CNR-0403_V5

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CANAL BUZETA

VOLUMEN 4: Anexos 7-8-9-11-12

Santiago, mayo de 2015

CNR
Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CANAL BUZETA

Anexo 7

Santiago, mayo de 2015

CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-3000-GE-INF-002_C

INFORME CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA CANAL BUZETA

***NOTA: Nueva codificación reemplaza al documento: 4184-0000-GE-INF-006**

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	C. Sandoval	J. Lagos	P. Zuñiga D. Gonzalez	Coordinación Interna
	Fecha	25.08.14	27.08.14	27.08.14	
B	Nombre Firma	C. Sandoval	J. Lagos	P. Zuñiga D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	28.08.14	28.08.14	28.08.14	
C	Nombre Firma	C. Pardo/ D. Solans	J. Lagos/ C. Sandoval	P. Zuñiga / D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	06.11.14	06.11.14	06.11.14	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

INFORME CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA CANAL BUZETA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 5

2 OBJETIVOS Y ALCANCES 5

3 REFERENCIAS 6

4 CAMPAÑA DE PROSPECCIONES 6

4.1 GENERALIDADES 6

4.1.1 Calicatas 8

4.2 PROGRAMA DE ENSAYOS 9

4.2.1 Propiedades Índices 9

4.2.2 Ensayos In situ 14

5 PARAMETRIZACIÓN Y MONOGRAFÍA GEOTÉCNICA 15

6 DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO 19

6.1 RESUMEN 19

6.2 FILTRACIÓN PARCELA SR. SANTANA 19

6.3 DESLIZAMIENTOS EN TALUDES DE CANAL HACIA CERRO 21

6.4 DESLIZAMIENTOS MASIVOS SECTOR EL BATO 23

6.5 PROBLEMAS DE ESTABILIDAD PRETILES ANTIGUOS DE PIRCAS EN TALUD A VALLE 25

6.6 PELIGROS DE CAÍDA DE ROCAS 26

6.7 FILTRACIONES SECTOR LOS LOROS 27

6.8 FILTRACIONES SECTOR LIMAHUIDA 29

6.9 PRESENCIA DE AGUJEROS GENERADOS POR ROEDORES 30

7 CAMPAÑA DE PROSPECCIONES COMPLEMENTARIAS 32

7.1 GENERALIDADES 32

7.2 DESCRIPCCIÓN CAMPAÑA EXPLORACIÓN GEOTECNICA COMPLEMENTARIA 32

7.3 DESCRIPCCIÓN CAMPAÑA EXPLORACIÓN GEOFISICA 34

7.4 DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA SONDAJES 36

7.5 RESULTADOS DE PERFILES GEOFISICOS 39

7.6 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO 41

8 CONCLUSIONES 43

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A: Informe Calicatas Canal Buzeta DPI

Anexo B: Estudio Geofísico y Refracción Sísmica Canal Buzeta DPI

LISTADO DE TABLAS

Tabla 4-1: Resumen de Información de Calicatas..... 8
Tabla 4-2: Resultados granulométricos..... 11
Tabla 4-3: Resultados ensayos de densidad in situ..... 14
Tabla 5-1: Monografía geológica – geotécnica canal Buzeta..... 15
Tabla 5-2: Rangos de ángulos de fricción para distintos materiales. (Ref. 7)..... 17
Tabla 5-3: Rangos de permeabilidades para distintos materiales. (Ref. 7)..... 17
Tabla 5-4: Parámetros geotécnicos..... 18
Tabla 7-1: Coordenadas sondajes..... 33
Tabla 7-2: Coordenadas perfiles geofísicos..... 34
Tabla 7-3. Resultados granulométricos prospecciones complementarias..... 42

LISTADO DE FIGURAS

Figura 4-1. Ubicación de Prospecciones canal Buzeta..... 7
Figura 4-2: Granulometría canal Buzeta..... 13
Figura 7-1: Ubicación sondajes canal Buzeta..... 33
Figura 7-2: Ubicación en planta perfil sector El Bato. Canal Buzeta..... 35
Figura 7-3: Ubicación en planta perfil sector Socavón. Canal Buzeta..... 35
Figura 7-4: Ubicación en planta perfil sector Las Cañas. Canal Buzeta..... 36

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 6-1: Sector Parcela Sr. Santana, zona naciente filtración..... 20
Fotografía 6-2: Sector Parcela Sr. Santana, vista filtración en zona de pie de talud..... 20
Fotografía 6-3: Vista desprendimiento local en canal, talud hacia cerro..... 21

Fotografía 6-4: Vista socavación local en canal, talud hacia cerro, N°1. 22
Fotografía 6-5: Vista socavación local en canal, talud hacia cerro, N°2. 22
Fotografía 6-6: Sector El Bato, Deslizamiento masivo en talud N°1, vista general. 23
Fotografía 6-7: Sector El Bato, Deslizamiento masivo en talud N°2, vista general. 24
Fotografía 6-8: Sector El Bato, Deslizamiento masivo en talud N°2. 24
Fotografía 6-9: Sector El Bato, Deslizamiento masivo en talud N°2, detalle al pie del talud. . 25
Fotografía 6-10: Pretiles antiguos de pirca en talud a valle. 26
Fotografía 6-11: Vista general presencia de rocas en talud. 27
Fotografía 6-12: Filtraciones sector Los Loros. 28
Fotografía 6-13: Filtraciones sector Los Loros. 29
Fotografía 6-14: Filtraciones sector Limahuida. 30
Fotografía 6-15: Vista en detalle de agujero generado por roedores. 31

1 INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto Mejoramiento del Canal Buzeta, La Comisión Nacional de Riego (CNR), ha solicitado el apoyo de Arcadis Chile (ACL) para el estudio geológico-geotécnico del trazado del canal ubicado en la IV Región de Coquimbo, Provincia de Choapa. El canal se encuentra en las cercanías de la ciudad de Salamanca, a unos 30 km de Illapel, centro administrativo provincial, y a 333 km al sur de La Serena, capital regional.

El canal Buzeta posee una longitud de alrededor de 91 km y su caudal de diseño es de 3 m^3/s. Se abastece de las aguas del río Choapa, las cuales distribuye a una superficie de riego estimada de aproximadamente 3700 ha distribuida en menos de 200 usuarios.

En este informe se presenta un modelo geológico-geotécnico del terreno de fundación del canal a partir de la interpretación de las exploraciones de terreno y de la interpretación y análisis de resultados de los ensayos in situ y de laboratorio efectuados como parte de la presente ingeniería de prefactibilidad.

Adicionalmente, este informe presenta los resultados de una campaña de prospecciones complementarias en sectores de interés del proyecto.

2 OBJETIVOS Y ALCANCES

El objetivo del presente informe es entregar una descripción y caracterización de las unidades de suelos presentes a lo largo del trazado del canal Buzeta. Con este propósito, Arcadis ha desarrollado un análisis geológico-geotécnico basado en la interpretación y análisis de la información obtenida a partir de visitas a terreno por parte de especialistas, excavación de calicatas, ensayos in-situ y ensayos de laboratorio efectuados en muestras obtenidas en terreno. Adicionalmente, se presentan los principales problemas geotécnicos detectados durante el recorrido del canal.

3 REFERENCIAS

Para la elaboración de este informe fueron considerados los siguientes antecedentes:

Ref. 1 **ARCADIS Chile** (2014). Visita a terreno N°1 realizada entre los días 19 y 20 de Mayo de 2014.

Ref. 2 **ARCADIS Chile** (2014). Visita a terreno N°2 realizada entre los días 26 y 27 de Mayo de 2014.

Ref. 3 **ARCADIS Chile** (2014). Visita a terreno N°3 realizada el día 09 de Junio de 2014.

Ref. 4 **ARCADIS Chile** (2014). Informes diarios de actividades en terreno.

Ref. 5 **ARCADIS Chile** (2014). Informe N° 4184-000-GO-INF-004 "Caracterización Geológica Canal Buzeta".

Ref. 6 DPI (2014). Ensayos canal Buzeta.

Ref. 7 Look, B (2007): "Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables". Taylor & Francis. Balkema.

4 CAMPAÑA DE PROSPECCIONES

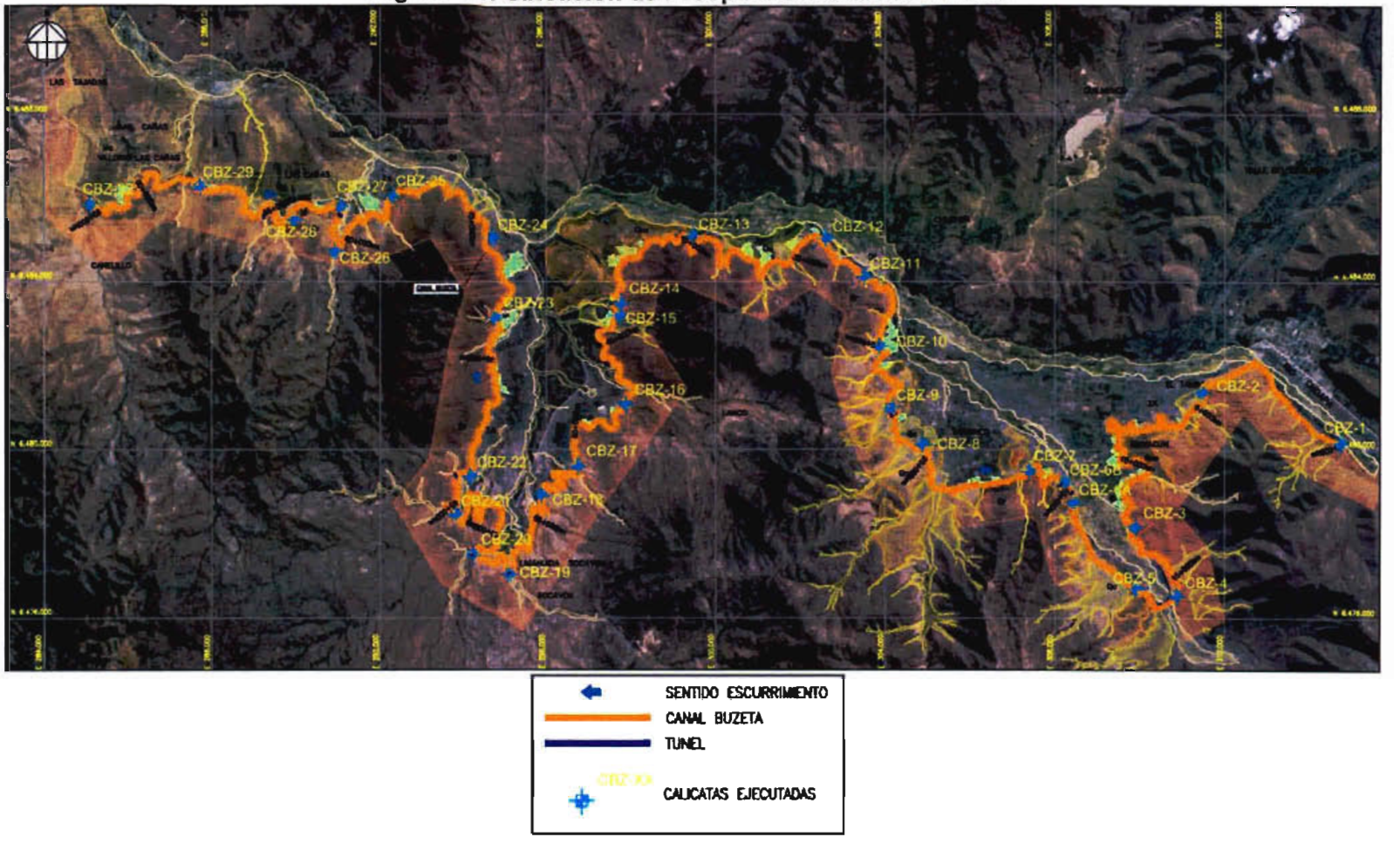
4.1 GENERALIDADES

La campaña de prospecciones efectuadas como parte de los estudios de apoyo a la Ingeniería de prefactibilidad en el canal Buzeta, se desarrolló entre los días 20 de Mayo y 9 de Junio de 2014 y consideró las siguientes actividades:

- Excavación por medios manuales de 31 calicatas ubicadas a lo largo del trazado del canal, de hasta 3 m de profundidad.

Estas prospecciones, cuya ubicación se presenta en la Figura 4-1, fueron supervisadas en forma permanente por un Técnico Laboratorista de Arcadis, apoyado en forma parcial por Ingenieros Geotécnicos y prevencionista de riesgo, quienes efectuaron visitas técnicas a terreno durante su ejecución.

Figura 4-1: Ubicación de Prospecciones canal Buzeta.



4.1.1 Calicatas

Como parte de la campaña se proyectó inicialmente la excavación de 32 calicatas, luego, debido a las condiciones del terreno se excavaron solo 31 (calicatas cbz-06, cbz-30 y cbz-31 fueron reemplazadas por las calicatas cbz-06A y cbz-06B), con un máximo de 3,0 m de profundidad mediante excavación manual. Cabe destacar que la profundidad nominal de excavación propuesta inicialmente en función de la profundidad del lecho del canal, no se logró en la totalidad de las calicatas debido a la presencia de roca y/o nivel freático. En la Tabla 4-1 se presenta la profundidad y coordenadas del conjunto de calicatas excavadas.

En cada calicata se efectuó la descripción estratigráfica de las unidades reconocidas y se procedió a la recolección de muestras representativas de los distintos estratos detectados para la ejecución de ensayos de laboratorio. La excavación de las calicatas, su respectiva descripción estratigráfica y ensayos de densidad in situ estuvo a cargo de la empresa DPI en calidad de subcontrato de Arcadis.

Tabla 4-1: Resumen de Información de Calicatas.

Calicata	Coordenadas UTM (WGS84)		Km Canal	Profundidad (m)	Profundidad Nivel Freático (m)	Observaciones
	Norte	Este				
cbz-01	6.480.160	314.747	0	2,20	1,9	Suelo natural
cbz-02	6.481.364	311.474	4,5	1,40	No se detecta	Suelo natural
cbz-03	6.478.154	309.884	13,1	2,30	No se detecta	Suelo natural
cbz-04	6.476.536	310.872	15,4	2,40	No se detecta	Bolones en el fondo
cbz-05	6.476.830	309.674	16,7	2,40	No se detecta	Suelo natural
cbz-06 A	6.478.745	308.459	19,6	3,00	No se detecta	Roca en el fondo
cbz-06 B	6.479.221	308.229	20,2	1,30	No se detecta	Roca en el fondo
cbz-07	6.479.502	307.405	21,6	1,30	No se detecta	Roca en el fondo
cbz-08	6.480.121	304.917	25,4	2,00	No se detecta	Suelo natural
cbz-09	6.480.824	304.154	27,3	1,50	No se detecta	Suelo natural
cbz-10	6.482.433	303.874	30,0	1,80	No se detecta	Clastos en el fondo
cbz-11	6.484.273	303.607	32,5	1,50	No se detecta	Suelo natural
cbz-12	6.485.032	302.622	34,0	2,00	No se detecta	Suelo natural
cbz-13	6.485.095	299.459	39,4	0,60	No se detecta	Roca en el fondo
cbz-14	6.483.482	297.753	43,3	3,00	No se detecta	Suelo natural
cbz-15	6.483.182	297.738	43,8	2,00	No se detecta	Suelo natural
cbz-16	6.481.070	297.876	47,6	2,35	No se detecta	Suelo natural

Calicata	Coordenadas UTM (WGS84)		Km Canal	Profundidad (m)	Profundidad Nivel Freático (m)	Observaciones
	Norte	Este				
cbz-17	6.479.614	296.739	50,8	2,30	1,75	Suelo natural
cbz-18	6.478.923	295.886	53,7	2,00	No se detecta	Suelo natural
cbz-19	6.477.040	295.111	57,3	2,00	No se detecta	Suelo natural
cbz-20	6.477.513	294.225	58,9	1,80	No se detecta	Suelo natural
cbz-21	6.478.466	293.817	64,2	2,50	No se detecta	Suelo natural
cbz-22	6.479.375	294.190	66,3	0,60	No se detecta	Suelo natural
cbz-23	6.483.136	294.768	71,4	2,50	No se detecta	Suelo natural
cbz-24	6.485.037	294.719	74,0	2,30	No se detecta	Suelo natural
cbz-25	6.486.035	292.303	75,7	2,50	No se detecta	Suelo natural
cbz-26	6.484.708	290.927	80,4	1,15	No se detecta	Suelo natural
cbz-27	6.485.783	291.065	81,3	2,50	No se detecta	Suelo natural
cbz-28	6.485.456	289.958	83,4	3,00	No se detecta	Suelo natural
cbz-29	6.486.286	287.725	87,6	2,00	No se detecta	Suelo natural
cbz-32	6.485.834	285.129	92,3	2,00	No se detecta	Suelo natural

4.2 PROGRAMA DE ENSAYOS

Con el propósito de caracterizar los materiales sobre los cuales se apoya el canal, se programaron ensayos de laboratorio sobre muestras representativas de suelos extraídas de las calicatas, los cuales fueron ejecutados por el laboratorio Andino.

4.2.1 Propiedades Índices

El resumen de los resultados de los ensayos granulométricos efectuados sobre las muestras extraídas de las calicatas se presentan en la Tabla 4-2, las cuales, exceptuando las muestras Cbz-8 y Cbz-9 (0.25 – 1,00) que corresponde a una arcilla limosa inorgánica de baja a media plasticidad (CL-ML), clasifican como arenas y gravas. La representación gráfica de las curvas granulométricas se presenta en el la Figura 4-2.

De los resultados de los ensayos ejecutados para este estudio, se deduce que las unidades de suelo corresponden básicamente a gravas y arenas, las cuales presentan contenidos de finos variables entre un 6 a 48% de plasticidad baja, un contenido de arenas entre 27 a 69%, un contenido de gravas entre 0 y 66% y un contenido de sobretamaño entre 0 y 16%.

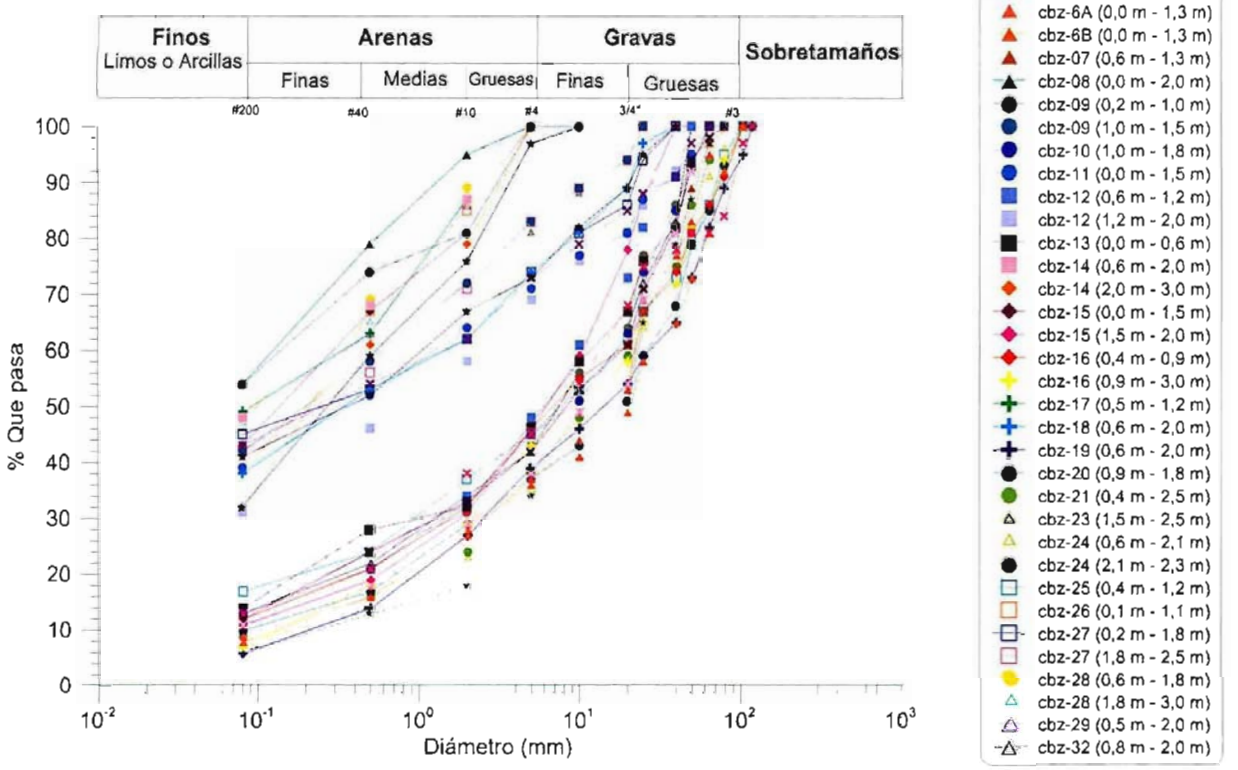
Los certificados de estos ensayos se adjuntan en el Anexo A del presente documento.

Tabla 4-2: Resultados granulométricos.

Identificación Muestra	Tipo Muestra	Profundidad (m)		Clasificación completa							
		Inicio	termino	% Sobretamaño	% Gravas	% Arenas	% Finos	Peso Específico, Gs	Límite Líquido, LL (%)	Índice de Plasticidad, IP (%)	Clasificación USCS
Cbz-1	Suelo	0,20	2,20	0	66	28	6	2,72	20	NP	GW-GM
Cbz-2	Suelo	0,40	1,40	0	3	65	32	2,69	28	7	SC-SM
Cbz-3	Suelo	0,60	1,50	0	27	32	41	2,70	27	6	SC-SM
Cbz-3	Suelo	1,50	2,35	0	27	30	43	2,70	28	8	SC
Cbz-4	Suelo	1,00	2,40	0	62	27	11	2,72	18	NP	GP-GM
Cbz-5	Suelo	0,30	1,80	0	58	30	12	2,71	22	3	GP-GM
Cbz-5	Suelo	1,80	2,40	16	39	32	13	2,72	19	NP	GM
Cbz-6A	Suelo	0,00	1,30	0	63	28	9	2,71	18	NP	GW-GM
Cbz-6B	Suelo	0,00	1,30	8	56	28	8	2,72	19	NP	GW-GM
Cbz-7	Suelo	0,60	1,30	0	63	26	11	2,71	20	NP	GP-GM
Cbz-8	Suelo	0,00	2,00	0	0	46	54	2,69	19	NP	CL-ML
Cbz-9	Suelo	0,25	1,00	0	0	46	54	2,69	29	7	CL-ML
Cbz-9	Suelo	1,00	1,50	0	17	41	42	2,70	19	NP	SM
Cbz-10	Suelo	1,10	1,80	0	55	32	13	2,71	19	NP	GM
Cbz-11	Suelo	0,00	1,50	0	29	32	39	2,71	23	3	SM
Cbz-12	Suelo	0,60	1,20	0	52	35	13	2,71	24	4	GC-GM
Cbz-12	Suelo	1,20	2,00	0	31	38	31	2,71	21	NP	SM
Cbz-13	Suelo	0,00	0,60	0	53	33	14	2,72	18	NP	GM
Cbz-14	Suelo	0,60	2,00	0	0	52	48	2,70	29	7	SC-SM
Cbz-14	Suelo	2,00	3,00	0	0	61	39	2,71	19	NP	SM
Cbz-15	Suelo	0,00	1,50	0	0	57	43	2,70	21	NP	SM
Cbz-15	Suelo	1,50	2,00	0	54	35	11	2,72	19	NP	GP-GM
Cbz-16[a]	Suelo	0,40	0,90	9	45	34	12	2,71	26	4	GP-GC
Cbz-16B	Suelo	0,90	3,00	6	51	36	7	2,70	25	4	GW-GC
Cbz-17	Suelo	0,50	1,20	0	0	51	49	2,71	18	NP	SM
Cbz-18	Suelo	0,65	2,00	0	26	36	38	2,71	20	NP	SM
Cbz-19	Suelo	0,65	2,00	11	50	33	6	2,71	19	NP	GP-GM
Cbz-20	Suelo	0,90	1,80	7	56	27	10	2,72	18	NP	GP-GM
Cbz-21	Suelo	0,40	2,50	0	62	29	9	2,71	19	NP	GP-GM
Cbz-23	Suelo	1,50	2,50	0	19	39	42	2,69	28	8	SC
Cbz-24	Suelo	0,60	2,10	4	61	27	8	2,72	20	NP	GW-GM
Cbz-24	Suelo	2,10	2,30	0	57	30	13	2,72	26	6	GC-GM
Cbz-25	Suelo	0,40	1,20	5	50	28	17	2,71	25	4	GC-GM
Cbz-26	Suelo	0,10	1,15	0	0	69	31	2,70	24	3	SM

Identificación Muestra	Tipo Muestra	Profundidad (m)		Clasificación completa							
		Inicio	termino	% Sobretamaño	% Gravas	% Arenas	% Finos	Peso Específico, Gs	Límite Líquido, LL (%)	Índice de Plasticidad, IP (%)	Clasificación USCS
Cbz-27	Suelo	0,25	1,80	0	26	29	45	2,70	23	3	SM
Cbz-27	Suelo	1,80	2,50	0	17	41	42	2,71	19	NP	SM
Cbz-28	Suelo	0,60	1,80	0	0	52	48	2,70	19	NP	SM
Cbz-28	Suelo	1,80	3,00	0	0	53	47	2,69	18	NP	SM
Cbz-29	Suelo	0,50	2,00	0	0	52	48	2,70	19	NP	SM
Cbz-32	Suelo	0,85	2,00	0	58	29	13	2,72	29	8	GC-GM

Figura 4-2: Granulometría canal Buzeta.



4.2.2 Ensayos In situ

Se realizaron ensayos de densidad in situ mediante el método de cono de arena en 19 calicatas, cuyos resultados se reportan en la Tabla 4-3. El detalle de estos ensayos se presenta en Anexo A.

Tabla 4-3: Resultados ensayos de densidad in situ

Calicata	Profundidad de ensayo (m)	Densidad Húmeda, γ_ω (t/m3)
cbz-01	1,10	1,49
cbz-02	1,15	1,91
cbz-03	2,35	1,96
cbz-05	2,40	1,92
cbz-08	2,00	2,04
cbz-09	1,00	2,06
cbz-12	1,20	1,65
cbz-14	1,10	1,91
cbz-15	2,00	2,37
cbz-16	2,35	2,02
cbz-18	1,10	2,26
cbz-19	1,46	1,57
cbz-20	1,80	2,06
cbz-21	1,50	1,97
cbz-22	2,00	2,09
cbz-23	1,80	1,89
cbz-27	1,80	2,15
cbz-28	3,00	2,30
cbz-29	2,00	2,21
cbz-32	2,00	2,18

5 PARAMETRIZACIÓN Y MONOGRAFÍA GEOTÉCNICA

Tal como fue mencionado precedentemente, en base a las prospecciones realizadas, ensayos de laboratorio y observaciones visuales de cortes naturales, se ha reconocido que las unidades geológicas presentes en el trazado del canal corresponden principalmente a rocas intrusivas y/o materiales granulares del tipo arenas limosas, arenas gravosas y gravas arenosas con presencia de finos de baja a nula plasticidad. La sectorización geológica geotécnica del canal se presenta en la Tabla 5-1

Tabla 5-1: Monografía geológica – geotécnica canal Buzeta.

Sector	Desde	Hasta	Longitud del tramo (m)	Calicatas	Prof. Nivel Freático	Descripción
1	0,0 km (Salamanca)	5,0 km (Entrada El Tambo)	5000	CBZ-01 CBZ-02	N/O	El trazado se desarrolla superficialmente por un estrato de limos arenosos y arenas limosas, de color café, existe presencia de bolones en algunos sectores y de raíces y raicillas, los finos son de baja plasticidad, las partículas son tanto de cantos subredondeados como subangulares.
2	5,0 km (Entrada El Tambo)	14,6 km (Mayacún)	9600	CBZ-03	N/O	El trazado se desarrolla en gravas arenosas con presencia de un 15% de finos y bolones, de color café, los finos son de media plasticidad y existe presencia de raicillas.
3	14,6 km (Estero Camisas)	19,4 km (Estero Camisas)	4800	CBZ-04 CBZ-05	N/O	El trazado se desarrolla en gravas areno limosas con presencia de bolones y de un 25% de finos de baja plasticidad, colores café y gris, mal graduadas, existe presencia de raicillas, las partículas son tanto de cantos subredondeados como subangulares.
4	19,4 km (Cerro Colliguay)	21,4 km (Cerro Colliguay)	2000	CBZ-6A CBZ-6B	N/O	El trazado se desarrolla en gravas arenosas con un porcentaje de finos menor al 15%, de color café claro, existe presencia de bolones en algunos sectores, los finos son de plasticidad media y las partículas son angulares y subangulares.
5	21,4 km (Tahuinco)	31,0 km (Tahuinco)	9600	CBZ-07 CBZ-08 CBZ-09 CBZ-10	N/O	El trazado se desarrolla en gravas areno limosas y en arenas limosas, con la existencia de algunos estratos de limos arenosos, colores café y gris, presencia de raíces y raicillas, los finos son de baja plasticidad y nula.
6	31,0 km (Cerro El Cobre)	47,7 km (Quebrada Collico)	16700	CBZ-11 CBZ-12 CBZ-13 CBZ-14 CBZ-15	N/O	El trazado se desarrolla en arenas limosas y limos arenosos con presencia de gravas, de colores café y gris, presencia de raíces y raicillas en el primer metro de profundidad, los finos son de plasticidad baja y nula, las partículas de

Sector	Desde	Hasta	Longitud del tramo (m)	Calicatas	Prof. Nivel Freático	Descripción
				CBZ-16		gravas son de cantos angulares y subangulares.
7	47,7 km (Estero Limahuida)	74,4 km (Estero Limahuida)	26700	CBZ-17 CBZ-18 CBZ-19 CBZ-20 CBZ-21 CBZ-22 CBZ-23 CBZ-24	Se detectó a casi 2,0 m en calicatas CBZ-17 y CBZ-18. N/O en el resto	El trazado se desarrolla en arenas limosas con un porcentaje de finos entre un 10% y 40% y presencia de gravas, destacan colores café y gris, presencia singular de bolones en algunos sectores y de raíces y raicillas en el primer metro de profundidad, los finos son de baja plasticidad, pero existen zonas con presencia de arcillas, las partículas principalmente son subangulares.
8	74,4 km (Extremo Norte Cordón La Viuda)	78,0 km (Extremo Norte Cordón La Viuda	3600	CBZ-25	N/O	El trazado se desarrolla en arenas arcillolimosas con un porcentaje de finos que decrece en profundidad, predomina el color gris, presencia de raicillas y raíces en todo el estrato, los finos son de plasticidad nula o alta. Bajo 1,15 m de profundidad se presenta una roca fracturada, color gris amarillento con presencia de maicillo.
9	78,0 km (Llano Las Cañas)	91,4 km (Llano Las Cañas)	13400	CBZ-26 CBZ-27 CBZ-28 CBZ-29 CBZ-32	N/O	El trazado se desarrolla en arenas limosas y algunos estratos de limos arcillosos, existe una leve presencia de gravas (5%), destacan los colores café y gris, los finos son de plasticidad nula o alta, existe presencia de raíces y raicillas en el primer metro de profundidad.

N/O = No Observado

Dado que los suelos superficiales presentes en el trazado del canal corresponden a materiales granulares con cementación media, se han estimado valores de cohesión de hasta 2,5 t/m^2.

Se estima que los materiales granulares correspondientes a gravas arenosas y arenas gravosas con un grado de compacidad medio pueden poseer valores de ángulo de fricción entre 34° y 39°. Estos valores se pueden ver modificados con la mayor presencia de suelos finos en la matriz del material.

De acuerdo a estas características, y para el nivel de ingeniería de prefactibilidad, se utilizan de modo conservador los rangos de valores para ángulo de fricción interna de los materiales señalados en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2: Rangos de ángulos de fricción para distintos materiales. (Ref. 7)

Type	*Description/state*	*Friction angle (degrees)*
Cohesionless	Soft sedimentary (chalk, shale, siltstone, coal)	30–40
Compacted	Hard sedimentary (conglomerate, sandstone)	35–45
Broken rock	Metamorphic	35–45
	Igneous	40–50
Cohesionless	Very loose/loose	30–34
Gravels	Medium dense	34–39
	Dense	39–44
	Very dense	44–49
Cohesionless	Very loose/loose	27–32
Sands	Medium dense	32–37
	Dense	37–42
	Very dense	42–47
Cohesionless	Loose	
Sands	Uniformly graded	27–30
	Well graded	30–32
	Dense	
	Uniformly graded	37–40
	Well graded	40–42

Complementariamente, es posible establecer valores de permeabilidad para las unidades presentes a lo largo del trazado del canal. En la Tabla 5-3 se presentan valores típicos reportados en la literatura técnica de acuerdo al sistema USCS.

Tabla 5-3: Rangos de permeabilidades para distintos materiales. (Ref. 7)

Soil type	*Description*	*USC symbol*	*Permeability, m/s*
Gravels	Well graded	GW	10^{-3} to 10^{-1}
	Poorly graded	GP	10^{-2} to 10
	Silty	GM	10^{-7} to 10^{-5}
	Clayey	GC	10^{-8} to 10^{-6}
Sands	Well graded	SW	10^{-5} to 10^{-3}
	Poorly graded	SP	10^{-4} to 10^{-2}
	Silty	SM	10^{-7} to 10^{-5}
	Clayey	SC	10^{-8} to 10^{-6}
Inorganic silts	Low plasticity	ML	10^{-9} to 10^{-7}
	High plasticity	MH	10^{-9} to 10^{-7}
Inorganic clays	Low plasticity	CL	10^{-9} to 10^{-7}
	High plasticity	CH	10^{-10} to 10^{-8}
Organic	with silts/clays of low plasticity	OL	10^{-8} to 10^{-6}
	with silts/clays of high plasticity	OH	10^{-7} to 10^{-5}
Peat	Highly organic soils	Pt	10^{-6} to 10^{-4}

En base a lo anterior, los parámetros geotécnicos a nivel de ingeniería de prefactibilidad son los indicados en la Tabla 5-4:

Tabla 5-4: Parámetros geotécnicos.

Sistema	Tipo de Suelo	Densidad Natural [t/m^3]	Cohesión [t/m2]	Angulo de fricción [°]	Permeabilidad [m/s]
Suelos de uso antrópico (Qant).	Arena media con bajo contenido de finos	1,4 – 1,9	0,5 - 1,5	27 - 32	$10^{-4} – 10^{-2}$
Depósitos coluviales finos (Qcf)	Arena fina a media con presencia de finos y bloques	1,8 – 2,1	1,0 – 2,0	32 - 37	$10^{-7} – 10^{-3}$
Depósitos coluviales gruesos (Qcg)	Maicillo, arenas gruesas con bajo contenido de finos cementados y presencia de bloques	1,8 – 2,1	0,5 – 1,5	32 - 37	$10^{-6} – 10^{-2}$
Depósitos de cono de deyección (Qc).	Arenas y gravas arenosas gruesas, escasa presencia de bloques	1,8 – 2,1	1,0 – 2,0	32 - 37	$10^{-6} – 10^{-2}$
Depósitos de remociones en masa (Qr)	Gravas gruesas con presencia de bloques. Rocas muy meteorizadas que han sido removilizadas	1,4 – 1,8	0,0 – 1,0	30 - 34	$10^{-4} – 10^{-1}$
Depósitos Fluviales (Qf)	Gravas gruesas a medias en matriz de arenas limpias con escaso contenido de finos e intercalaciones de niveles arenosos.	1,8 – 2,1	0,5 – 1,5	34 - 39	$10^{-6} – 10^{-2}$
Depósitos de terrazas antiguas de la Formación Confluencia (MPlc)	Gravas arenosas con clastos redondeados y cementación media.	1,9 – 2,3	1,0 - 2,5	34 - 39	$10^{-6} – 10^{-2}$

Resulta necesario destacar que estos valores son estimativos y deberán confirmarse mediante ensayos de laboratorio para una etapa posterior de ingeniería.

6 DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO

6.1 RESUMEN

Se presenta a continuación un diagnóstico geotécnico del canal Buzeta describiendo los principales hallazgos del recorrido del canal, según los aspectos geotécnicos asociados a caída de rocas, filtraciones, contaminaciones locales, fallas en taludes, etc. Dichos sectores corresponden a:

- Filtración Sector Parcela Sr. Santana; (km 5.000 aprox.)
- Deslizamientos talud hacia cerro
- Deslizamientos masivos sector El Bato.
- Problemas de estabilidad pretiles antiguos de pircas en talud a valle
- Filtraciones sector Los Loros
- Filtraciones sector Limahuida
- Problemas de caída de rocas.
- Presencia de agujeros generados por roedores.

6.2 FILTRACIÓN PARCELA SR. SANTANA

En esta área se apreció la presencia de una filtración en el talud a valle en el sector correspondiente a la parcela del Sr. Santana. En este sector el canal va en ladera abrupta con pendiente alta, a una altura aproximada de 50 m sobre el nivel del camino. Se pudo constatar la presencia de una filtración naciente desde el talud a valle del canal y que se prolonga hasta el pie del talud. En la Fotografía 6-1 y Fotografía 6-2 se presenta la ubicación de la filtración antes mencionada.

Fotografía 6-1: Sector Parcela Sr. Santana, zona naciente filtración.

* Fuente: Elaboración Propia

Fotografía 6-2: Sector Parcela Sr. Santana, vista filtración en zona de pie de talud.

* Fuente: Elaboración Propia

6.3 DESLIZAMIENTOS EN TALUDES DE CANAL HACIA CERRO

Existen numerosos sectores del canal donde se detectó peligro de deslizamientos locales en los taludes hacia el cerro los cuales podrían ocasionar estancamientos parciales o totales del canal en el sector. Dichos problemas, de acuerdo a lo conversado con los celadores ya se han producido en años anteriores.

De acuerdo a lo observado en terreno los principales peligros serían las siguientes:

- Deslizamientos por inestabilidad a raíz de debilitamiento en talud generado por precipitaciones intensas.
- Deslizamientos por socavación de talud generado por escurrimiento.

En la Fotografía 6-3 se presenta una imagen de un caso de desprendimiento local en el canal.

Fotografía 6-3: Vista desprendimiento local en canal, talud hacia cerro.

* Fuente: Elaboración Propia

En la Fotografía 6-4 y Fotografía 6-5 se presenta una vista tipo de un sector con socavación en talud a cerro.

Fotografía 6-4: Vista socavación local en canal, talud hacia cerro, N°1.

* Fuente: Elaboración Propia

Fotografía 6-5: Vista socavación local en canal, talud hacia cerro, N°2.

* Fuente: Elaboración Propia

Se considera relevante señalar que en este sector del trazado del canal se encuentra emplazado en material tipo maicillo, el cual presenta problemas frente a la erosión ocasionada por cualquiera de los agentes antes indicados.

6.4 DESLIZAMIENTOS MASIVOS SECTOR EL BATO

Existen 2 deslizamientos masivos ocurridos en taludes del canal los cuales fueron apreciados durante el recorrido. Ambas fallas se encuentran muy cerca entre ellas (1 km aproximadamente). La localización se encuentra en torno a los kilómetros 19 y 20 del canal.

En la Fotografía 6-6 se observa el primer deslizamiento (en sentido de avance de kilometraje del canal) ocurrido en el sector El Bato, el cual posee una morfología en forma de cuña.

Fotografía 6-6: Sector El Bato, Deslizamiento masivo en talud N°1, vista general.

* Fuente: Elaboración Propia

La Fotografía 6-7 y

Fotografía **6-8** corresponden al segundo deslizamiento masivo (en sentido de avance de kilometraje del canal) observado en el sector El Bato, el cual es el de mayor envergadura.

Fotografía 6-7: Sector El Bato, Deslizamiento masivo en talud N°2, vista general.

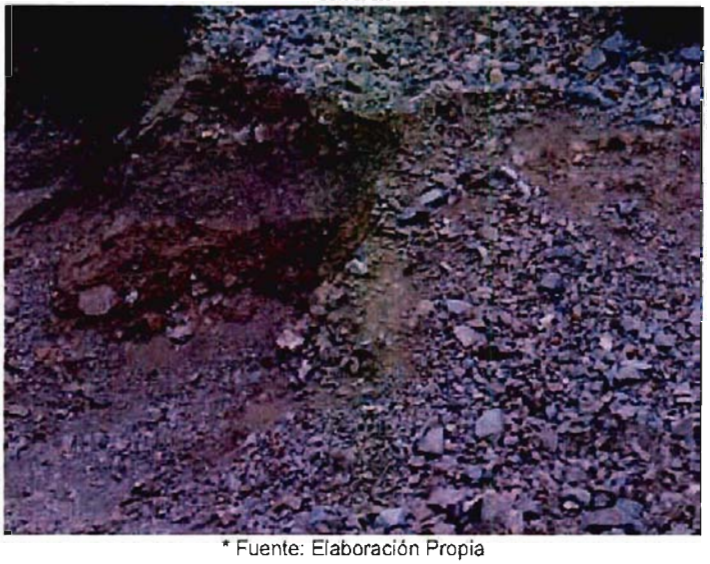
* Fuente: Elaboración Propia

Fotografía 6-8: Sector El Bato, Deslizamiento masivo en talud N°2.

* Fuente: Elaboración Propia

En la Fotografía 6-9 se presenta una fotografía en acercamiento correspondiente al material de escombro arrastrado a consecuencia de la falla del segundo talud del sector El Bato.

Fotografía 6-9: Sector El Bato, Deslizamiento masivo en talud N°2, detalle al pie del talud.



* Fuente: Elaboración Propia

6.5 PROBLEMAS DE ESTABILIDAD PRETILES ANTIGUOS DE PIRCAS EN TALUD A VALLE

Existen varios sectores cercanos a la zona de infiltraciones en las cercanías de la parcela del Sr. Santana (sector calicata CBZ-02) donde se apreciaron pircas en el talud a valle del canal. Si bien actualmente las pircas se encuentran en condiciones estables, se estima podrían tener problemas de estabilidad ante la ocurrencia de eventos sísmicos severos (Fotografía 6-10).

Fotografía 6-10: Pretiles antiguos de pirca en talud a valle.

* Fuente: Elaboración Propia

6.6 PELIGROS DE CAÍDA DE ROCAS

En algunos sectores del canal, es posible advertir la presencia de rocas y bolones en taludes hacia cerro, los cuales ante la evidente ausencia de soporte lateral y bajo condiciones sísmicas, podrían caer al interior del canal. En la Fotografía 6-11 se presenta un ejemplo de la problemática anteriormente señalada.

Fotografía 6-11: Vista general presencia de rocas en talud.

* Fuente: Elaboración Propia

6.7 FILTRACIONES SECTOR LOS LOROS

En este sector, el canal se encuentra emplazado en altura respecto al camino (unos 80 m aproximadamente), y a una altura aproximada de 120 m respecto al río. Dado este contexto, los evidentes afloramientos de agua detectados en la ladera de cerro entre el camino y el río dan a suponer que se trata de filtraciones del canal. En la Fotografía 6-12 y Fotografía 6-13 se presenta un ejemplo de la problemática anteriormente señalada.

Fotografía 6-12: Filtraciones sector Los Loros.

* Fuente: Elaboración Propia

Fotografía 6-13: Filtraciones sector Los Loros.

* Fuente: Elaboración Propia

6.8 FILTRACIONES SECTOR LIMAHUIDA

En este sector, se estima que el agua que corre por debajo de las casas que forman este poblado podría corresponder a filtraciones del canal, ya que estas casas se encuentran en una cota 30 m superior al río y unos 80 m bajo el canal. En la Fotografía 6-14 se presenta un ejemplo de la problemática anteriormente señalada.

Fotografía 6-14: Filtraciones sector Limahuida.

* Fuente: Elaboración Propia

6.9 PRESENCIA DE AGUJEROS GENERADOS POR ROEDORES

También se reconoció la presencia de agujeros generados por roedores en los taludes. En algunos sectores del canal este problema es recurrente y de acuerdo a lo conversado con el Sr. Ítalo González (Administrador), este problema se acentúa en virtud de las sequías de los últimos años. Lo anterior, dado que el descenso del nivel de agua facilita la generación de agujeros a cotas inferiores por parte de los animales, propiciando el incremento de los riesgos de falla en los taludes asociados. En la Fotografía 6-15 se presenta un ejemplo de los agujeros generados por roedores.

Fotografía 6-15: Vista en detalle de agujero generado por roedores.

* Fuente: Elaboración Propia

7 CAMPAÑA DE PROSPECCIONES COMPLEMENTARIAS

7.1 GENERALIDADES

Esta campaña complementaria se efectúa a fin de poder efectuar una validación de los supuestos y consideraciones geotécnicas adoptadas en etapas anteriores del proyecto. Las prospecciones complementarias tienen por objetivo evaluar posibles puntos de alternativas de reducción de filtraciones para distintos sectores del canal Buzeta.

La campaña se compone por las siguientes prospecciones:

- Sector El Bato:
  - 1 sondaje geotécnico inclinado en 45° de rotación diamantina en HQ3 de 25 m de profundidad
  - 1 perfil geofísico de 220 m de longitud.

- Sector Socavón:
  - 4 sondajes geotécnico vertical de rotación diamantina en HQ3 de 15 m de profundidad
  - 5 perfiles geofísicos que alcanzaron 1.723 m de longitud

- Sector Las Cañas:
  - 1 sondaje geotécnico vertical de rotación diamantina en HQ3 de 15 m de profundidad
  - 1 perfil geofísico de 220 m de longitud.

Las perforaciones de sondajes y ejecución de los perfiles geofísicos fueron llevadas a cabo por DPI en calidad de subcontrato de ARCADIS, con supervisión permanente de personal técnico especialista de ARCADIS y visitas de Ingenieros Geotécnicos y Geólogos. En el Anexo B del presente informe se encuentra el detalle del informe de prospecciones complementarias.

7.2 DESCRIPCCIÓN CAMPAÑA EXPLORACIÓN GEOTECNICA COMPLEMENTARIA

Dentro la campaña complementaria se llevaron a cabo 6 sondajes geotécnicos de rotación diamantina en diámetro HQ3, muestreador 96 mm de diámetro y 63.5 mm de diámetro de testigo. La campaña de fue realizada por DPI durante los meses de Septiembre y Octubre de 2014.

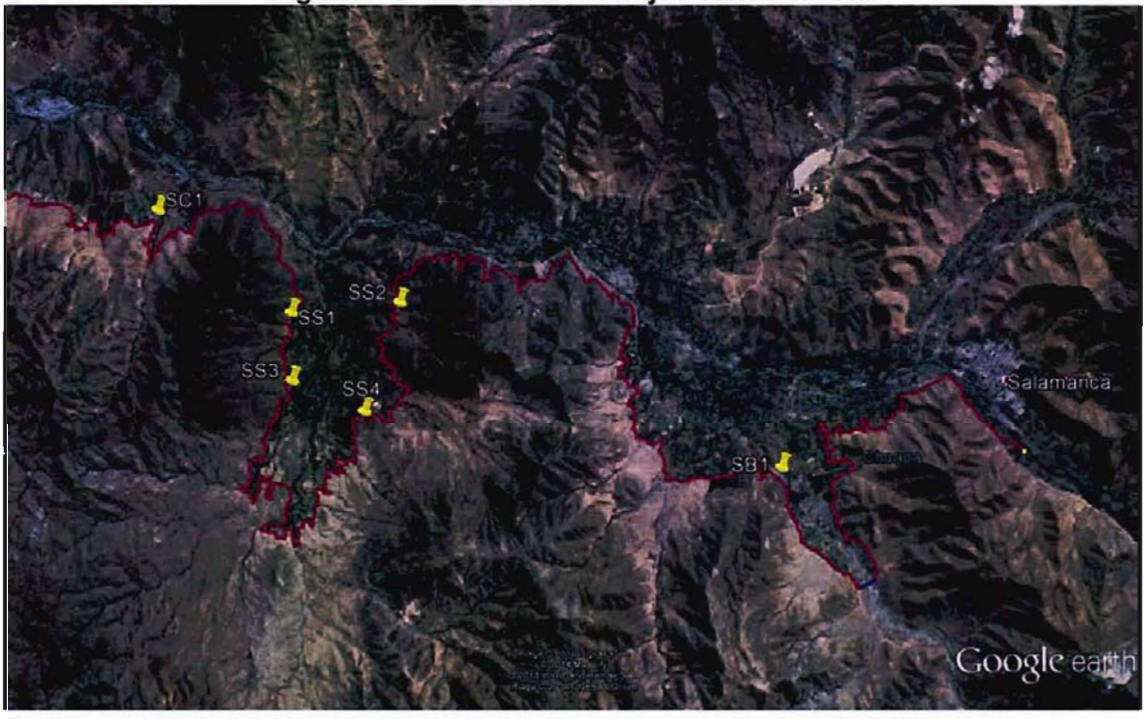
En la Tabla 7-1 se presentan las coordenadas y profundidad de los sondajes efectuados.

En la Figura 7-1 se muestra una vista en planta de la ubicación de los sondajes.

Tabla 7-1: Coordenadas sondajes

Sector	Sondaje	Este UTM	Norte UTM	Profundidad [m]	Inclinación
El Bato	SB-1	308.196	6.479.196	25.0	45° respecto a vertical
Socavón	SS-1	294.783	6.483.148	15.0	Vertical
	SS-2	297.738	6.483.478	15.0	Vertical
	SS-3	294.836	6.481.304	15.0	Vertical
	SS-4	296.631	6.480.515	15.0	Vertical
Las Cañas	SC-1	291.058	6.485.833	15.0	Vertical

Figura 7-1: Ubicación sondajes canal Buzeta.



7.3 DESCRIPCCIÓN CAMPAÑA EXPLORACIÓN GEOFISICA

La exploración geofísica comprendió la ejecución de 7 perfiles de refracción sísmica en los sectores de El Bato, Socavón y Las Cañas. El objetivo de los perfiles es obtener la variación en profundidad de las velocidades de ondas compresionales o Vp. En la Tabla 7-2 se presentan las coordenadas y longitudes de los perfiles efectuados. En la Figura 7-2 a Figura 7-4 se muestra una vista en planta de las ubicaciones de los perfiles efectuados para cada sector.

Tabla 7-2: Coordenadas perfiles geofísicos

Sector	Perfil	Longitud	Inicio		Termino	
			Este UTM	Norte UTM	Este UTM	Norte UTM
El Bato	SB-1	220	308.094	6.479.267	308.240	6.479.127
Socavón	SS-1	319	295.007	6.483.240	294.705	6.483.141
	SS-2	319	297.754	6.483.485	297.428	6.483.472
	PS-3	319	296.195	6.483.440	295.874	6.483.461
	SS-3	226	295.033	6.481.346	294.823	6.481.300
	SS-4	539	296.121	6.480.657	296.623	6.480.530
Las Cañas	SC-1	221	291.051	6.485.898	291.075	6.485.684

Figura 7-2: Ubicación en planta perfil sector El Bato. Canal Buzeta.

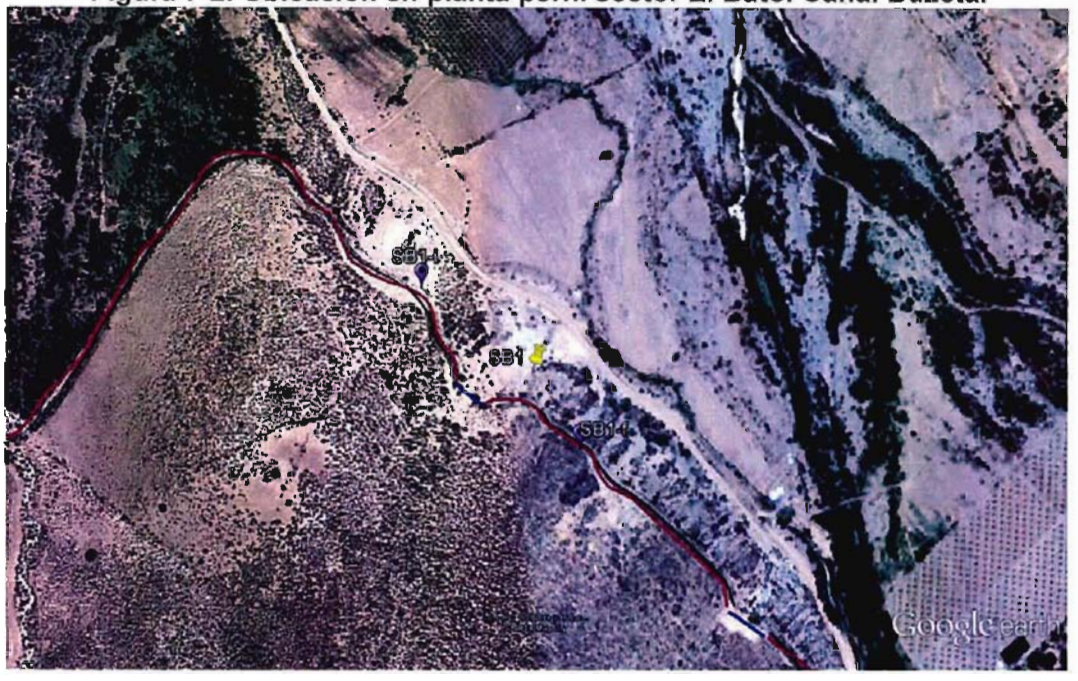


Figura 7-3: Ubicación en planta perfil sector Socavón. Canal Buzeta.

Figura 7-4: Ubicación en planta perfil sector Las Cañas. Canal Buzeta.

7.4 DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA SONDAJES

De acuerdo a los sondajes efectuados, se tiene la siguiente descripción estratigráfica por cada sondaje y sector:

- Sector El Bato

  - SB1

Profundidad [m]	Descripción estratigráfica
0,0 a 3,0	Gravas y bolones de cantos angulares. Tamaño máximo de partícula gravosa 3" y 4" de bolones, en matriz de arena fina a media de color pardo.
3,0 a 5,7	Gravas y bolones de cantos angulares de composición granítica. Tamaño máximo de partícula gravosa 3" y 6" de bolones, en matriz de arena fina a media de color pardo. Limo en las fracturas de los fragmentos de bolones.
5,7 a 9,0	Roca intrusiva tipo granodiorita de color gris rosácea muy fracturada.
9,0 a 25,0	Roca intrusiva tipo granodiorita, color rosáceo, muy fracturada a triturada

- Sector Socavón

  - SS1

Profundidad [m]	Descripción estratigráfica
0,00 a 0,30	Limo arcilloso con algo de arena, color café. Humedad media, consistencia media, cementación baja, estructura heterogénea.
0,30 a 5,00	Gravas y bolones de roca granítica, en matriz limo arenosa. Los fragmentos de grava se encuentran fracturados con formas angulosas a subredondeadas.
5,00 a 12,50	Arena de color pardo, con bajo contenido de fino, plasticidad baja. Corresponde a nivel superficial de roca completamente meteorizada de roca intrusiva granítica.
12,50 a 14,0	Arena de color pardo, con bajo contenido de fino, plasticidad baja. Corresponde a nivel superficial de roca completamente meteorizada de roca intrusiva granítica.
13,00 a 14,0	Gravas y bolón muy fracturados. Fragmentos subredondeados subangulosos, composición granítica. . Corresponde a nivel superficial de roca completamente meteorizada de roca intrusiva granítica.
14,0 a 15,0	Arena media de color pardo, con bajo contenido de fino, plasticidad baja. Corresponde a nivel superficial de roca completamente meteorizada de roca intrusiva granítica.

  - SS2

Profundidad [m]	Descripción estratigráfica
0,00 a 1,70	Arena limo arcillosa de color pardo, con gravas aisladas en matriz, tamaño máximo variable ½" a 2". Partículas subangulares, plasticidad media, compacidad media
1,70 a 6,70	Arena media de color pardo, se aprecian tramos cementados y otros sin cohesión, a partir de los 5.20 m se observan gravas aisladas de tamaño máximo ½". Partículas angulares y subangulares.
6,70 a 8,10	Fragmentos subredondeados a angulosos de grava, color gris a pardo, composición granítica, en matriz de limo y algo arcilloso.
8,10 a 10,50	Arena media de color pardo, bajo contenido en finos y de baja plasticidad y compacidad. Corresponde a nivel superficial de roca completamente meteorizada de roca intrusiva granítica.
10,50 a 11,50	Fragmentos subredondeados a angulosos, color pardo y de composición granítica, en matriz arenosa. Corresponde a nivel superficial de roca completamente meteorizada de

Profundidad [m]	Descripción estratigráfica
	roca intrusiva granítica.
11,50 a 13,50	Arena media de color pardo, bajo contenido en finos y finos no plásticos y baja compacidad. Corresponde a nivel superficial de roca intrusiva con diversos grados de meteorización.
13,50 a 15,00	Roca intrusiva tipo monzonita de color gris oscuro, muy fracturada en el contacto con la zona meteorizada y masiva en profundidad, tramo levemente meteorizado.

- SS3

Profundidad [m]	Descripción estratigráfica
0,00 a 1,75	Arena algo arcilloso de color pardo algo amarillento y cementada, con presencia de gravillas aisladas. Plasticidad baja, estructura homogénea. Se aprecian fragmentos subredondeados de bolones rocosos tipo granito.
1,75 a 4,75	Roca intrusiva color gris oscuro. Fracturada superficialmente, variando a masiva en profundidad. En las fracturas se observan óxidos, lo que indica la posible presencia de agua circulando.
4,75 a 6,25	Roca intrusiva granítica, color gris claro. En los 4,90 m se observa una intercalación de tramo meteorizado (maicillo).
6,25 a 9,25	Roca fuertemente meteorizada de color gris negruzco con núcleos de roca sana.
9,25 a 15,0	Roca intrusiva granítica, color gris. Tramos en procesos de meteorización.

- SS4

Profundidad [m]	Descripción estratigráfica
0,0 a 1,2	Arena de color pardo amarillento de bajo contenido de finos. Tipo maicillo.
1,20 a 2,20	Bolones cuarcíticos de cantos angulosos, en matriz de maicillo. Corresponde a nivel superficial de roca completamente meteorizada de roca intrusiva granítica.
2,20 a 2,70	Arena de color pardo con bajo contenido de finos y nula plasticidad. Corresponde a nivel superficial de roca completamente meteorizada de roca intrusiva granítica.
2,70 a 6.20	Bolones cuarcíticos en fragmentos color blanco a pardo, meteorizados. Corresponde a nivel superficial de roca completamente meteorizada de roca intrusiva granítica.

Profundidad [m]	Descripción estratigráfica
6,20 a 7,00	Bolones rocosos tipo granítico de cantos angulosos, en matriz de maicillo. Corresponde a nivel superficial de roca intrusiva con diversos grados de meteorización.
7,00 a 15,0	Roca intrusiva tipo tonalita de color gris claro, muy fracturada y meteorizada.

- Sector Las Cañas

  - SC1

Profundidad [m]	Descripción estratigráfica
0,0 a 15,0	Arena fina a media de color pardo con mica diseminada. Sin cohesión aparente, meteorizada. Maicillo.

7.5 RESULTADOS DE PERFILES GEOFISICOS

En base a los perfiles geofísicos efectuados, se obtuvieron los siguientes resultados para las unidades geosísmicas.

- Sector El Bato: Perfil SB1
  - Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales variables entre 380 y 555 m/s, con espesor variable entre 3 y 5 m. Se asocian a sedimentos sueltos, gravas y arenas de compacidad baja.
  - Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales del orden 1.080 m/s, con espesor variable entre 19 y 40 m. Se asocian a sedimentos compactados con presencia de roca muy fracturada.
  - Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales del orden 4.650 m/s. Se asocia roca fundamentalmente sana.

- Sector Socavon: Perfil SS2
  - Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales variables entre 480 y 620 m/s, con espesor promedio de 3,0 m. Se asocian a sedimentos sueltos, gravas y arenas de compacidad baja.
  - Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales del orden 1.030 m/s, con espesor variable entre 12 y 15 m. Se asocian a sedimentos compactados con presencia de roca muy fracturada.
  - Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales del orden 5.870 m/s. Se asocia roca fundamentalmente sana.

- Sector Socavón: Perfil PS3

- Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales promedio en torno a 500 m/s, con espesor variable entre 1,7 y 3,0 m. Se asocian a sedimentos sueltos, gravas y arenas de compacidad baja.
- Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales del orden 1.880 m/s, con espesor variable entre 33 y 38 m. Se asocian a sedimentos compactados con presencia de roca muy fracturada.
- Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales del orden 5.000 m/s. Se asocia roca fundamentalmente sana.

- Sector Socavón: Perfil SS1
  - Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales variables entre 410 y 580 m/s, con espesor variable entre 1,7 y 3,0 m. Se asocian a sedimentos sueltos, gravas y arenas de compacidad baja.
  - Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales del orden 2.340 m/s, con espesor variable entre 15 y 32 m. Se asocian a sedimentos compactados con presencia de roca muy fracturada.
  - Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales del orden 4.770 m/s. Se asocia roca fundamentalmente sana.

- Sector Socavón: Perfil SS3
  - Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales variables entre 445 y 510 m/s, con espesor variable entre 3,5 y 4,5 m. Se asocian a sedimentos sueltos, gravas y arenas de compacidad baja.
  - Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales del orden 1.460 m/s, con espesor variable entre 8 y 20 m. Se asocian a sedimentos compactados con presencia de roca muy fracturada.
  - Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales del orden 6.000 m/s. Se asocia roca fundamentalmente sana. En el extremo noreste la velocidad de ondas muestra valores de 2.300 m/s asociándose a roca fracturada.

- Sector Socavón: Perfil SS4
  - Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales variables entre 450 y 610 m/s, con espesor variable entre 2,5 y 4,0 m. Se asocian a sedimentos sueltos, gravas y arenas de compacidad baja.
  - Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales variables entre 1.140 y 1.700 m/s, con espesor variable entre 10 y 30 m. Se asocian a sedimentos compactados con presencia de roca muy fracturada.
  - Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales entre 4.920 y 5.240 m/s. Se asocia roca fundamentalmente sana.

- Sector Las Cañas: Perfil SC1
  - Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales variables entre 400 m/s, con espesor promedio 1,0 m. Se asocian a sedimentos sueltos, gravas y arenas de compacidad baja.

- Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales variables entre 930 y 985 m/s, con espesor variable entre 15 y 20 m. Se asocian a sedimentos compactados.
- Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales variables entre 1.645 y 1.745 m/s, con espesor variable entre 25 y 50 m. Se asocian a roca de regular calidad geotécnica con presencia de fracturas.
- Unidad geosísmica con velocidades de ondas compresionales entre 3.280 m/s. Se asocia roca de regular calidad geotécnica.

En base a estos resultados en conjunto con lo observado en terreno, es posible establecer las siguientes para las eventuales soluciones mediante obras de mejoramiento para el funcionamiento del canal.

- Sector El Bato: Los materiales superficiales (hasta 5,0 m de profundidad) se presentan con un alto grado de meteorización haciendo posible la ejecución de trabajos de movimiento de tierras.

- Sector Socavón: Los materiales superficiales resultan de espesor variable, siendo mayores en los sectores de cuencas. Estos materiales presentan un alto grado de meteorización permitiendo la excavación y ejecución de obras de movimiento de tierras.

- Sector Las Cañas: Los materiales presentes en este sector se encuentran altamente meteorizados, permitiendo la ejecución de trabajas de movimientos de tierras.

Dependiendo de las alternativas de solución propuestas para el mejoramiento del canal Buzeta, es posible realizar trabajos de movimiento de tierras en los sectores estudiados.

7.6 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

De modo complementario se llevaron a cabo ensayos de clasificación completa USCS sobre muestras representativas de los sondajes. Los resultados de estos ensayos se presentan en la siguiente tabla y resultan coincidentes en los datos superficiales con las muestras obtenidas en sondajes a menor profundidad.

Tabla 7-3. Resultados granulométricos prospecciones complementarias.

Identificación Muestra	Profundidad (m)		Clasificación completa						
	Inicio	termino	% Gravas	% Arenas	% Finos	Peso Específico, Gs	Límite Líquido, LL (%)	Índice de Plasticidad, IP (%)	Clasificación USCS
SS1-1	3,20	3,50	0	79	21	2,69	19	NP	SM
SS1-2	5,50	6,00	0	63	37	2,69	23	4	SC – SM
SS2-1	0,50	0,70	0	69	31	2,69	39	11	SM
SS2-2	2,70	3,20	0	77	23	2,70	18	NP	SM
SS3-1	1,00	1,30	0	78	22	2,29	24	3	SM
SS3-2	6,25	6,50	0	81	19	2,29	19	NP	SM
SS4-1	0,50	0,70	0	75	25	2,69	19	MP	SM

8 CONCLUSIONES

- Los depósitos superficiales que componen las unidades de suelo corresponden principalmente a rocas y/o materiales granulares del tipo arenas limosas, arenas gravosas y gravas arenosas con presencia de finos de baja a nula plasticidad de compacidad baja a media y localmente alta. La potencia de los estratos que es variable a lo largo del trazado del canal. Los depósitos de suelo se consideran excavable con maquinaria convencional.

- En base a las prospecciones mediante calicatas y a la información disponible, se ha podido estimar los parámetros geotécnicos preliminares de las unidades de suelo donde se emplaza el canal. Esta estimación deberá ser verificada con ensayos de laboratorio para futuras etapas de ingeniería del proyecto.

- Se realizó un diagnóstico geotécnico del canal Buzeta describiendo los principales hallazgos geotécnicos asociados a caída de rocas, filtraciones, contaminaciones locales, fallas en taludes, etc. Estos hallazgos generan problemas de operación del canal. Dichos sectores corresponden a:

  - Filtración Sector Parcela Sr. Santana.
  - Deslizamientos talud hacia cerro.
  - Deslizamientos masivos sector El Bato.
  - Problemas de estabilidad pretiles antiguos de pircas en talud a valle.
  - Filtraciones sector Los Loros.
  - Filtraciones sector Limahuida.
  - Problemas de caída de rocas.
  - Presencia de agujeros generados por roedores.

- En base a las prospecciones complementarias mediante sondajes y perfiles geofísicos, ha sido posible establecer las características de puntos de interés donde se proyectan futuras obras de mejoramiento. Estas obras de mejoramiento serán evaluadas en las futuras etapas del proyecto. Para efectos cualitativos, los materiales superficiales de los sectores estudiados, se presentan altamente meteorizados permitiendo efectuar obras de movimiento de tierras para el mejoramiento del canal.

ANEXO A
INFORME CALICATAS CANAL BUZETA DPI

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO A – CALICATAS CANAL BUZETA

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	DPI Ltda	J. Lagos	P. Zuñiga / D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	28.08.14	28.08.14	28.08.14	
C	Nombre Firma	DPI Ltda	J. Lagos / C. Sandoval	P. Zuñiga / D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	06.11.14	06.11.14	06.11.14	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

INDICE

1.0 ANTECDENTES 3

2.0 ALCANCE DE LOS SERVICIOS 4

3.0 CANAL BUZETA 5

3.1 ESTUDIO ESTRATIGRAFICO EN CANAL BUZETA 9

3.2 ENSAYOS DE DENSIDAD IN SITU DE CANAL BUZETA 61

3.3 ANALISIS DE LABORATORIO 71

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

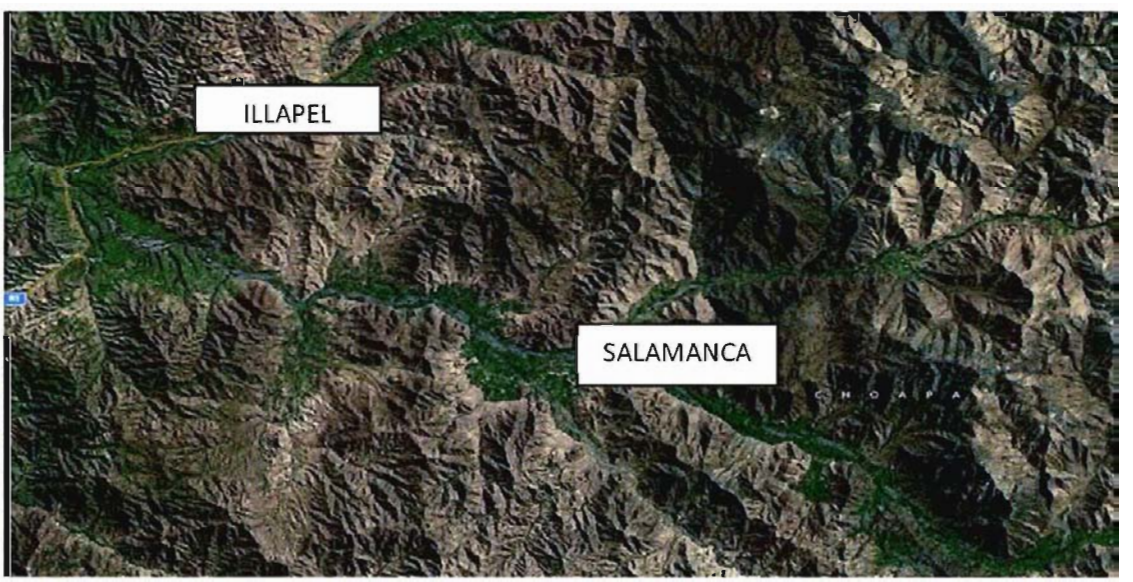
1.0 ANTECDENTES

ARCADIS CHILE se encuentra evaluando para la Comisión Nacional de Riego, CNR, del Ministerio de Agricultura, las características geotécnicas del sector en el cual se desarrolla el canal Buzeta ubicado en el valle de Choapa, en la IV Región de Coquimbo.

Se pretende de esta manera dimensionar los principales problemas geotécnicos existentes en el trazado de este canal, el cual se encuentra asociado a pérdidas conductivas, infiltraciones y faltas de nuevas obras de seguridad que permitan optimizar los caudales transportados y a la vez aumentar las superficies de riego.

El canal Buzeta se extiende por el valle Choapa con una extensión superior a los 90km, y su punto de captación se ubica 2km aguas arriba de la localidad Salamanca. Para su investigación se realizaron 31 calicatas de 0.65a 3m de profundidad totalizando 62.20m.

La siguiente figura muestra el canal Buzeta en la ribera Sur del valle Choapa.



A continuación se entregan los datos obtenidos del estudio a través de calicatas desarrolladas en el trazado del canal.

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

2.0 ALCANCE DE LOS SERVICIOS

De acuerdo con lo solicitado por ARCADIS CHILE, los servicios realizados por DPI Ltda fueron los siguientes:

- 30 calicatas en Canal Buzeta.
- Ensayos de densidad in situ.
- Muestreo en cada calicata de los estratos más representativos.
- Traslado de muestras al laboratorio.
- Determinación de Porcentaje de Humedad y Densidad seca en laboratorio.
- Procesamiento y análisis de los resultados obtenidos y su interpretación.
- Elaboración de un informe final.

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

3.0 CANAL BUZETA

Los trabajos realizados en las cercanías del canal Buzeta, se localizaron en los alrededores de la Comuna de Salamanca, IV Región, Coquimbo.

A continuación se resume en varias tablas su ubicación, en coordenadas UTM y la profundidad alcanzada para cada una de ellas.

Nº de Calicata	ESTE	NORTE
CBZ 01	0314747	6480160
CBZ 02	0311474	6485364
CBZ 03	0309884	6478154
CBZ 04	0310872	6478154
CBZ 05	0309674	6476830
CBZ 06A	0308459	6478745
CBZ 06B	0308229	6478745
CBZ 07	0307405	6479502
CBZ 08	0304917	6480121
CBZ 09	0304154	6480824
CBZ 10	0303874	6482433
CBZ 11	0302622	6484273
CBZ 12	0302622	6485032
CBZ 13	0299459	6485095
CBZ 14	0297753	6483482
CBZ 15	0297738	6483182
CBZ16	0297876	6481070
CBZ 17	0296739	6479614

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

CBZ 18	0295886	6478923
CBZ 19	0295111	6477040
CBZ 20	0294225	6477513
CBZ 21	0293817	6478466
CBZ 22	0294190	6479375
CBZ 23	0294768	6483136
CBZ 24	0294719	648503
CBZ 25	0292303	6486035
CBZ 26	0290927	6484708
CBZ 27	0291065	6485783
CBZ 28	0289958	648545
CBZ 29	0287725	6486286
CBZ 32	0285129	6485834

Tabla 1. Coordenadas de las calicatas realizadas en Canal Buzeta.

N° de Calicata	Profundidad alcanzada (m)
CBZ 01	2.20
CBZ 02	1.40
CBZ 03	2.30
CBZ 04	2.40
CBZ 05	2.40
CBZ 06A	3.00
CBZ 06B	1.30
CBZ 07	1.30
CBZ 08	2.00
CBZ 09	1.50
CBZ 10	1.80
CBZ 11	1.50
CBZ 12	2.00
CBZ 13	0.60
CBZ 14	3.00
CBZ 15	2.00

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

CBZ16	2.35
CBZ 17	2.30
CBZ 18	2.00
CBZ 19	2.00
CBZ 20	1.80
CBZ 21	2.50
CBZ 22	0.60
CBZ 23	2.50
CBZ 24	2.30
CBZ 25	2.50
CBZ 26	1.15
CBZ 27	2.50
CBZ 28	3.00
CBZ 29	2.00
CBZ 32	2.00
TOTAL METROS EXCAVADOS	**62.20**

Tabla 2. Profundidad máxima alcanzada en cada calicata correspondiente al Canal Buzeta.

LTDA dpi@dpiltd.c FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

3.1 ESTUDIO ESTRATIGRAFICO EN CANAL BUZETA

En cada calicata se ha realizado una descripción estratigráfica y una toma de muestras correspondiente a cada horizonte identificado.

Para determinar e identificar estructuras, horizontes y texturas del suelo, los criterios han sido los siguientes:

- Identificación geológica del material.
- Color, identificación y variación de este con la profundidad (sin utilización de tabla Munsell).
- Medida y variación de la consistencia/compacidad de los materiales en profundidad.
- Uniformidad/gradación del material.
- Forma-angulosidad.
- Medida y variación de la plasticidad, si existieran arcillas.
- Presencia de materia orgánica.
- Presencia de arcillas.
- Presencia de cementaciones.
- Presencia de agua.

A continuación se entrega una descripción detallada de los datos obtenidos a modo de tabla, junto con un resumen de las imágenes tomadas correspondientes a la pared Norte de cada calicata.

