, este incluirá una limpieza prolija y un chequeo de las condiciones de hormigonado, las cuales serán aprobadas por la I.T.O..

Todas las enfierraduras serán continuas a través de las juntas de construcción salvo que se muestre lo contrario. Cuando se usen espárragos en las juntas de construcción, éstos se colocarán como se señala en los planos.

En general, no podrán ejecutarse otras juntas de hormigonado que las indicadas en los planos. De no estar indicadas, o en los casos que el Contratista las considere pertinentes para una mejor construcción de la obra, este propondrá a la I.T.O., para su aprobación, las disposiciones de las juntas.

Transporte

El transporte deberá hacerse de manera que se cumplan las siguientes condiciones:

- Que ocupe el tiempo mínimo posible desde la planta de hormigón al sitio de colocación. Este tiempo no podrá exceder el 50% del tiempo de comienzo de fraguado del cemento en uso, ni provocar pérdidas de asentamiento del hormigón que excedan de 3 cm.

El tiempo límite básico (término del amasado en planta hasta su colocación en moldes) para hormigones debidamente agitados durante el transporte, será de 45 minutos y de 30 minutos para hormigones sin agitación posterior. Este límite básico se aplicará en el caso de hormigones sin retardador de fraguado o plastificantes. Para los hormigones con los aditivos señalados, estos límites podrán aumentar de acuerdo con la dosificación del aditivo y otros factores que intervengan.

- No deberá producir segregación ni pérdida de los componentes del hormigón.
- Deberá permitir el vaciado del hormigón con el asentamiento previsto en la dosificación sin adiciones de agua.
- Los medios que se empleen en el transporte de hormigón deberán ser capaces de vaciar hormigones con asentamientos bajos o medianos sin producir segregación o separación importante.
- Se indican a continuación las exigencias que deberán cumplir algunos de los equipos y elementos usados habitualmente para el transporte y la colocación del hormigón:

- **Camiones - Betoneras**

Deberán emplearse en las condiciones de capacidad de carga y velocidad de revoltura especificadas por el fabricante.

Durante el transporte, el camión-betonera deberá girar a su velocidad de agitación, la cual se aumentará a la de amasado durante un mínimo de cinco vueltas de la betonera antes de proceder a su vaciado.

El uso de camión-betonera como elemento de revoltura del hormigón estará condicionado a una verificación de que ésta es suficientemente homogénea, para lo cual la I.T.O. determinará el procedimiento a seguir.

- **Canaletas**

Deberán ser de metal o revestidas en planchas metálicas.

La superficie de escurrimiento del hormigón deberá ser lisa y sin irregularidades.

Su pendiente deberá ser adecuada para producir un escurrimiento continuo y sin segregación del hormigón, con el asentamiento de cono que haya sido especificado.

En su extremo de descarga deberá estar provista de un embudo con el objeto de disminuir al mínimo posible la segregación que normalmente se produce en este punto.

- **Cintas Transportadoras**

Se podrán emplear cintas transportadoras siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

Las cintas estén provistas de una tolva de alimentación con embudo de descarga.

Que la velocidad de alimentación sea tal que el escurrimiento del hormigón se realice en forma continua.

Su pendiente deberá determinarse de manera tal que permita transportar hormigón del asentamiento especificado, sin que se produzca segregación ni escurrimiento del agua de amasado.

- **Hormigón Bombeado**

Las bombas de hormigón y su equipo auxiliar deberán estar en óptimas condiciones de funcionamiento en el momento de su utilización. La capacidad de las bombas y las dimensiones en las tuberías deberán ser aprobadas por la I.T.O. antes de iniciar las obras. La aprobación se podrá basar, en parte, en registro de trabajos anteriores que muestren un funcionamiento satisfactorio.

Su uso deberá ajustarse a las indicaciones del fabricante en lo relativo a distancia y altura de bombeo y a las indicaciones de curvas en el trazado de la tubería.

Antes de iniciar el hormigonado, se deberá aprobar las ubicaciones del agitador de la bomba y de las tuberías con respecto a los moldajes. Se deberán planificar cuidadosamente las operaciones con el fin de evitar peligro de juntas de hormigonado. Deberá reducirse a un mínimo la pérdida de asentamiento del hormigón en la bomba y en las tuberías, protegiendo ésta última, si es necesario, contra el efecto del calor. El uso de aditivos deberá ser previamente probado y controlado.

Inmediatamente antes de iniciación del hormigonado, se deberá cebar la bomba y las tuberías bombeando mortero.

9.7.5 Colocación

La colocación de hormigón se efectuará de acuerdo a un programa que abarque un período mínimo de 7 días.

La colocación se efectuará una vez terminada y revisada la colocación de moldajes, armaduras e insertos y después de haberse realizado la limpieza final de ellos.

En cualquier faena de hormigonado estará presente, el 100% del tiempo, el profesional del Contratista a cargo de las obras civiles o uno de sus ayudantes. La ausencia,

aunque sea momentánea, será causal suficiente para que la I.T.O. ordene la suspensión del hormigonado, asumiendo el Contratista todos los costos y responsabilidades que esta situación implique.

Antes de proceder al hormigonado, se realizará una cuidadosa limpieza de equipos y del lugar de hormigonado. El equipo de transporte del hormigón así como todo el equipo en contacto con él y todos los moldajes y áreas que deban recibirlo, deberán estar limpios, habiéndose quitado todos los escombros o todos los derechos de hormigón endurecidos, así como la materias extrañas.

Deberá vaciarse cualquier acumulación de agua del sitio de hormigonado antes de colocar allí el hormigón y deberá evitarse que fluya mayor cantidad de agua a esa zona hasta que el hormigón haya fraguado en forma permanente.

Los pernos de anclaje y otros elementos metálicos empotrados serán dispuestos como se indica en los planos. Se fijarán correcta y firmemente con plantillas en los sitios y niveles correspondientes.

Además, previo a la ejecución del hormigonado, deberán efectuarse los siguientes trabajos mínimos de preparación de la superficie que va a ser cubierta con hormigón, de acuerdo a su naturaleza:

- a) Si la superficie corresponde a fundación sobre roca:
 - Retiro de la roca suelta hasta el grado especificado en el proyecto.
 - Preparación de la superficie de fundación sobre roca, hasta el grado que haya sido especificado en los Planos.
- b) Si la superficie corresponde a fundación sobre terreno natural formado por material común excavado hasta los límites aprobados, deberá compactarse superficialmente hasta obtener la densidad que haya sido especificada; si se ha producido sobre-excavación, ésta deberá rellenarse previamente con hormigón pobre.
- c) Las fundaciones no podrán hormigonarse directamente contra el terreno, deberá utilizarse papel impermeable o polietileno.
- d) Si la superficie corresponde a emplantillado u otro hormigón, se deberá considerar lo siguiente:
 - Revisión de que todos los elementos correspondientes a la etapa hayan sido incluidos, según lo definido en planos y especificaciones correspondientes.

- Verificación de que el moldaje y las armaduras estén de acuerdo a detalles y especificaciones respectivas.
- Limpieza con agua y/o aire a presión hasta eliminar toda traza de suciedad acumulada. Esta limpieza deberá efectuarse inmediatamente antes del hormigonado.
- Verificación del asentamiento de cono especificado.
- Aplicación de aditivos especiales para hormigones en caso de estar indicado en los planos y/o instrucciones por escrito.
- Verificaciones de que han transcurrido los plazos especificados entre etapas de hormigonado.
- Escobillado y limpieza de las armaduras y elementos metálicos.

El hormigón será depositado directamente, tan cerca como sea posible de su posición definitiva. Si es necesario mover lateralmente el hormigón, éste podrá ser paleado pero no trasladado por vibración.

La altura máxima de caída del hormigón será de 1,5 m.

En caso de ser necesaria la colocación vertical desde una altura mayor a 1,5 m, la operación se hará mediante embudos y conductos cilíndricos ajustables rígidos o flexibles, de bajada, evitando así que la caída libre provoque la segregación.

El hormigón no caerá lateralmente más de 1,25 m desde el punto de vaciado.

Para evitar la secreción del hormigón, éste se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final, evitando someterlo a cualquier operación que sea causa de segregación. No se aceptará sistemas de transporte que consulten la circulación del hormigón dentro de los encofrados a través de espacios superiores a un metro.

El hormigón se deberá colocar en capas horizontales de no más de 50 cm de espesor. Cada capa deberá ser colocada y compactada antes de que la anterior haya iniciado su fraguado. Se cuidará que durante el vaciado no se produzca segregación por escurrimiento.

La velocidad vertical de colocación del hormigón no excederá en ningún caso a 1,5 m por hora.

El hormigonado de superficies con pendientes se efectuará desde el punto más bajo del elemento.

La colocación del hormigón en superficie libre, podrá hacerse hasta para pendientes 1/4 (V/H) siempre que se tenga la precaución de utilizar el hormigón con asentamiento de cono inferior a 5 cm.

Para pendientes más fuertes que la indicada, se colocará moldaje fijo o deslizante, que permite asegurar que al limitar el desplazamiento del hormigón, éste quede bien compactado.

En vigas y losas el hormigón empezará a colocarse en el centro de los paños, prosiguiéndose simultáneamente hacia ambos extremos.

Toda tubería que deba quedar embebida en el hormigón tendrá dimensiones tales y estará colocada en forma que no reduzca la resistencia ni la estabilidad de los elementos estructurales.

El hormigón que acuse un principio de fraguado o haya sido contaminado con sustancias extrañas no será colocado en obra siendo inmediatamente rechazado.

La máxima pérdida de asentamiento entre el momento de mezclado y el de colocación no será superior a 3 cm, salvo que se utilice plastificante.

No se aceptará modificar las dosificaciones del hormigón en la obra, ni agregar agua o aditivos adicionales a la mezcla entregada por la planta de hormigones.

Se deberá tomar las precauciones necesarias para minimizar los efectos de retracción, para lo cual se empleará métodos que ayuden a este propósito durante la etapa de colocación y curado de los hormigones, de modo de actuar sobre todos los factores que intervienen (secado prematuro, temperatura elevada, pérdida de humedad, etc.).

Los hormigones que queden con deformaciones, desplazamientos, áreas segregadas, fisurados, cortes, grietas o cualquier otro defecto que atenta contra la resistencia o calidad de las superficies, serán rechazados por la I.T.O..

Si lo anteriormente señalado llegase a ocurrir, el Contratista demolerá totalmente el hormigón objetado, eliminará el fierro dañado y procederá a reconstruir el o los elementos afectados.

Todos los gastos derivados tanto de la demolición como de la reconstrucción, incluso el costo del hormigón serán de cuenta y cargo del Contratista.

Hormigonado en Tiempo Caluroso

El vaciado de hormigón en tiempo caluroso se hará de acuerdo a las siguientes condiciones mínimas:

- La temperatura del hormigón no deberá exceder de 30°C en el momento de su colocación.
- La colocación de hormigón deberá planearse tomando en cuenta el efecto acelerador del fraguado producido por el calor.
- El empleo de un retardador de fraguado para paliar este efecto deberá ser aprobado por la I.T.O.
- Se evitará el resecamiento superficial del hormigón, cubriéndolo o humedeciéndolo ligeramente, pero sin producir lavado de la superficie.

Hormigonado con Bajas Temperaturas

Si en los 7 días previos al hormigonado hay uno o más días con temperatura media inferior a 5°C, se deberá tomar las siguientes precauciones:

Se recomienda que la temperatura del hormigón, al momento de su colocación, cumpla con los siguientes valores:

ESPESOR DEL ELEMENTO A HORMIGONAR	Inferior a 0,30 m	entre 0,30 y 0,90 m	entre 0,90 y 1,80 m	superio r a 1,80 m
Temperatura mínima de colocación del hormigón, °C	13	10	7	5

Estas temperaturas deberán obtenerse controlando en forma adecuada la temperatura de elaboración del hormigón. Se debe tener presente que temperaturas muy altas en la confección no protegen al hormigón, el calor se disipa rápidamente y produce rigidización prematura del hormigón, agrietamientos y otros efectos indeseables.

- En hormigones expuestos a ciclos de congelamiento y deshielo se recomienda el empleo de aditivo incorporador de aire, el que en todo caso deberá ser aprobado por la I.T.O.
- Se deberá retirar todo material congelado o restos de hielo, adheridos a armaduras, moldajes, hormigones, etc. Se deben colocar protecciones necesarias para evitar la formación de hielo, entrada de nieve y facilitar la calefacción del ambiente.
- Las protecciones del hormigón deben ser tales que mantengan una temperatura uniforme, que cumpla con la tabla anterior, en todo el volumen de hormigón. Deberán ser de material aislante térmico, de espesor adecuado a las condiciones de temperatura ambiental, las que deberán mantener su calidad aislante en presencia de humedad.

Las superficies expuestas deberán protegerse a medida que se terminen, el resto de las superficies deberán protegerse antes de hormigonarse.

- En caso de temperaturas muy bajas, presencia de nieve y/o viento se podrá recurrir a estructuras provisionales adecuadas.

En estos casos se podrá incorporar, al interior de la estructura de protección, calefacción con calor húmedo. Se prohíbe el uso de fogatas, estufas y similares que produzcan concentración de calor y gases carbónicos.

Vibrado

El hormigón se vibrará en sitio con vibradores de inmersión, quedando excluido el empleo de pisonos y proscrito en forma absoluta el golpear los moldes con mazos de madera u otro material. El diámetro mínimo de los vibradores a utilizar será de acuerdo a los espesores de los elementos y la frecuencia no menor de 6.000 RPM.

Cuando se utilice este tipo de vibrador, deberá tomarse las precauciones necesarias para que el espesor de las capas de hormigón colocadas, sean como máximo 15 cm inferior al largo de la botella, de manera que al proceder a la compactación, el vibrador penetre en la capa inmediatamente inferior.

Para este mismo objeto, el vibrador de inmersión se usará colocándolo en forma totalmente vertical.

Se dispondrá además, de vibradores de diámetro 1" del número de RPM adecuado para la compactación de zonas difíciles, por la estrechez del moldaje o por la densidad de enfierraduras.

La vibración del hormigón deberá efectuarse en forma ordenada y sistemática, distanciando los puntos de aplicación del vibrador en conformidad con su radio de acción, de manera que no queden zonas mal vibradas, o vibrado insuficiente.

La separación entre los puntos de inmersión del vibrador deberá ser a lo más $\frac{2}{3}$ del radio de acción del vibrador en el hormigón que se esté compactando.

El tiempo de vibración en cada punto de inmersión se prolongará por el tiempo necesario hasta que se empiece a producir el afloramiento superficial de la lechada del hormigón.

Con el fin de evitar malas prácticas al emplear vibradores, el Contratista deberá elaborar un Instructivo de Trabajo de Vibrado, el cual deberá ser aprobado por la I.T.O., y que será dado a conocer a los capataces y personal que efectúe el vibrado.

Terminación Superficial del Hormigón

La terminación que deberá darse a las superficies del hormigón será la definida en los planos del Proyecto y/o en las ETE. El tipo de terminación, salvo indicación contraria de los documentos antes dichos, será definido de acuerdo a la nomenclatura que se indica en el Cuadro N°1, limitando las irregularidades progresivas y bruscas que presente la superficie, a los valores que allí se indican.

La tolerancias progresivas corresponden a la irregularidades suaves presentadas en la superficie. La tolerancia se establecerá midiendo con una regla de 1,5 m de longitud, aplicada sobre la superficie en cualquier dirección.

Las tolerancias bruscas corresponden a resaltos o escalones existentes en la superficie.

La tolerancia se aplicará midiendo directamente la pared del escalón.

TIPO DE TERMINACION	TIPO DE IRREGULARIDAD SUPERFICIAL		TIPO DE OBRA
	Progresiva (mm/1,50)	Brusca (mm)	
T1	< 25 mm	20 mm	Superficies que quedarán enterradas cubiertas con relleno.
T2	< 6 mm	3 mm	Superficie de Hormigón a la vista.

En la terminación de las superficies horizontales o aproximadamente horizontales, que no necesitan de moldajes para su hormigonado, deberá evitarse un trabajo excesivo de la superficie de hormigón que haga aflorar lechada a los niveles superiores, para lograr las tolerancias especificadas. Igualmente, en este tipo de superficie, antes de proceder a su terminación deberá esperarse un tiempo prudencial que permita eliminar toda el agua de exudación.

Descimbres

El plazo de retiro de los moldajes se ceñirá a las siguientes condiciones generales:

El plazo deberá ser el mínimo compatible con la seguridad del elemento, de modo que el curado y las reparaciones necesarias se inicien a la brevedad.

El retiro de moldes correspondientes a superficies verticales se efectuará en plazos no inferiores al del término del fraguado del cemento empleado, considerando la temperatura ambiente y procurando que no se produzca daños en las aristas.

No se permitirá el retiro de los moldes de madera por quemado de éstos.

No podrá desmoldarse si el hormigón está caliente o si el cemento está desarrollando aún calor o si la temperatura ambiente es menor de 5°C.

En todos los casos los descimbres deberán ser autorizados previamente por la I.T.O.

Curado del hormigón

El curado y la protección del concreto fresco contra la pérdida de humedad se empezará inmediatamente después de terminado el vaciado, excepto cuando hayan sido modificadas por los requerimientos suplementarios o directivas siguientes:

- El comienzo del curado de las superficies libres deberá empezarse tan pronto como haya sido terminado el hormigonado del elemento. En los paramentos moldeados, el curado se empezará tan pronto hayan sido retirados los moldes y a condición de que si se utilizan moldes de madera, éstos permanezcan húmedos durante el período que estén en sitio.
- El curado debe continuar por lo menos durante 7 días. En todo caso la duración del período de curado estará sujeta a la aprobación de la I.T.O..

El curado de superficies horizontales y verticales de hormigón se hará con Membrana Curante del tipo SIKACURE 116 x 1 kg / 5 m² o equivalente.

Se pondrá especial cuidado en impedir que el hormigón este intermitentemente seco y mojado.

Control del hormigón

El Contratista, a su costo, deberá disponer de un sistema de autocontrol, con recursos técnicos y administrativos idóneos. Este sistema deberá estar aprobado por la I.T.O..

El Contratista deberá contar con personal de laboratorio calificado para el autocontrol de todas las etapas de la ejecución de los hormigones. Para ello diseñará un sistema de control de calidad que asegure el fiel cumplimiento de lo establecido en estas especificaciones. Dicho control se materializará a través de ensayos, registros e informes.

El personal de terreno tomará las muestras y hará los ensayos de terreno. Los ensayos de probetas serán ejecutados en el laboratorio de autocontrol del Contratista.

Control del Cemento

El cemento usado en obra será sometido a controles periódicos con el objeto de verificar si cumple los requisitos especificados.

Se deberán realizar como mínimo las siguientes determinaciones:

- a) Tiempo de fraguado (NCh 152)
- b) Resistencia a 3 y 7 días (NCh 158).

Se aceptará la certificación de calidad de proveedores que cuenten con control de calidad de su producción.

Control de los Áridos

Se tomarán muestras de los agregados pétreos acopiados en las plantas para la fabricación de hormigón, directamente desde el punto de carguío de las hormigoneras.

Esta toma de muestras incluirá las cantidades especificadas en la NCh 164 y se efectuará con una frecuencia mínima de una muestra de cada tipo de agregado por semana.

Se ensayarán las muestras así tomadas y los resultados obtenidos se utilizarán tanto para la calificación de los agregados, como para la verificación de la dosificación de los hormigones.

La I.T.O. podrá rechazar aquellos áridos que no cumplan con las condiciones impuestas por la NCh 163.

Se efectuará el control semanal del contenido de humedad o cuando se presenten cambios en las condiciones climáticas.

Control del Hormigón de Obra

La clase de hormigón y su resistencia a los 28 días será la indicada en los planos de diseño y/o ETE. Se controlará periódicamente las características del hormigón elaborado en obra.

Estos controles incluirán como mínimo:

a) Medición del asentamiento de cono, según se indican en la NCH 1019 "Hormigón. Determinación de la Docilidad. Método del Asentamiento del Cono de Abrams".

La medición del cono se hará para cada camión que lo transporte a la obra al pie de ésta.

Si el asentamiento de cono excede en más de 5 cm del previsto al efectuar la dosificación del hormigón, éste no podrá ser utilizado en obra, pudiendo destinarse a rellenos o emplantillados, previa consulta y aprobación por parte de la I.T.O..

El valor del cono de Abrams quedará registrado en la guía de despacho, aun si es derivado a otro uso.

b) Determinación de la Razón Agua/Cemento Real

Si la razón agua/cemento excede en más de 0,05 a la teórica del hormigón, se deberá aumentar la dosis de cemento en la proporción necesaria para restablecer la razón agua/cemento teórica.

c) Control de Resistencia del Hormigón

Las muestras de hormigón consistirán en 3 probetas, las cuales se ensayarán una (1) a los 7 días y dos (2) a los 28 días.

Se tomará muestras para ensayos de resistencia por cada 10 m³ de hormigón colocado en obra o una muestra cada 4 horas por cada tipo de hormigón, la que sea más frecuente.

Esta muestra se adoptará hasta completar 500 m³ producidos por la planta o los primeros 3 meses de producción, siempre que se cuente con un número de muestras superior a 50.

El control anterior se reiniciará cada vez que se modifique la dosificación.

La toma de las muestras podrá variar la frecuencia indicada, con autorización de la I.T.O., si los valores obtenidos lo justifican, pero en ningún caso la cantidad de muestras

tomadas será inferior a una cada 50 m³ de hormigón fabricado o una muestra diaria, (la que sea más frecuente).

La toma y tratamiento de las muestras se ejecutará en las condiciones estipuladas en las NCh 170, NCh 171 y NCH 1017.

Un ensayo de resistencia será el promedio de la resistencia de dos cilindros de 15 cm de diámetros y 30 cm de alto confeccionadas con la misma muestra de hormigón y ensayada a los 28 días o a la edad especificada. El ensayo se ejecutará según NCh 1037 "Ensayo de Compresión de probetas cúbicas y cilíndricas".

La estadística de las muestras a 7 días deberá ser llevada con similar rigurosidad que la de 28 días.

Condiciones de Aceptación y Descuentos por Baja Resistencia del Hormigón

El hormigón producido por la planta se evaluará estadísticamente de acuerdo con el procedimiento que se indica.

a) El promedio aritmético de los resultados de cualquier grupo de tres muestras consecutivas (f_3) debe ser igual o mayor que la resistencia de diseño f'_c más la constante de aceptación k_1 :

$$f_3 = f'_c + k_1 \text{ (kg / cm}^2\text{)}$$

siendo $k_1 = 10 \text{ kg/cm}^2$

b) Ningún resultado de muestra individual (f_i) debe ser menor que la resistencia de diseño f'_c menos el margen de seguridad k_2

$$f_i = f'_c - k_2 \text{ (kg / cm}^2\text{)}$$

siendo $k_2 = 25 \text{ kg/cm}^2$

Los valores de k_1 y k_2 corresponden a los exigidos por la norma NCh 1998 para un 95% de nivel de confianza.

c) Resistencia característica R_k

Se evaluará la resistencia característica (R_k) considerando como lote las muestras de cada mes calendario, incluido aquellos hormigones rechazados por incumplimiento de a) o b).

La resistencia característica se obtiene por la fórmula:

$$R_k = R_m - S * t$$

siendo:

R_k = Resistencia característica kg/cm²

R_m = Resistencia media del lote kg/cm²

s = Desviación normal de las resistencias individuales del lote fi kg/cm²

t = factor estadístico determinado según la NCh 1998, considerando el total de muestras ensayadas (se toma el acumulado de muestras)

La resistencia característica R_k deberá ser mayor o igual a la resistencia de diseño $f'c$:

$$R_k \geq f'c$$

Las condiciones de aceptación son las siguientes:

- Si los resultados de muestras de hormigón no cumplen con lo establecido en a) o b), el hormigón colocado que representa estas muestras será rechazado, demoliendo el elemento donde ha sido colocado.

El Contratista podrá efectuar la toma de testigos de hormigón endurecido y ensayarlas según las normas correspondientes, en los lugares aprobados por la I.T.O., presentando los resultados de los ensayos para la consideración de las medidas de rechazo.

También el Contratista podrá proponer al I.T.O. y la I.T.O. el refuerzo o reparación del hormigón rechazado, documentando debidamente esta proposición, para la consideración de la I.T.O..

- Si el resultado de la resistencia característica R_k no cumple lo establecido en c), se aplicará un descuento al precio unitario del tipo de hormigón colocado durante el mes de evaluación. Dicho descuento será igual a un 3% del valor del hormigón por cada 1%

de baja de resistencia, con un límite de un 30% de descuento. El descuento se aplicará en el estado de pago correspondiente.

d) Los ensayos de probetas a 7 días constituyen un índice bastante aceptable del comportamiento futuro del hormigón. Por esta razón, el Contratista deberá llevar un registro especial con los ensayos de probetas a 7 días, estableciendo un criterio de acción con la I.T.O. en caso de presentarse resistencias por debajo de las esperadas.

Reparación de desperfectos de hormigonado

Todas las imperfecciones que presente el hormigonado y que afecten su seguridad estructural, durabilidad o aspecto estético deberán ser reparadas, con la autorización de la I.T.O.. Para ello el Contratista elaborará instrucciones de reparación que las someterá a la aprobación de la I.T.O., considerando lo siguiente:

Las zonas por reparar deberán ser limpiadas y picadas cuidadosamente, eliminando todo trazo de material dañado.

Como puente de adherencia se aceptará sólo el empleo de resina epóxica aprobada por la I.T.O..

Deberá cuidarse especialmente de efectuar un buen curado de las zonas reparadas, aplicándose una membrana de curado autorizada por la I.T.O..

La colocación se efectuará de manera de obtener un buen relleno de la zona reparada.

La compactación deberá ser adecuada al tipo y volumen de material de reparación empleado, usándose de preferencia la vibración, cuando ello sea posible.

El tipo de material a emplear dependerá del espesor de la reparación:

a) Para espesores de 5 cm o menos se podrá emplear estuco de mortero de cemento aplicado en capas de 2,5 cm como máximo. El mortero utilizado deberá ser de calidad similar a la del hormigón que reemplaza. Este mortero deberá llevar incorporado un aditivo expansor del tipo Intraplast de Sika, o equivalente. En áreas pequeñas se pueden emplear morteros expansivos preparados.

b) Para espesores de más de 5 cm se empleará hormigón de tamaño en conformidad a las disposiciones del párrafo 6.3.3 de la Norma NCh 170.

El hormigón de reparación deberá cumplir además con otras condiciones:

- Docilidad correspondiente a un asentamiento de cono de 5 + 1 cm.
- Incorporación de aditivo expansor del tipo Intraplast de Sika, o equivalente.
- El nivel del hormigón de reemplazo en muros debe ser mínimo 5 a 10 cm superior al de la excavación con el fin de garantizar un perfecto llenado. Esto se materializa mediante un buzón de vaciado.

Cuando los parches estén totalmente secos, la superficie expuesta a la vista se esmerilará hasta obtener una superficie suave.

9.8 MOLDAJES

9.8.1 Diseño

Los moldajes se diseñarán de modo que soporten las presiones ejercidas por el concreto al ser colocado y vibrado y resistan las cargas debidas a operarios, pisadas, impacto, etc., y de modo que resulten superficies de concreto que cumplan con las tolerancias de construcción y con los tipos de terminaciones estipuladas de estas Especificaciones o en los planos.

Los moldajes podrán ser de madera, madera terciada, plástico reforzado con fibra de vidrio o acero.

Sólo se podrá emplear maderas cuya clase y calidad o cuyo tratamiento o recubrimiento garantice que no se producirán ataques químicos o cambio de colores en las superficies del concreto.

Se deberá usar suficientes amarras y pernos para moldes, a unos pocos centímetros de las juntas de construcción, de forma tal que aseguren un buen ajuste con el concreto antiguo y que mantengan un contacto hermético durante la colocación del hormigón. La faja de apoyo en el concreto antiguo deberá ser superior a 5 cm. No se admitirán

elementos que dejen huecos o depresiones mayores que 2 cm de diámetro en las superficies expuestas del hormigón. En general no se permitirá amarras de alambre.

Los moldajes deberán ser estancos para impedir pérdidas de mortero del hormigón.

Cuando se emplean moldes reusables, estos deberán mantener a través de todos los usos su resistencia, rigidez, estanqueidad y superficie perfectamente lisa.

En el caso del diseño del moldaje destinado a hormigones que quedan cubiertos o estucados se podrá usar madera en bruto. No obstante ello, el ajuste deberá ser adecuado para impedir la fuga de mortero durante el vibrado. Las superficies deberán tener una regularidad mínima que asegure la obtención de los recubrimientos exigidos a las armaduras.

Cuando se especifique terminación a la vista, los moldes deberán ser de tablas machihembradas, madera terciada o plancha metálica.

Para superficies alabeadas deberá usarse moldes de planchas adecuadas, cortadas de modo de obtener superficies suaves y herméticas.

En el caso de terminaciones a la vista se deberá usar sólo un tipo de moldaje para las superficies visibles de una misma estructura.

9.8.2 Ejecución

En los moldajes se dejarán insertados de acuerdo a los planos, los elementos de anclaje o de instalaciones que deberán quedar incorporados e empotrados en la obra.

Las planchas metálicas en contacto con el concreto deberán tener la superficie perfectamente lisa.

Las cabezas de los pernos deberán ser avellanadas.

Se deberá realizar un buen ajuste de los moldes contra el hormigón ya endurecido, de modo de obtener juntas suaves y regulares, que cumplan con las tolerancias establecidas para cada tipo de obra.

Los refuerzos, amarras, alzaprimas, arriostramientos, etc., se ejecutarán con miras a asegurar la indeformabilidad.

Se deberán construir los moldes de vigas, nervios y dinteles, de madera que se pueda descimbrar los costados, sin afectar el fondo y sus soportes.

Los cantos vivos de vigas, losas, machones, muros y pilares, deberán achaflanarse, incorporando al moldaje, listones de madera cepillada de dimensión adecuada al caso.

9.8.3 Moldajes Deslizantes

En el caso de usar moldajes deslizantes, el diseño del moldaje, la cantidad y ubicación de gatas hidráulicas, cantidad y ubicación de bombas de aceite, disposición de andamios colgantes, escaleras de acceso, barras de trepado, plataforma de trabajo, soportes de enfierraduras, iluminación, sistema de elevación, distribución y vibrado de hormigón, velocidad de elevación, platachado del muro, corrección del plomo, etc., deberá ser presentado con la debida anticipación, para la aprobación de la I.T.O..

El diseño de estos moldajes se hará según las recomendaciones de ACI 347.

9.8.4 Varios

- Deberán contemplarse ventanillas en las partes inferiores para facilitar la limpieza de las juntas de construcción.
- Los cortes en tierra podrán ser usados como moldajes para superficies verticales cuando sean aprobados y siempre que: se suministre un mínimo de 2,5 cm adicional de cobertura de concreto, la excavación cumpla con las leyes y reglamentaciones que las controlan y que la superficie resultante no quede expuesta a la vista.
- Se deberá aplicar a los moldajes un compuesto que impida su adherencia al concreto. Este compuesto consistirá en un aceite mineral y otro líquido aprobado, que no manche y que evite que el concreto se pegue al moldaje. El compuesto deberá aplicarse antes de colocar los moldajes.

9.8.5 Tolerancias

Las dimensiones especificadas para el elemento de hormigón deberán cumplir con la tolerancias límites que se indican, salvo indicación contraria de los planos de proyecto:

- a) Variación en la Verticalidad 5 mm/m

- b) Variación de la Superficies y ARISTAS
 - Hacia adentro de la sección teórica = 6 mm
 - Hacia afuera de la sección teórica = 10 mm
- c) Variación de la Sección en Fundaciones
 - Hacia adentro = 10 mm
 - Hacia afuera = 10 mm
- d) Irregularidades bruscas en junta de moldaje = 3 mm

9.8.6 Retiro de Moldajes

El retiro de los moldajes deberá efectuarse una vez que el hormigón esté suficientemente endurecido. El plazo mínimo al efecto se estima en 1 días (24 horas).

Deberá tomarse la precaución de rellenar con mortero de cemento todo el hueco dejado por pernos utilizados en la colocación de moldajes (también podrán usarse morteros expansivos preparados).

No se permitirá el retiro de los moldes de madera, por quemado de estos.

Si el hormigón está caliente o si el cemento está aun desarrollando calor, o bien, si la temperatura ambiente es menor de 5°C no podrá desmoldarse.

9.9 ENFIERRADURAS

9.9.1 Materiales

Generalidades

El acero para hormigón armado deberá ser de la calidad definida en los planos de proyecto.

El acero de procedencia extranjera deberá ser certificado por un laboratorio aprobado. El certificado correspondiente deberá indicar como mínimo sus características geométricas, su límite de fluencia, su resistencia a la tracción y la curva de alargamientos para distintas cargas de prueba, con el objeto de comprobar que tenga la ductibilidad requerida, todo ello para cada uno de los diámetros normales que se usarán.

Se podrá exigir la certificación de otras características en los casos que estime procedente.

El empleo de acero de igual grado pero de distinto origen, deberá ser autorizado por la I.T.O., con consulta al Ingeniero Projectista.

No podrá emplearse el acero proveniente de demoliciones.

Almacenamiento

Las barras de acero deberán ser almacenadas ordenadamente por diámetros y calidades, evitando que las barras queden en contacto directo con el suelo.

9.9.2 Preparación

Las armaduras deberán ser preparadas de acuerdo con las longitudes y formas señaladas en los Planos del Proyecto.

El doblado de las barras deberá efectuarse en frío, no pudiendo volver a estirarse aquellas barras que ya han sido dobladas.

El doblado de las barras deberá hacerse con herramienta apropiada (grifa y mandril) estando prohibido doblar las barras a golpes.

El estirado del acero en rollos, se hará mediante el uso de estiradores manuales o mecánicos, prohibiéndose el uso de tractores o camiones para este propósito.

9.9.3 Colocación de Armaduras

La posición de las armaduras deberá ser estrictamente la indicada en los Planos del Proyecto, conforme a las siguientes tolerancias:

- Variación máxima de recubrimiento especificado: + / -10%
- Variación máxima del espacio entre barras: + / -20%
- Cualquier variación en los diámetros, separación o posición de las barras deberá ser autorizada por la I.T.O., con consulta al proyectista.

Para facilitar la colocación de las armaduras podrá utilizarse un emplantillado de hormigón, siempre que éste haya sido especificado en los Planos del Proyecto.

El emplantillado estará constituido por hormigón de la dosis mínima de cemento de 170 Kg/m³ y relación Agua/Cemento = 0,60 + 0,05.

Si el terreno de fundación es roca, la calidad del hormigón para el emplantillado será la misma que la del hormigón de obra que se apoyará sobre él.

En el momento de su colocación, y antes de hormigonar, las barras deberán estar limpias de lodo, óxido suelto, pintura, aceite, grasa, mortero y de cualquier otra materia extraña que pueda perjudicar su adherencia al hormigón.

Las barras deberán ser aseguradas por separadores y protegidas para evitar que sufran deformaciones o desplazamientos causados por el tránsito de personas o por los equipos y elementos al colocar el hormigón.

Para cumplir con los recubrimientos previstos de las armaduras, los separadores podrán ser de mortero (pastilla o calugas) de igual resistencia que el hormigón correspondiente u otro material autorizado por la I.T.O..

Para las amarras se usará el alambre negro N°18.

Las armaduras superiores en losas se apoyarán sobre puentes de acero de 10 mm y dimensiones tales que se cumplan los recubrimientos indicados en los planos.

Los separadores de fierro de las mallas se colocarán de acuerdo con las indicaciones de los planos, de no indicarse se usará 6 trabas de 6 mm de diámetro por metro cuadrado.

9.9.4 Separación de Armaduras

La distancia libre entre barras paralelas no deberá ser inferior al diámetro de las barras y por lo menos igual a 1,3 veces del tamaño máximo del agregado grueso. En todo caso, deberá cumplirse que el hormigonado de los elementos estructurales se realice en forma de asegurar la debida compactación, vibrado y llenado completo de los vacíos entre barras.

Los recubrimientos mínimos, medidos entre la superficie del concreto y la barra de refuerzo más próxima serán:

Losas y muros estructuras: 5 cm
Hormigones colocados contra terreno: 5 cm

En definitiva, la separación final de la armadura y su recubrimiento será determinado en la memoria de cálculo respectiva e indicado en los planos de proyecto.

Las barras que interfieran con insertos u otras singularidades deberán desplazarse, pero no más de 5,0 cm. Si el desplazamiento necesario es mayor, la barra se cortará y se reforzará la zona con armadura de la misma sección interrumpida, traslapada en no menos de 50 diámetros.

9.9.5 Unión de Armaduras

En general, se consultan en el Proyecto uniones de las barras por simple traslapo. Sin embargo, las uniones podrán efectuarse con dispositivos mecánicos adecuados, debidamente sancionados por la experiencia y un laboratorio competente. La aprobación de su utilización deberá ser hecha con consulta a la I.T.O. y al Ingeniero Projectista.

La longitud de traslapos L , será la que indiquen los planos del proyecto. En todo caso, deberán cumplir lo dispuesto en norma ACI 318-89, Capítulo 12, cuando en forma imprescindible deban ser ejecutados en lugares no previstos en el proyecto.

En lo posible, en las barras que constituyen las armaduras, no se realizarán traslapos. Lo dicho será tenido especialmente en cuenta cuando se trata de barras sometidas a esfuerzos de tracción.

Si lo establecido anteriormente resultara imposible de cumplir, los traslapos se ubicarán en aquellos lugares en que las barras tengan las solicitaciones mínimas.

No se admitirán traslapos en las partes dobladas de las barras.

En una misma sección del elemento estructural sólo podrá haber como máximo un 50% de barras empalmadas.

Los traslapos se distribuirán de manera alternada a lo largo del elemento estructural.

Los extremos de las barras se colocarán en contacto directo en toda la longitud del empalme. Dichos extremos podrán disponerse uno sobre otro, o en cualquier otra forma que facilite la ejecución de un buen hormigonado alrededor de la longitud de superposición.

El espesor del hormigón alrededor del empalme no será menor de 2 diámetros; si el empalme está perfectamente zunchado con alambre de diámetro adecuado, este espesor se podrá reducir a 1 diámetro.