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 01	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	21-05-2014	Coordenadas	E 0314747 N 6480160	Prof. (metros)	2.20

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 2.20 m Gravas areno-limosas y bolones. Color café claro. Tamaño máximo de partícula de 12". Buena graduación. Compacidad alta, humedad baja, a partir de 0.70 m humedad media. Partículas redondeadas y subredondeadas.Se observan raicillas. Granulometría estimada: grava 40%, arena 25%, limo 25% y bolones 10%. Fin de la calicata a 2.20 m por filtración de agua.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 02	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	29-05-2014	Coordenadas	E 0311474 N 6485364	Prof. (metros)	1.40

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.40 m Arena limosa. Color café claro. Tamaño máximo de partícula 1". Consistencia baja, humedad baja. Se observan raíces y raicillas. Granulometría estimada: arena 60%, limo 30%, gravas10%.
De 0.40 a 1.00 m Limo arenoso con gravas. Color café claro. Tamaño máximo de partícula 6". Consistencia media, humedad media. Partículas subangulares. Se observan raíces y raicillas. Granulometría estimada: limo 40%, arena 35%, gravas 20%.
De 1.00 a 1.40 m Arena limosa con gravas y bolones, presencia de arcilla. Color café oscuro. Tamaño máximo de partícula de 12". Consistencia alta, plasticidad baja, humedad media-alta, partículas subangulares. Se observan raíces con un diámetro máximo de 2". Granulometría estimada: arena 50%, finos 30%, gravas 15% y bolones 5%. Fin de la calicata a 1.40 m por presencia de bloque.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

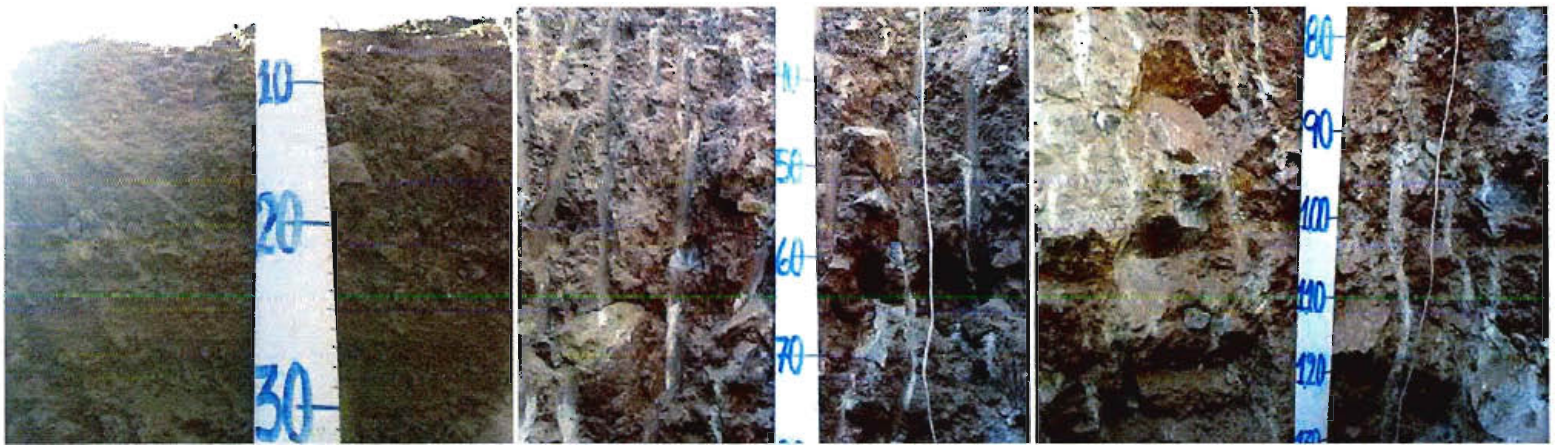
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 03	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	28-05-2014	Coordenadas	E 0309884 N 6478154	Prof. (metros)	2.30

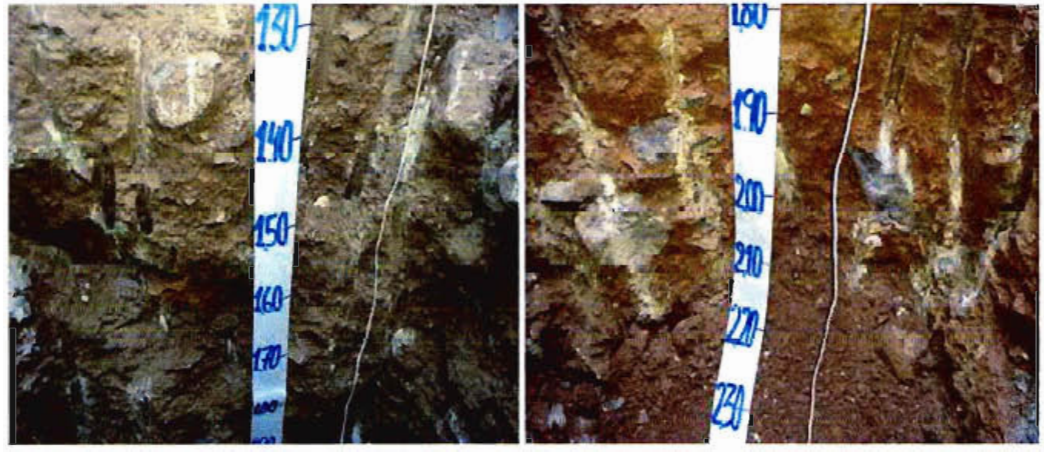
Descripción estratigráfica

De 0.00 a 2.30 m Arenas limoarcillosas con presencia de gravas y bolones. Color café. Tamaño máximo de partícula 7". Se observan raicillas. Humedad baja, plasticidad media, bolones dispersos subangulares. Granulometría estimada: arena 45%, finos 40% %, gravas 10%, bolones 5%. El porcentaje de arcilla y por consiguiente la plasticidad aumentan a partir de1.50 m. Fin de la calicata a 2.30 m.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



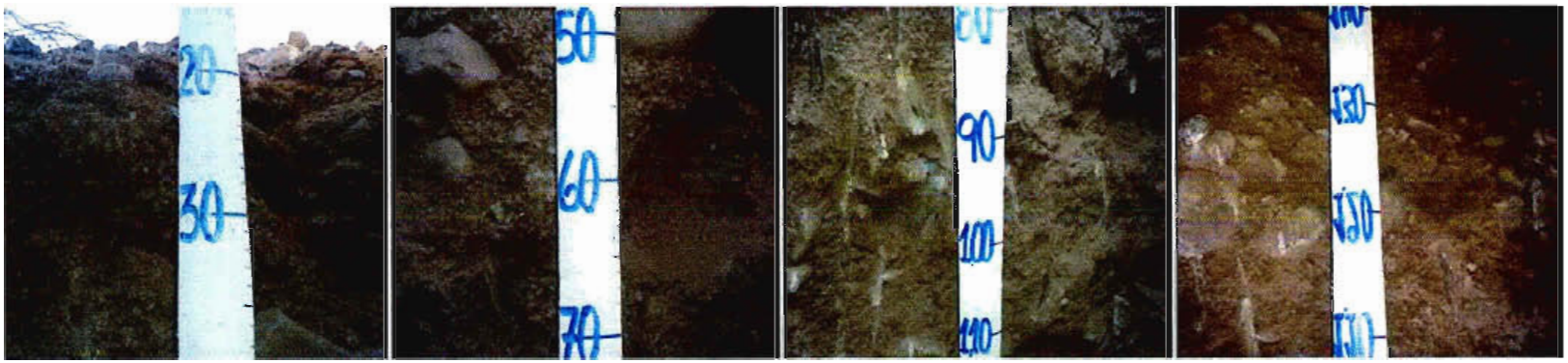
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 04	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	21-05-2014	Coordenadas	E 0310872 N 6478154	Prof. (metros)	2.40

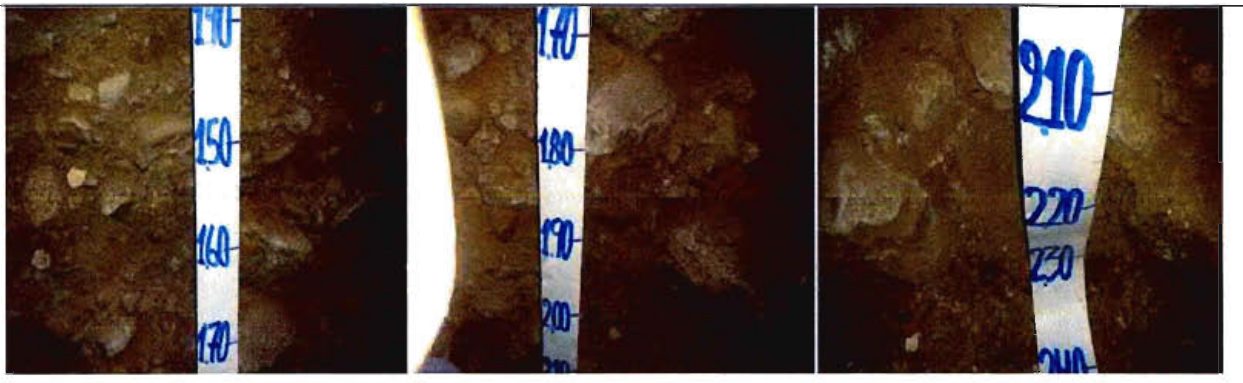
Descripción estratigráfica

De 0.00 a 2.40 m Gravas arenolimosas y bolones. Color café claro. Tamaño máximo de partícula de 8". Mal graduadas. Partículas redondeadas y subredondeadas. Compacidad media-alta (aumenta con la profundidad), humedad baja, a partir de 1.00 m humedad media. Se observan raicillas. Granulometría estimada: 40% gravas, 25%arena, 25% limo y 10% bolones. Fin de la calicata a 2.40 m por presencia de bloques.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



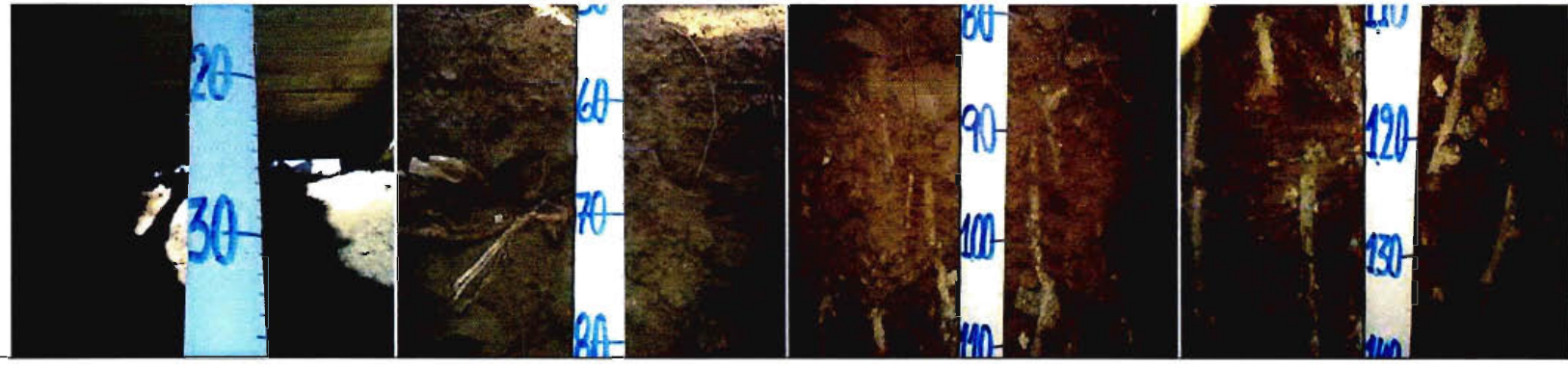
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 05	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	22-05-2014	**Coordenadas**	E 0309674 N 6476830	**Prof. (metros)**	2.40

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 2.40 m Gravas arenolimosas y bolones y algo de arcilla. Color café claro. Tamaño máximo de partícula 9". Partículas subangulares. Mal graduadas (uniforme). Compacidad media-alta (aumenta en profundidad), humedad baja. Se observan raicillas. Granulometría estimada: 50% gravas, 25%arena, 25% finos y 10% bolones. Fin de la calicata a 2.40 m por presencia de bolón grande.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 06A	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	29-05-2014	**Coordenadas**	E 0308459 N 6478745	**Prof. (metros)**	3.0

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 3.0 m Gravas areno-limosas y bolones. Color café claro. Tamaño máximo de partículas de 7". Partículas angulares. Bien graduadas. Compacidad alta, humedad baja. Presencia de raicillas. Granulometría estimada: 45% grava, 25% arena, 25% bolones y 5% limo. A partir de los 3.00m se observa roca en el fondo.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 06B	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	22-05-2014	Coordenadas	E 308229 N 6478745	Prof. (metros)	1.30

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 1.30 m Gravas arenosas con presencia bolones y leve presencia de limo. Color café claro. Tamaño máximo de partícula 8". Origen granítico de los bolones. Bien graduadas. Partículas subangulares y angulares. Humedad baja, compacidad alta. Granulometría estimada: gravas 50%, arena 30%, limo 10%, bolones 10%. A partir de 1.30m se observa roca en el fondo.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 07	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	21-05-2014	**Coordenadas**	E 0307405 N 6479502	**Prof. (metros)**	1.30

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 1.30 m Gravas arenolimosas, con presencia bolones. Color gris claro y en otros tramos color café claro. Tamaño máximo de partícula 10". Mal graduadas. Gravas de color gris blanquecino. Se observan raíces y raicillas. Partículas angulares y subangulares. Humedad baja, compacidad alta. Granulometría estimada: gravas 50%, arena 25%, limo 10%, bolones 5%. Fin de la calicata a 1.30 m por presencia de bolones grandes.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

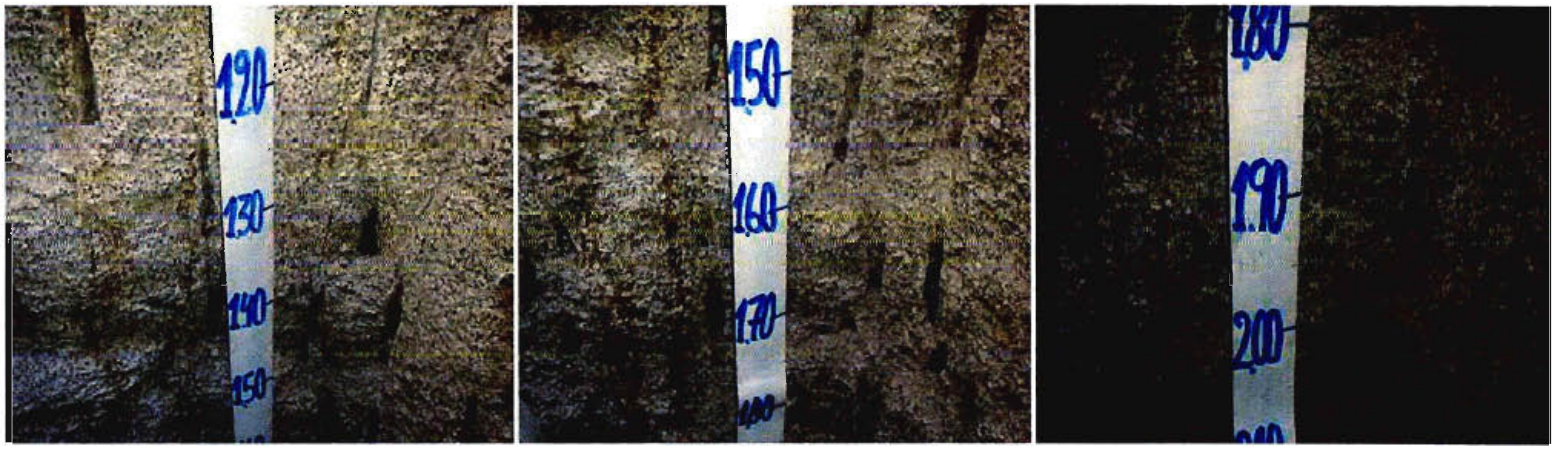
Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 08	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	23-05-2014	Coordenadas	E 0304917 N 6480121	Prof. (metros)	2.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 2.00 m Arenas con limo y gravas de pequeño tamaño. Color gris blanquecino. Tamaño máximo de partícula 1.5". Buena graduación. Arena tipo "maicillo" o "jabre", arena con alto porcentaje en cuarzo, Se aprecia roca granítica meteorizada, proceso de arenitización del granito, originando el maicillo o jabre. Humedad baja, consistencia alta. Desgranable a 3 golpes con martillo geológico. Granulometría estimada: arena 90%, limo 10%, gravas 10%

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

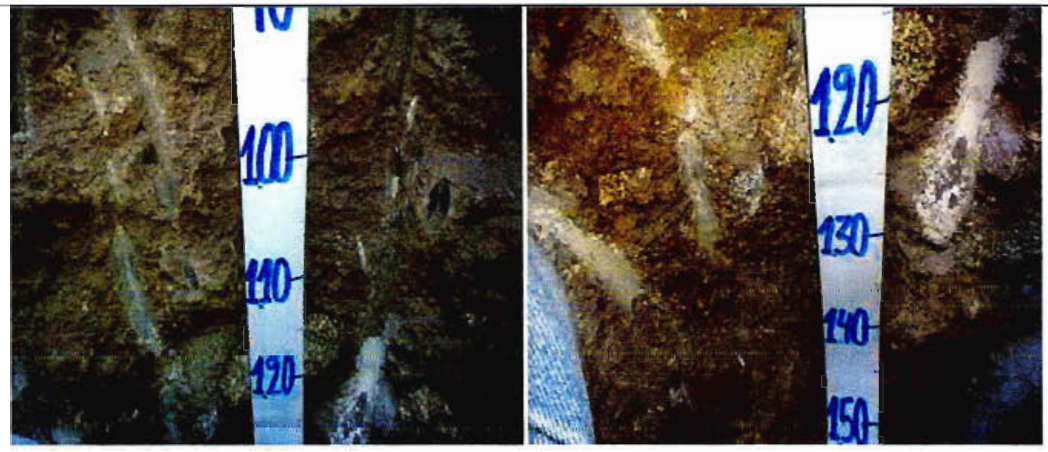
Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 09	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	23-05-2014	**Coordenadas**	E 0304154 N 6480824	**Prof. (metros)**	1.50

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 1.50 m Arenas limosas con presencia de gravas y algún bolón. Color café claro pasando a amarillento en profundidad. Tamaño máximo de partícula 2". Mala graduación. Consistencia alta, humedad baja. Se observan raíces en los primeros 0.30 m. m. limo arenoso, Granulometría estimada: arena 50%, limo 40%, gravas y bolón 10%. Fin de la calicata a 1.50 m por presencia de bloque.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

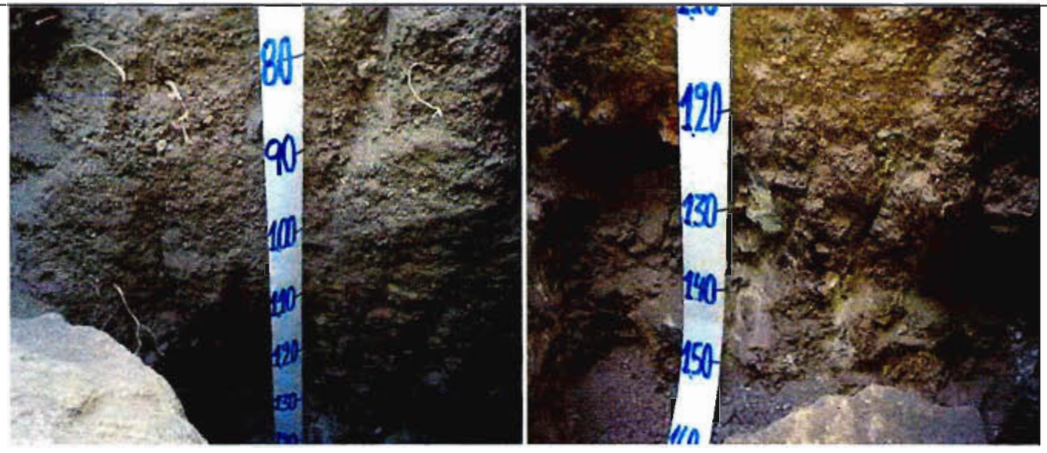
Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 10	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	27-05-2014	Coordenadas	E 0303874 N 6482433	Prof. (metros)	1.80

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 1.80 m Gravas arenosas y limosas, presencia de bolones de gran tamaño. Color café claro. Tamaño máximo de partícula 20". Mal graduadas. Partículas subredondeadas. Presencia de raíces y raicillas. Los bolones aparecen en el fondo de la calicata. Consistencia baja hasta 0.50 m, a partir de 0.50 m consistencia alta, humedad baja. Granulometría estimada: gravas 60%, arenas 20%, y limo 20%,bolones 10%. Fin de la calicata a 1.80 m por presencia de bolones.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 11	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	26-05-2014	**Coordenadas**	E 0302622 N 6484273	**Prof. (metros)**	1.50

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 1.50 m Arenas limosas con gravas y bolones. Color café claro. Tamaño máximo de partícula de 7". Consistencia alta, humedad baja. Se observan raicillas hasta los 0.50 m. Granulometría estimada: arena 45%, limo 40%, gravas 10% y bolones 5%. Finalización de la calicata a 1.50 m por presencia de bloque.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 12	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	25-05-2014	Coordenadas	E 0302622 N 6485032	Prof. (metros)	2.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 1.50 m Gravas limosas arcillosas y arena. Color café oscuro que pasa a blanquecino en profundidad. Tamaño máximo de partícula 8". Mal graduadas. Partículas subredondeadas. Se observan raíces y raicillas. Compactación alta, humedad baja, plasticidad media- baja. Granulometría estimada: gravas 50%, finos 40%, arena 20%.
De 1.50 m a 2.00 m Arena limosas y gravas. Color blanquecino a café claro. Mal graduadas. Consistencia alta, humedad baja. Granulometría estimada: arena 50%, limo 30%, gravas 20%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 13	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	24-05-2014	**Coordenadas**	E 0299459 N 6485095	**Prof. (metros)**	0.60

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.60 m Gravas arenolimosas y bolones. Color café claro. Tamaño de máximo de partícula 9". Mal graduadas. Partículas angulares y subangulares. Compacidad alta, humedad baja. Se observan raicillas hasta los 0.30 m. Granulometría estimada: gravas 50%, arena 35%, limo 20% y bolones 5%. Fin de la calicata por presencia de bolones de gran tamaño.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

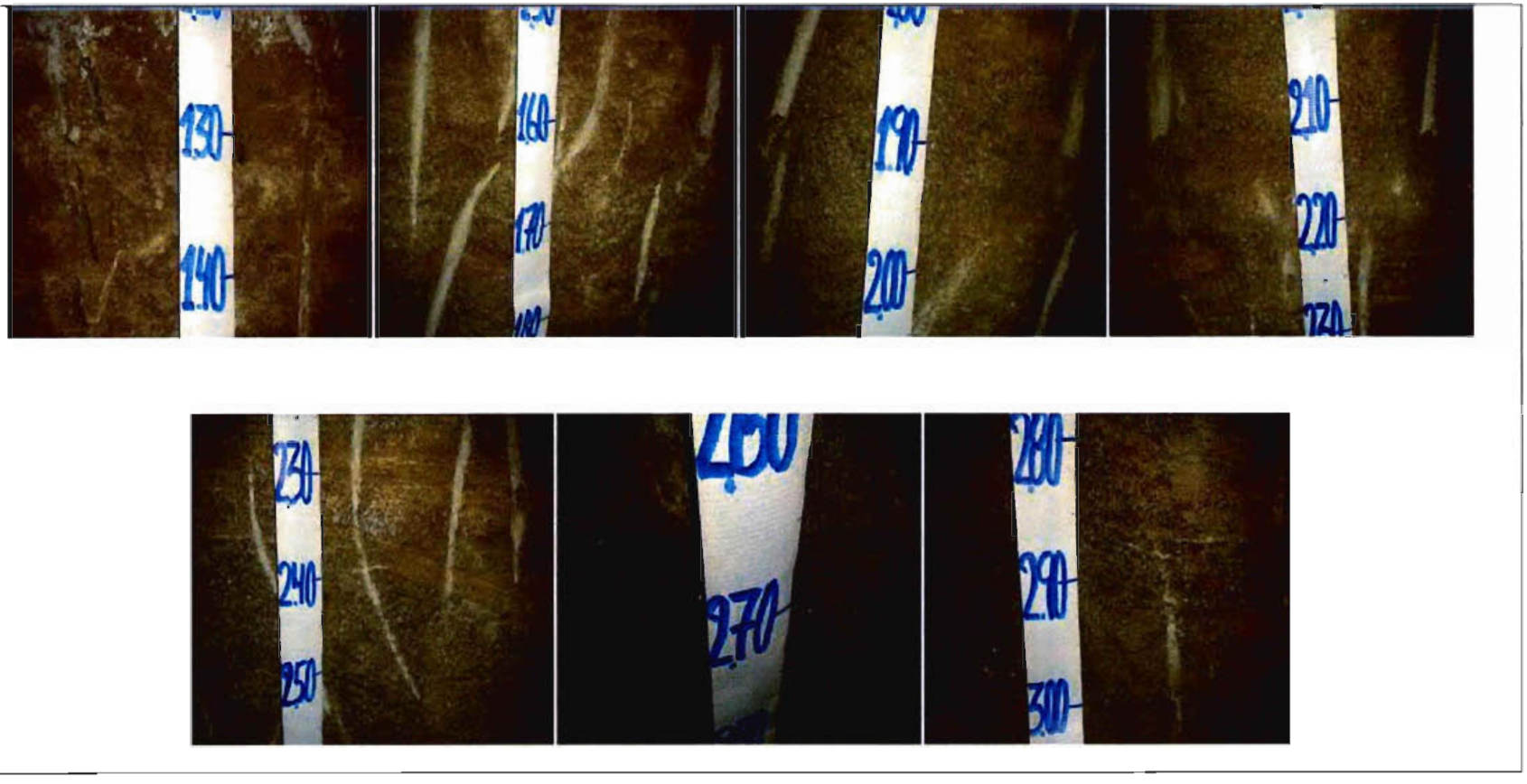
Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 14	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	24-05-2014	Coordenadas	E 0297753 N 6483482	Prof. (metros)	3.00

Descripción estratigráfica

De 0.10 a 0.60 m Arenas limosas. Color amarillo claro. Mal graduadas. Consistencia media, humedad baja. Presencia de raíces y raicillas. Granulometría estimada: arena 55%, limo 45%.
De 0.60 a 2.00 m Arenas limosas y arcilla, presencia de gravas. Color café oscuro, casi rojizo. Tamaño máximo de partícula 1". Mal graduadas. Consistencia alta, humedad baja, plasticidad baja Presencia de raíces y raicillas. Granulometría estimada: arena 50%, finos% 40%, gravas 10%.
De 2.00 a 3.00 m Arenas limosas y algo de gravas. Color café oscuro. Tamaño máximo de partícula ½ ". Mal graduadas. Consistencia alta, humedad media. Granulometría estimada: arena 60%, limo 35%, grava 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

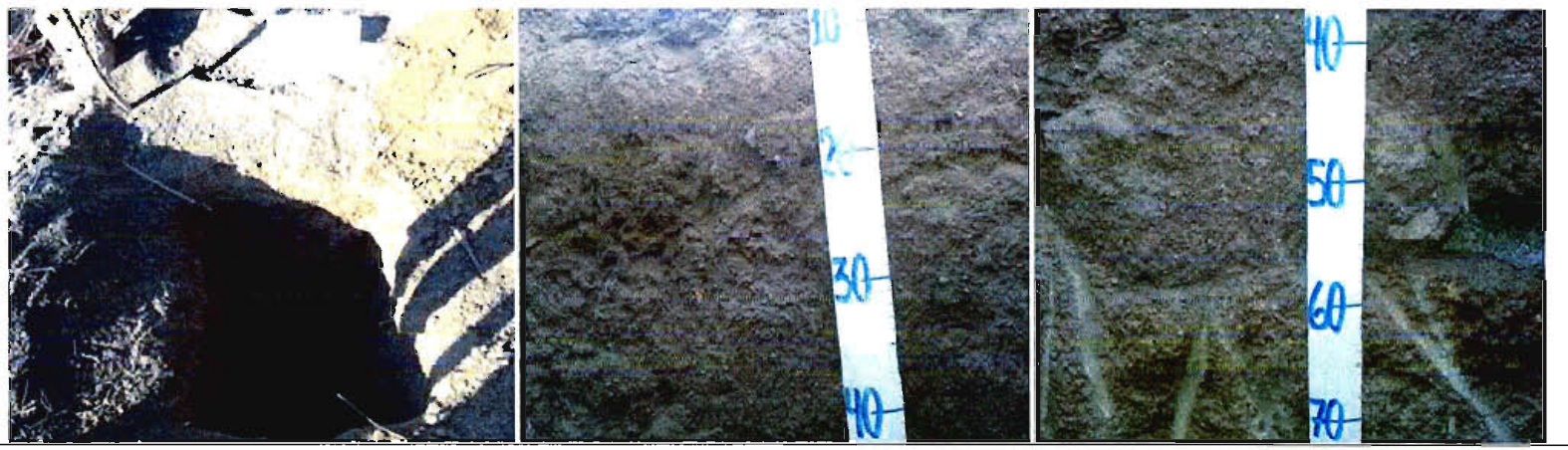
Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 15	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	27-05-2014	**Coordenadas**	E 0297738 N 6483182	**Prof. (metros)**	2.00

Descripción estratigráfica

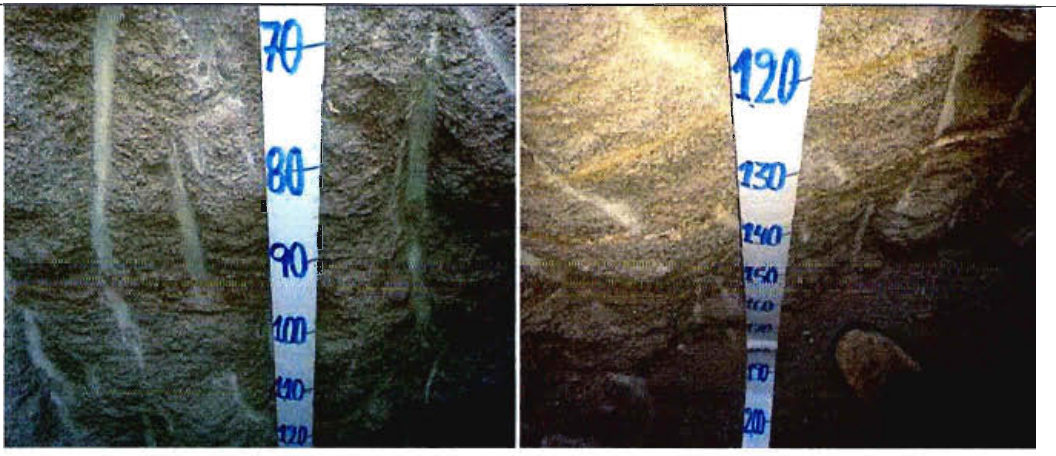
De 0.00 a 0.50 m Arenas limosas y algo de gravas. Color café claro. Mal graduadas. Consistencia baja, humedad baja. Tamaño máximo de partícula 3".Granulometria estimada: arena 50%, limo 40%, gravas 10%. La matriz es brillante, tonos metálicos, originados por presencia de pirita milimétrica.

De 0.50 a 2.00 m Gravas arenosas y algo de limo. Color café claro. Mal graduadas. Tamaño máximo de partícula de 3". Compacidad media, humedad baja. Partículas subangulares. Granulometría estimada: 50% gravas, 40%arena, limo 10%. Al igual que en el tramo anterior, matriz brillante por presencia de pirita.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



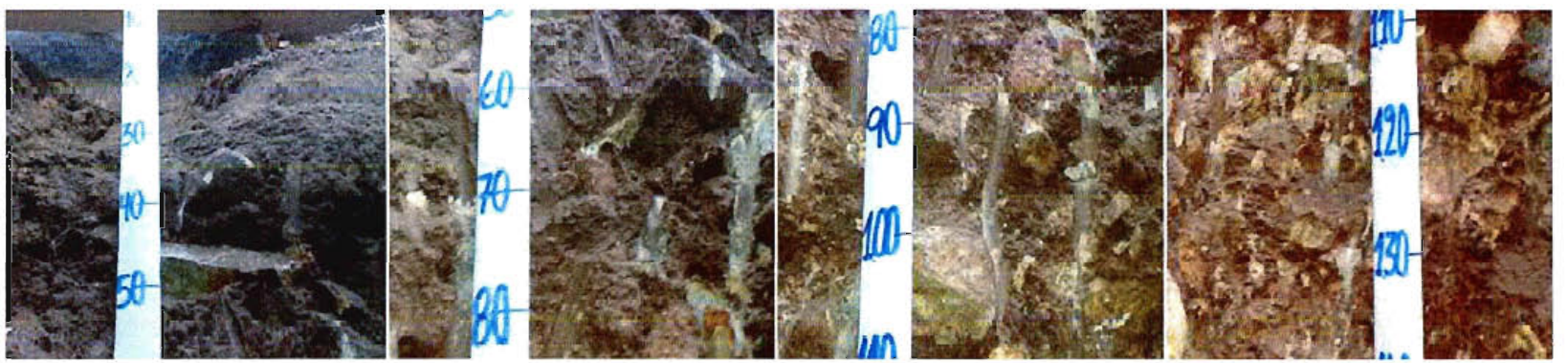
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 16	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	25-05-2014	Coordenadas	E 0297876 N 6481070	Prof. (metros)	2.35

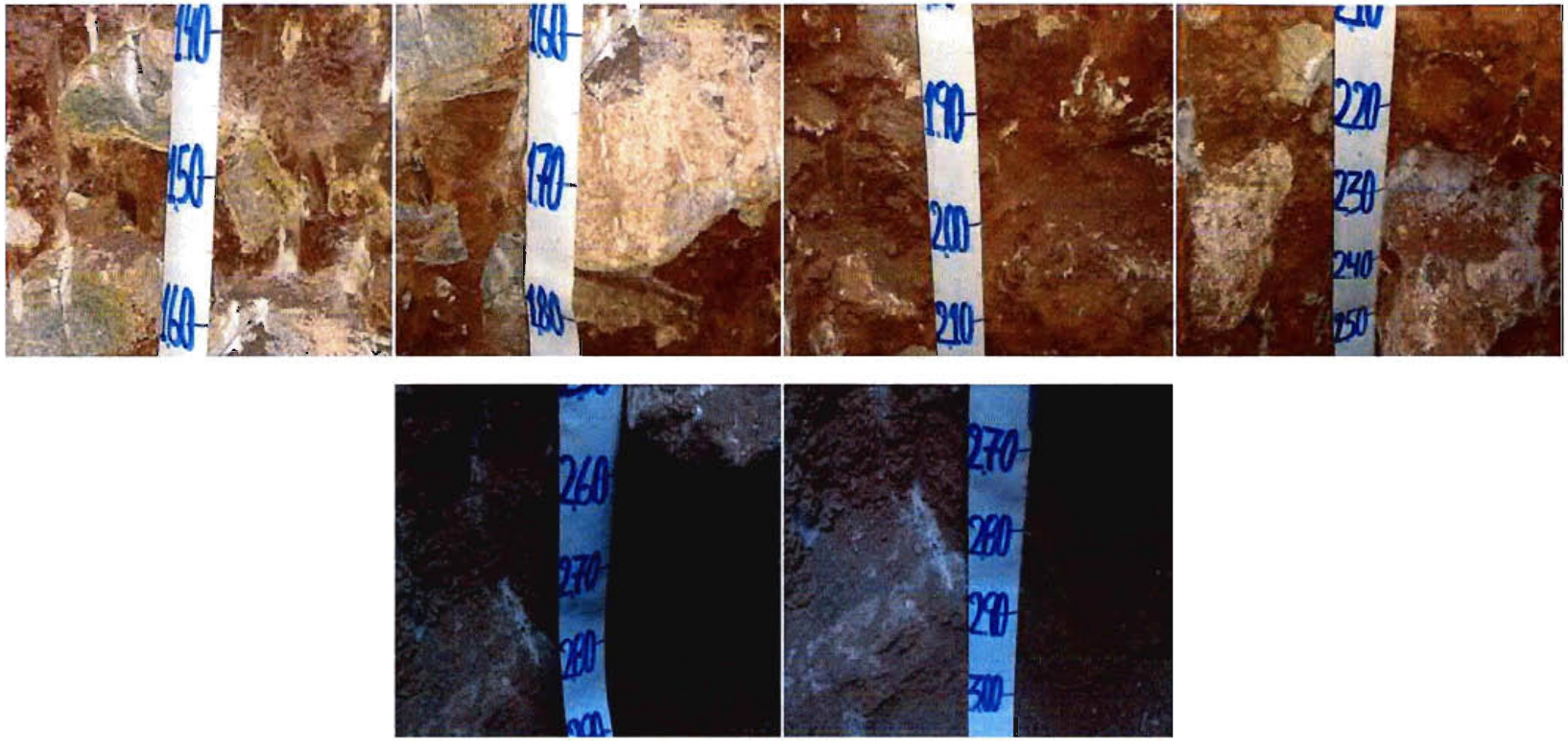
Descripción estratigráfica

De 0.40 a 1.00 m Gravas arenosas con limo y arcilla y presencia de bolones. Color café oscuro pasando a rojizo. Mal graduadas. Tamaño máximo de partícula 9". Partículas angulares y subangulares. Presencia de raicillas. Compacidad media, humedad baja, plasticidad media. Granulometría estimada: gravas 50%, arena 30%, finos 10% y bolones 10%.
De 1.00 a 2.35 m. Gravas arenosas y limo, con menos proporción que en el tramo anterior. Color rojizo. Bien graduadas. Tamaño máximo de partícula 9". Partículas angulares. Compacidad alta, humedad baja, plasticidad baja. Granulometría estimada: gravas 55%, arena 35%, finos 5%, bolones 5%. La calicata se encuentra localizada en una zona de posible inundación del rio.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



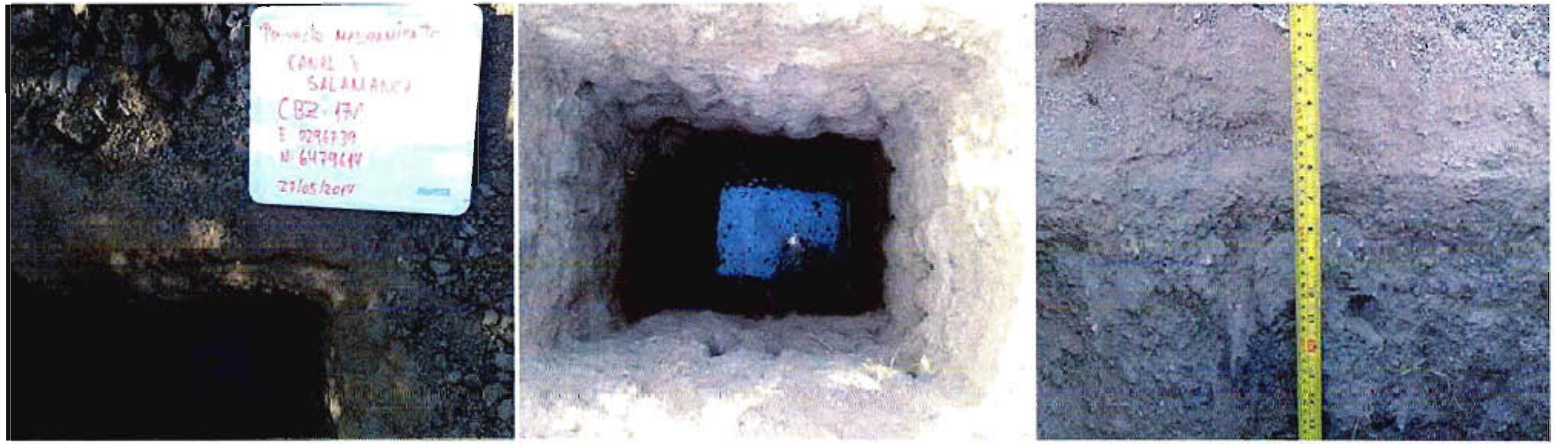
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 17	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	27-05-2014	Coordenadas	E 0296739 N 6479614	Prof. (metros)	2.30

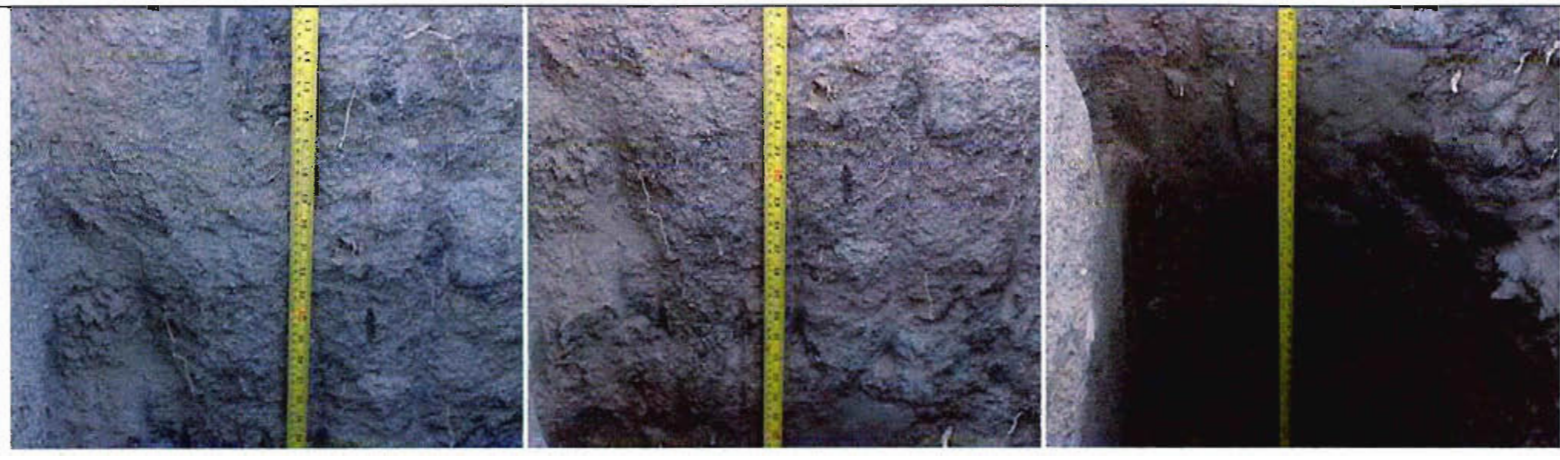
Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.60 m. Gravas arenolimosas. Color café claro. Tamaño máximo de partícula 4". Partículas subangulares. Mal graduadas. Compacidad alta, humedad media. Se observan raicillas. Granulometría estimada: gravas 45%, arenas 35%, limo 20%.
De 0.60 a 2.30 m Arenas limosas y gravas. Color café claro. Mal graduadas. Consistencia alta, humedad alta. Se observan raicillas. Granulometría estimada: arenas 50%, limo 40% y gravas 10%. Fin de la calicata a 2.30 por filtración de agua.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

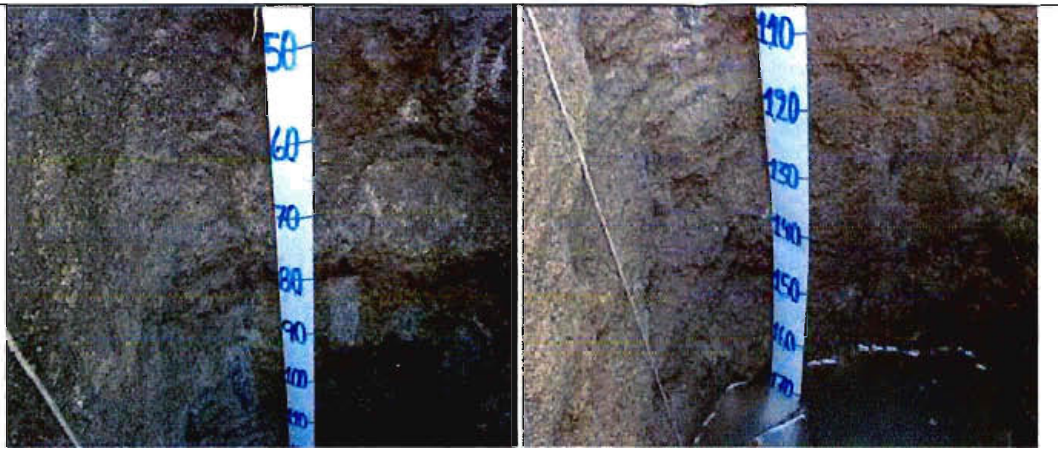
Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 18	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	04-06-2014	Coordenadas	E 0295886 N 6478923	Prof. (metros)	2.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 2.00 m Arenas limosas y algo de gravas. Color café a rojizo con la profundidad. Tamaño máximo de partícula ½ ". Partículas gravosas subangulares. Se observan raicillas. Consistencia alta, humedad alta. Granulometría estimada: arenas 50%, limo 30%, gravas 20%. Fin de la calicata a 2.00 m por filtración de agua.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 19	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	03-06-2014	**Coordenadas**	E 0295111 N 6477040	**Prof. (metros)**	2.00

Descripción estratigráfica

De 0,00 a 0,65 m Arenas limosas con presencia de gravas. Color café claro. Mal graduadas. Se observan raicillas. Consistencia alta, humedad baja. Granulometría estimada: arena 60%, limo 15%, grava 20%, bolones 5%.
De 0,65 a 2,00 m Gravas arenolimosas y presencia de bolones. Color café claro. Mal graduadas. Tamaño máximo de partícula 8". Partículas subangulares. Compacidad alta, humedad baja. Granulometría estimada: gravas 50%, arena 30%, limo 10%, bolones 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 20	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	03-06-2014	**Coordenadas**	E 0294225 N 6477513	**Prof. (metros)**	1.80

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.60 m. Arenas limosas. Color gris blanquecino. Posible "maicillo" (meteorización de roca granítica, jabre). Mal graduadas. Consistencia baja, humedad baja. Se observan raicillas. Granulometría estimada: 60% arena, limo 40%.
De 0,60 a 1,80 m. Gravas arenolimosas. Color blanquecino. Mal graduadas. Tamaño máximo de partícula 4". Compacidad alta, humedad baja. A la profundidad de 0.90 m se observa un nivel blanquecino, posiblemente arcilla blanca originada por la meteorización del granito. Granulometría estimada: gravas 50%, arenas 40%, finos 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

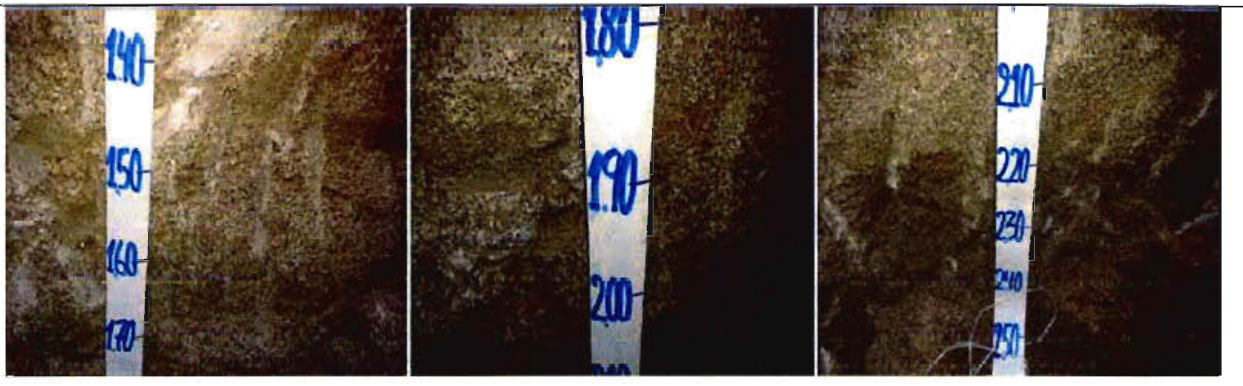
Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 21	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	04-06-2014	Coordenadas	E 0293817 N 6478466	Prof. (metros)	2.50

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.40 m: Arenas limosas con presencia de gravas. Color café claro pasando a blanquecino. Mal graduadas. Posible "maicillo" al igual que en la calicata 20A. Se observan raicillas. Consistencia baja, humedad baja. Granulometría estimada: arena 60%, limo 35% y gravas 5%.
De 0.40 a 2.50 m Gravas arenolimosas. Posible "maicillo". Color café claro a amarillento. Tamaño máximo de partícula 4". Mal graduadas. Partículas subredondeadas. Compactación alta, humedad media. Granulometría estimada: Gravas 50%, arenas80%, limo 20%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 22	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	04-06-2014	Coordenadas	E 0294190 N 6479375	Prof. (metros)	0.60

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.60 m Arenas limosas con presencia de gravas. Color gris blanquecino pasando a amarillento. Mal graduadas. Tamaño máximo de partículas gravosas 4". Arena tipo "maicillo". Se observan raicillas. Consistencia alta, humedad baja. Granulometría estimada: arenas 80%, limos 20%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

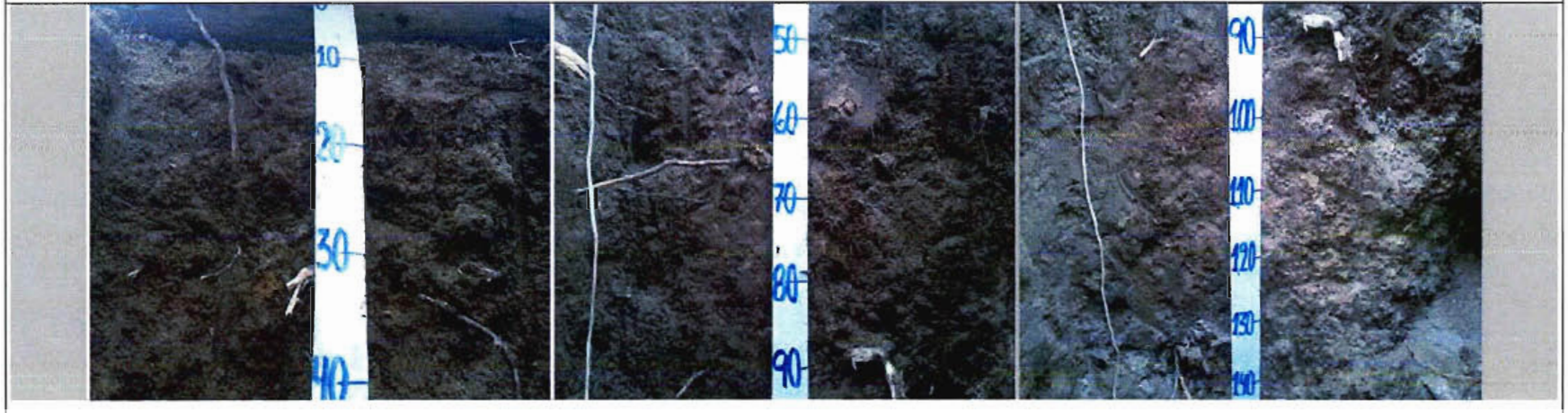
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 23	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	04-06-2014	Coordenadas	E 0294768 N 6483136	Prof. (metros)	2.50

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 2.50 m Arenas limosas y algo de gravas. Color café amarillo claro que pasa a blanquecino en profundidad. Mal graduadas. Consistencia media a alta en profundidad, humedad baja. Se observan raicillas. Arena tipo "maicillo". Granulometría estimada: arenas 60%, limo 30% y gravas 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

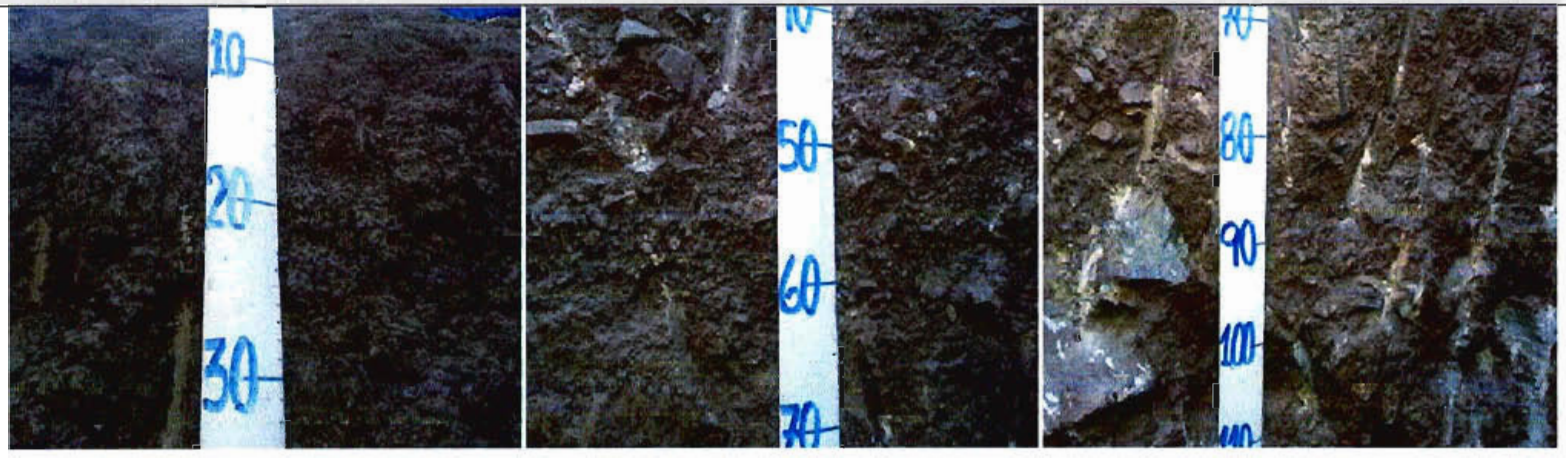
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 24	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	05-06-2014	**Coordenadas**	E 0294719 N 648503	**Prof. (metros)**	2.30

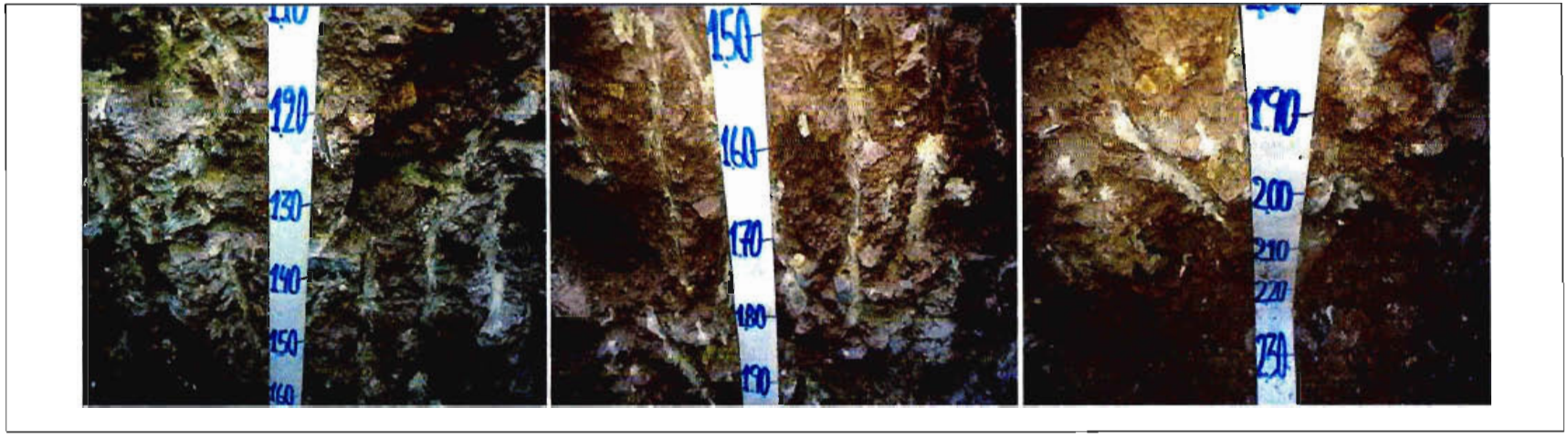
Descripción estratigráfica

De 0.00 a 2.10 m Gravas arenolimosas y presencia de bolones. Color café oscuro. Tamaño máximo 26". Partículas angulares y subangulares. Bien graduadas. Se observan raicillas. Compactación alta, humedad baja. Granulometría estimada: gravas 45%, arenas 40%, limo 10% y bolones 5%.
De 2.10 a 2.30 m Gravas arenolimosas y arcilla. Color café oscuro rojizo. Tamaño máximo de partícula 20". Mal graduadas. Partículas subangulares. Compactación alta, humedad baja, plasticidad media. Granulometría estimada: gravas 40%, arena 25%, finos 20%, bolones 15%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

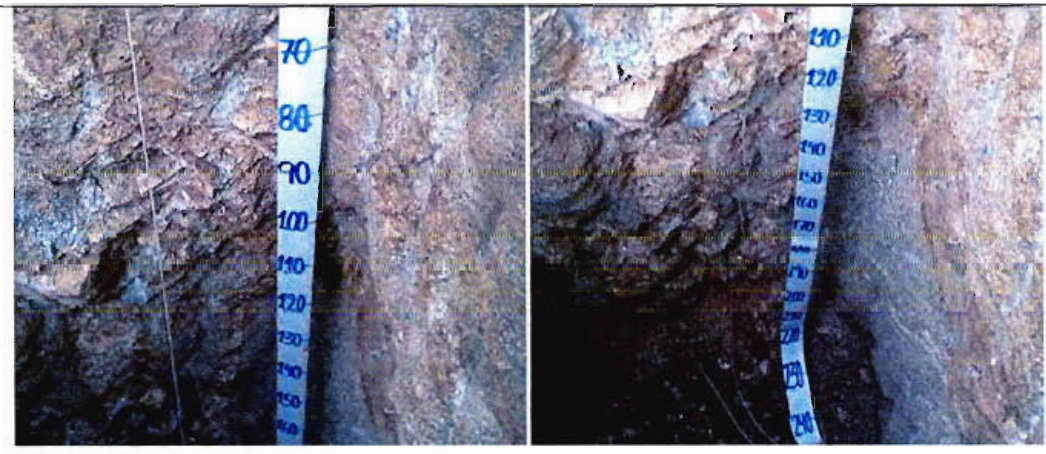
Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 25	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	05-06-2014	Coordenadas	E 0292303 N 6486035	Prof. (metros)	2.50

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.40 m Arenas limosas con presencia de arcilla. Color café. Se observan raicillas. Mal graduadas. Consistencia alta, humedad media. Granulometría estimada: arena 60%, finos 35%, arcilla 5%
De 0.40 a 1,15 m: Arena limosa con presencia de grava y bolones. Color café. Mal graduadas. Tamaño máximo de partícula 8". Partículas gravosas y bolones angulares. Se observan raicillas. Consistencia alta, humedad baja. Se observan brechas rocosas. Granulometría estimada: arena 80%, limo 10%, gravas y brechas rocosas 10%.
De 1.15 a 2.50 m Arenisca, con presencia de arena de tipo maicillo. Color gris amarillento. Se observan. Compactación muy alta, humedad baja, cementación media Granulometría estimada: roca 90%, arena 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



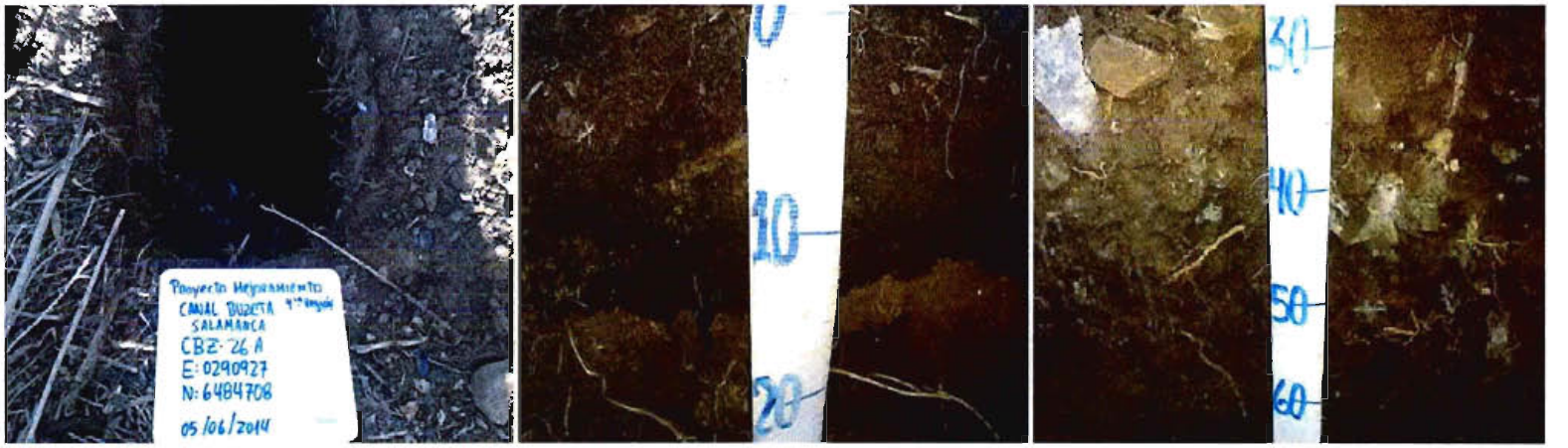
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 26	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	05-06-2014	Coordenadas	E 0290927 N 6484708	Prof. (metros)	1.15

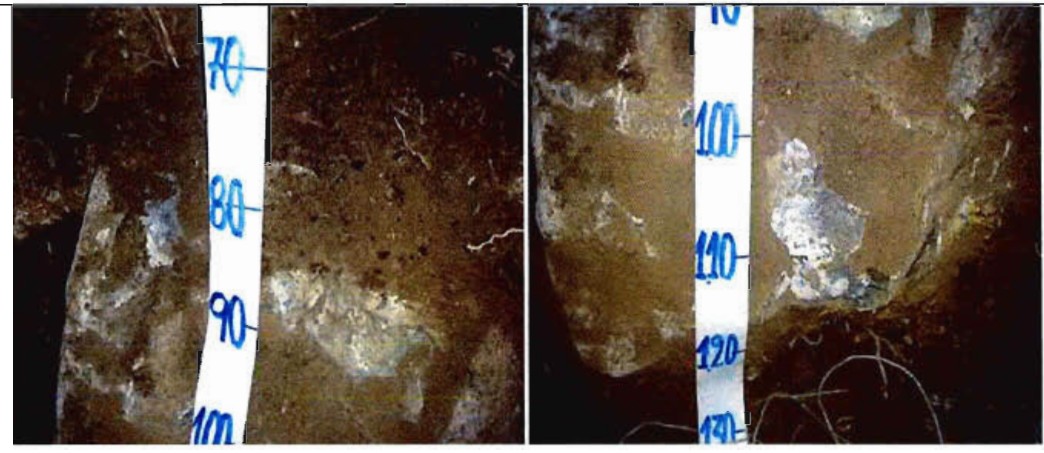
Descripción estratigráfica

De 0.00 a 1.15 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Color café. Mal graduadas. Se observan raicillas. Consistencia media, humedad media a baja. Gravas y bolones angulares y subangulares. Tamaño máximo de partícula 15". Granulometría estimada: arena 35%, limo 35%, gravas 20%, bolones 10 %. Fin de la calicata a 1.15 m por presencia de bloques.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



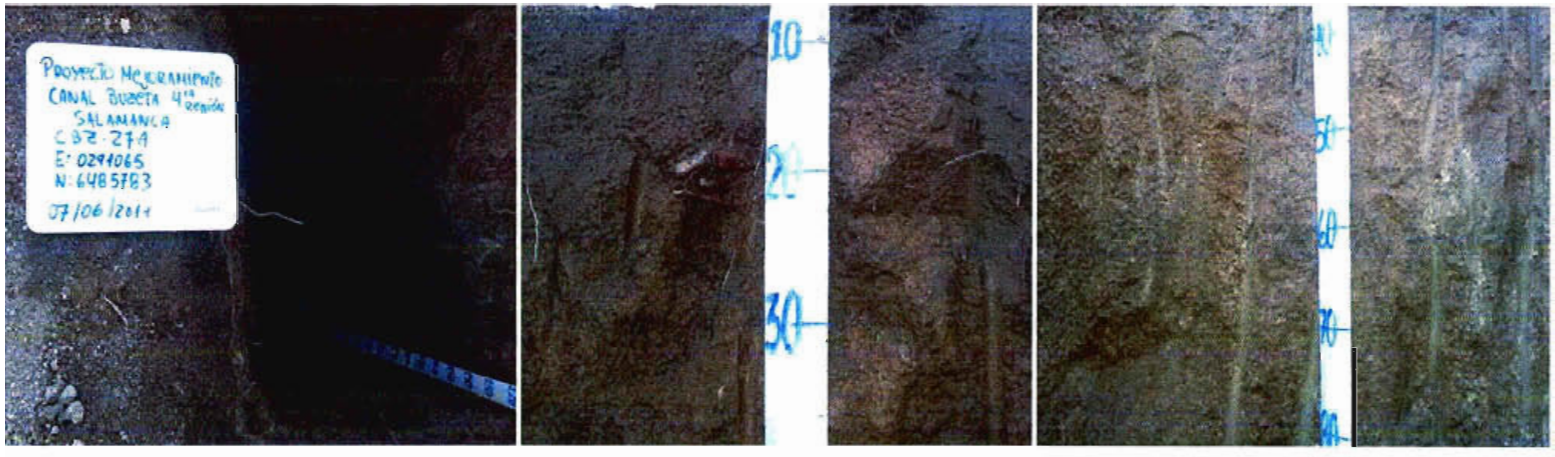
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 27	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	05-06-2014	Coordenadas	E 0291065 N 6485783	Prof. (metros)	2.50

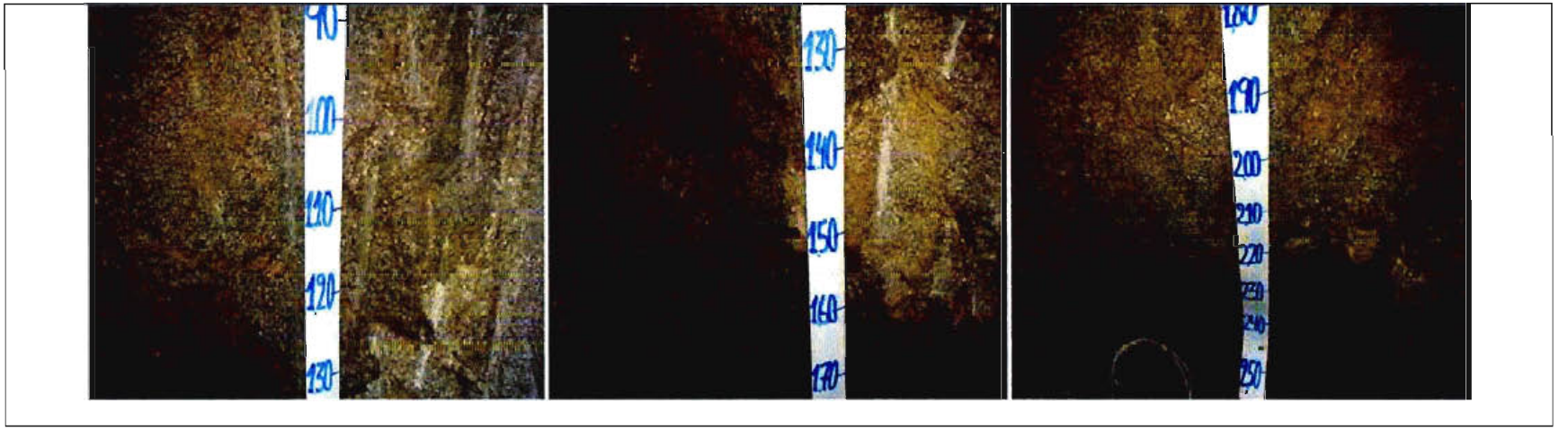
Descripción estratigráfica

De 0.00 a 2.50 m Arenas limosas y algo de grava. Color café oscuro. Mal graduadas. Se observan raicillas. Consistencia alta, humedad media, cementación leve. A partir de 0.35 m, arena tipo "maicillo", con presencia de raíces y raicillas. Granulometría estimada: arena 50%, limos 40%, gravas 10%. .

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

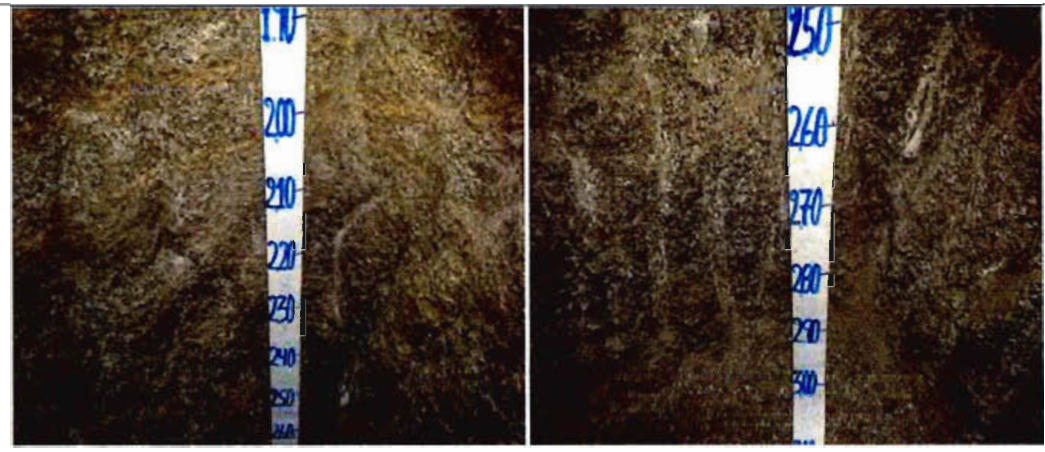
Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 28	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	06-06-2014	Coordenadas	E 0289958 N 648545	Prof. (metros)	3.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 3.00 m Arenas limosas. Color café. Mal graduadas. Se observan raicillas hasta los 0.20 m. Consistencia alta, humedad baja. A partir del 1.90 m arena tipo "maicillo" y grava dispersa en poca cantidad. Cementación leve y color blanquecino. Granulometría estimada: arena 60%, limo 35, gravas 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 29	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	07-06-2014	Coordenadas	E 0287725 N 6486286	Prof. (metros)	2.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 2.00 m Arena limosa con presencia de gravas dispersas. Color café amarillento. Mal graduadas. Se observan raicillas. Consistencia alta, humedad baja. Granulometría estimada: arena 60%, limo 35% y gravas 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Buzeta		Calicata	CBZ 32	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	07-06-2014	**Coordenadas**	E 0285129 N 6485834	**Prof. (metros)**	2.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.65 m Limo arenoso arcilloso con presencia leve de gravas. Color rojizo blanquecino. Consistencia alta, humedad media, plasticidad media. Se observan raicillas. Granulometría estimada: limo 55%, arena 35%, arcilla 7% y grava 3%.
De 0.65 a 2.00 m: Gravas arenolimosas con algo de arcilla. Color rojizo blanquecino. Mal graduadas. Tamaño máximo de partícula 2". Partículas subredondeadas. Consistencia alta, humedad media a baja, plasticidad baja. Granulometría estimada: grava 45%, arena 40%, finos 15%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

3.2 ENSAYOS DE DENSIDAD IN SITU DE CANAL BUZETA

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	01	**PROF. DEL ENSAYO**	1.10-1.25 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 314747 **Norte** 6480160		
FECHA	21/05/2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	5191	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	5383	
Arena sobrante (g)	1067		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**1485 g/cm^3**				

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	02	**PROF. DEL ENSAYO**	1.15-1.30 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 311474 **Norte** 6485364		
FECHA	29/05/2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6225	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	5022	
Arena sobrante (g)	1428		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**1909 g/cm^3**				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-03	**PROF. DEL ENSAYO**	2.35-2.50 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 309884 **Norte** 6478154		
FECHA	28/05/2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6157	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4848	
Arena sobrante (g)	1602		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**1956 g/cm^3**				

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-05	**PROF. DEL ENSAYO**	2.40-2.55 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 309674 **Norte** 6476830		
FECHA	22/05/2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6035	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4831	
Arena sobrante (g)	1619		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**1924 g/cm^3**				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-08	**PROF. DEL ENSAYO**	2.00-2.15 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 304154 **Norte** 6476830		
FECHA	23/05/2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6373	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4817	
Arena sobrante (g)	1633		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**2037 g/cm^3**				

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-09	**PROF. DEL ENSAYO**	1.00-1.15 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 304154 **Norte** 6480824		
FECHA	23/05/2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6138	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4585	
Arena sobrante (g)	1865		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**2062 g/cm^3**				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-12	**PROF. DEL ENSAYO**	1.20-1.35 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 302622 **Norte** 6485032		
FECHA	25/05/2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	5862	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	5467	
Arena sobrante (g)	0987		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**1651 g/cm^3**				

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-14	**PROF. DEL ENSAYO**	1.10-1.25 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 297753 **Norte** 6483482		
FECHA	24/05/2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	5919	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4783	
Arena sobrante (g)	1667		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**1906 g/cm^3**				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-15	**PROF. DEL ENSAYO**	2.00-2.15 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 297738 **Norte** 6483182		
FECHA	27/05/2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6865	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4468	
Arena sobrante (g)	1982		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**2366 g/cm^3**				

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-16	**PROF. DEL ENSAYO**	2.35-2.50 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 297876 **Norte** 6481070		
FECHA	25/05/2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6568	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	5018	
Arena sobrante (g)	1432		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**2016 g/cm^3**				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-18	**PROF. DEL ENSAYO**	1.10-1.25 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 295886 **Norte** 6478923		
FECHA	04/06/2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6874	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4692	
Arena sobrante (g)	1758		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**2256 g/cm^3**				

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-19	**PROF. DEL ENSAYO**	1.46-1.61 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 295111 **Norte** 6477040		
FECHA	03/06/2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	5102	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	5008	
Arena sobrante (g)	1442		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**1569 g/cm^3**				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-20	**PROF. DEL ENSAYO**	1.80-1.95 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 294225 **Norte** 6477513		
FECHA	03-06-2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	5976	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4475	
Arena sobrante (g)	1975		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**2056 g/cm^3**				

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-21	**PROF. DEL ENSAYO**	1.50-1.65 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 293817 **Norte** 6478466		
FECHA	04-06-2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6001	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4685	
Arena sobrante (g)	1765		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**1973 g/cm^3**				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-22	**PROF. DEL ENSAYO**	2.00-2.15 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 294190 **Norte** 6479375		
FECHA	04-06-2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6831	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	5025	
Arena sobrante (g)	1425		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**2093 g/cm^3**				

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-23	**PROF. DEL ENSAYO**	1.80-1.95 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 293817 **Norte** 6478466		
FECHA	04-05-2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	5652	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4616	
Arena sobrante (g)	1834		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**1886 g/cm^3**				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-27	**PROF. DEL ENSAYO**	1.80-1.94 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 291065 **Norte** 6485783		
FECHA	05/06/2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6712	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4804	
Arena sobrante (g)	1646		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**2151 g/cm^3**				

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-28	**PROF. DEL ENSAYO**	3.00-3.15 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 289958 **Norte** 6485456		
FECHA	05/06/2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	7494	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	5008	
Arena sobrante (g)	1442		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**2304 g/cm^3**				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-29	**PROF. DEL ENSAYO**	2.00-2.15 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 287725 **Norte** 6486286		
FECHA	09-06-2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6722	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4676	
Arena sobrante (g)	1774		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**2214 Kg/cm^3**				

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL BUZETA	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CBZ-32	**PROF. DEL ENSAYO**	2.00-2.15 m
SECTOR	SALAMANCA	**COORDENADAS**	**Este** 285129 **Norte** 6485834		
FECHA	07-06-2014	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6524	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4616	
Arena sobrante (g)	1834		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**2177 g/cm^3**				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

3.3 ANALISIS DE LABORATORIO

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
ANDINO	Informe de Suelos N° 451	

Proyecto : Canal Buzeta
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : 20/06/2014

IDENTIFICACION

Muestra Nº		1A	2A	3A	3A	4A	4A
Lugar de Muestreo		Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta
Profundidad	**Desde**	0,20	0,40	0,60	1,50	0,00	1,00
	Hasta	2,20	1,40	1,50	2,35	1,00	2,40
	Cota Muestreo						

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones > 8"						
	6"						
	4"						
	3"	100,00					
	2 1/2"	97,00			100,00		100,00
GRAVAS	2"	87,00			97,00	100,00	92,00
	1 1/2"	79,00		100,00	91,00	97,00	81,00
	1"	65,00		95,00	88,00	83,00	69,00
	3/4"	51,00		89,00	85,00	76,00	54,00
	3/8"	43,00	100,00	82,00	79,00	64,00	49,00
ARENA	Nº 4	34,00	97,00	73,00	73,00	51,00	38,00
	Nº10	18,00	76,00	67,00	62,00	41,00	29,00
	Nº40	13,00	59,00	52,00	54,00	29,00	18,00
	Nº200	6,00	32,00	41,00	43,00	15,00	11,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	9,8	14,7	6,4	5,7	11,4	6,1
Peso Espec. (Nch 1532)	2,716	2,698	2,701	2,703	2,703	2,722
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	20	28	27	28	19	18
Limite Plastico WP	0	21	21	20	0	0
Indice de Plasticidad IP	NP	7	6	8	NP	NP
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GW - GM	SC - SM	SC - SM	SC	GM	GP - GM
Clasificacion AASHTO	A - 1 - a	A - 2 - 4	A -. 4	A -. 4	A - 1 - a	A - 1 - a
Indice de Grupo		0	0	1		

OBSERVACIONES

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

ANDINO	**CLASIFICACIÓN DE SUELO**	1 de 1
	Informe de Suelos Nº 452	

Proyecto : Canal Buzeta
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : 21/06/2014

IDENTIFICACION

Muestra Nº		5A	5A	6A	6B	7A	8A
Lugar de Muestreo		Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta
Profundidad	**Desde**	0,30	1,80	0,00	0,00	0,60	0,00
	Hasta	1,80	2,40	1,30	1,30	1,30	2,00
Cota Muestreo							

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones	> 8"					
		5"		100,00			
		4"		97,00	100,00		
		3"	100,00	84,00	100,00	92,00	100,00	
GRAVAS		2 1/2"	98,00	81,00	95,00	81,00	97,00	
GRAVAS		2"	94,00	81,00	83,00	73,00	89,00	
GRAVAS		1 1/2"	82,00	78,00	77,00	65,00	75,00	
GRAVAS		1"	71,00	75,00	69,00	58,00	67,00	
GRAVAS		3/4"	61,00	68,00	53,00	49,00	54,00	
GRAVAS		3/8"	53,00	54,00	44,00	41,00	49,00	
ARENA		Nº 4	42,00	45,00	37,00	36,00	37,00	100,00
ARENA		Nº10	33,00	38,00	27,00	28,00	29,00	95,00
ARENA		Nº40	24,00	21,00	16,00	16,00	18,00	79,00
ARENA		Nº200	12,00	13,00	9,00	8,00	11,00	54,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	7,3	6,4	4,4	6,2	4,9	6,1
Peso Espec. (Nch 1532)	2,706	2,715	2,712	2,716	2,713	2,691
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	22	19	18	19	20	19
Limite Plastico WP	19	0	0	0	0	0
Indice de Plasticidad IP	3	NP	NP	NP	NP	NP
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GP - GM	GM	GW - GM	GW - GM	GP - GM	SM
Clasificacion AASHTO	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 4
Indice de Grupo	0					

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 78.766.230-5

ANDINO	**CLASIFICACIÓN DE SUELO**	1 de 1
	Informe de Suelos N° 453	

Proyecto : Canal Buzeta
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : 20/06/2014

IDENTIFICACION

Muestra Nº		9A	9A	10A	11A	12A	12A
Lugar de Muestreo		Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta
Profundidad	**Desde**	0,25	1,00	1,10	0,00	0,60	1,20
	Hasta	1,00	1,50	1,80	1,50	1,20	2,00
	Cota Muestreo						

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones	> 8"					
		5"					
		4"					
		3"					
		2 1/2"			100,00	100,00	
GRAVAS		2"			94,00	95,00	100,00	100,00
GRAVAS		1 1/2"			85,00	91,00	91,00	92,00
GRAVAS		1"		100,00	74,00	87,00	82,00	86,00
GRAVAS		3/4"		94,00	63,00	81,00	73,00	81,00
GRAVAS		3/8"		89,00	51,00	77,00	61,00	76,00
ARENA		N° 4	100,00	83,00	45,00	71,00	48,00	69,00
ARENA		N°10	81,00	72,00	33,00	64,00	34,00	58,00
ARENA		N°40	74,00	58,00	21,00	52,00	21,00	46,00
ARENA		N°200	54,00	42,00	13,00	39,00	13,00	31,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	12,1	4,8	3,8	5,2	6,3	4.8
Peso Espec. (Nch 1532)	2,696	2,697	2,709	2,711	2,706	2,709
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	29	19	19	23	24	21
Limite Plastico WP	22	0	0	20	20	0
Indice de Plasticidad IP	7	NP	NP	3	4	NP
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	CL - ML	SM	GM	SM	GC - GM	SM
Clasificacion AASHTO	A - 4	A -. 4	A - 1 - a	A - 4	A - 1 - a	A - 2 - 4
Indice de Grupo	2					

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 76.765.230-5

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos N° 454	

Proyecto : Canal Buzeta
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : 22/06/2014

IDENTIFICACION

	Muestra Nº	13A	14A	14A	15A	15A	16A
	Lugar de Muestreo	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta
Profundidad	**Desde**	0,10	0,60	2,00	0,00	1,50	0,40
	Hasta	0,60	2,00	3,00	1,50	2,00	0,90
	Cota Muestreo						

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones	> 8"					
		5"					
		4"					100,00
		3"					91,00
		2 1/2"	100,00				86,00
GRAVAS		2"	93,00				81,00
GRAVAS		1 1/2"	82,00			100,00	74,00
GRAVAS		1"	76,00			87,00	67,00
GRAVAS		3/4"	67,00			78,00	61,00
GRAVAS		3/8"	58,00			59,00	55,00
ARENA		N° 4	47,00	100,00	100,00	100,00	46,00	46,00
ARENA		N°10	32,00	87,00	79,00	81,00	31,00	32,00
ARENA		N°40	28,00	68,00	61,00	67,00	19,00	21,00
ARENA		N°200	14,00	48,00	39,00	43,00	11,00	12,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	5,2	14,7	5,7	6,1	4,3	6,6
Peso Espec. (Nch 1532)	2,717	2,701	2,712	2,698	2,715	2,705
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	18	29	19	21	19	26
Limite Plastico WP	0	22	0	0	0	21
Indice de Plasticidad IP	NP	7	NP	NP	NP	4
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GM	SC - SM	SM	SM	GP - GM	GP - GC
Clasificacion AASHTO	A - 1 - a	A - 4	A - 4	A - 4	A - 1 - a	A - 1 - a
Indice de Grupo		1				0

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 76.765.230-5

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos N° 455	

Proyecto : Canal Buzeta
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : 22/06/2014

IDENTIFICACION

	Muestra Nº		**16A**	**17A**	**17A**	**18A**	**19A**	**20A**
	Lugar de Muestreo		**Canal Buzeta**	**Canal Buzeta**	**Canal Buzeta**	**Canal Buzeta**	**Canal Buzeta**	**Canal Buzeta**
Profundidad		**Desde**	**0,90**	**0,50**	**1,20**	**0,65**	**0,65**	**0,90**
		Hasta	**3,00**	**1,20**	**2,30**	**2,00**	**2,00**	**1,80**
	Cota Muestreo							

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

Tamiz	Bolones	**> 8"**					
		5"				100,00	
		4"	100,00			95,00	100,00
		3"	94,00			89,00	93,00
		2 1/2"	86,00		100,00	82,00	85,00
GRAVAS		**2"**	82,00		79,00	73,00	79,00
		1 1/2"	72,00		73,00	65,00	68,00
		1"	65,00		67,00	59,00	59,00
		3/4"	58,00		62,00	54,00	51,00
		3/8"	51,00		53,00	46,00	43,00
		N° 4	43,00	100,00	45,00	39,00	37,00
ARENA		**N°10**	29,00	87,00	37,00	27,00	29,00
		N°40	18,00	63,00	24,00	14,00	17,00
		N°200	7,00	49,00	17,00	6,00	10,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	7,1	8,9	7,2	7,8	3,8	5,6
Peso Espec. (Nch 1532)	2,703	2,713	2,712	2,711	2,712	2,719
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	25	18	22	20	19	18
Limite Plastico WP	21	0	0	0	0	0
Indice de Plasticidad IP	4	NP	NP	NP	NP	NP
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GW - GC	SM	GC - GM	SM	GP - GM	GP - GM
Clasificacion AASHTO	A - 1 - a	A - 4	A - 1 - b	A - 4	A - 1 - a	A - 1 - a
Indice de Grupo			0			

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 78.765.230-5

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos N° 460	

Proyecto : Canal Buzeta
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : 27/06/2014

IDENTIFICACION

	Muestra Nº	**21A**	**22A**	**23B**	**24A**	**24A**	**25A**
	Lugar de Muestreo	**Canal Buzeta**	**Canal Buzeta**	**Canal Buzeta**	**Canal Buzeta**	**Canal Buzeta**	**Canal Buzeta**
Profundidad	**Desde**	**0,40**	**0,00**	**1,50**	**0,60**	**2,10**	**0,40**
	Hasta	**2,50**	**1,50**	**2,50**	**2,10**	**2,30**	**1,20**
	Cota Muestreo						

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones	**> 8"**					
		5"					
		4"			100,00		100,00
		3"	100,00		96,00		95,00
GRAVAS		**2 1/2"**	94,00		91,00	100,00	86,00
GRAVAS		**2"**	86,00		83,00	94,00	79,00
GRAVAS		**1 1/2"**	75,00		72,00	86,00	73,00
GRAVAS		**1"**	67,00	100,00	64,00	77,00	67,00
GRAVAS		**3/4"**	59,00	94,00	53,00	64,00	62,00
GRAVAS		**3/8"**	48,00	88,00	47,00	56,00	53,00
ARENA		**N° 4**	38,00	81,00	35,00	43,00	45,00
ARENA		**N°10**	24,00	72,00	23,00	31,00	37,00
ARENA		**N°40**	16,00	59,00	14,00	24,00	24,00
ARENA		**N°200**	9,00	42,00	8,00	13,00	17,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	5,8	2,718	11,7	5,1	16,2	7,2
Peso Espec. (Nch 1532)	2,705	1,948	2,699	2,721	2,716	2,712
D.M.C.S (kg/m3)		1,797				
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	19	16	28	20	26	25
Limite Plastico WP	0	0	20	0	20	21
Indice de Plasticidad IP	NP	NP	8	NP	6	4
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GP - GM	SW - SM	SC	GW - GM	GC - GM	GC - GM
Clasificacion AASHTO	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 4	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - b
Indice de Grupo			0		0	0

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 76.765.230-5

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos N° 461	

Proyecto : Canal Buzeta
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : 29/06/2014

IDENTIFICACION

Muestra Nº		26A	27A	27A	28A	28A	29A
Lugar de Muestreo		Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta
Profundidad	**Desde**	0,10	0,25	1,80	0,60	1,80	0,50
	Hasta	1,15	1,80	2,50	1,80	3,00	2,00
Cota Muestreo							

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones	> 8"					
		5"					
		4"					
		3"					
		2 1/2"					
GRAVAS		2"					
		1 1/2"		100,00			
		1"		94,00	100,00		
		3/4"		86,00	94,00		
		3/8"		81,00	89,00		
		N° 4	100,00	74,00	83,00	100,00	100,00	100,00
ARENA		N°10	85,00	62,00	71,00	89,00	87,00	86,00
		N°40	67,00	53,00	56,00	69,00	65,00	63,00
		N°200	31,00	45,00	42,00	48,00	47,00	48,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	6,1	5,8	4,9	7,6	8,5	9,1
Peso Espec. (Nch 1532)	2,695	2,702	2,712	2,698	2,694	2,697
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	24	23	19	19	18	19
Limite Plastico WP	21	20	0	0	0	0
Indice de Plasticidad IP	3	3	NP	NP	NP	NP
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	SM	SM	SM	SM	SM	SM
Clasificacion AASHTO	A - 2 - 4	A - 4	A - 4	A - 4	A - 4	A - 4
Indice de Grupo	0	0	0			

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 76.765.230-5

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
ANDINO	Informe de Suelos N° 462	

Proyecto : Canal Buzeta
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : 21/07/2014

IDENTIFICACION

Muestra Nº		32A					
Lugar de Muestreo		Canal Buzeta					
Profundidad	**Desde**	0,85					
	Hasta	2,00					
Cota Muestreo							

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones > 8"						
	5"						
	4"						
	3"						
	2 1/2"						
GRAVAS	2"	100,00					
GRAVAS	1 1/2"	83,00					
GRAVAS	1"	72,00					
GRAVAS	3/4"	64,00					
GRAVAS	3/8"	56,00					
ARENA	N° 4	42,00					
ARENA	N°10	34,00					
ARENA	N°40	22,00					
ARENA	N°200	13,00					

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	16,4					
Peso Espec. (Nch 1532)	2,715					
Peso Unitaro Húmedo						
Peso Unitaro Seco						
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

	29					
CONSTANTES HIDRICAS	21					
Limite Liquido WL	8					
Limite Plastico WP						
Indice de Plasticidad IP						
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

	GC - GM					
CLASIFICACION	A - 2 - 4					
Clasificacion U.S.C.S.	0					
Clasificacion AASHTO						
Indice de Grupo						

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 76.766.230-5

DPI LTDA.