La ubicación y longitud de traslapos no indicados en los planos deberá ser aprobada por la I.T.O. con consulta al Ingeniero Proyectista.

No se aceptarán soldaduras en las armaduras.

9.9.6 Protección de las Armaduras

El Contratista deberá tomar las medidas de protección que sean necesarias para impedir la rotura de amarras después de la Inspección Final durante el hormigonado e impedir cualquier efecto que pueda perjudicar la adherencia de las enfierraduras al hormigonado, durante o después de su colocación.

El Contratista, durante el vaciado del hormigón, deberá disponer a lo menos de un enfierrador en el frente de trabajo.

El Contratista deberá prevenir a todo su personal, de evitar los movimientos de las armaduras. Con tal fin se deberá colocar, en cantidad suficiente, pisadera, escaleras, pasarelas, soportes y otras instalaciones provisionales.

En todo los casos posibles, se deberá amarrar a un atiesador los extremos libres de las armaduras, especialmente aquellas barras que salen sobre el nivel de la concretadura. Como atiesador se empleará un tablón o una barra de fierro adicional.

La enfierradura oxidada, si la hubiera, se tratará conforme al capítulo 7.4.2 de la ACI 318-89.

9.9.7 Inspección

Sin que ello signifique limitación de la responsabilidad del Contratista, la I.T.O. deberá aprobar por escrito lo siguiente:

- Sistema de Almacenaje de las Barras y Rollos.
- Sistema de Clasificación e Identificación de Orígenes y Calidad de las barras de refuerzo según norma NCh 204.
- Recepción de todas las armaduras, previo al Hormigonado.

9.10 ELEMENTOS METÁLICOS

En este capítulo se especifican las condiciones de suministro y colocación de los elementos y accesorios metálicos, consultándose en todos los elementos a la vista la ejecución de pintura de protección anticorrosiva y esmalte de terminación, en dos manos. Llevarán pintura de protección de acuerdo a lo siguiente:

- **Anticorrosivo:** Aplicar dos manos de anticorrosivo epóxico Aducto

Amina AS 334-14.

Espesor película seca	: 1,5 mils.
Tiempo repintado	: 8 - 24 horas
Aplicación	: Brocha, pistola o Airless.
Dilución brocha	: 0,2-0,5 lts/gl
Dilución pistola	: 0,8-1,0 lts/gl
Dilución Airless	: 0,0-0,2 lts/gl
Diluyente	: AS 10334
Mezcla	: 4A:1B

- **Esmalte:** Aplicar dos manos de esmalte epóxico AS 331 Color

Espesor película seca	: 1,5 mils cada una
Tiempo entre manos	: 12 - 24 horas
Aplicación	: Brocha, pistola, airless
Dilución Brocha	: 0,2 - 0,5 lts/gl
Dilución Pistola	: 0,8 - 1,0 lts/gl
Dilución Airless	: 0 - 0,3 lts/gl
Diluyente	: AS 1033
Mezcla	: 1A:1B
Espesor total del esquema: 6,0 mils	

El tratamiento superficial final para aplicación del anticorrosivo será arenado a grado comercial según norma SSPC-SP6.

9.11 ENROCADOS

Esta Sección se refiere a la construcción de enrocados en cauces naturales o artificiales, con el propósito de evitar erosiones o socavaciones por la acción de la corriente, o bien para evitar desbordes o inundaciones que puedan afectar las obras viales u otros tipos de infraestructura pública o privada.

La Sección incluye además la construcción de pretilas cuando sean necesarios para el sostenimiento de las estructuras. Se deberá cumplir en lo pertinente, con lo establecido en la Sección 5.003, Especificaciones Ambientales Generales y lo estipulado en la Sección 5.004, Disposiciones de Seguridad establecido en el Manual de Carreteras Volumen 5 Especificaciones Técnicas Generales.

9.11.1 Materiales

Roca

Para las obras de enrocados, se emplearán unidades o bloques de roca, extraídas de cantera, cuya calidad, forma, tamaño y granulometría deberán ceñirse a lo que aquí se señala. Los tipos de enrocados se denominarán según el peso de las unidades que los componen, expresados en toneladas.

Las rocas para los efectos de construir enrocados se clasificarán como adecuadas, inadecuadas y rocas que requieren estudios especiales.

Los siguientes tipos de rocas serán adecuados siempre que las rocas sean sanas, compactas y resistentes, sin señales de meteorización, descomposición o grietas y que cumplan con los requerimientos de calidad especificados en la Tabla 6.9.1.

- Granitos, granodioritas y sienitas;
- Aplitas, pórfidos y porfiritas;
- Gabros;
- Diabasas, ofitas y lamprófidios;
- Riolitas y dacitas;
- Andesitas, basaltos y limburgitas;
- Cuarcitas y mármoles;

- Calizas y dolomitas; y
- Areniscas, conglomerados y brechas.

No se podrán utilizar, en ningún caso por considerarse inadecuadas, rocas de los siguientes tipos:

- Serpentina;
- Tobas volcánicas y rocas volcánicas piroclásticas;
- Micacitas y filitas;
- Anhidrita, yeso y rocas solubles;
- Tobas calcáreas y caliche;
- Arcosas y limolitas; y
- Las rocas que se desintegran espontáneamente al estar expuestas a la intemperie o que, al ser compactadas, sufran una trituración importante o adquieran una consistencia terrosa.

Las rocas no incluidas en ninguno de los dos grupos anteriores requerirán de un estudio especial que verifique si ellas se ajustan a los requisitos de calidad que se especifican en el Proyecto, sin perjuicio de cumplir con los que se señalan en la Tabla 9.11.1. Entre otras, las rocas que requieren de estudios especiales, son las siguientes:

- Peridotitas, traquitas y fonolitas;
- Aglomerados y conglomerados volcánicos;
- Neis, esquistos y pizarras;
- Migmatitas, corneanas, anfíbolitas y grauvacas;
- Carniolas, margocalizas y margas;
- Argilitas; y
- Maciños, molasas, samitas y rodenos.

ENSAYOS		REQUISITOS	METODOS
Densidad	Neta	2.600 mínimo	LNV 68
(kg/m ³)		2% máximo	LNV 68
Absorción (%)			

Tabla 9.11.1

Las rocas deberán ser de forma aproximadamente cúbica con aristas vivas que aseguren una buena trabazón entre las unidades.

Sólo deberán usarse trozos o unidades redondeadas en taludes más tendidos que 2:1 (H:V). No se deberán colocar unidades de formas alargadas o aplanadas salvo que la menor dimensión de los trozos individuales sea mayor que un tercio de su mayor dimensión.

La distribución de tamaños de las unidades de roca se deberá ajustar a lo indicado en la siguiente tabla

Peso de la Roca	GRANULOMETRIATIPOI Denominación del Enrocado en Toneladas					GRANULOMETRIATIPOI Denominación del Enrocado en Toneladas				
	8t	4t	2t	1t	1/2t	1t	1/2t	1/4t	1/10t	1/20t
16	0-5									
8	50-100	0-5								
4	95-100	50-100	0-5							
2		95-100	50-100	0-5		0-5				
1			95-100	50-100	0-5	50-100	0-5			
1/2				95-100	50-100		50-100	0-5		
1/4					95-100	95-100		50-100	0-5	
1/10							95-100		50-100	0-5
1/20								95-100		50-100
1/100									95-100	95-100

Tela Geotextil para Control de Erosión

En la construcción de obras de enrocado, la tela geotextil se colocará sobre las superficies señaladas en el Proyecto. La tela deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Manual de Carreteras Volumen 5, específicamente lo indicado en la Tabla 5.204.202.D, de la Sección 5.204, Geotextiles. Su colocación se regirá por lo establecido en el Proyecto, por lo especificado en esta Sección y en lo pertinente, por lo estipulado en el Párrafo 5.204.306 de la Sección 5.204, Geotextiles.

Colocación de Enrocados en Taludes

El enrocado podrá consistir de la colocación de una o más capas de roca, cuyas granulometrías se ajustarán a lo señalado en el Proyecto y a lo establecido en la Tabla 5.207.201.B del Manual de Carreteras Volumen 5. Las rocas deberán cumplir además con lo indicado anteriormente en las presentes E.T.

Las rocas se transportarán y descargarán en lugares que no entorpezcan el libre tránsito vehicular o peatonal, ni el libre escurrimiento de las aguas si se localizan dentro del cauce. El método de descarga deberá prevenir la fractura de los bloques. En el caso de que ello ocurra, los bloques fracturados de dimensiones menores a los previstos en el Proyecto, deberán ser retirados y dispuestos de acuerdo a lo establecido por la I.T.O.

El Contratista deberá dejar en lugares claramente visibles, tanto en cantera como en cada frente de trabajo, juegos de rocas previamente pesadas y pintadas con la indicación de sus pesos exactos, los que deberán representar aproximadamente los pesos mínimo y máximo especificados según su granulometría.

La estructura de enrocado se construirá desde la zanja de fundación hacia su coronamiento, debiéndose rellenar dicha zanja con las rocas de mayor tamaño. Las rocas se trasladarán a sus puntos de localización definitivos mediante métodos mecánicos, donde serán acomodadas por el brazo de la máquina y finalmente manualmente por los espigoneros, ayudados por barrenos u otras herramientas manuales, de tal forma que queden trabadas entre sí, dejando una mínima cantidad de huecos. Estas deberán quedar de preferencia con su eje longitudinal (mayor) contenido aproximadamente en un plano vertical, normal al plano del talud y ligeramente inclinado hacia el interior, con un ángulo máximo de 20 grados con respecto al vertical. En la construcción de dos o más capas, las rocas de la capa inferior deberán colocarse de manera que se obtenga una buena trabazón con las rocas de la capa inmediatamente superior. Cada roca de la capa superior deberá quedar dispuesta de manera que se apoye al menos en tres puntos sobre las rocas de la capa subyacente.

La cara visible del enrocado deberá ser pareja y uniforme, sin singularidades o discontinuidades, debiéndose ajustar al plano teórico de Proyecto. Para efectos de control de la sección típica, se dispondrán en terreno maestras de madera, cuyos contornos sigan la forma externa de la sección típica de los enrocados. Estas podrán colocarse a una distancia de 10 m unas de otras. Alternativamente, el Contratista podrá proponer otro método de control, el cual deberá ser previamente aprobado por la Inspección Fiscal.

La tolerancia de las irregularidades puntuales de la superficie terminada, con respecto al plano teórico de Proyecto, será $\pm D/3$, con un máximo de 0,30 m, siendo D el diámetro de la esfera equivalente del tamaño medio del enrocado. Las irregularidades se medirán en la dirección normal a la superficie de dicho plano.

Cuando el Proyecto así lo especifique o sea aprobado por la Inspección Fiscal, la colocación de roca se podrá efectuar por volteo, descargando directamente desde el camión u otro método mecánico, hacia su emplazamiento definitivo.

9.12 TUBERIA Y VALVULA DE COMPUERTA.

9.12.1 Tubería HDPE.

Los requisitos de trabajo incluidos en el presente documento y tal como se muestran en los Planos, incluyen el suministro de toda la mano de obra, materiales, equipo de construcción y servicios para la ejecución de la Obra conforme se indica en las especificaciones y se muestra en los Planos.

Toda la tubería deberá ser de la mejor calidad disponible y cumplir con las normas más recientes de:

- Instituto Americano de Normas Nacionales (ANSI)
- Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM)
- Asociación Americana Estatal de Autopistas y Transportes (AASHTO)
- Sociedad de la Industria del Plástico, Inc. (SPI)
- Instituto de Tubería Plástica (PPI).

Cualquier discrepancia entre las normas deberá ser presentada a la Inspección para que tome una decisión al respecto.

Los materiales utilizados para fabricar tubería HDPE y accesorios de polietileno no deberán contener compuestos reciclados salvo aquellos generados, en la planta de los fabricantes, con la resina de la misma especificación y a través del mismo proveedor de la materia prima. Durante la fabricación de las tuberías, deben tomarse todas las precauciones para asegurar que el contenido de humedad de la resina sea minimizado. El fabricante debe tener certificación ISO 9000 y las dimensiones y calidad de la tubería de HDPE deberá ser conforme a lo especificado en ASTM F 714, D 2513, D 3035 y los diámetros de tubería serán aquéllos especificados en los Planos.

Los accesorios de polietileno deberán ser fabricados del mismo tipo de resina, grado y clasificación de celda de la tubería a la que serán unidos. Se fabricarán a partir de la tubería de polietileno, laminas de reserva o accesorios moldeados. Todos los accesorios tendrán el mismo valor de presión interna que el de la tubería a la que se acoplarán. En el punto de fusión, el espesor de pared y el diámetro exterior del

accesorio, será de acuerdo con la norma ASTM F714 o D3035 para el mismo diámetro de tubería.

Las secciones de tubo de HDPE deberán unirse mediante fusión térmica a tope en estricto cumplimiento de las recomendaciones del fabricante, salvo que en los Planos se especifique tuberías de extremo bridado. El equipo de fusión a tope usado en los procedimientos de unión, deberá satisfacer todas las condiciones recomendadas por el fabricante de tuberías.

Los aros de refuerzo para uniones bridadas deberán ser del tipo trenzado de hierro dúctil (los grados fluctúan entre 60/40/18 y 64/45/12, ASTM 536-80), perforados con plantillas ANSI de pernos para aros, y tener una capacidad de presión de 150 psi, salvo que se especifique lo contrario. Las bridas y pernos de refuerzo deberán ser los aprobados o suministrados por el fabricante de tuberías.

La tubería, conexiones, válvulas y otros accesorios deberán cargarse y descargarse izándolos con tecles, de modo que se eviten daños o peligros. Por ningún motivo debe dejarse caer tuberías o conexiones al suelo o dentro de zanjas. Las tuberías que se manipulen en patines, no deberán patinar o rodarse sobre tuberías que ya estén en el suelo. El interior de toda la tubería y conexiones de tubería siempre deberán mantenerse libres de basura y materias extrañas.

Las tuberías se instalarán según las líneas y rasantes y generalmente en la forma mostrada en los Planos. Cuando los Planos no indiquen líneas o rasantes específicas, éstas serán determinadas por el proyectista o la Inspección en el campo para adaptarse a las condiciones existentes del terreno. El Contratista deberá usar equipo y métodos aceptables y conforme a las recomendaciones del fabricante de tuberías, para la manipulación y colocación de las tuberías y conexiones.

El Contratista deberá instalar toda la tubería requerida para concluir la instalación de acuerdo con las buenas prácticas instalación de tuberías, ya sea que la tubería esté específicamente detallada en los Planos o no. Deberá mantenerse la distribución general indicada en los Planos. Cuando haya una interferencia durante la instalación o se considere necesario reubicar tuberías, deberá consultarse a la Inspección antes de efectuar algún cambio.

Antes de la instalación, deberá inspeccionarse cada segmento de la tubería y todas las

conexiones para determinar si tienen defectos y/o daños. Se deberá tener cuidado de prevenir el ingreso de materias extrañas en las tuberías mientras están siendo instaladas.

Los extremos abiertos de las tuberías deberán cubrirse con tapones temporales u otros medios aprobados, cuando no se estén instalando.

9.12.2 Válvula.

Se proyecta la instalación de dos válvulas de compuerta plana, con uniones brida según NCh 402 – DIN 2511, DN 1000, cuerpo, tapa, volante y cuña de Fe; ajuste, vástago y turca de bronce y empaquetaduras de algodón y caucho. Se instalarán según recomendación del fabricante.

10. PRESUPUESTO ESTIMATIVO.

EMBALSE DE REGULACION INTERANUAL LA BRUJA					
DESIGNACION	UN	CANT.	P.UNIT.	P.TOTAL	
Instalación de Faenas					
Instalación de Faenas	Gl	1	5,000,000		5,000,000
Ensayos					
Dosificación	Nº	2	55,000		110,000
Resistencia hormigon	Nº	6	75,000		450,000
Compactación	Nº	60	25,000		1,500,000
Cuidadores en frente de obras y maquinas					
Cuidadores en frente de obras y maquinas	día	150	12,000		1,800,000
Reparación canal					
Roce y despeje	m2	10,000.0	500		5,000,000
Replanteo y control topografico	mes	3.00	1,200,000		3,600,000
Escarpe	m3	5,918.00	2,500		14,795,000
Excavacion	m3	2,020.00	3,500		7,070,000
Relleno compactado	m3	50.00	4,000		200,000
Terraplén compactado 95% DMCS	m4	90,046.00	4,500		405,207,000
Emplantillado Hormigón H5	m3	27.59	55,000		1,517,450
Hormigón clase H30	m3	195.90	105,000		20,569,500
Enfierradura A63-42H	Kg	18,424	1,300		23,951,200
Acero A37-24ES	Kg	195.00	5,300		1,033,500
Moldaje	m2	1,233.00	4,000		4,932,000
Valvula compuerta 40"	Unid.	2.00	8,500,000		17,000,000
Tubería HDPE PE100 PN10 D=1000 mm.	ml	73.00	250,000		18,250,000
Limnímetros	gl	1.00	1,000,000		1,000,000
Monolitos de control	gl	1.00	500,000		500,000
Piezómetros de Casagrande	gl	1.00	1,200,000		1,200,000
			Subtotal \$		525,825,650
		COSTO DIREC.NETO	[\$]		534,685,650
		GASTOS GENERALES (12%)	[\$]		64,162,278
		UTILIDAD (15%)	[\$]		80,202,848
		COSTO TOTAL	[\$]		679,050,776
		I.V.A.	[\$]		129,019,647
		COSTO OBRA C/ IVA	[\$]		808,070,423

PRESUPUESTO ESTIMATIVO
EMBALSE DE REGULACION INTERANUAL LA BRUJA

DESIGNACION	UN	CANT.	P.UNIT.	P.TOTAL
Instalación de Faenas				
Instalación de Faenas	Gl	1	5.000.000	5.000.000
Ensayos				
Dosificación	Nº	2	55.000	110.000
Resistencia hormigon	Nº	6	75.000	450.000
Compactación	Nº	60	25.000	1.500.000
Cuidadores en frente de obras y maquinas				
Cuidadores en frente de obras y maquinas	día	150	12.000	1.800.000
Reparación canal				
Roce y despeje	m2	10.000,0	500	5.000.000
Replanteo y control topografico	mes	3,00	1.200.000	3.600.000
Escarpe	m3	5.918,00	2.500	14.795.000
Excavacion	m3	2.020,00	3.500	7.070.000
Relleno compactado	m3	50,00	4.000	200.000
Terraplén compactado 95% DMCS	m4	90.046,00	4.500	405.207.000
Emplantillado Hormigón H5	m3	27,59	55.000	1.517.450
Hormigón clase H30	m3	195,90	105.000	20.569.500
Enfierradura A63-42H	Kg	18.424	1.300	23.951.200
Acero A37-24ES	Kg	195,00	5.300	1.033.500
Moldaje	m2	1.233,00	4.000	4.932.000
Valvula compuerta 40"	Unid.	2,00	8.500.000	17.000.000
Tubería HDPE PE100 PN10 D=1000 mm.	ml	73,00	250.000	18.250.000
Limnímetros	gl	1,00	1.000.000	1.000.000
Monolitos de control	gl	1,00	500.000	500.000
Piezómetros de Casagrande	gl	1,00	1.200.000	1.200.000
			Subtotal \$	525.825.650
COSTO DIREC.NETO			[\$]	534.685.650
GASTOS GENERALES (12%)			[\$]	64.162.278
UTILIDAD (15%)			[\$]	80.202.848
COSTO TOTAL			[\$]	679.050.776
I.V.A.			[\$]	129.019.647
COSTO OBRA C/ IVA			[\$]	808.070.423

CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO - TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES

AÑO	Lircay	La Bruja
	Qmax (m3/s)	Qmax (m3/s)
1961	2,15	0,00
1962	119,6	0,21
1963	253	0,45
1964	107,6	0,19
1965	372,8	0,67
1966	270,6	0,48
1967	83,9	0,15
1968	16,62	0,03
1969	453,8	0,81
1970	203,2	0,36
1971	309,4	0,55
1972	581,2	1,04
1974	106,5	0,19
1975	99,76	0,18
1976	16,47	0,03
1977	287,96	0,51
1978	428,26	0,77
1979	343,38	0,61
1980	470,43	0,84
1981	289,22	0,52
1982	425,29	0,76
1983	247	0,44
1984	342,72	0,61
1985	353,64	0,63
1986	698,8	1,25
1987	465,04	0,83
1988	222,36	0,40
1989	298,29	0,53
1990	75,34	0,13
1991	397,16	0,71
1992	458,05	0,82
1993	287,33	0,51
1994	150,55	0,27
1995	291,75	0,52
1996	188,1	0,34
1997	431,24	0,77
1998	72,19	0,13
1999	181,46	0,32
2000	850	1,52
2001	721	1,29
2002	263,15	0,47
2003	271,7	0,49
2004	365,66	0,65
2005	454,92	0,81
2006	282,94	0,51

EMBALSE DE REGULACIÓN INTERANUAL LA BRUJA

EJE HIDRÁULICO SOBRE EL VERTEDRO PROYECTADO, CÁLCULO DE RAPIDO DE DESCARGA Y ESTANQUE DISIPADOR

Eje Hidráulico

Hd 0,34 m

Sobre el vertedero

X/Hd	X	Y/Hd	Y
-1	-0,34	-0,933	0,317
-0,8	-0,272	-0,915	0,311
-0,6	-0,204	-0,893	0,304
-0,4	-0,136	-0,865	0,294
-0,2	-0,068	-0,821	0,279
0	0	-0,755	0,257
0,2	0,068	-0,681	0,232
0,4	0,136	-0,586	0,199
0,6	0,204	-0,465	0,158
0,8	0,272	-0,32	0,109
1	0,34	-0,145	0,049
1,2	0,408	0,055	-0,019
1,4	0,476	0,294	-0,100
1,6	0,544	0,563	-0,191
1,8	0,612	0,857	-0,291

Sobre el rápido de descarga

B	2,0 m
n	0,016
Q	0,85 m ³ /s
i 1	0,1635 m/m
i 2	0,001 m/m
i 3	0,1 m/m

Disipador de energía 1

Antes del disipador

F 4,9

v < 60 pies/s

Alturas conjugadas resalto

d1 0,145 m

d2/d1 6,448

d2 0,932 m

v 0,091 m/s F 0,03

Largo disipador

L2/d2 2,35

L2 2,191 m

TW 0,932

Bloques 1

ancho 0,145 m

alto 0,145 m

esp 0,145 m

Bloques 2

dist 0,746 m

h3/d1 1,5

altura h3 0,217 m

esp 0,163 m

coronami 0,043 m

Sill (Umbra)

h4/d1 1,25

h4 0,181 m

Lugar: Proyecto:

Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S): m/m

Resultados:

Transte normal (y): m

Perímetro (p): m

Área hidráulica (A): m²

Radio hidráulico (R): m

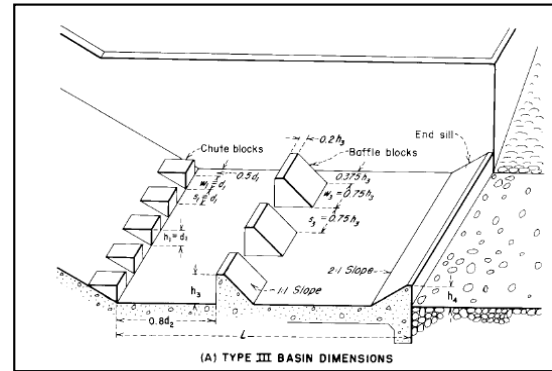
Espejo de agua (T): m

Velocidad (v): m/s

Número de Froude (F):

Energía específica (E): m·Kg/Kg

Tipo de flujo:

Disipador de energía 2

Antes del disipador

F 3,9

v < 60 pies/s

Alturas conjugadas resalto

d1 0,17 m

d2/d1 5,0381

d2 0,8565 m

v 0,099 m/s F 0,034

Largo disipador

L2 3,4 m

Bloques 1

ancho 0,12 m

alto 0,35 m

esp 0,3 m

Lugar: Proyecto:

Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S): m/m

Resultados:

Transte normal (y): m

Perímetro (p): m

Área hidráulica (A): m²

Radio hidráulico (R): m

Espejo de agua (T): m

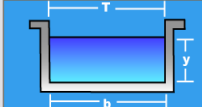
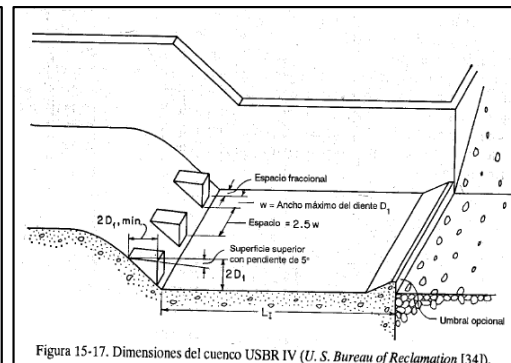
Velocidad (v): m/s

Número de Froude (F):

Energía específica (E): m·Kg/Kg

Tipo de flujo:

[Retorna al Menú principal](#) 4:39 PM 6/14/2012

DISEÑO DE VERTEDERO EMBALSE DE REGULACIÓN INTERANUAL LA BRUJA

El diseño del vertedero se realiza siguiendo la metodología establecida en el MANUAL

Design of Small Dams Bureau of Reclamation Tercera Edición, 1987.

Como complemento se utilizó el Libro Hidráulica de Canales Abiertos Ven Te Chow

CAUDALES

Qcrecida	1,5 m ³ /s
Qc.canal	0,7 m ³ /s
Qmax	2,2 m³/s
Qamortiguado	0,85 m ³ /s

VERTEDRO

Q	0,85 m³/s
Q	30,0 ft³/s
L	6,5 ft
L	2,0 m
vo	0,46 m/s
Ho	0,3400 m
Cd	3,94
p/ho	1,76
ha	0,0107 m
ho	0,3400 m
p	0,6 m
P/Ho	1,764705882 > 1,33
Ho/ho	1
F	0,1035 subcrítico

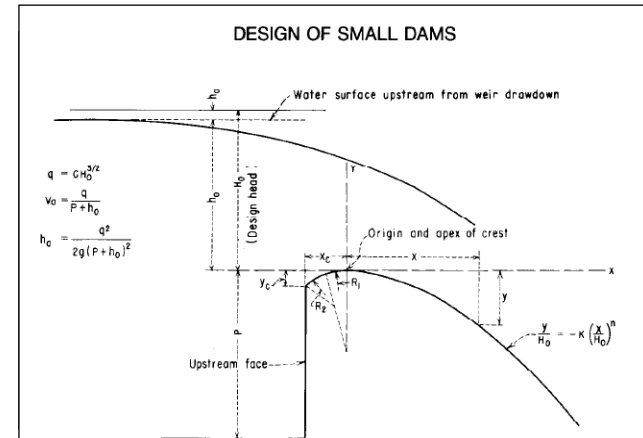
INFORMACION DE TABLAS

SMALL DAMS pág 366

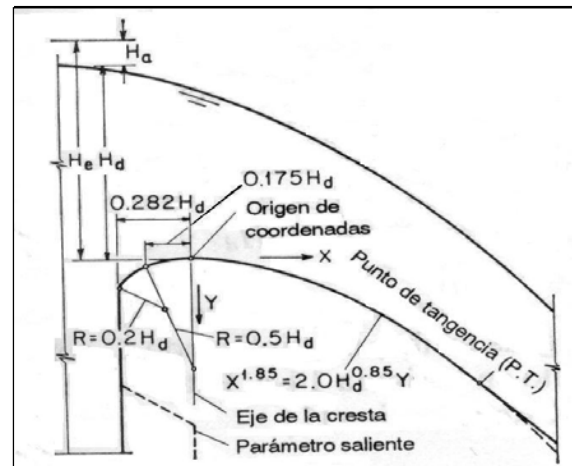
K	0,5
n	1,87
Ho	0,34 m
Ho	1,115472 ft

GEOMETRÍA RÁPIDO DE DESCARGA

0,282Hd	0,10	m	
R=0.2Hd	0,07	m	
0,175Hd	0,06	m	
R=0.5Hd	0,17	m	
x(m)	x (ft)	y (ft)	y(m)
0	0	0	0
0,1	0,32808399	-0,05656828	-0,01724201
0,2	0,65616798	-0,2067755	-0,06302517
0,3	0,98425197	-0,4413567	-0,13452552
0,4	1,31233596	-0,7558318	-0,23037753
0,5	1,64041995	-1,14722047	-0,3496728
0,6	1,96850394	-1,61330254	-0,49173461
0,7	2,29658793	-2,15231738	-0,65602634



Fuente: Design of Small Dams
Bureau of Reclamation Tercera Edición, 1987. pag. 366



Fuente: Hidráulica de Canales Abiertos,
Ven Te Chow. pág. 357

SIMULACION OPERACIÓN ANUAL (Con acumulación nocturna)

MES	V _{INICIAL}	V _{AFLUENTE}		V _{EVAPORACION} CITRA - UTalca		R	DEMANDA TOTAL		V _{FINAL}	V _{REVALSE}	AREA INUNDA CION	COTA
	m ³	m ³ /s	m ³	mm	m ³	m ³	m ³ /s	m ³	m ³	m ³	m ²	m
Mayo	15.806	0,091	243.467	16,24	195	259.078			259.078	-	17.121	296,00
Junio	259.078	0,091	235.613	9,31	518	494.173			494.173	-	79.434	300,85
Julio	494.173	0,091	243.467	10,5	842	736.798			617.885	118.913	114.551	303,50
Agosto	617.885	0,091	243.467	21,42	1.802	859.549			617.885	241.664	120.198	304,13
Septiembre	617.885	0,136	353.419	42,98	3.616	967.688			617.885	349.803	120.198	304,13
Octubre	617.885	0,318	852.133	74,83	6.296	1.463.722	0,830	926.818	536.904	-	120.198	304,13
Noviembre	536.904	0,409	1.060.258	115,22	9.428	1.587.733	1,068	1.153.184	434.550	-	116.894	303,74
Diciembre	434.550	0,455	1.217.333	146,72	11.173	1.640.709	1,186	1.324.026	316.683	-	108.792	302,98
Enero	316.683	0,455	1.217.333	146,72	9.196	1.524.821	1,186	1.324.026	200.795	-	89.535	301,54
Febrero	200.795	0,409	989.574	102,55	5.024	1.185.345	1,068	1.076.305	109.040	-	69.985	300,21
Marzo	109.040	0,273	730.400	81,27	2.965	836.474	0,712	794.415	42.059	-	52.120	298,96
Abril	42.059	0,182	471.226	40,67	758	512.526	0,475	512.526	15.806	-	26.642	296,91

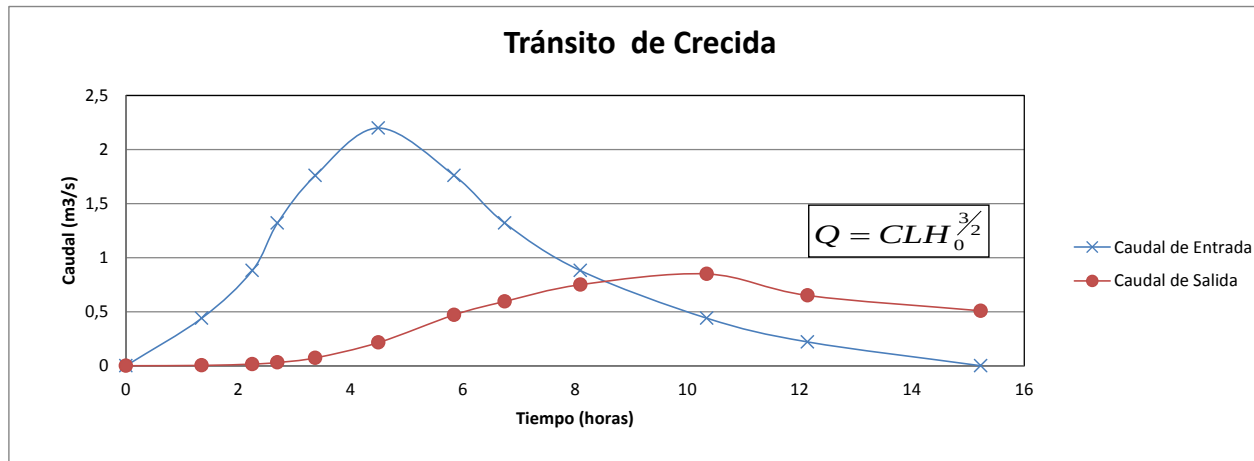
DETERMINACION DE LA DEMANDA

DEMANDA		DEMANDA		DEMANDA	
m ³ /s	m ³	m ³ /s	m ³	m ³ /s	m ³
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
0,318	355.055	0,445	497.078	0,067	74.685
0,409	441.774	0,573	618.484	0,086	92.926
0,455	507.222	0,636	710.111	0,096	106.693
0,455	507.222	0,636	710.111	0,096	106.693
0,409	412.322	0,573	577.251	0,086	86.731
0,273	304.333	0,382	426.066	0,057	64.016
0,182	196.344	0,255	274.882	0,038	41.301

LAMINACIÓN Y CÁLCULO DE AMORTIGUAMIENTO DEL EMBALSE DE REGULACIÓN INTERANUAL LA BRUJA

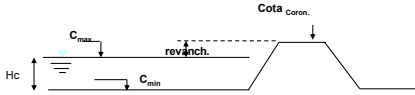
DATOS							RESULTADOS		
Qmáx (m ³ /s)	0,85	V. máximo	Altura	C	Largo Vertedero (m)	Largo Vertedero (pies)	Q máx (m3/s)	ho máx (m)	Amortiguamiento
		617.885,00	304,50	3,937	2	6,5616	0,85	0,34	61,40%

CALCULOS									
HIDROGRAMA		VOLUMEN		ALMACENAMIENTO		COTA EMBALSE	Caudal Salida de Vertedero	h _o	h _o
Tiempo horas	Q	Entrada	Salida	Volumen Inicial	Volumen Final			pies	m
	m ³ /s	m ³	m ³	m ³	m ³	msnm	m ³ /s	pies	pies
0,00	0,00	0	-	617.885	617.885	304,13	-	-	-
1,35	0,44	1.069	7,00	618.954	618.947	304,13	0,003	0,025	0,008
2,25	0,88	2.138	29,22	621.084	621.055	304,15	0,015	0,075	0,023
2,70	1,32	1.781	36,52	622.836	622.800	304,16	0,030	0,119	0,036
3,37	1,76	3.741	124,66	626.540	626.416	304,19	0,073	0,215	0,065
4,50	2,20	8.016	581,68	634.431	633.850	304,26	0,215	0,442	0,135
5,85	1,76	9.619	1.665,65	643.469	641.803	304,35	0,471	0,746	0,227
6,75	1,32	4.988	1.725,81	646.790	645.065	304,39	0,595	0,871	0,265
8,10	0,88	5.344	3.266,07	650.408	647.142	304,44	0,750	1,017	0,310
10,35	0,44	5.344	6.474,16	652.486	646.012	304,46	0,849	1,105	0,337
12,14	0,22	2.138	4.856,59	648.149	643.293	304,41	0,650	0,925	0,282
15,23	0,00	1.221	6.428,15	644.513	638.085	304,37	0,508	0,784	0,239



	Proyecto	Página:
	Cálculo:	
EMBALSE DE REGULACION INTERANUAL LA BRUJA		
ESTABILIDAD DE CORTINA		

Altura del Pretil (Ht)



(Figura 1)

Cota de embalsamiento

Esta queda definida por el volumen embalsable, determinado con el caudal de diseño y la topografía del sector de emplazamiento del embalse,

C_{Min.}	=	291,5	msnm
C_{Max.}	=	304,5	msnm
C_{coron}	=	306,5	msnm
Hc	=	13,00	m

Determinación revancha

Revancha máxima existente = 2,00 m

Determinación altura de muro

H_{muro}	=	Hc + Revancha
H_{muro}	=	15 m
Hmuro adoptada	=	15 m

maxima adptada para cálculo

Determinación ancho coronamiento

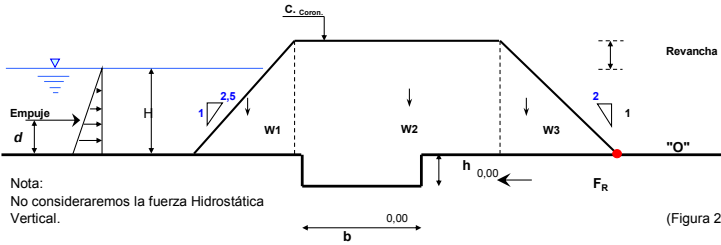
B	=	Hmuro adoptado/ 5 + 3 (Pies)
B	=	12,85 (Pies)
B	=	4,00 m
B_{adoptado}	=	6,00 m (mínimo)

Bases de Diseño

Densidad del suelo	γ_s	=	1,97	Ton/m ²
Angulo de Fricción interna	θ	=	20	°
Densidad del agua	γ_w	=	1,00	Ton/m ²
Tensión admisible suelo	σ	=	3,00	kg/cm ²
altura talón	h	=	0,00	m
ancho talón	b	=	0,00	m
talud aguas arriba	x1	=	2,50	
talud aguas abajo	x2	=	2,00	

B_{total}	=	B_{adoptado} + Hmuro * x1 + Hmuro * x2
B_{total}	=	73,50 m

CARACTERISTICAS DE MURO DE EMBALSE



(Figura 2)

Verificación al Deslizamiento

Fuerzas que producen deslizamiento

Empuje Hidrostático Horizontal

$$E = 1/2 \gamma_w \times Hc^2$$

El valor de Hc sera la altura total del muro, de modo de aumentar confiabilidad de cálculos"

E_{agua}	=	112,50	Ton/m	"Valor calculado utilizando densidad del agua"
-------------------------	---	---------------	-------	---

Empuje sísmico del agua

Hc	=	13,00	m
K	=	0,2	

K= Relación entre aceleración causada por el sismo y la aceleración de gravedad. **K recomendados, 0,2-0,3**

E_w	=	0,555 * K * γ _w * Hc * Hc
E_w	=	18,759 Ton/m

Empuje para deslizamiento total

F_{des}	=	E + E _w
F_{des}	=	131,26 Ton/m

Cálculo de la subpresión

Hc	=	13,00	m
hb	=	0	m
B_{total}	=	73,50	m

Altura de agua en costado derecho de la figura 1

U	=	0,5 * (Hc + hb) * γ _w * L
U	=	477,75 Ton/m

	Proyecto EMBALSE DE REGULACION INTERANUAL LA BRUJA	Página:
	Cálculo: ESTABILIDAD DE CORTINA	

Fuerzas resistentes al deslizamiento

Pesos

$$F_R = W_T \times \tan \theta$$

$$W_T = \sum W_i + SC$$

Luego cálculo de pesos

W1 = 554,1	Ton
W2 = 177,3	Ton
W3 = 443,3	Ton

$$W_T = W1 + W2 + W3 - U$$

$$W_T = 696,9 \quad \text{Ton}$$

Evaluando se Tiene:

Fr	=	W _T	x	Tan θ
Fr	=	696,9	x	0,36
Fr	=	253,63	Ton/m	

Ahora la fuerza resistente total de desplazamiento esta dada por:

Fr _{total}	=	Fr
Fr _{total}	=	253,63 Ton/m

Determinación factor de seguridad

F.S.	=	Fr _{total} /F _{des}	1,93	>	1,5	RESISTE DESLIZAMIENTO
-------------	---	---------------------------------------	------	---	-----	------------------------------

Verificación al Volcamiento

Momento Volcante

con

$$M_v = E \times d$$

$$d = \frac{1}{3} \times H_c$$

Evaluando se Tiene:

$$M_v = 487,50 \frac{\text{Ton m}}{\text{m}}$$

Ahora para fuerzas volcantes totales se tiene la siguiente expresión:

M _v total	=	M _v +B _{total} *U*2/3+E _w *(4H _c /3π)
M _v total	=	24000,80 ton*m/m

Momento Resistente

M _{R1}	=	W1 x d1	Momentos con referencia al punto "O"
M _{R1}	=	26872,03	$\frac{\text{Ton m}}{\text{m}}$
M _{R2}	=	W2 x d2	
M _{R2}	=	5850,90	$\frac{\text{Ton m}}{\text{m}}$
M _{R3}	=	W3 x d2	
M _{R3}	=	8865,00	$\frac{\text{Ton m}}{\text{m}}$
M _{total}	=	41587,93	$\frac{\text{Ton m}}{\text{m}}$

Determinación factor de seguridad

FS _v	=	M _{total} /M _v total
FS _v	=	1,73 > 1,5 RESISTE MOMENTOS VOLCANTES

Verificación de Presiones en la Fundación

Se considera la presión ejercida sobre el suelo de fundación bajo el coronamiento, por ser el punto en el cual se transmite la mayor fuerza.