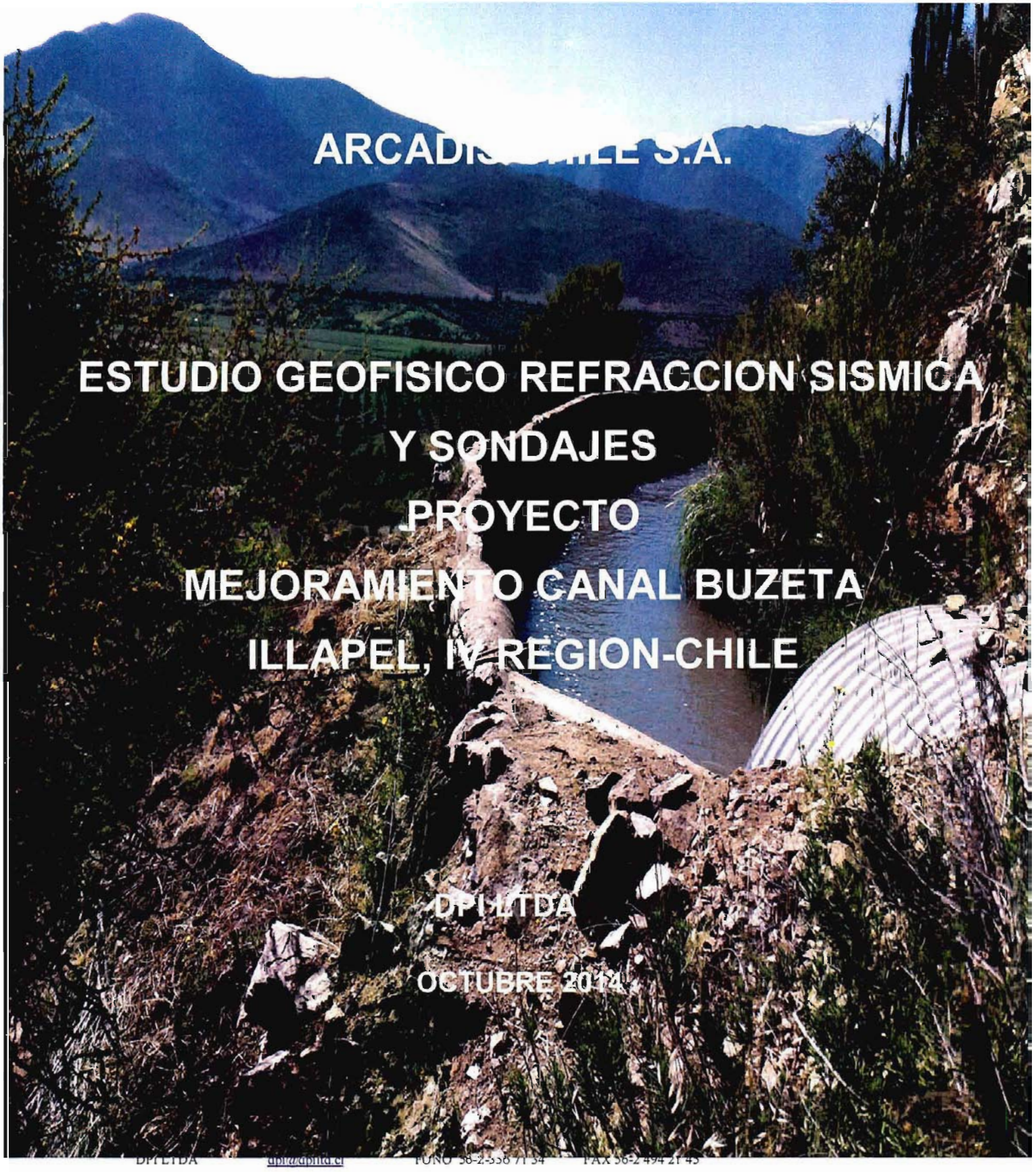
SEPTIEMBRE 2014.

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

ANEXO B
ESTUDIO GEOFÍSICO Y REFRACCIÓN SÍSMICA
CANAL BUZETA DPI

DPI INGENIEROS

DPI INGENIEROS LTDA.



ARCADIS CHILE S.A.

ESTUDIO GEOFISICO REFRACCION SISMICA Y SONDAJES

PROYECTO

MEJORAMIENTO CANAL BUZETA

ILLAPEL, IV REGION-CHILE

DPI LTDA

OCTUBRE 2014

DPI LTDA dpi@dpilta.cl FONO 56-2-336 71 54 FAX 56-2 494 21 45

INDICE

1.0 INTRODUCCION 4

2.0 ALCANCE DE LOS SERVICIOS 7

3.0 SONDAJES 8

3.1 PARAMETROS CONTROLADOS DURANTE LA PERFORACION 8

3.2 DESCRIPCION LITO-ESTRATIGRAFCICA DE LOS SONDAJES 9

3.2.1 SONDAJE SS-1 9

3.2.2 SONDAJE SS-2 14

3.2.3 SONDAJE SS-3 19

3.2.4 SONDAJE SS-4 24

3.2.5 SONDJE SC-1 29

3.2.6 SONDAJE SB-1 33

3.3 RESULTADOS DE LABORATORIO 42

3.4 ESTRITAGRAFIA PARA CADA SONDAJE ..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.0 REFRACCION SISMICA 44

4.1 METODOLOGÍA 44

4.2 INSTRUMENTAL 45

4.3 TRABAJOS DE TERRENO 46

4.4 ANTECEDENTES FOTOGRÁFICOS 49

5.0 RESULTADOS REFRACCION SISMICA 53

5.1 SECTOR EL BATO 57

Perfil RS-SB1, (Figuras 2.1 y 3.1) 57

5.2 SECTOR SOCAVON 59

PerfilRS-SS2, (Figuras 2.2 y 3.2) 59

Perfil RS-PS3, (Figuras 2.2 y 3.3) 61

Perfil RS-SS1, (Figuras 2.2 y 3.4) 63

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Perfil RS-SS3, (Figuras 2.2 y 3.5)..... 65

Perfil RS-SS4, (Figuras 2 y 3.6)..... 67

5.3 SECTOR LO CAÑAS..... 69

Perfil RS-SC1, (Figuras 2.3 y 3.7)..... 69

6.0 RESUMEN Y CONCLUSIONES..... 71

ANEXO 1 RESULTADOS DE LABORATORIO..... 74

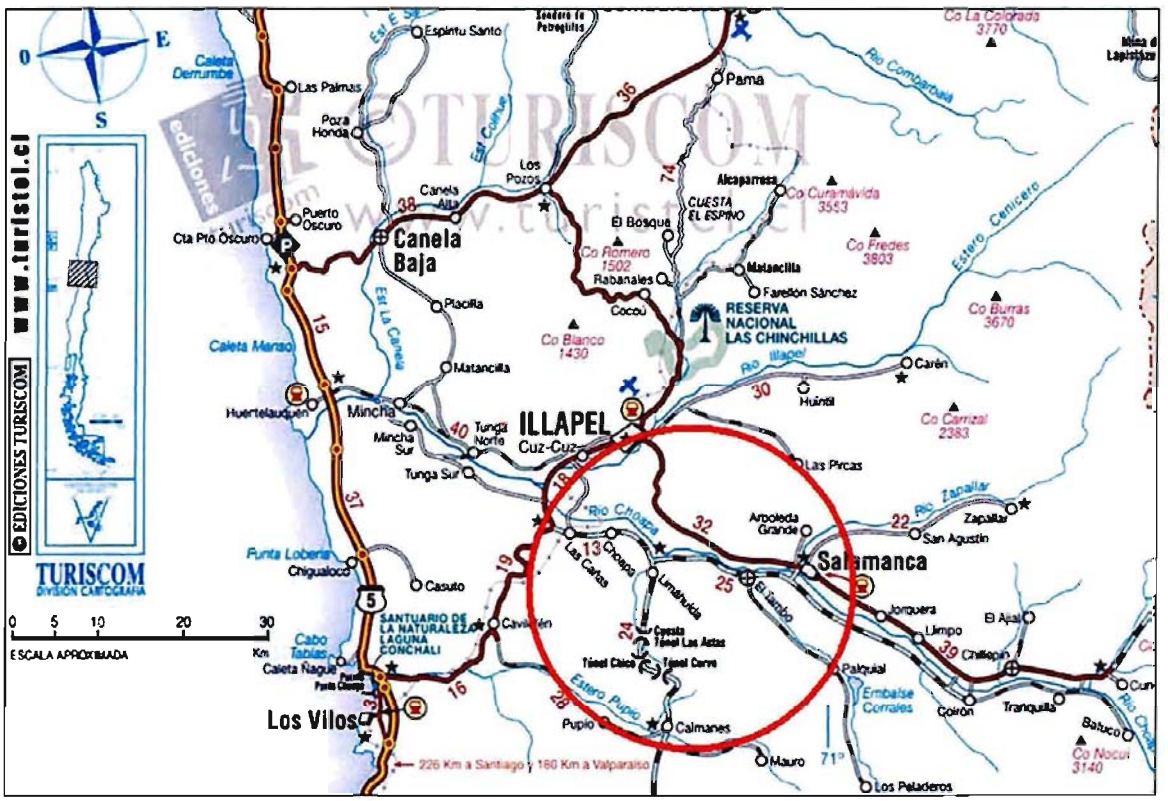
ANEXO 3 PLANOS..... 91

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

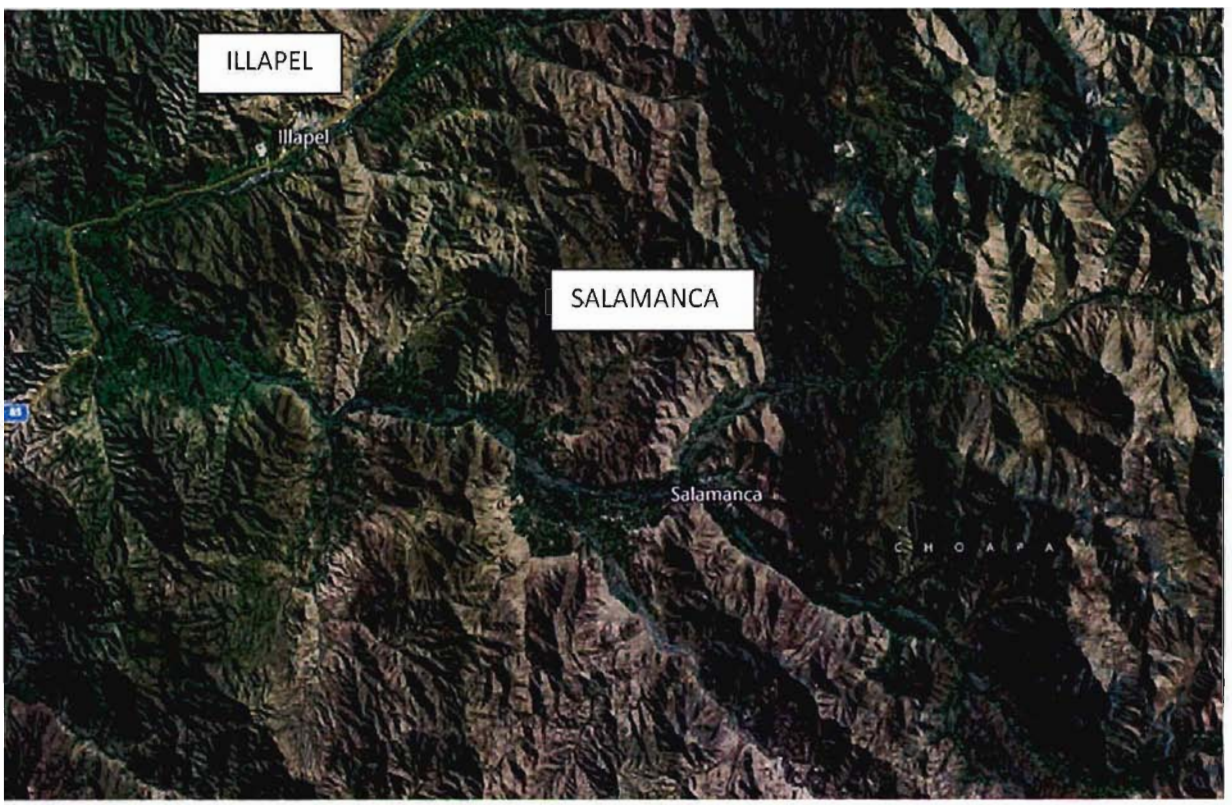
1.0 INTRODUCCION

ARCADIS CHILE se encuentra evaluando para la Comisión Nacional de Riego, CNR, del Ministerio de Obras Públicas, en particular las características geotécnicas del tramo entre Salamanca e Illapel en que se desarrolla el canal Buzeta, ubicado en el valle del rio Choapa, en la IV Región de Coquimbo, Fig. N°1.

.


Espinu Santo
Las Palmas
Poza Honda
Puerto Oscuro
Cta Pto Oscuro
Canela Alta
Canela Baja
Los Pozos
Pama
Alcaparrosa
Co Curamávida 3553
CUESTA EL ESPINO
El Bosque
Co Romero 1502
Rabanales
Cocou
Matancilla
Farellón Sánchez
RESERVA NACIONAL LAS CHINCHILLAS
Co Fredes 3803
Co Burras 3670
Estero Cenicero
Co La Colorada 3770
Río Choapa
Río Illapel
Carén
Huintil
Co Carrizal 2383
Las Pircas
Río Tapalla
Zapallar
San Agustín
Arboleda Grande
Salamanca
Jorquera
El Ajial
Limpo
Chillepín
Palquial
Embalse Corrales
Coirón
Tranquilla
Batuco
Co Nocui 3140
Los Peladeros
Mauro
Pupio
Calmanes
Estero Pupio
Tunel Las Astas
Tunel Chico
Tunel Cerro
Cabo Tablas
Caleta Nague
SANTUARIO DE LA NATURALEZA LAGUNA CONCHALI
Los Vilos
Cavilolén
Casuto
Chigualoco
Punta Lobería
Caleta Manso
Huentelauquén
Caleta Derrumbe
Esteros de Petroglifos
Est. La Canela
Est. Los Pozos
Est. El Sauce
Minchia
Minchia Norte
Minchia Sur
Tunga Norte
Tunga Sur
ILLAPEL
Cuz-Cuz
Río Choapa
Las Cañas
Choapa
Limahuida
El Tambo
Sur Cuesta
Matancilla
Piscina
Río Chalinga
Río Compañía
Río Choapa
Río Illapel
Río Tapalla
Río Choapa
Río Choapa
Río Choapa

La siguiente figura muestra el canal Buzeta en la ribera Sur del valle Choapa.



El estudio geotécnico de suelos se focalizó en tramos del canal en donde se investigan sectores críticos de aducción y que corresponden a los sectores denominados El Bato, Socavón y Lo Cañas.

El objeto del estudio basado en sondajes geotécnicos y refracción sísmica es investigar la geometría del subsuelo, precisar la potencia de los sedimentos, determinar el basamento rocoso y sus características geotécnicas.

Con la finalidad de investigar las características del suelo y de la roca para a posteriori emplazar los perfiles sísmicos, se ejecutaron 5 sondajes geotécnicos con diámetro HQ-3: SS-1, SS-2, SS-3. SS-4, SC-1 de 15 metros de profundidad y SB-1 de 25 metros de profundidad y con rotación inclinada de 45°.

DPI LTDA dpi@dpi.td.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

La metodología empleada en refracción sísmica, investiga la trayectoria de los frentes de ondas compresionales producidas por micro cargas explosivas instaladas en superficie por personal especializado y controlada topográficamente. Las refracciones sísmicas son recibidas por sensores o geófonos ubicados a lo largo del perfil que se estudia.

Se investigaron 7 perfiles de refracción sísmica, 1 en el Bato RS-SB1, 5 en el sector de Socavón, RS-SS2, RS-PS3, RS-SS1, RS-SS3, RS-SS4 y finalmente 1 perfil en Lo Cañas, RS-SC1.

La investigación e interpretación de las propagaciones de los frentes de ondas, en el área de proyecto, ha sido calibrada con los antecedentes de los 6 sondajes geotécnicos, SB-1, SS-1, SS-2, SS-3, SS-4 y SC-1, a los cuales hace mención el nombre de los perfiles.

El presente informe detalla estos resultados además que entrega todos los antecedentes de este trabajo en terreno.

DPI LTDA dpi@dpiltd.c FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

2.0 ALCANCE DE LOS SERVICIOS

De acuerdo con lo solicitado por ARCADIS CHILE. los servicios realizados por DPI Ltda fueron los siguientes:

Sondajes Geotécnicos:

- 5 sondajes geotécnicos verticales, inclinación de 90° con diamantina, diámetro HQ3, y muestreador de 96 mm de diámetro exterior y 63.5 mm de diámetro de testigo. Las profundidades fueron las siguientes:
  - SS-1: 15.00 metros.
  - SS-2: 15.00 metros.
  - SS-3: 15.00 metros.
  - SS-4: 15.00 metros.
  - SC-1: 15.00 metros.
- 1 sondajes geotécnico vertical, inclinación de 45° con diamantina, diámetro HQ3, y muestreador de 96 mm de diámetro exterior y 63.5 mm de diámetro de testigo, con la siguiente profundidad:
  - SB-1: 25.00 metros.
- Cálculo de RQD.

Laboratorio:

- Toma de muestras durante la ejecución de los sondajes, almacenadas en 20 cajas porta-testigos proporcionados por DPI Ltda.
- Envío de muestras de suelo obtenidas en terreno al laboratorio para su análisis granulométrico.

Perfiles Geofísicos:

- 7 perfiles de refracción sísmica terrestre: RS-SB1, RS-SS2, RS-PS3, RS-SS1, RS-SS3, RS-SS4 y RS-SC1 y que totalizan 2.163 m de refracción sísmica.
- Procesamiento y análisis de los resultados obtenidos y su interpretación.

En todos los trabajos se conto con la presencia de un Prevencionista de Riegos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

3.0 SONDAJES

Para determinar la litología del subsuelo en profundidad y localizar el sector idóneo para el emplazamiento de los perfiles sísmicos de refracción, se ejecutaron 4 sondajes geotécnicos verticales de 90° a rotación y 1 a rotación con inclinación de 45°.

La siguiente tabla detalla las coordenadas UTM correspondientes a la localización de los sondajes y las profundidades alcanzadas.

N° de sondaje	Coordenada Este	Coordenada Norte	Profundidad (m)
SS-1	294.783	6.483.148	15.00
SS-2	297.738	6.483.478	15.00
SS-3	294.836	6.481.304	15.00
SS-4	296.631	6.480.515	15.00
SC-1	291.058	6.485.833	15.00
SB-1	308.196	6.479.196	25.00

3.1 PARAMETROS CONTROLADOS DURANTE LA PERFORACION

Durante las perforaciones de los sondajes, se controlaron los siguientes parámetros:

- Diámetro de Perforación. HQ3, diámetro externo 96 mm, diámetro interno 63.5mm.
- Recuperación de testigo en metros y porcentaje de recuperación del testigo respecto a la carrera perforada.
- Reporte diario de la perforación en terreno con descripción de la litología del relleno y de la roca obtenida durante la perforación.
- Numeración de las muestras obtenidas
- Numeración de las bandejas de almacenamiento de muestras.
- Colocación de los testigos/muestras en sus bandejas correspondientes.

A continuación se presenta las descripciones litologías e índice RQD calculado en los tramos donde ha sido posible.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

3.2 DESCRIPCION LITO-ESTRATIGRAFCICA DE LOS SONDAJES

3.2.1 SONDAJE SS-1

PROYECTO	CANAL BUZETA	***TIPO DE SONDAJE***	DIAMANTINA
CLIENTE	ARCADIS CHILE	***DÍAMETRO DEL SONDAJE***	HQ (3" ½)
SECTOR	CANAL BUZETA, SALAMANCA	***PROF. DEL SONDAJE***	15.00 metros
FECHA	25/09/2014-26/09/2014	***LONG. REVESTIMIENTO***	-
COORDENADAS	ESTE 294.783, NORTE 6.483.148	***Nº DE SONDAJE***	**SS-1**
SUPERVISOR	J.C. Astudillo	***OPERADOR DE SONDAJE***	Rafael Ferrada

PROFUNDIDAD		**TRAMO PERF.**	**RECUP.**	**RQD**	***DESCRIPCION LITOLOGICA***
TECHO [m]	***BASE [m]***				
0.00	0.30	0.30	23%	-	Limo arcilloso con algo de arena, color café. Humedad media, consistencia media, cementación baja Se aprecia estructura heterogénea.
0.30	1.30	1.00	50%	-	Gravas y bolones de roca granítica, en matriz limoarenosa con algo de arcilla.
1.30	2.00	0.70	67%	-	Gravas y bolones. Fragmentos muy fracturados y machacados. Partículas subredondeados y subangulosos, composición granítica.
2.00	2.35	0.35	57%	-	
2.35	3.50	1.15	52%	-	
3.50	5.00	1.50	80%	-	
5.00	5.50	0.50	0%	Muestra de retorno	Arena de color pardo, con bajo contenido de fino, plasticidad baja, completamente meteorizada.
5.50	6.00	0.50	0%	Muestra de retorno	
6.00	6.50	0.50	0%	Muestra de retorno	
6.50	8.00	1.50	0%	Muestra de retorno	
8.00	9.50	1.50	0%	Muestra de	

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

				retorno	
9.50	11.00	1.50	0%	Muestra de retorno	
11.00	12.50	1.50	0%	Muestra de retorno	
12.50	13.00	0.50	0%	Muestra de retorno	Arena de color pardo, con bajo contenido de fino, plasticidad baja, completamente meteorizada.
13.00	14.00	1.00	60%	Muestra de retorno	Gravas y bolón muy fracturados. Fragmentos subredondeados subangulosos, composición granítica.
14.00	15.00	1.00	0%	Muestra de retorno	Arena media de color pardo, con bajo contenido de fino, plasticidad baja, arena originada por meteorización.

Registro Fotográfico

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA
SONDAJE SS-01
CAJA 1 DE 3
Desde 0.00 a 5.00 m

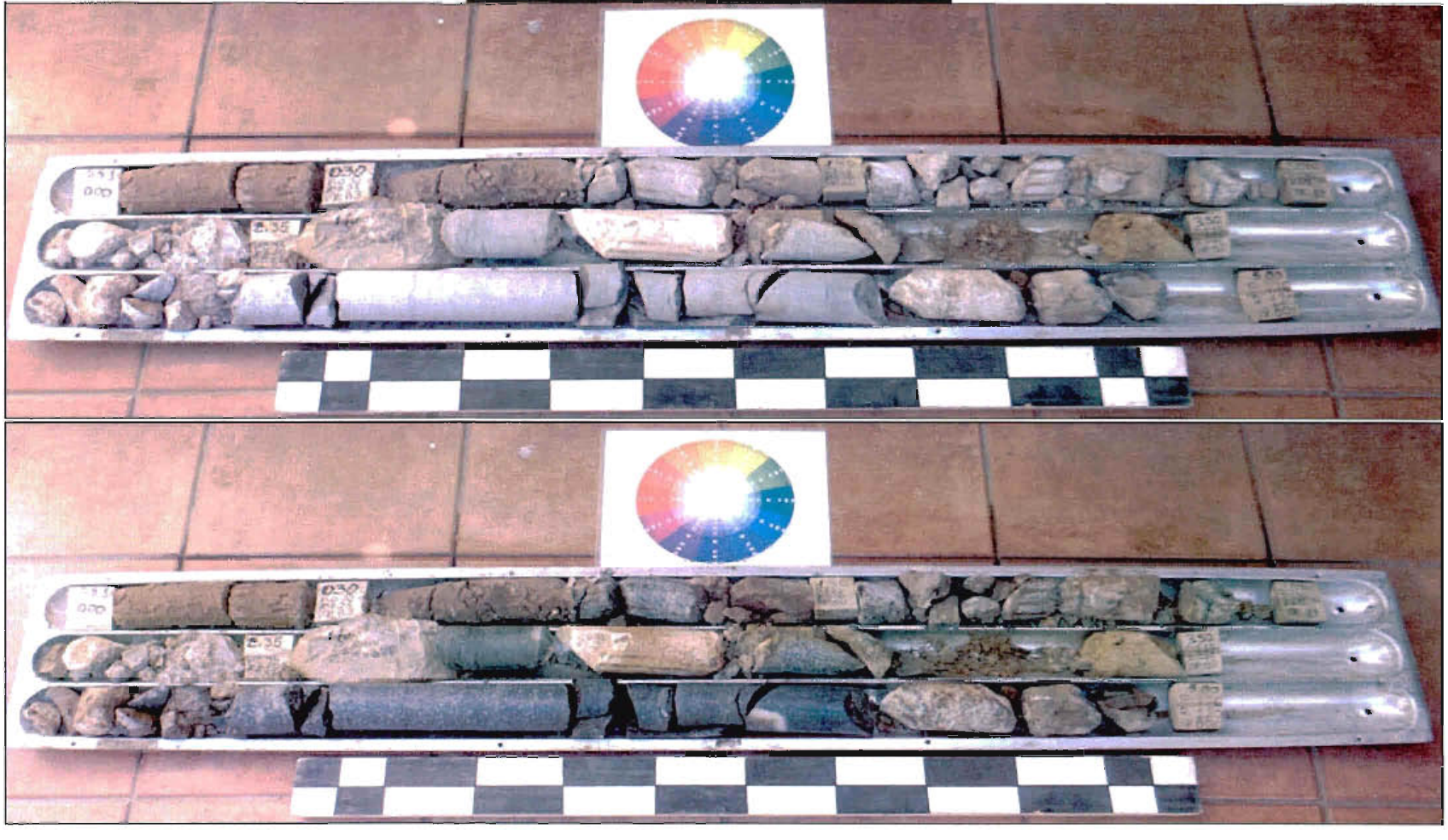


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA

SONDAJE SS-01

CAJA 2 DE 3

Desde 5.00 a 12.50 m

Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA
SONDAJE SS-01
CAJA 3 DE 3
Desde 12.50 a 15.00 m

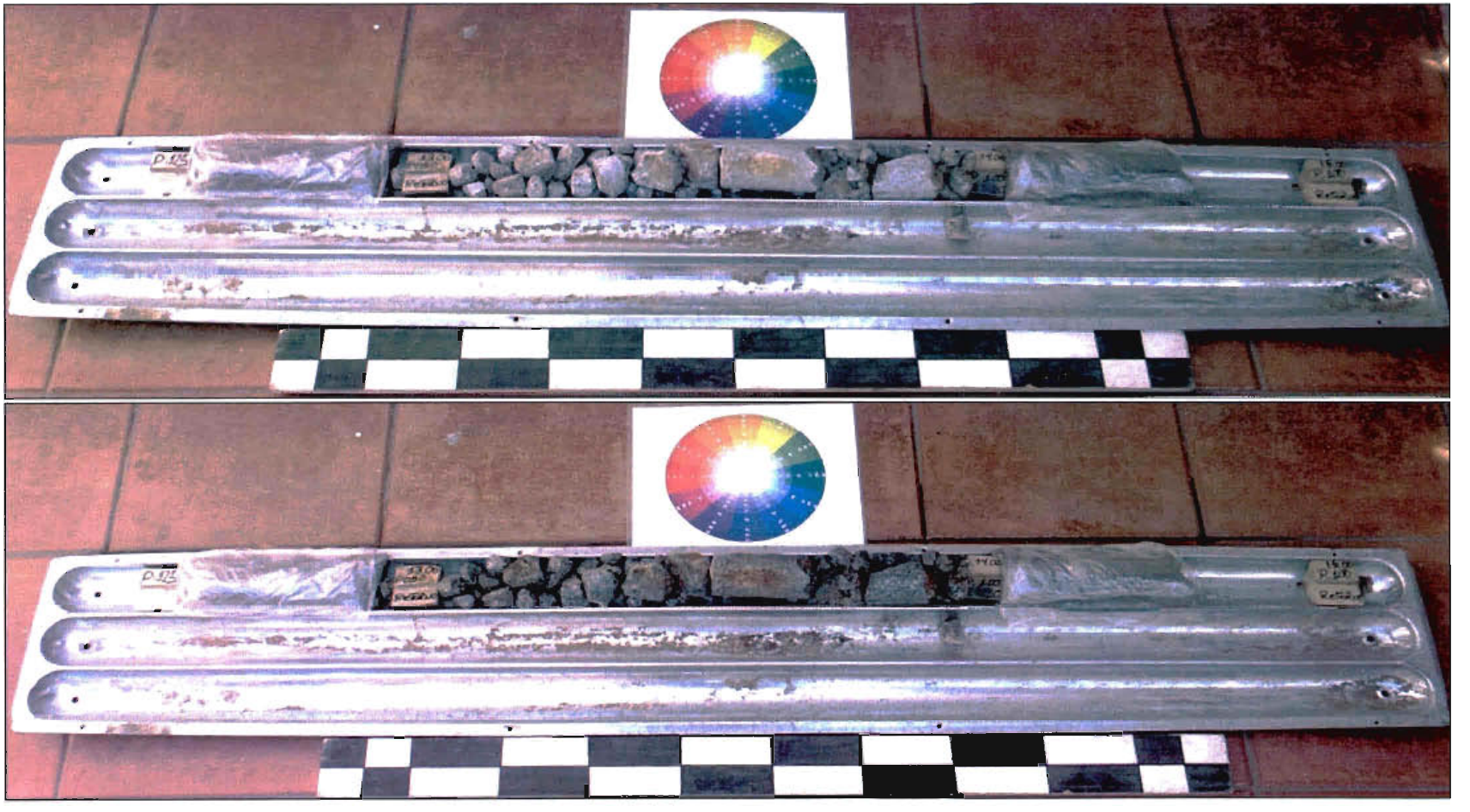


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

3.2.2 SONDAJE SS-2

PROYECTO	CANAL BUZETA	***TIPO DE SONDAJE***	DIAMANTINA
CLIENTE	ARCADIS CHILE	***DÍAMETRO DEL SONDAJE***	HQ (3" ½)
SECTOR	CANAL BUZETA, SALAMANCA	***PROF. DEL SONDAJE***	15.00 metros
FECHA	24/09/2014-26/09/2014	***LONG. REVESTIMIENTO***	-
COORDENADAS	ESTE 297.738, NORTE 6.483.478	***Nº DE SONDAJE***	**SS-2**
SUPERVISOR	J.C. Astudillo	***OPERADOR DE SONDAJE***	Rafael Ferrada

PROFUNDIDAD		**TRAMO PERF. (m)**	**RECUP.**	**RQD**	***DESCRIPCION LITOLOGICA***
TECHO [m]	***BASE [m]***				
0.00	0.70	0.70	100%	-	Arena limoarcillosa de color pardo, con gravas aisladas en matriz, tamaño máximo 1/2". Partículas subangulares, plasticidad media, compacidad media
0.70	1.20	0.50	33%	-	
1.20	1.70	0.50	67%	-	Arena limoarcillosa de color pardo. De 1.35 a 1.40 m gravas de tamaño máximo de 2". Partículas subangulares, compacidad baja, plasticidad media.
1.70	2.20	0.50	50%	-	Arena media de color pardo, se aprecian tramos cementados y otros sin cohesión, a partir de los 5.20 m se observan gravas aisladas de tamaño máximo 1/2", partículas angulares y subangulares.
2.20	2.70	0.50	0%	Muestra de retorno	
2.70	3.20	0.50	50%	-	
3.20	3.70	0.50	33%	-	
3.70	4.20	0.50	45%	-	
4.20	4.70	0.50	0%	Muestra de retorno	
4.70	5.20	0.50	0%	Muestra de retorno	
5.20	5.70	0.50	20%	Muestra de retorno	
5.70	6.20	0.50	0%	Muestra de retorno	

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

6.20	6.70	0.50	0%	Muestra de retorno	Arena media de color pardo, bajo contenido en finos y de baja plasticidad y compacidad.
6.70	7.20	0.50	52%	-	Fragmentos subredondeados a angulosos de grava, color gris composición granítica, en matriz de limo y algo arcilloso.
7.20	7.60	0.40	38%	Muestra de retorno	Fragmentos subredondeados a angulosos de grava, color pardo rojizo, composición granítica, en matriz de limo y algo arenoso.
7.60	8.10	0.50	45%	Muestra de retorno	Arena suelta sin cohesión, originada por meteorización de roca tipo granito, con fragmento rocoso redondeado. Maicillo.
8.10	8.60	0.50	50%	-	Arena suelta sin cohesión, originada por meteorización de roca plutónica tipo granito, color gris pardo con núcleo de roca sana. Maicillo.
8.60	9.10	0.50	0%	Muestra de retorno	Arena media de color pardo, bajo contenido en finos y de baja plasticidad y compacidad.
9.10	9.60	0.50	0%	Muestra de retorno	
9.60	10.00	0.40	50%	Muestra de retorno	Arena suelta sin cohesión, originada por meteorización de roca plutónica tipo granito, color gris pardo con núcleo de roca sana. Maicillo.
10.00	10.50	0.50	0%	Muestra de retorno	Arena media de color pardo, bajo contenido en finos y de baja plasticidad y compacidad.
10.50	11.00	0.50	20%	Muestra de retorno	Fragmentos subredondeados a angulosos, color pardo y de composición granítica, en matriz arenosa.
11.00	11.50	0.50	20%	Muestra de retorno	
11.50	12.00	0.50	0%	Muestra de retorno	Arena media de color pardo, bajo contenido en finos y de baja plasticidad y compacidad.
12.00	12.50	0.50	40%	-	Arena suelta sin cohesión, originada por meteorización de roca plutónica tipo granito, color gris, con núcleo de roca sana. Maicillo.
12.50	13.00	0.50	0%	Muestra de retorno	Arena con bajo contenido de fino y baja plasticidad, completamente meteorizada.
13.00	13.50	0.50	0%	Muestra de retorno	
13.50	15.00	1.50	100%	40%	Roca plutónica tipo monzonita de color gris oscuro, muy fracturada al inicio y a posterior sin fracturación, tramo sano.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Registro Fotográfico

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA

SONDAJE SS-02

CAJA 1 DE 2

Desde 0.00 a 7.60 m

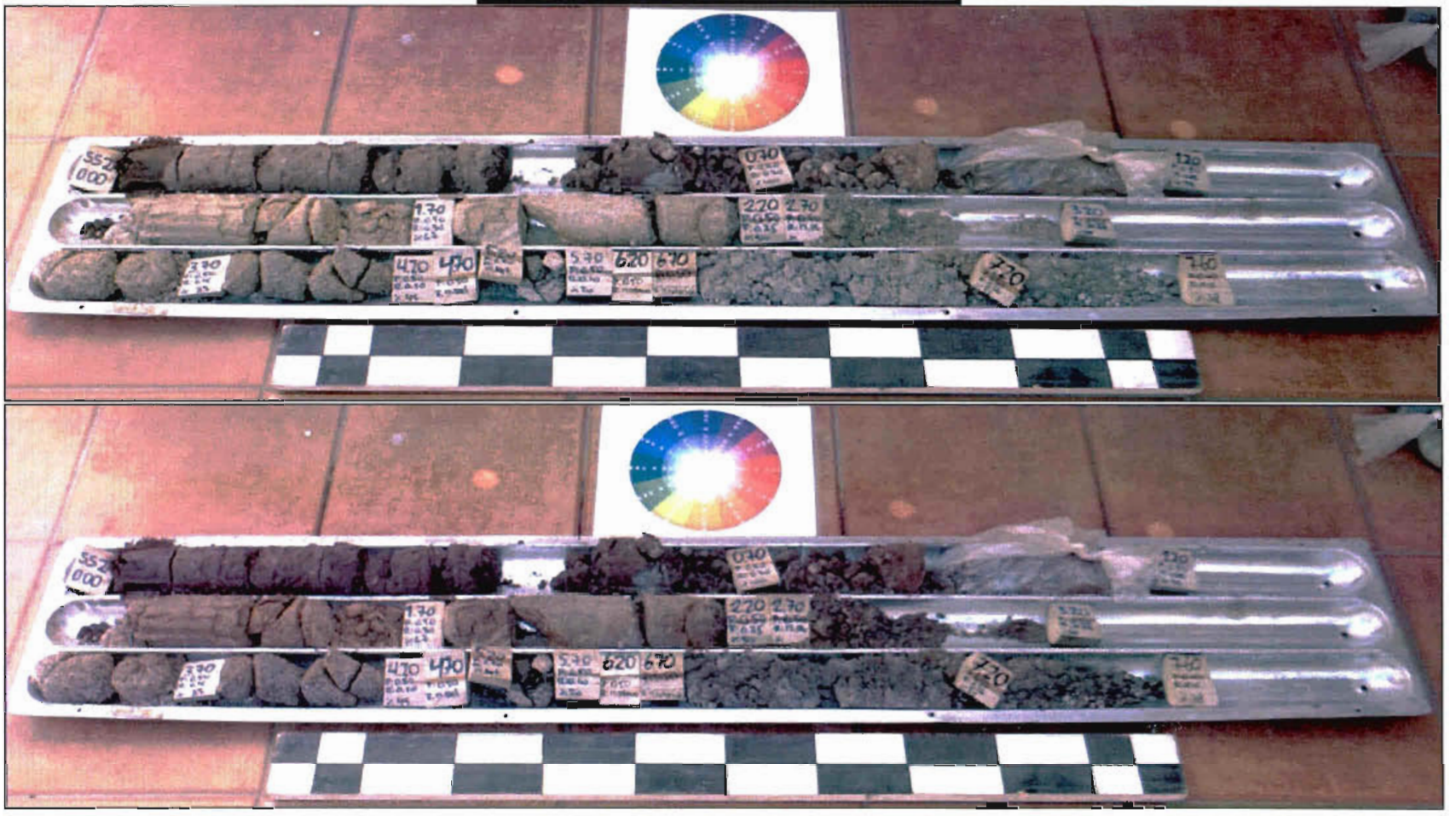


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA

SONDAJE SS-02

CAJA 2 DE 2

Desde 7.60 a 15.00 m

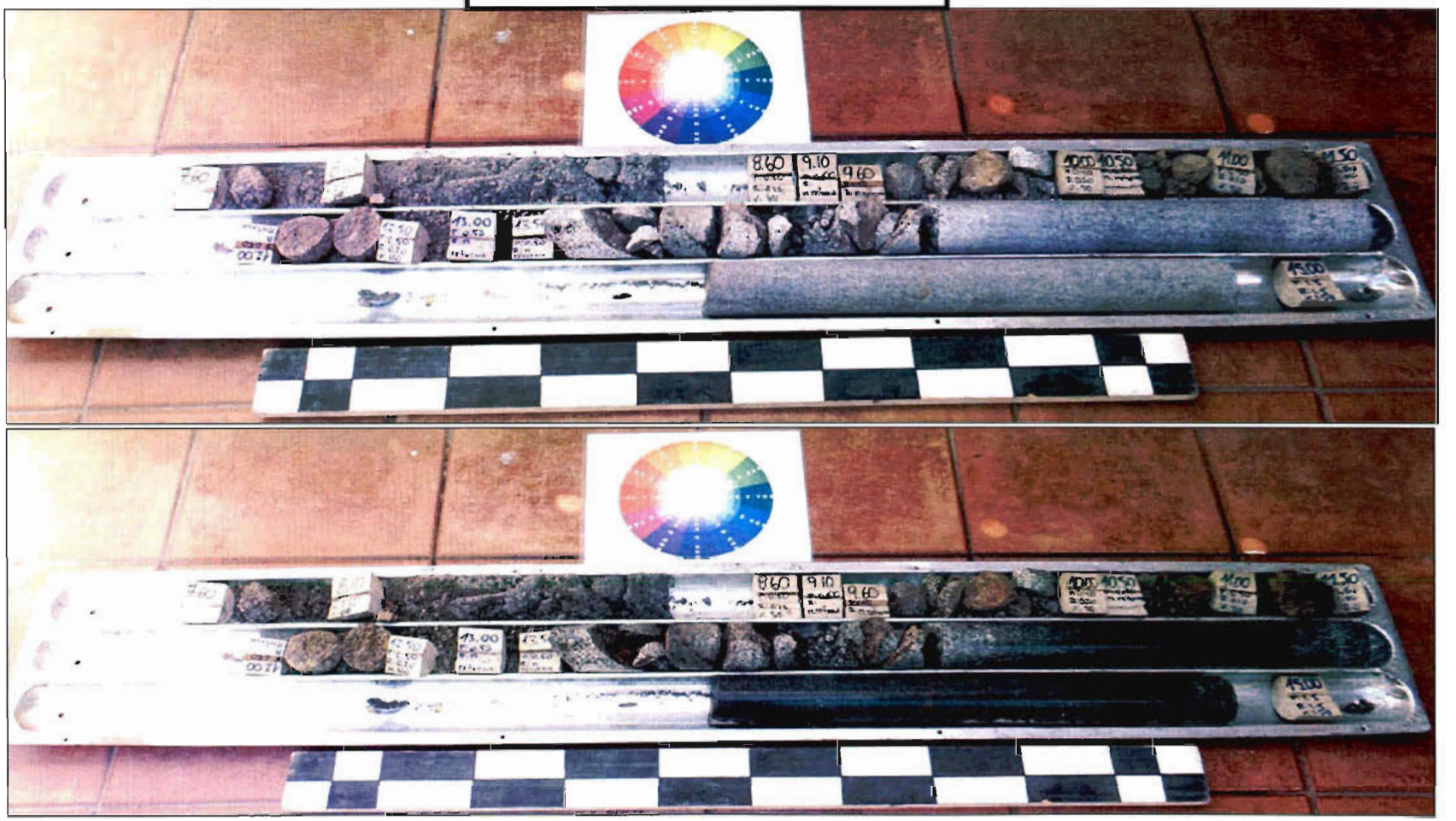


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

3.2.3 SONDAJE SS-3

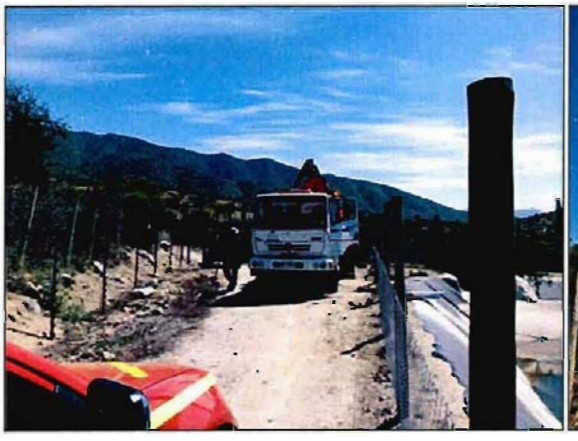
PROYECTO	CANAL BUZETA	***TIPO DE SONDAJE***	DIAMANTINA
CLIENTE	ARCADIS CHILE	***DÍAMETRO DEL SONDAJE***	HQ (3" ½)
SECTOR	CANAL BUZETA, SALAMANCA	***PROF. DEL SONDAJE***	15.00 metros
FECHA	30/09/2014-01/10/2014	***LONG. REVESTIMIENTO***	-
COORDENADAS	ESTE 294.836, NORTE 6.481.304	***Nº DE SONDAJE***	**SS-3**
SUPERVISOR	J.C. Astudillo	***OPERADOR DE SONDAJE***	Rafael Ferrada

PROFUNDIDAD		**TRAMO PERF (m)**	**RECUP.**	**RQD**	***DESCRIPCION LITOLOGICA***
TECHO [m]	***BASE [m]***				
0.00	0.50	0.50	60%	-	Arena algo arcillosa de color pardo algo amarillento, con gravillas aisladas, de plasticidad baja, estructura homogénea. Maicillo.
0.50	1.00	0.50	36%	-	
1.00	1.75	0.75	45%	-	Arena algo arcilloso de color pardo algo amarillento y cementada. Gravillas aisladas. Plasticidad baja, estructura homogénea. Se aprecian fragmentos subredondeados de bolones rocosos tipo granito.
1.75	3.25	1.50	53%	-	Roca plutónica tipo monzonita, color gris oscuro. Fracturada los primeros 0.40 m, después poco fracturada. En las fracturas se observan óxidos, posible presencia de agua circulando.
3.25	4.75	1.50	100%	60%	Roca plutónica tipo monzonita, color gris oscuro. Muy fracturada los primeros 0.90 m, después fracturada. En las fracturas se observan óxidos, posible presencia de agua circulando.
4.75	6.25	1.50	36%	-	Roca plutónica tipo granito, color gris claro. A partir de 4.90 m tramo meteorizado (maicillo), después otra vez roca.
6.25	7.75	1.50	53%	-	Roca fuertemente meteorizada de color gris negruzco con núcleo de roca sana.
7.75	9.25	1.50	66%	-	
9.25	10.75	1.50	86%	-	Fragmentos de roca plutónica fuertemente meteoriza los primeros 0.20 m, después roca plutónica color gris claro tipo granito muy

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

					fracturada.
10.75	12.25	1.50	80%	58%	Roca plutónica tipo granito, color gris, fracturada.
12.25	13.75	1.50	86%	0%	Roca plutónica tipo granito, color gris. Tramos en procesos de meteorización.
13.75	15.00	1.25	72%	58%	Roca plutónica tipo granito, color gris. Se observa tramo en proceso de meteorización en los primeros 0.20 m. Después roca sana sin fracturar.

Registro Fotográfico



DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA

SONDAJE SS-3

CAJA 1 DE 3

Desde 0.00 a 4.75 m

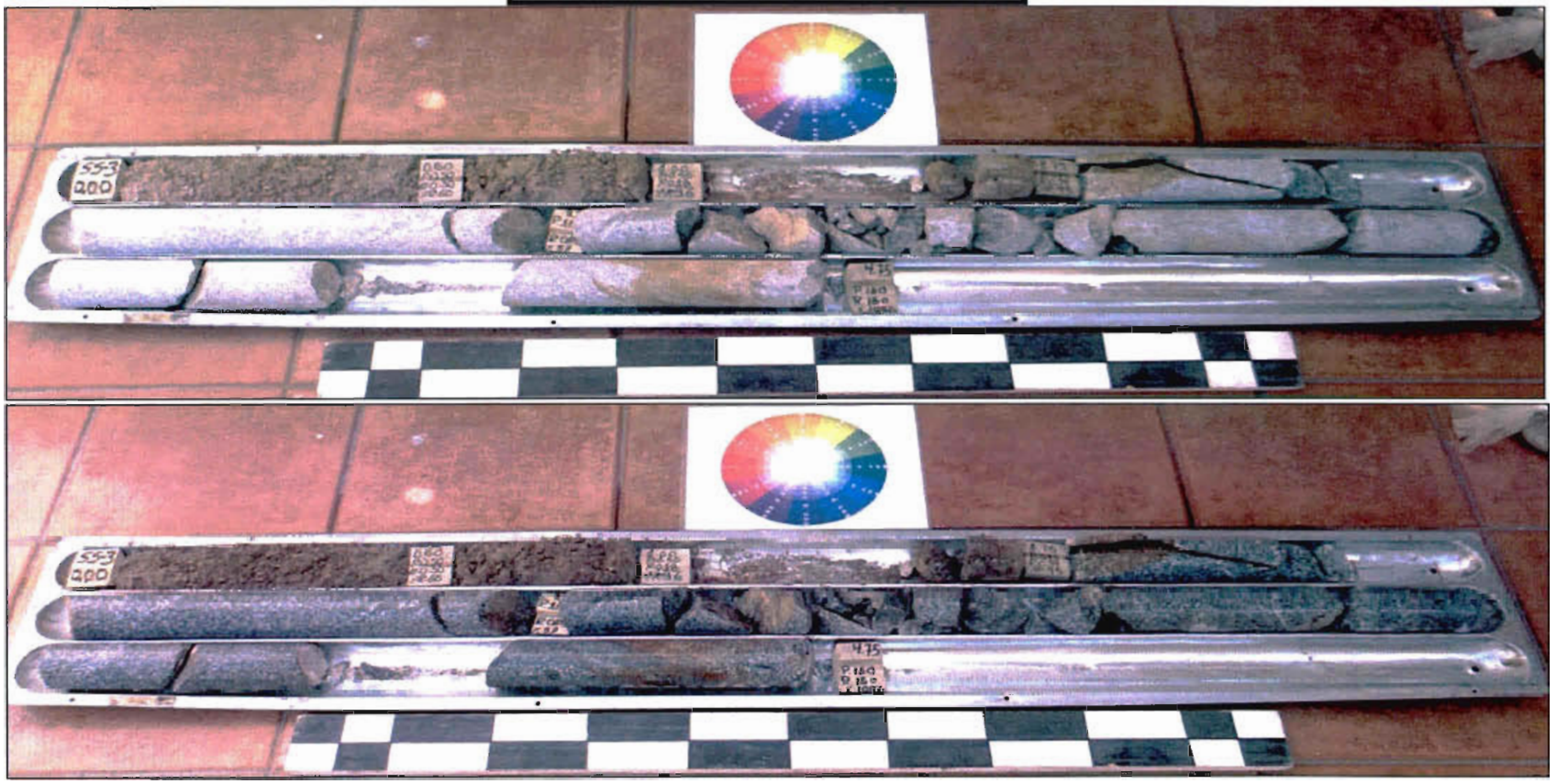


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA

SONDAJE SS-3

CAJA 2 DE 3

Desde 4.75 a 10.75 m

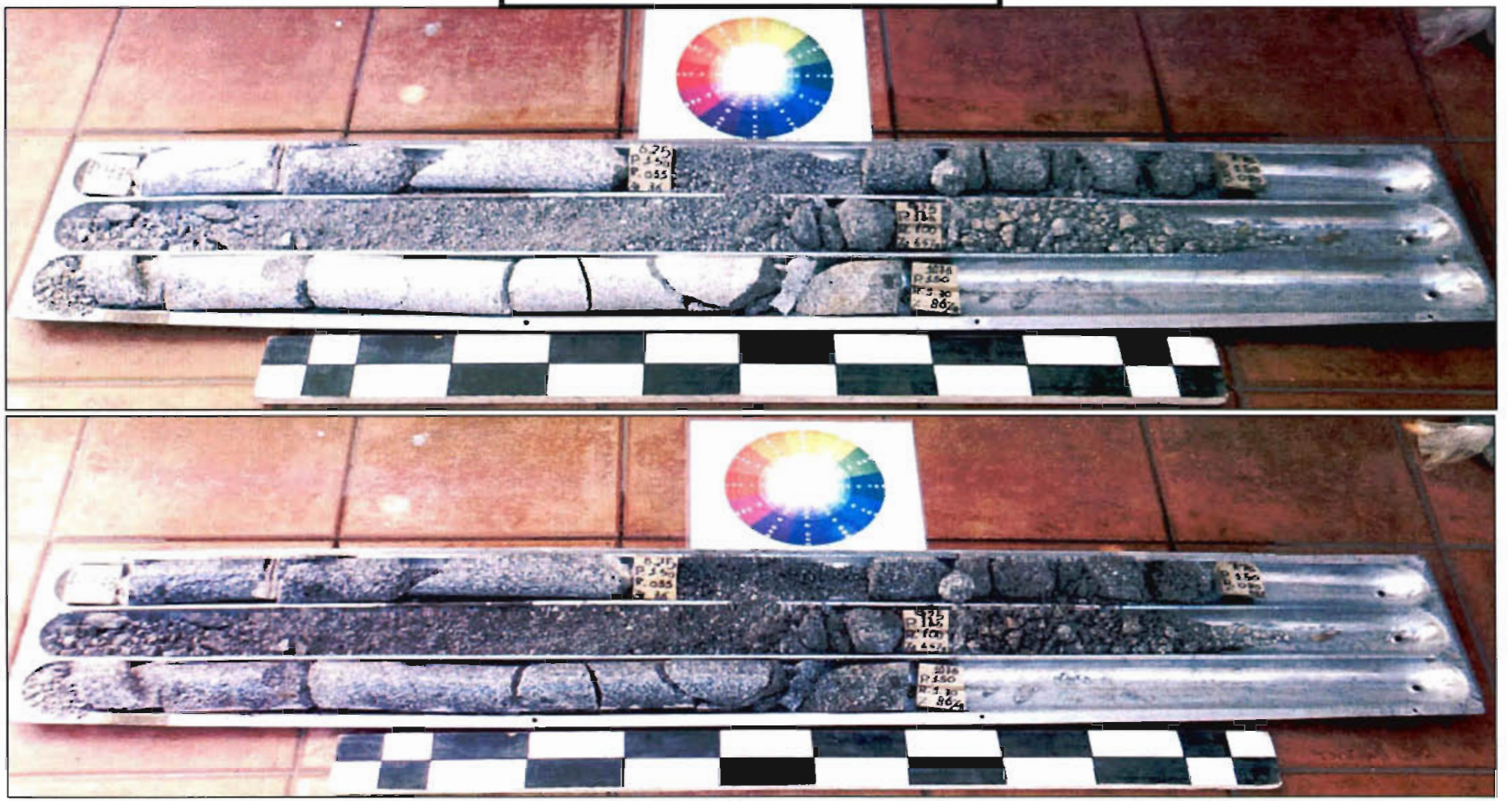


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA

SONDAJE SS-3

CAJA 3 DE 3

Desde 10.75 a 15.00 m

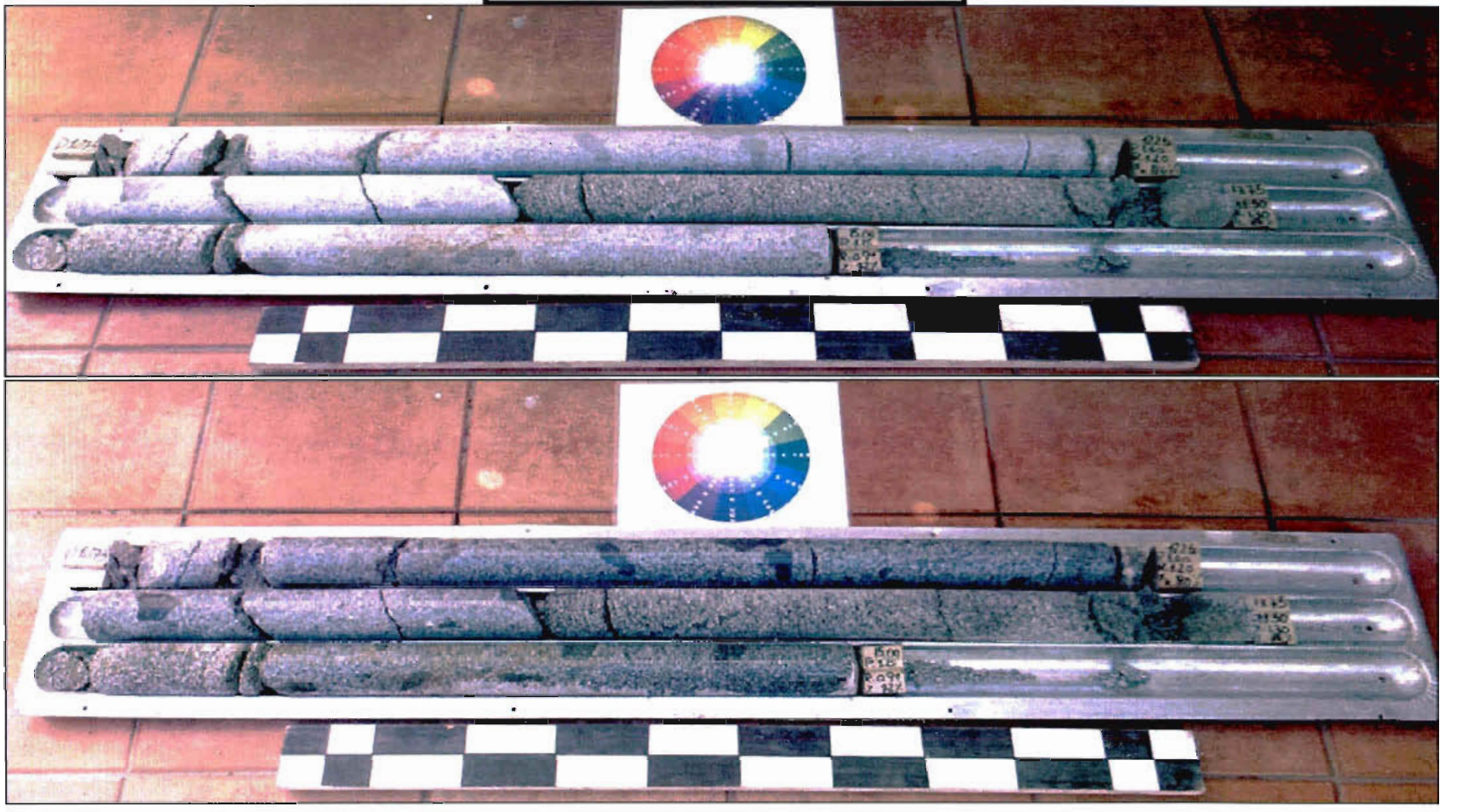


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

3.2.4 SONDAJE SS-4

PROYECTO	CANAL BUZETA	***TIPO DE SONDAJE***	DIAMANTINA
CLIENTE	ARCADIS CHILE	***DÍAMETRO DEL SONDAJE***	HQ (3" ½)
SECTOR	CANAL BUZETA, SALAMANCA	***PROF. DEL SONDAJE***	15.00 metros
FECHA	30/09/2014-01/10/2014	***LONG. REVESTIMIENTO***	-
COORDENADAS	ESTE 296.631, NORTE 6.480.515	***Nº DE SONDAJE***	**SS-4**
SUPERVISOR	J.C. Astudillo	***OPERADOR DE SONDAJE***	Rafael Ferrada

PROFUNDIDAD		**TRAMO PERF. (m)**	**RECUP.**	**RQD**	***DESCRIPCION LITOLOGICA***
TECHO [m]	***BASE [m]***				
0.00	0.70	0.70	100%	-	Arena de color pardo amarillento, maicillo. Sin cohesión.
0.70	1.20	0.50	0%	Muestra de retorno	Arena de color pardo de bajo contenido en finos, nula plasticidad y algo de cementación.
1.20	1.70	0.50	0%	Muestra de retorno	Roca plutónica tipo leucogranito o tonalita, fuertemente meteorizado con núcleo de roca más sana, de color pardo algo amarillento.
1.70	2.20	0.50	16%	Muestra de retorno	Bolones cuarcíticos de cantos angulosos, en matriz de maicillo.
2.20	2.70	0.50	0%	Muestra de retorno	Arena de color pardo de bajo contenido en finos, nula plasticidad.
2.70	3.20	0.50	60%	Muestra de retorno	Bolón cuarcítico en fragmentos color blanco a pardo, cantos subredondeados a angulosos, en matriz de maicillo.
3.20	4.70	1.50	16%	Muestra de retorno	
4.20	5.20	1.00	15%	Muestra de retorno	Bolón de composición granítica fuertemente meteorizado con núcleo de roca más sana, de color pardo algo amarillento.
5.20	6.20	1.00	5%	Muestra de retorno	
6.20	7.20	1.00	60%	-	Bolones rocosos tipo granítico de cantos angulosos, en matriz de maicillo. A partir de 6.90 podría considerarse aparición de roca plutónica de color blanquecino, aunque muy meteorizada.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

7.20	8.23	1.23	70%	-	Roca plutónica tipo tonalita, muy fracturada y meteorizada.
8.23	8.70	0.47	77%	-	Roca plutónica tipo tonalita, muy fracturada y meteorizada.
8.70	10.20	1.50	93%	73%	Roca plutónica tipo tonalita color gris claro, poco fracturada.
10.20	11.80	1.60	74%	50%	Roca plutónica tipo tonalita color gris claro, fracturada.
11.80	12.80	1.00	75%	30%	Roca plutónica tipo tonalita color gris claro, fracturada los primeros 0.60 m y después meteorizada hasta final tramo.
12.80	13.50	0.70	100%	93%	Roca plutónica tipo tonalita de color gris claro, sana, muy poco fracturada.
13.50	15.00	1.50	87%	100%	Roca plutónica tipo tonalita de color gris claro, sana, sin fracturar.

Registro Fotográfico

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA

SONDAJE SS-4

CAJA 1 DE 3

Desde 0.00 a 8.23 m

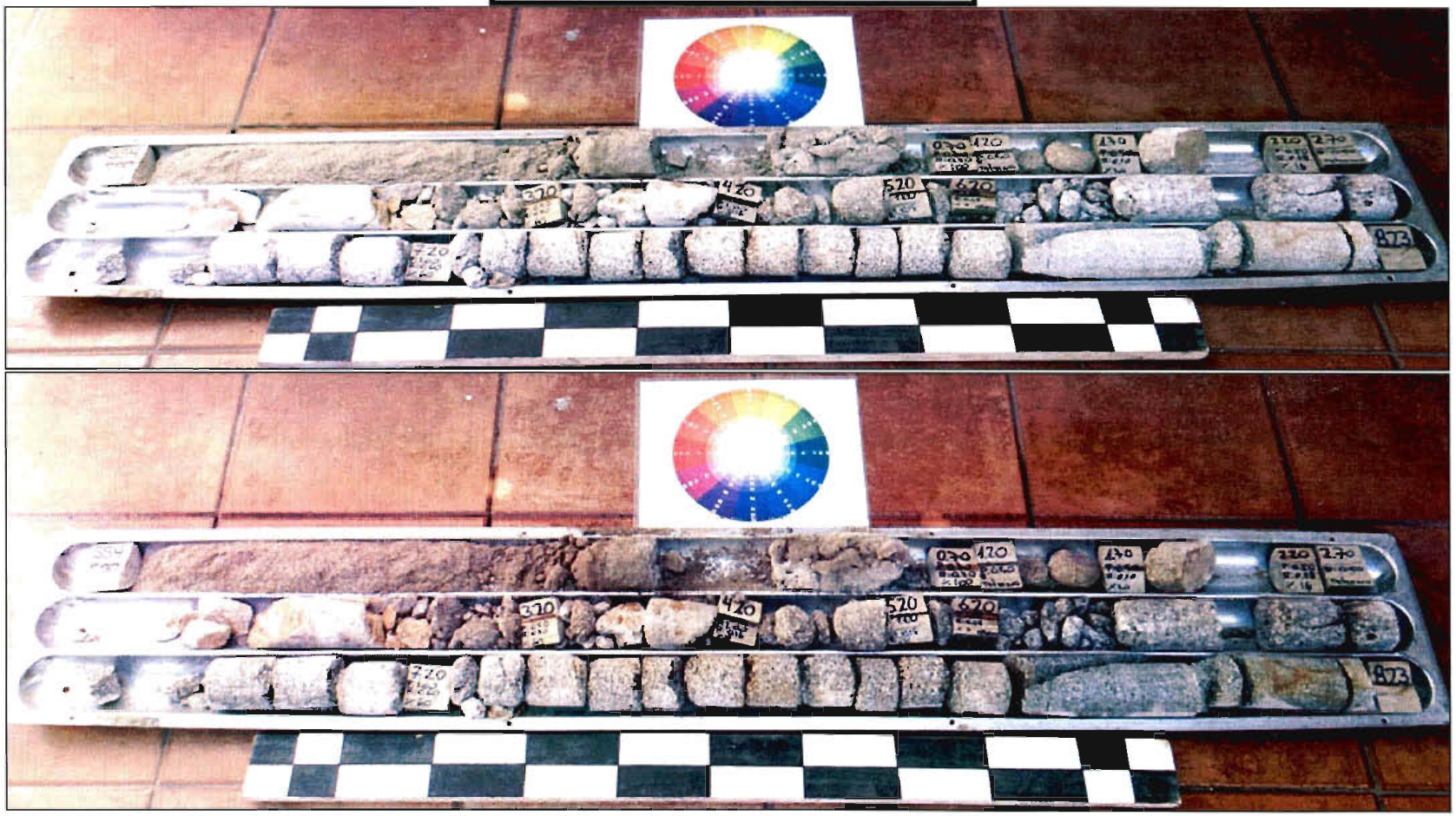


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA

SONDAJE SS-4

CAJA 2 DE 3

Desde 8.23 a 12.80 m

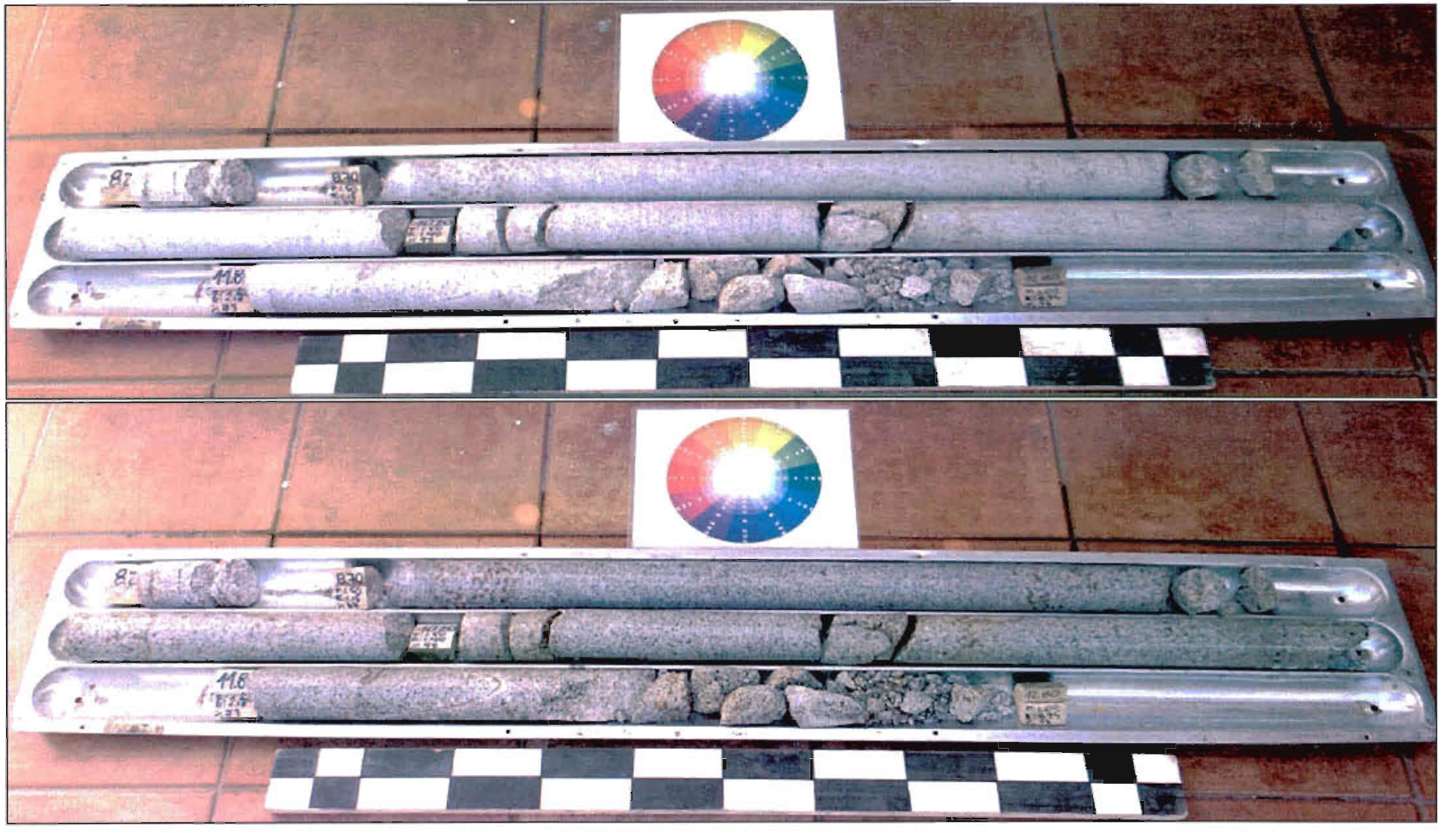


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA
SONDAJE SS-4
CAJA 3 DE 3
Desde 12.80 a 15.00 m

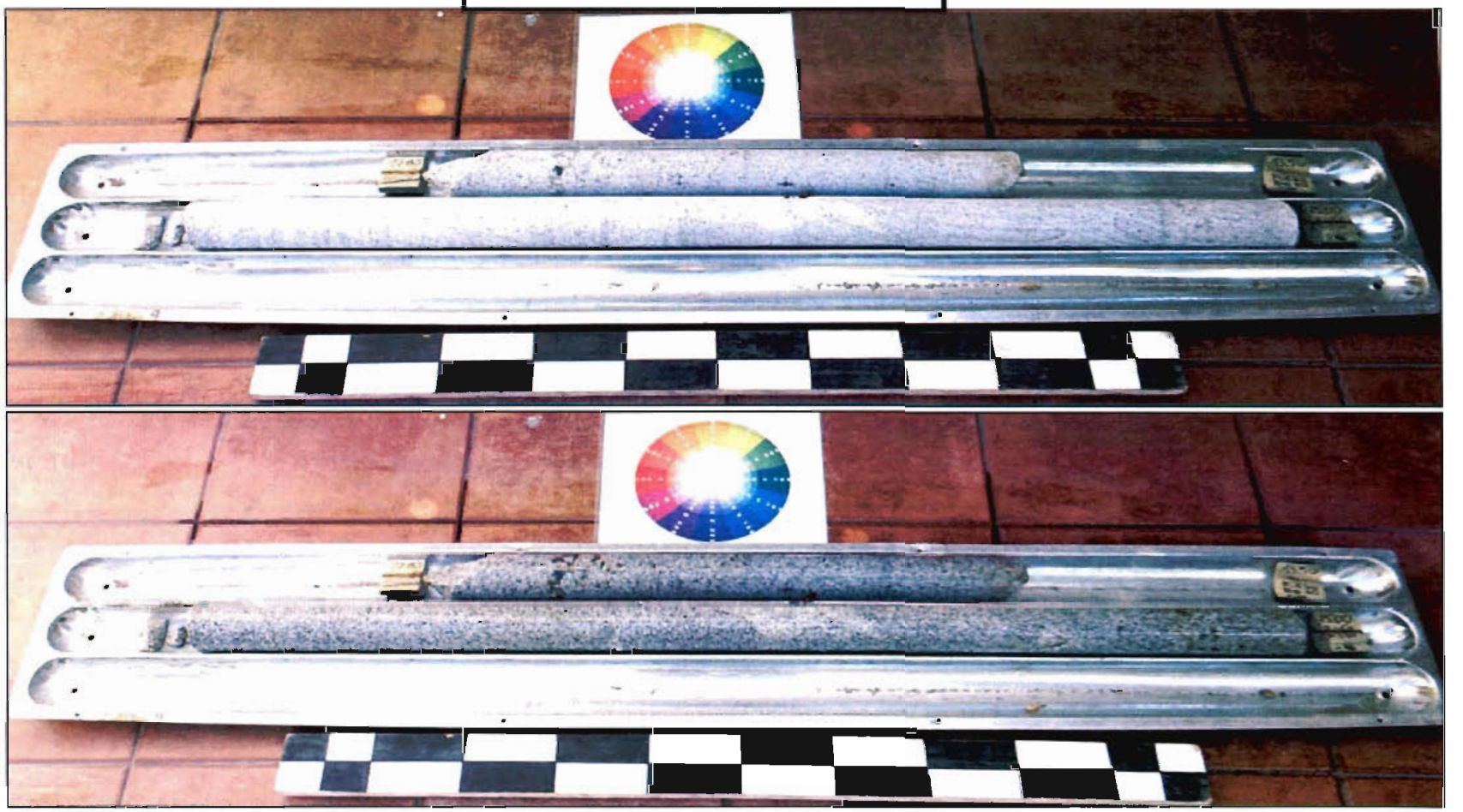


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

3.2.5 SONDJE SC-1

PROYECTO	CANAL BUZETA	***TIPO DE SONDAJE***	DIAMANTINA
CLIENTE	ARCADIS CHILE	***DÍAMETRO DEL SONDAJE***	HQ (3" ½)
SECTOR	CANAL BUZETA, SALAMANCA	***PROF. DEL SONDAJE***	15.00 metros
FECHA	06/10/2014-07/10/2014	***LONG. REVESTIMIENTO***	-
COORDENADAS	ESTE 291.058, NORTE 6.485.833	***Nº DE SONDAJE***	**SC-1**
SUPERVISOR	J.C. Astudillo	***OPERADOR DE SONDAJE***	Rafael Ferrada

PROFUNDIDAD		**TRAMO PERF (m)**	**RECUP.**	**RQD**	***DESCRIPCION LITOLOGICA***
TECHO [m]	***BASE [m]***				
0.00	0.50	0.50	0%	Muestra de retorno	Arena fina a media de color parto con mica diseminada. Sin cohesión aparente.
0.50	1.00	0.50	0%	Muestra de retorno	
1.00	1.50	0.50	0%	Muestra de retorno	
1.50	2.00	0.50	0%	Muestra de retorno	
2.00	2.50	0.50	0%	Muestra de retorno	
2.50	3.00	0.50	0%	Muestra de retorno	
3.00	3.50	0.50	0%	Muestra de retorno	
3.50	4.00	0.50	0%	Muestra de retorno	
4.00	4.50	0.50	0%	Muestra de retorno	
4.50	5.00	0.50	0%	Muestra de retorno	
5.00	5.50	0.50	0%	Muestra de retorno	
5.50	6.00	0.50	0%	Muestra de retorno	
6.00	6.50	0.50	0%	Muestra de retorno	
6.50	7.00	0.50	0%	Muestra de retorno	

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

7.00	7.50	0.50	0%	Muestra de retorno	
7.50	8.00	0.50	0%	Muestra de retorno	
8.00	8.50	0.50	0%	Muestra de retorno	
8.50	9.00	0.50	0%	Muestra de retorno	
9.00	9.30	0.30	0%	Muestra de retorno	
9.30	9.80	0.50	0%	Muestra de retorno	Arena fina a media de color parto con mica diseminada. Sin cohesión aparente.
9.80	10.30	0.50	0%	Muestra de retorno	
10.30	10.80	0.50	0%	Muestra de retorno	
10.80	11.30	0.50	0%	Muestra de retorno	
11.30	11.80	0.50	0%	Muestra de retorno	
11.80	12.30	0.50	0%	Muestra de retorno	
12.30	12.80	0.50	0%	Muestra de retorno	
12.80	13.30	0.50	0%	Muestra de retorno	
13.30	13.80	0.50	0%	Muestra de retorno	
13.80	14.20	0.40	0%	Muestra de retorno	
14.20	14.60	0.40	0%	Muestra de retorno	
14.60	15.00	0.40	0%	Muestra de retorno	

Registro Fotográfico

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA

SONDAJE SC-01

CAJA 1 DE 2

Desde 0.00 a 7.80 m

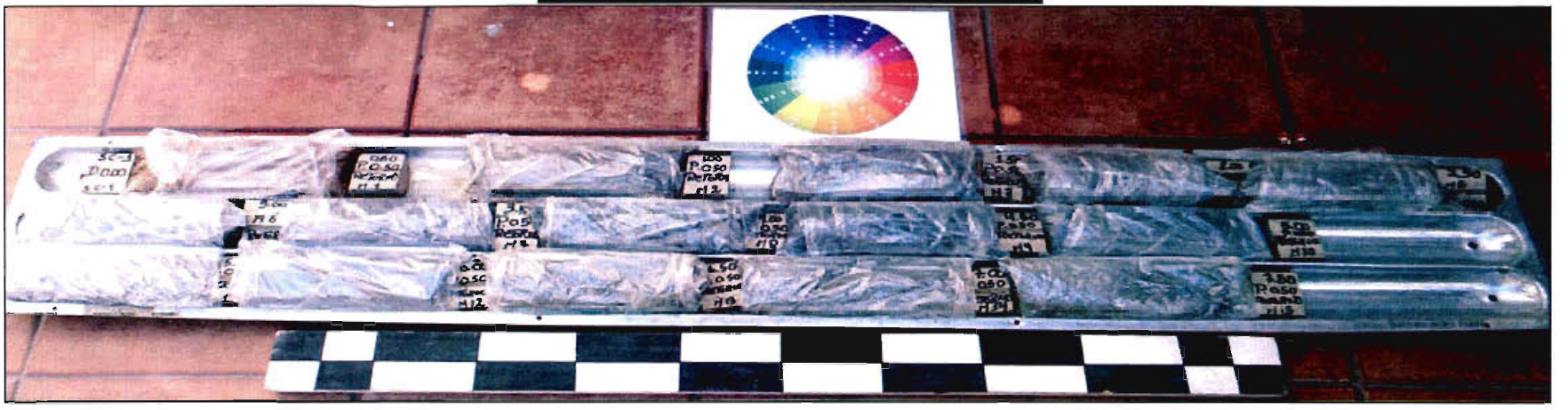


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA

SONDAJE SC-01

CAJA 2 DE 2

Desde 7.80 a 15.00 m

Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

3.2.6 SONDAJE SB-1

PROYECTO	CANAL BUZETA	***TIPO DE SONDAJE***	DIAMANTINA
CLIENTE	ARCADIS CHILE	***DÍAMETRO DEL SONDAJE***	HQ (3" ½)
SECTOR	CANAL BUZETA, SALAMANCA	***PROF. DEL SONDAJE***	25.00 metros
FECHA	08/10/2014-14/10/2014	***LONG. REVESTIMIENTO***	-
COORDENADAS	ESTE 308.196, NORTE 6.479.196	***Nº DE SONDAJE***	**SB-1**
SUPERVISOR	J.C. Astudillo	***OPERADOR DE SONDAJE***	Rafael Ferrada

PROFUNDIDAD		**TRAMO PERF. (m)**	**RECUP.**	**RQD**	***DESCRIPCION LITOLOGICA***
TECHO [m]	***BASE [m]***				
0.00	1.50	1.50	33%	-	Gravas y bolones de cantos angulares. Tamaño máximo de partícula gravosa 3" y 4" de bolones, en matriz de arena fina a media de color pardo.
1.50	3.00	1.50	40%	-	
3.00	4.00	1.00	75%	0%	Gravas y bolones de cantos angulares de composición granítica. Tamaño máximo de partícula gravosa 3" y 6" de bolones, en matriz de arena fina a media de color pardo. Limonita las fracturas de los fragmentos de bolones.
4.00	5.00	1.00	100%	0%	
5.00	5.70	1.70	100%	0%	
5.70	6.80	1.10	100%	14%	Roca plutónica tipo granodiorita de color gris rosada muy fracturada. Limonita en sus fracturas.
6.80	7.90	1.10	95%	48%	
7.90	8.70	0.80	100%	0%	Roca plutónica tipo granodiorita de color gris rosada muy fracturada. Limonita en sus fracturas.
8.70	9.00	1.30	100%	50%	
9.00	10.00	1.00	100%	0%	Roca tipo plutónica tipo granodiorita, color gris rosada, muy fracturada y triturada.
10.00	11.00	1.00	100%	0%	Roca tipo plutónica tipo granodiorita, color gris rosada, muy fracturada y triturada.
11.00	12.00	1.00	100%	22%	Roca tipo plutónica tipo granodiorita, color gris, muy fracturada.
12.00	13.00	1.00	100%	16%	Roca tipo plutónica tipo granodiorita, color rosada, muy fracturada.
13.00	14.00	1.00	100%	31%	

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

14.00	15.00	1.00	100%	0%	Roca tipo plutónica tipo granodiorita, color rosado, muy fracturada.
15.00	16.00	1.00	100%	0%	Roca tipo plutónica tipo granodiorita, color gris rosada, muy fracturada y triturada.
16.00	17.00	1.00	100%	13%	Roca tipo plutónica tipo granodiorita, color gris rosada, muy fracturada y triturada.
17.00	18.00	1.00	100%	0%	Roca tipo plutónica tipo granodiorita, color gris rosada, muy fracturada y triturada.
18.00	19.00	1.00	100%	0%	Roca tipo plutónica tipo granodiorita, color gris rosada, muy fracturada y triturada.
19.00	20.00	1.00	100%	0%	Roca tipo plutónica tipo granodiorita, color gris rosada, muy fracturada y triturada.
20.00	21.00	1.00	100%	11%	Roca tipo plutónica tipo granodiorita, color gris rosada, muy fracturada y triturada.
21.00	22.00	1.00	100%	10%	Roca tipo plutónica tipo granodiorita, color gris rosada, muy fracturada y triturada.
22.00	23.00	1.00	100%	0%	Roca tipo plutónica tipo granodiorita, color rosado, muy fracturada.
23.00	24.00	1.00	100%	0%	Roca tipo plutónica tipo granodiorita, color rosado, muy fracturada
24.00	25.00	1.00	100%	0%	Roca tipo plutónica tipo granodiorita, color rosado, muy fracturada.

Registro Fotográfico

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA
SONDAJE SB-01
CAJA 1 DE 3
Desde 0.00 a 5.70 m

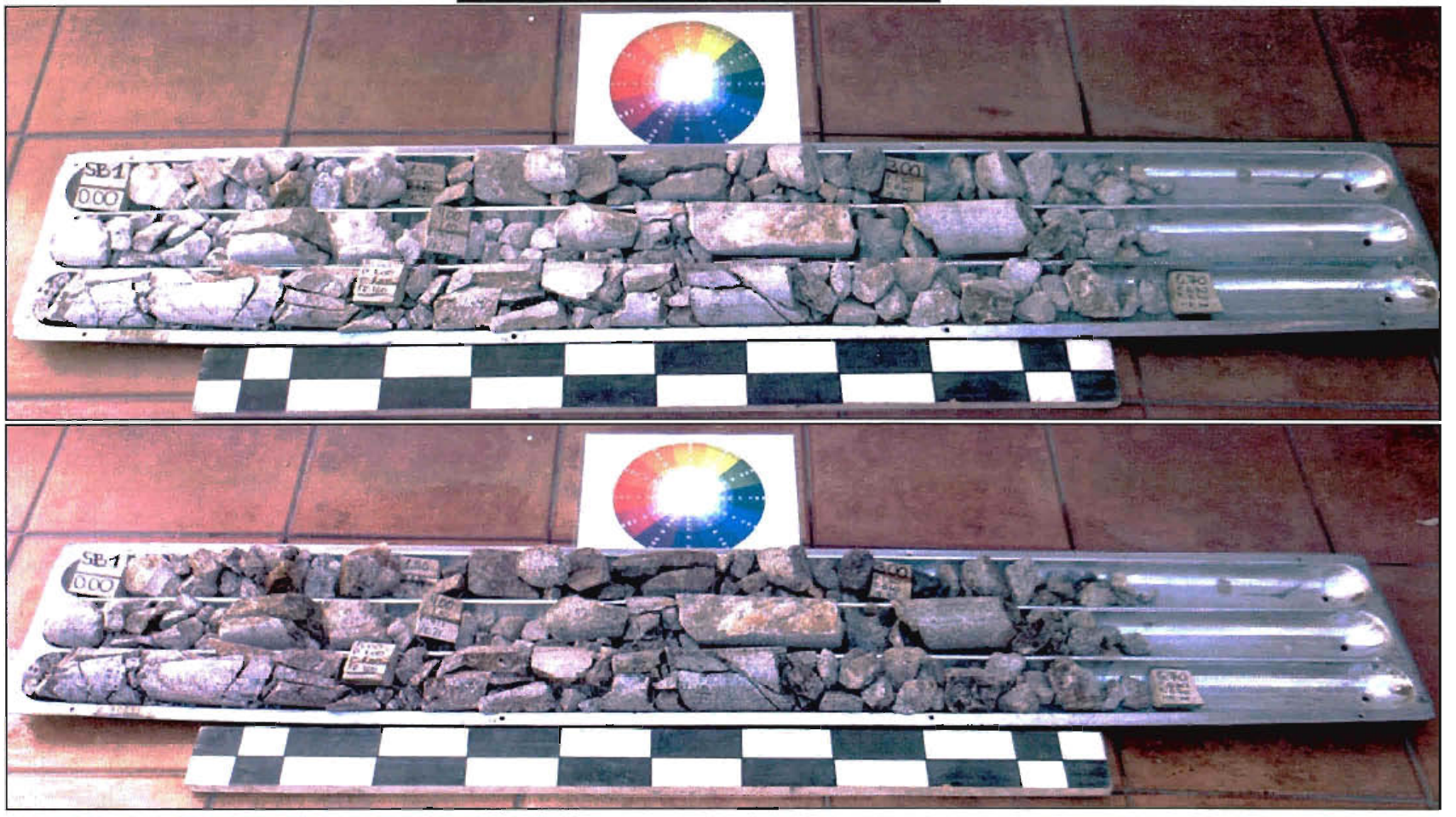


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA

SONDAJE SB-01

CAJA 1 DE 6

Desde 5.70 a 9.00 m

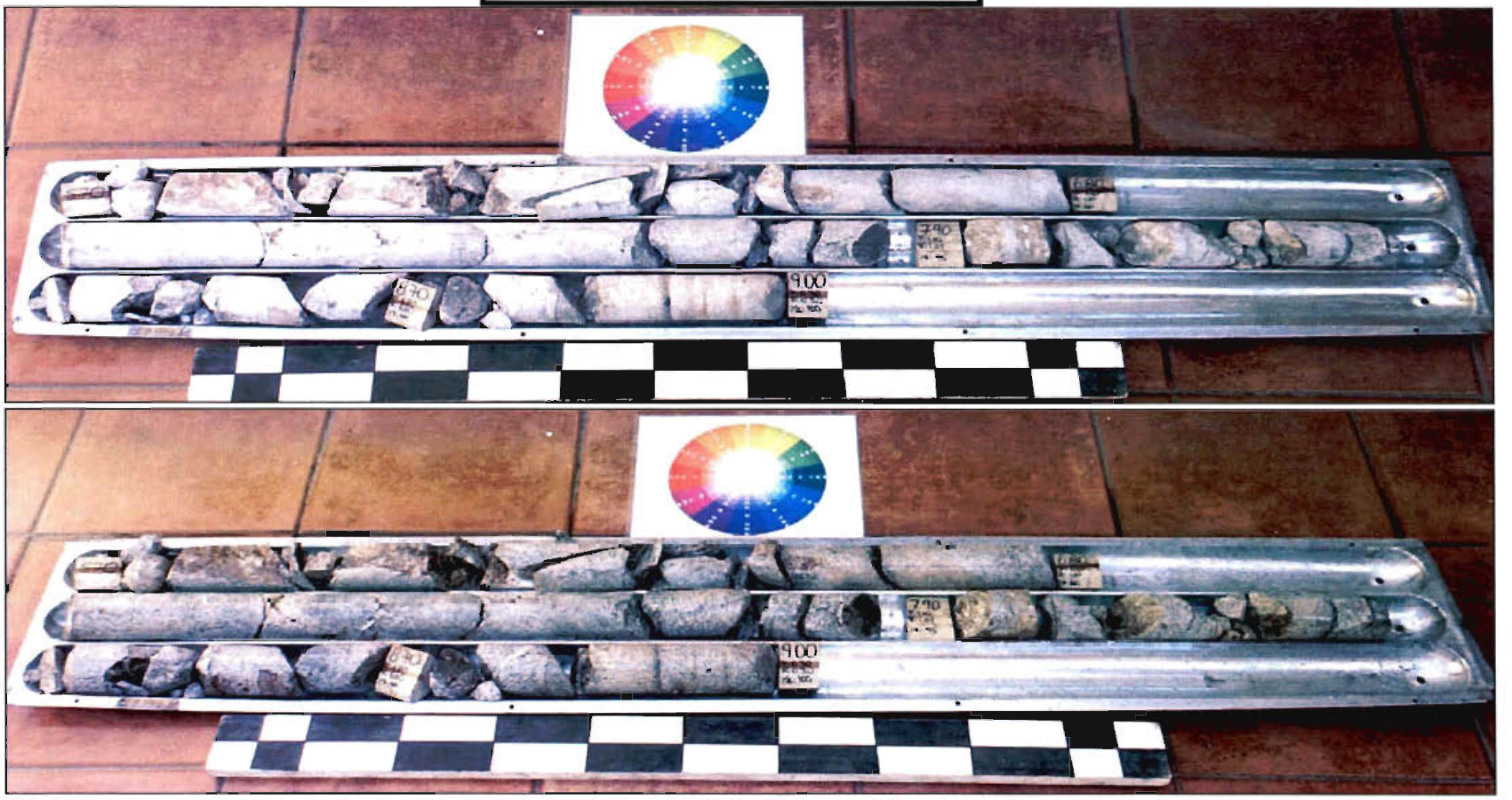


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA
SONDAJE SB-01
CAJA 2 DE 6
Desde 9.00 a 12.90 m

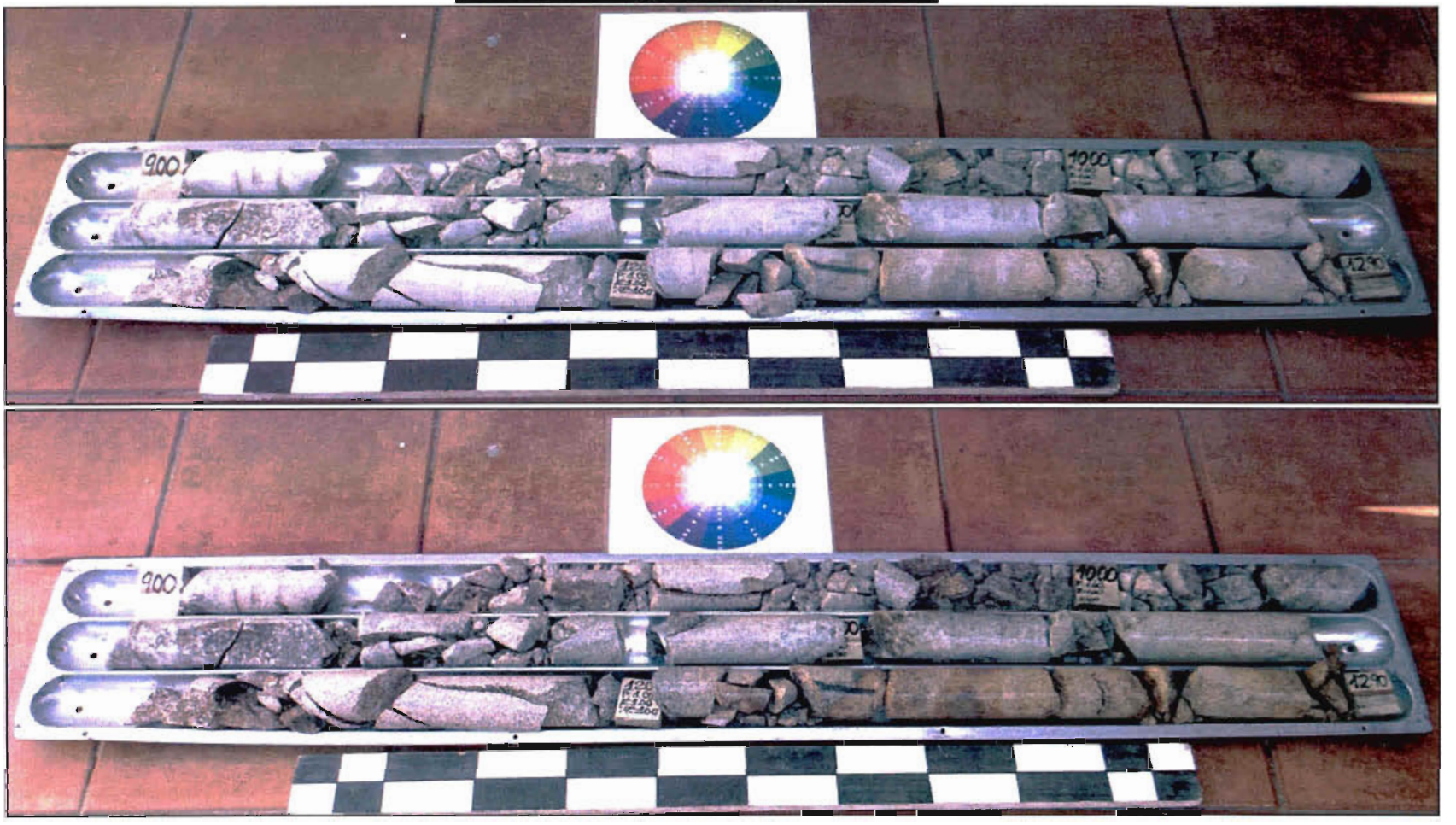


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA

SONDAJE SB-01

CAJA 3 DE 6

Desde 12.90 a 16.70 m

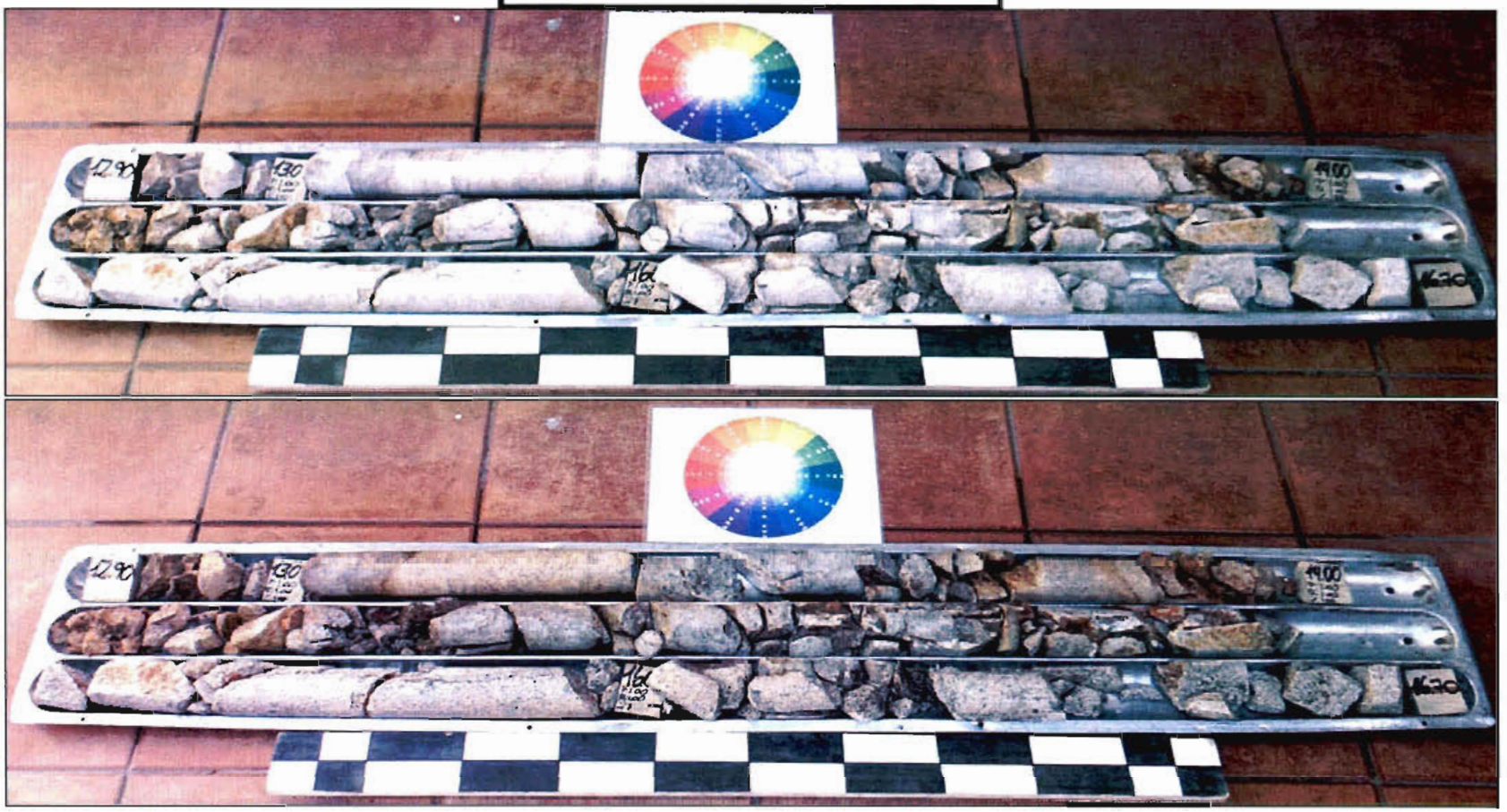


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA
SONDAJE SB-01
CAJA 4 DE 6
Desde 16.70 a 20.60 m

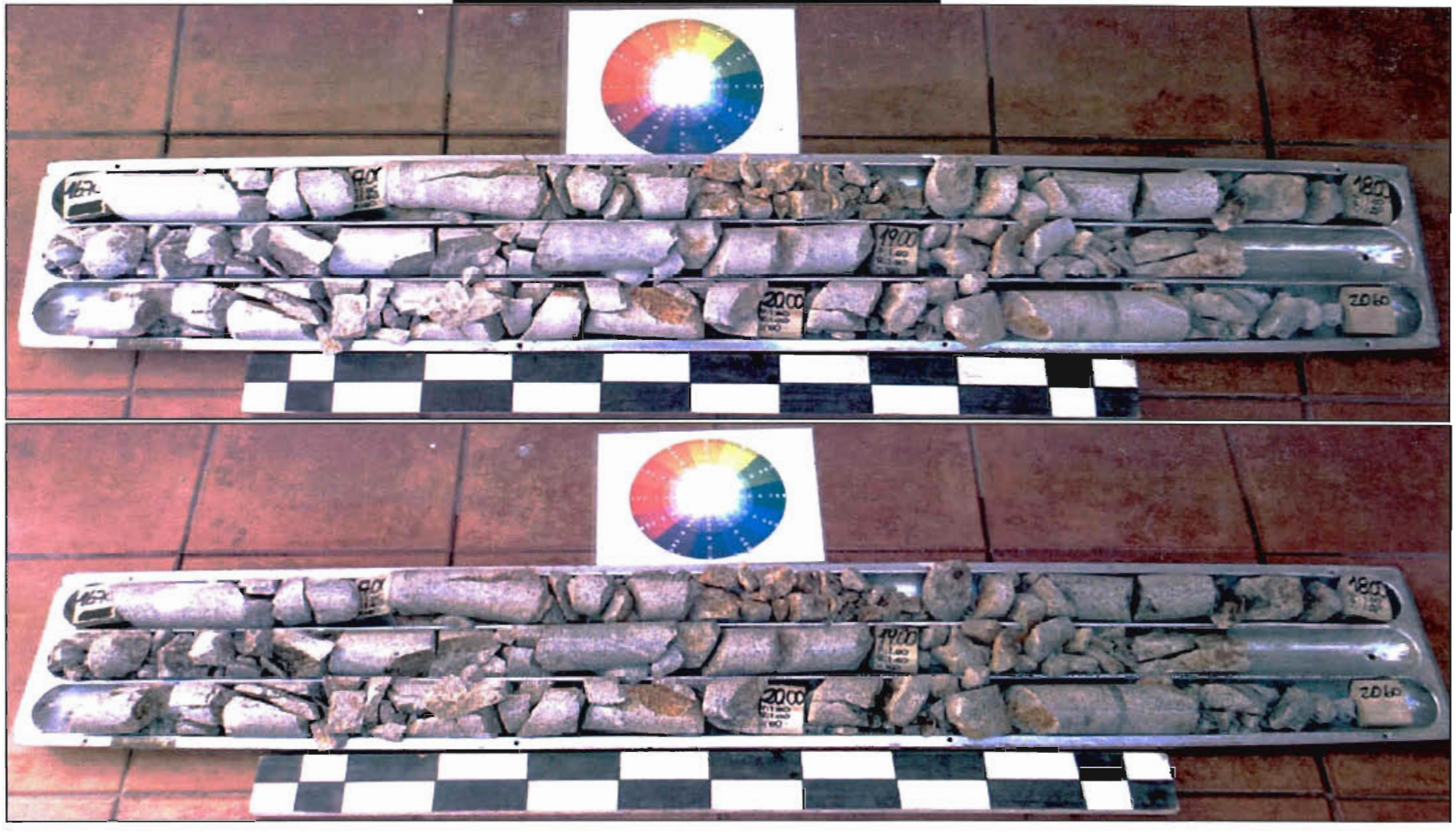


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA
SONDAJE SB-01
CAJA 5 DE 6
Desde 20.60 a 24.00 m

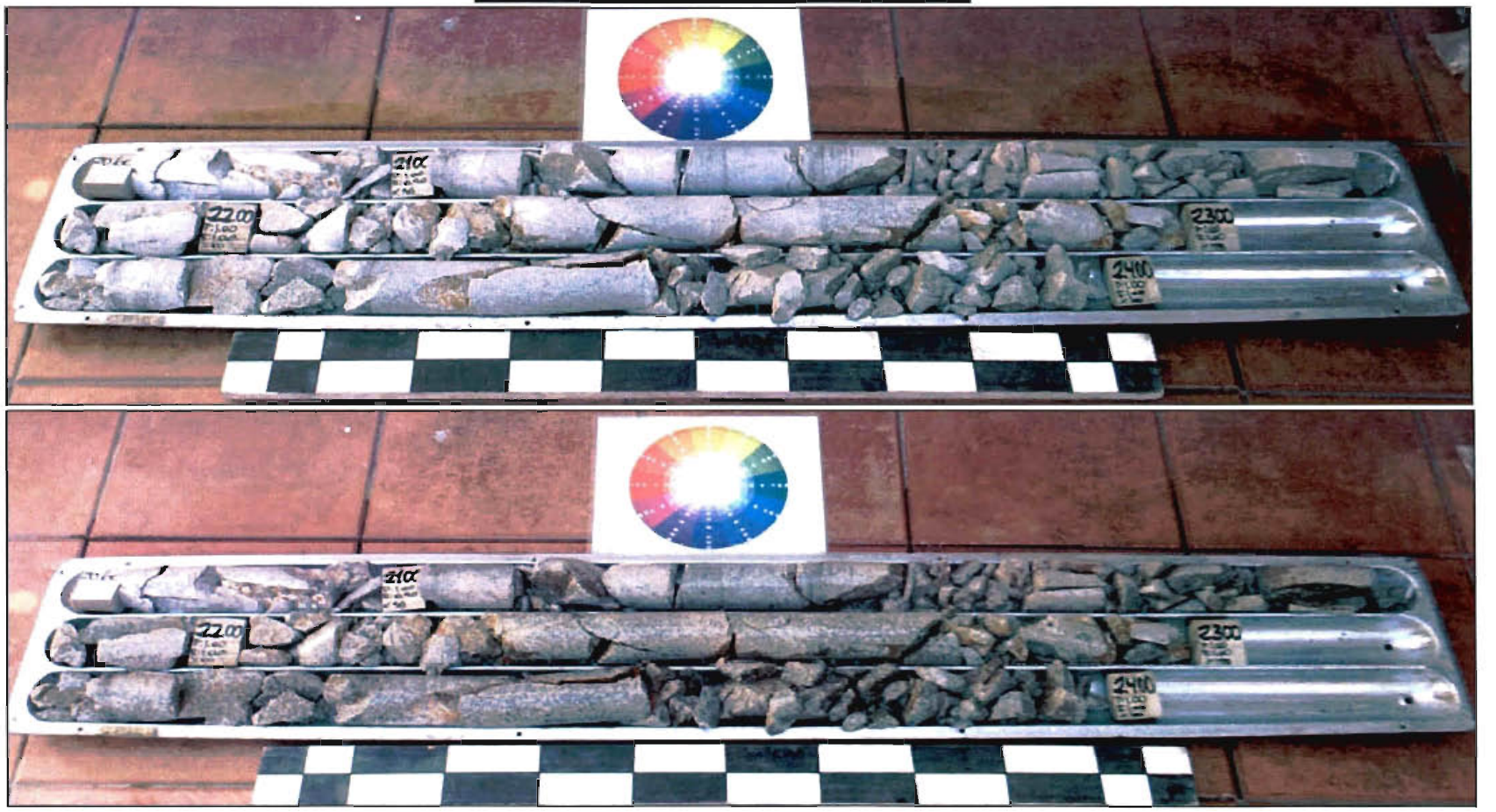


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

PROYECTO CANAL BUZETA

SONDAJE SB-01

CAJA 6 DE 6

Desde 24.00 a 25.00 m

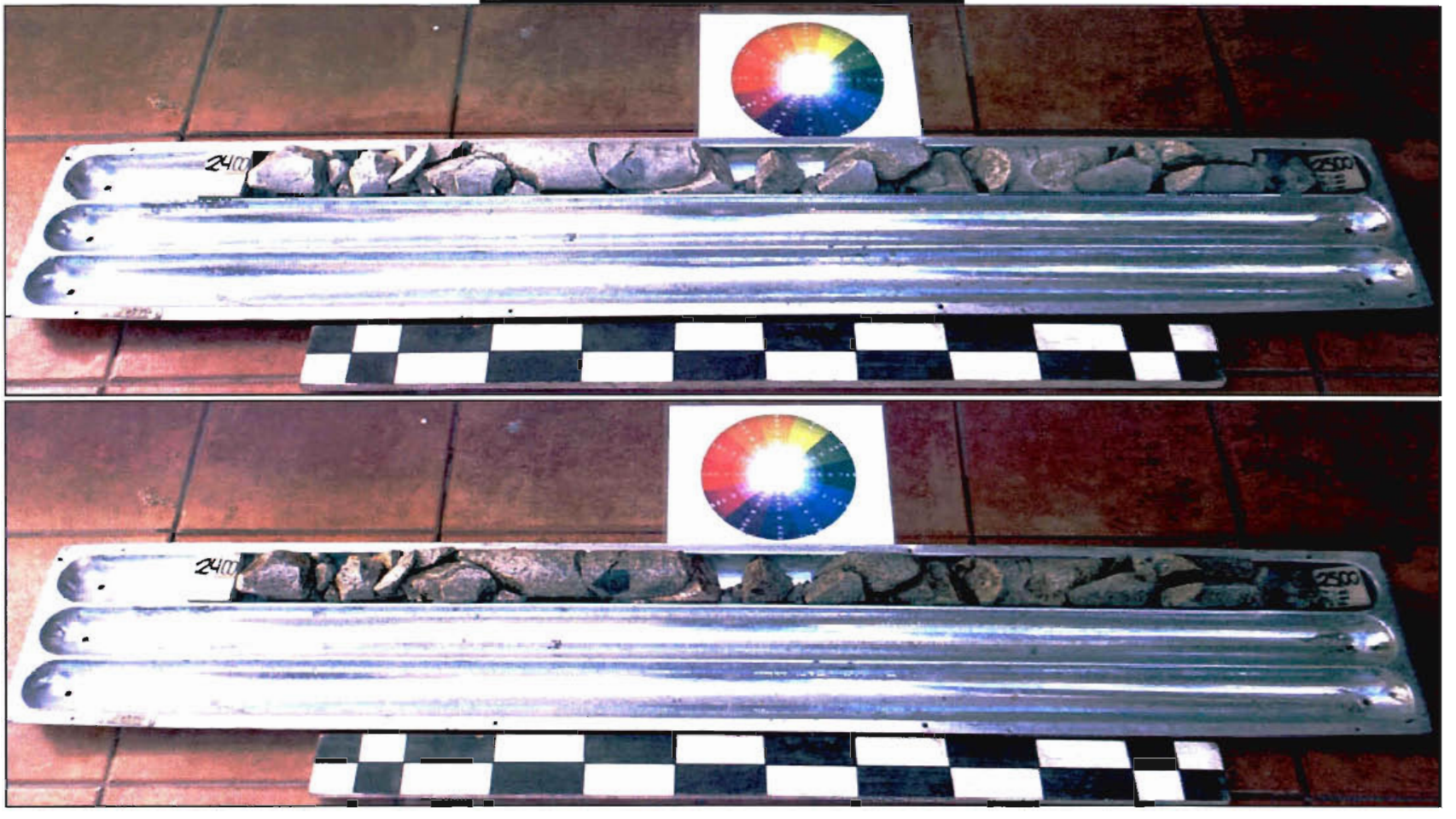


Foto superior, testigos secos. Foto inferior, testigos humedecidos.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

3.3 RESULTADOS DE LABORATORIO

Las muestras tipo granular (suelo) obtenidas en los diferentes sondajes, fueron enviadas al laboratorio Andina S.A para determinar sus características granulométricas.

Sondaje	Nº de muestra	Profundidad en metros
SS-1	1	3.20-3.50
	2	5.50-6.00
SS-2	1	0.50-0.70
	2	2.70-3.20
SS-3	1	1.00-1.30
	2	6.25-6.50
SS-4	1	0.50-0.70

La siguiente tabla resume los resultados obtenidos, los datos originales se entregan al final del informe en el anexo 1.

- Sondaje SS-1, muestra 1:

% W Natural	3,9	Limite Liquido WL	19	Clasificación U.S.C.S.	SM
Peso Espec.	2,696	Limite Plástico WP	0	Clasificación AASHTO	A - 1 - b
		Índice de Plasticidad IP	NP	Índice de Grupo	-

- Sondaje SS-1, muestra 2:

% W Natural	12,6	Limite Liquido WL	23	Clasificación U.S.C.S.	SC - SM
Peso Espec.	2,691	Limite Plástico WP	19	Clasificación AASHTO	A - 4
		Índice de Plasticidad IP	4	Índice de Grupo	0

- Sondaje SS-2, muestra 1:

% W Natural	2,8	Limite Liquido WL	39	Clasificación U.S.C.S.	SM
Peso Espec.	2,699	Limite Plástico WP	28	Clasificación AASHTO	A - 2 - 6
		Índice de Plasticidad IP	11	Índice de Grupo	0

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

- Sondaje SS-2, muestra 2:

% W Natural	3,1	Limite Liquido WL	18	Clasificación U.S.C.S.	SM
Peso Espec.	2,702	Limite Plástico WP	0	Clasificación AASHTO	A - 2 - 4
		Índice de Plasticidad IP	NP	Índice de Grupo	-

- Sondaje SS-3, muestra 1:

% W Natural	2,2	Limite Liquido WL	24	Clasificación U.S.C.S.	SM
Peso Espec.	2,699	Limite Plástico WP	21	Clasificación AASHTO	A - 2 - 4
		Índice de Plasticidad IP	3	Índice de Grupo	0

- Sondaje SS-3, muestra 2:

% W Natural	2,8	Limite Liquido WL	19	Clasificación U.S.C.S.	SM
Peso Espec.	2,698	Limite Plástico WP	0	Clasificación AASHTO	A - 1 - b
		Índice de Plasticidad IP	NP	Índice de Grupo	-

- Sondaje SS-4, muestra 1:

% W Natural	3,3	Limite Liquido WL	19	Clasificación U.S.C.S.	SM
Peso Espec.	2,698	Limite Plástico WP	0	Clasificación AASHTO	A - 1 - b
		Índice de Plasticidad IP	NP	Índice de Grupo	-

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

4.0 REFRACCION SISMICA

4.1 METODOLOGÍA

En la investigación del subsuelo correspondiente al desarrollo del presente proyecto, se usó el método de Refracción Sísmica, el cual se resume a continuación.

Método de Refracción Sísmica

En toda investigación del subsuelo, en que se proyecta la construcción de obras civiles, tales como muelles, túneles, tranques, represas, etc., se hace cada vez más corriente el uso de métodos geofísicos para complementar y programar estudios que definen los sectores con mejores condiciones geomecánicas para su emplazamiento.

El método geofísico aplicado con mayor frecuencia es el de Refracción Sísmica. Este método permite diferenciar los estratos del subsuelo de acuerdo a las velocidades de propagación de ondas elásticas de compresión dentro de ellos. Así mismo, permite calcular la profundidad a las diversas interfaces y el buzamiento de horizontes refractores.

Ondas Sísmicas

La técnica consiste en generar ondas elásticas mediante explosiones o golpes en la superficie y medir el tiempo que demora la energía en propagarse desde la fuente u origen a cada uno de una serie de detectores o geófonos ubicados en los extremos de una línea. Conocido el arreglo geométrico fuente-detectores y el tiempo de viaje de las ondas compresionales, es posible construir los Diagramas "Camino-Tiempo", que constituyen la base de la interpretación posterior.

A partir de las curvas "Camino-Tiempo", se elige el modelo que mejor se ajusta al conjunto de datos de terreno y se afina la interpretación, considerando las condiciones topográficas y geológicas de superficie.

Se obtiene así una interpretación en forma de corte o perfil a lo largo de la línea investigada, en la que se muestran las capas del subsuelo y sus espesores. Además, se sugiere una correlación probable con estratos geológicos.

Sin embargo, es importante destacar que el método de refracción sísmica en si mismo sólo diferencia capas de acuerdo a las velocidades de propagación de ondas elásticas en ellas.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

La correlación geológica se establece posteriormente, en lo posible, con información adicional, tal como sondajes y reconocimiento geológico superficial.
Las informaciones de profundidad que da el método, deben entenderse como distancias a las interfaces determinadas y no son por lo tanto, necesariamente verticales.

Hipótesis del Método Sísmico

Para el éxito de una prospección sísmica es necesario además que las características del subsuelo sean lo más aproximadas a las siguientes hipótesis que emplea el método:

- El subsuelo está dividido en capas relativamente planas de cualquier inclinación.
- La velocidad de propagación de ondas elásticas es casi constante dentro de cada capa.

- Las capas sucesivamente más profundas presentan velocidades sísmicas sucesivamente mayores.
- Las capas son de un espesor suficiente para poder apreciar las ondas refractadas en ellas.

Los resultados de un estudio de refracción sísmica serán tanto más confiables, cuanto mejor se cumplan las hipótesis postuladas. En general, según se describe en la literatura especializada y corroborado por la amplia experiencia desarrollada por nuestra empresa, es posible establecer que la precisión del método varía normalmente entre un 80 y un 90%.
La teoría del método y los diversos procedimientos de interpretación se encuentran suficientemente difundidos en las publicaciones especializadas por lo que no se entra en el detalle de esta materia.

4.2 INSTRUMENTAL

Se usaron los siguientes instrumentos y equipamiento de apoyo logístico:

- 1 Sismógrafo Digital de 24 canales GEODE-GEOMETRICS, USA.
- 1 Computadores DELL para el procesamiento y control de calidad
- 1 cable sísmico con 24geófonos incorporados
- Cables sísmicos (2)
- Blaster (1)
- GPS resolución de 1m.
- Polvorín portátil inscrito legalmente.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

- Explosivos Tronex Plus y Fulminantes eléctricos instantáneos.
- 2 Camioneta 4 x 4
-

Personal de DPI LTDA

- 1 Ingeniero Geofísico
- 1 Operador Geofísico
- 1 Ingeniero Prevencionista
- 1 Operador con licencia manipulador de explosivos
- 2 Ayudantes

4.3 TRABAJOS DE TERRENO

Los trabajos se iniciaron el 25 de Septiembre con el traslado de nuestro personal al lugar.

ACTIVIDADES REFRACCION SISMICA EN PROYECTO MEJORAMIENTO CANAL BUZETA, COMUNA DE ILLAPEL, IV REGION.		
Fecha	Actividades Realizada	Observación
Jueves, 25 septiembre 2014	Solicitud de trabajos a Autoridad Fiscalizadora de Illapel.	Viaje desde Santiago a Illapel.
Lunes,29 septiembre 2014	Autoridad Fiscalizadora entrega autorización de trabajos para el sector Canal Buzeta.	Se retira en AF de Illapel
Lunes, 13 octubre 2014	Se trasladan personal y equipos.	Viaje a Illapel desde Santiago.
Martes, 14 octubre 2014	Por la mañana se realiza reconocimiento de perfiles con persona de Arcadis. Por la tarde se realiza perfil sísmico SS-2, se realizan 6 disparos.	Traslado desde Illapel a faena, sin novedades.
Miércoles15 octubre 2014	Se realizan perfiles PS-3, SS-1 y SC-1,	Traslado desde

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

	se realizaron 10 disparos.	Illapel a faena, sin novedades.
Jueves, 16 octubre 2014	Se realiza perfil SS-4, en donde se realizaron 8 disparos.	Traslado desde Illapel a faena, sin novedades.
Viernes, 17 octubre 2014	Se realizan perfiles SB-1 y SS-3, en donde se realizan 6 disparos, colocando fin a los trabajos en terreno. Se cierra autorización entregada por Carabineros de Illapel (AF), dando por finalizado los trabajos en el proyecto Canal Buzeta.	Se retira personal y equipos desde Illapel con dirección a oficinas en Santiago.

La ubicación de los perfiles corresponde a lo planificado por el consultor. Para su ejecución todos los perfiles fueron materializados en la superficie a través de estacas de maderas, controladas con GPS de alta resolución.

Las micro cargas explosivas también fueron controladas con GPS, con precisión menor de 1m lo que no influye en la interpretación sísmica.

Las características de los perfiles y el detalle de las coordenadas en extremos del perfil y geófonos se entregan en las siguientes Tablas.

CARACTERISTICAS PERFILES SISMICOS.

N° PERFIL	DISPAROS REALIZADOS	METROS REALIZADOS	SECTOR
SB-1	4	220	EL BATO
SS-2	6	319	SOCAVON
PS-3	4	319	SOCAVON
SS-1	4	319	SOCAVON
SS-3	2	226	SOCAVON

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

SS-4	8	539	SOCAVON
SB-1	4	220	EL BATO
TOTAL REALIZADO	30	2.163m	

CUADRO COORDENADAS PERFILES SISMICOS (WGS84)

PERFIL SB-1		
EXTREMOS	ESTE	NORTE
NW	308.094	6.479.267
SE	308.240	6.479.127
PERFIL SS-2		
EXTREMOS	ESTE	NORTE
E	297.754	6.483.485
W	297.428	6.483.472
PERFIL PS-3		
EXTREMOS	ESTE	NORTE
E	296.195	6.483.440
W	295.874	6.483.461
PERFIL SS-1		
EXTREMOS	ESTE	NORTE
NE	295.007	6.483.240
SW	294.705	6.483.141
PERFIL SS-3		
EXTREMOS	ESTE	NORTE
NE	295.033	6.481.346
SW	294.823	6.481.300
PERFIL SS-4		
EXTREMOS	ESTE	NORTE
NW	296.121	6.480.657
SE	296.623	6.480.530
PERFIL SC-1		
EXTREMOS	ESTE	NORTE
N	291.051	6.485.898
S	291.075	6.485.684

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

4.4 ANTECEDENTES FOTOGRÁFICOS

A continuación se entregan antecedentes de los trabajos en terreno.

Foto 1. Muestra línea sísmica realizada en extremo S de perfil SC-1.

Foto 2. Muestra equipos sismógrafo ubicado en perfil SS-1y utilizado en proyecto.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Foto 3. Muestra línea sísmica instalada en perfil SS-3, entre paltos del sector.

Foto 4. Muestra línea sísmica en dirección W de perfil PS-3.

DPI LTDA dpi@dpiltdel FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Foto 5. Muestra disparo realizado en extremo SE de perfil SS-4.

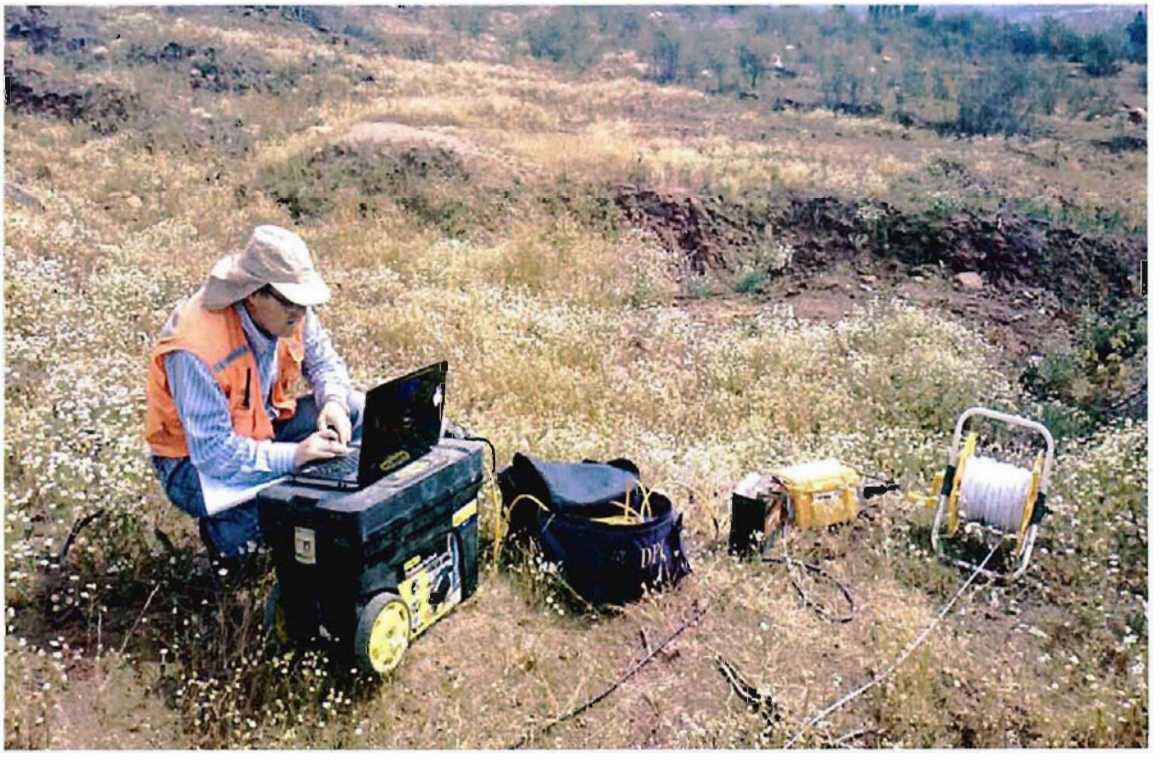


Foto 6. Muestra lectura de datos obtenidos en perfil SS-2, luego de detonación.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Foto 7. Muestra detonación realizada en extremo E de perfil SS-2.

Foto 8. Muestra línea sísmica realiza a un costado de Canal Buzeta en perfil SB-1.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

5.0 RESULTADOS REFRACCION SISMICA

Estos se muestran en las Figuras 2, a partir de planos de planta a las escalas 1:2.000 y 1:10.000 y en secciones verticales en las Figuras 3.1 a 3.7, con sus respectivas curvas camino-tiempo, a la escala 1:1.000. Todas estas figuras se incluyen con su escala correcta en el Anexo final de este informe.

En estas figuras se indican la ubicación del perfil y las unidades geosísmicas, interpretadas "punto a punto" definiendo su respectiva correlación. También se muestran las respectivas curvas camino-tiempo correspondientes a las propagaciones de las ondas sísmicas compresionales.

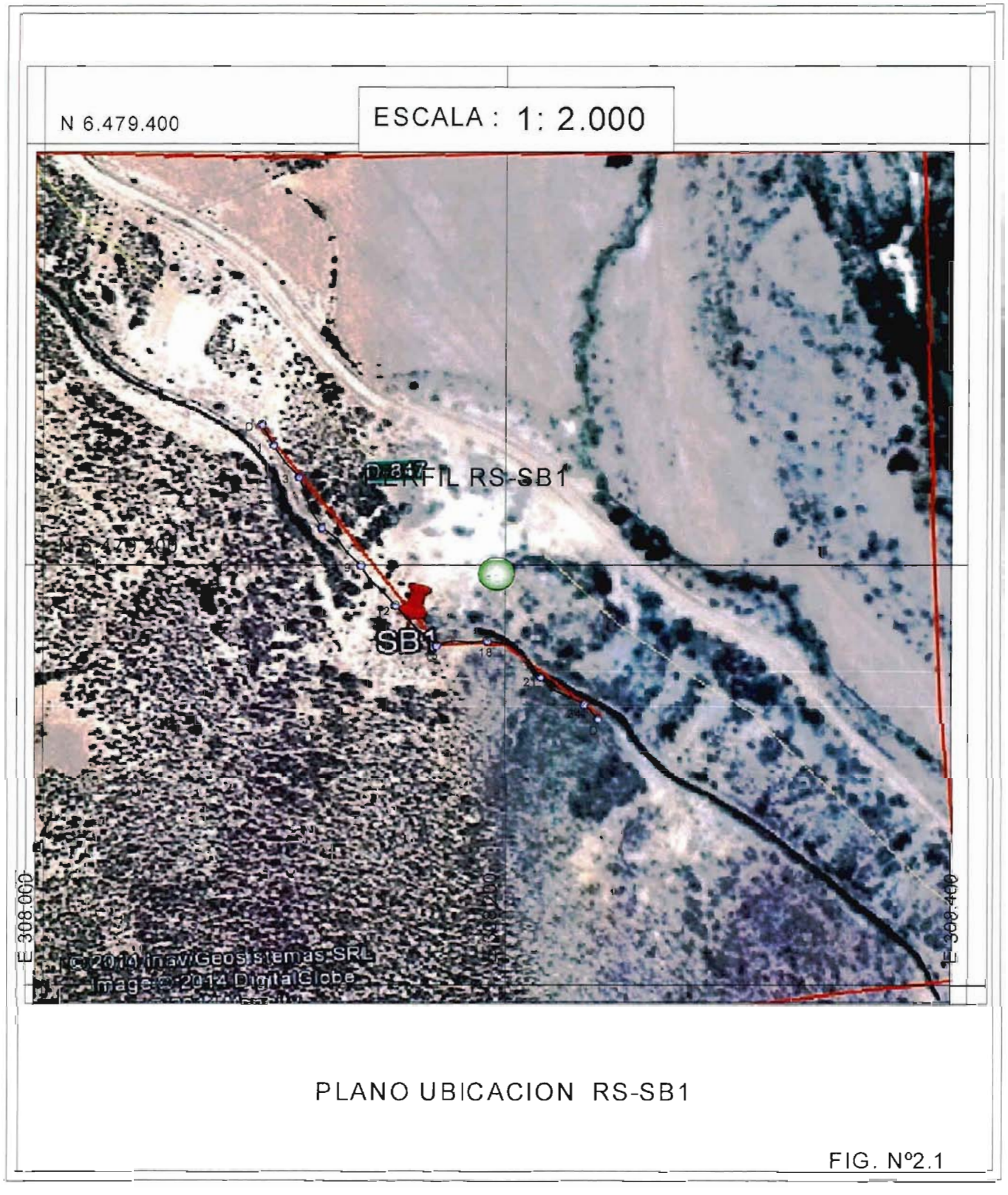
A continuación y a modo de referencia se entrega para este proyecto una tabla que muestra la correlación geomecánica más frecuente de las velocidades sísmicas, con rangos de velocidades que se traslapan, y sus respectivas unidades geológicas, indicando su capacidad de remoción con maquinaria pesada.

CORRELACIÓN VELOCIDADES DE ONDAS SÍSMICAS VS.UNIDADES GEOLÓGICAS

VELOCIDAD SISMICA (m/s)	UNIDAD GEOLÓGICA	CARACTERISTICAS
340 – 700	Capas superficiales, suelos.	Sedimentos sueltos
600 – 1.200	Sedimentos y/o rocas descompuestas.	Baja compactación y fácil remoción con maquinaria
1.000 – 1.800	Sedimentos saturados y/o rocas fracturadas.	Removible con maquinaria
1.600 – 2.500	Sedimentos muy compactos y/o Rocas con menor fractura.	Difícil remoción, buena calidad geotécnica
2.500 – 4.000	Rocas sanas con bajo a muy bajo nivel de fracturación	Muy buena calidad geotécnica.
Mayor que 4.000	Rocas sanas.	

Bajo estos parámetros, recién descritos, se muestra a continuación la ubicación de los perfiles sísmicos y el detalle de los resultados obtenidos en esta investigación. Estas mismas figuras se acompañan a escala al final de este informe.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

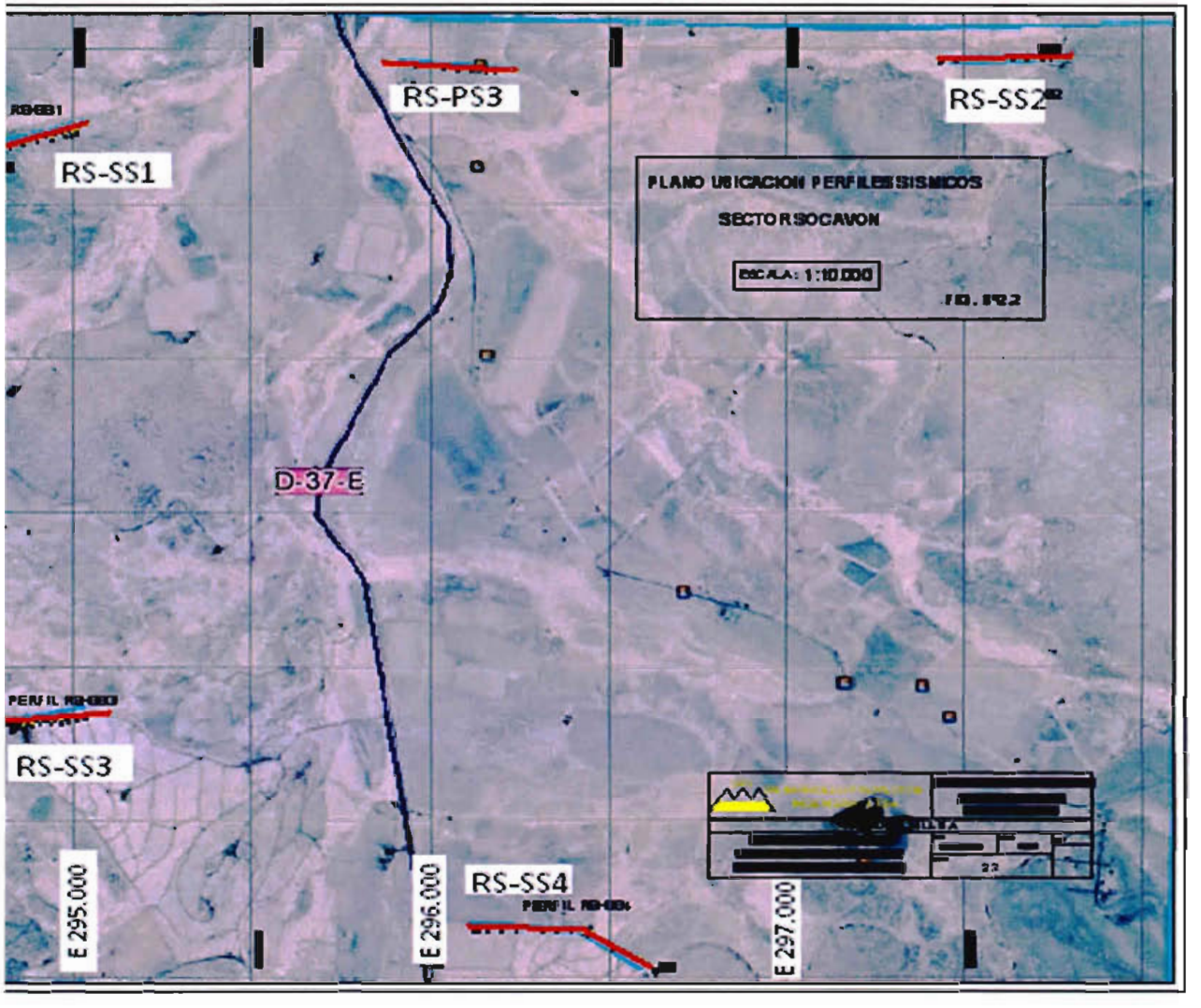


PLANO UBICACION RS-SB1

FIG. Nº2.1

Fig. Nº 2.1 Ubicación perfil sísmico RS-SB1 en El Bato.

DPI LTDA dpi@dpiltda.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



ıo de ubicación perfiles sísmicos sector Socavón. (Se adjunta al final del texto a la escala 1:10.000)

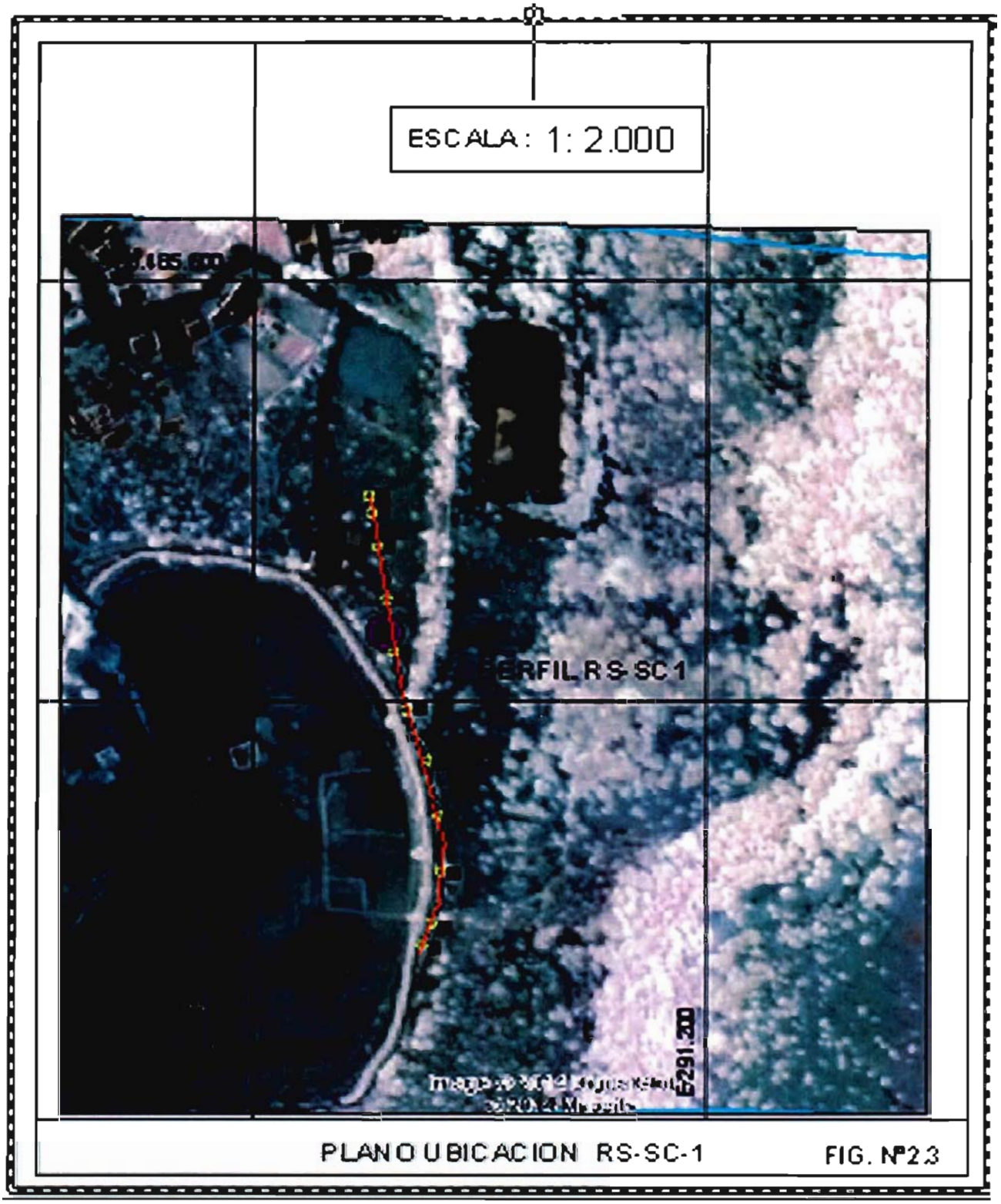


Fig. Nº 2.3 Ubicación perfil sísmico RS-SC1 en Lo Cañas.

5.1 SECTOR EL BATO

Perfil RS-SB1, (Figuras 2.1 y 3.1).

Este perfil se ubica en el extremo Este del área de estudio, en el sector denominado El Bato, con una longitud de 220m. Su orientación aproximada es SE-NW y aproximadamente en su parte central se ubica el sondaje SB-1 con profundidad de 25m.

Las figuras 2.1 y 3.1 muestran respectivamente, a las escalas 1 a 2.000 y 1 a 1.000, la ubicación del perfil y la sección sísmica interpretada.

Se identificaron 3 unidades geosísmicas, las cuales se detallan a continuación:

- Unidad con velocidad sísmica de ondas compresionales variable entre 555 y 380m/s asociadas a sedimentos sueltos, gravas y/o arenas de baja compactación.

  En el extremo NW la velocidad sísmica medida para esta unidad es380m/s, aumentando hacia el extremo opuesto a 555m/s.

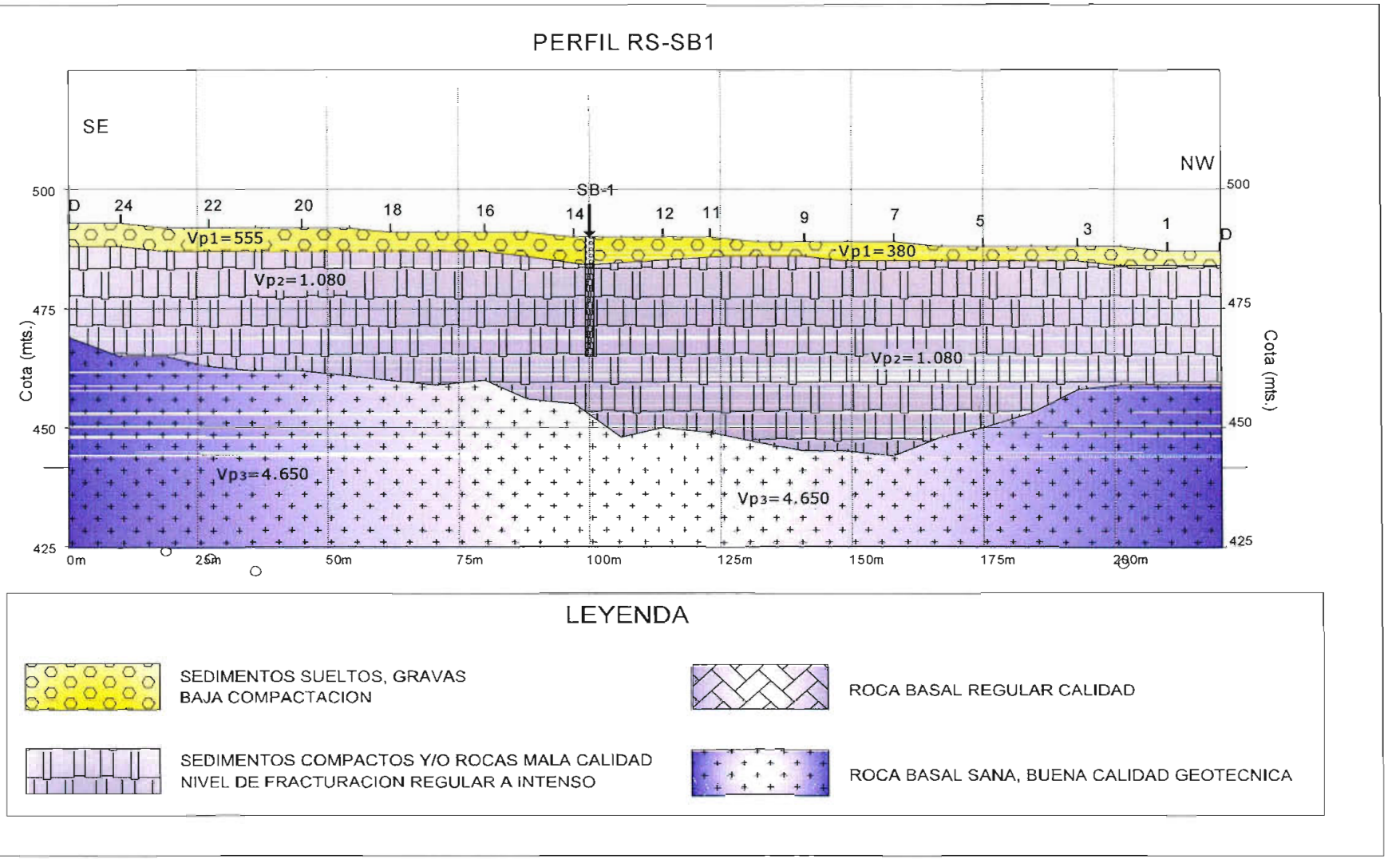
  El espesor varía entre 3m y 5m. El espesor máximo 5m se observa en el extremo SE.

- Unidad con velocidad de onda sísmica compresional 1.080m/s.
  Corresponde según el sondaje SB-1a rocas de muy mala calidad geotécnica con un alto grado de fracturación y/o presencia de grietas.
  Su espesor varía entre 19 y 40m aumentando en forma progresiva desde el extremo SE hacia el centro del perfil formando una cuenca de profundidad máxima 45m bajo la estaca 7.

- Roca basal. Tiene velocidad de onda sísmica compresional 4.650m/s.
  Corresponde a roca fundamental sana y de muy buenas condiciones geotécnicas. Este tipo de basamento no presenta estructuras del tipo fallas ni contactos litológicos de mala calidad geotécnica.

A continuación se entrega la sección sísmica de este perfil, sin escala.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



Sección sísmica del perfil RS-SB1, sin escala. En el anexo final del texto se muestra a la escala 1:1.000.

5.2 SECTOR SOCAVON

PerfilRS-SS2, (Figuras 2.2 y 3.2).

Este perfil se ubica inmediatamente al Oeste del sondaje SS2 manteniendo una orientación W-E, con una longitud de 319m. Su posición también se ajustó de acuerdo a lo solicitado por el cliente.

La figura 3.2 al final del texto muestra a la escala 1 a 1.000, la sección sísmica interpretada para este perfil y su correspondiente curva camino-tiempo.

Se identificaron 3 unidades geosísmicas, las cuales se detallan a continuación:

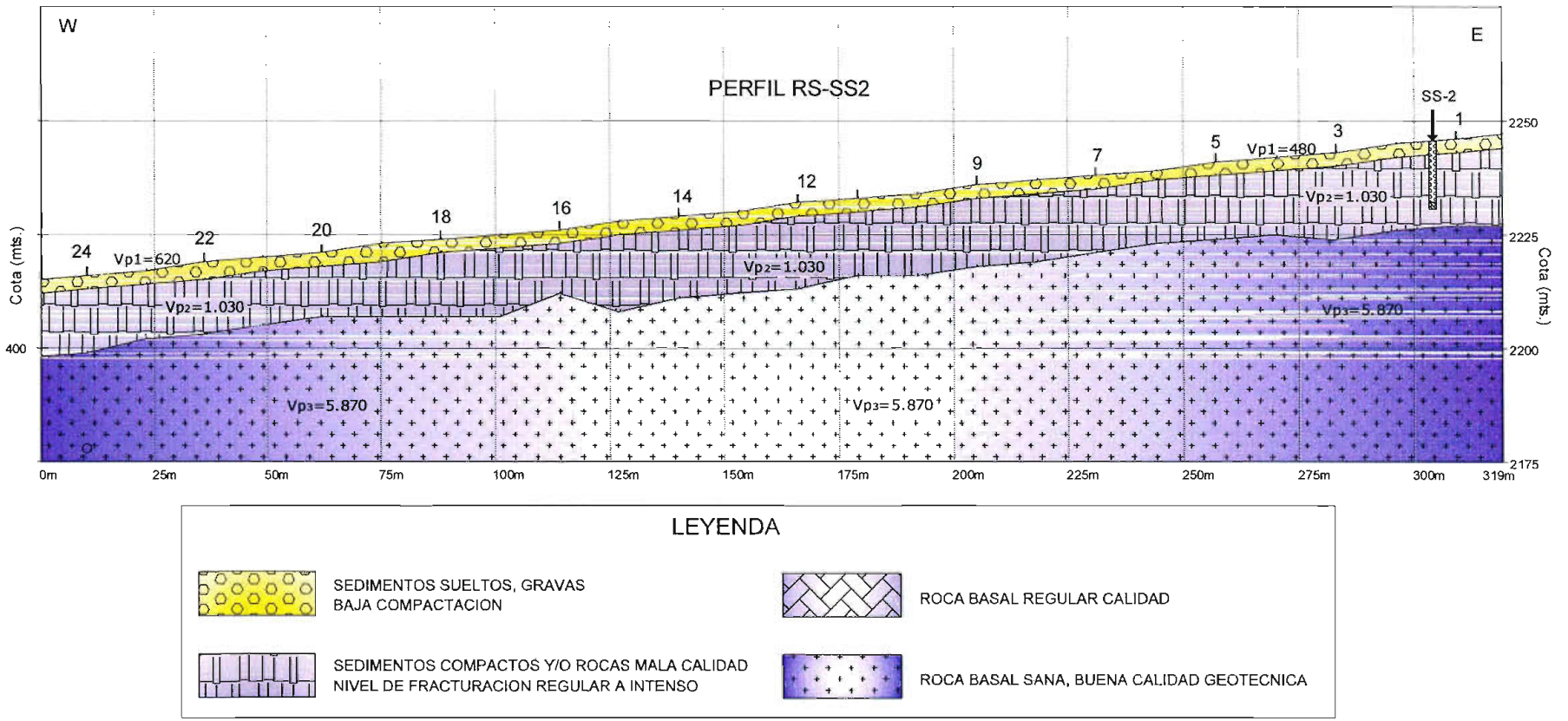
- Unidad con velocidad sísmica de ondas compresionales variable entre 480 y 620m/s.