δ	=	$\frac{\text{Peso}}{\text{Area}}$	Ton / m ²
δ	=	$\frac{177,30}{6,00}$	Ton / m ²
δ	=	29,55	Ton / m ²
δ	=	2,96	Kg / cm ² Tensión calculada < Tensión admisible(ACEPTADO)

EMBALSE DE REGULACION INTERANUAL LA BRUJA

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES METODO DE FELLENIUS

BASES DE CALCULO

Ancho dovela (b)	=	1	m.	Csis	0.2	Coefficiente sismico
Altura de talud (h)	=	15	m.	I*Csis*P		Corte sismico
Cohesión media del suelo	=	1	kg/cm2	I	1.2	Importancia de la estructura
Long. Arco de falla	=	35.7	m.	P	var.	Peso de cada dovela
Angulo Fricción Interna	=	20	°	Ns		Fuerza normal producto del sismo
Densidad suelo	=	1,57	Ton/m3	Ts		Fuerza tangencial producto del sismo
Densidad suelo saturado	=	1,97	Ton/m3			
TALUD H/V	=	2/1				

DESCRIPCION	AREAS																															TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
AREA	0.240	0.718	1.170	1.600	1.990	2.360	2.700	3.030	3.330	3.600	3.840	4.040	4.230	4.380	4.510	4.600	4.660	4.690	4.680	4.640	4.560	4.430	4.270	4.060	3.800	3.500	3.130	2.700	2.210	1.650	0.750	100,068
ANGULO°	0.700	2.200	3.500	5.000	6.500	7.800	9.400	10.900	12.300	13.800	15.300	16.800	18.300	19.800	21.400	22.900	24.500	26.100	27.700	29.400	31.000	32.700	34.400	36.200	38.000	39.900	41.800	43.700	45.800	47.900	50.100	
W (peso)	0.473	1.414	2.305	3.152	3.920	4.649	5.319	5.969	6.560	7.092	7.565	7.959	8.333	8.629	8.885	9.062	9.180	9.239	9.220	9.141	8.983	8.727	8.412	7.998	7.486	6.895	6.166	5.319	4.354	3.251	1.478	197.134
T (tangencial)	0.006	0.054	0.141	0.275	0.444	0.639	0.869	1.129	1.398	1.692	1.996	2.300	2.617	2.923	3.242	3.526	3.807	4.065	4.286	4.487	4.627	4.715	4.752	4.724	4.609	4.423	4.110	3.675	3.121	2.412	1.133	82.194
N (normal)	0.473	1.413	2.301	3.140	3.895	4.605	5.248	5.861	6.410	6.887	7.297	7.619	7.912	8.118	8.272	8.348	8.354	8.297	8.163	7.964	7.700	7.344	6.941	6.454	5.899	5.290	4.597	3.845	3.035	2.179	0.948	174.808
u(presión neutra)	0.240	0.718	1.170	1.600	1.990	2.360	2.700	3.030	3.330	3.600	3.840	4.040	4.230	4.380	4.510	4.600	4.660	4.690	4.680	4.640	4.560	4.430	4.270	4.060	3.800	3.500	3.130	2.700	2.210	1.650	0.750	100,068
Qsis	0.113	0.339	0.553	0.756	0.941	1.116	1.277	1.433	1.574	1.702	1.816	1.910	2.000	2.071	2.132	2.175	2.203	2.217	2.213	2.194	2.156	2.095	2.019	1.920	1.797	1.655	1.480	1.277	1.045	0.780	0.355	47.312
Ts	0.113	0.339	0.552	0.754	0.935	1.105	1.259	1.407	1.538	1.653	1.751	1.829	1.899	1.948	1.985	2.003	2.005	1.991	1.959	1.911	1.848	1.763	1.666	1.549	1.416	1.270	1.103	0.923	0.728	0.523	0.227	41,954
Ns	0.001	0.013	0.034	0.066	0.107	0.153	0.208	0.271	0.335	0.406	0.479	0.552	0.628	0.701	0.778	0.846	0.914	0.976	1.029	1.077	1.110	1.132	1.141	1.134	1.106	1.061	0.986	0.882	0.749	0.579	0.272	19,727

TALUD AGUAS ARRIBA

a) Sin presencia de napa

F.S. = $\frac{\sum(N) \times \operatorname{tg} \emptyset + c \times \sum I}{\sum I}$ = 5,12 > 1,50 OK

b) Considerando presencia de napa

(vaciado rápido)
F.S. = $\frac{\sum(N-\mu) \times \operatorname{tg} \emptyset + c \times \sum I}{\sum I}$ = 4,67 > 1,5 OK

c) Considerando presencia de napa + sismo

(vaciado rápido)
F.S. = $\frac{\sum(N-\mu-Ns) \times \operatorname{tg} \emptyset + c \times \sum I}{\sum(T+Ts)}$ = 3,04 > 1,5 OK

LOCALIZACION DE LA SUPERFICIE DE FALLA

Se considera un suelo homogéneo, dada la inclinación del talud 21,8°, y la fricción interna el tipo de falla por deslizamiento es de círculo de pie.

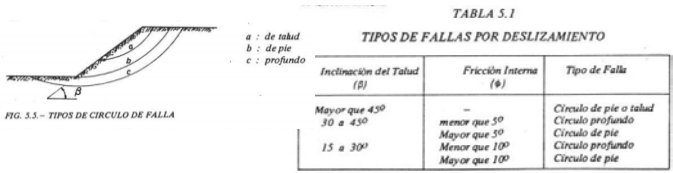


Tabla 5.1 "Mecánica de Suelos en la Ingeniería Vial", Dusan Dujisin Q.; 1974.

METODOLOGÍA SIMULACIÓN NUMÉRICA OPERACIÓN DEL EMBALSE DE REGULACIÓN INTERANUAL LA BRUJA

Para ejecutar la simulación numérica se utilizó como caudal afluente aquel que es equivalente al número de acciones y al peso de cada una de ellas, ver tabla 1.

Tabla 1.- Número de acciones y caudal máximo afluente

Nº de Acciones	30.3	acc
Litros / acción	15	lt/s/acc
Qmáx	454.5	lt/s

Es así como también, el caudal afluente está controlado por la distribución mensual de derechos de aguas establecidos en la Tabla 2.

Tabla 2.- Distribución mensual derechos de agua.

MES	DISTRIBUCIÓN (%)
Enero	100
Febrero	90
Marzo	60
Abril	40
Mayo	20
Junio	20
Julio	20
Agosto	20
Septiembre	30
Octubre	70
Noviembre	90
Diciembre	100

La fuente de información relativa a evaporación se obtuvo desde el Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología CITRA – Universidad de Talca, ajustada por un factor de corrección igual al 70%, sus características se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3.- Características de estación de medición de evaporación

Estación	Universidad de Talca
Latitud	35° 23' 13" S
Longitud	71° 40' 42" W
Altura	110.5 msnm
Normales	Periodo 1976 - 2005

El resumen de la información se observa en la tabla 4.

Tabla 4.- Medias mensuales evaporación Estación Universidad de Talca

Meses	Evaporación	Corrección
	mm	mm
Enero	209.6	146.72
Febrero	146.5	102.55
Marzo	116.1	81.27
Abril	58.1	40.67
Mayo	23.2	16.24
Junio	13.3	9.31
Julio	15	10.5
Agosto	30.6	21.42
Septiembre	61.4	42.98
Octubre	106.9	74.83
Noviembre	164.6	115.22
Diciembre	209.6	146.72

Las curvas de volumen versus superficie y volumen versus cota se obtuvieron de la topografía local (ver cuerpo del estudio punto 4.1).

En función de la información disponible, se generó un esquema resolutivo según lo establecido en la tabla 5.

Tabla 5.- Esquema de cálculo, simulación numérica.

MES	V _{INICIAL}	V _{AFLUENTE}		V _{EVAPORACION} CITRA - UTalca		R	DEMANDA TOTAL		V _{FINAL}	V _{REVALSE}	AREA INUNDACION	COTA
	m ³	m ³ /s	m ³	mm	m ³	m ³	m ³ /s	m ³	m ³	m ³	m ²	m

En la Tabla 5:

V_{inicial}: Volumen inicial del embalse igual al volumen mínimo disponible en el embalse condicionado por la cota de la cámara de toma (correspondiente al mes de mayo). A partir del mes siguiente y hasta el final de la simulación, el volumen inicial corresponde al volumen final del mes anterior.

R: Variable auxiliar que refleja el volumen de agua disponible, mediante la siguiente expresión;

$$R = Q_{afuente} + V_{inicial} - Evaporación$$

Demanda de Riego: Corresponde al caudal de riego en función del número de acciones (tabla 1), distribución mensual de riego (tabla 2) y el número total de horas de riego diarias (10 horas).

Demanda Acumulación (14 horas): Corresponde al caudal de riego por acumulación nocturna (14 horas) y entregado durante el día (10 horas) en época de riego.

Demanda Acumulación Embalse: Corresponde al caudal de riego disponible por acumulación de agua en el embalse en época invernal.

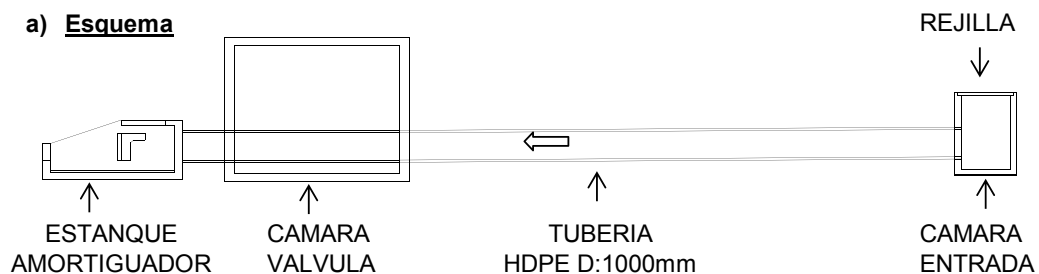
Demanda Total: Corresponde a la suma de la Demanda de Riego, Demanda de Acumulación y Demanda Acumulación Embalse.

Rebalse: Corresponde al volumen de agua sobrante en cada periodo de tiempo.

Finalmente, dada las condiciones anteriormente expuestas se busca obtener el caudal de entrega máximo restringido a que el volumen embalsado nunca sea inferior al mínimo del mismo condicionado por la cota de la obra de toma

Los resultados obtenidos se resumen a continuación:

a) Esquema



c) Datos

Q	=	Caudal a evacuar	1,19	m ³ /s
Tubería	=	HDPE Diámetro	1000	mm.
		Espesor de pared	72,5	mm.
		Largo tubería	73	m.

c) Determinación de pérdidas de carga

Pérdidas en la rejilla

$$h_{REJILLA} = k \frac{v^2}{2g}$$

$$k = 1,45 - 0,45 \frac{a1}{a2} - \left(\frac{a1}{a2} \right)^2$$

$$v = 1,65 \text{ m/s}$$

$$a1 = \text{Area neta a través de la malla} = \text{m}^2$$

$$a2 = \text{Area Total} = \text{m}^2$$

* Se considera a1 como el 50% de a2

Pérdidas a la entrada de la cámara

$$h_{ENTRADA CAMARA} = k \frac{v^2}{2g}$$

$$k = 0,56$$

$$v = 1,65 \text{ m/s}$$

Pérdidas a la entrada de la tubería

$$h_{ENTRADA TUBERIA} = k \frac{v^2}{2g}$$

$$k = 0,56$$

$$v = 2,07 \text{ m/s}$$

Pérdidas válvula de compuerta

$$h_{VALVULA} = k \frac{v^2}{2g}$$

$$v = 2,07 \text{ m/s}$$

AVERTURA	K
TOTAL	0,19
3/4	1,15
1/2	5,6
1/4	24

Pérdidas a la salida (flujo ahogado)

$$h_{SALIDA} = k \frac{v^2}{2g}$$

$$k = 1$$

$$v = 2,07 \text{ m/s}$$

Pérdidas por fricción en la tubería

$$h_{TUBERIA} = L 10,643 Q^{1,85} C^{-1,85} d^{-4,87}$$

L = Largo tubería (m.)

Q = Caudal (m³/s)

C = 150

d = Diámetro interno tubería

VALVULA	Abierta	Abierta a la mitad	Abierta 1/4
$h_{REJILLA} =$	0,1359 m.	0,1359 m.	0,1359 m.
$h_{ENTRADA\ CAMARA} =$	0,078 m.	0,078 m.	0,0780 m.
$h_{ENTRADA\ TUBERIA} =$	0,1229 m.	0,1229 m.	0,1229 m.
$h_{VALVULA} =$	0,0417 m.	1,2286 m.	5,2656 m.
$h_{SALIDA} =$	0,2194 m.	0,2194 m.	0,2194 m.
$h_{TUBERIA} =$	0,2166 m.	0,2166 m.	0,2166 m.
$h_{TOTAL} =$	0,8145 m.	2,0015 m.	6,0384 m.

Luego la carga mínima para descargar 1,19 m³/s es de 81 cms. Luego se debe realizar un manejo de la abertura de la compuerta para regular el caudal a 1,19 m³/s durante el periodo de riego. Se recomienda la construcción aguas debajo de una sección de aforo que permita facilitar el manejo del caudal.

1.- **Alcance:** El objetivo de esta memoria es realizar el diseño estructural del canal proyectado

2.- **Bases de Cálculo:**

Materiales:

Hormigón	Tipo H-30	$f_c =$	250 kg/cm ²
Ac.de Refuerzo	A63-42H	$f_y =$	4200 kg/cm ²

Parámetros del Suelo:

ϕ	=	20
c	=	0 (Se considera que no existe cohesión para diseño por lado seguro)
γ_{saturado}	=	1,97 t/m ³
γ_{suelo}	=	1,57 t/m ³
K_a	=	0,490

Coefficientes Sísmicos:

K_h	=	0,2
K_v	=	0,15
ψ	=	13,24 °
K_{as}	=	0,719 ← Mononbe-Okabe
K_{sismico}	=	0,228

Estados y Combinaciones de Carga:

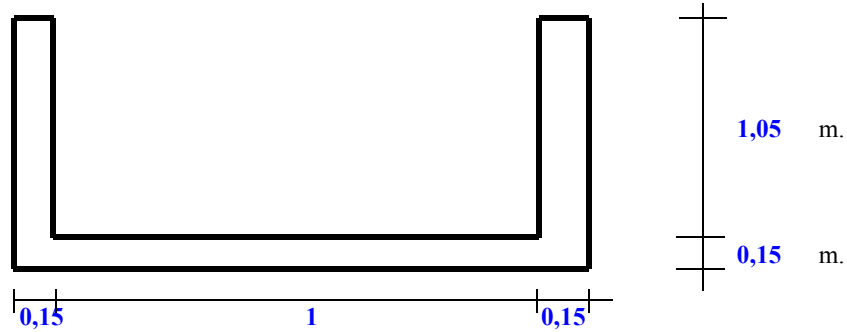
- E1 = Carga de peso propio
- E2 = Empuje activo del suelo
- E3 = Presión Hidroestática
- E4 = Acción Sísmica

C1	=	1.4E1+1.7E2	Normal
C2	=	(1.4E1+1.7E2+1.8E4)x0.75	Eventual
C3	=	1.4E1+1.7E2+1.7E3	Normal

Normas y Referencias:

ACI 318	Código de Diseño de Hormigón Armado
Nch433	Diseño Sísmico de Edificios

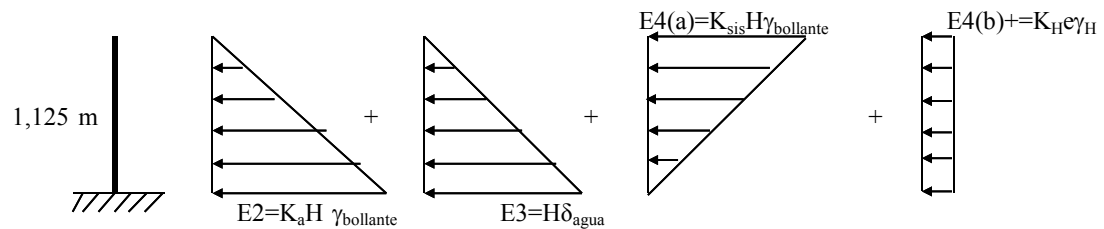
3.- Sección del Canal:



4.- Diseño de sección de Canal

4.1.- Muros

Cargas



$E1$	=	0,42	t/m/m
$E2$	=	0,54	t/m/m
$E3$	=	1,13	t/m/m
$E4(a)$	=	0,25	t/m/m
$E4(b)$	=	0,072	t/m/m

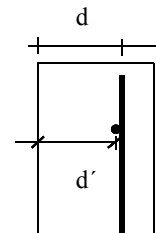
M_u	C1	=	0,19	t * m/m	Normal	1.4E1+1.7E2
M_u	C2	=	0,40	t * m/m	Eventual	(1.4E1+1.7E2+1.8E4)x0.75
M_u	C3	=	0,60	t * m/m	Normal	1.4E1+1.7E2+1.7E3
V_u	C1	=	0,51	t * m/m	Normal	1.4E1+1.7E2
V_u	C2	=	0,81	t * m/m	Eventual	(1.4E1+1.7E2+1.8E4)x0.75
V_u	C3	=	1,59	t * m/m	Normal	1.4E1+1.7E2+1.7E3

1, Armadura Principal

datos

$f'c$	=	250	kg/cm ²
f_y	=	4200	kg/cm ²
δ (Hormigón) =		2400	kg/cm ³
Recubrimiento		3,0	cms.
Enfierr. Princ Fe		10,0	mm
Enfierr. Sec. Fe		8,0	mm

M_u	=		=	0,60	Ton-m
M_n	=	$M_u/0,9$	=	0,66	Ton-m
m	=	$(f_y / f'c)/0,85$	=	19,76	
d	=	$e_m - \text{Rec} - D_{fe}/2$	=	0,1150	m.
R_m	=	$M_n/(b*d^2)$	=	4,99	kg/cm ²



$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - 2 * m * R_m} \right) = 0,00120 \quad \Rightarrow \quad \text{Cuantía mínima}$$

$$\rho_{\min} = 0,0018 * 4200 / f_y = 0,0018 \quad (\text{según modelación tipo losa})$$

$$A_s = \rho * b * d = 1,38 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \quad \Rightarrow \quad \phi 10 @ 15$$

2, Armadura Secundaria

V_u	=	1,59	Ton
d'	=	0,106	m.
V_c	=	$0,53 * \sqrt{f'c} * b * d'$	= 8,882837947 Ton
$V_u < 0,85 * V_c$	=	7,55	$\Rightarrow$
$V_u < 0,85 * V_c/2$	=	3,78	Ton $\Rightarrow$

Armadura mínima

No requiere armadura mínima al corte según ACI 11.5.5.1

4.2.- Radier

El momento máximo determinado en el muro se traspasa al radier del canal, por lo tanto controla el diseño de este.

4.3.- Momento Volcante

Se analiza sólo el efecto sísmico debido a que los esfuerzos producidos en los demás estados de carga se anulan.

$$M_{\text{volc}} = 2 * E * I(b) * H^2 / 2 + E * I(a) * H^2 / 3 = 0,196 \text{ t*m-m/m} \quad FS = 4,2$$

$$M_{\text{res.}} = \text{peso estructura} = 0,82875 \text{ t*m-m/m}$$

1.- **Alcance:** El objetivo de esta memoria es realizar el diseño estructural del canal proyectado

2.- **Bases de Cálculo:**

Materiales:

	Tipo		
Hormigón	H-30	$f_c =$	250 kg/cm ²
Ac.de Refuerzo	A63-42H	$f_y =$	4200 kg/cm ²

Parámetros del Suelo:

ϕ	=	20	
c	=	0	(Se considera que no existe cohesión para diseño por lado seguro)
γ_{saturado}	=	1,97	t/m ³
γ_{suelo}	=	1,57	t/m ³
K_a	=	0,490	

Coeficientes Sísmicos:

K_h	=	0,2	
K_v	=	0,15	
ψ	=	13,24 °	
K_{as}	=	0,719	← Mononbe-Okabe
K_{sismico}	=	0,228	

Estados y Combinaciones de Carga:

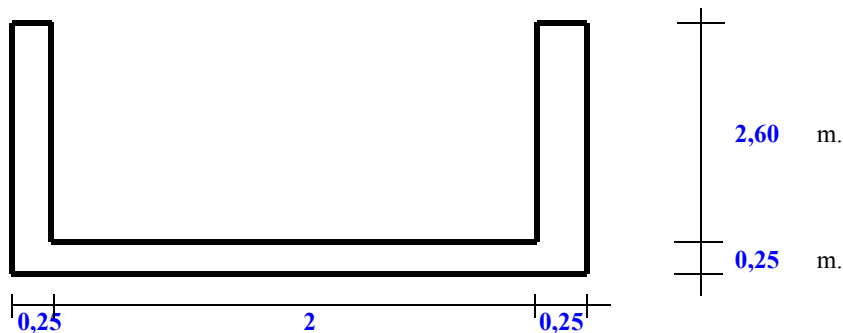
- E1 = Carga de peso propio
- E2 = Empuje activo del suelo
- E3 = Presión Hidroestática
- E4 = Acción Sísmica

C1	=	1.4E1+1.7E2	Normal
C2	=	(1.4E1+1.7E2+1.8E4)x0.75	Eventual
C3	=	1.4E1+1.7E2+1.7E3	Normal

Normas y Referencias:

ACI 318	Código de Diseño de Hormigón Armado
Nch433	Diseño Sísmico de Edificios

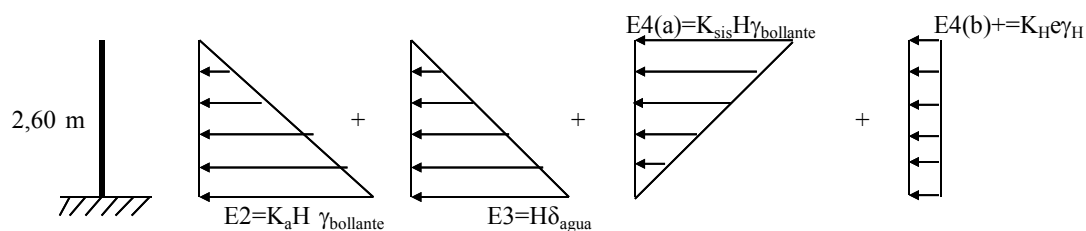
3.- Sección del Canal:



4.- Diseño de sección de Canal

4.1.- Muros

Cargas



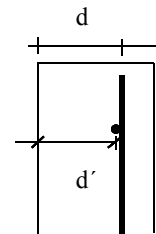
E1 =	1,63	t/m/m		
E2 =	1,24	t/m/m		
E3 =	2,60	t/m/m		
E4(a) =	0,58	t/m/m		
E4(b) =	0,12	t/m/m		
M _u C1 =	2,37	t * m/m	Normal	1.4E1+1.7E2
M _u C2 =	4,67	t * m/m	Eventual	(1.4E1+1.7E2+1.8E4)x0.75
M _u C3 =	7,35	t * m/m	Normal	1.4E1+1.7E2+1.7E3
V _u C1 =	2,73	t * m/m	Normal	1.4E1+1.7E2
V _u C2 =	4,16	t * m/m	Eventual	(1.4E1+1.7E2+1.8E4)x0.75
V _u C3 =	8,48	t * m/m	Normal	1.4E1+1.7E2+1.7E3

1, Armadura Principal

datos

$f'c$	=	250	kg/cm ²
f_y	=	4200	kg/cm ²
δ (Hormigón) =		2400	kg/cm ³
Recubrimiento		3,0	cms.
Enfierr. Princ Fe		10,0	mm
Enfierr. Sec. Fe		8,0	mm

M_u	=		=	7,35	Ton-m
M_n	=	$M_u/0,9$	=	8,16	Ton-m
m	=	$(f_y / f'c)/0,85$	=	19,76	
d	=	$e_m - \text{Rec} - D_{fe}/2$	=	0,2150	m.
R_m	=	$M_n/(b*d^2)$	=	17,65	kg/cm ²



$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - 2 * m * R_m} \right) = 0,00439 \quad \Rightarrow \quad \text{Cuantía Calculada}$$

$$\rho_{\min} = 0,0018 * 4200 / f_y = 0,0018 \quad (\text{según modelación tipo losa})$$

$$A_s = \rho * b * d = 9,45 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \quad \Rightarrow \quad \phi 10 @ 15 + \text{ref. } \phi 10 @ 15$$

según planos informativos

2, Armadura Secundaria

V_u	=	8,48	Ton
d'	=	0,206	m.
V_c	=	$0,53 * \sqrt{f'c} * b * d'$	= 17,26287375 Ton
$V_u < 0,85 * V_c$	=	14,67	$\Rightarrow$
$V_u < 0,85 * V_c/2$	=	7,34	Ton $\Rightarrow$

Armadura mínima

No requiere armadura mínima al corte según ACI 11.5.5.1

4,2.- Radier

El momento máximo determinado en el muro se traspa al radier del canal, por lo tanto controla el diseño de este.

4,3.- Momento Volcane

Se analiza sólo el efecto sísmico debido a que los esfuerzos producidos en los demás estados de carga se anulan.

M_{volc}	=	$2 * E4(b) * H^2/2 + E4(a) * H^2/3$	=	2,109	t*m-m/m	FS= 2,9
$M_{\text{res.}}$	=	peso estructura		6,015625	t*m-m/m	

LABORATORIO  LABOCENT LTDA	SUELO - HORMIGÓN - ASFALTO - ELEMENTOS Y COMPONENTES	 SISTEMA NACIONAL DE ACREDITACIÓN INN - CHILE
	INFORME DE ENSAYO OFICIAL LAB. N° 53875/12 RESOLUCION LABORATORIO OFICIAL MINVU N° 7683 DE FECHA 29 OCT. 2009 Correlativo de Obra N° 2499 - 01 Según Normas indicadas	

ACREDITACIÓN
 LE - 660-661-662
 LE - 663-664-665

Doc. IE/G/07-1

Página 1 de 3

1.- IDENTIFICACIÓN OBRA

Fecha de Informe: 14-06-2012

Obra : Proyecto Tranque La Bruja
 Ubicación : Sector Mariposa - Comuna de San Clemente - Region de Maule
 Mandante/Destinataria : RTC Ingenieros Ltda.

2.- IDENTIFICACIÓN CLIENTE

Cliente/contratista : RTC Ingenieros Ltda.
 Dirección Cliente/contratista : Calle 5 Norte N° 1042 - Talca
 Solicita : Andrés González

COPIA

3.- ANTECEDENTES DE MUESTREO

Fecha Recepción en laboratorio : 04-06-2012 Ítem a ensayar : Calicata N° 1
 Fecha de Muestreo : 04-06-2012
 Procedencia / Lugar de muestreo : Material Existente / Tranque La Bruja a 1,25 m. de profundidad
 Responsable de Muestreo : Israel Salazar
 Plan de Muestreo : Según Especificaciones Técnicas Particulares
 Responsable de Ensayo : Marcos Morales

4.- RESULTADOS DE ENSAYO

4.1.- Granulometría (MC 8.102.1 - 10)			MS - 3436
Fecha de Ensayo			05-06-2012
Pulg.	Aberturas en mm		% que pasa
3"	80		
2 1/2"	63		100
2"	50		94
1 1/2"	40		85
1"	25		81
3/4"	20		79
1/2"	12,5		---
3/8"	10		73
1/4"	6,3		---
# 4	5		60
# 10	2		43
# 40	0,5		28
# 200	0,08		18
			(Unidad)
4.2.- Ensayo Proctor (NCh.1534/2 Of.79)			
Fecha de ensayo			06-06-2012
Método empleado (A, B, C ó D)			C
Densidad Máxima Compactada Húmeda (D.M.C.H)			1,843 (grs/cm3)
Humedad Optima			27,0 (%)
Densidad Máxima Compactada Seca (D.M.C.S)			1,451 (grs/cm3)
Material retenido en 20 mm (sólo para método C ó D)			14,6 (%)
Reemplazo (entre 20 y 5 mm)			20,9 (Kg)
4.3.- Ensayo C.B.R. (NCh.1852 Of.81)			
Fecha de ensayo			
Método empleado NCh 1534/1 ó NCh 1534/2 (D ó B)			
Acondicionamiento de la muestra			
Número de Golpes			10 Golpes 25 Golpes 56 Golpes
Dens.seca de la muestra antes de la inmersión			(grs/cm3)
Dens. seca muestra después de la inmersión			(grs/cm3)
Humedad de la muestra antes de la compactación			(%)
Humedad de la muestra después de compactación			(%)
Hum. muestra capa sup. 25 mm después inmersión			(%)
Hum. Promedio después de la inmersión (h. total)			(%)
Porcentaje de Expansión			(%)
Sobrecargas			(Kg)
Razón de Soporte para 0,2" al 95% de D.M.C.S.			(%)

LABORATORIO  LABOCENT LTDA.	SUELO - HORMIGÓN - ASFALTO - ELEMENTOS Y COMPONENTES	 SISTEMA NACIONAL DE ACREDITACIÓN INN - CHILE ACREDITACIÓN LE - 660-661-662 LE - 663-664-665
	INFORME DE ENSAYO OFICIAL LAB. N° 53875/12 RESOLUCION LABORATORIO OFICIAL MINVU N° 7683 DE FECHA 29 OCT. 2009 Correlativo de Obra N° 2499 - 01 Según Normas indicadas	

Doc. IE/G/07-1

Página 2 de 3

1.- IDENTIFICACIÓN OBRA

Fecha de Informe: 14-06-2012

Obra : Proyecto Tranque La Bruja
 Ubicación : Sector Mariposa - Comuna de San Clemente - Region de Maule
 Mandante/Destinatario : RTC Ingenieros Ltda.

2.- IDENTIFICACIÓN CLIENTE

Cliente/contratista : RTC Ingenieros Ltda.
 Dirección Cliente/contratista : Calle 5 Norte N° 1042 - Talca
 Solicita : Andrés González

COPIA

3.- ANTECEDENTES DE MUESTREO

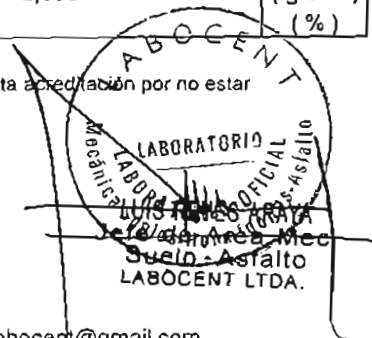
Fecha Recep.en laboratorio : 04-06-2012 Item a ensayar Calicata N° 1
 Fecha de Muestreo : 04-06-2012
 Procedencia/Lugar muestreo : Material Existente / Tranque La Bruja a 1,25 m. de profundidad
 Responsable de Muestreo : Israel Salazar
 Plan de Muestreo : Según Especificaciones Técnicas Particulares
 Responsable de Ensayo : Marcos Morales

4.- RESULTADOS DE ENSAYO

		MS - 3436	(Unidad)
4.1.- Límites de Consistencia			
Fecha de ensayo		07-06-2012	
Límite Líquido (NCh.1517/1 Of.79)		48,8	%
Límite Plástico (NCh.1517/2 Of.79)		36,1	%
Índice de Plasticidad (NCh.1517 Of.79)		13,0	%
Tipo Acanalador		ASTM	
Método de ensayo		Mecánico	
Clasificación AASHTO		A-2-7 (0)	
Clasificación USCS		SM	
4.2.- Deter. del Desgaste de las Gravas			
Método de la máquina de los Ángeles (NCh.1369 Of.78)			
Fecha de ensayo			
Grado de ensayo			
Determinación del Desgaste de las Gravas			(%)
4.3.- Densidad Relativa			
Fecha de ensayo			
Tipo de molde estandar (14200 ó 2830 cm3)			(cm3)
Densidad Mínima (ASTM 4254-00)			(kg/cm3)
Método empleado (A, B ó C)			
Densidad Máxima			(kg/cm3)
Método empleado (1A, 1B, 2A ó 2B) (ASTM 4253-00)			
4.4.- Deter. de la Cubicidad de Partículas (MC 8.202.6- 10)			
Fecha de ensayo			
Rodado			(%)
Chancado			(%)
Laja			+
4.5.- Densidad Partículas Sólidas NCh. 1532 Of. 80			
Fecha de ensayo		06-06-2012	
Densidad Partículas Sólidas		2,600	(g/cm3)

Observaciones:

Clasificación de Suelos AASTHO y USCS no incluidos en el alcance de esta acreditación por no estar considerados dentro de los ensayos mínimos del convenio INN - MINVU.



LABORATORIO  LABOCENT LTDA.	SUELO - HORMIGÓN - ASFALTO - ELEMENTOS Y COMPONENTES	 ACREDITACIÓN LE - 660-661-662 LE - 663-664-665
	INFORME DE ENSAYO OFICIAL LAB. N° 53875/12 RESOLUCIÓN LABORATORIO OFICIAL MINVU N° 7683 DE FECHA 29 OCT 2009 Correlativo de Obra N° 2499 - 01 Según Normas indicadas	

Doc. IE/G/07-1

1.- IDENTIFICACIÓN OBRA

Obra : Proyecto Tranque La Bruja
 Ubicación : Sector Mariposa - Comuna de San Clemente - Region de Maule
 Mandante/Destinataria : RTC Ingenieros Ltda.

Fecha de Informe: 14-06-2012

2.- IDENTIFICACIÓN CLIENTE

Cliente/contratista : RTC Ingenieros Ltda.
 Dirección Cliente/contratista : Calle 5 Norte N° 1042 - Talca
 Solicita : Andrés González

COPIA

3.- NORMAS DE REFERENCIA

LN V GEOTECNIA

4.- ANTECEDENTES DE MUESTREO

Muestra N° : Calicata N° 1
 Fecha de Muestreo : 04-06-2012
 Lugar de muestreo : Material Existente / Tranque La Bruja a 1,25 m. de profundidad
 Responsable de Muestreo : Israel Salazar
 Plan de Muestreo : Según Especificaciones Técnicas Particulares

5.- ENSAYO ESTRATIGRAFIA

Procedimiento Utilizado : Descripción Visual del Suelo
 Responsable de Descripción : Israel Salazar

Estrato	Profundidad. (mt.)	Espesor Estrato	DESCRIPCION
H- 1	0,00 a 0,20	0,20 m.	Cubierta Vegetal
H- 2	0,20 a 1,30	1,10 m.	Arcilla limosa, con presencia de material grueso tamaño máximo visible 2", color café, olor terreo, suelo húmedo, estructura homogénea, consistencia blanda, no se observa presencia de material orgánico.
NIVEL FREATICO			No se detectó agua hasta profundidad prospectada.

Observación:



EVALUACIÓN ECONÓMICA

EMBALSE LA BRUJA

1. Introducción.

El estudio que a continuación se presenta, consiste en definir la factibilidad económica de invertir en la construcción del denominado Embalse de Regulación Interanual La Bruja, ubicado en la Comuna de San Clemente, sector Mariposas, en plena área regada por el Sistema Canal Maule Norte, administrado por la Asociación Canal Maule, inversión que tiene por objeto incrementar la seguridad de riego del sector.

Este trabajo es parte integrante del “Estudio de Regulación y Gestión de las Aguas de Riego Maule Norte, VII Región, Subcontrato Estudios Geotécnicos y de Localización de Embalses de Regulación Interanual”, auspiciado por Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) y liderado por Innova Chile-CORFO.

2. Antecedentes Generales.

2.1. Del Inversionista

Nombre	Asociación Canal Maule
Dirección	3 ½ Sur 2250 Talca.