  Corresponde a sedimentos sueltos, gravas y/o arenas de baja compactación. Su espesor promedio es 3m.

- Unidad con velocidad de onda sísmica compresional 1.030m/s.
  Según se puede observar en el sondaje SS2 esta unidad corresponde a sedimentos compactados y que probablemente coexisten con rocas muy fracturadas.
  Su espesor aumenta en forma progresiva en dirección E, desde 12m a 15m.

- Unidad con velocidad sísmica de ondas compresionales 5.870m/s.
  Corresponde a roca fundamental sana, de muy buenas condiciones geotécnicas.
  Al igual que en el perfil anterior, esta unidad no presenta evidencias de estructuras tipo fallas ni contactos litológicos asociados a rocas fracturadas en profundidad o de mala calidad geotécnica.

A continuación se entrega la sección sísmica de este perfil, sin escala.



Sección sísmica del perfil RS-SS2, sin escala. En el anexo final del texto se muestra a la escala 1:1.000.

Perfil RS-PS3, (Figuras 2.2 y 3.3).

Este perfil tiene una longitud de 319m y fue construido sin el apoyo de algún sondaje geotécnico para calibración de los resultados. Tiene una orientación aproximada W-E.

Se identificaron 3 unidades geosísmicas, las cuales se detallan a continuación:

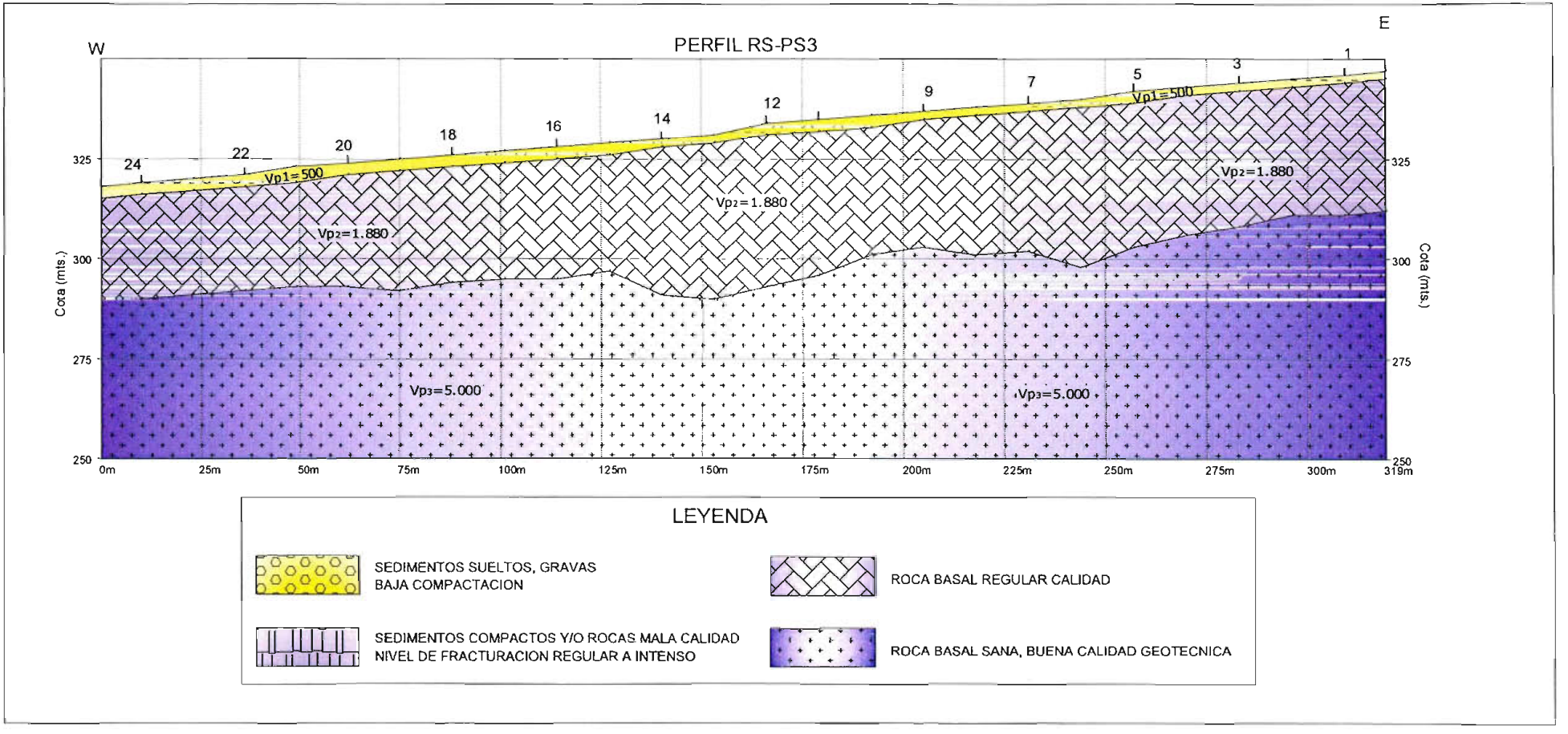
- Unidad con velocidad sísmica de ondas compresionales 500m/s.

  Corresponde a sedimentos sueltos, gravas y/o arenas de baja compactación. Su espesor varía entre 1.7 y 3m obteniéndose el valor mínimo en el extremo E.

- Unidad con velocidad de onda sísmica compresional 1.880m/s.
  Corresponde a rocas de regular calidad geotécnica y que no obstante estopresentaría además un nivel importante de fracturación con probable presencia de grietas.
  En el centro del perfil su espesor es máximo, 38m, estacas 12 y 13,disminuyendo hacia los extremos, alcanzando 33m en el extremo E y 25m en el W.

- Unidad con velocidad sísmica de ondas compresionales 5.000m/s.
  Corresponde a roca fundamental sana, de muy buenas condiciones geotécnicas.
  Al igual que en el perfil anterior, no presenta evidencias de estructuras tipo fallas ni contactos litológicos asociados a rocas fracturadas en profundidad o de mala calidad geotécnica.

A continuación se entrega la sección sísmica de este perfil, sin escala, y también en el anexo final del texto a la escala 1:1.000.



Sección sísmica correspondiente a perfil RS-PS3. En el anexo final del texto se muestra a la escala 1:1.000.

Perfil RS-SS1, (Figuras 2.2 y 3.4).

Este perfil se ubica próximo al sondaje SS-1 el cual se encuentra distante 25m fuera del perfil. Tiene una orientación SW-NE con una longitud de 319m.

La figura 3.4 en el anexo final del texto muestra, a la escala 1 a 1.000, la sección sísmica interpretada para el perfil RS-SS1 y la correspondiente curva camino-tiempo.

Se identificaron 3 unidades geosísmicas, las cuales se detallan a continuación:

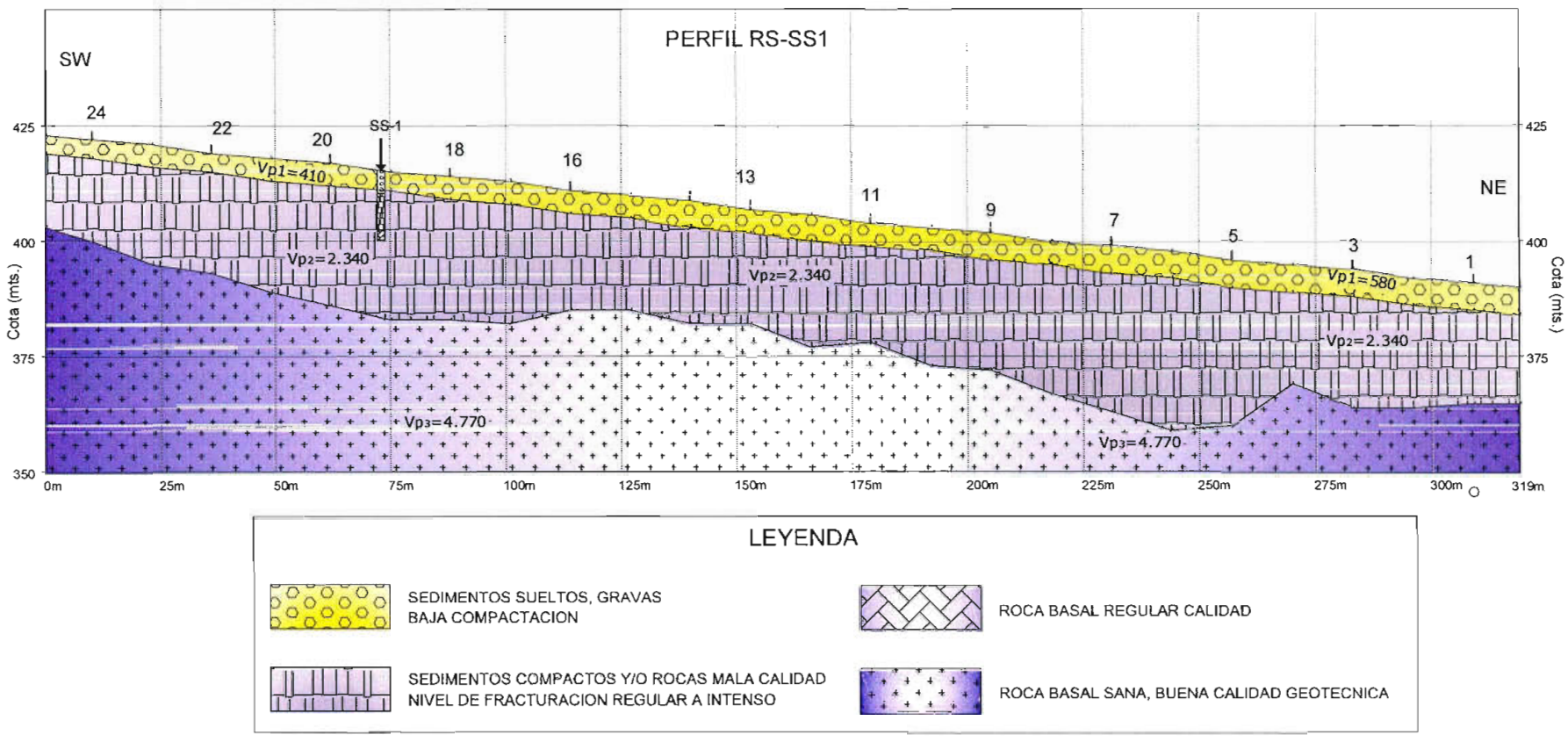
- Unidad con velocidad sísmica de ondas compresionales 410 y 580m/s.

  Esta unidad identifica depósitos de gravas y/o arenas sueltas o no compactadas con espesores variables ente 4 y 6m aumentando hacia el NE.

- Unidad con velocidad de onda sísmica compresional 2.340m/s.
  Según el sondaje SS-1 correspondería a rocas de regular calidad geotécnica con un nivel importante de fracturación y/o grietas.
  Esta unidad se manifiesta con un espesor de 15m en el extremo SW, aumentando en dirección SW, en dónde alcanza espesores máximos de 32m bajo las estacas 6 y 7.

- Unidad con velocidad sísmica de ondas compresionales 4.770m/s.
  Corresponde a roca fundamental sana, de buenas condiciones geotécnicas. No presenta manifestaciones de rocas fracturadas sin embargo muestra canalizaciones por el probable trabajo erosivo de las aguas superficiales.

A continuación se entrega la sección sísmica de este perfil, sin escala, y también en el anexo final del texto a la escala 1:1.000.



Sección sísmica del perfil RS-SS1. En el anexo final del texto se muestra esta sección a la escala 1:1.000.

Perfil RS-SS3, (Figuras 2.2 y 3.5).

Este perfil se ubica en dirección SW-NE partiendo en el extremo SW con el sondaje SS3. Tiene una longitud de 226m.

Se identificaron 3 unidades geosísmicas, las cuales se detallan a continuación:

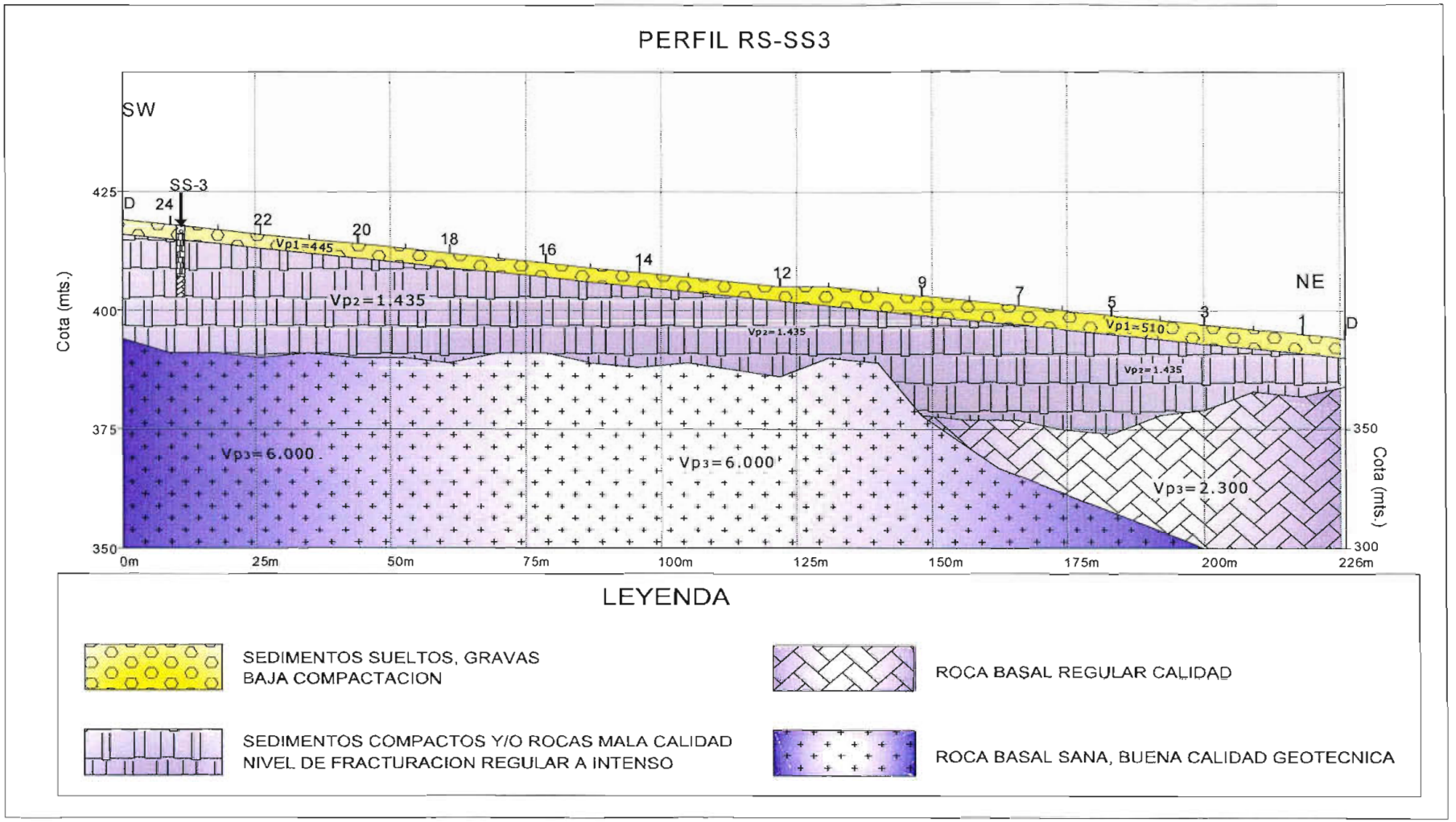
- Unidad con velocidad sísmica de ondas compresionales 445 y 510m/s.

  Corresponde a sedimentos sueltos, gravas y/o arenas de baja compactación. Su espesor es variable entre 3.5 y 4.5m aumentando hacia el NE. En el sondaje SS-3 esta unidad se manifiesta con presencia de bolones.

- Unidad con velocidad de onda sísmica compresional 1.460m/s.
  Corresponde a rocas con regular calidad geotécnica y cuyo espesor es bastante variable producto de la actividad erosiva de las aguas superficiales.
  Su espesor es menor en el extremo NE, 8m, posteriormente aumenta a 20m, bajo las estacas 5 y 9 para luego reducirse nuevamente a 11m bajo la estaca 11. A partir de esta última estaca el espesor aumenta gradualmente hacia el extremo SW alcanzando 22m.

- Unidad con velocidad sísmica de ondas compresionales 6.000m/s.
  Corresponde a roca fundamental sana, con muy buenas condiciones geotécnicas. Sin embargo en el extremo NE la velocidad sísmica muestra un abrupto cambio a 2.300m/s deteriorándose su calidad geotécnica.

A continuación se entrega la sección sísmica de este perfil, sin escala, y también en el anexo final del texto a la escala 1:1.000.



Sección sísmica del perfil RS-SS3. En el anexo final del texto se muestra a la escala 1:1.000.

Perfil RS-SS4, (Figuras 2 y 3.6).

Este perfil tiene una longitud de 539m y fue construido siguiendo el camino de acceso existente en el sector. Tiene orientación aproximada SE-NW y coincide en este último extremo con la ubicación del sondaje SS-4.

Se identificaron 3 unidades geosísmicas, las cuales se detallan a continuación:

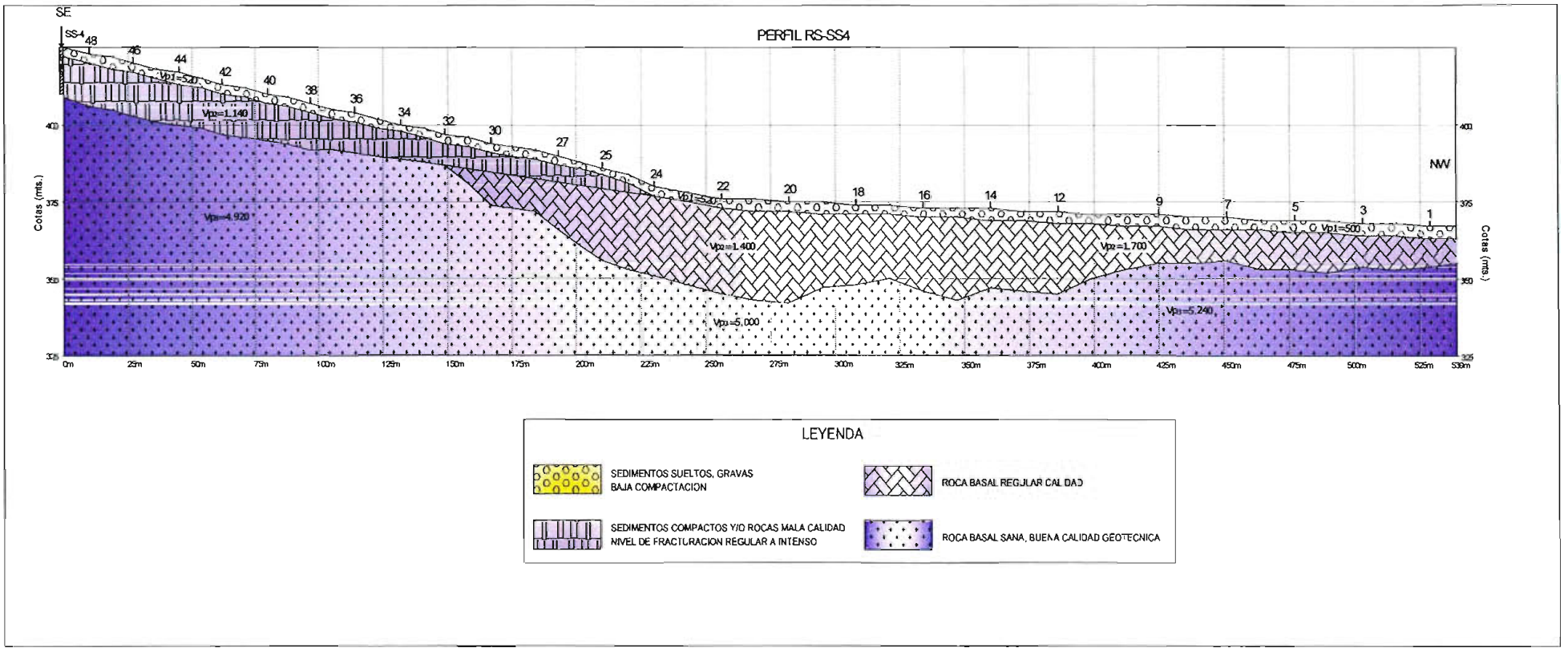
- Unidad con velocidad sísmica de ondas compresionales 450 y 610m/s.

  Corresponde a depósitos aislados de arenas y gravas de baja compactación los cuales se ubican en los tramos 2.5 a 4m aumentando hacia los extremos del perfil.

- Unidad con velocidad de onda sísmica compresional variable entre 1.140 y 1.700m/s.
  Corresponde a rocas de regular calidad geotécnica con presencia importante de fracturas.
  Su espesor varía entre 10 y30m produciéndose los espesores mayores bajo las estacas 20 a 22.

- Unidad con velocidad sísmica compresional 4.920 y 5.240m/s.
  Corresponde a roca fundamental sana, de buenas condiciones geotécnicas.
  No presenta evidencias de estructuras tipo fallas ni contactos litológicos asociados a rocas fracturadas en profundidad o de mala calidad geotécnica, sin embargo la roca se presenta acanalada entre las estacas 12 y 25 probablemente por la actividad erosiva de las aguas superficiales.

A continuación se entrega la sección sísmica de este perfil, sin escala, y también en el anexo final del texto a la escala 1:1.000. También se acompaña una fotografía de testigos en rocas del sondaje S-3.



Sección sísmica correspondiente a perfil RS-SS4. En el anexo final del texto se muestra a la escala 1:1.000.

5.3 SECTOR LO CAÑAS

Perfil RS-SC1, (Figuras 2.3 y 3.7).

Este perfil tiene una longitud de 220m y fue construido en el sector de Lo Cañas. Tiene orientación aproximada N-S y coincide en la estaca 9 con la ubicación del sondaje SC-1.

Se identificaron 3 unidades geosísmicas, las cuales se detallan a continuación:

- Unidad con velocidad sísmica de ondas compresionales 400m/s.

  Corresponde a depósitos de arenas y gravas de baja compactación los cuales presentan espesores promedio 1m.

- Unidad con velocidad sísmica de ondas compresionales 930 y 985m/s.

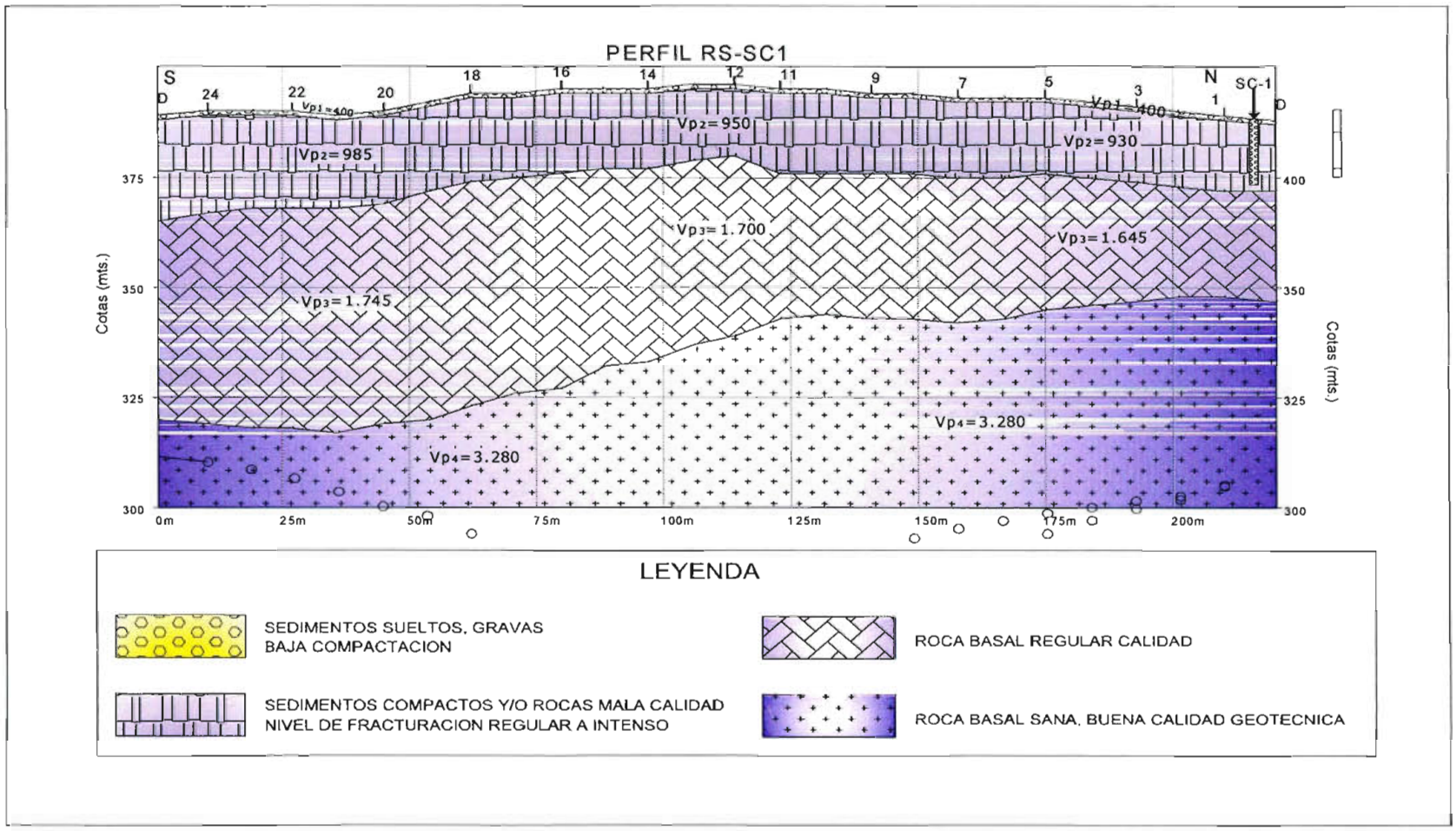
  Se trata de sedimentos compactados. Tienen espesores entre 15 y 20m.

- Unidad con velocidad de onda sísmica compresional 1.645 y 1.745m/s.
  Corresponde rocas de regular calidad geotécnica con presencia mayor de fracturas.
  Su espesor aumenta progresivamente de 25 a 50m en dirección S.

- Unidad con velocidad sísmica compresional 3.280m/s.
  Corresponde a roca fundamental de regular calidad geotécnica.
  No presenta evidencia de estructuras tipo fallas y profundiza progresivamente en dirección S.

A continuación se entrega la sección sísmica de este perfil, sin escala, y también en el anexo final del texto a la escala 1:1.000.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



Sección sísmica correspondiente a perfil PS-5. En el anexo final del texto se muestra a la escala 1:1.000

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

6.0 RESUMEN Y CONCLUSIONES

A solicitud de la empresa de ingeniería geotécnica ARCADIS CHILE y para la Comisión Nacional de Riego, CNR, del Ministerio de Obras Públicas, se ejecutó el presente estudio geotécnico en sectores considerados como críticos en el trazado del canal Buzeta, ubicado en el valle del rio Choapa, en la IV Región de Coquimbo, Fig. N°1.

El estudio consistió en 5 sondajes geotécnicos verticales como previo reconocimiento del terreno para el emplazamiento del estudio geofísico posterior.

4 de los sondajes fueron realizados a rotación con una inclinación de 90 ° (SS-1, SS-2, SS-3, SS-4 Y SC-1). El 5° sondaje, SB-1, fue ejecutado a rotación con una inclinación de 45°. La estratigrafía y la calidad de la roca aflorada se describen a continuación:

- **Sondaje SC-1**: De 0.00 a 15.00 metros material de suelo y/o de relleno, solo se obtuvieron muestra de retorno, compuestas por arenas finas a medias, sin cohesión aparente, de color pardo y mica diseminada.

- **Sondaje SB-1**: De 0.00 a 5.70 metros sedimentos aluviales, compuestos por bolones y bloques de composición granítica, de subredondeados a subangulares. A partir de 5.70 metros y hasta final de sondaje (25.00 m) roca plutónica tipo granodiorita, muy fracturada y machacada en algunos tramos, con oxidación y presencia de limonita en las fracturas, que indicaría circulación de agua a través de la fractura de la roca.

- **Sondaje SS-1**: De 0.00 a 5.00 metros sedimentos fluviales compuestos por arenas limoarcillosas con presencia de gravas y bolones. De 5.00 a 13.00 metros material homogéneo, muestras de retorno únicamente, compuestas por arenas finas a medias, de color pardo y sin cohesión aparente. De 13.00 a 14.00 metros bloques y gravas fluviales de composición granítica, subangulares y subredondeados. De 14.00 a 15.00 metros nuevamente arenas finas a medias, de color pardo, sin cohesión aparente.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

- **Sondaje SS-2**: De 0.00 a 13.50 metros sedimento fluvial y aluvial, arenas limosas y arcillosas con bloques graníticos meteorizados. De 13.50 a 15.00 metro roca plutónica tipo monzonita sin fracturar, roca sana, muy buena calidad.

- **Sondaje SS-3**: De 0.00 a 1.75 metros sedimentos fluviales, arenas finas a medias limosas y algo de gravilla, de poca cohesión a ninguna. De 6.90 a 15.00 metros de profundidad, roca granítica muy fracturada y en tramos meteorizada completamente hasta 10.75 metros, después roca granítica poco fracturada hasta final del sondaje.

- **Sondaje SS-4**: De 0.00 a 6.90 metros de profundidad material fluvial, arena fina limosa con algo de arcilla y bloques. De 6.90 a 15.00 metros de profundidad roca plutónica tipo tonalita (abundante presencia de cuarzo). Con tramos muy fracturados hasta los 12.20 metros, posteriormente roca sana sin fracturar hasta los 15.00 metros.

Los resultados de laboratorio en muestras de suelo, han determinado principalmente arenas limosas.

Una vez ejecutados los sondajes, el estudio geofísico en sísmica de refracción se distribuyó en 3 áreas:

- Sector El Bato. Se ejecutó 1 perfil RS-SB1 de 220m longitud.
- Sector Socavón. Se ejecutaron 5 perfiles denominados RS-SS2, RS-PS3, RS-SS1, RS-SS3, RS-SS4, totalizando 1.723m.
- Sector Lo Cañas. Se ejecutó 1 perfil RS-SC1de 220m longitud.

Todos los perfiles con la única excepción del perfil RS-PS3 tuvieron un sondaje geotécnico como apoyo de calibración para la interpretación sísmica.

El objeto del estudio de refracción sísmica fue investigar la potencia de los depósitos sedimentarios, caracterizar la geometría del subsuelo y determinar la calidad geotécnica del basamento rocoso.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Se identificaron las siguientes unidades:

- Gravas y/o Arenas no compactadas. El espesor de esta unidad varía entre 1.5m y 21m. El espesor es máximo en RS-SC1.
- Rocas con regular calidad geotécnica. Sus espesores son variables entre 8 y 50m, observándose los valores mayores en RS-SB1 y RS-SC1.
- Roca basal. Se trata de roca fundamental sana y con buenas condiciones geotécnicas, con excepción del perfil RS-SC1.

La siguiente Tabla entrega un resumen de los parámetros observados en las distintas unidades y perfiles.

TABLA RESUMEN PARAMETROS GEOSISMICOS.

PERFIL	SECTOR	CAPA Nº1		CAPA Nº2		CAPA Nº3
		Gravas y/o Arenas Sueltas		Rocas Regular a Buena calidad. Fracturación media.		Roca Fundamental, en general sana
		Vp (m/s)	Espesor(m)	Vp (m/s)	Espesor(m)	Vp (m/s)
RS-SB1	EL BATO	555 -380	3 a 5	1.080	19 a 40	4.650
RS-SS2	SOCAVON	620 - 480	3	1.030	12 a 15	5.870
RS-PS3	SOCAVON	500	1.7 a 3	1.880	33 a 38	5.000
RS-SS1	SOCAVON	410 - 580	4 a 6	2.340	15 a 32	4.770
RS-SS3	SOCAVON	445-510	3.5 a 4.5	1.460	8 a 22	6.000 a 2.300
RS-SS4	SOCAVON	450 - 610	2.5 a 4	1.140 - 1.700	10 a 30	4.920 - 5.240
RS-SC1	LO CAÑAS	400 y 930 a 985	16 a 21	1.745 - 1.645	25 a 50	3.280

Octubre 2014

Rafael Alarcón R.

DPI LTDA.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

ANEXO 1 RESULTADOS DE LABORATORIO

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos Nº 862	

Proyecto : Canal Buzeta
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : **27/10/2014**

IDENTIFICACION

Muestra Nº		SS - 1	SS - 1	SS - 2	SS - 2	SS - 3	SS - 3
Lugar de Muestreo		Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta	Canal Buzeta
Profundidad	**Desde**	3,20	5,50	0,50	2,70	1,00	6,25
	Hasta	3,50	3,00	0,70	2,50	1,30	6,50
Cota Muestreo							

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones > 8"						
	5"						
	4"						
	3"						
	2 1/2"						
GRAVAS	2"						
	1 1/2"						
	1"						
	3/4"						
	3/8"						
	Nº 4	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0
ARENA	Nº10	68,00	73,00	75,00	85,00	71,00	69,0
	Nº40	46,00	59,00	53,00	57,00	58,00	43,0
	Nº200	21,00	37,00	31,00	23,00	22,00	19,0

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	3,9	12,6	2,8	3,1	2,2	2,8
Peso Espec. (Nch 1532)	2,696	2,691	2,699	2,702	2,699	2,698
Peso Unitaro Húmedo						
Peso Unitaro Seco						
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	19	23	39	18	24	19
Limite Plastico WP	0	19	28	0	21	0
Indice de Plasticidad IP	NP	4	11	NP	3	NP
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	SM	SC - SM	SM	SM	SM	SM
Clasificacion AASHTO	A - 1 - b	A - 4	A - 2 - 6	A - 2 - 4	A - 2 - 4	A - 1 - b
Indice de Grupo		0	0		0	

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
R.U.T. 76.765.230-5

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos N° 663	

Proyecto : Canal Buzeta
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : **27/10/2014**

IDENTIFICACION

Muestra Nº		SS - 4					
Lugar de Muestreo		Canal Buzeta					
Profundidad	**Desde**	0,50					
	Hasta	0,70					
Cota Muestreo							

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

Tamiz	Bolones > 8"						
	5"						
	4"						
	3"						
	2 1/2"						
GRAVAS	2"						
	1 1/2"						
	1"						
	3/4"						
	3/8"						
	N° 4	100,00					
ARENA	N°10	71,00					
	N°40	49,00					
	N°200	25,00					

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	3,3					
Peso Espec. (Nch 1532)	2,698					
Peso Unitaro Húmedo						
Peso Unitaro Seco						
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	19					
Limite Plastico WP	0					
Indice de Plasticidad IP	NP					
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	SM					
Clasificacion AASHTO	A - 1 - b					
Indice de Grupo						

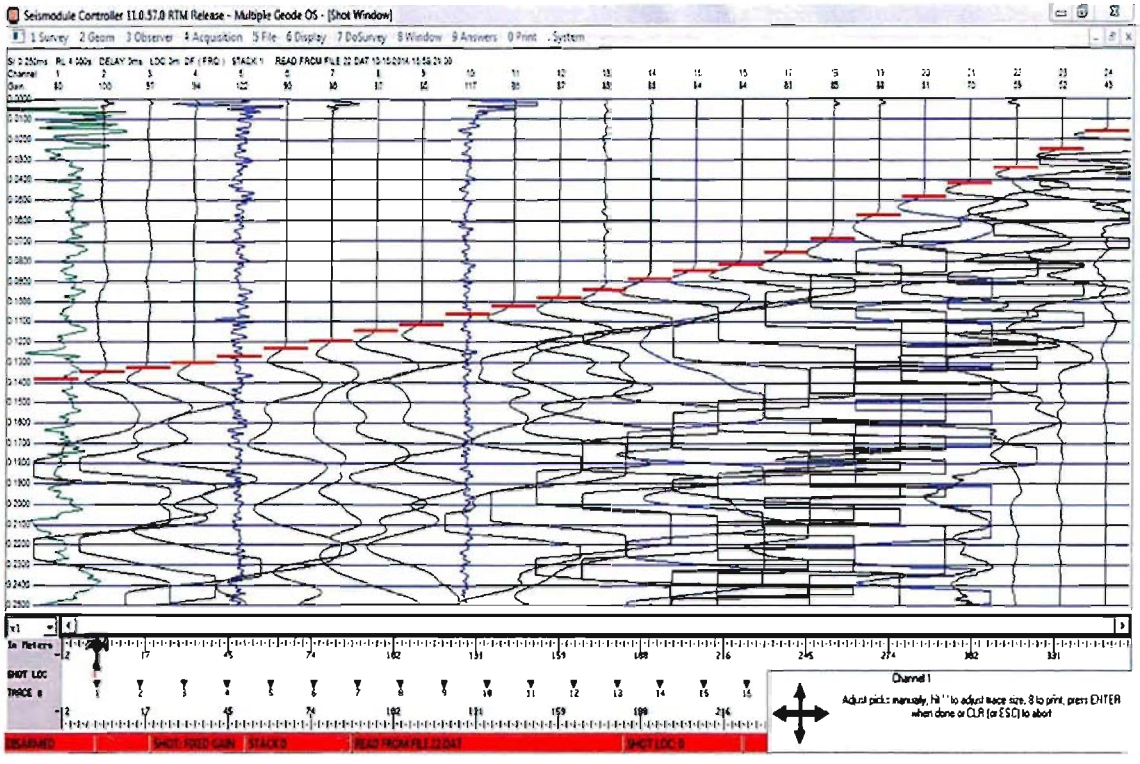
OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 76.765.230-5

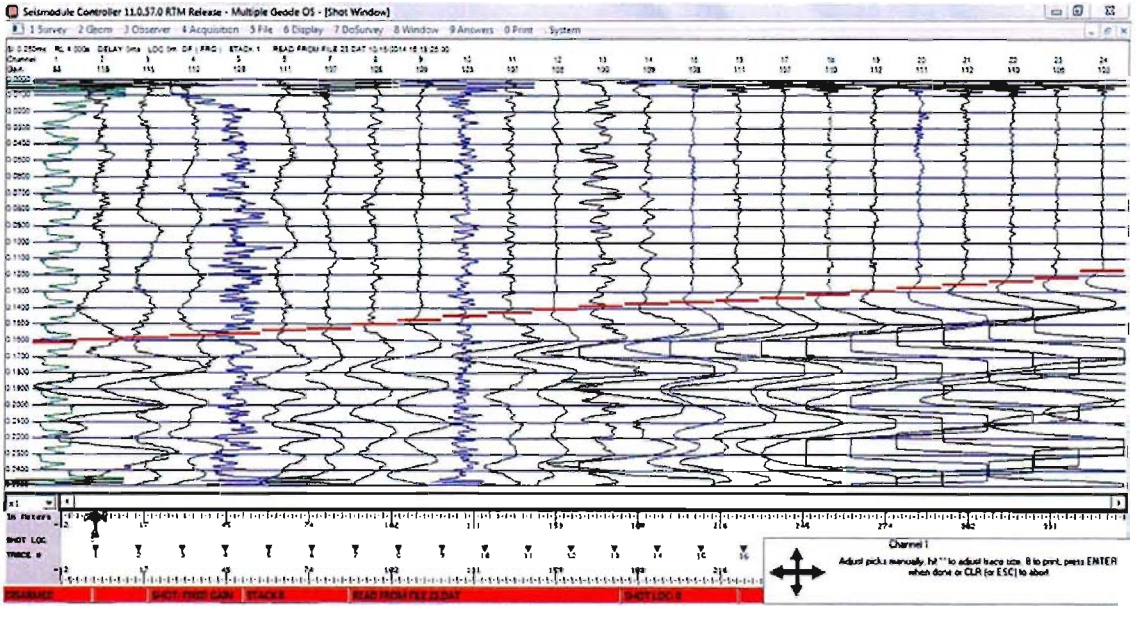
DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

ANEXO 2 REGISTROS SISMICOS

REGISTRO SISMICO PERFIL CS-1

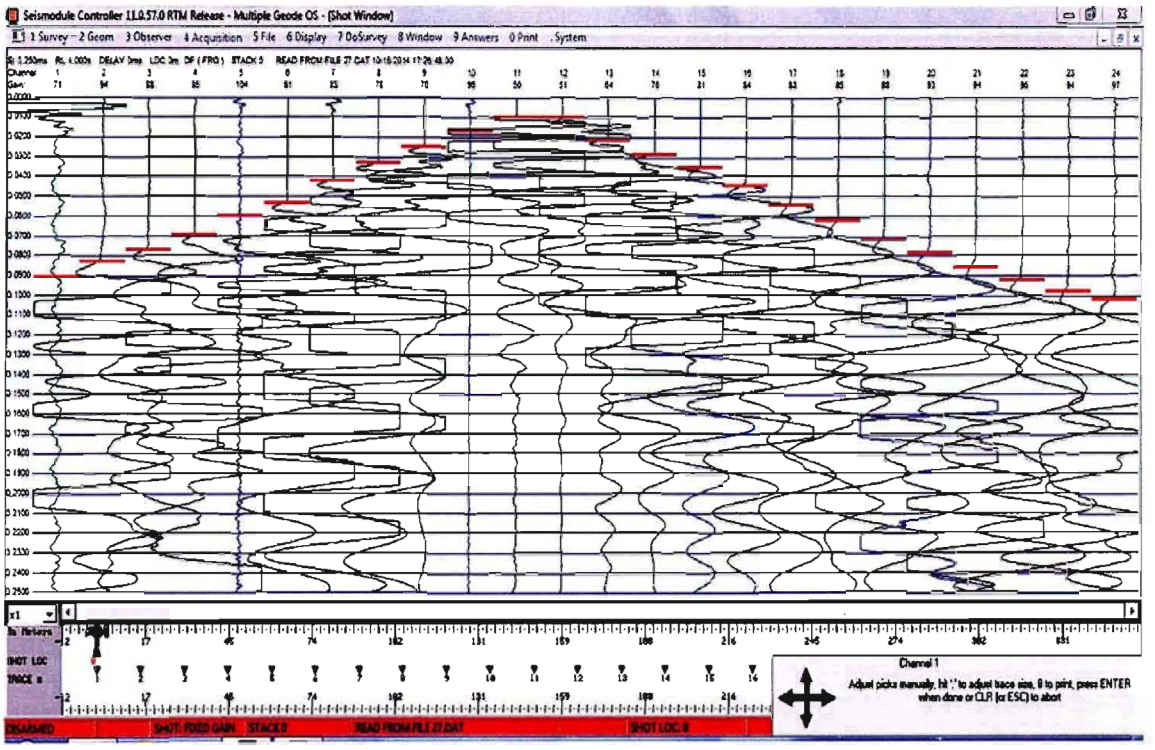


Registro sísmico N°22. Perfil CS-1 disparo cercano ejecutado en extremo S.

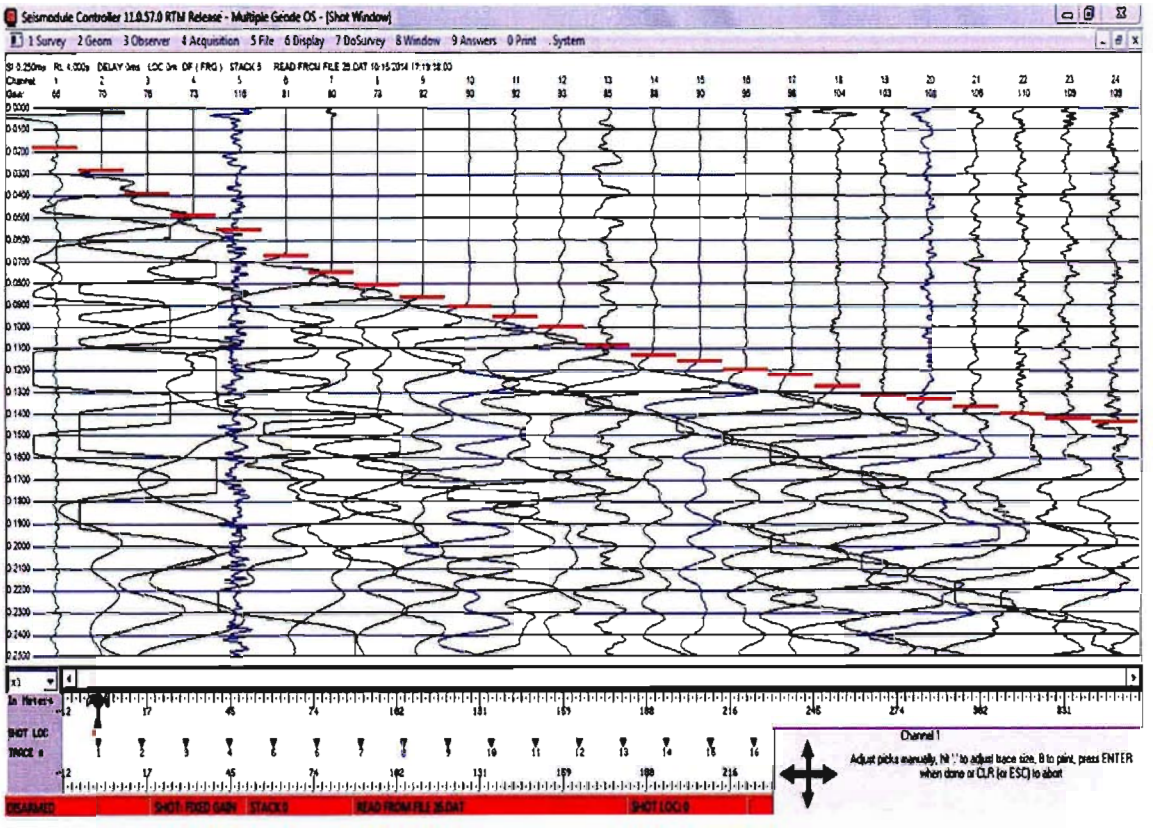


Registro sísmico N°28. Perfil PS-1A disparo lejano ejecutado en extremo NW.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



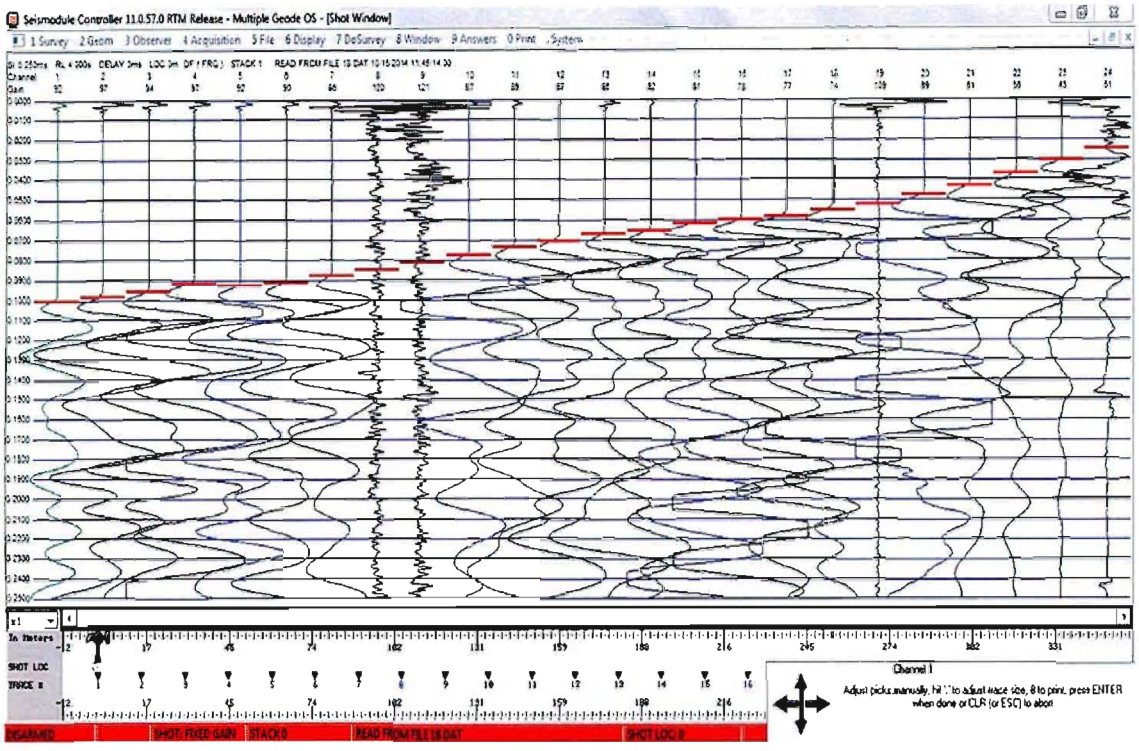
Registro sísmico N°27. Perfil CS-1 golpe efectuado entre geófonos 11 y 12 de línea.



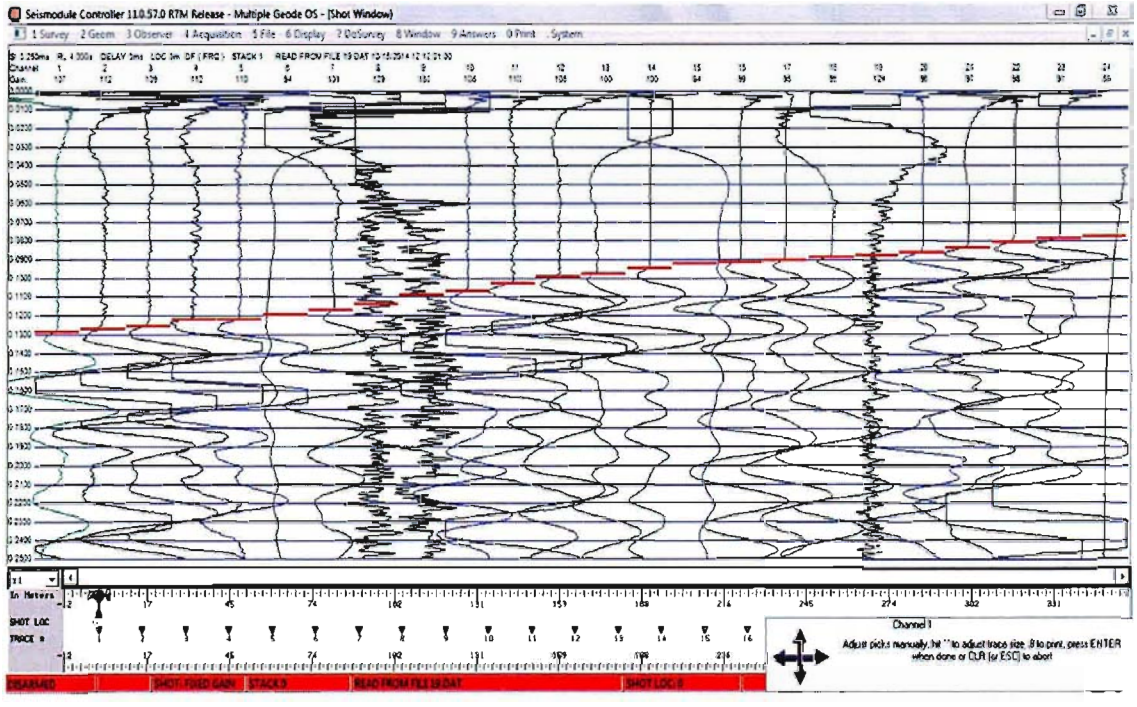
Registro sísmico N°26. Perfil SC-1, golpe efectuado en extremo N, (Población cercana)

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

REGISTRO SISMICO PERFIL SS-1

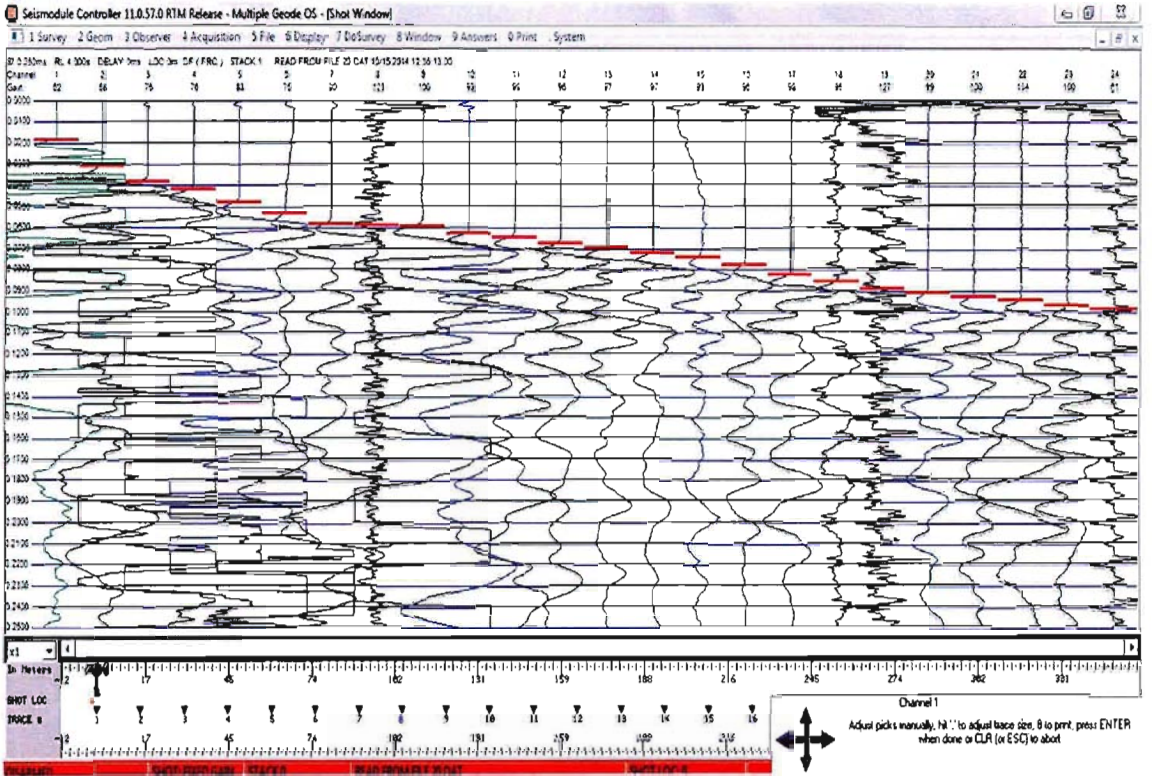


Registro sísmico N°18. Perfil SS-1 disparo cercano ejecutado en extremo SW.

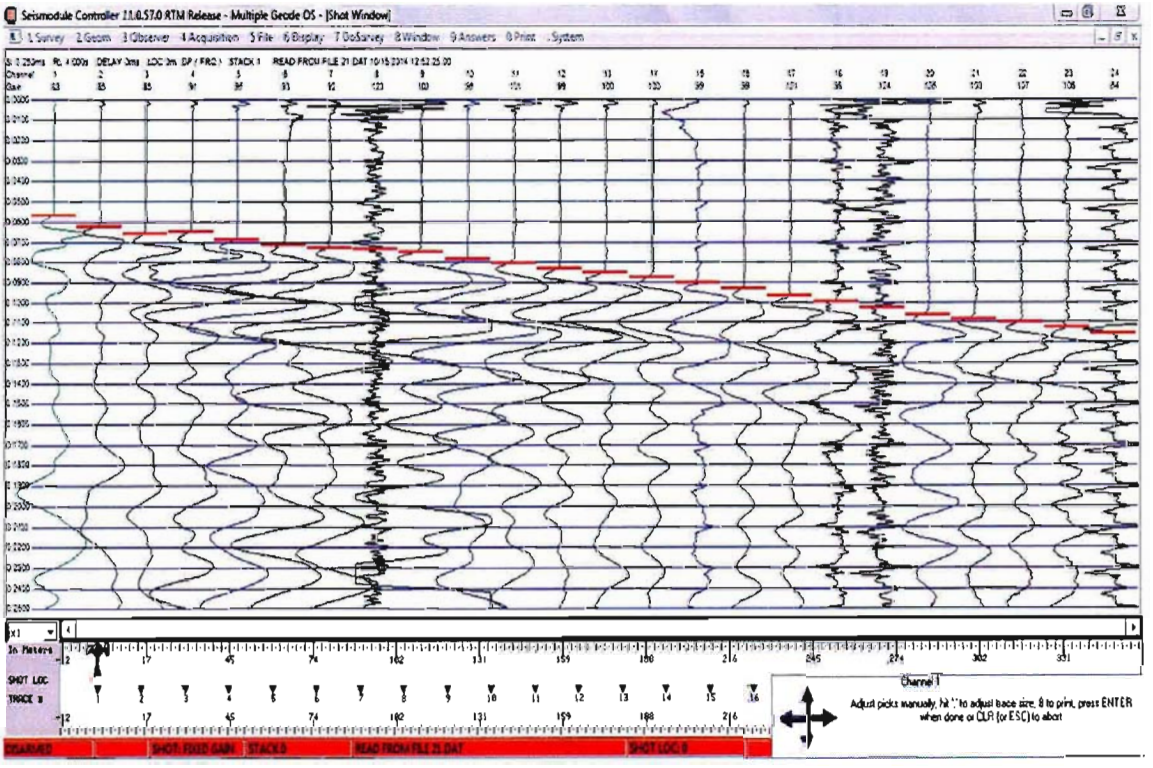


Registro sísmico N°19. Perfil SS-1 disparo lejano ejecutado en extremo SW.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



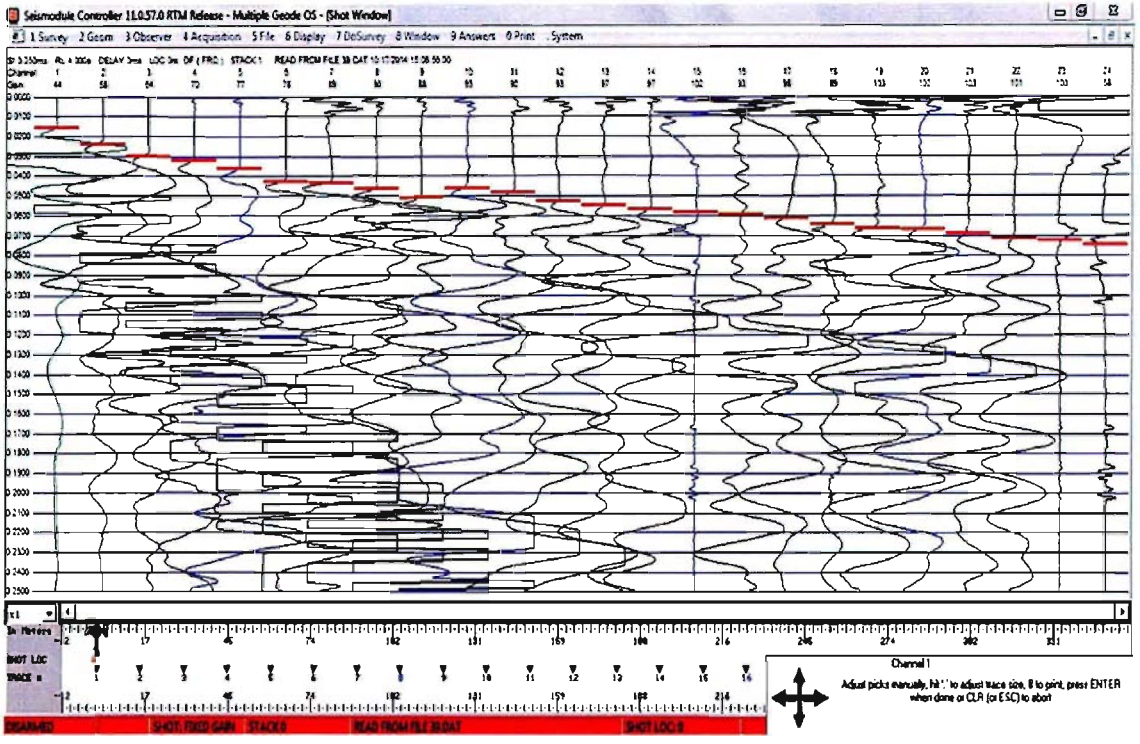
Registro sísmico N°20. Perfil SS-1 disparo cercano ejecutado en extremo NE.



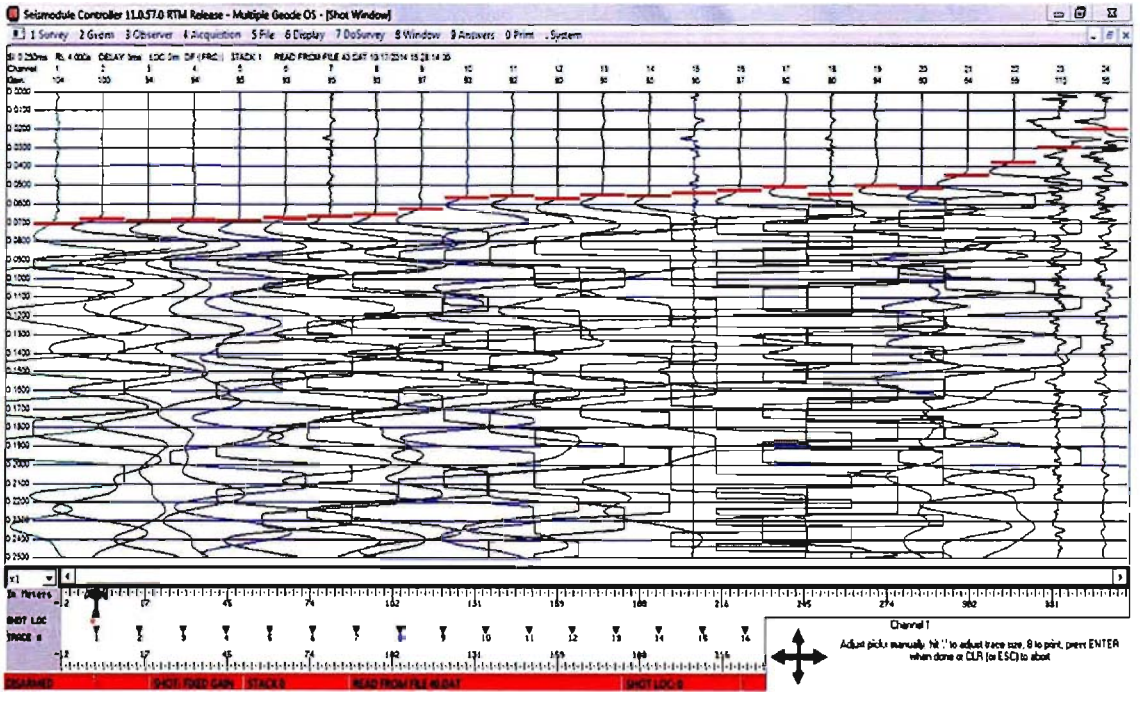
Registro sísmico N°21. Perfil SS-1 disparo lejano ejecutado en extremo NE.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

REGISTRO SISMICO PERFIL PS-2



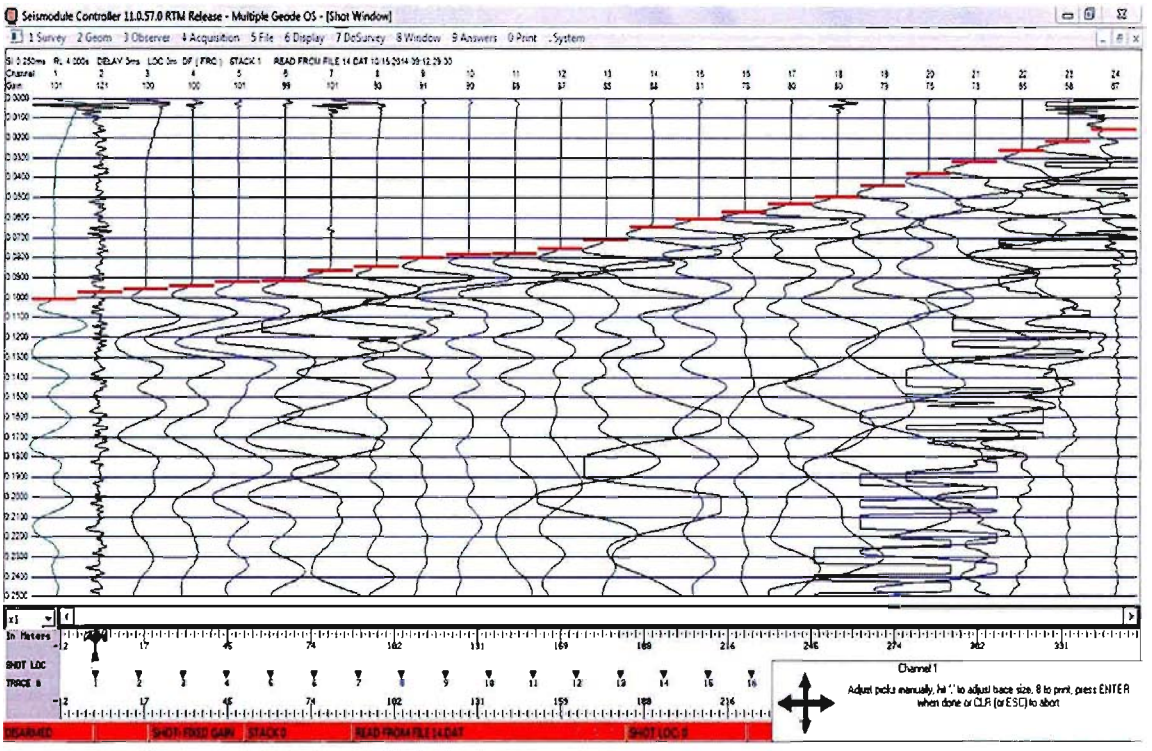
Registro sísmico N°39. Perfil PS-2 disparo cercano ejecutado en extremo NE.



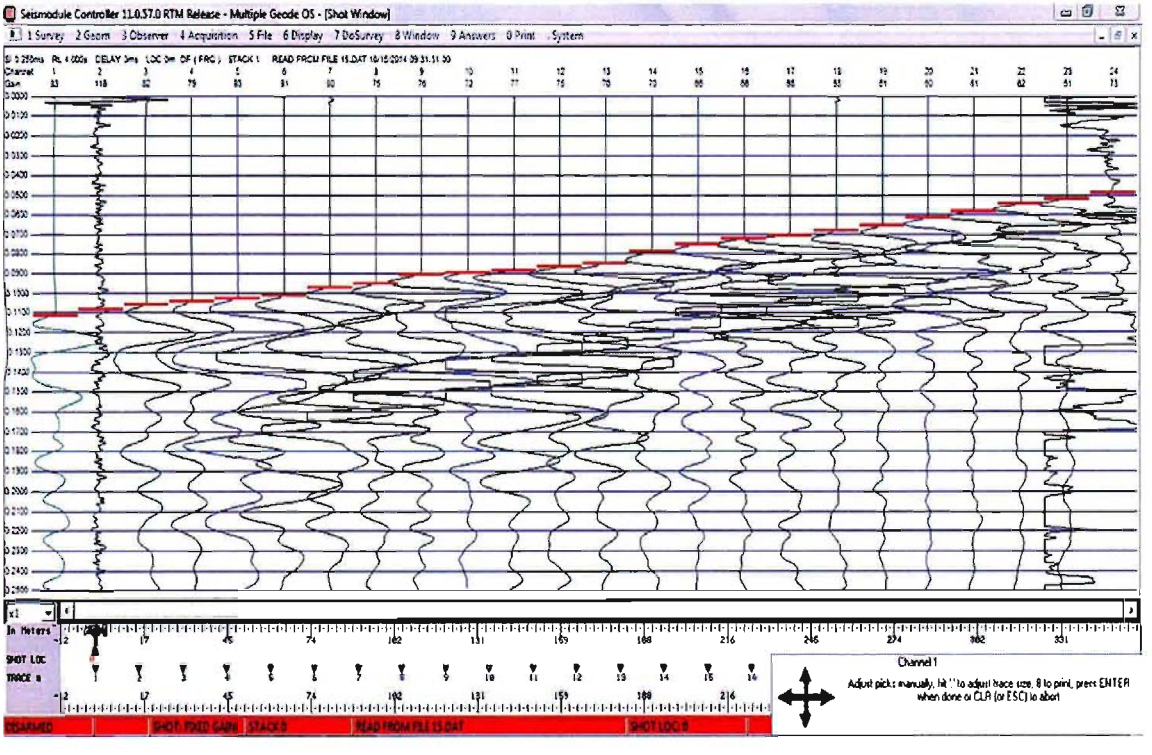
Registro sísmico N°40. Perfil PS-2 disparo cercano ejecutado en extremo SW.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

REGISTRO SISMICO PERFIL PS-3

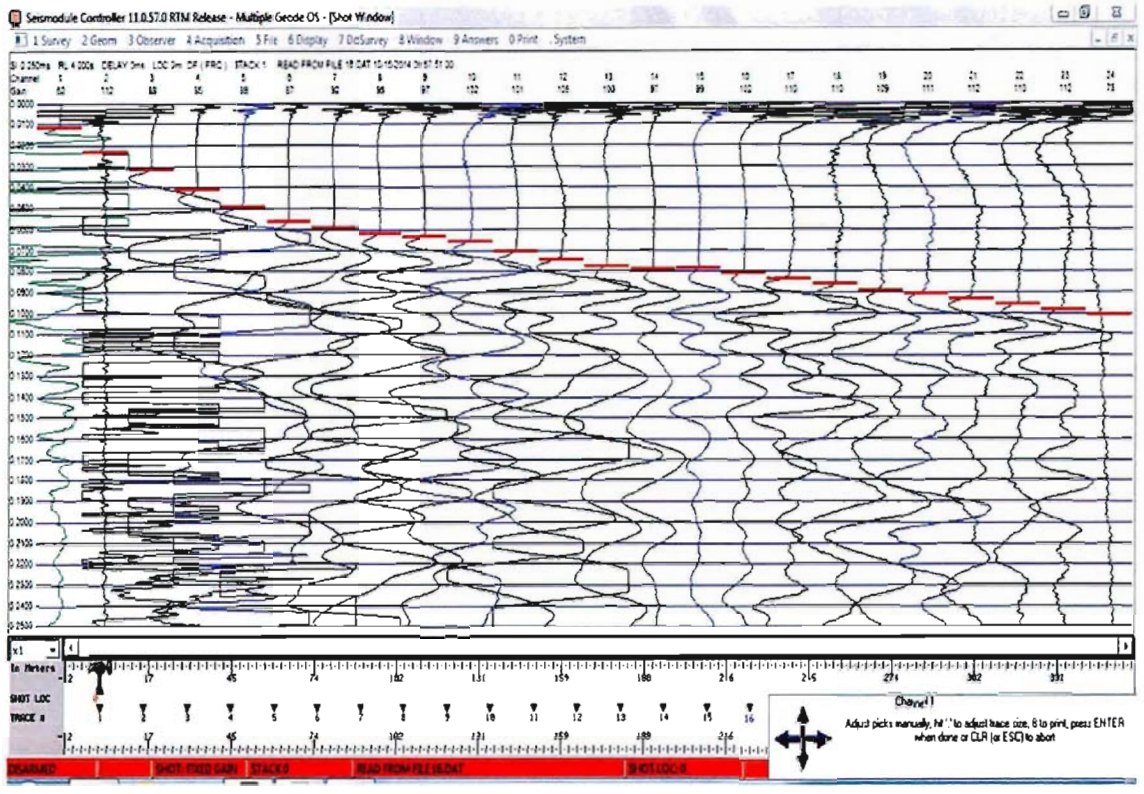


Registro sísmico N°14. Perfil PS-3 disparo cercano ejecutado en extremo W.

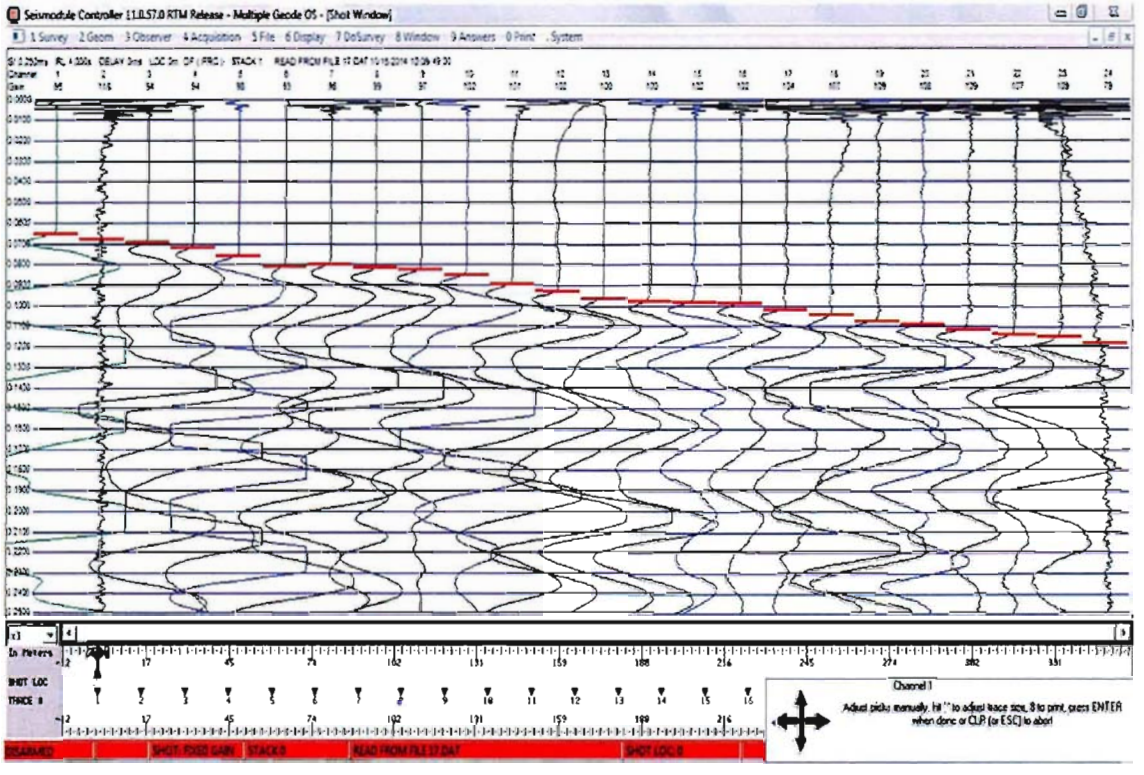


Registro sísmico N°15. Perfil PS-3 disparo lejano ejecutado en extremo W.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



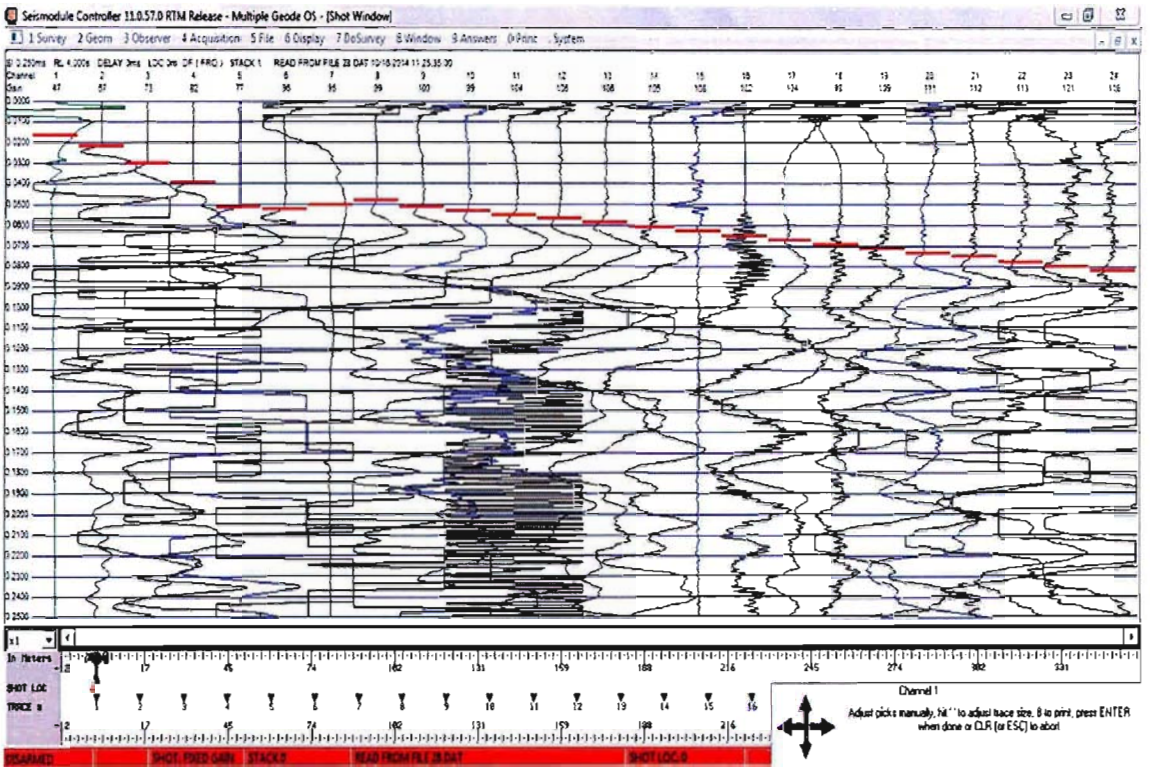
Registro sísmico N°16. Perfil PS-3 disparo cercano ejecutado en extremo E.