2.2. Del Área del Proyecto

Identificac.	Área regada por el Canal Maule Norte
Rol	Varios Roles
Área Influencia	706 Has riego directo
Ubicación	Comuna San Clemente, Provincia de Talca, VII Región del Maule

3. Inventario de Recursos Naturales

3.1. Suelos

Los suelos del predio se asimilarán mayoritariamente a las Series Talca, San Clemente y San Rafael, corresponden al Orden Alfisoles profundos y fértiles, aún cuando presentan algunas limitaciones en los suelos San Rafael. Es un suelo originado de sedimentos aluviales antiguos, en plano depositacional no glacial, de posición intermedia, de topografía plana a ligeramente ondulada.

En general presentan un perfil bastante evolucionado, profundo; de textura superficial franca pasando a francoarcillosa en profundidad; color pardo a pardo oscuro en húmedo en todo el perfil; estructura en superficie de bloques subangulares, medios y finos, débiles a granular media, moderada, pasando en profundidad a bloques subangulares y angulares, gruesos y medios, débiles; friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, raíces finas y porosidad abundante.

La Mayor parte de los suelos descritos se clasifican en IIIr y IVr de capacidad de uso, adaptándose por tanto con escasas limitaciones, a todas las alternativas productivas de la zona:

Clase de capacidad de uso	IIIr y IVr
Categoría de riego	2° y 3°
Aptitud agrícola	2 y 3
Aptitud frutal	B

3.2. Condiciones Climáticas

El proyecto se ubica en el área de climas templados cálidos, con una caída pluviométrica media de 650 mm anuales, concentrada en el período invernal y estaciones estivales secas. La lluvia tiene la siguiente distribución anual:

Otoño	26%	Invierno	56%
Primavera	15%	Verano	3%

La temperatura media anual del área es de 15° C, con un promedio de 20° C en verano y 8° C en invierno. Baja ocurrencia de heladas, las que se producen desde el mes Mayo a Septiembre principalmente.

3.3. Recursos Hídricos

La Asociación Canal Maule tiene derechos consuntivos, de carácter permanente y continuo, en la dotación del Río Maule, equivalentes a 37.766,48 acciones del total de 142.348,75 acciones en que divide el Río. Los regantes que forman parte de la Asociación Canal Maule, con el objeto de mejorar la gestión de sus aguas de riego, se han suborganizado en Comunidades de Aguas, que representan los diferentes derivados y subderivados del canal matriz.

4. Situación Actual del Área del Proyecto

4.1. Uso Actual del Suelo

Para efectos del presente análisis, se utilizará como base el área de las Comunidades de Aguas Canales La Bruja y Alamo, y la estructura de siembra promedio de la zona regada por el Canal Maule Norte, extractada de los datos de

las encuestas de uso de suelos de los proyectos presentados a la Ley de Riego durante los últimos 10 años, tomando en consideración sólo aquellas especies más representativas:

Rubro	Superficie (Has)
Manzanos	61
Viña Vinífera	38
Remolacha	116
Poroto	53
Praderas	95
Maíz	200
Tomate Industrial	97
Trigo	47
Total	707

4.2. Activo Agropecuario

Los predios cuentan con obras civiles: casas, bodegas, cercos, infraestructura de riego, etc., en cantidad variable en cada caso y acorde con sus necesidades de explotación y manejo. Además, existen inversiones en plantaciones frutales, maquinaria y equipos en cantidad suficiente y adecuado estado de mantenimiento general. Las inversiones actuales del área del proyecto, se resumen en el Cuadro 9.

4.3. Sistema de Explotación y Manejo

Los predios se manejan actualmente en un sistema de explotación semi-intensivo. Una parte del suelo, se destina al cultivo intensivo de algunas especies, para venta en el mercado interno y externo y el resto, se destina a praderas y cereales.

Los predios, en general, son administrados directamente por sus propietarios y el trabajo habitual, es realizado mayoritariamente con mano de obra del sector. En el área no hay escasez de mano de obra y se contrata adicionalmente, sólo en las épocas críticas.

4.4. Evaluación Situación Sin Proyecto

A objeto de establecer la conveniencia de llevar adelante la inversión proyectada, se presenta el flujo de caja de la explotación con su actual plan de producción y condiciones de manejo, que permite contrastar con la situación final.

Para este efecto se definen los 8 rubros principales, tal como se aprecia en el Cuadro 1 de ingresos del proyecto. Para estimar la producción, se han considerado los mismos rendimientos consignados en la ficha de uso actual de suelo, incluida

en el mismo cuadro. En cuanto a los precios, se consideran los promedios normales de la zona.

La estructura de costos se resume en los Cuadros 3, 4, 5 (directos, indirectos y de administración-ventas) y Anexos 1 al 8 (detalle de costos operacionales por rubro). En los costos se han considerado los precios normales de la zona.

El flujo de caja proyectado en la situación sin proyecto, se detalla en el Cuadro 10. Se contempla un horizonte de evaluación de 15 años, con una tasa de descuento de 8 %, habida consideración de las actuales condiciones de mercado.

En el Cuadro 10 se puede apreciar la rentabilidad de las explotaciones con la actual estructura de uso de suelos.

5. El Proyecto

5.1. Definición y Objetivos

El proyecto tiene como objetivo central regular el uso del agua e incrementar la seguridad de riego del área. Esto permite ampliar la gama de alternativas productivas en función de su rentabilidad, ya sea aumentando el área plantada o cambiando la estructura de uso de suelos de acuerdo a las condiciones de mercado y preferencias de cada agricultor.

Se estima que una mayor seguridad de agua de regadío, con una mejor distribución y oportunidad en la entrega de la misma, permitiría incrementar el área destinada a rubros de mayor rentabilidad, mejorando al mismo tiempo, su potencial de rendimiento.

Las fuentes de datos para efectos de estructura de uso de suelos, precios de mano de obra, insumos, productos, y rendimientos de las distintas alternativas de cultivos, son los siguientes:

- Encuesta de uso de suelos de los proyectos presentados a la Ley de Riego en el área de influencia del proyecto.
- Información comercial de ferias y centros de distribución de la Región del Maule y particularmente de la Provincia de Talca.
- Revista del Campo Diario El Mercurio, precios del exterior y país.

Los supuestos considerados en la evaluación, al pasar de la situación sin proyecto a la con proyecto, son los siguientes:

- Se mantienen los mismos precios de insumos y productos, ya que no se consideran cambios en la calidad de la nueva producción obtenida.

- Se mantienen los mismos rendimientos, aún cuando se podría suponer un incremento de los mismos al conseguir una mejor oportunidad en la aplicación del agua de riego. Sin embargo esta variable es difícil de estimar y podría distorsionar los resultados reales.
- En la situación con proyecto se establece el supuesto que se cuenta con una mayor seguridad y oportunidad en el riego. Esto permite una gama más amplia en la fechas de siembra, pudiéndose incorporar cultivos de período vegetativo más largo y de mayor rentabilidad, según se presente el mercado. Por otra parte, una mayor seguridad de riego, permite incrementar especies permanentes, como frutales mayores y menores, que en el largo plazo han mostrado tener mejores resultados económicos. Esta es la base del presente análisis, teniendo en consideración las condiciones actuales, se ha disminuido la superficie de aquellos cultivos que presentan una menor rentabilidad y se ha incrementado proporcionalmente el área plantada o sembrada de aquellos rubros que presentan mejores resultados económicos.
- En resumen, el supuesto más relevante considerado en el presente estudio, es que un incremento en la seguridad de riego, permite una mayor versatilidad en la elaboración de los planes de producción en función de las condiciones mercado y rentabilidad de cada cultivo.

5.2. Descripción

La descripción de las obras proyectadas, sus especificaciones y presupuesto, se encuentran contenidas en las memorias técnicas.

5.3. Plan de Producción

La construcción de las obras proyectadas, generará un significativo incremento de la seguridad de riego, lo que permitirá modificar la actual estructura del plan productivo, incorporando una mayor superficie de aquellos rubros más rentables, independientemente de su demanda de riego y que en la actualidad debían quedar fuera de la rotación.

Para efectos de evaluar económicamente el proyecto, se considerará sólo el cambio señalado en la estructura de uso del suelo, disminuyendo el área sembrada con los rubros menos rentables, para reemplazarlos por aquellos de mayor rentabilidad, incluyendo plantaciones de frutales y viñas. Lo anterior se representa con detalle en los Cuadros 1 y 2, de ingresos en situación sin y con proyecto.

No obstante lo anterior y frente a una situación de mayor seguridad de riego, queda aún la posibilidad de incorporar nuevas plantaciones de frutales y viñas, que, aunque representan la necesidad de una mayor inversión, son altamente rentables en el mediano plazo. Por otra parte, una mayor seguridad y disponibilidad de agua de riego, permitirá suplementar el actual déficit que

presentan algunos cultivos en las épocas de mayor demanda, lo que se traducirá en un mayor potencial de rendimiento. Todo lo anterior, representa un considerable margen de seguridad, adicional a las cifras del resultado de evaluación económica.

5.4. Mercado

En la evaluación de la situación con proyecto, no se contempla cambios en los actuales mercados y precios de los productos.

5.5. Inversiones del Proyecto

Las inversiones en obras de riego, se encuentran descritas detalladamente en la memoria técnica del presente estudio. Adicionalmente y para efectos de evaluar la situación con proyecto, se ha estimado conveniente incorporar una inversión en capital de trabajo por un monto global de M\$ 35.350, que corresponde a \$ 50.000 por hectárea. Estos recursos son necesarios para enfrentar los cambios propuestos en el nuevo plan de producción.

Las inversiones totales consideradas en la evaluación económica, se presentan en el Cuadro 9.

5.6. Ingresos del Proyecto

Los ingresos del proyecto se resumen en el Cuadro 1. Para estimar la producción, se han considerado la misma superficie y rendimientos consignados en la ficha de uso actual de suelo, incluida en la carpeta de antecedentes técnicos. En cuanto a los precios, se contemplan los promedios normales de la zona. Respecto de estos 3 parámetros (superficie, rendimientos y precios), no se introducen variaciones entre las situaciones sin y con proyecto, de tal forma que su valor cuantitativo no influye significativamente en la evaluación comparativa.

5.7. Costos del Proyecto

La estructura de costos se resume en los Cuadros 6, 7, 8 (directos, indirectos y de administración-ventas) y Anexos 1 al 8 (detalle de costos operacionales por rubro). En los costos se han considerado los precios normales de la zona, sin introducir variaciones entre las situaciones sin y con proyecto.

5.8. Flujo de Caja Projectado

Finalmente, en el Cuadro 11, se presenta el flujo de caja proyectado para la situación con proyecto, que incluye el cálculo de los indicadores de rentabilidad VAN y TIR. Al igual que en la situación sin proyecto, se contempla un horizonte de evaluación de 15 años, con una tasa de descuento de 8 %.

También en el Cuadro 11, se presenta el flujo de caja incremental, con el respectivo cálculo de VAN y TIR.

Para efectos de evaluación comparativa, entre las situaciones sin y con proyecto, se consideran la misma superficie sembrada o plantada, los mismos rendimientos y los mismos precios de insumos y producto vendido. Sólo se cambia la estructura de uso del suelo.

6. Conclusiones.

Del Cuadro 11 (situación con proyecto) se desprende que el proyecto es económicamente rentable, tiene un valor actualizado neto (VAN) positivo y una tasa interna de retorno (TIR) mayor a la tasa de descuento %.

En el Cuadro 11 se presenta también, el cálculo de los mismos indicadores, pero sobre el flujo incremental (diferencia aritmética entre los flujos anuales de las situaciones con y sin proyecto), tal como se indica en el punto 1 de la Bases Técnicas CNR. En este caso se considera como inversión inicial, sólo aquella imputable al proyecto, es decir, las obras de riego, el valor del suelo de la nueva área inundada, más el capital de trabajo necesario para el cambio en la estructura productiva propuesta (Cuadro 1). Respecto de la inversión residual, igualmente se considera sólo aquella imputable a la nueva inversión (Cuadro 1). En esta condición, la TIR se incrementa marcadamente debido a la menor proporción que representa la inversión inicial, quedando el VAN en un valor positivo.

En conclusión, las inversiones proyectadas, son económicamente rentables y mejoran claramente la condición actual, por tanto es recomendable su ejecución. Aún así, se pueden desarrollar rubros de mayor rentabilidad, como es el caso de frutales, hortalizas u otros, que podrían incrementar el valor de estos indicadores, todo lo cual es posible debido a la más oportuna disponibilidad de agua de riego.

Evaluación Económica Inversión en Riego Canal Maule Norte

ANEXO 1 Manzanos Plena Producción Costos Operación Anual

Item	Unidad	Cantidad	Precio	Total item	Total/ha
			(\$)	(\$)	(\$)
MANO OBRA					
Riegos (5)	Jornadas	20	0	0	
Aplic.fert.(3)	Jornadas	2	0	0	
Aplic.isectic.y	Jornadas	30	0	0	
Aplic.herbicida	Jornadas	4	0	0	
Poda	Jornadas	20	0	0	
Cosecha	Jornadas	90	0	0	0
MAQUINARIA					
Rastrajes		1	0	0	
Aplic.pesticidas		16	0	0	
Acarreos var.		4	0	0	
Elim.follage		1	0	0	0
INSUMOS					
Urea	Kg	600	0	0	
SFT	Kg	200	0	0	
Muriato K	Kg	160	0	0	
Citroliv	Lts	60	0	0	
Tamarón 600	Kg	5	0	0	
Dimetoato	Kg	4	0	0	
Dodine	Kg	20	0	0	
Gusathion	Kg	2	0	0	
Round Up	Lts	1,5	0	0	
Simazina 500	Kg	2	0	0	0
OTROS					
Cost.finanan.				0	
Imprevistos				0	0
TOTAL					0

ANEXO 2 Vid Vinífera a Plena Producción Costos Operación Anual

Item	Unidad	Cantidad	Precio	Valor/Ha	Total/ha
			(\$)	(\$)	(\$)
Mano de Obra					
Poda y amarr	Jornadas	18	0	0	
Controles fitos	Jornadas	12	0	0	
Fertilización	Jornadas	2	0	0	
Riegos (5)	Jornadas	5	0	0	
Cosecha	Jornadas	15	0	0	0

Maquinaria					
Melgadura		1	0	0	
Fletes	Kg	20.000	0	0	0
Fertilizantes					
Urea	Kg	100	0	0	
Superfosfato	Kg	100	0	0	
Muriato de Po	Kg	50	0	0	0
Agroquímicos					
Roundup (co	Lt	2	0	0	
Oleo Ultracid	Lt	3	0	0	
Metomil (trips	Kg	2	0	0	
Systhane Dus	Kg	3	0	0	
Scala 40 SC (	Lt	2	0	0	
Azufre (oidio /	Kg	30	0	0	0
Otros					
Costo financiero				0	
Imprevistos				0	0
Total					0

ANEXO 3
Remolacha
Costos Operación Anual

Item	Unidad	Cantidad	Precio (\$)	Valor/Ha (\$)	Total/ha (\$)
Preparación de Suelos					
Tractor escari	Labor	1	0	0	
Rotofresadora	Labor	1	0	0	
Tractor Rastra	Labor	2	0	0	
Niveladora	Labor	1	0	0	
Tractor Rodillo	Labor	0	0	0	
Subtotal					0
Servicios					
Sembradora M	Labor	1	0	0	
Tractor Pulver	Labor	7	0	0	
Bomba Espal	Labor	0	0	0	
Tractor Colos	Labor	1	0	0	
Aplicación Aé	Labor	1	0	0	
Cultivo Cincel	Labor	1	0	0	
Trompo Abon	Labor	1	0	0	
Subtotal					0
Mano de Obra					
Siembra	Jornadas	1	0	0	
Limpias	Trato	0	0	0	
Aplicación Ca	Jornadas	1	0	0	
Limpia Acequ	Jornadas	5	0	0	
Riegos	Jornadas	20	0	0	

Aplicación Pe	Jornadas	1	0	0	
Subtotal					0
Insumos (1)					
Semillas	Gl				
Fertilizantes	Gl				
Herbicidas	Gl				
Insecticidas	Gl				
Fungicidas	Gl				
Subtotal					739.200
Cosecha Mec	Ton	90	0	0	0
Fletes	Ton	90	0	0	0
Otros					
Costo financiero				29.568	
Imprevistos				36.960	66.528
Total					805.728

(1) Se anexa ficha de costos del cultivo de lansa

ANEXO 4
Poroto Consumo Interno
Costos Operación Anual

Item	Unidad	Cantidad	Precio	Total item	Total/ha
			(\$)	(\$)	(\$)
MANO OBRA					
Riegos	Jornadas	7	0	0	
Aplic.fert.(3)	Jornadas	3	0	0	
Aplic.isectic.	Jornadas	4	0	0	
Aplic.herbicida	Jornadas	1	0	0	
Cosecha	Jornadas	25	0	0	0
MAQUINARIA					
Preparación Suelo		1	0	0	
Siembra		1	0	0	
Cultivadora		2	0	0	
Acarreos var.		1	0	0	0
INSUMOS					
Semilla	Kg	80	0	0	
Fertilizantes (	Kg	160	0	0	
Pesticidas	Kg			15.000	
Otros Insumo	Kg			10.000	25.000
OTROS					
Cost.finananc.				1.000	
Imprevistos				1.250	2.250
TOTAL					27.250

ANEXO 5

Alfalfa Para Enfardar
Costos Operación Anual

Siembra de la Pradera

Item	Unidad	Cantidad	Precio	Total item	Total/ha
			(\$)	(\$)	(\$)
MANO DE OBRA					
Riegos y Otro	Jorn	8	0	0	0
MAQUINARIA					
Preparación de Suelo		1	0	0	
Siembra y Fertilización		1	0	0	0
INSUMOS					
Semilla	Kg	20	0	0	
SFT	Kg	160	0	0	0
OTROS					
Cost.finanan.				0	
Imprevistos				0	0
TOTAL					0

Mantención de la Pradera

Item	Unidad	Cantidad	Precio	Total item	Total/ha
			(\$)	(\$)	(\$)
MANO DE OBRA					
Riegos	Jorn	6	0	0	
Transporte a	Jorn	8	0	0	0
MAQUINARIA					
Enfardadura		1	0	0	0
FERTILIZANTES					
SFT	Kg	80	0	0	0
OTROS					
Cost.finanan.				0	
Imprevistos				0	0
TOTAL					0
PROMEDIO ANUAL					0

ANEXO 6
Maíz para Grano
Costos Operación Anual

Item	Unidad	Cantidad	Precio	Total item	Total/ha
------	--------	----------	--------	------------	----------

			(\$)	(\$)	(\$)
MANO OBRA					
Riegos	Jornadas	10	0	0	
Aplic.fert.(3)	Jornadas	3	0	0	
Aplic.isectic.	Jornadas	4	0	0	
Aplic.herbicida	Jornadas	1	0	0	
Cosecha	Jornadas	25	0	0	0
MAQUINARIA					
Preparación Suelo		1	0	0	
Nivelación		1	0	0	
Siembra		1	0	0	
Aplic. Pesticidas		1	0	0	
Cosecha		1	0	0	
Aporcas		1	0	0	0
INSUMOS					
Semillas	Bolsa	1,2	0	0	
Fosfato diamo	Kg	160	0	0	
Urea	Kg	500	0	0	
Muriato K	Kg	120	0	0	
Pesticidas	Gl			15.000	
Otros Insumos	Gl			10.000	25.000
OTROS					
Cost.finanan.				1.000	
Imprevistos				1.250	2.250
TOTAL					27.250