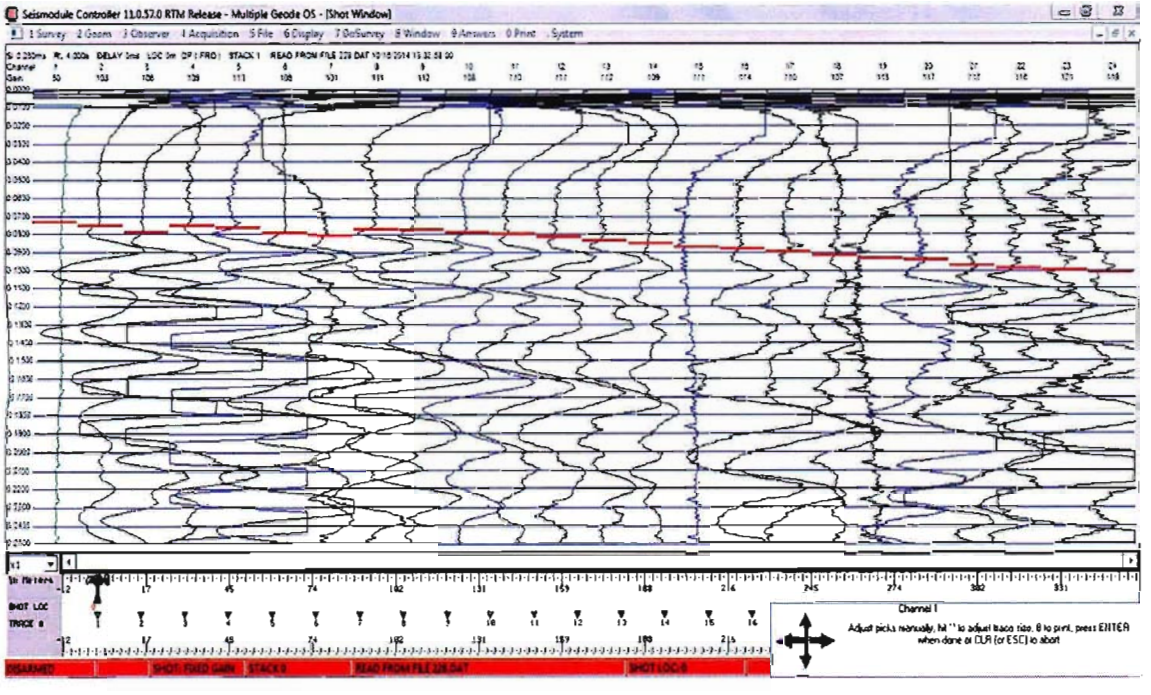
Registro sísmico N°15. Perfil PS-2 disparo lejano ejecutado en extremo NE.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

REGISTRO SISMICO PERFIL SS-4

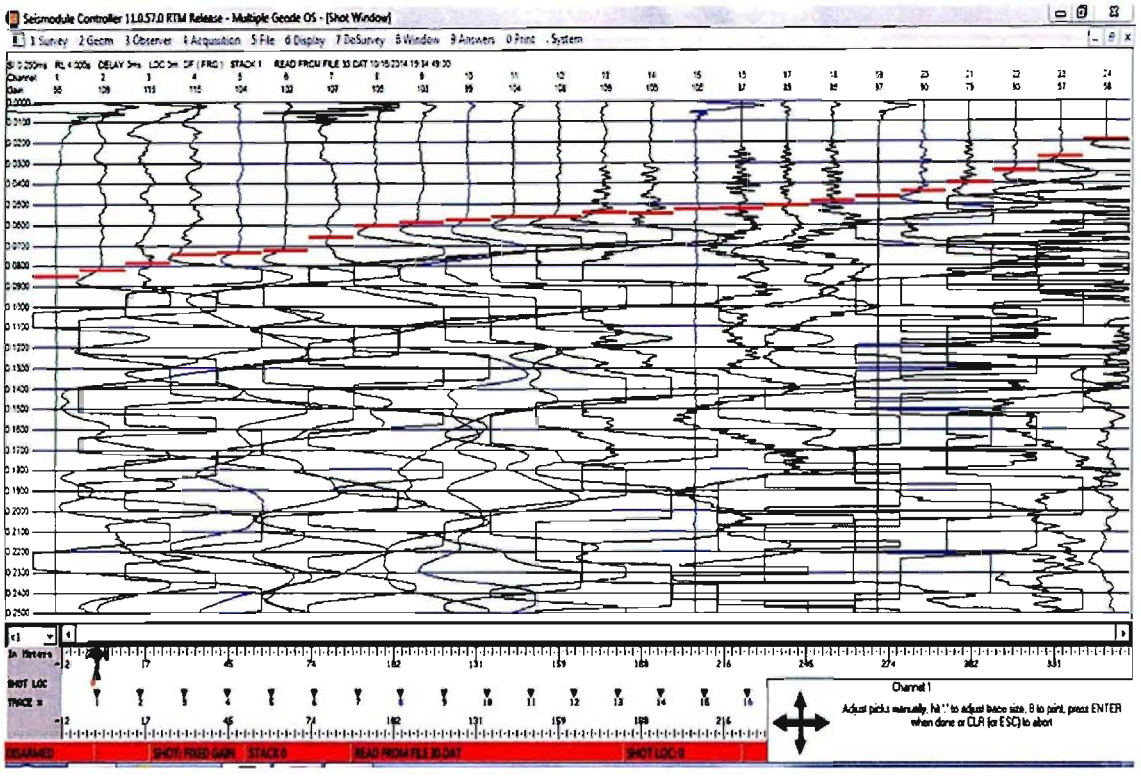


Registro sísmico N°28. Perfil SS-4 disparo cercano en tramo 1, ejecutado en extremo NW.

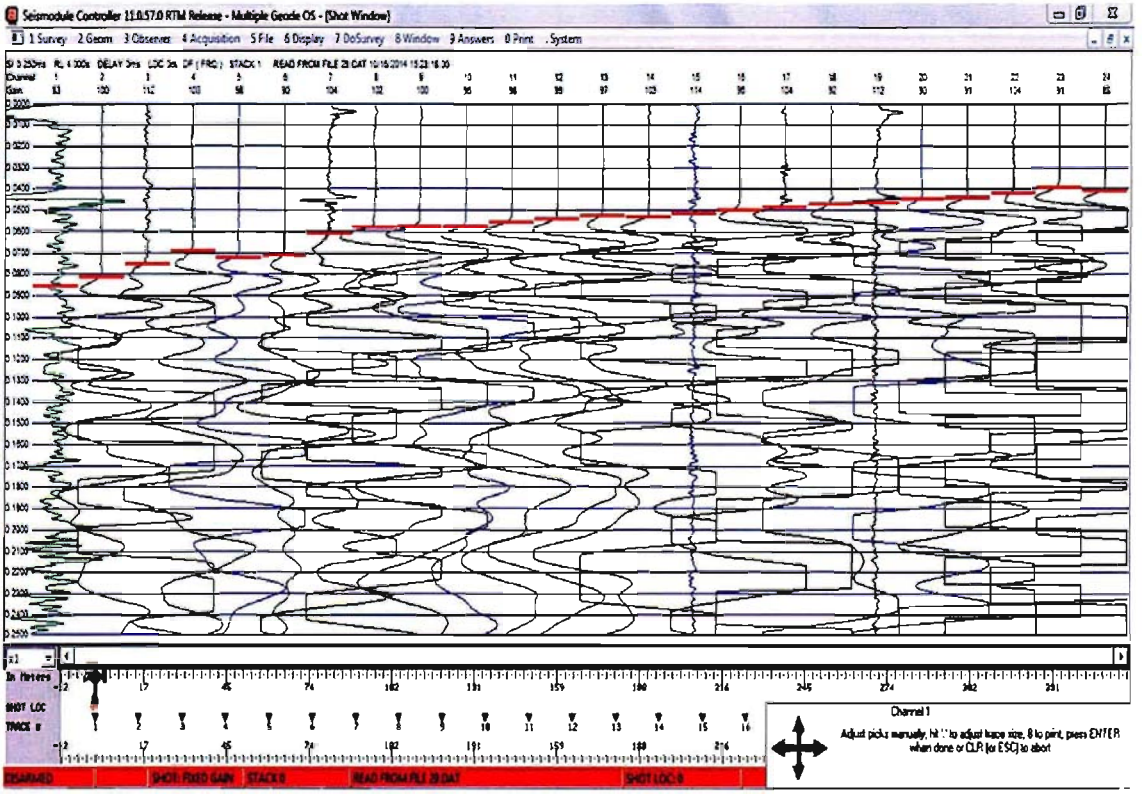


Registro sísmico N°228. Perfil SS-4 disparo lejano en tramo 1, ejecutado en extremo NW.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

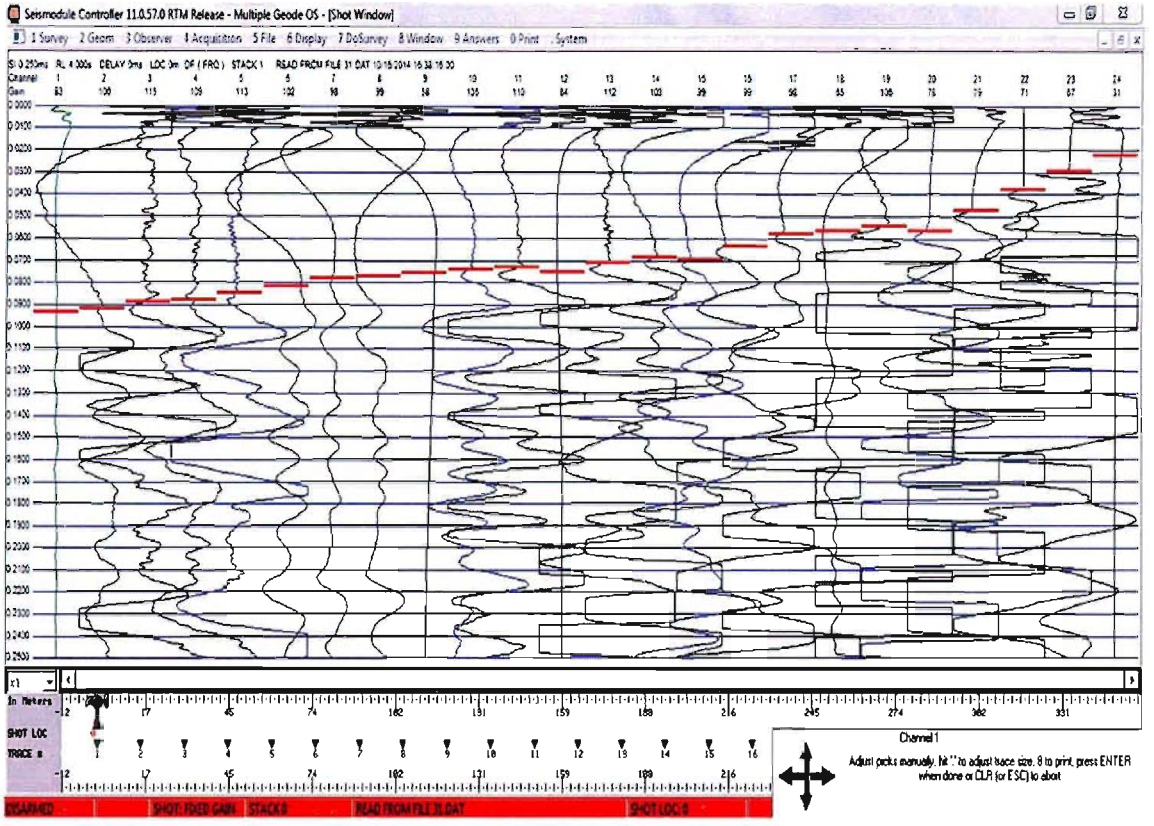


Registro sísmico N°30. Perfil SS-4 disparo cercano en tramo 1, ejecutado en extremo SE.

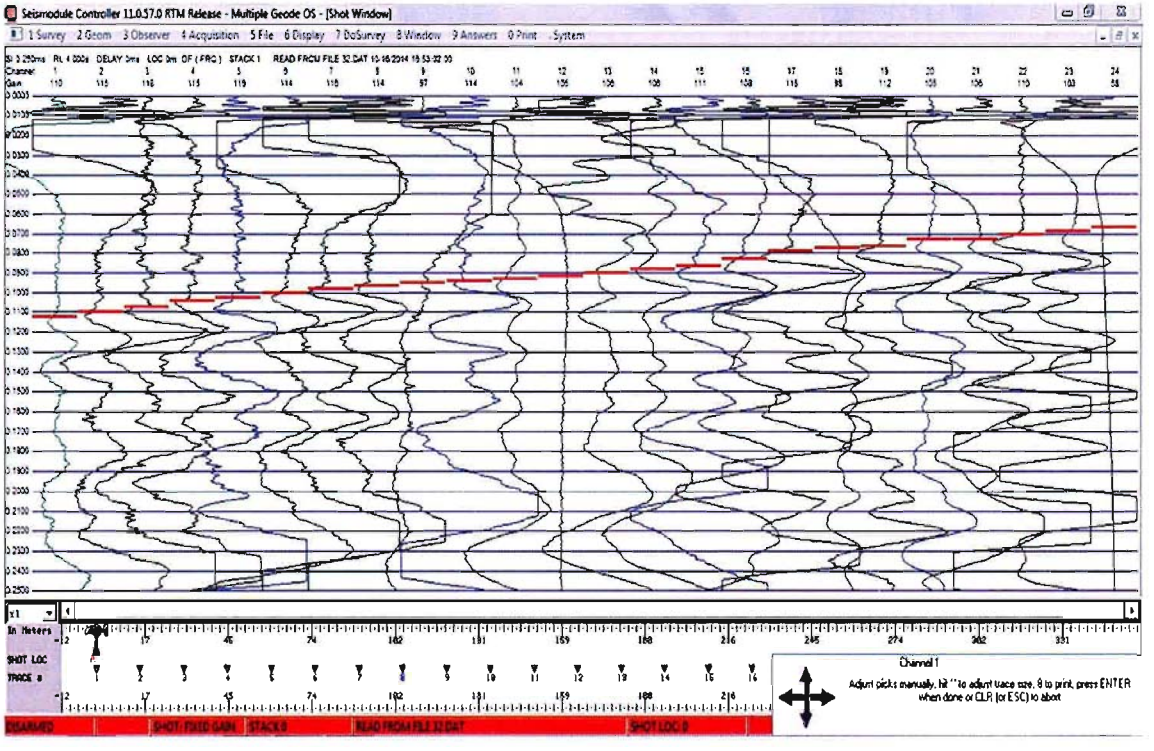


Registro sísmico N°29. Perfil SS-4 disparo lejano en tramo 1, ejecutado en extremo SE.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

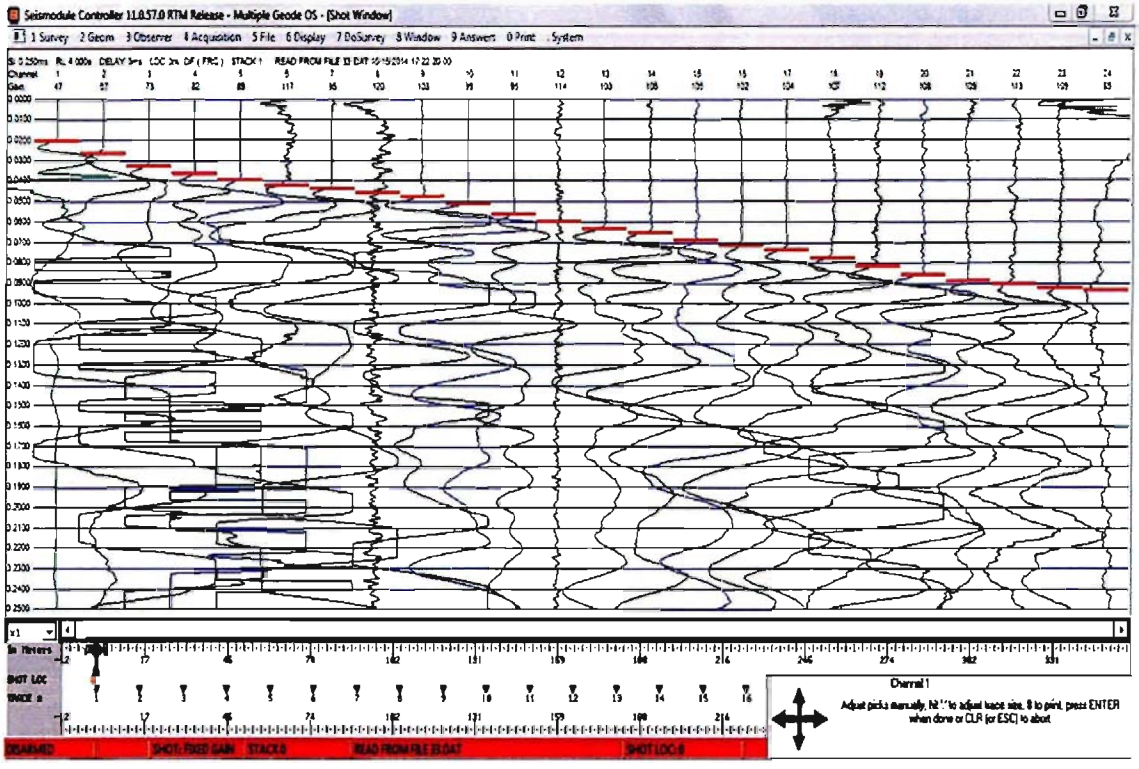


Registro sísmico N°31. Perfil SS-4 disparo cercano tramo 2, ejecutado en extremo SE.

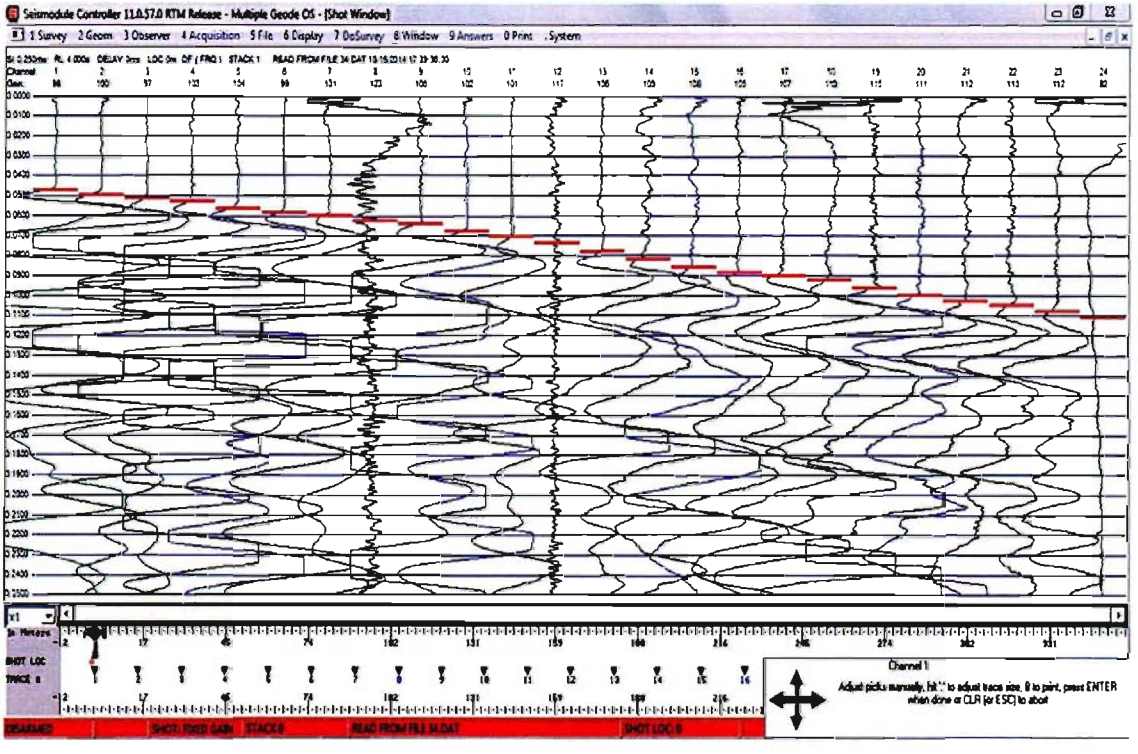


Registro sísmico N°32. Perfil SS-4 disparo cercano tramo 2, ejecutado en extremo SE.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



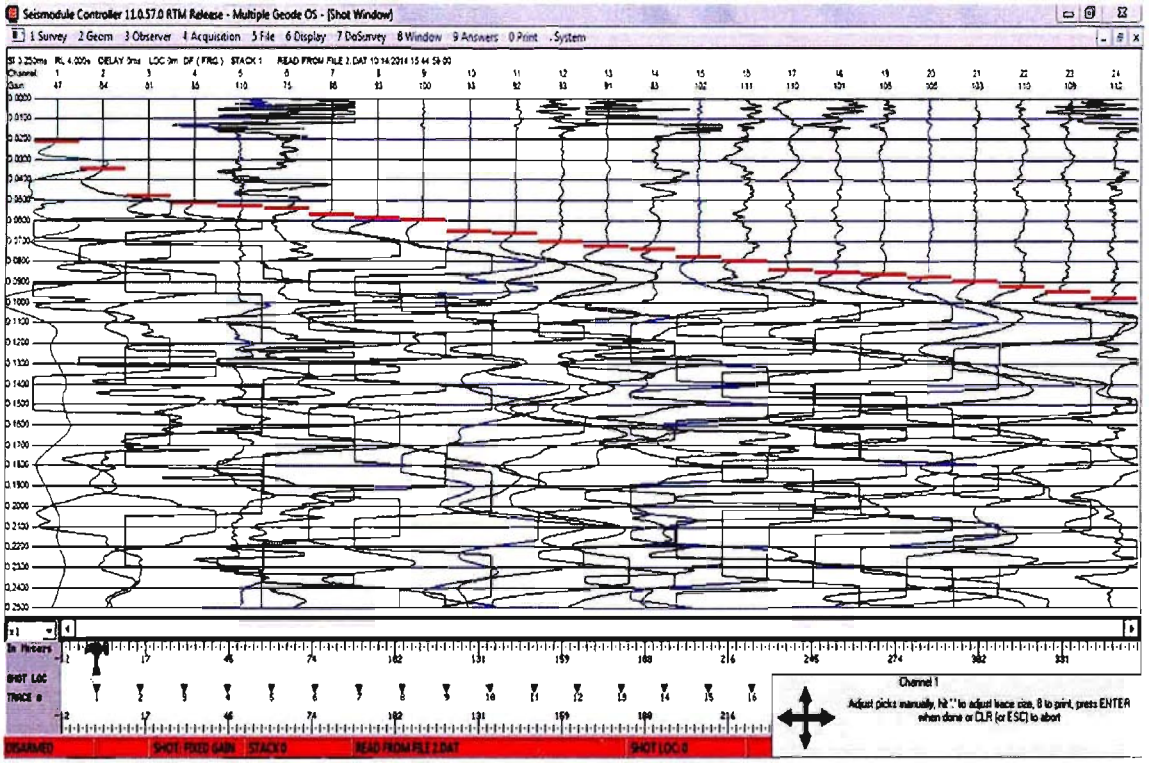
Registro sísmico N°33. Perfil SS-4 disparo cercano tramo 2, ejecutado en extremo SE.



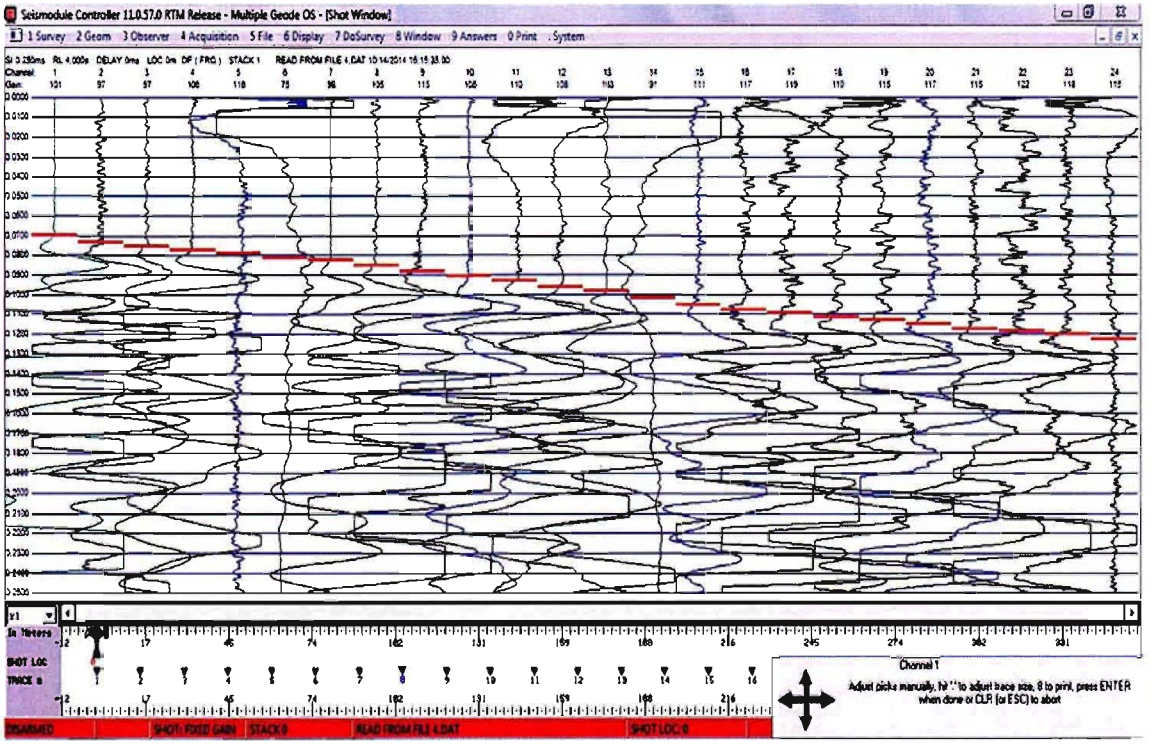
Registro sísmico N°34. Perfil SS-4 disparo cercano tramo 2, ejecutado en extremo SE.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

REGISTRO SISMICO PERFIL SS-2

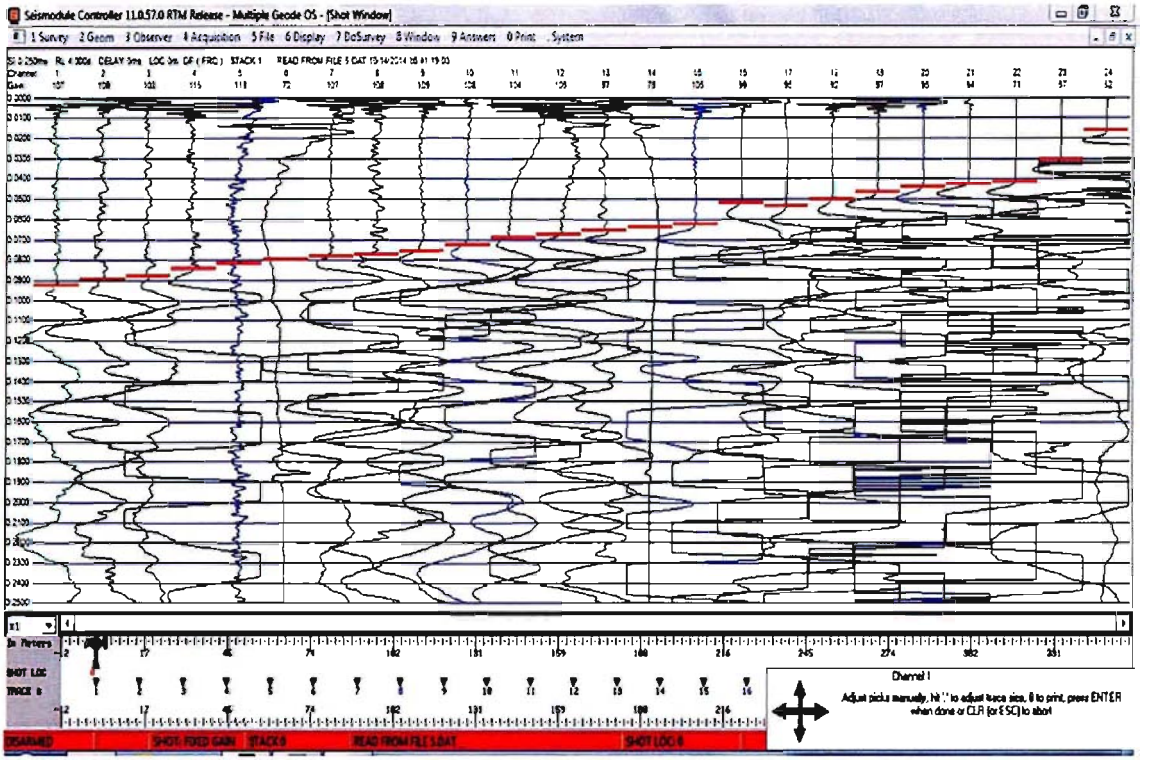


Registro sísmico N°2. Perfil SS-2 disparo cercano ejecutado en extremo E.

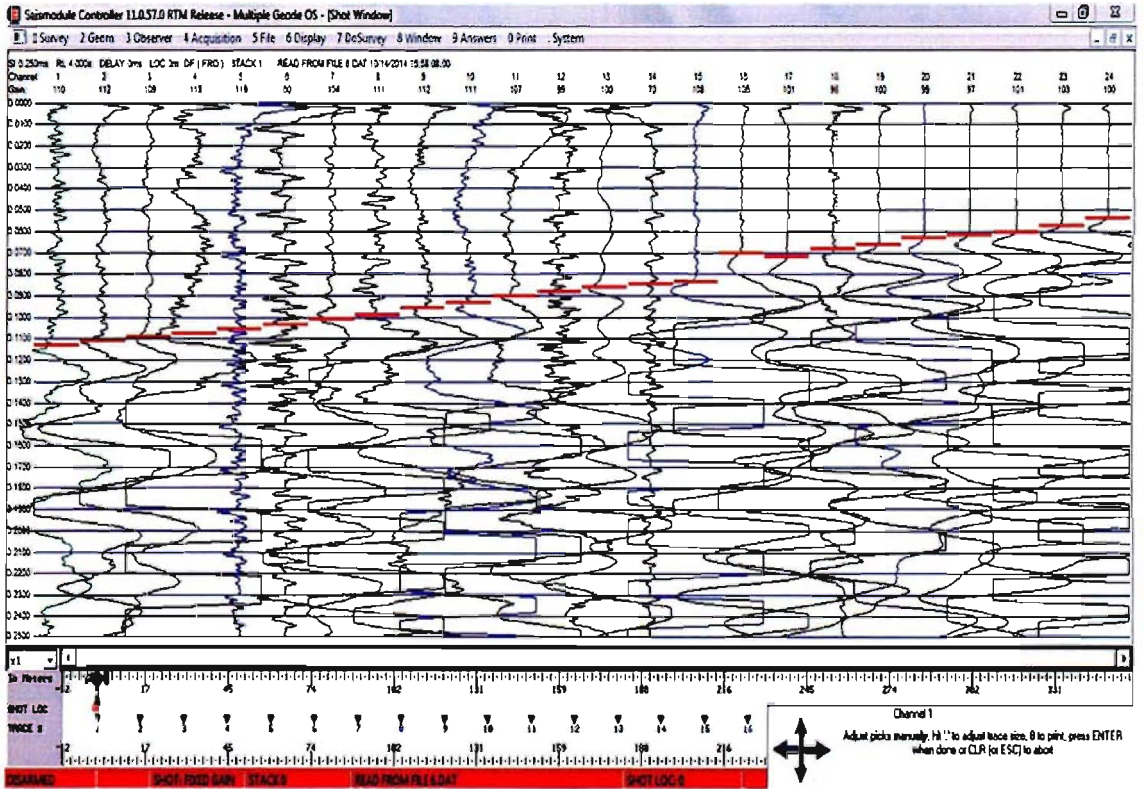


Registro sísmico N°4. Perfil SS-2 disparo lejano ejecutado en extremo E.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



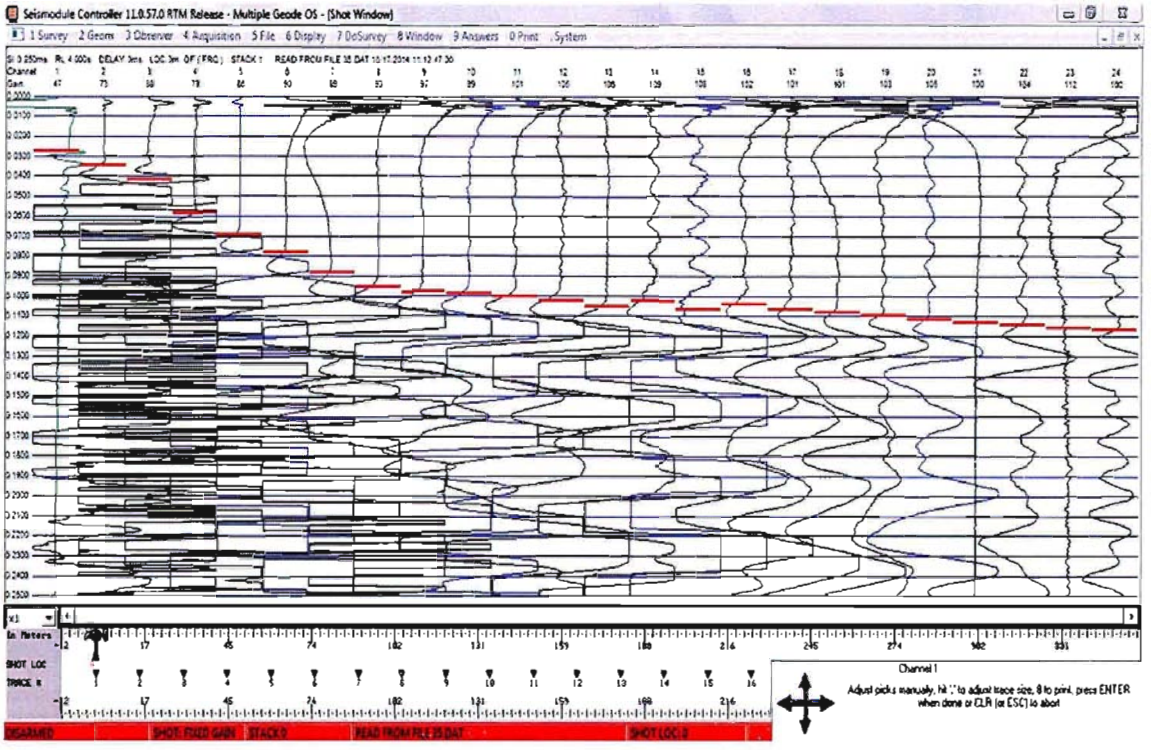
Registro sísmico N°5. Perfil SS-2 disparo cercano ejecutado en extremo W.



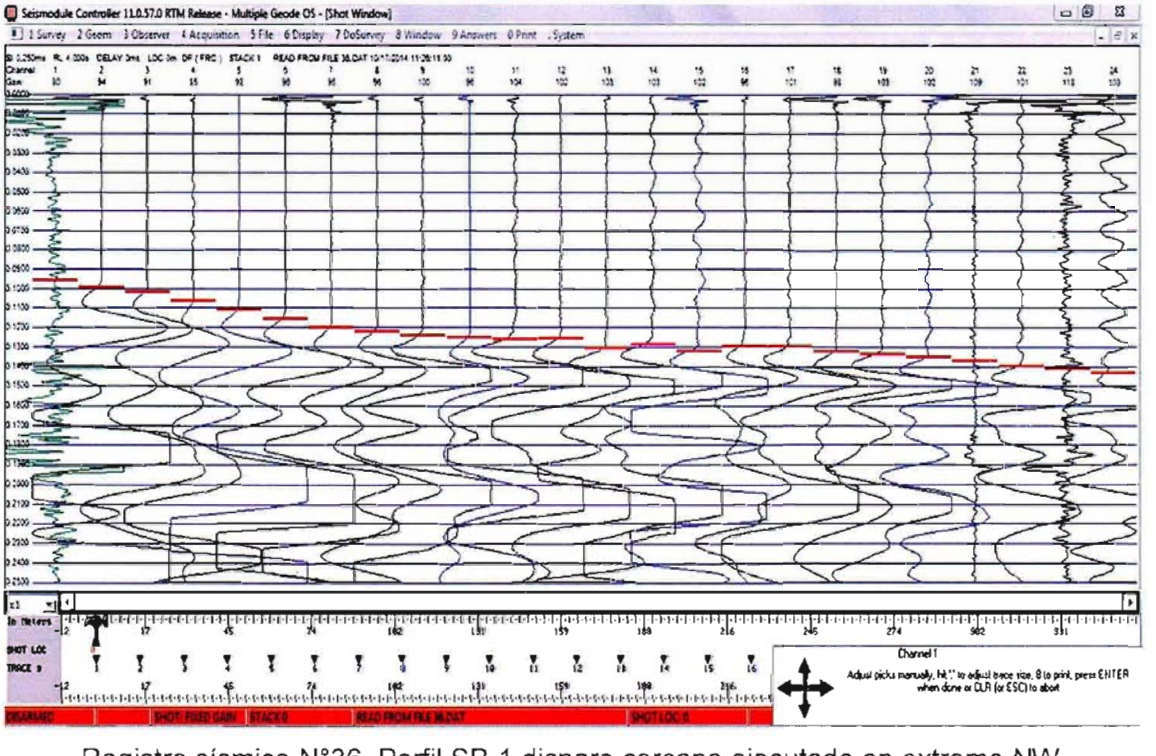
Registro sísmico N°6. Perfil SS-2 disparo lejano ejecutado en extremo W.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

REGISTRO SISMICO PERFIL SB-1

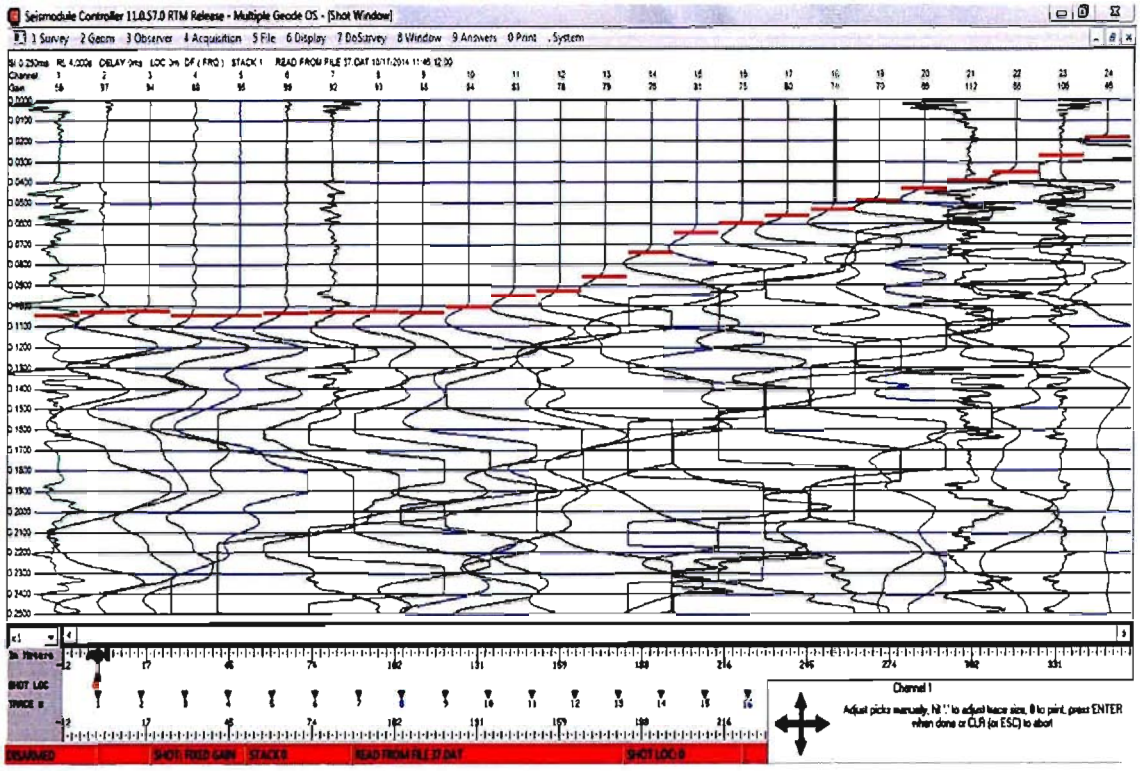


Registro sísmico N°35. Perfil SB-1 disparo cercano ejecutado en extremo NW.

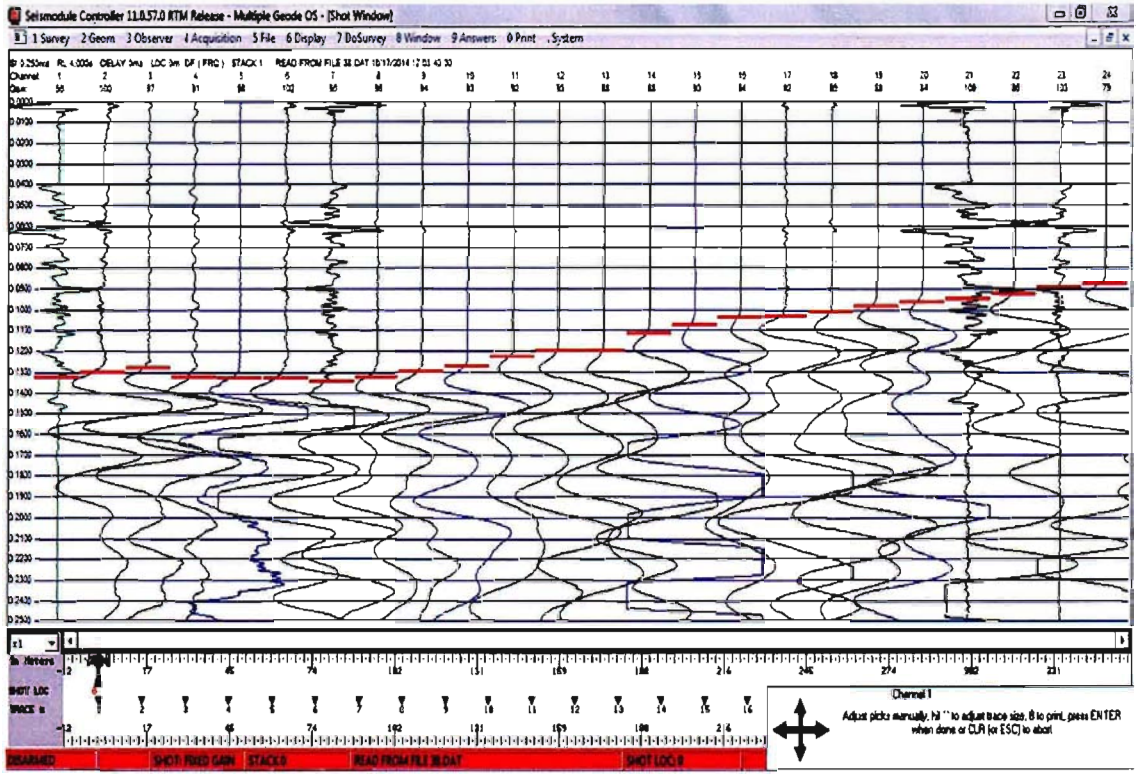


Registro sísmico N°36. Perfil SB-1 disparo cercano ejecutado en extremo NW.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



Registro sísmico N°37. Perfil SB-1 disparo cercano ejecutado en extremo SE.



Registro sísmico N°38. Perfil SB-1 disparo lejano ejecutado en extremo SE.

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

ANEXO 3 PLANOS

DPI LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CANAL BUZETA

Anexo 8

Santiago, mayo de 2015

CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

ARCADIS
Infrastructure · Water · Environment · Buildings

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-3000-GO-INF-002_C

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL CANAL BUZETA

***NOTA: Nueva codificación reemplaza al documento: 4184-0000-GO-INF-004**

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	S. Rivano	P. Talloni	P. Zuñiga	Coordinación Interna
	Fecha	27.08.14	27.08.14	27.08.14	
B	Nombre Firma	S. Rivano	P. Talloni	P. Zuñiga	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	28.08.14	28.08.14	28.08.14	
C	Nombre	S. Rivano	P. Talloni	P. Zuñiga	Revisión y Aprobación Cliente
	Firma	13.11.14	13.11.14	13.11.14	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL CANAL BUZETA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 5
2 OBJETIVOS 5
3 UBICACIÓN DEL CANAL BUZETA 5
4 ANTECEDENTES BIBILIOGRÁFICOS 6
4.1 DIRECCIÓN DE RIEGO - MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS 6
4.2 SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA. SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA 6
5 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL 6
6 GEOLOGÍA DEL CANAL BUZETA 7
6.1 UNIDADES DE ROCAS. 7
6.2 UNIDADES DE SUELOS 12
6.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL. 13
6.4 SECTORIZACIÓN GEOLÓGICA DEL CANAL BUZETA 13
6.4.1 Sector 1 Salamanca- Entrada a El Tambo 14
6.4.2 Sector 2 El Tambo- Mayacún. 16
6.4.3 Sector 3 Estero Camisa 18
6.4.4 Sector 4 Cerro Colliguay o El Bato 19
6.4.5 Sector 5 Tahuinco 22
6.4.6 Sector 6 Cerro El Cobre – Quebrada Collico. 24
6.4.7 Sector 7 Estero Limahuida 28
6.4.8 Sector 8 Extremo Norte del Cordón La Viuda 29
6.4.9 Sector 9 Llano Las Cañas. 29
7 PELIGROS QUE PUEDEN AFECTAR LA ESTABILIDAD FÍSICA DEL CANAL. 31
8 CONCLUSIONES 32
9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 32

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A Mapa Geológico y Sectorización del Canal Buzeta

LISTADO DE FIGURAS

Figura 3-1: Localización del Canal Buzeta en trazo blanco. Flechas azules indican sentido de escurrimiento 5

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 6-1.- Detalle del costado a cerro del canal en la ladera NW del cerro Caracha, mostrando la cubierta regolítica (Qcg) y la granodiorita de la unidad Chalinga subyacente..... 8

Fotografía 6-2.- Detalle de la pared del muro a cerro del canal Buzeta en el sector del Co. Caracha, mostrando el fracturamiento subvertical moderado de la roca fresca y los abundantes xenolitos que contiene..... 9

Fotografía 6-3.- Detalle de un afloramiento de la unidad Limahuida en el sector del cerro El Cobre – quebrada Collico, en el que se aprecia el fracturamiento subvertical subparalelo a la dirección NS. Se aprecia el color gris muy claro con tintes verdosos 10

Fotografía 6-4.- Detalle de otro afloramiento de la unidad Limahuida cercano al anterior mostrando diaclasamiento subhorizontal. Se notan además núcleos de epidota..... 10

Fotografía 6-5.- Detalle del aspecto y textura de las facies de contacto entre las dos unidades de la Superunidad Illapel. Se aprecia una zona brechizada hacia la izquierda de la muestra. Lugar: quebrada Los Guayacanes, al oeste inmediato del cerro El Cobre..... 11

Fotografía 6-6.- Otro bloque de la zona de contacto mostrando textura porfiroide. En el mismo lugar de la fotografía anterior..... 11

Fotografía 6-7.- Sector de inicio del canal Buzeta a partir de la Bocatoma, mostrando el suelo que cubre la llanura de inundación del valle del río Choapa. Vista hacia el SSW. 15

Fotografía 6-8.- Costado a cerro del canal en el sector de la ladera N del cerro Caracha, Se observa la transición entre la roca meteorizada y al cubierta regolítica de suelo. 15

Fotografía 6-9.- Costado a cerro del canal en sector próximo de Fotografía 6-8 pero algunos metros aguas abajo, mostrando la roca sana con xenolitos y fracturamiento subvertical moderado. 16

Fotografía 6-10.- Aspecto de la cubierta coluvial fina en el sector de El Tambo-Mayacún. Se trata principalmente de arenas finas, en parte con gravas medias, afectadas por fenómenos de deslizamientos locales hacia el canal. 17

Fotografía 6-11 En el mismo sector de la fotografía anterior se observa el sustrato rocoso (unidad Chalinga) subyaciendo inmediatamente a la cubierta coluvial fina..... 17

Fotografía 6-12.- Vista del canal en el sector de la villa Camisa en donde el canal cruza sedimentos coluviales de la quebrada Vetarrón. Se aprecia como solo se ha construido un muro de hormigón en el costado a valle del canal. 18

Fotografía 6-13.- Vista del canal Buzeta en el sector del estero Camisa. Se aprecian los depósitos coluviales superficiales y la roca intensamente meteorizada. Vista hacia el SW. Línea azul indica ubicación del canal y sentido de escurrimiento del mismo. 20

Fotografía 6-14.- Detalle de un afloramiento de la Unidad Chalinga mostrando el intenso fracturamiento subortogonal que ella presenta. 20

Fotografía 6-15.- Otro aspecto del detalle del fracturamiento de la unidad Chalinga en el cerro Colliguay, que permite inferir la existencia de un cruce de fallas NS y NW que afectan la calidad de la roca. 21

Fotografía 6-16.- Panorama hacia aguas arriba del sector del canal en donde han ocurrido deslizamientos sucesivos de la cobertura coluvial. Se aprecia además la gran pendiente de la ladera. En azul se indica sentido de escurrimiento del canal. 21

Fotografía 6-17.- Detalle del muro de gaviones que protege la ruta Salamanca- Embalse Corrales en el sector del deslizamiento de la fotografía anterior. En azul se indica localización del canal y sentido de escurrimiento. 22

Fotografía 6-18.- Vista panorámica de un corte en el glacis de la quebrada La Mostaza mostrando la roca granodiorítica meteorizada y peneplanizada. Sector de Tahuinco, vista hacia el SW. 23

Fotografía 6-19.- Vista y detalle del talud de la fotografía anterior se visualiza la fuerte meteorización y fracturamiento del macizo rocoso. 23

Fotografía 6-20.- Detalle tomado en el costado derecho de la fotografía 6-20, ilustrando el estado de degradación de la roca (Unidad Chalinga), el fracturamiento y la delgada cubierta coluvial fina de color rojizo con un contenido significativo de finos. 24

Fotografía 6-21.- Detalle de afloramientos más frescos de la Unidad Limahuida en el costado a cerro del canal. La mayoría de los bloques que se observan corresponden al resultado de la intersección de diaclasas y /o fracturas subortogonales entre sí. 25

Fotografía 6-22.- Otro detalle del borde del canal, siempre hacia aguas abajo. Se observan bloques angulosos inmersos en la matriz de arena gravosa, manteniendo las relaciones espaciales originales (bloques in situ). 26

Fotografía 6-23.- Cubierta coluvial de la Unidad Limahuida entre el cerro El Cobre y la quebrada Collico 26

Fotografía 6-24.- Vista de un sector del canal entre el cerro El Cobre y la quebrada Collico, mostrando el aspecto de los bloques regolíticos de la Unidad Limahuida, muy angulosos comparados con los de la Unidad Chalinga y, en general, de colores más claros. 27

Fotografía 6-25.- Detalle de una reparación provisoria del costado a valle del canal, luego de un importante socavamiento generado por obturación del canal. 27

Fotografía 6-26.- Vista general del socavamiento que produjo el canal en el sector del desborde de la fotografía anterior. 28

Fotografía 6-27.- Vista de un sector del valle del estero Limahuida mostrando las filtraciones desde el canal, las que han originado zonas de pasto verdes como las que se observan en la imagen. 29

Fotografía 6-28.- Aspecto general de paisaje de los llanos de Las Cañas en donde concluye el canal Buzeta. Vista hacia el oeste; se destaca la baja pendiente del terreno. 30

1 INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto "Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Buzeta", ARCADIS Chile ha ejecutado una campaña de terreno consistente en la ejecución de inspecciones visuales al canal Buzeta con el fin de identificar las condiciones geológicas y geotécnicas de los terrenos en el que está excavado.

2 OBJETIVOS

El presente informe tiene como objetivo esencial la caracterización geológico-geotécnica del trazado del canal Buzeta, con énfasis en las condiciones de estabilidad del mismo, para determinar las necesidades de mejoramiento desde el punto de vista de reparaciones, sostenimientos y/o limpieza que aseguren la estabilidad física del canal.

3 UBICACIÓN DEL CANAL BUZETA

El trazado del canal Buzeta se localiza en la parte sur de la IV Región de Coquimbo, en la provincia de Choapa, a lo largo del flanco izquierdo del valle del río Choapa, el principal río de la zona. En la **Figura 3-1** se presenta la ubicación en planta de las áreas de interés.

Figura 3-1: Localización del Canal Buzeta en trazo blanco. Flechas azules indican sentido de escurrimiento.

4 ANTECEDENTES BIBILIOGRÁFICOS

4.1 DIRECCIÓN DE RIEGO - MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

- OME-30. MEJORAMIENTO CANAL BUZETA. AC Ingenieros Consultores. OME 30. 1993.

En este estudio se describe de manera muy general el marco geológico del canal Buzeta, poniendo énfasis en los antecedentes geotécnicos realizados para un proyecto de túnel que no se construyó. No hay referencias ni descripción de los túneles existentes a la fecha del estudio.

4.2 SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA. SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA.

- HOJA ILLAPEL, Región de Coquimbo. Carta Geológica de Chile N° 69 escala 1:250.000. Chile, 1991.

Documento correspondiente al levantamiento geológico a escala 1:250.000 de la Cordillera de la Costa, con el tramo ubicado entre los 31° y 32° de Lat. Sur. Se describen las unidades de rocas y de suelos que son características del Norte Chico. En particular se describen las rocas intrusivas en las que se enmarca mayormente el canal Buzeta.

5 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

El canal Buzeta se enmarca en la unidad geomorfológica denominada Mediana Montaña, que, a partir de los 32° Lat. Sur, reemplaza aproximadamente a la Depresión o Valle Central ampliamente desarrollado más al sur. La Mediana Montaña tiene como límites naturales el borde occidental de un complejo batolítico esencialmente granodiorítico, con variaciones desde dioritas hasta gabros dioríticos. El límite oriental coincide con una línea que sigue el trazado de la ruptura de relieve marcada al este de Salamanca, representada por Falla Llimpo y por el borde occidental del Cordón de Fredes. Este complejo de rocas intrusivas, de varios centenares de km de elongación NS, ocupa entonces la mayor parte de los cordones transversales que se deprenden desde la Cordillera de los Andes hasta unirse con la Cordillera de la Costa (Paskoff, 1970; Rivano y Sepúlveda, 1991) y que conforman la Mediana Montaña.

El complejo batolítico ha sido denominado Superunidad Illapel, reconociéndose en esta al menos dos unidades: la Unidad Chalinga, esencialmente granodiorítica con variaciones a facies dioríticas y/o gabroicas y la Unidad Limahuida, que corresponde a granodioritas hololeucocráticas con profusión de vetillas de clorita y epidota y con muy escasos ferromagnesianos presentes. Además, esta unidad presenta un sistema de fracturas subverticales muy penetrativo, que lo diferencia de la Unidad Chalinga.

Un conjunto de dataciones de oeste a este de la Superunidad Illapel muestra que existe una variación desde edades más viejas, 120-130 Ma, en el borde occidental hasta edades de 90 Ma aproximadamente en su borde oriental, lo que sugiere que se trataría de una serie de eventos de intrusión a lo largo de 50 millones años desde el Cretácico Inferior al Cretácico Superior (Rivano y Sepúlveda, 1991.)

El canal Buzeta se localiza en la parte media o central de la unidad geomorfológica Mediana Montaña y por ende en las rocas intrusivas que la componen y, localmente, en depósitos cenozoicos de variado origen relacionados con el desarrollo del valle del rio Choapa (Anexo A).

6 GEOLOGÍA DEL CANAL BUZETA

El canal Buzeta tal como ya fue mencionado, se sitúa en el flanco sur (izquierdo) del valle del río Choapa (Figura 3-1), aguas arriba de Salamanca, en depósitos fluviales cuaternarios en donde el río puede cambiar de curso durante crecidas importantes afectando las obras de aducción, situación que es válida sólo para los primeros 700 metros iniciales del canal.

En su desarrollo hacia el oeste el canal cruza, alternativamente, sectores de rocas intrusivas, con meteorización intensa y desarrollo de una potente capa de maicillo, y depósitos coluviales derivados de ellas. También involucra a sectores con depósitos de conos de deyección procedentes de quebradas de segundo y tercer orden. En los cruces de los esteros Camisa y Limahuida y en el sector de Canelillo, antes de la confluencia con el río Illapel, el canal atraviesa depósitos de suelos antiguos, aterrazados, formados por gravas y arenas, semilitificados, pertenecientes a la Formación Confluencia (Mioplioceno). El canal Buzeta concluye su recorrido en estos últimos depósitos.

A continuación se describen las diferentes unidades geológicas de suelos y rocas reconocidos a lo largo del razado del canal; además se han mapeado, dentro de lo posible, las áreas de filtración de aguas desde el canal cuando es evidente la relación causal entre ambos.

6.1 UNIDADES DE ROCAS.

Superunidad Illapel.

Corresponde a un macizo intrusivo de dimensiones batolíticas que constituye el sustrato rocoso de la zona de emplazamiento del canal Buzeta. La mayor parte de sus afloramientos se encuentran alterados y/o meteorizados y en las zonas bajas del valle y en quebradas afluentes están cubiertos por suelos con intenso uso agrícola. Berg y Charrier (1987) señalaran que corresponden a una unidad compuesta por varios eventos intrusivos; sin embargo para los efectos del estudio del trazado del canal se consideran solo dos unidades:

La unidad Chalinga, que es la mayor en extensión y en volumen, y la unidad Limahuida que posee características texturales y estructurales específicas, que se localiza hacia la parte media de la Superunidad Illapel.

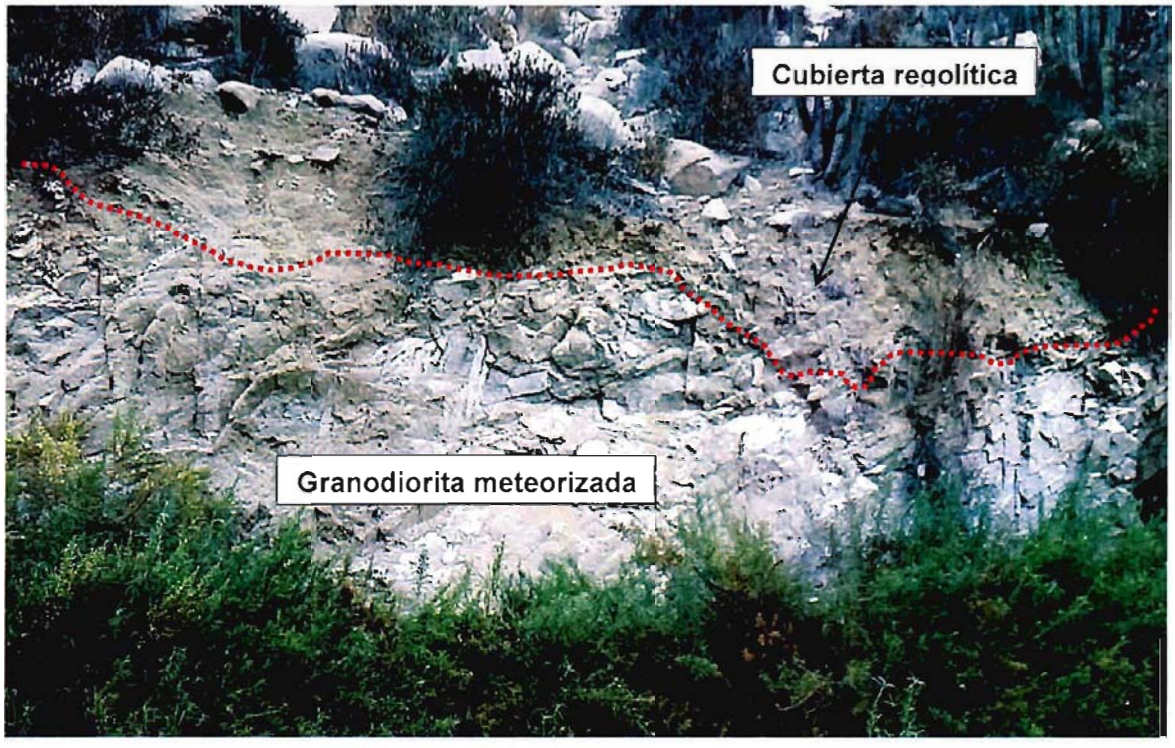
Unidad Chalinga.

Constituye aproximadamente el 95% de la Superunidad Illapel; incluye desde dioritas de anfíbola y piroxeno, hasta sienogranitos de anfíbola, pasando por tonalitas, granodioritas y monzodioritas. La textura predominante es equigranular, de grano fino a medio, aun cuando localmente en zonas de borde se desarrollan facies con texturas porfíricas de grano grueso. La roca, de color gris claro a medio, tiene un aspecto homogéneo con sectores donde localmente se observan xenolitos gris oscuros, a veces con textura porfíricas. Es frecuente la presencia de filones andesíticos de anchos variables entre1 y 2 m.

La roca cuando está fresca tiene un resistencia a la compresión simple estimada entre 150 y 250 MPa.

Los afloramientos normalmente se encuentran cubiertos por una capa regolítica de espesor variable de 1 a más de 5 m la cual, en profundidad, pasa gradualmente a la roca fresca (**Fotografía 6-1**). Toda la unidad está afectada por diaclasamiento y fracturas regionales; presenta un fracturamiento moderado entre 3 y 6 ff/m (**Fotografía 6-2**).

Fotografía 6-1.- Detalle del costado a cerro del canal en la ladera NW del cerro Caracha, mostrando la cubierta regolítica (Qcg) y la granodiorita de la unidad Chalinga subyacente.



Fotografía 6-2.- Detalle de la pared del muro a cerro del canal Buzeta en el sector del Co. Caracha, mostrando el fracturamiento subvertical moderado de la roca fresca y los abundantes xenolitos que contiene.

Unidad Limahuida

Esta unidad aflora entre el cerro El Cobre (852 m.s.n.m.) y la ladera oriental del valle de Limahuida, con orientación submeridiana. Está compuesta en su gran mayoría por granodioritas hololeucocráticas de grano medio en la cual predominan los fenocristales de cuarzo y feldespato; el color es blanco a gris muy claro con tintes verdosos.

Suele presentar vetillas y venas de ferromagnesianos alterados completamente a clorita y/o epidota (**Fotografía 6-3 y Fotografía 6-4**). Las vetas pueden ser subparalelas a un intenso fracturamiento subvertical y subhorizontal predominante, y con frecuencias de fracturas entre 6 a y 8 ff/m. Las fracturas subverticales son subparalelas a la orientación NS, mientras que las fracturas subhorizontales tienen un rumbo NE general y mantean con ángulos de 20° o menores al SE (**Fotografía 6-3 y Fotografía 6-4**).

Fotografía 6-3.- Detalle de un afloramiento de la unidad Limahuida en el sector del cerro El Cobre – quebrada Collico, en el que se aprecia el fracturamiento subvertical subparalelo a la dirección NS. Se aprecia el color gris muy claro con tintes verdosos

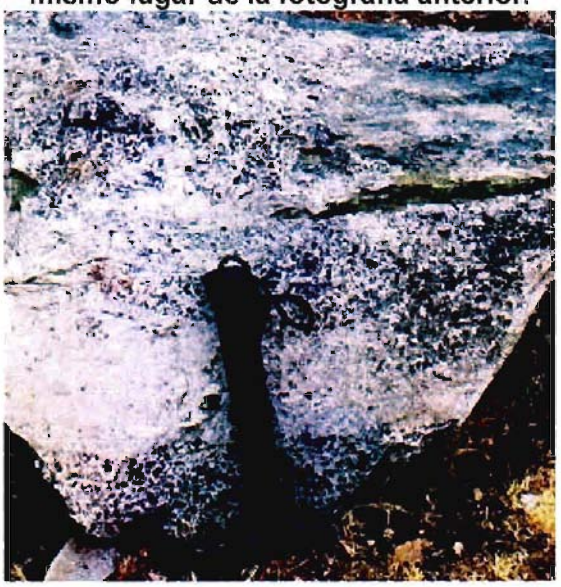
Fotografía 6-4.- Detalle de otro afloramiento de la unidad Limahuida cercano al anterior mostrando diaclasamiento subhorizontal. Se notan además núcleos de epidota.

La matriz de roca es extremadamente dura, estimándose una resistencia a la compresión simple cercana a los 250 MPa. Es notable que al romperse la roca no sigue necesariamente los planos de debilidad que supuestamente representarían las vetas o vetillas epidotizadas.

En los contactos entre las unidades Chalinga y Limahuida suelen presentarse facies de mezcla, con bandeamiento y flujo mineralógico (**Fotografía 6-5 y Fotografía 6-6**), crecimiento porfiroide y núcleos de epidota.

Fotografía 6-5.- Detalle del aspecto y textura de las facies de contacto entre las dos unidades de la Superunidad Illapel. Se aprecia una zona brechizada hacia la izquierda de la muestra. Lugar: quebrada Los Guayacanes, al oeste inmediato del cerro El Cobre.

Fotografía 6-6.- Otro bloque de la zona de contacto mostrando textura porfiroide. En el mismo lugar de la fotografía anterior.



Todas las rocas de la Superunidad Illapel poseen frecuentemente filones grises a grises oscuros de composición andesítica, con espesores entre 0,2 a 10 m los cuales pueden presentar textura porfírica.

6.2 UNIDADES DE SUELOS

A lo largo del canal se identificaron distintos tipos de suelos entre los que destacan.

Depósitos de Remociones en Masa (Qr)

Consisten en gravas gruesas matrizsoportadas, con bloques a veces métricos, con muy mala selección; la estratificación es inexistente. Son suelos generados por deslizamientos muy localizados, identificados a lo largo del canal en zonas de rocas muy meteorizadas y una cubierta coluvial gruesa importante. Su origen es claramente relacionado con el trazado del canal y por lo tanto se consideran como remociones con una alta componente antrópica. Generalmente corresponden a rocas muy meteorizadas y a la cubierta coluvial que han sido removilizadas.

Depósito Coluviales (Qc)

Son depósitos formados por arenas grises gruesas a finas, con bajo porcentaje de finos, presentado además grandes bloques redondeados de tamaños métricos. Estos depósitos están asociados directamente con los afloramientos de rocas intrusivas de la Superunidad Illapel, especialmente de la unidad Chalinga, de la que constituyen la cubierta coluvial normal. Los clastos son subangulosos demostrando un escaso transporte; en muchos casos muestran gradación con la roca meteorizada subyacente, dificultando la estimación de su espesor real, el que puede variar entre 0,5 m y más de 5 m.

Depósitos de Cono de Deyección (Qd).

En algunas pequeñas quebradas con fuerte pendiente se observaron depósitos de gravas y gravas arenosas gruesas depositadas en sus cauces y en los conos de deyección generados al pie de ellas. Los clastos son en general subredondeados a angulosos con escasa presencia de bloques redondeados de tamaño métrico. Son depósitos de poco espesor en el cauce de las quebradas, generalmente no mayor a 1 m, mientras que en los conos de deyección correspondientes pueden alcanzar espesores de hasta 5 m.

Depósitos Fluviales (Qf)

Consisten en gravas gruesas a medias con matriz de arenas limpias y escaso contenido de finos e intercalaciones de niveles arenosos estratificados. Los clastos son redondeados y la selección del material es moderada a buena. Ellos rellenan los cauces y llanuras de inundación actuales del río Choapa, así como también los esteros principales tales como el estero Camisas y localmente el estero Limahuida.

Depósitos de Terrazas del Río Choapa y Estero Camisa (Qt).

Son depósitos de gravas arenosas con clastos redondeados, matrizsoportadas, no litificado que forman terrazas bajas en ambos costados de la actual llanura de inundación de los cursos de agua principales, los cuales en general no superan los 2,0 m de altura sobre el cauce actual, mostrando una suave pendiente hacia el eje del valle. Estos depósitos soportan la mayor parte de la actividad antrópica del valle del Choapa, habiéndose desarrollado sobre ellos un suelo agrícola de uso intensivo.

Depósitos de Terrazas Antiguas de la Formación Confluencia (MPlc)

Son depósitos de gravas arenosas con clastos redondeados que frecuentemente muestran imbricación. Se presentan con un grado de cementación incipiente que les confiere compacidades medias a altas. Tales depósitos son comparables con los depósitos fluviales de la Formación Confluencia (MPlc(a)), tal como se ha descrito en la caracterización geológica de los túneles canales Bellavista, Villalón y Buzeta en Informe *4184-3000-GO-INF-001_Informe Geológico Túneles, Anexo 5* estudio de ARCADIS CHILE 2014). Estos depósitos constituyen los testimonios de la preexistencia de los valles y ríos principales (Limarí, Elqui y Choapa) desde al menos el Mioceno.

Además durante los trabajos de mapeo y revisión geológica en terreno se identificaron Sectores de Infiltración (Qi) de agua desde el canal hacia sectores bajo el canal. Corresponden a áreas directamente relacionadas al trayecto del canal localizadas inmediatamente vecinas y por debajo de éste. Se presentan como áreas no cultivadas en las que se desarrollan zonas húmedas con abundancia de pastos y vegetación nativa arbustiva, en general las extensiones son modestas, sus bordes bien definidos y siempre ubicadas por debajo de la cota del canal. No se incluyen las zonas de infiltración que no aparecen relacionadas al canal, por encontrarse muy alejadas de este.

6.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.

A lo largo del canal se observan sistemas de fracturas que tiene significado regional y que dan cuenta de la tectónica a que ha sido sometida la Superunidad Illapel.

Aun cuando no se observaron características típicas de fallas, es probable que algunas de estas fracturas correspondan a estas estructuras. Sin embargo, la gran mayoría de la estructuras planares y fotolineamientos, frecuentemente subparalelos, consistirían en diaclasamiento.

Los rumbos principales de las estructuras tienen direcciones NS y/o NW con actitud subvertical; otras presentan orientaciones NE con manteos de 20 a 30° hacia el SE.

En el detalle de los afloramientos la densidad del fracturamiento varía entre 3 y 8 ff/m.

6.4 SECTORIZACIÓN GEOLÓGICA DEL CANAL BUZETA

En base a la geología de la Hoja Illapel y al recorrido del canal se sectorizó geológicamente el canal Buzeta, de acuerdo a las características de los terrenos involucrados por éste, los que se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 6-1: Sectorización Geológica del Canal Buzeta

SECTOR	TIPO DE ROCA PREDOMINANTE	KM	EDAD
Salamanca – Entrada El Tambo	Unidad Chalinga; Suelos Coluviales Gruesos	0,00-5,00*	Cretácico y Cuaternario
El Tambo - Mayacún	Unidad Chalinga; Suelos Coluviales Finos	5,00-14,60	Cretácico y Cuaternario
Estero Camisa	Depósitos y Fluviales; Suelos Antrópicos y Depósitos Coluviales	14,60-19,40	Cuaternario
Cerro Colliguay	Unidad Chalinga Alterada y Meteorizada; Suelos Coluviales Finos	19,40-21,40	Cretácico y Cuaternario
Tahuinco	Unidad Chalinga Alterada y Meteorizada; Depósitos Coluviales Finos	21,40-31,00	Cretácico y Cuaternario
Cerro El Cobre – Quebrada Collico	Unidad Limahuida; cubierta coluvial	31,00-47,80	Cretácico y Cuaternario
Estero Limahuida	Unidades Limahuida y Chalinga; Depósitos Coluviales Gruesos	47,80-74,60	Cretácico y Cuaternario
Extremo Norte Cordón La Diuca	Unidad Chalinga	74,60-80,00	Cretácico
Llano Las Cañas	Formación Confluencia; Suelos Antrópicos	80,00-93,40	Mioceno -Plioceno

NOTA: El metraje del canal ha sido medido a partir del origen de éste, en el cauce del río Choapa.

Cabe añadir que en la tabla precedente se hace mención a las rocas o suelos predominantes, sin perjuicio de que existan localmente otros tipos de materiales.

6.4.1 Sector 1 Salamanca- Entrada a El Tambo.

Este primer sector tiene una longitud total de 5 km y se extiende desde el km 0, correspondiente a la Bocatoma del canal Buzeta en el río Choapa, hasta las primeras quebradillas de la ladera NW del cerro Caracha (1.172 M.s.n.m.) que domina la ciudad de Salamanca desde el sur. En este tramo se distinguen:

- Un primer tramo correspondiente a unos 0,75 km aproximadamente, que incluye el tramo del canal de aducción entre el río y la bocatoma del canal.

  En este tramo el canal está emplazado enteramente en suelos de gravas arenosas fluviales, con buena selección y redondeamiento de los clastos, de baja capacidad. Estos depósitos corresponden al cauce actual y a la terraza de inundación del rio Choapa (**Fotografía 6-7**). El tramo concluye en el sector de El Queñe.

Fotografía 6-7.- Sector de inicio del canal Buzeta a partir de la Bocatoma, mostrando el suelo que cubre la llanura de inundación del valle del río Choapa. Vista hacia el SSW.

- En el segundo tramo, de unos 0,47 km de longitud, el canal se instala en la localidad de El Queñe, en la parte más distal de un cono de deyección. El suelo consiste en gravas y arenas gravosas monomícticas de granulometría variable y con abundantes bolones métricos. El material se muestra casi siempre con meteorización avanzada.

  En el tercer tramo, el canal bordea la ladera del cerro Caracha hasta el final del sector en la ladera NW del cerro. La longitud total de este tramo es de unos 3,78 km. El canal se excavó en la cubierta coluvial gruesa y en la roca superficial subyacente. La cubierta superficial es un suelo regolítico con espesores entre 1 y más de 5 m de arena gruesa ("maicillo"), con abundantes bolones métricos de roca más sana (**Fotografía 6-8**). El sustrato rocoso corresponde a granodiorita de anfíbola y biotita de grano fino a medio, con grado de meteorización variable (W2 a W5) y con una densidad de fracturamiento de 4 a 6 ff/m (**Fotografía 6-9**).

Fotografía 6-8.- Costado a cerro del canal en el sector de la ladera N del cerro Caracha, Se observa la transición entre la roca meteorizada y al cubierta regolítica de suelo.

Fotografía 6-9.- Costado a cerro del canal en sector próximo de Fotografía 6-8 pero algunos metros aguas abajo, mostrando la roca sana con xenolitos y fracturamiento subvertical moderado.

El Sector 1 del canal Buzeta finaliza en el km 5,00 del balizado del canal.

6.4.2 Sector 2 El Tambo- Mayacún.

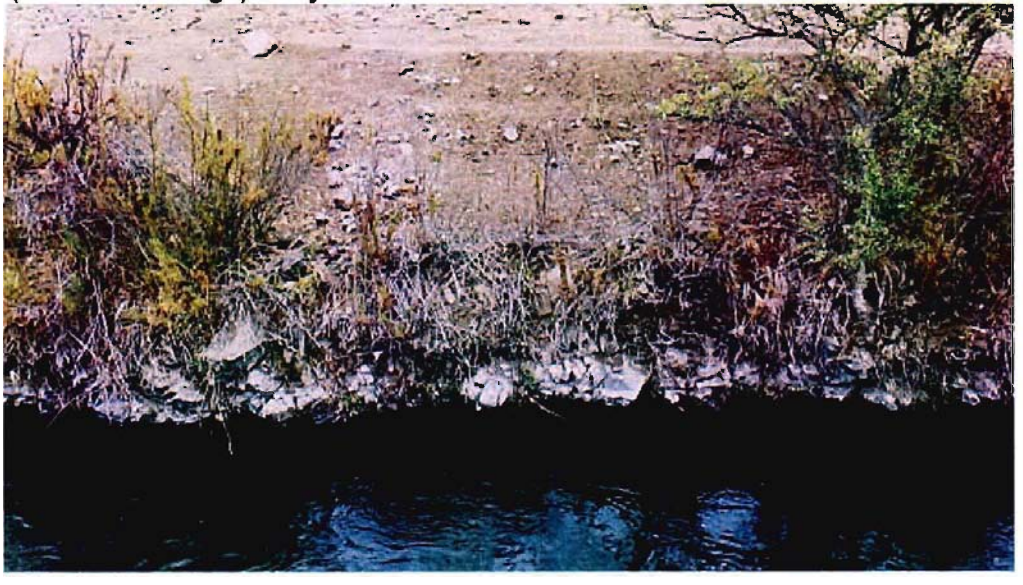
Este sector, con una longitud aproximada de 8,00 km, se inicia en los faldeos NW del cerro Caracha que miran hacia la localidad de El Tambo y continua por la ladera del mismo cerro, en el flanco oriental de curso medio del estero Camisa, en la zona de Mayacún-quebrada Cabrería.

El canal a lo largo de todo el tramo se excavó en roca granodiorítica superficial y localmente en depósitos coluviales finos (**Fotografía 6-10 y Fotografía 6-11**) que sobreyacen al sustrato rocoso. La granodiorita presenta anfíbolas de grano fino; esta roca puede observarse en algunos tramos del canal (**Fotografía 6-11**) medianamente meteorizada. La cubierta generalmente está constituida por depósitos regolíticos de arena fina a media con contenidos de finos variable depositados en pendientes suaves. Los escasos bloques corresponden a la roca infrayacente, los que raramente sobrepasan los 30 cm de eje mayor. Localmente el canal cruza depósitos coluviales de conos de deyección de quebradillas. Estos suelos coluviales consisten en gravas arenosas subangulosas y de poco espesor (< 1 m) En algunos sectores se observan fenómenos

de remoción en masa locales (**Fotografía 6-10**) y de importancia menor que pueden afectar al canal reduciendo la sección. El grado de fracturamiento de la roca es entre 4 y 6 ff/m. En este tramo se observan sectores locales con filtraciones desde el canal, especialmente en el sector de la casas del Tambo vecinas al canal y en el sector de Mayacún.

Fotografía 6-10.- Aspecto de la cubierta coluvial fina en el sector de El Tambo-Mayacún. Se trata principalmente de arenas finas, en parte con gravas medias, afectadas por fenómenos de deslizamientos locales hacia el canal.

Fotografía 6-11 En el mismo sector de la fotografía anterior se observa el sustrato rocoso (unidad Chalinga) subyaciendo inmediatamente a la cubierta coluvial fina.



El sector no presenta características locales que justifiquen una subdivisión en tramos. El sector 2, que finaliza en el Km 14,6.

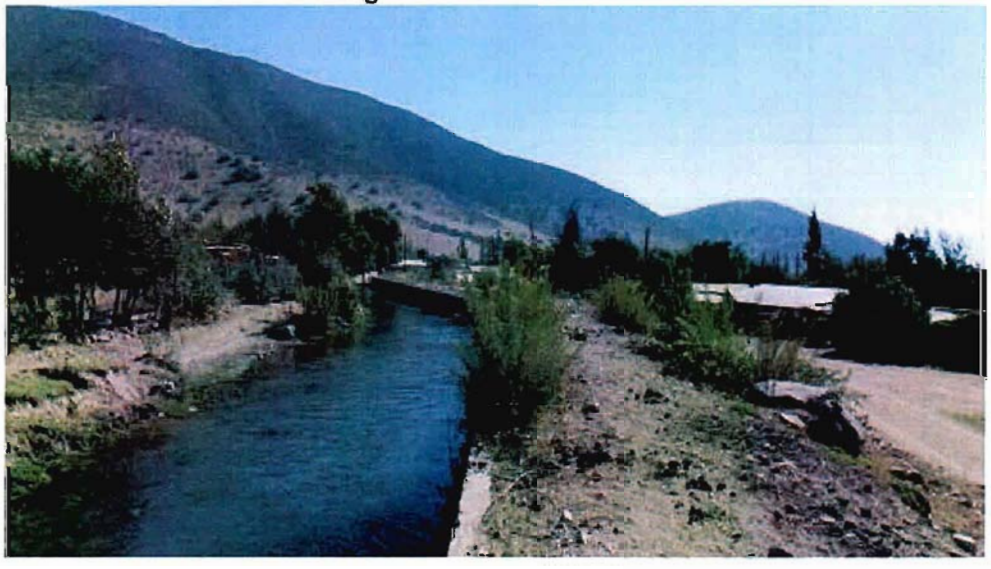
6.4.3 Sector 3 Estero Camisa.

Se inicia en el Km 14,60 del trazado del canal, en el flanco derecho del valle del estero Camisa y concluye en el Km 19,40, en al flanco izquierdo del mismo valle, con una longitud total de unos 4,80 km. El canal cruza principalmente depósitos coluviales y fluviales y, en menor proporción, depósitos regolíticos finos y el sustrato granodiorítico, similares a los ya descritos en el sector 2. Los suelos coluviales corresponden esencialmente a conos de deyección de las quebradas afluentes del estero Camisa provenientes de ambos flancos. Se trata de gravas arenosas con clastos subangulosos a subredondeados, en general monomícticas. En general el trazado del canal marca el límite entre los suelos coluviales- regolíticos y los sectores de uso antrópico, situados siempre por debajo de la cota del canal.

Entre los km 15,93 y 16,54 aproximadamente el canal cruza el valle del estero Camisa de NE a SW; allí el canal está revestido con un muro de hormigón en su costado a valle, (**Fotografía 6-12**) cruzando suelos antrópicos, depósitos fluviales de gravas y arenas del cauce del estero y luego depósitos coluviales del cono de deyección de la quebrada Vetarrón. A continuación el canal se instala en rocas granodioríticas meteorizadas de la Unidad Chalinga, de grano fino, cubiertas superficialmente por regolitos finos.

A partir del km 17,255 del trazado en el flanco izquierdo del estero Camisa, el canal sigue, hasta el final del sector, en depósitos de conos de deyección del flanco occidental del estero. Por debajo de la cota del canal estos depósitos han sido alterados por el desarrollo de suelo antrópico.

Fotografía 6-12.- Vista del canal en el sector de la villa Camisa en donde el canal cruza sedimentos coluviales de la quebrada Vetarrón. Se aprecia como solo se ha construido un muro de hormigón en el costado a valle del canal.



El sector concluye en el km 19,40.

6.4.4 Sector 4 Cerro Colliguay o El Bato.

Corresponde a los faldeos orientales de un cordón de cerro orientado NS que separa el estero Camisa de la quebrada El Peumo. El sector se inicia en el km 19,40 y finaliza en el km 21,400, con una longitud de aproximadamente 2,00 km. Este sector se caracteriza por estar compuesto fundamentalmente por rocas intrusivas de la Unidad Chalinga, similares a la ya descritas, pero que exhiben un elevado grado de meteorización y probable cruce de fallas, por lo cual en este tramo se desarrolla una cubierta coluvial y regolítica importante sobre la roca muy fracturada y meteorizada (**Fotografía 6-13, Fotografía 6-14 y Fotografía 6-15**).

En este sector, el canal ha sido afectado por deslizamientos constantes (**Fotografía 6-16 y** Fotografía 6-17Fotografía 6-17**)** que son activados por saturación en temporadas de lluvia y por desbordes propios del canal.

Las áreas más afectadas por la meteorización y/o alteración de la roca coinciden con los sectores de deslizamientos; la totalidad del material corresponde a maicillo argilizado blando y ocasionalmente pulverulento, con clastos centimétricos de roca meteorizada. Se trata de un suelo coluvial y regolítico de gravas arenosas matrizsoportadas con contenidos variables de finos y de compacidad baja a media, humedad media a baja y plasticidad baja. Los clastos son angulosos y exhiben un tamaño máximo de 10 cm. El espesor del suelo fluctúa entre 1 y 5.0 m, aunque este es probablemente mayor.

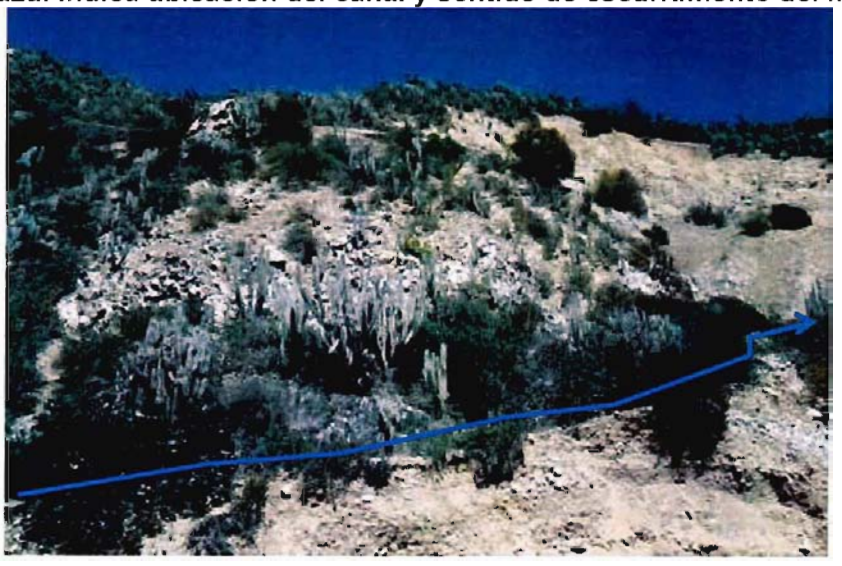
El sustrato rocos en el cual se ha excavado localmente el canal consiste en rocas granodioríticas en parte monzograníticas de grano fino muy alteradas y meteorizadas en profundidad (>5 m). Localmente se visualizar sectores silicificados en los cuales se ha desarrollado una actividad minera artesanal para la explotación del cuarzo.

Por encima del sustrato rocoso se observan depósitos de baja compacidad de la cubierta regolítica del cerro Colliguay. En general su espesor es bastante reducido (30-80 cm) en la cima del cerro Colliguay, aumentando considerablemente en las laderas y partes bajas de éste, en el sector cercano al empalme con los depósitos aluviales. Se trata de materiales arenas finas, limos, localmente con gravas, de consistencia media a alta.

Los depósitos aluviales de la llanura de inundación del estero Camisa están compuestos por importantes espesores de bloques, bolones y gravas redondeadas a semiangulosas, en una matriz areno-limosa a arenosa. Presentan niveles freáticos elevados. Estos depósitos están enmascarados por el amplio desarrollo de suelos antrópicos destinados al uso agrícola y/o habitacional.

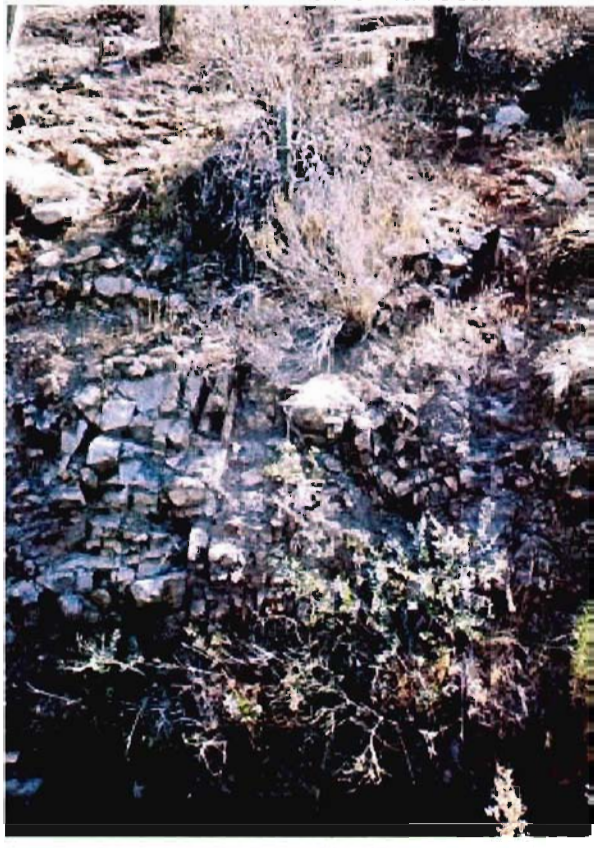
En este tramo del canal, de acuerdo con el análisis regional estructural, se detectaron fotolineamientos que sugieren la posibilidad de la existencia de fallas de orientación NS y NW, las que eventualmente serían responsables del alto grado de descomposición que presenta la roca en el sector.

Fotografía 6-13.- Vista del canal Buzeta en el sector del estero Camisa. Se aprecian los depósitos coluviales superficiales y la roca intensamente meteorizada. Vista hacia el SW. Línea azul indica ubicación del canal y sentido de escurrimiento del mismo.

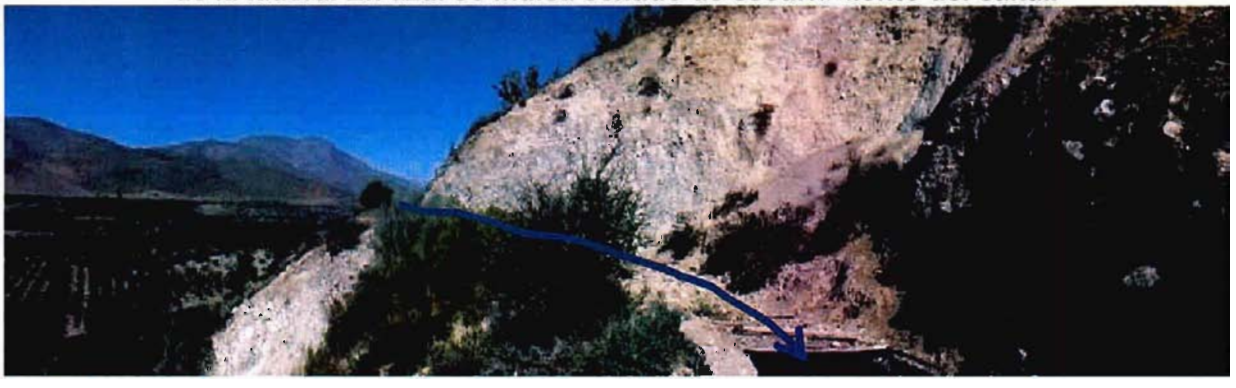


Fotografía 6-14.- Detalle de un afloramiento de la Unidad Chalinga mostrando el intenso fracturamiento subortogonal que ella presenta.

Fotografía 6-15.- Otro aspecto del detalle del fracturamiento de la unidad Chalinga en el cerro Colliguay, que permite inferir la existencia de un cruce de fallas NS y NW que afectan la calidad de la roca.



Fotografía 6-16.- Panorama hacia aguas arriba del sector del canal en donde han ocurrido deslizamientos sucesivos de la cobertura coluvial. Se aprecia además la gran pendiente de la ladera. En azul se indica sentido de escurrimiento del canal.



Fotografía 6-17.- Detalle del muro de gaviones que protege la ruta Salamanca- Embalse Corrales en el sector del deslizamiento de la fotografía anterior. En azul se indica localización del canal y sentido de escurrimiento.

El sector del cerro Colliguay finaliza en el Km 21,4 0 del trazado.

6.4.5 Sector 5 Tahuinco.

El tramo se inicia en el Km 21,40 y se extiende hasta el km 31,00 en los faldeos del cerro El Cobre (852 m.s.n.m.), con una longitud de unos 9,60 km.

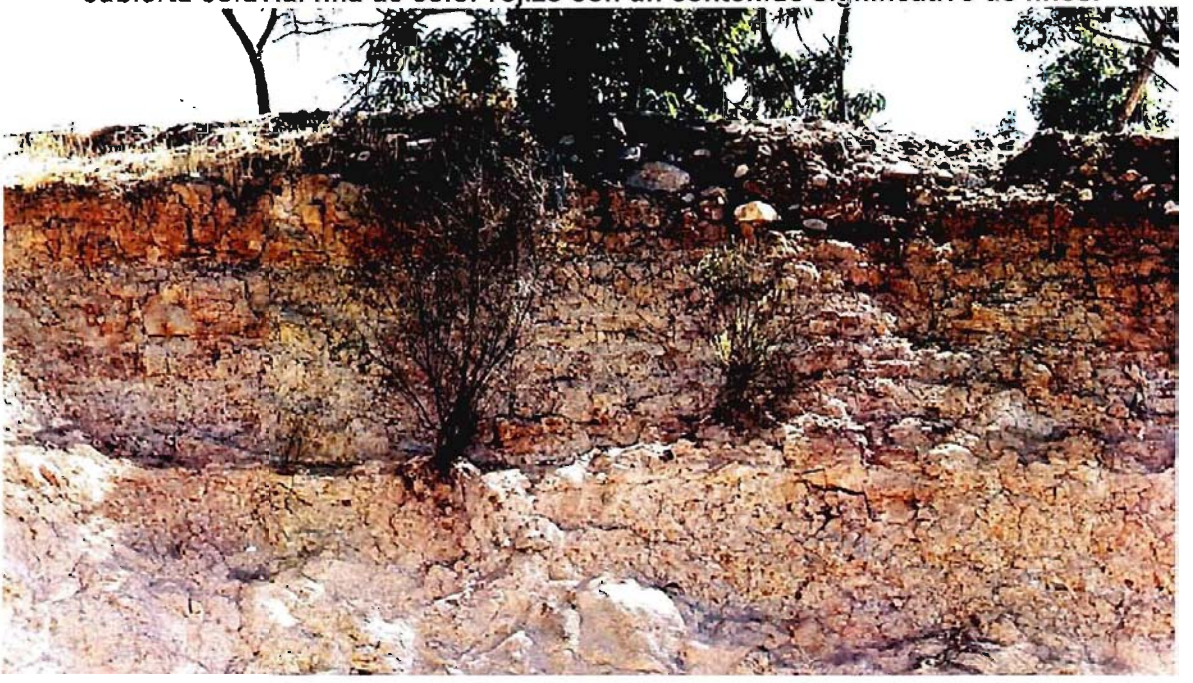
Este sector del canal corresponde al pedimento o glacis al que confluyen las quebradas La Mostaza, Los Maquis y Canelillo, todas afluentes SW del estero Camisa, entre el cerro Colliguay y el cerro El Cobre (852 m.s.n.m,).

El canal en este sector recorre las partes internas y medianas del pedimento cerca del pie de relieves suaves y llanos altos labrados en rocas granodioríticas de la unidad Chalinga, de tonos claros y fuertemente fracturadas y meteorizadas (**Fotografía 6-18, Fotografía 6-19 y Fotografía 6-20**). En estos sectores existe una cubierta de suelo coluvial fino principalmente arena fina a medios con contenidos variable de limos de muy poco espesor (< 0,50 m) que enmascara la roca granodiorítica subyacente. El perfil geomorfológico del sector es el de un clásico paisaje de glacis rocoso. En algunos sectores se pudo observar la existencia de zonas de filtraciones por debajo de la cota del canal. Los suelos modificados antrópicamente se extienden generalmente bajo de la cota del canal.

Fotografía 6-18.- Vista panorámica de un corte en el glacis de la quebrada La Mostaza mostrando la roca granodiorítica meteorizada y peneplanizada. Sector de Tahuinco, vista hacia el SW.

Fotografía 6-19.- Vista y detalle del talud de la fotografía anterior se visualiza la fuerte meteorización y fracturamiento del macizo rocoso.

Fotografía 6-20.- Detalle tomado en el costado derecho de la fotografía 6-20, ilustrando el estado de degradación de la roca (Unidad Chalinga), el fracturamiento y la delgada cubierta coluvial fina de color rojizo con un contenido significativo de finos.



El tramo concluye cerca de la confluencia del estero Camisa con el río Choapa en donde este último se aproxima a al flanco izquierdo del valle, en los faldeos SE del cerro El Cobre.

6.4.6 Sector 6 Cerro El Cobre – Quebrada Collico.

El sector se inicia en el km 31,00 y concluye en el km 47,70 ubicándose entre la confluencia del estero Camisa con el río Choapa por el este, y el flanco derecho de la quebrada Collico por el oeste.

El canal bordea un relieve montañoso conformado por dos núcleos correspondientes a los cerros El Cobre (852 m.s.n.m.) y el cerro Collico (1.035 m.s.n.m.) ambos separados por la quebrada Los Loros en la ladera norte del macizo montañoso.

En este sector el canal entre los km 31,00 y 34,50, aproximadamente, se instala principalmente en rocas intrusivas correspondientes en un primer tramo a la unidad Chalinga con las mismas características descritas anteriormente. A partir de ahí hasta el final del sector la roca predominante corresponde a las granodioritas hololeucocráticas, ligeramente verdosas, de la Unidad Limahuida. El límite natural entre las dos unidades lo constituye la quebrada Los Guayacanes, localizada entre el cerro El cobre y la quebrada Los Loros.

El relieve en general es abrupto, con pendientes fuertes y de acceso relativamente difícil. Si bien el canal ha sido excavado en roca muy dura ésta muestra un grado de fracturamiento relativamente intenso (densidad de fracturas =6 a 8 ff/m) (**Fotografía 6-21 y Fotografía 6-22**), generando en las laderas abundante material regolítico en forma de arenas gravosas y bloques con capacidad de obstruir el canal (**Fotografía 6-23 y Fotografía 6-24**).

El sector presenta, en las laderas que miran hacia el norte, numerosos socavamientos y "cicatrices" que han erosionado la ladera por debajo del canal (**Fotografía 6-25 y Fotografía 6-26**); estas huellas de erosión coinciden con zonas en las cuales las laderas del valle han sido reparadas.

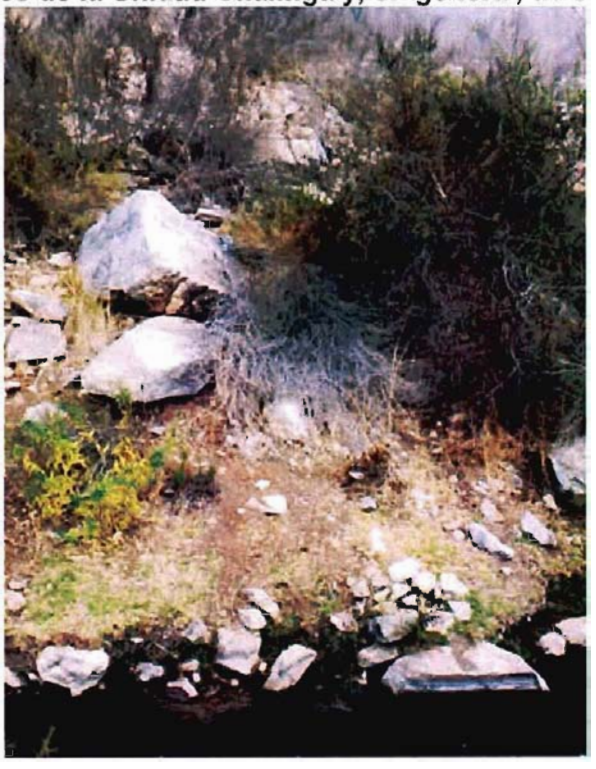
Estas se han producido por desbordes del canal en el sector debido a obturaciones del mismo, originadas por causas variadas.

Fotografía 6-21.- Detalle de afloramientos más frescos de la Unidad Limahuida en el costado a cerro del canal. La mayoría de los bloques que se observan corresponden al resultado de la intersección de diaclasas y /o fracturas subortogonales entre sí.

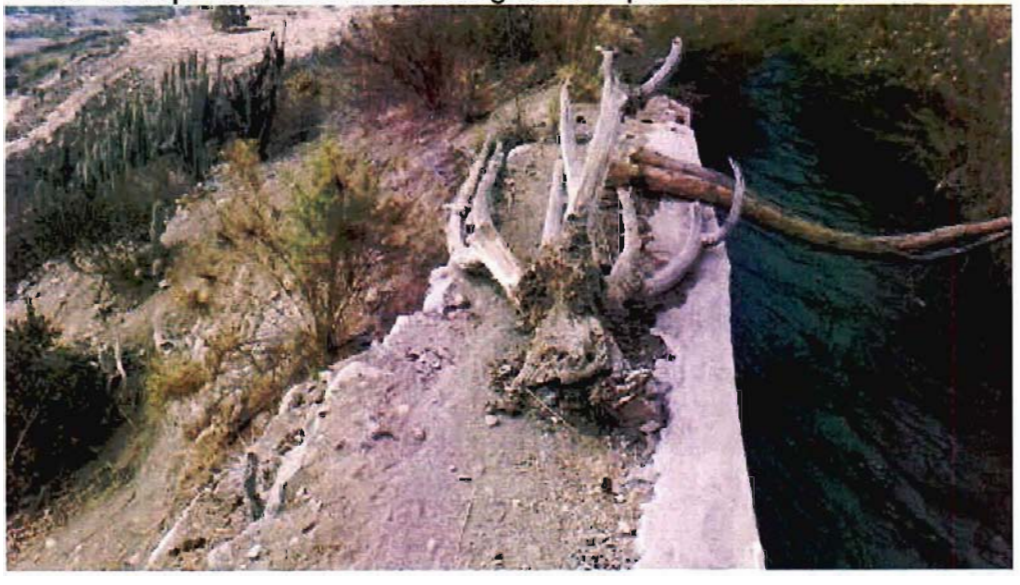
Fotografía 6-22.- Otro detalle del borde del canal, siempre hacia aguas abajo. Se observan bloques angulosos inmersos en la matriz de arena gravosa, manteniendo las relaciones espaciales originales (bloques in situ).

Fotografía 6-23.- Cubierta coluvial de la Unidad Limahuida entre el cerro El Cobre y la quebrada Collico

Fotografía 6-24.- Vista de un sector del canal entre el cerro El Cobre y la quebrada Collico, mostrando el aspecto de los bloques regolíticos de la Unidad Limahuida, muy angulosos comparados con los de la Unidad Chalinga y, en general, de colores más claros.



Fotografía 6-25.- Detalle de una reparación provisoria del costado a valle del canal, luego de un importante socavamiento generado por obturación del canal.



Fotografía 6-26.- Vista general del socavamiento que produjo el canal en el sector del desborde de la fotografía anterior.

El Sector 6 concluye en el Km 47,60.

6.4.7 Sector 7 Estero Limahuida

Este sector corresponde prácticamente a todo el valle del estero Limahuida, las rocas intrusivas corresponden en parte a la Unidad Limahuida, en la ladera oriental y principalmente a la Unidad Chalinga en la parte central y occidental del valle. La longitud total del sector es de unos 26,80 km, iniciandose en el sector del cauce de la quebrada Collico y se extiende hasta las laderas que bordean la localidad de Limahuida por el SW.

El sector corresponde a un relieve labrado en rocas con cobertura coluvial delgada no superior a los 2 m, aun cuando en algunos sectores localmente puede alcanzar 5 m. La roca normalmente se presenta con meteorización entre W2 y W4, que ha generado suelos residuales poco o nada transportados, además de importantes zonas de suelos coluviles. La mayoría de los suelos han sufrido una intensa modificación antrópica.

El rasgo más importante de este sector etá asociado a la existencia de importante filtraciones desde el canal hacia las cota más bajas (**Fotografía 6-27**), de modo que es posible apreciar, a partir de la cota del canal hacia aguas abajo, un desarrollo importante de la vegetacón nativa , así como zonas cultivadas, las que contrastan fuertemente con el paisaje que ofrecen las ladertas por encima de la cota del canal.

Fotografía 6-27.- Vista de un sector del valle del estero Limahuida mostrando las filtraciones desde el canal, las que han originado zonas de pasto verdes como las que se observan en la imagen.

El sector concluye en el km 74,40.

6.4.8 Sector 8 Extremo Norte del Cordón La Viuda

Corresponde a una extensión de unos 3,6 km entre Limahuida y el inicio de los llanos de Las Cañas.

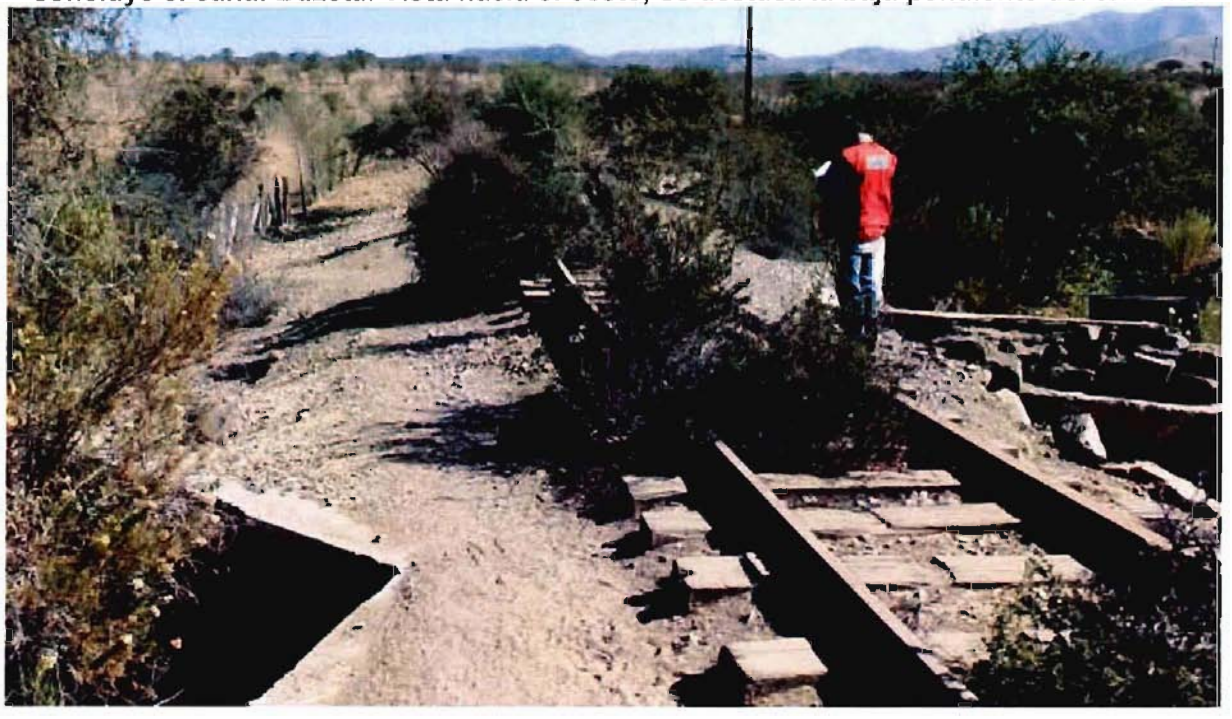
El canal se excavó fundamentalmente en rocas granodioriticas de la Unidad Chalinga con una cubierta coluvial gruesa pero de poco espesor, generalmente menor a 2 m. la roca se muestra fresca a medianamente metorizada. El canal se desplaza a media falda del cerro La Diuca hasta el final del sector. En este sector, contrariamanete al aspecto de limáhuida, no se observan zonas de filtraciones.

6.4.9 Sector 9 Llano Las Cañas.

Este sector corresponde a la parte final del sistema del canal Buzeta, con una longitud aproximada de unos 13,40 km considerando que el final de canal se ubica en la llegada de de éste al primero de 3 tranques de cola o terminales, localizados en Las Cañas cercanos a la quebrada Canelillo. En este tramo el canal corre un perfil suave de pendientes moderadas a bajas (**Fotografía 6-28**), cruzando primeramente depósitos coluviales finos provenientes de rocas de la Unidad Chalinga, y luego, a partir del km 81,00 aproximadamente, continúa al pie de

los cerros que limitan por el sur el llano de Las Cañas, situándose en el borde, o muy cerca de él, de los depósitos de gravas aluvio fluviales de la Formacion Confluencia (MPlc).

Fotografía 6-28.- Aspecto general de paisaje de los llanos de Las Cañas en donde concluye el canal Buzeta. Vista hacia el oeste; se destaca la baja pendiente del terreno.



El trazado del canal de este sector concluye en los depósitos miopliocénicos de gravas de la Formación Confluencia en el km 93,400.

7 PELIGROS QUE PUEDEN AFECTAR LA ESTABILIDAD FÍSICA DEL CANAL.

El mayor peligro que enfrenta el canal Buzeta en su funcionamiento diario consiste en la obturación parcial o completa de éste en uno o en varios puntos. Estas obturaciones conllevan un desborde del caudal por el costado a valle, interrumpiendo el suministro hacia aguas abajo y afectando la ladera en el punto de rebalse.

Estas obturaciones pueden ser causadas por remociones en masa (deslizamientos de la cubierta coluvial u otros materiales existentes) desde la ladera cerro arriba del canal, gatilladas por precipitaciones excesivas y súbitas, por sismos de intensidad superior a 7 grados de magnitud locales, o por ambos fenómenos concomitantes. Otros factores pueden ser la caída de animales de gran talla (caballares y/o vacunos) al canal, con grandes dificultades para sacarlos de este. También la acumulación de detritos y/o las protecciones del canal en mal estado podrían contribuir a estas obturaciones.

Otro peligro que amenaza el funcionamiento del canal es la eventual caída de grandes bloques de rocas que rompan el canal en un tramo o varios tramos.

Tales fenómenos, en el sector del cerro Colliguay o El Bato son históricamente recurrentes. La planificación de obras que tiendan a minimizar los peligros aquí descritos debiera ser enfrentada en el plan de mejoramiento de la estabilidad física del canal Buzeta.

En los tramos en túnel del canal (túnel Socavón y túnel Las lechuzas) existe el peligro de la remoción de roca meteorizada por acción de precipitaciones intensas y desprendimientos de bloques desde la clave del túnel (túnel Las Lechuzas), ambos eventos que tienen un posibilidad de ocurrencia dentro de los próximos 50 años tiene el potencial de obturar parcial o totalmente el flujo de agua.

Finalmente la detección en el pretil o muro a valle del canal en los sectores en que éste se construyó principalmente con materiales arenosos ha permitido la colonización de familias de cururos (*Spalacopus cyanus*) especie de roedor cavícola endémico de Chile entre la Región de atacama y la región del Maule, constituyendo por ese solo hecho una especie protegida. Los hábitos de vida de este roedor han conducido a que largos tramos del pretil o muro a valle del canal se encuentren en peligro de derrumbamiento en caso de lluvias importantes o por aumento del caudal en años lluviosos.

La actividad excavadora de los cururos es uno de los problemas más recurrentes a lo largo del canal.

8 CONCLUSIONES

El Canal Buzeta se localiza en la parte sur de la Cuarta región Coquimbo, en la provincia del Choapa, extendiéndose a lo largo de 94 Km aproximadamente, en el flanco sur del valle del río homónimo. Administrativamente se localiza en las comunas de Salamanca e Illapel.

Desde el punto de vista geológico, el canal se desarrolla en rocas intrusivas del Cretácico agrupadas en la Superunidad Illapel, la que está compuesta por las unidades Chalinga y Limahuida.

En su recorrido el canal se excavó mayoritariamente en rocas intrusivas con diferentes grados de meteorización y eventualmente en variados tipos de suelos asociados a la erosión de las rocas mencionadas y tales como cubiertas regolíticas, depósitos coluviales y/o de conos de deyección, además de los suelos correspondientes a depósitos cuaternarios recientes asociados a la llanura aluvial del río Choapa y a las quebradas afluentes.

Existen zonas o sectores en los cuales el canal históricamente ha sufrido importantes pérdidas por filtraciones específicamente en los sectores de El Tambo y en el valle del río Limahuida.

También se reconocen sectores en los cuales el canal se ha visto afectado por remociones en masa directamente en el sector del canal o por remociones en masa provenientes desde la parte alta de las laderas, que han afectado temporalmente el riego aguas abajo.

Las eventuales caídas de roca desde las laderas hacia el canal, en el caso de los túneles la erosión de los portales y el desprendimiento bloques desde la clave constituyen otra fuente de posibles amenazas a la estabilidad física del canal.

La actividad de familias de roedores de la especie *Spalacopus Cyanus* (Cururo) es actualmente un problema para la estabilidad del pretil o muro a valle en los sectores en que éste se construyó fundamentalmente a base de materiales arenoso.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1- Paskoff, R. 1970. Le Chili semi-arid: recherches géomorphologiques. Biscaye Frères, Imprimeurs. Bordeaux, France.

2- Berg, K.; Charrier, R. 1987. The Rio Choapa Transect; A magmatic profile across the Chilean Andes at 31°30'-32°S, in 10th Congreso Geológico Argentino, Tucumán, v.4, p 11-14.

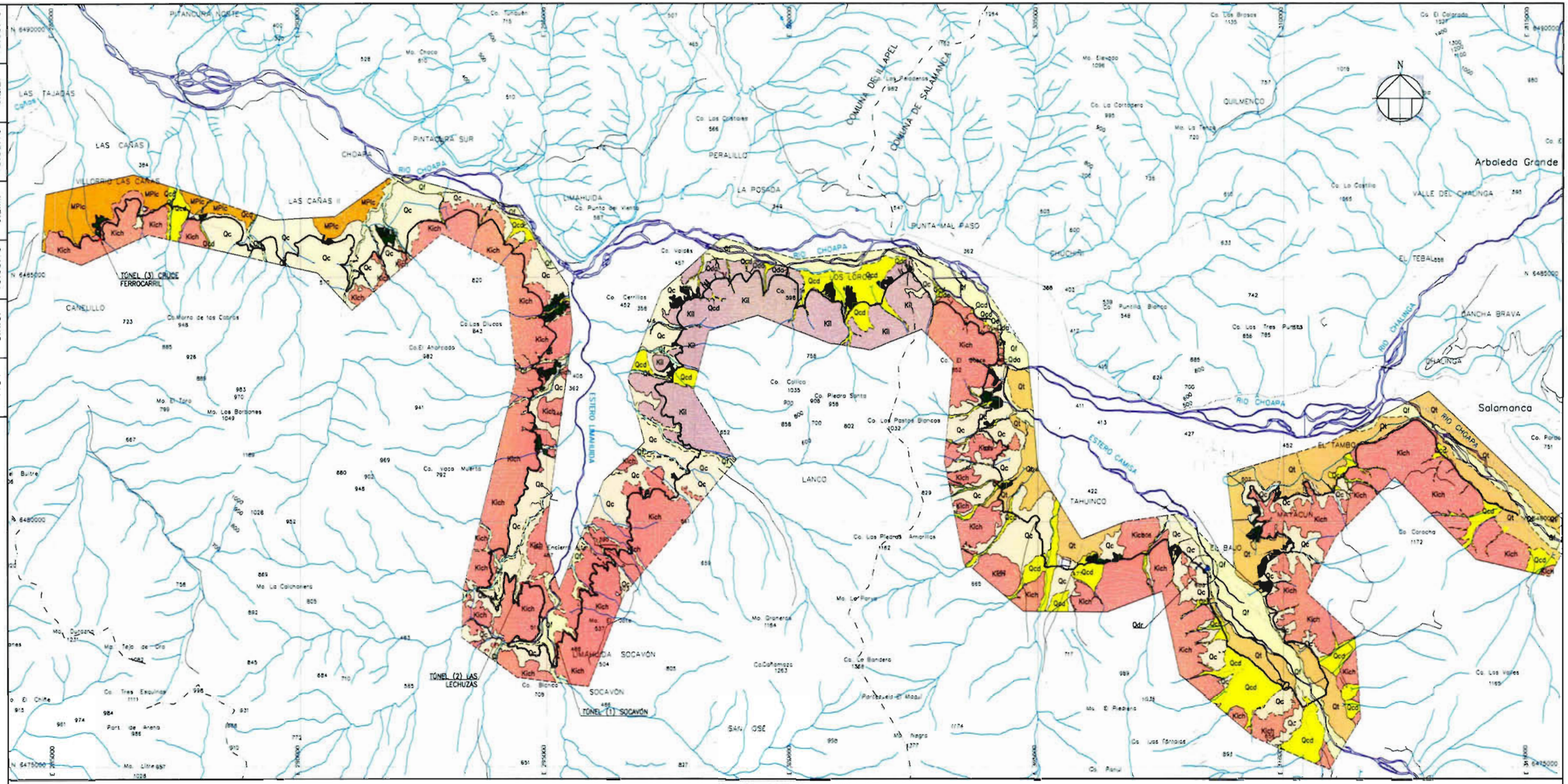
3- Rivano, S.; Sepúlveda, P. 1991. HOJA ILLAPEL, Región de Coquimbo. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile N° 69 escala 1:250.000. Chile.

4- ARCADIS CHILE. 2014. Inspección Geológico-Geotécnica de los Túneles del Canal Buzeta. Informe 4184-3000-GO-INF-001_Informe Geologico Tuneles, Anexo 5. Santiago, Chile.

ANEXO A
MAPA GEOLÓGICO Y SECTORIZACIÓN DEL CANAL BUZETA

PROY	4184
DISEÑÓ	S.R.G.
FECHA	19.03.15
DIBUJÓ	J.L.M.
FECHA	19.03.15
REVISÓ	J.L.Z.
FECHA	19.03.15

FECHA PLOTEO:



800 400 0 400 800m
ESCALA GRAFICA

PLANTA CANAL BUZETA
ESCALA 1:40.000

LEYENDA

Unidades de Suelos

- Qf — Depósitos asociados a cauces actuales y llanuras de inundación (Cuaternario).
- Qe — Escombros de falda (Cuaternario).
- Qcd — Conos de deyección (Cuaternario).
- Qc — Cubierta coluvial gravas y gravas arenosas inmaduras monomícticas. Incluye zonas con cubierta regolítica (Cuaternario).
- Qt — Terrazas del Río Choapa y Estero Camisa antiguo (Cuaternario).
- MPlc — **Formación Confluencia (MPlc) (Mio Plioceno)** Depósito aterrazados de gravas y gravas arenosas fluviales-aluviales.

Inestabilidades Canal

- Kll — **Unidad Limahuida** Granodioritas Leucocráticas con minerales máficas clorotizadas y epitizadas (Cretácico).
- Kich — **Unidad Chalinga** Granodioritas a dioritas cuarcíferas (monzogranitos) (Cretácico).

Inestabilidades Canal

- Qdr — Derrumbe hacia canal Buzeta en sector de El Bajo – Calliguay
- Qdo — Desbordes del Canal Buzeta
- Zonas de filtración del canal Buzeta hacia el valle

SIMBOLOGÍA

- CONTACTO GEOLÓGICO INFERIDO
- CAMINOS
- QUEBRADAS
- RIO
- 525 CURVAS DE NIVEL
- DIRECCIÓN DE FLUJO
- TRAZADO CANAL BUZETA
- TÚNELES CANAL BUZETA

NOTAS
1. DIMENSIONES EXPRESADAS EN METRO.
2. ELEVACIONES EN METROS SOBRE NIVEL DEL MAR (m.s.n.m.)
3. GEORREFERENCIADAS EN SISTEMA DE PROYECCIÓN UTM, REFERIDAS AL DATUM WGS-84.

ARCADIS CHILE

TÍTULO
MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA
CANAL BUZETA
MAPA GEOLÓGICO TRAZADO CANAL

FIG. N°	ESCALA	REV.
4184-2000-GO-FIG-001	INDICADA	0

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CANAL BUZETA

Anexo 9

Santiago, mayo de 2015

CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

ARCADIS
infrastructure · Water · Environment · Buildings

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-3000-IH-MEC-001_C

ANEXO 9 - HIDROLOGÍA CANAL BUZETA

***NOTA: Nueva codificación reemplaza al documento: 4184-0000-IH-INF-003**

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	P. Muñoz	H. Zavala / P. Zúñiga	D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	27.08.14	27.08.14	27.08.14	
C	Nombre Firma	P. Muñoz	H. Zavala / P. Zúñiga	D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	13.11.14	13.11.14	13.11.14	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO 9 - HIDROLOGÍA CANAL BUZETA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4
1.1 OBJETIVOS 4
1.2 REFERENCIAS 4
1.3 ÁREA DE ESTUDIO 5

2 ANTECEDENTES BÁSICOS DISPONIBLES 7
2.1 REGISTRO DE CAUDALES 7
2.2 REGISTRO DE PRECIPITACIONES 10

3 RELLENO Y EXTENSIÓN DE SERIES 14
3.1 RELLENO DE LA ESTADISTICA DE CAUDALES 14
3.2 CURVAS DE VARIACIÓN ESTACIONAL 16
3.3 RELLENO DE LA ESTADISTICA DE PRECIPITACIONES 17
3.4 ANÁLISIS DE FRECUENCIA 19
3.5 MAPA DE ISOYETAS 20
3.6 CURVAS IDF 21

4 CAUDALES DISPONIBLES EN BOCATOMA 24

5 CAUDALES DE CRECIDAS QUEBRADAS LATERALES 27
5.1 METODOLOGÍA 27
5.2 RESULTADOS QUEBRADAS APORTANTES AL CANAL 28

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 9.1 Estadística y Correlación de Caudales Medios Mensuales

Anexo 9.2 Estadística de Precipitaciones Máximas Anuales
Correlaciones y Análisis de Frecuencia

Anexo 9.3 Estimación de Escorrentías Quebradas Aportantes al Canal

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1: Estaciones fluviométricas cercanas al canal Buzeta 7

Tabla 2-2: Estaciones con registro de precipitación 10

Tabla 2-3: Precipitaciones anuales máximas diarias (mm) 13

Tabla 3-1: Probabilidades de excedencia caudales medios mensuales estación río Choapa en Salamanca 16
Tabla 3-2: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas (mm). Serie rellenada (k=1,1) 18
Tabla 3-3: Resultados del análisis de frecuencia 20
Tabla 3-4: Coeficientes de frecuencia, estaciones cercanas al canal Buzeta 22
Tabla 3-5: Coeficientes de duración estaciones pluviográficas, cuenca del río Choapa 22
Tabla 3-6 Intensidad de lluvia para distintos periodos de retorno y duración del evento 23
Tabla 5-1 Coeficientes de escorrentía (T=10 años) 28
Tabla 5-2: Estimación de caudales afluentes al canal Buzeta 30

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1-1: Ubicación general área de estudio 5
Figura 1-2: Configuración del embalse Corrales 6
Figura 2-1: Ubicación de estaciones con registro de caudales 8
Figura 2-2: Comparación caudales medios mensuales río Choapa en Salamanca y río Choapa en Cuncumén 9
Figura 2-3: Ubicación de estaciones con registro de precipitaciones 11
Figura 2-4: Ubicación zona homogénea y estaciones pluviométricas seleccionadas 12
Figura 3-1: Correlaciones caudales medios mensuales Estación Río Choapa en Salamanca y río Choapa en Cuncumén 14
Figura 3-2: Caudales medios mensuales Estación Río Choapa en Salamanca (estadística rellenada) y río Choapa en Cuncumén 15
Figura 3-3: Curva de variación estacional río Choapa en Salamanca 17
Figura 3-4: Mapa de isoyetas precipitaciones máximas en 24 hrs, T=10 años 21
Figura 3-5 Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia 23
Figura 4-1: Caudales medios mensuales Bocatoma Canal Buzeta 25
Figura 4-2: Curvas de variación estacional y caudal de derecho en bocatoma 26
Figura 5-1 Cuencas de las quebradas aportantes al canal Buzeta 29

1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS

El siguiente documento contiene el estudio hidrológico de la zona del canal Buzeta, el cual se emplaza en la Provincia del Choapa en la IV Región de Coquimbo.

Los objetivos generales del estudio corresponden a:

- Recopilación de los antecedentes fluviométricos y pluviométricos en las cercanías del canal Buzeta, específicamente en la cuenca del río Choapa.
- Caracterizar el recurso hídrico en el cauce del río Choapa, a través de una estadística de caudales medios mensuales, generando las curvas de variación estacional.
- Determinación de la distribución de la precipitación en la zona de estudio para distintas probabilidades de ocurrencia, generando el mapa de isoyetas y generación de las curvas intensidad duración frecuencia.
- Recopilación de los caudales operacionales en la bocatoma del canal.
- Estimación de los caudales de crecida de las quebradas aportantes al canal mediante un modelo precipitación-escorrentía.

1.2 REFERENCIAS

1. Dirección General de Aguas (1995). Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica.
2. Dirección General de Aguas (1991). Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días Escala 1:500.000.
3. Junta de Vigilancia río Choapa (2014). Sitio web http://www.riochoapa.bligoo.cl/
4. Ministerio de Obras Públicas Chile (2012). Manual de Carreteras, Volumen 3, Capítulo 3.700. Diseño del drenaje, saneamiento, mecánica e hidráulica fluvial. Dirección de vialidad.
5. Ministerio de Obras Públicas Chile (2004). Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, Cuenca del río Choapa.
6. Universidad de la Serena (2006). Memoria de título Curvas intensidad – Duración – Frecuencia de precipitaciones de la IV Región.
7. Ven Te Chow, Maidment, D. R., Mays, L.W. (1994): Hidrología Aplicada. -McGraw-Hill Interamericana.

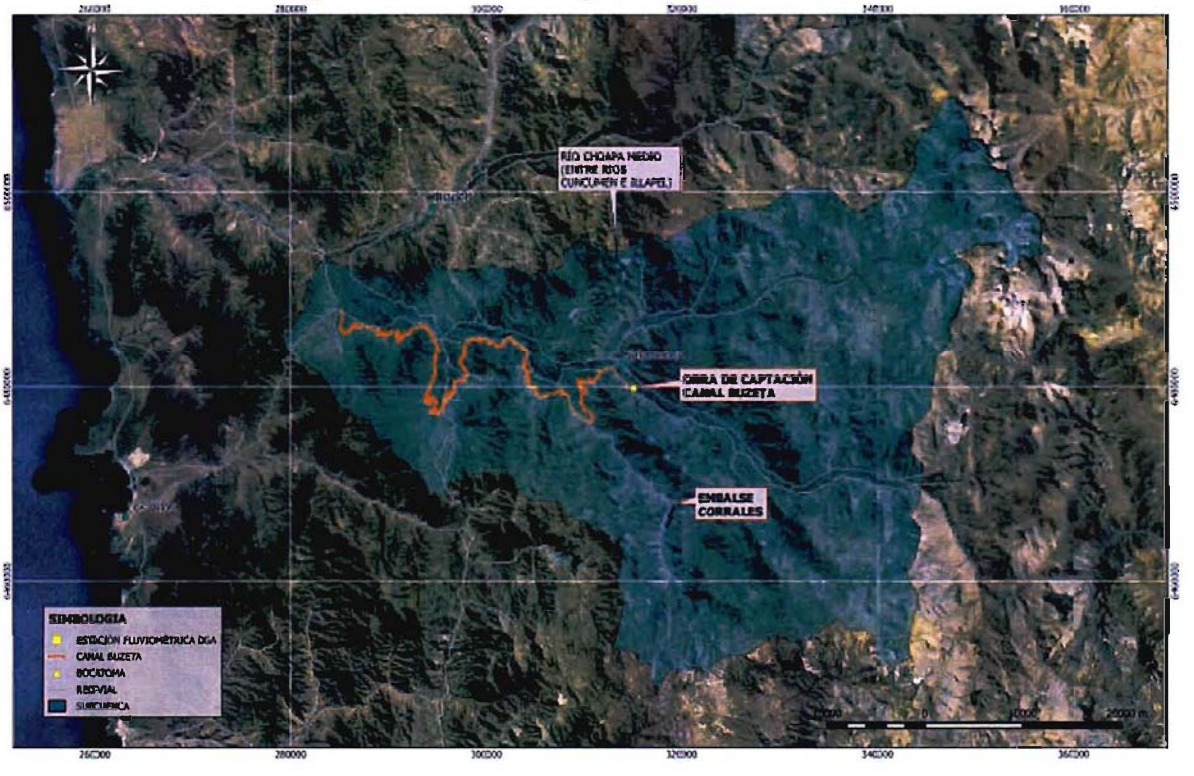
1.3 ÁREA DE ESTUDIO

El canal Buzeta se localiza en la cuenca del río Choapa, provincia de Choapa en la IV región de Coquimbo. Esta cuenca se forma de la confluencia de los ríos Totoral y Chicharra en la cordillera de Los Andes, recibiendo hacia aguas abajo los aportes del río Cuncumén desde el norte. Adicionalmente, aguas abajo de la ciudad de Salamanca, el Choapa recibe el aporte del río Chalinga por su margen derecha. El río Illapel, el cual drena el sector Norte de la cuenca, es el afluente más importante, con su descarga al río Choapa unos 30 km aguas arriba de su desembocadura en el Océano Pacífico en el sector de Huenteuquén.

El canal Buzeta se emplaza específicamente en la subcuenca del río Choapa Medio, la que comprende a la parte de cuenca limitada por la junta del río Choapa con los ríos Cuncumén e Illapel. Esta zona posee una superficie de 2248 km^2.

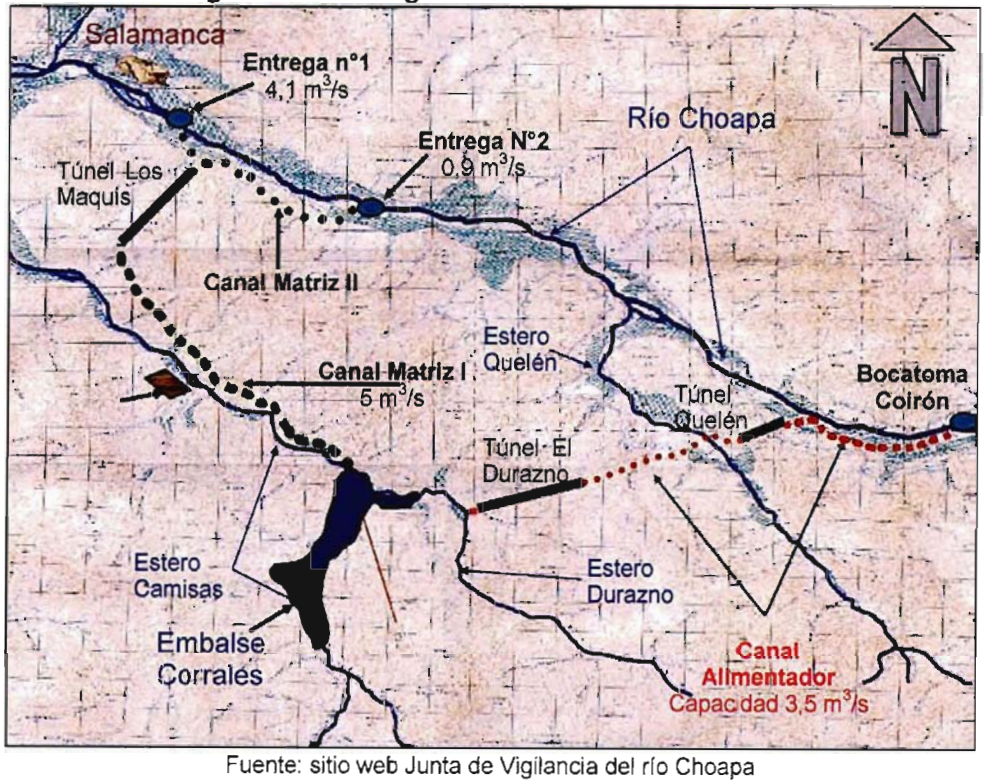
En la Figura 1-1 se muestra la ubicación general del área de estudio.

Figura 1-1: Ubicación general área de estudio



En esta subcuenca se encuentra además el embalse Corrales, que comenzó a operar a fines del año 2004 y presenta una capacidad de 50 millones de m^3. Esta obra se abastece de las escorrentías del estero Camisas, el estero Durazno y mediante la red del canal Alimentador que se capta del río Choapa por la bocatoma ubicada en Coirón como se indica en la Figura 1-2. La finalidad del embalse Corrales es aumentar la seguridad de riego a los agricultores del valle, entregando 5 m^3/s al río Choapa a través de dos descargas.

Figura 1-2: Configuración del embalse Corrales



Fuente: sitio web Junta de Vigilancia del río Choapa

2 ANTECEDENTES BÁSICOS DISPONIBLES

2.1 REGISTRO DE CAUDALES

Con la finalidad de determinar los recursos hídricos en el cauce del río Choapa se procedió a conformar la curva de variación estacional para distintas probabilidades de excedencia, en base a los caudales medios mensuales de la estación más cercana a la bocatoma del canal.

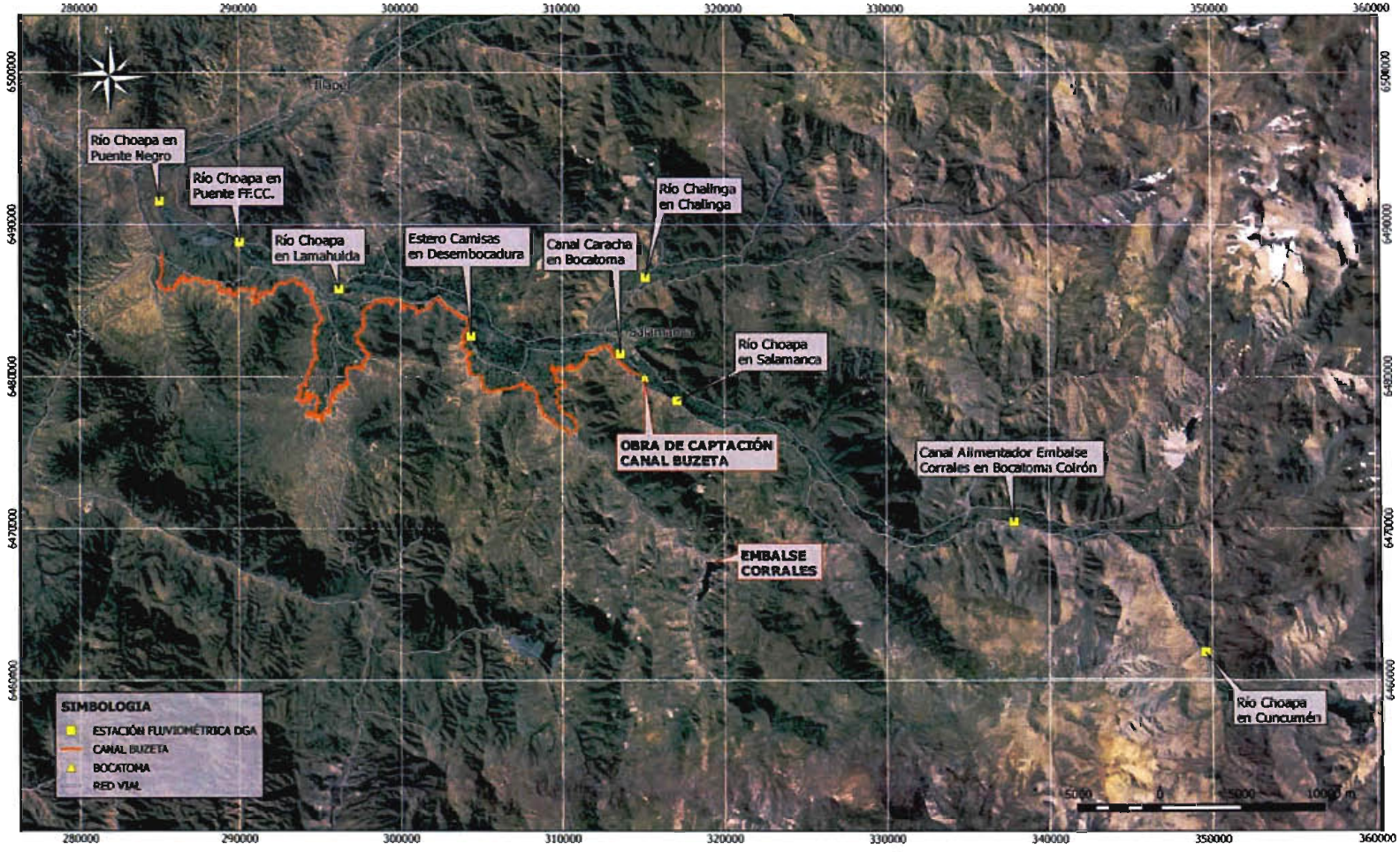
Se identificaron las estaciones fluviométricas de la Dirección General de Aguas (DGA) existentes en el río Choapa que se listan en la Tabla 2-1 y cuya ubicación se indica en la Figura 2-1 .

De los antecedentes disponibles indicados en la Tabla 2-1 se puede inferir que la estación más cercana a la bocatoma del canal corresponde en la estación Río Choapa en Salamanca, que se encuentra influenciada aguas arriba por la extracción del Embalse Corrales, con su captación en Coirón, y por la restitución del embalse a través del Canal Matriz II.

Tabla 2-1: Estaciones fluviométricas cercanas al canal Buzeta

Estación	Periodo (años)	Registro	Elevación (msnm)	Ubicación Coordenadas UTM	
				Norte (m)	Este (m)
Río Choapa en Puente Negro	45	1968-vigente	200	6.491.856	285.266
Río Choapa en Puente FF.CC.	6	1946-1952	240	6.488.779	289.949
Río Choapa en Lamahuida	65	1946-2011	275	6.486.075	296.405
Estero Camisas en Desembocadura	42	1968-2010	400	6.482.997	304.546
Río Choapa en Salamanca	39	1974-vigente	565	6.478.764	317.281
Río Chalinga en Chalinga	113	1900-vigente	623	6.486.580	315.062
Canal alimentador Embalse Corrales en bocatoma Coirón	8	2005-2014	887	6.470.360	337.825
Río Choapa en Cuncumén	95	1918-vigente	1200	6.462.095	349.326

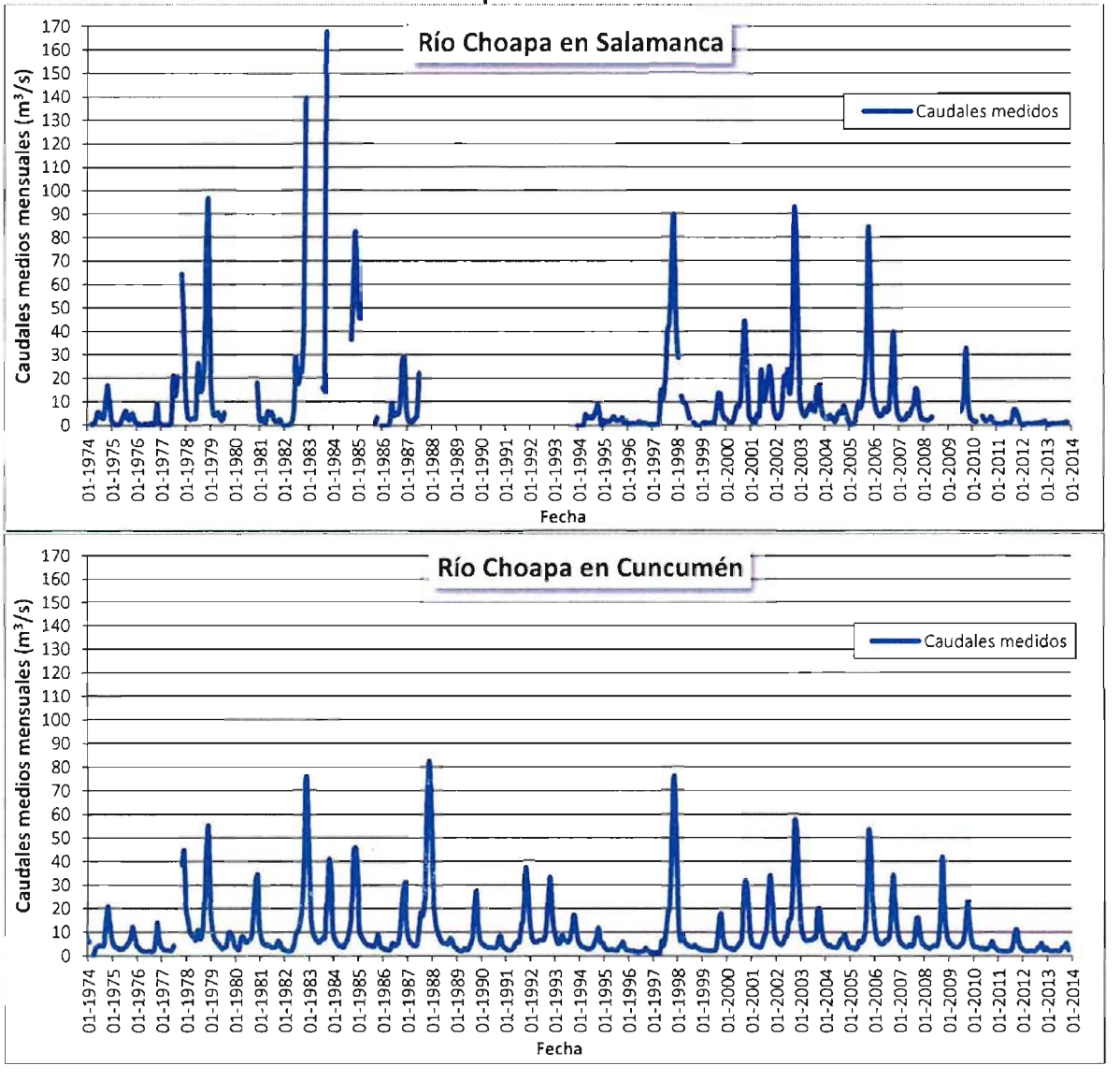
Figura 2-1: Ubicación de estaciones con registro de caudales



La estadística de caudales medios mensuales de la estación fluviométrica río Choapa en Salamanca se adjunta en el Anexo 9.1 de este documento, la cual presenta un registro desde 1974.

Debido a que la Estación Río Choapa en Salamanca presenta una estadística discontinuada, se consideró utilizar la información disponible en el mismo periodo en la estación aguas arriba río Choapa en Cuncumén, que como se observa en la Figura 2-2 presenta un comportamiento de caudales similares, registrando los mismos periodos de caudales punta y además presenta una estadística completa.

Figura 2-2: Comparación caudales medios mensuales río Choapa en Salamanca y río Choapa en Cuncumén



2.2 REGISTRO DE PRECIPITACIONES

El análisis de precipitaciones tiene como objetivo determinar el régimen pluviométrico en la zona de estudio del canal Buzeta. Con los registros de precipitación máxima diaria es posible procesar la estadística mediante distribuciones de probabilidad y de esta manera generar un mapa de isoyetas y las curvas de intensidad duración frecuencia (IDF).

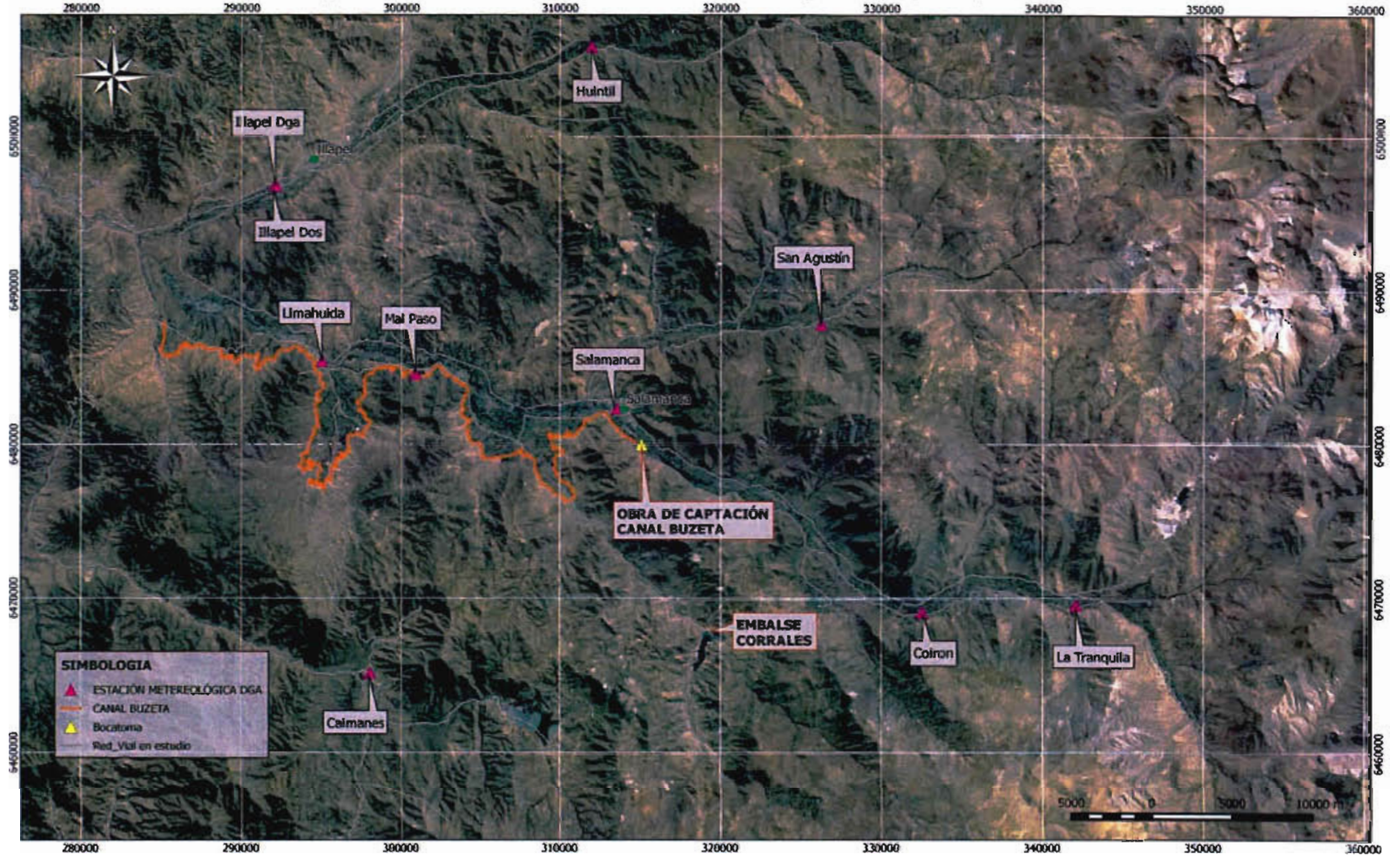
Se recopilaron los registros de precipitaciones disponibles en la DGA, chequeando la calidad y longitud de la información. Adicionalmente, se analizaron los estudios hidrológicos disponibles en la zona.

En la Tabla 2-2 se identifican y detallan las características de las estaciones con registro de precipitaciones máximas diarias más cercanas al canal Buzeta, que van desde la cota 290 msnm hasta los 1050 msnm, abarcando toda la zona en estudio. En la misma tabla se indica el periodo de registro y la ubicación de las estaciones se muestra en la Figura 2-3.

Tabla 2-2: Estaciones con registro de precipitación

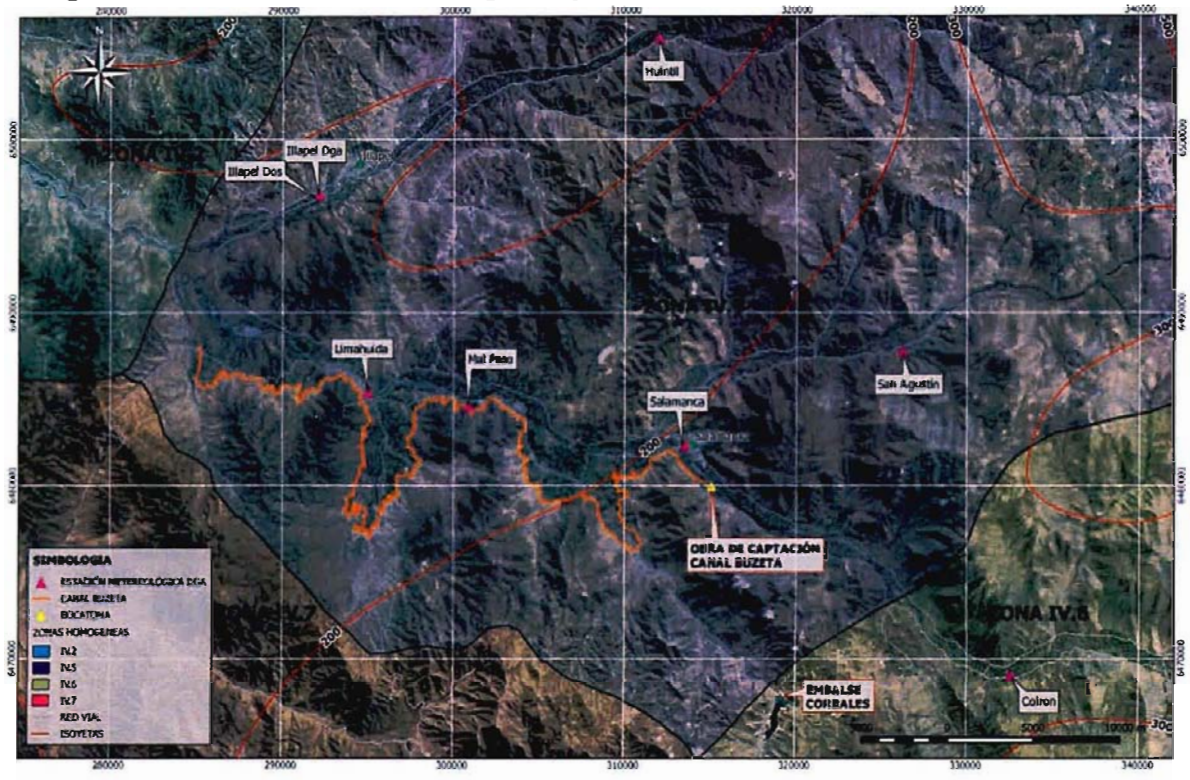
Estación	Periodo (años)	Registro	Elevación (msnm)	Ubicación Coordenadas UTM	
				Norte (m)	Este (m)
Illapel Dos	35	1971-2006	290	6.496.775	292.238
Illapel DGA	37	1976-vigente	290	6.496.775	292.238
Limahuida	49	1964-vigente	300	6.485.742	295.198
Mal Paso	50	1960-2010	375	6.484.933	301.085
Caimanes	24	1989-vigente	450	6.465.032	298.055
Salamanca	42	1971-vigente	510	6.482.674	313.736
Huintil	99	1914-vigente	650	6.505.808	311.921
Coirón	39	1974-vigente	840	6.469.012	332.538
La Tranquilla	51	1962-vigente	1000	6.469.378	342.019
San Agustín	86	1927-vigente	1050	6.488.102	326.461

Figura 2-3: Ubicación de estaciones con registro de precipitaciones



Con la finalidad de representar zonas con distribuciones de lluvia similares se revisó el estudio de Precipitaciones Máximas anuales en 1, 2 y 3 días desarrollado por la DGA (Ref.2). De esta manera se constató que el canal Buzeta se encuentra contenido en la zona homogénea IV.5 como en el entorno de la isoyeta de 80 mm (precipitación máxima en 1 día, para período de retorno 10 años) como se muestra en la Figura 2-4.

Figura 2-4: Ubicación zona homogénea y estaciones pluviométricas seleccionadas



De la figura anterior se observa que las estaciones Illapel Dos, Illapel DGA, Limahuida, Mal Paso, Salamanca, Huintil y San Agustín, están contenidas en la zona homogénea IV.5. Mientras que la estación Coirón pertenece a la zona homogénea IV.6.

A partir de esto, se revisaron los registros de las estaciones para comparar que efectivamente el comportamiento de las precipitaciones fuese similar (acorde a la zona homogénea IV.5), y cuyos eventos máximos registrados fueran coincidentes.

En la Tabla 2-3 se destacan los eventos máximos registrados y su comparación con las estaciones de la zona IV.5. Además se incluye la estación Coirón que si bien se encuentra a una cota mayor, pertenece a la subcuenca del río Choapa Medio.