ANEXO 7
Tomate Industrial
Costos Operación Anual

Item	Unidad	Cantidad	Precio	Total item	Total/ha
			(\$)	(\$)	(\$)
MANO OBRA					
Siembra	Jornadas	2	0	0	
Aradura	Jornadas	2	0	0	
Cultivadora	Jornadas	1	0	0	
Control Malez	Jornadas	4	0	0	
Arreglo Guías	Jornadas	1	0	0	
Fertilización	Jornadas	1	0	0	
Fumigación	Jornadas	3	0	0	
Riegos	Jornadas	8	0	0	
Cosecha	Jornadas	16	0	0	0
MAQUINARIA					
Preparación Suelo		1	0	0	
Cinzel		1	0	0	
Nivelación		2	0	0	
Flete Insumos		1	0	0	0

INSUMOS					
Plantas	c/u	40.000	0	0	
Fosfato Diam.	Kg	160	0	0	
Urea	Kg	200	0	0	
Salitre K	Kg	80	0	0	
Muriato K	Kg	40	0	0	
Lorsban	Bolsa	1	0	0	
MTD 600	Lt	2	0	0	
Manzate	Kg	3	0	0	
Benomilo	Kg	1	0	0	0
OTROS					
Cost.finanan.				0	
Imprevistos				0	0
TOTAL					0

ANEXO 8
Trigo
Costos Operación Anual

Item	Unidad	Cantidad	Precio	Total item	Total/ha
			(\$)	(\$)	(\$)
MANO OBRA					
Riegos	Jornadas	7	0	0	
Aplic.fert.(3)	Jornadas	4	0	0	
Aplic.pesticida	Jornadas	4	0	0	
Acequidura	Jornadas	3	0	0	0
MAQUINARIA					
Preparación S	Labor	1	0	0	
Siembra	Labor	1	0	0	
Aplicación Pe	Labor	2	0	0	
Cosecha Mec	Labor	1	0	0	
Acarreos var.	Labor	1	0	0	0
INSUMOS					
Semilla	Kg	160	180	28.800	
Superfosfato	Kg	160	0	0	
Urea	Kg	300	0	15.000	
Muriato K	Kg	80	0	10.000	
Vincit	Bolsa	4	0	10.000	
Impact	Lt	1	0	10.000	
MCPA	Lt	0,8	0	10.000	
Tordon	Lt	0,5	0	10.000	
Subtotal					93.800
OTROS					
Cost.finanan.				3.752	
Imprevistos				4.690	8.442

TOTAL					102.242
--------------	--	--	--	--	----------------

ANEXO 9
Costos de Plantación Plantación Manzanos

Item	Unidad	Cantidad	Precio (\$)	Valor/ha (\$)
Maquinaria				
Subsolado	Unid	1	0	0
Rotura	Unid	1	0	0
Rastraje	Unid	3	0	0
Subtotal				0
Materiales				
Plantas	Unid	625	1.200	750.000
Mano de Obra				
Trazado, esta	Hoyos	625	300	187.500
Desinfección	Plantas	625	120	75.000
Dirección	ha	1	150.000	150.000
Subtotal				412.500
Imprevistos (5%)				58.125
Total / ha				1.220.625

ANEXO 10
Costos de Plantación Vid Vinífera

Item	Unidad	Cantidad	Precio (\$)	Valor/ha (\$)
Maquinaria				
Subsolado	Unid	1	0	0
Rotura	Unid	1	0	0
Rastraje	Unid	3	0	0
Subtotal				0
Materiales				
Plantas	Unid	4.000	90	360.000
Alambre galva	Kg	400	470	188.000
Alambre galva	Kg	250	380	95.000
Alambre galva	Kg	140	330	46.200
Clavos 3 "	Kg	30	573	17.190
Grapas	Kg	20	523	10.460
Centrales pin	Unid	779	690	537.510
Cabezales pin	Unid	82	1.950	159.900
Anclas de cor	Unid	82	1.070	87.740
Subtotal				1.502.000
Mano de Obra				
Trazado, esta	Hoyos	4.861	20	97.220
Desinfección	Plantas	4.000	15	60.000
Levantamient	ha	1	150.000	150.000
Subtotal				307.220
Imprevistos (5%)				90.461
Total / ha				1.899.681

Cuadro 9. Valor y Depreciación de las Inversiones

Item	Monto (M\$)	Depreciacion		
		Años	Anualidad	Residuo
Inversión Actual				
Suelo	3535000			3535000
Plantaciones				
Manzanos 189 Has (*)	189000	20	9450	47250
Vid Vinífera 117 Has (**)	146250	20	7313	36555
Equipos y herramientas	450000	15	30000	0
Subtotal	4320250		46763	3618805
Inversión a Realizar				
Suelo área inundación embalse	85000			
Capital de Trabajo (adicional)	35350			109950
Obra embalse	679051	20	33953	169756
Subtotal	799401			279706
Total	5119651		80716	3898511
Horizonte Evaluación		15		
(*) Ver Anexo 9				
(**) Ver Anexo 10				
(***) 17 has a M\$ 5.000/ha				
	799401			

Cuadro 3. Costos Operacionales Directos (M\$)
Situación Sin Proyecto

Rubro	Superficie	Montos (M\$)
Manzanos	61	0
Vid Vinífera	38	0
Remolacha	116	0
Poroto	53	0
Praderas	95	0
Maíz	200	0
Tomate Indus	97	0
Trigo	47	0
Totales	707	0

Ver Anexos 1 al 8

Cuadro 4. Costos Operacionales Indirectos (M\$)
Situación Sin Proyecto

Item	Monto (M\$)
Contribuciones (1)	0
Derechos de agua (2)	0
Mantenimiento de activos (3)	0
Gastos generales (4)	0
Costo Total Anual	0

(1) 0,75 % Valor Comercial del Suelo

(2) \$12.000/ha

(3) \$ 2.000/ha

(4) \$ 3.500/ha

Cuadro 5. Costos de Administración y Ventas (M\$)
Situación Sin Proyecto

Item	Monto (M\$)
Administración (1)	35.350
Contabilidad (2)	0
Asistencia Técnica (3)	0
Costo Total Anual	35.350

Cuadro 1. Ingresos del Proyecto
Situación Sin Proyecto

Rubro	Superficie (Has)	Cantidad (Ton/ha)	Precio (M\$/Ton)	Ingreso (M\$)
Manzanos	61	39,00	130	309.270
Vid Vinífera	38	14,60	220	122.056
Remolacha	116	73,90	30	257.172
Poroto	53	1,80	1.200	114.480
Praderas	95	7,90	120	90.060
Maíz	200	9,00	120	216.000
Tomate Indus	97	79,70	39	301.505
Trigo	47	6,20	140	40.796
Total	707			1.451.339

Cuadro 2. Ingresos del Proyecto
Situación Con Proyecto

Rubro	Superficie (Has)	Cantidad (Ton/ha)	Precio (M\$/Ton)	Ingreso (M\$)
Manzanos	122	39,00	130	618.540
Vid Vinífera	76	14,60	220	244.112
Remolacha	58	73,90	30	128.586
Poroto	106	1,80	1.200	228.960
Praderas	48	7,90	120	45.504
Maíz	100	9,00	120	108.000
Tomate Indus	173	79,70	39	537.736
Trigo	24	6,20	140	20.832

- (1) \$ 50.000/ha
 (2) \$ 1.000/ha
 (3) \$ 8.000/ha

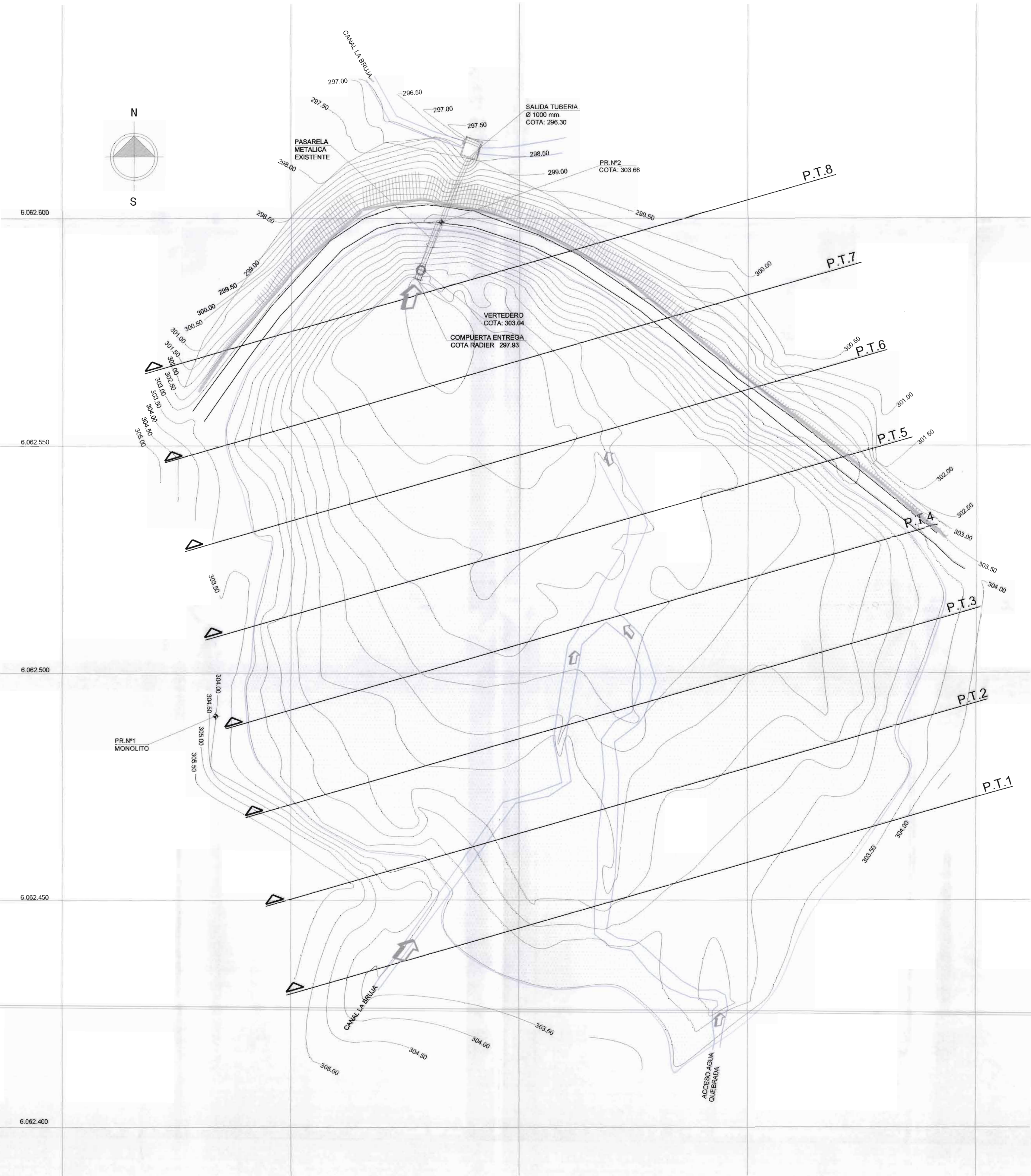
Total	707			1.932.270
--------------	------------	--	--	------------------

Idro 6. Costos Operacionales Directos (M\$)
Situación Con Proyecto

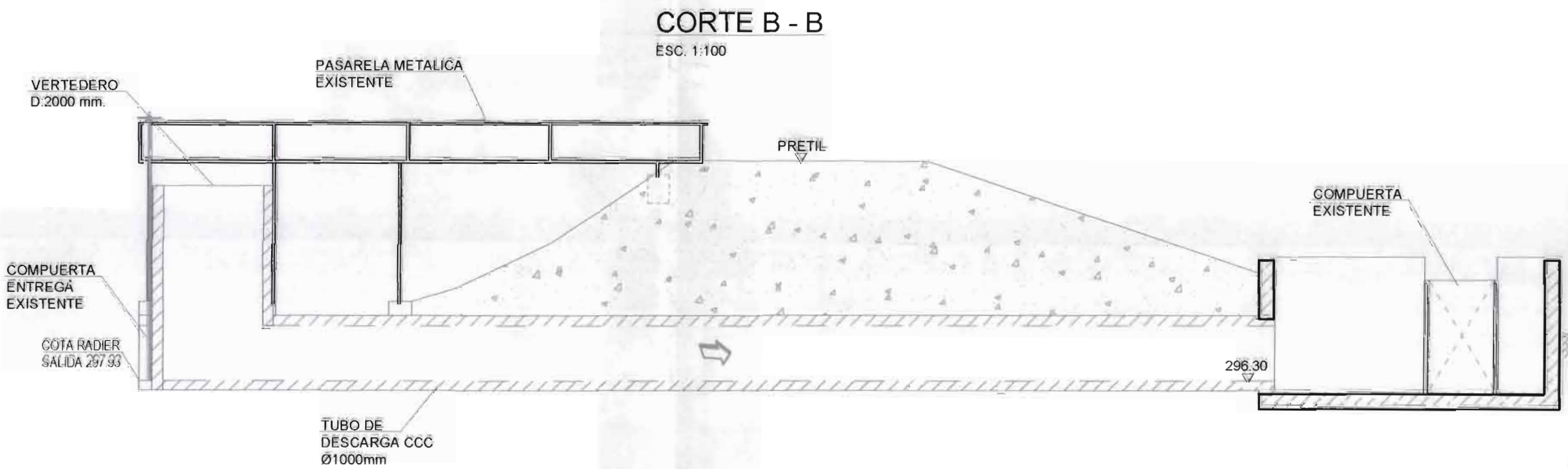
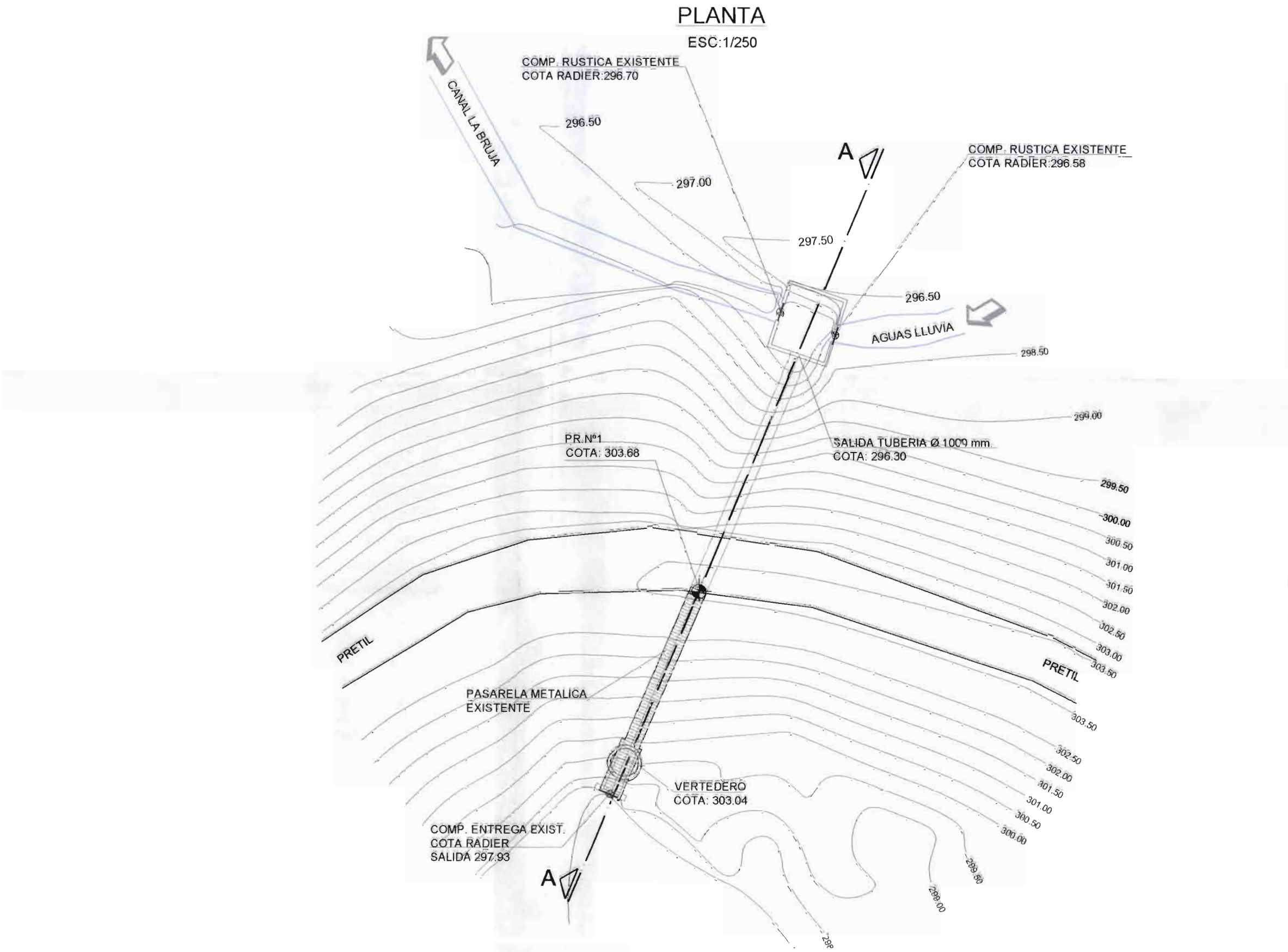
Rubro	Superficie	Montos (M\$)
Manzanos	122	0
Vid Vinífera	76	0
Remolacha	58	0
Poroto	106	0
Praderas	48	0
Maíz	100	0
Tomate Indus	173	0
Trigo	24	0
Costo Total	707	0

Ver Anexos 1 al 8

PLANTA GENERAL
ESCALA 1/500



OBRA DE ENTREGA AL RIEGO
Y VERTEDERO EXISTENTE



CUADRO DE PUNTOS DE REFERENCIAS			
PR	DESCRIPCION	COTA m n.s.m.	COORDENADAS (UTM.) DATUM:WGS-84 HUSO 19
1	MONOLITO HORMIGON	304.00	N- 6 062 490,56 / E- 284 283,77
2	CLAVO FILTI EN MURO	303.68	N- 6 062 599,11 / E- 284 332,91

PROYECTO
ESTUDIO DE REGULACIÓN Y GESTIÓN DE LAS AGUAS DE RIEGO MAULE NORTE, VII REGION
SUB-CONTRATACION DE SERVICIOS DE CONSULTORIA
ESTUDIOS BÁSICOS PARA LA REHABILITACIÓN DE EMBALSES DE REGULACIÓN CORTA
REHABILITACION TRANQUE LA BRUJA

MANDANTE
GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
CIREN
FECHA
JULIO 2012
ESCALA
Las Indicadas

ANDRÉS GONZÁLEZ URRUTIA
INGENIERO CIVIL

AG
LAMINA N°
1/2