Tabla 2-3: Precipitaciones anuales máximas diarias (mm)

AÑO	Fecha	Estación Illapel DGA	Fecha	Estación Limahuida	Fecha	Estación Mal Paso	Fecha	Estación Salamanca	Fecha	Estación Huintil	Fecha	Estación Coirón	Fecha	Estación San Agustín
1966			10/07	65	10/07	37			11/07	66			10/07	46
1967			10/09	40	10/09	40			15/07	50			10/09	39
1968			16/06	21	16/06	24			16/06	25			17/09	22,5
1969			04/06	37	04/06	31			04/08	10,5			03/08	14,2
1970			28/07	39	27/05	36			28/07	29			28/07	40,7
1971			20/06	45	20/06	46	19/08	24,7	19/08	24			20/06	38,8
1972			13/06	50	13/06	49			23/08	50			14/08	45,5
1973			07/07	44	08/10	31	01/11	0	14/06	34			07/07	38
1974	23/06	30,4	23/06	35	21/03	0	24/09	28,5	23/06	26	07/06	36	18/06	26
1975	10/07	35	29/05	27	10/07	45	10/07	45,2	10/07	52	13/07	55,5	10/07	61,7
1976	03/10	22,5	03/10	27	07/08	27	03/10	23,1	03/10	19,5	03/11	31	03/10	20,6
1977	11/07	31,5	11/07	30	11/07	50	11/07	49	11/07	55,5	11/07	60	23/07	46,8
1978	19/07	47	19/07	50	19/07	80	19/07	99	19/07	64	19/07	122,5	19/07	72,2
1979	31/07	9	30/07	8	30/07	33	31/07	52,5	31/07	26	31/07	89,5	30/07	48,5
1980	10/04	42	10/04	50	10/04	60	10/04	79	10/04	68	10/04	99	10/04	90,2
1981	20/06	44	20/06	34	20/06	40	31/05	34	12/05	33	12/05	45	12/05	32,8
1982	12/08	49	12/08	40	12/08	50	12/08	72	12/08	65,5	12/08	74	12/08	50
1983	06/07	44	06/07	49	06/07	54	07/07	46	07/07	43,5	07/07	51	07/07	117,7
1984	04/07	56	04/07	50	04/07	50	04/07	80	10/07	66	04/07	98,5	10/07	56,4
1985	28/07	10,5	28/07	21	28/07	29	28/07	22,6	03/07	15,5	03/07	20,4	29/07	19,5
1986	18/05	41	27/05	50	27/05	55	27/05	53,8	18/05	42,5	28/05	59	09/06	45
1987	24/07	85,5	11/07	50	14/07	90	14/07	93	24/07	99,5	14/07	167,5	14/07	97
1988	28/07	16	28/07	27	28/07	34	28/07	29	28/07	22	28/07	34	28/07	15,5
1989	02/08	23,2	02/08	20	14/05	32	26/07	38,7	02/08	27	26/07	55	26/07	24
1990	07/07	18	07/07	15			16/07	15,3	07/07	25	07/07	18	07/07	16,5
1991	19/06	36,5	26/05	28			19/06	50	19/06	40	19/06	38,5	19/06	39
1992	05/06	57	05/06	50			05/06	78,2	05/06	67	05/06	68	05/06	77
1993	06/05	45	06/05	36			06/05	75,2	06/05	80,5	06/05	125	06/05	97
1994	20/07	30	29/06	24,5			20/07	33,4	20/07	27	20/07	33	20/07	23
1995	23/07	21	23/07	20,5			13/08	27,5	23/07	22	13/08	32	13/08	18
1996	06/07	47	06/07	35			06/07	48,1	06/07	47	06/07	52,8	06/07	50
1997	16/08	83	16/08	48			16/08	77,6	16/08	127	16/08	123	11/06	54
1998	15/06	7	15/06	8			15/06	18,4	15/06	13,1	15/06	25	15/06	14
1999	20/08	22	30/08	32,5			30/08	45,1	12/09	29	30/08	48	12/09	28
2000	23/06	60	23/06	65			14/06	62	23/06	65	14/06	83	14/06	66
2001	18/07	47,5	18/07	62			18/07	61	18/07	55	18/07	75	18/07	76
2002	03/06	78	03/06	86			04/06	143,5	04/06	103	04/06	110,3	04/06	102,5
2003	20/05	38	20/05	46			20/05	41,5	20/05	44,5	20/05	49,3	20/05	32
2004	21/04	33	21/04	46			02/08	48	02/08	50,7	02/08	34	03/08	37
2005	03/05	14,5	03/05	20			28/08	21,5	23/10	19,5	28/08	44,5	28/08	32
2006	07/06	34,5	13/10	31,5			08/06	45,5	08/06	55,8	13/10	34	08/06	48
2007	13/06	28	13/06	32,5			13/06	59	14/06	39,5	13/06	73,4	14/06	79
2008	15/08	41,5	15/08	65			15/08	41,5	27/05	33	15/08	64,5	01/08	34,5
2009	27/06	33	15/08	27,5			15/08	37	15/08	37	28/06	45	15/08	39
2010	17/06	13	06/07	20,5			07/11	28	07/11	28	18/06	37	07/11	30
2011	15/07	35,5	15/07	32,5			15/07	39,5	18/06	59,8	18/06	56	18/06	49
2012	16/08	32,5	16/08	37,2			16/06	18	22/08	22,3	16/06	19	22/08	13
2013	27/05	31,5	27/05	36,5			17/05	26	27/05	27,3	27/05	45	27/05	24

Precipitaciones anuales máximas diarias registradas, mayores 3 eventos en cada estación
Precipitaciones anuales máximas diarias coincidentes con otra estación

3 RELLENO Y EXTENSIÓN DE SERIES

3.1 RELLENO DE LA ESTADISTICA DE CAUDALES

Para el relleno de la estadística, se consideraron los datos entre 1974 y 1999, periodo en el que no existía intervención de los caudales entre la estación río Choapa en Salamanca y río Choapa en Cuncumén, puesto que no se encontraba operativa la Minera Los Pelambres ni el embalse Corrales.

Se estableció una correlación entre la estadística de la estación río Choapa en Salamanca y la estadística de la estación río Choapa en Cuncumén (estación patrón), a nivel de caudales medios mensuales. Se determinó la relación lineal con aquellos caudales cuyo periodo es coincidente (ver Figura 3-1), entregando un coeficiente de correlación de 87%, esta curva fue empleada para completar los datos sin información de la estación río Choapa en Salamanca. Los resultados de la estadística rellenada se indican en la Figura 3-2 y los valores se adjuntan en el Anexo 9.1.

Figura 3-1: Correlaciones caudales medios mensuales Estación Río Choapa en Salamanca y río Choapa en Cuncumén

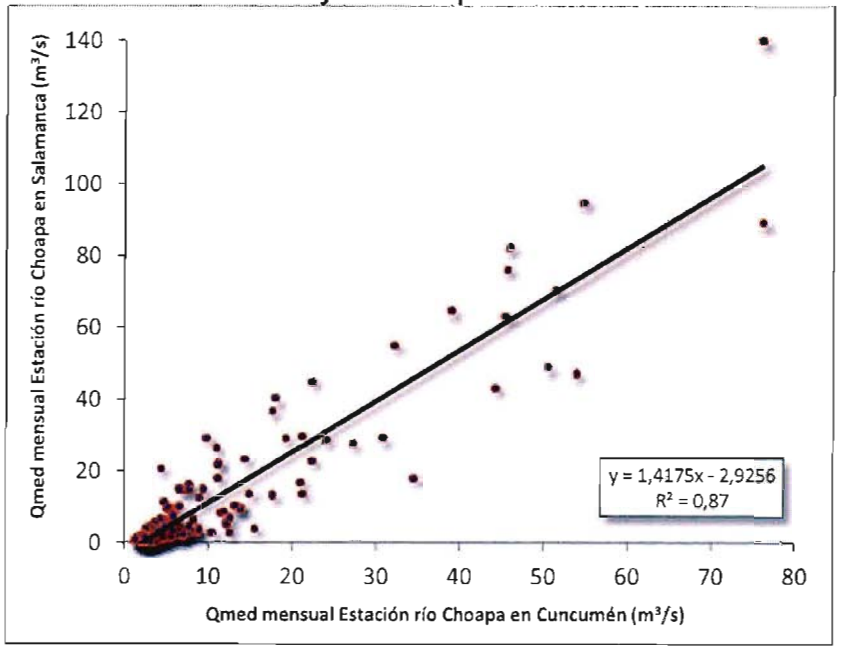
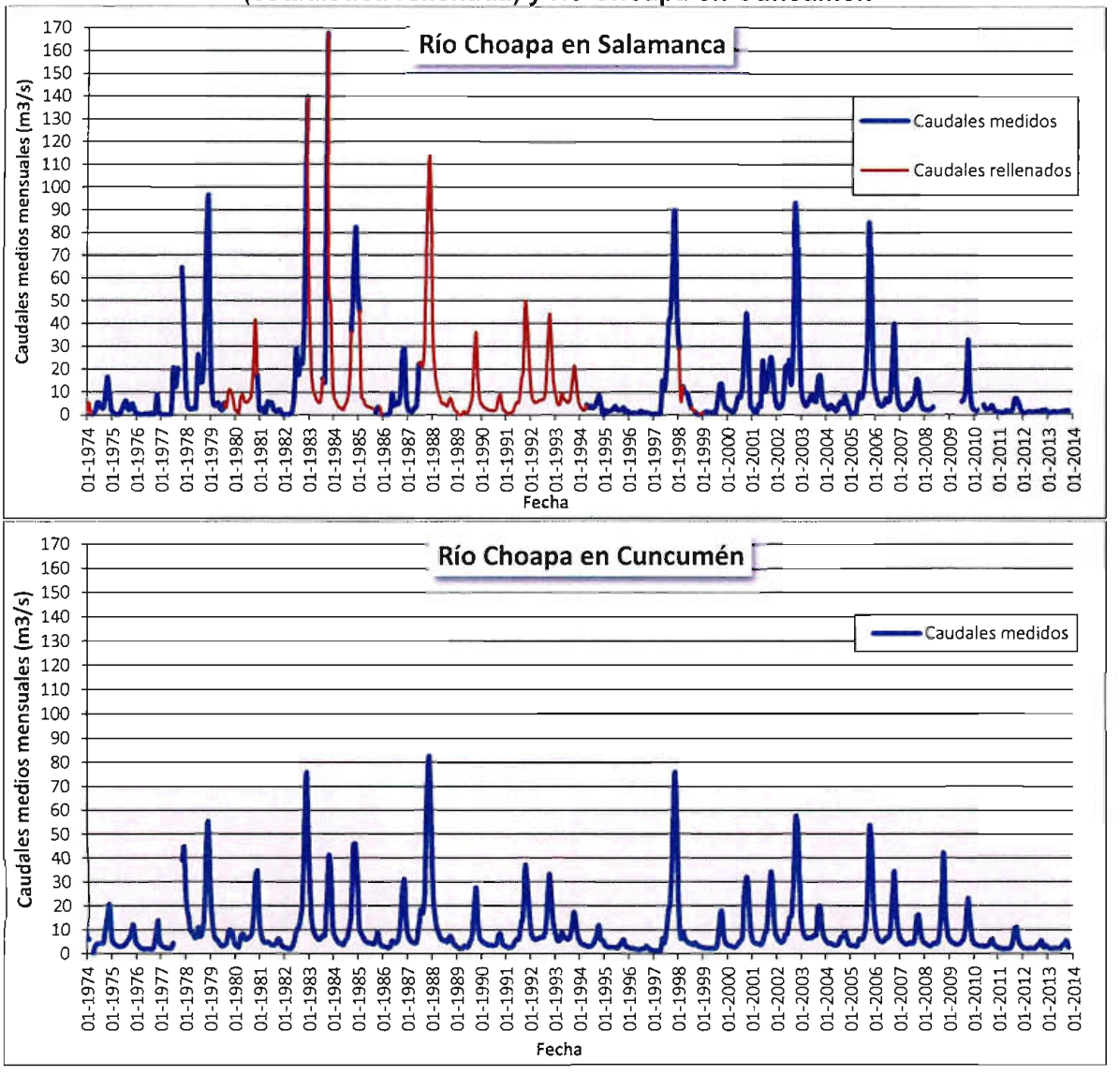


Figura 3-2: Caudales medios mensuales Estación Río Choapa en Salamanca (estadística rellenada) y río Choapa en Cuncumén



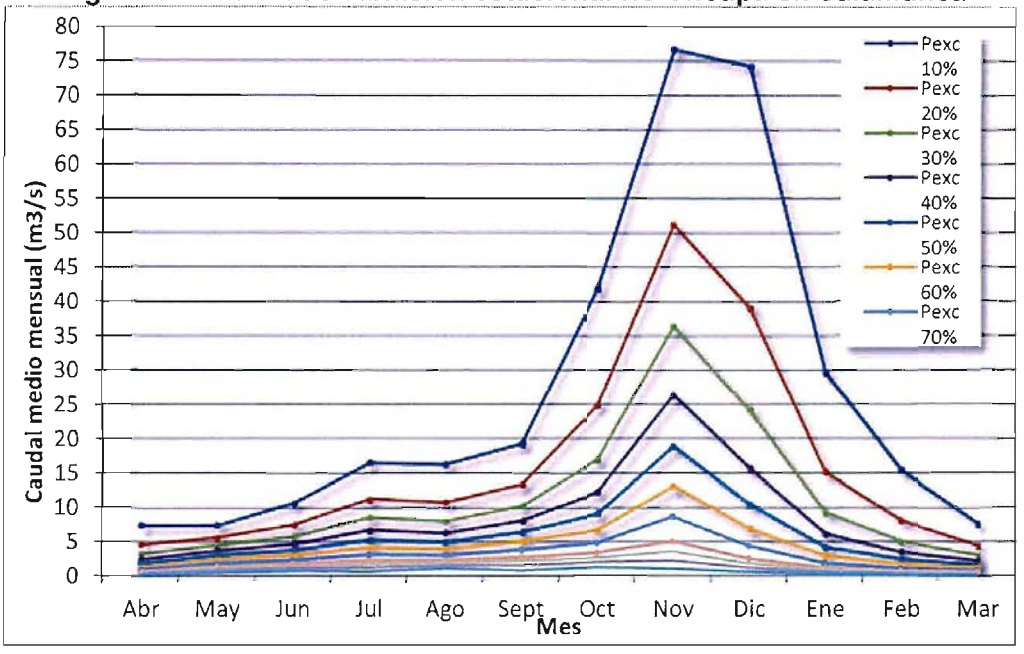
3.2 CURVAS DE VARIACIÓN ESTACIONAL

Con la estadística rellenada de los caudales medios mensuales se confeccionaron las curvas de variación estacional en la estación río Choapa en Salamanca. En la Tabla 3-1 y en la Figura 3-2 se puede observar la variabilidad de los caudales, donde los máximos se alcanzan en los meses de octubre a noviembre, los que se asocian a los periodos de deshielos. En años húmedos el incremento de caudales en primavera es más significativo que en los años de periodos secos.

Tabla 3-1: Probabilidades de excedencia caudales medios mensuales estación río Choapa en Salamanca

Probabilidad de excedencia	Mes											
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
10%	7.4	7.5	10.7	16.5	16.3	19.3	42.0	76.7	74.2	29.6	15.4	7.7
20%	4.6	5.7	7.5	11.3	10.8	13.4	24.8	51.1	39.1	15.1	8.1	4.5
30%	3.2	4.5	5.8	8.6	8.1	10.3	17.0	36.4	24.1	9.3	5.1	3.0
40%	2.3	3.7	4.6	6.7	6.3	8.1	12.3	26.3	15.8	6.2	3.4	2.2
50%	1.7	3.0	3.8	5.3	5.0	6.5	9.1	18.9	10.5	4.2	2.4	1.6
60%	1.3	2.4	3.0	4.2	3.9	5.1	6.7	13.2	6.9	2.8	1.6	1.2
70%	0.9	1.9	2.4	3.2	3.1	3.9	4.9	8.6	4.3	1.9	1.1	0.8
80%	0.6	1.4	1.8	2.2	2.3	2.7	3.3	5.0	2.5	1.2	0.7	0.6
85%	0.5	1.1	1.5	1.7	1.9	2.2	2.6	3.5	1.8	0.9	0.5	0.4
90%	0.4	0.8	1.1	1.2	1.5	1.5	2.0	2.2	1.1	0.6	0.4	0.3
95%	0.2	0.5	0.8	0.7	1.1	0.8	1.3	1.0	0.6	0.3	0.2	0.2
Distribución de probabilidad	LogPearson III	Gamma	Lognormal III	Lognormal III	Lognormal	Lognormal III	Lognormal	LogPearson III	LogPearson III	Lognormal	Lognormal	Lognormal

Figura 3-3: Curva de variación estacional río Choapa en Salamanca



3.3 RELLENO DE LA ESTADISTICA DE PRECIPITACIONES

Con la estadística pluviométrica, se efectuaron correlaciones entre las estaciones para los eventos máximos concurrentes. Dichas correlaciones se presentan en detalle en el Anexo 9.2, de donde se desprende que existe un comportamiento común entre estas estaciones.

Adicionalmente, de las estaciones escogidas, se utilizará un factor de ponderación de 1,1 sobre las precipitaciones máximas diarias según lo indicado en el Manual de Carreteras (2012), donde se expresa la relación entre las lluvias máximas en las 24 horas más lluviosas de las tormentas (registro pluviográfico) y las lluvias máximas diarias determinadas entre 8 am y 8 am (registro pluviométrico).

Utilizando las correlaciones con estaciones patrón: Limahuida, Huintil y San Agustín, que contaban con una estadística más completa se procedió a completar la información de los datos faltantes, los cuales se indican en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas (mm). Serie rellenada (k=1,1)

AÑO	Estación Illapel DGA	Estación Limahuida	Estación Mal Paso	Estación Salamanca	Estación Huintil	Estación Coirón	Estación San Agustín
1966	66.5	71.5	40.7	72.2	72.6	65.5	50.6
1967	42.4	44.0	44.0	57.6	55.0	57.8	42.9
1968	24.1	23.1	26.4	34.9	27.5	39.7	24.8
1969	39.5	40.7	34.1	21.7	11.6	30.6	15.6
1970	41.4	42.9	39.6	38.5	31.9	59.7	44.8
1971	47.2	49.5	50.6	27.2	26.4	57.6	42.7
1972	52.1	55.0	53.9	57.6	55.0	64.9	50.1
1973	46.3	48.4	34.1	0.0	37.4	56.7	41.8
1974	33.4	38.5	0.0	31.4	28.6	39.6	28.6
1975	38.5	29.7	49.5	49.7	57.2	61.1	67.9
1976	24.8	29.7	29.7	25.4	21.5	34.1	22.7
1977	34.7	33.0	55.0	53.9	61.1	66.0	51.5
1978	51.7	55.0	88.0	108.9	70.4	134.8	79.4
1979	9.9	8.8	36.3	57.8	28.6	98.5	53.4
1980	46.2	55.0	66.0	86.9	74.8	108.9	99.2
1981	48.4	37.4	44.0	37.4	36.3	49.5	36.1
1982	53.9	44.0	55.0	79.2	72.1	81.4	55.0
1983	48.4	53.9	59.4	50.6	47.9	56.1	129.5
1984	61.6	55.0	55.0	88.0	72.6	108.4	62.0
1985	11.6	23.1	31.9	24.9	17.1	22.4	21.5
1986	45.1	55.0	60.5	59.2	46.8	64.9	49.5
1987	94.1	55.0	99.0	102.3	109.5	184.3	106.7
1988	17.6	29.7	37.4	31.9	24.2	37.4	17.1
1989	25.5	22.0	35.2	42.6	29.7	60.5	26.4
1990	19.8	16.5	31.6	16.8	27.5	19.8	18.2
1991	40.2	30.8	41.0	55.0	44.0	42.4	42.9
1992	62.7	55.0	56.8	86.0	73.7	74.8	84.7
1993	49.5	39.6	46.7	82.7	88.6	137.5	106.7

AÑO	Estación Illapel DGA	Estación Limahuida	Estación Mal Paso	Estación Salamanca	Estación Huintil	Estación Coirón	Estación San Agustín
1994	33.0	27.0	38.4	36.7	29.7	36.3	25.3
1995	23.1	22.6	35.5	30.3	24.2	35.2	19.8
1996	51.7	38.5	46.0	52.9	51.7	58.1	55.0
1997	91.3	52.8	55.4	85.4	139.7	135.3	59.4
1998	7.7	8.8	26.5	20.2	14.4	27.5	15.4
1999	24.2	35.8	44.2	49.6	31.9	52.8	30.8
2000	66.0	71.5	67.6	68.2	71.5	91.3	72.6
2001	52.3	68.2	65.5	67.1	60.5	82.5	83.6
2002	85.8	94.6	82.8	157.9	113.3	121.3	112.8
2003	41.8	50.6	53.9	45.7	49.0	54.2	35.2
2004	36.3	50.6	53.9	52.8	55.8	37.4	40.7
2005	16.0	22.0	35.2	23.7	21.5	49.0	35.2
2006	38.0	34.7	43.5	50.1	61.4	37.4	52.8
2007	30.8	35.8	44.2	64.9	43.5	80.7	86.9
2008	45.7	71.5	67.6	45.7	36.3	71.0	38.0
2009	36.3	30.3	40.6	40.7	40.7	49.5	42.9
2010	14.3	22.6	35.5	30.8	30.8	40.7	33.0
2011	39.1	35.8	44.2	43.5	65.8	61.6	53.9
2012	35.8	40.9	47.6	19.8	24.5	20.9	14.3
2013	34.7	40.2	47.1	28.6	30.0	49.5	26.4

Precipitaciones anuales máximas en 24 horas, rellenadas de la correlación entre estaciones

3.4 ANÁLISIS DE FRECUENCIA

En función de la estadística de precipitaciones máximas en 24 horas completada, se seleccionaron las siete estaciones indicadas en la Tabla 3-2, las cuales se encuentran contenidas en la zona de precipitaciones homogénea IV.5 y en la zona del río Choapa Medio, y se les aplicó un análisis de frecuencia.

Se ajustaron las siguientes distribuciones de probabilidad, comúnmente empleadas en este tipo de estudios: Normal, Gamma, Log-Normal, Log-Normal Tipo III, Pearson Tipo III, Log-Pearson Tipo III y Gumbel. La selección de la distribución de mejor ajuste se efectuó en base a la aplicación de un test estadístico, en este caso χ^2 Chi-cuadrado en complemento con una inspección gráfica de los resultados obtenidos.

El análisis de precipitaciones tuvo como objetivo generar las lluvias representativas de la zona en estudio para un extenso rango de períodos de retorno de 2, 5, 10, 50, 100, 500 y 1.000 años según se resumen en la Tabla 3-3, de forma de abarcar eventos muy probables hasta otros de muy baja probabilidad.

Tabla 3-3: Resultados del análisis de frecuencia

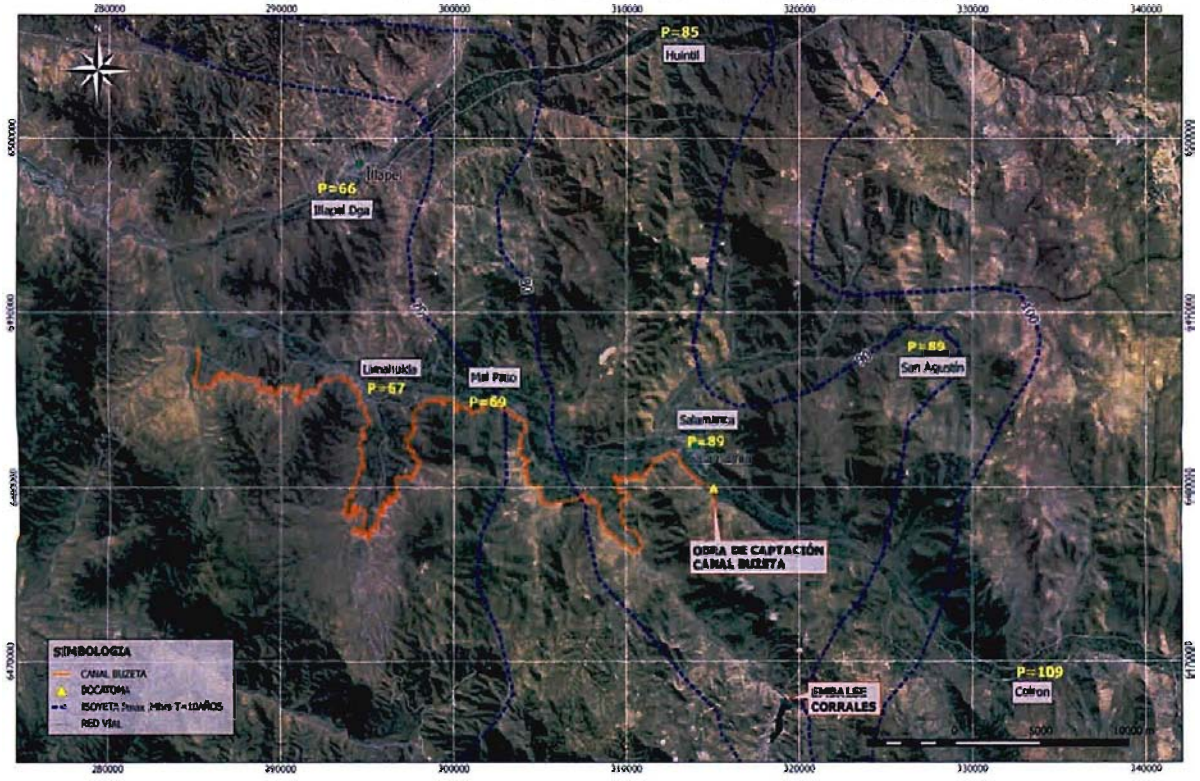
Estación	Distribución	Precipitación máxima en 24 hrs						
		T= 2 años	T= 5 años	T= 10 años	T= 50 años	T= 100 años	T= 500 años	T= 1000 años
Illapel DGA	Normal	41	58	66	81	86	97	101
Limahuida	Gumbel	39	56	67	92	103	127	138
Mal Paso	Log Pearson III	45	59	69	91	100	125	137
Salamanca	Log Pearson III	47	72	89	132	152	201	225
Huintil	Log Normal	42	67	85	130	151	204	229
Coirón	Log Normal	57	87	109	160	184	243	270
San Agustín	Log Normal	43	69	89	139	162	222	250

3.5 MAPA DE ISOYETAS

Con los resultados obtenidos del análisis de frecuencia de las estaciones en estudio cercanas al canal Buzeta se trazaron las isoyetas para un periodo de retorno de 10 años, utilizando como base el mapa de isoyetas de la DGA (Ref. 2).

Como se ilustra en la Figura 3-4, del trazado de las isoyetas es posible inferir que el canal Buzeta se emplaza en una zona donde el rango de precipitaciones máximas en 24 hrs varía desde los 65 mm hasta los 89 mm para 10 años de periodo de retorno.

Figura 3-4: Mapa de isoyetas precipitaciones máximas en 24 hrs, T=10 años



3.6 CURVAS IDF

Se determinaron las curvas de intensidad duración frecuencia (IDF) para la precipitación máxima en 24 hrs representativa del canal Buzeta, a la que se le aplicó los coeficientes de duración y frecuencia, obteniéndose las curvas correspondientes mediante la aplicación de la siguiente relación:

$$P_t(T) = K \cdot CD_t \cdot CF_T \cdot P_d(T)$$

Donde:

$P_t(T)$ = Precipitación máxima de duración t y periodo de retorno T [mm]
K = Coeficiente que transforma las precipitaciones máximas diarias en máximas en 24 hrs, equivalente a 1,1 (factor que ya se encuentra incorporado en los análisis de frecuencias)
$P_d(T)$ = Precipitación máxima diaria para el periodo de retorno T [mm]
CD_t = Coeficiente de duración para el tiempo t
CF_T = Coeficiente de frecuencia para el periodo de retorno T

El coeficiente de frecuencia se define como la razón entre la lluvia asociada a un cierto periodo de retorno y la lluvia asociada a 10 años de periodo de retorno. A partir de los resultados obtenidos del análisis probabilísticos indicados en la Tabla 3-3, se determinaron los coeficientes de frecuencias para periodos de retorno de 2, 5, 10, 50 y 100 años para las estaciones Limahuida, Mal Paso y Salamanca que corresponde a las estaciones más cercanas al canal. Los resultados se indican en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4: Coeficientes de frecuencia, estaciones cercanas al canal Buzeta

Estación	Coeficientes de frecuencia				
	T= 2 años	T= 5 años	T= 10 años	T= 50 años	T= 100 años
Limahuida	0.582	0,836	1,000	1,373	1,537
Mal Paso	0.652	0,855	1,000	1,319	1,449
Salamanca	0.528	0,809	1,000	1,483	1,708
Promedio	**0.587**	**0,833**	**1,000**	**1,392**	**1,565**

Por otro lado, el coeficiente de duración se define como la razón entre la lluvia caída en una determinada duración y la lluvia caída en 24 hrs, ambas para la misma frecuencia. Para ello se utilizaron los registros de precipitaciones en estaciones pluviográficas en la cuenca del río Choapa que se resumen en la Tabla 3-5 según la información obtenida de la Ref.6.

Tabla 3-5: Coeficientes de duración estaciones pluviográficas, cuenca del río Choapa

Estación	Coeficiente de Duración											
	15 min	30 min	45 min	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr	6 hr	8 hr	10 hr	12 hr	24 hr
Illapel DGA	0,061	0,106	0,140	0,176	0,283	0,383	0,471	0,582	0,673	0,739	0,789	1,000
La Tranquilla	0,068	0,121	0,163	0,200	0,320	0,415	0,506	0,597	0,650	0,711	0,764	1,000

Los coeficientes de duración entre las Estaciones Illapel DGA y la Tranquilla son similares y difieren en torno al 10%, lo tanto se ha optado por utilizar los valores de la estación Illapel DGA puesto que se encuentra a una altitud más representativa del canal Buzeta (ver Figura 2-3).

Finalmente para determinar las curvas IDF, se calculan las intensidades para distintos periodos de retorno y duraciones mediante la siguiente expresión,

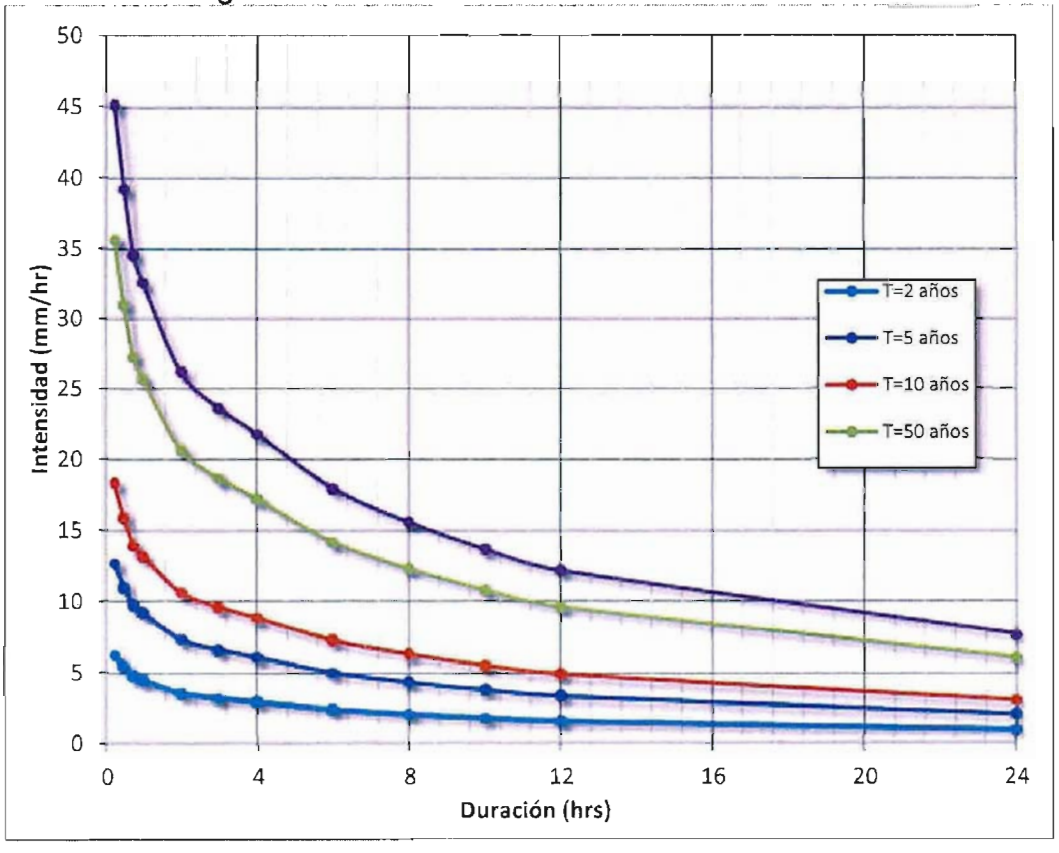
$$I_t^T\left(\frac{mm}{hr}\right) = P_t^T/(\frac{t}{60})$$

Los resultados se indican en la Tabla 3-6 y la representación gráfica de las curvas IDF se presentan en la
Figura 3-5 Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia.

Tabla 3-6 Intensidad de lluvia para distintos periodos de retorno y duración del evento

Duración	Intensidad (mm/hr)				
	T= 2 años	T= 5 años	T= 10 años	T= 50 años	T= 100 años
15 min	6.3	12.7	18.3	35.7	45.2
30 min	5.4	11.0	15.9	31.0	39.3
45 min	4.8	9.7	14.0	27.3	34.6
1 hr	4.5	9.1	13.2	25.7	32.6
2 hr	3.6	7.3	10.6	20.7	26.2
3 hr	3.3	6.6	9.6	18.7	23.6
4 hr	3.0	6.1	8.8	17.2	21.8
6 hr	2.5	5.0	7.3	14.2	18.0
8 hr	2.2	4.4	6.3	12.3	15.6
10 hr	1.9	3.8	5.5	10.8	13.7
12 hr	1.7	3.4	4.9	9.6	12.2
24 hr	1.1	2.2	3.1	6.1	7.7

Figura 3-5 Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia



4 CAUDALES DISPONIBLES EN BOCATOMA

Los caudales en bocatoma del canal Buzeta se encuentran condicionados por la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca del río Chopa. Actualmente la Junta de Vigilancia es la entidad que determina los porcentajes de uso del agua y se basa en los caudales de la estación río Choapa en Cuncumén, contemplando las siguientes acciones:

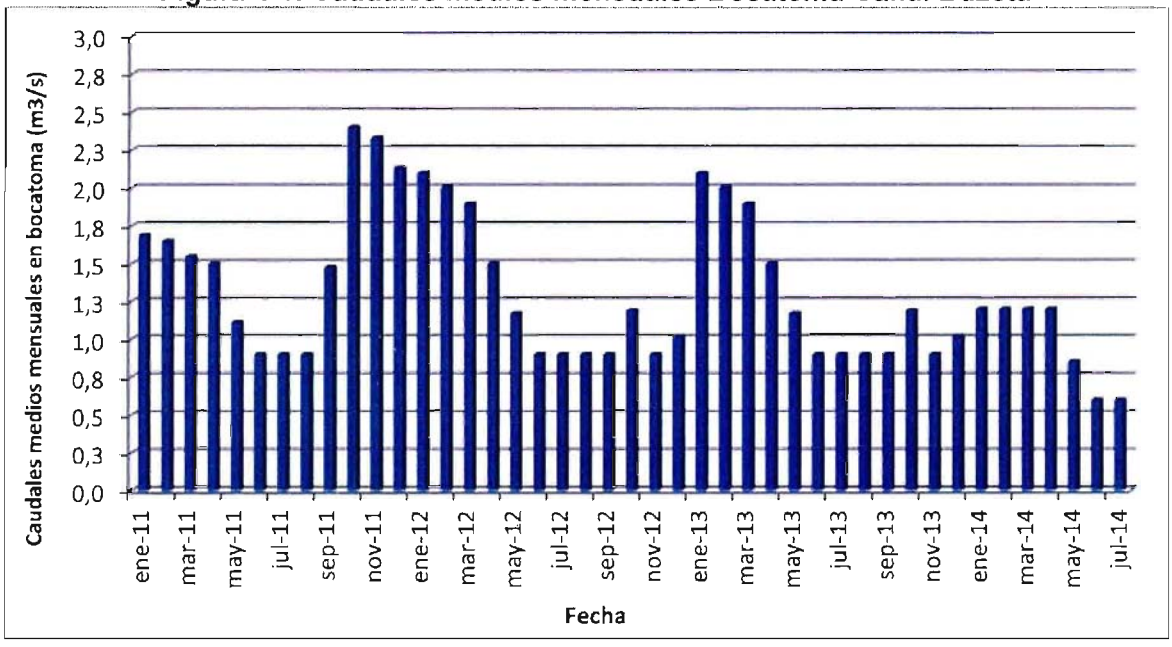
- Se establece un porcentaje único para todos los regantes que están bajo la organización de la Junta de Vigilancia. Aplicando este valor sobre los derechos de agua otorgados. Se establece de esta manera un caudal $Q_{:total}$ requerido.

- Se verifica que el caudal pasante en la estación río Choapa en Cuncumén sea superior al Q_{total} requerido aguas abajo. De ser así, los excedentes de caudal son posibles de acumular en el embalse Corrales.

- Si el caudal pasante en la estación río Choapa en Cuncumén es inferior al Q_{total} requerido aguas abajo, el embalse Corrales entrega parte de su almacenamiento para suplir el déficit.

Los caudales medidos en la bocatoma del canal Buzeta han presentado fluctuaciones alcanzando un máximo del 80% del total otorgado por derecho a condiciones mínimas de operación de un 20%, según la información proporcionada por la Junta de Vigilancia (Julio, 2014), cuya estadística desde el 2011 se indica en el Anexo 9.1 y se ilustra en la Figura 4-1. El canal Buzeta tiene un caudal de derecho en bocatoma de 3000 l/s, sin embargo los caudales operacionales registrados en los últimos años son inferiores en todos los meses.

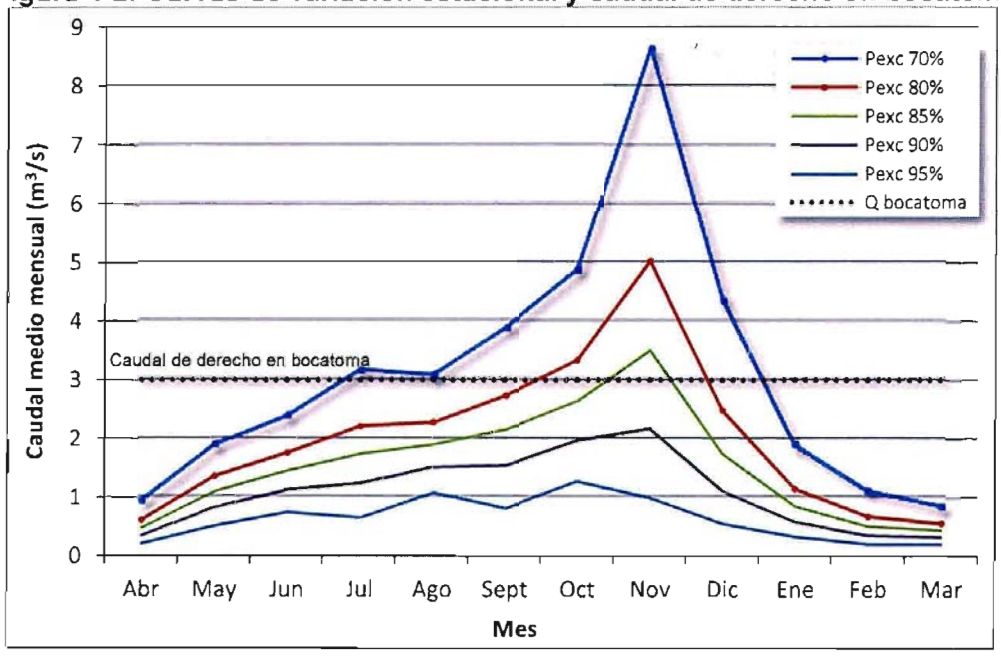
Figura 4-1: Caudales medios mensuales Bocatoma Canal Buzeta



En la Figura 4-2 se observa el contraste del caudal por derecho con las curvas de variación estacional, de esta gráfica se puede deducir que para periodos secos, en particular para probabilidades de excedencia sobre el 90%, el caudal por derecho en bocatoma, es decir los 3000 l/s son superiores la disponibilidad de agua.

También es importante destacar que la mayor disponibilidad del recurso hídrico en el cauce del río Choapa se concentra en el periodo de primavera y la mayor demanda de agua para riego se produce en los periodos de verano, de ahí la importancia de la regulación de los caudales del embalse Corrales.

Figura 4-2: Curvas de variación estacional y caudal de derecho en bocatoma



5 CAUDALES DE CRECIDAS QUEBRADAS LATERALES

Este capítulo tiene como objetivo determinar los caudales de crecida de las quebradas aportantes al canal Buzeta bajo el escenario de eventos precipitaciones asociadas a 2, 5, 10, 50 y 100 años de periodo de retorno. Esta información es de utilidad para analizar las capacidades de conducción máximas del canal.

5.1 METODOLOGÍA

Para la determinación de los caudales de crecida en los puntos de interés se aplicó la fórmula racional utilizando como base las precipitaciones máximas estimadas en la zona de estudio. Esta metodología es utilizable en cuencas pequeñas menores de 25 km^2 y se estima mediante la siguiente expresión.

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3{,}6}$$

Dónde:

- Q : Caudal Máximo en m^3/s
- C : Coeficiente de escorrentía
- i : Intensidad de precipitación, en mm/hr
- A : Superficie de la cuenca en km^2

La intensidad de precipitación corresponde a aquella de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca en análisis y del periodo de retorno de diseño.

Dada la morfología de las cuencas de las quebradas en análisis, que corresponde a cuencas pequeñas con pendiente se ha escogido la expresión Giandotti para estimar el tiempo de concentración:

$$Tc = 60\left((4A^{0,5} + 1{,}5L) \cdot (0{,}8Hm^{0,5})\right)$$

Dónde:

- Tc : Tiempo de concentración (min)
- A : Superficie de la cuenca en km^2
- L : Longitud del cauce (km)
- Hm : diferencia de nivel en m entra la cota media de la cuenca y la salida

Respecto al coeficiente de escorrentía, este factor depende de las carcaterísticas del terreno, uso y manejo del suelo, condiciones de infiltración, etc. En la Tabla 5-1 se incluyen cuatro factores que inciden en el coeficiente, que son el relieve, la infiltración, la vegetación y la capacidad de almacenar agua. Al seleccionara las categorías estos factores se suman para contruibuir al coeficientes de escorrentía total.

Tabla 5-1 Coeficientes de escorrentía (T=10 años)

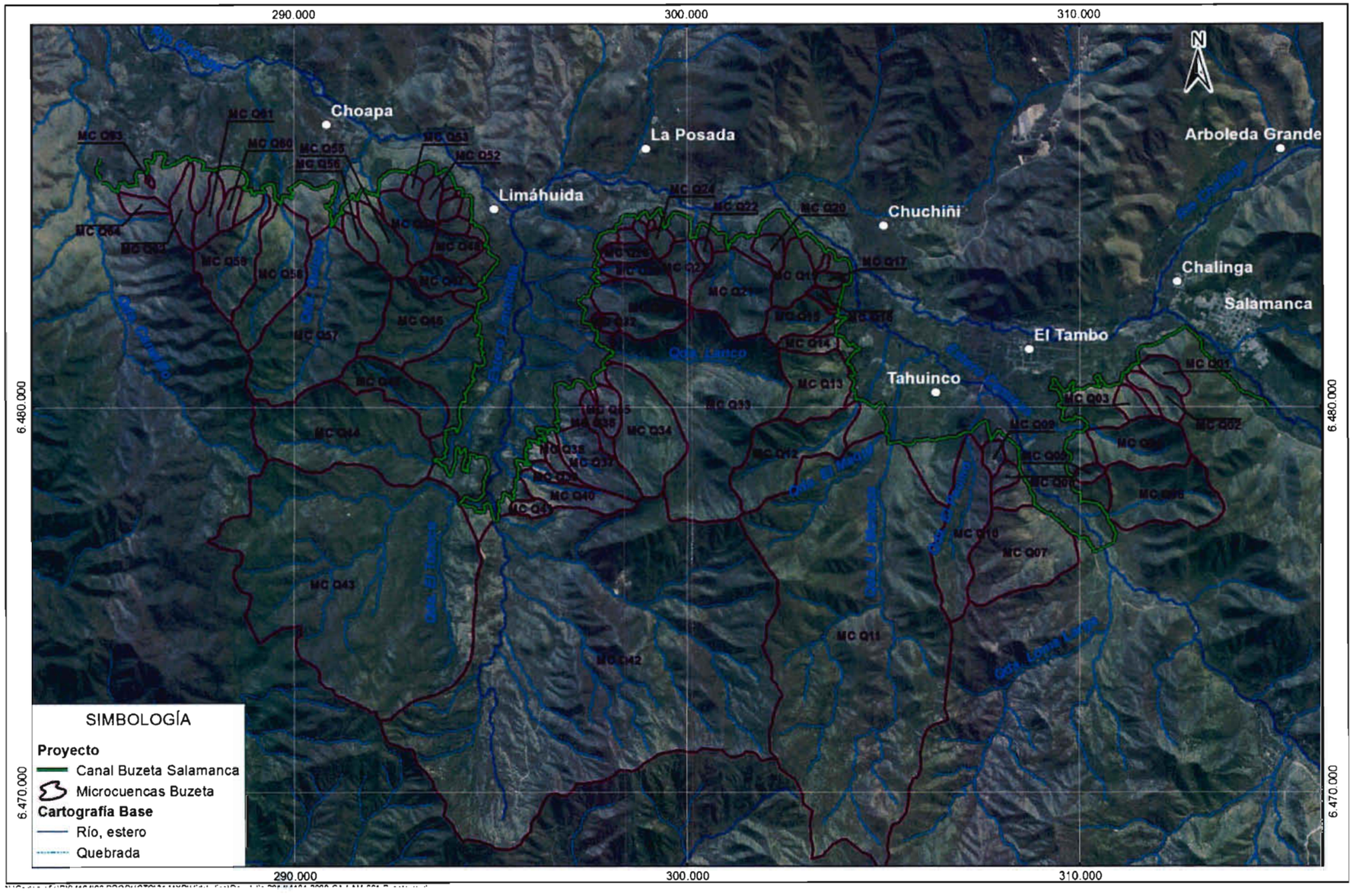
Factor	Extremo	Alto	Normal	Bajo
Relieve	**0,28-0,35** Escarpado con pendientes mayores que 30%	**0,20-0,28** Montañoso con pendientes entre 10 y 30%	**0,14-0,20** Con cerros y pendientes entre 5 y 10%	**0,08-0,14** Relativamente plano con pendientes menores al 5%
Infiltración	**0,12-0,16** Suelo rocoso, o arcilloso con capacidad de infiltración despreciable	**0,08 – 0,12** Suelos arcillosos o limosos con baja capacidad de infiltración, mal drenados	**0,06-0,08** Normales, bien drenados, textura mediana, limos arenosos, suelos arenosos	**0,04-0,06** Suelos profundos de arena u otros suelos bien drenados con alta capacidad de infiltración
Cobertura vegetal	**0,12-0,16** Cobertura escasa, terreno sin vegetación o escasa cobertura	**0,08-0,12** Poca vegetación, terrenos cultivados o naturales, menos del 20% del área con buena cobertura vegetal	**0,06-0,08** Regular a buena; 50% del área con praderas o bosques, no más del 50% cultivado	**0,04-0,06** Buena a excelente; 90% del área con praderas, bosques o cobertura equivalente
Almacenamiento superficial	**0,10-0,12** Despreciable, pocas depresiones superficiales, sin zonas húmedas	**0,08 – 0,10** Baja, sistema de cauces superficiales pequeños bien definidos, sin zonas húmedas	**0,06-0,08** Normal; posibilidad de almacenamiento buena, zonas húmedas, pantanos, lagunas y lagos	**0,04-0,06** Capacidad alta, sistema hidrográfico poco definido, buenas planicies de inundación o gran cantidad de zonas húmedas, lagunas o pantanos

5.2 RESULTADOS QUEBRADAS APORTANTES AL CANAL

Se definieron 64 quebradas aportantes al canal Buzeta, en base a imágenes satelitales del Google Earth, escogiendo aquellas que presentaran un cauce definido afluente al canal como se indica en la Figura 5-1.

De esta selección, actualmente existen 11 quebradas que presentan obra de cruce, ya sea que el canal Buzeta cruza la quebrada en forma subterránea, a través de una alcantarilla o a través de una canoa, permitiendo el paso de la descarga de la quebrada por sobre el canal.

Figura 5-1 Cuencas de las quebradas aportantes al canal Buzeta



En la Tabla 5-2 se indica la estimación de caudales de las quebradas afluentes al canal Buzeta utilizando el método racional (los detalles morfológicos de la cuenca se adjuntan en el Anexo 9.3). Los cálculos se realizaron para distintos periodos de retorno.

Para la estimación de los tiempos de concentración de cada quebrada se utilizó la expresión de Giandotti, cuyo valores finales fueron redondeados a 15, 30, 45 o 60 minutos para obtener directamente la intensidad de lluvia de las curvas IDF.

Tabla 5-2: Estimación de caudales afluentes al canal Buzeta

Código	Km	Nombre quebrada	Obra existente	A (km^2)	Tc Giandotti (min)	Tc (min)	C	T=2 años		T=5 años		T=10 años		T=50 años		T=100 años	
								I (mm/hr)	Q (m^3/s)	I (mm/hr)	Q (m^3/s)	I (mm/hr)	Q (m^3/s)	I (mm/hr)	Q (m^3/s)	I (mm/hr)	Q (m^3/s)
MC Q01	4768			0.8	30	30	0.48	5.4	0.6	11.0	1.1	15.9	1.6	31.0	3.2	39.3	4.1
MC Q02	5170			0.8	27	30	0.56	5.4	0.7	11.0	1.4	15.9	2.0	31.0	3.9	39.3	5.0
MC Q03	5647			0.5	23	30	0.56	5.4	0.4	11.0	0.9	15.9	1.3	31.0	2.6	39.3	3.2
MC Q04	11231		CP N°27	2.7	46	60	0.48	4.5	1.6	9.1	3.3	13.2	4.8	25.7	9.3	32.6	11.8
MC Q05	13057			0.3	26	30	0.48	5.4	0.2	11.0	0.4	15.9	0.6	31.0	1.2	39.3	1.5
MC Q06	14739	La Higuera		4.2	55	60	0.48	4.5	2.5	9.1	5.0	13.2	7.3	25.7	14.2	32.6	18.1
MC Q07	17448		CP N°52	5.0	56	60	0.44	4.5	2.8	9.1	5.6	13.2	8.1	25.7	15.8	32.6	20.0
MC Q08	19222			0.4	22	30	0.56	5.4	0.3	11.0	0.6	15.9	0.9	31.0	1.8	39.3	2.3
MC Q09	20836			0.4	28	30	0.48	5.4	0.3	11.0	0.6	15.9	0.9	31.0	1.7	39.3	2.1
MC Q10	21944		AL N°1	4.1													
MC Q11	24148		AL N°2 CP N°84	40.5													
MC Q12	26082	El Canelillo	CP N°93	4.3	56	60	0.48	4.5	2.6	9.1	5.2	13.2	7.5	25.7	14.6	32.6	18.5
MC Q13	26819	El Utre	AL N°3	2.7													
MC Q14	28939		CP N°102	0.6	26	30	0.56	5.4	0.5	11.0	1.1	15.9	1.5	31.0	3.0	39.3	3.8
MC Q15	29843	El Palto		1.4	33	30	0.56	5.4	1.2	11.0	2.4	15.9	3.4	31.0	6.7	39.3	8.4
MC Q16	30115			0.2	18	15	0.56	6.3	0.2	12.7	0.4	18.3	0.5	35.7	1.1	45.2	1.3
MC Q17	30807	El Orrego		0.3	19	15	0.56	6.3	0.3	12.7	0.5	18.3	0.8	35.7	1.5	45.2	1.9
MC Q18	32412			0.1	13	15	0.56	6.3	0.1	12.7	0.2	18.3	0.3	35.7	0.5	45.2	0.6
MC Q19	33351	Guallacán	VT N°2	1.3	36	30	0.48	5.4	0.9	11.0	1.9	15.9	2.8	31.0	5.4	39.3	6.9
MC Q20	35154	Los Maitenes		0.6	26	30	0.56	5.4	0.5	11.0	0.9	15.9	1.4	31.0	2.7	39.3	3.4
MC Q21	36182	Los Loros	VT N°4 CP N°117	3.4	51	60	0.48	4.5	2.0	9.1	4.1	13.2	6.0	25.7	11.6	32.6	14.7
MC Q22	37665			0.2	20	15	0.56	6.3	0.2	12.7	0.5	18.3	0.7	35.7	1.3	45.2	1.6
MC Q23	37901	La Mora	CN N°3	1.1													
MC Q24	39372	El Álamo	CP N°121	0.4	21	15	0.56	6.3	0.4	12.7	0.8	18.3	1.1	35.7	2.2	45.2	2.8
MC Q25	40205			0.0	11	15	0.56	6.3	0.0	12.7	0.1	18.3	0.1	35.7	0.2	45.2	0.3
MC Q26	40728	Lo Castillo		0.1	16	15	0.56	6.3	0.1	12.7	0.3	18.3	0.4	35.7	0.7	45.2	0.9
MC Q27	41613	Paso El Lanco		0.2	19	15	0.56	6.3	0.2	12.7	0.4	18.3	0.6	35.7	1.1	45.2	1.4
MC Q28	42675	Seca		0.6	30	30	0.48	5.4	0.4	11.0	0.9	15.9	1.3	31.0	2.5	39.3	3.2
MC Q29	43206			1.0	33	30	0.48	5.4	0.7	11.0	1.4	15.9	2.1	31.0	4.1	39.3	5.1
MC Q30	44041	Huilcoco		2.6	49	60	0.44	4.5	1.4	9.1	2.9	13.2	4.2	25.7	8.1	32.6	10.3
MC Q31	45670			0.1	14	15	0.56	6.3	0.1	12.7	0.1	18.3	0.2	35.7	0.3	45.2	0.4
MC Q32	46021			0.2	22	15	0.48	6.3	0.2	12.7	0.3	18.3	0.5	35.7	1.0	45.2	1.2
MC Q33	47152	Calicanto	AL N°6 CP N°137	13.1													
MC Q34	47657	El Lanco	CP N°139	4.2	58	60	0.48	4.5	2.5	9.1	5.1	13.2	7.5	25.7	14.5	32.6	18.4
MC Q35	48361			0.7	41	30	0.48	5.4	0.5	11.0	1.0	15.9	1.5	31.0	2.9	39.3	3.7
MC Q36	48555			0.5	38	30	0.48	5.4	0.4	11.0	0.7	15.9	1.1	31.0	2.1	39.3	2.7

Código	Km	Nombre quebrada	Obra existente	A (km^2)	Tc Giandotti (min)	Tc (min)	C	T=2 años I (mm/hr)	T=2 años Q (m^3/s)	T=5 años I (mm/hr)	T=5 años Q (m^3/s)	T=10 años I (mm/hr)	T=10 años Q (m^3/s)	T=50 años I (mm/hr)	T=50 años Q (m^3/s)	T=100 años I (mm/hr)	T=100 años Q (m^3/s)
MC Q37	51213		AL N°7	2.1													
MC Q38	52459			0.3	38	30	0.48	5.4	0.2	11.0	0.4	15.9	0.6	31.0	1.2	39.3	1.6
MC Q39	54240			0.4	38	30	0.48	5.4	0.3	11.0	0.6	15.9	0.8	31.0	1.6	39.3	2.0
MC Q40	55218			1.6	43	45	0.48	4.8	1.0	9.7	2.1	14.0	3.0	27.3	5.8	34.6	7.4
MC Q41	55944			0.4	45	45	0.42	4.8	0.2	9.7	0.4	14.0	0.6	27.3	1.2	34.6	1.5
MC Q42	57176		AL N°8	57.7													
MC Q43	58898		AL N°10	31.6													
MC Q44	64623		AL N°12	8.5													
MC Q45	65766		AL N°11	2.5													
MC Q46	70485			3.7	52	45	0.48	4.8	2.4	9.7	4.8	14.0	6.9	27.3	13.5	34.6	17.1
MC Q47	71465		AL N°9	1.2													
MC Q48	72952	Las Dlucas	CP N°215	0.8	31	30	0.48	5.4	0.6	11.0	1.1	15.9	1.6	31.0	3.2	39.3	4.0
MC Q49	73837			0.3	19	15	0.56	6.3	0.3	12.7	0.6	18.3	0.8	35.7	1.6	45.2	2.0
MC Q50	74741			0.3	19	15	0.56	6.3	0.3	12.7	0.6	18.3	0.8	35.7	1.6	45.2	2.0
MC Q51	75064			0.1	13	15	0.56	6.3	0.1	12.7	0.2	18.3	0.3	35.7	0.6	45.2	0.7
MC Q52	75933			0.5	26	30	0.56	5.4	0.5	11.0	0.9	15.9	1.3	31.0	2.6	39.3	3.3
MC Q53	76991			0.3	20	15	0.56	6.3	0.3	12.7	0.5	18.3	0.8	35.7	1.5	45.2	1.9
MC Q54	78271	La Higuera	CP N°224	1.6	42	45	0.48	4.8	1.0	9.7	2.1	14.0	3.0	27.3	5.8	34.6	7.3
MC Q55	79032	El Ahorcado		1.3	37	30	0.48	5.4	0.9	11.0	1.9	15.9	2.8	31.0	5.4	39.3	6.8
MC Q56	79878	Las Capachas		0.6	27	30	0.56	5.4	0.5	11.0	1.1	15.9	1.6	31.0	3.1	39.3	3.9
MC Q57	80448	El Quique		9.4	81	60	0.48	4.5	5.7	9.1	11.5	13.2	16.6	25.7	32.4	32.6	41.0
MC Q58	83981			3.9	55	60	0.48	4.5	2.4	9.1	4.8	13.2	6.9	25.7	13.5	32.6	17.1
MC Q59	85098	Los Peumos	CP N°255	3.0	53	60	0.48	4.5	1.8	9.1	3.6	13.2	5.2	25.7	10.2	32.6	13.0
MC Q60	85833		CP N°258	0.4	27	30	0.48	5.4	0.3	11.0	0.6	15.9	0.9	31.0	1.8	39.3	2.2
MC Q61	87134			0.9	32	30	0.48	5.4	0.6	11.0	1.3	15.9	1.8	31.0	3.5	39.3	4.5
MC Q62	88020			0.9	34	30	0.48	5.4	0.6	11.0	1.3	15.9	1.9	31.0	3.6	39.3	4.6
MC Q63	90416			0.0	14	15	0.56	6.3	0.0	12.7	0.1	18.3	0.1	35.7	0.3	45.2	0.3
MC Q64	91810	El Álamo		0.5	31	30	0.44	5.4	0.3	11.0	0.6	15.9	0.9	31.0	1.8	39.3	2.3

Nomenclatura:

AL Alcantarilla
CN Canoa
CP Compuerta de descarga

ANEXO 9.1
ESTADÍSTICA Y CORRELACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES

Tabla 1. Caudales medios mensuales
Estación Río Choapa en Salamanca

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1974	1,63		0,54	0,49	1,78	5,29	5,37	3,51	3,19	9,50	16,76	9,71
1975	2,32	0,98	0,32	0,44	0,75	2,71	4,90	6,16	2,68	2,68	5,06	2,78
1976	0,66	0,63	0,34	0,27	0,64	0,53	0,32	1,02	0,38	0,97	9,16	1,50
1977	0,48	0,26	0,25	0,29	0,37	0,74	20,46	12,41	20,35		64,41	43,14
1978	13,50	3,77	2,72	2,70	3,37	3,17	26,31	14,54	14,72	29,60	76,60	94,88
1979	28,45	8,22	4,31	4,78	5,36	2,71	2,37	5,35				
1980												17,88
1981	2,61	2,11	3,11	0,95	5,78	4,50	5,55	2,70	1,80	2,07	2,43	0,65
1982	0,27	0,17	0,35	0,52	1,79	9,31	29,12	17,79	23,21	22,64	48,80	139,75
1983								16,01	14,52	167,64		
1984										36,50	62,94	82,34
1985	54,93	45,55								1,25	3,53	
1986	0,16	0,08	0,12	0,16	1,36	9,58	4,46	5,39	5,06	10,11	27,50	28,88
1987	6,82	2,16	1,76	1,76	3,38	4,21	22,24					
1988												
1989												
1990												
1991												
1992												
1993												
1994					4,48	3,24	4,04	3,15	3,94	6,18	8,65	5,59
1995		2,12	1,69	1,92	2,05	2,84	3,89	2,18	2,37	2,29	3,40	1,25
1996	1,85	1,03	0,73	1,12	0,86	0,83	1,69	1,64	1,01	1,20	0,81	0,56
1997	0,44	0,55	0,58	0,62	0,83	14,75	11,31	21,61	40,23	44,72	70,35	89,16
1998	47,21	29,08		12,52	9,90	9,61	6,45	3,30		1,48	0,16	0,16
1999		0,77	1,41	1,44	1,18	1,22	1,59	1,26	7,36	13,47	13,24	5,37
2000	3,15	2,65	1,86	1,55	1,81	4,72	8,24	7,87	13,24	31,82	44,30	26,75
2001	4,15	2,87	1,32	1,40	4,79	4,02	23,75	10,58	12,00	20,46	25,37	18,44
2002	7,23	3,86	3,07	4,08	7,23	21,07	18,67	24,01	13,67	38,20	92,03	80,03
2003	28,74	9,66	5,61	4,03	5,32	7,63	8,93	6,40	6,12	16,24	17,30	8,45
2004	4,47	3,37	2,64	4,32	3,70	2,37	1,98	4,51	5,86	5,20	8,40	5,66
2005	2,98	0,60	0,76	1,03	4,49	9,79	7,45	10,79	18,51	33,63	83,89	58,69
2006	15,46	9,90	6,48	4,39	4,10	4,86	7,31	5,84	6,86	21,96	39,94	17,72
2007	6,03	3,37	2,51	2,59	2,86	5,06	4,33	7,07	8,60	15,53	13,84	5,83
2008	2,83	2,62	2,31	2,29	2,61	3,63						
2009								5,95	7,48	14,11	32,93	11,42
2010	3,50	2,25	1,76	1,90			4,07	2,10	2,21	2,52	3,82	2,00
2011	1,03	0,88	0,69	0,52	0,79	1,47	1,28	1,16	2,07	6,63	6,63	4,57
2012	1,78	0,45	0,45	0,72	1,07	0,77	0,79	1,05	1,09	1,23	1,56	1,52
2013	0,76	0,59	0,30	0,28	0,62	0,66	0,51	0,54	0,67	1,77	3,48	1,69

Datos no disponibles

Tabla 2. Caudales medios mensuales
Estación Río Choapa en Cuncumén

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1973	47,01	16,9	11,76				7,38	10,6	17,81		24,7	12,62
1974	7,05	6,02			3,37	4,03	4,36	4,39	4,58	13,84	20,96	13,39
1975	7,08	4,43	3,71	3,16	2,89	3,13	3,43	4,34	5,80	7,47	12,28	8,59
1976	4,57	3,40	2,57	2,15	1,97	2,17	2,02	1,91	2,20	4,96	13,89	6,83
1977	3,88	2,99	2,57	2,51	2,42	2,43	4,38				38,95	44,24
1978	21,12	15,55	10,41	8,69	7,89	6,67	10,99	7,12	9,40	21,12	45,68	54,71
1979	24,01	11,55	7,78	5,98	5,30	3,90	3,24	3,69	4,45	9,81	9,79	8,08
1980	4,42	3,35	2,87	7,70	8,35	6,23	6,04	6,88	8,17	16,31	31,54	34,38
1981	12,53	7,51	5,30	4,72	4,90	4,39	3,69	3,73	4,02	6,29	5,73	3,46
1982	2,78	2,50	2,23	2,10	2,99	5,22	9,73	11,17	14,33	22,25	50,52	75,95
1983	47,26	21,32	11,31	8,47	6,97	5,94	6,38	7,66	7,68	22,46	41,02	35,52
1984	10,72	7,02	5,66	4,42	4,36	3,73	5,34	6,67	10,62	17,58	45,32	45,89
1985	32,15	10,63	8,25	6,78	5,34	4,7	4,55	4,27	4,12	5,74	8,90	4,65
1986	3,29	3,05	2,78	2,61	2,89	5,43	4,73	4,68	6,27	13,18	27,21	30,80
1987	12,55	7,16	5,62	4,75	4,37	4,87	11,21	18,35	17,09	27,15	67,66	82,28
1988	59,60	26,27	15,37	10,55	8,26	6,30	5,53	5,26	4,96	7,27	6,73	4,30
1989	3,44	2,67	2,24	2,18	3,21	2,84	2,85	4,86	7,48	19,71	27,42	12,07
1990	6,42	5,18	4,48	4,07	3,60	3,66	3,48	3,20	4,36	7,71	8,25	4,33
1991	3,29	2,77	2,57	2,74	3,29	4,94	6,20	6,03	12,77	15,99	36,48	30,55
1992	19,03	9,13	6,46	5,99	6,15	6,72	6,76	7,08	10,49	23,39	33,21	20,92
1993	11,57	7,81	5,37	5,65	8,81	7,08	6,41	6,01	7,58	12,68	17,36	11,97
1994	6,51	4,67	3,9	3,64	3,16	3,04	3,14	3,83	5,74	8,27	11,93	5,79
1995	5,71	3,60	2,88	2,66	2,77	2,63	2,63	2,48	3,72	4,76	5,89	3,14
1996	2,77	2,41	2,28	2,27	1,91	1,79	1,78	2,09	2,22	3,26	2,42	1,73
1997	1,51	1,35	1,47	1,36	1,38	6,49	4,69	11,08	18,01	22,34	51,41	76,11
1998	53,93	19,23	6,60	9,00	6,50	5,13	4,41	4,13	3,78	4,63	3,58	3,14
1999	2,76	2,50	2,54	2,38	2,29	2,46	2,44	2,52	5,79	14,91	17,63	7,56
2000	4,33	3,64	3,27	3,12	2,72	3,22	4,37	5,40	7,55	25,26	32,01	27,49
2001	10,53	5,68	4,57	4,25	4,20	3,76	5,25	8,31	10,92	24,72	34,21	24,19
2002	9,30	6,62	5,46	4,86	5,31	8,10	8,61	14,90	16,22	31,16	57,10	52,46
2003	28,08	12,77	8,60	6,70	6,52	6,93	6,77	7,76	7,90	19,64	19,64	10,12
2004	6,70	5,19	4,39	4,47	3,87	3,65	3,55	4,47	6,85	7,40	9,10	6,36
2005	4,04	3,43	3,60	3,09	3,43	6,12	5,77	6,81	11,46	26,05	53,08	46,32
2006	20,19	10,29	7,06	5,62	5,02	5,24	6,83	6,81	9,11	22,73	34,36	19,36
2007	9,45	6,37	5,17	4,31	3,90	4,26	4,81	4,30	6,59	15,50	16,05	8,58
2008	5,28	4,45	3,80	3,26	3,39	4,19	4,46	6,20	8,64	22,32	42,11	18,14
2009	8,30	5,90	4,93	4,26	3,99	3,88	4,24	5,30	6,67	14,07	23,21	13,68
2010	6,47	4,15	3,91	3,60	3,20	3,43	3,10	3,12	3,49	4,59	6,17	3,71
2011	3,07	2,39	2,33	2,12	2,02	2,17	2,23	2,57	4,63	10,30	11,10	5,71
2012	3,55	2,66	2,33	2,20	2,23	2,42	2,14	2,32	3,60	3,97	5,47	2,63
2013	2,37	2,38	2,05	1,82	1,77	2,33	2,27	2,41	3,17	6,15	9,00	4,91

Datos no disponibles

Tabla 3. Caudales medios mensuales
Estación Río Choapa en Salamanca, estadística rellenada

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1974	1,63		0,54	0,49	1,78	5,29	5,37	3,51	3,19	9,50	16,76	9,71
1975	2,32	0,98	0,32	0,44	0,75	2,71	4,90	6,16	2,68	2,68	5,06	2,78
1976	0,66	0,63	0,34	0,27	0,64	0,53	0,32	1,02	0,38	0,97	9,16	1,50
1977	0,48	0,26	0,25	0,29	0,37	0,74	20,46	12,41	20,35		64,41	43,14
1978	13,50	3,77	2,72	2,70	3,37	3,17	26,31	14,54	14,72	29,60	76,60	94,88
1979	28,45	8,22	4,31	4,78	5,36	2,71	2,37	5,35	3,38	10,98	10,95	8,53
1980	3,34	1,82	1,14	7,99	8,91	5,91	5,64	6,83	8,66	20,19	41,78	17,88
1981	2,61	2,11	3,11	0,95	5,78	4,50	5,55	2,70	1,80	2,07	2,43	0,65
1982	0,27	0,17	0,35	0,52	1,79	9,31	29,12	17,79	23,21	22,64	48,80	139,75
1983	64,07	27,30	13,11	9,08	6,95	5,49	6,12	16,01	14,52	167,64	55,22	47,42
1984	12,27	7,03	5,10	3,34	3,25	2,36	4,64	6,53	12,13	36,50	62,94	82,34
1985	54,93	45,55	8,77	8,77	8,77	8,77	8,77	8,77	8,77	1,25	3,53	3,67
1986	0,16	0,08	0,12	0,16	1,36	9,58	4,46	5,39	5,06	10,11	27,50	28,88
1987	6,82	2,16	1,76	1,76	3,38	4,21	22,24	23,09	21,30	35,56	92,98	113,71
1988	81,56	34,31	18,86	12,03	8,78	6,00	4,91	4,91	4,11	7,38	6,61	3,17
1989	1,95	0,86	0,25	0,16	1,62	1,10	1,11	3,96	7,68	25,01	35,94	14,18
1990	6,17	4,42	3,42	2,84	2,18	2,26	2,01	2,01	3,25	8,00	8,77	3,21
1991	1,74	1,00	0,72	0,96	1,74	4,08	5,86	5,62	15,18	19,74	48,78	40,38
1992	24,05	10,02	6,23	5,57	5,79	6,60	6,66	7,11	11,94	30,23	44,15	26,73
1993	13,47	8,15	4,69	5,08	9,56	7,11	6,16	5,59	7,82	15,05	21,68	14,04
1994	6,30	3,69	2,60	2,23	4,48	3,24	4,04	3,15	3,94	6,18	8,65	5,59
1995	5,17	2,12	1,69	1,92	2,05	2,84	3,89	2,18	2,37	2,29	3,40	1,25
1996	1,85	1,03	0,73	1,12	0,86	0,83	1,69	1,64	1,01	1,20	0,81	0,56
1997	0,44	0,55	0,58	0,62	0,83	14,75	11,31	21,61	40,23	44,72	70,35	89,16
1998	47,21	29,08	6,43	12,52	9,90	9,61	6,45	3,30	2,43	1,48	0,16	0,16
1999	0,99	0,77	1,41	1,44	1,18	1,22	1,59	1,26	7,36	13,47	13,24	5,37
2000	3,15	2,65	1,86	1,55	1,81	4,72	8,24	7,87	13,24	31,82	44,30	26,75
2001	4,15	2,87	1,32	1,40	4,79	4,02	23,75	10,58	12,00	20,46	25,37	18,44
2002	7,23	3,86	3,07	4,08	7,23	21,07	18,67	24,01	13,67	38,20	92,03	80,03
2003	**28,74**	9,66	5,61	4,03	5,32	7,63	8,93	6,40	6,12	16,24	17,30	8,45
2004	**4,47**	3,37	2,64	4,32	3,70	2,37	1,98	4,51	5,86	5,20	8,40	5,66
2005	2,98	0,60	0,76	1,03	4,49	9,79	7,45	10,79	18,51	33,63	83,89	58,69
2006	15,46	9,90	6,48	4,39	4,10	4,86	7,31	5,84	6,86	21,96	39,94	17,72
2007	6,03	3,37	2,51	2,59	2,86	5,06	4,33	7,07	8,60	15,53	13,84	5,83
2008	2,83	2,62	2,31	2,29	2,61	3,63						
2009								5,95	7,48	14,11	32,93	11,42
2010	3,50	2,25	1,76	1,90			4,07	2,10	2,21	2,52	3,82	2,00
2011	1,03	0,88	0,69	0,52	0,79	1,47	1,28	1,16	2,07	6,63	6,63	4,57
2012	1,78	0,45	0,45	0,72	1,07	0,77	0,79	1,05	1,09	1,23	1,56	1,52
2013	0,76	0,59	0,30	0,28	0,62	0,66	0,51	0,54	0,67	1,77	3,48	1,69

Datos no disponibles

Caudales medios mensuales, rellenadas con la estación patrón Río Choapa en Cuncumén

Tabla 3. Caudales medios mensuales (%) en bocatoma canal Buzeta (información proporcionada por la Junta de Vigilancia Río Choapa, julio 2014)

			AÑOS		
MES	DÍA	2014	2013	2012	2011
ENERO	1	40%	40%	70%	65%
	2	40%	40%	70%	65%
	3	40%	40%	70%	65%
	4	40%	40%	70%	65%
	5	40%	40%	70%	55%
	6	40%	40%	70%	55%
	7	40%	40%	70%	55%
	8	40%	40%	70%	55%
	9	40%	40%	70%	55%
	10	40%	40%	70%	55%
	11	40%	40%	70%	55%
	12	40%	40%	70%	55%
	13	40%	40%	70%	55%
	14	40%	40%	70%	55%
	15	40%	40%	70%	55%
	16	40%	40%	70%	55%
	17	40%	40%	70%	55%
	18	40%	40%	70%	55%
	19	40%	40%	70%	55%
	20	40%	40%	70%	55%
	21	40%	40%	70%	55%
	22	40%	40%	70%	55%
	23	40%	40%	70%	55%
	24	40%	40%	70%	55%
	25	40%	40%	70%	55%
	26	40%	40%	70%	55%
	27	40%	40%	70%	55%
	28	40%	40%	70%	55%
	29	40%	40%	70%	55%
	30	40%	40%	70%	55%
	31	40%	40%	70%	55%
FEBRERO	1	40%	40%	70%	55%
	2	40%	40%	70%	55%
	3	40%	40%	70%	55%
	4	40%	40%	70%	55%
	5	40%	40%	70%	55%
	6	40%	40%	70%	55%
	7	40%	40%	70%	55%
	8	40%	40%	70%	55%
	9	40%	40%	70%	55%
	10	40%	40%	70%	55%
	11	40%	40%	65%	55%
	12	40%	40%	65%	55%
	13	40%	40%	65%	55%
	14	40%	40%	65%	55%
	15	40%	40%	65%	55%
	16	40%	40%	65%	55%
	17	40%	40%	65%	55%
	18	40%	40%	65%	55%
	19	40%	40%	65%	55%
	20	40%	40%	65%	55%
	21	40%	40%	65%	55%
	22	40%	40%	65%	55%
	23	40%	40%	65%	55%
	24	40%	40%	65%	55%
	25	40%	40%	65%	55%
	26	40%	40%	65%	55%
	27	40%	40%	65%	55%
	28	40%	40%	65%	55%
	29				

			AÑOS		
MES	DÍA	2014	2013	2012	2011
MARZO	1	40%	40%	65%	55%
	2	40%	40%	65%	55%
	3	40%	40%	65%	55%
	4	40%	40%	65%	55%
	5	40%	40%	65%	55%
	6	40%	40%	65%	55%
	7	40%	40%	65%	55%
	8	40%	37%	65%	55%
	9	40%	37%	65%	55%
	10	40%	37%	65%	55%
	11	40%	37%	65%	50%
	12	40%	37%	65%	50%
	13	40%	37%	65%	50%
	14	40%	37%	65%	50%
	15	40%	37%	65%	50%
	16	40%	37%	65%	50%
	17	40%	37%	65%	50%
	18	40%	37%	65%	50%
	19	40%	37%	65%	50%
	20	40%	37%	65%	50%
	21	40%	37%	60%	50%
	22	40%	37%	60%	50%
	23	40%	37%	60%	50%
	24	40%	37%	60%	50%
	25	40%	37%	60%	50%
	26	40%	35%	60%	50%
	27	40%	35%	60%	50%
	28	40%	35%	60%	50%
	29	40%	35%	60%	50%
	30	40%	35%	60%	50%
	31	40%	35%	60%	50%
ABRIL	1	40%	35%	50%	50%
	2	40%	35%	50%	50%
	3	40%	35%	50%	50%
	4	40%	35%	50%	50%
	5	40%	35%	50%	50%
	6	40%	35%	50%	50%
	7	40%	35%	50%	50%
	8	40%	35%	50%	50%
	9	40%	33%	50%	50%
	10	40%	33%	50%	50%
	11	40%	35%	50%	50%
	12	40%	35%	50%	50%
	13	40%	35%	50%	50%
	14	40%	35%	50%	50%
	15	40%	35%	50%	50%
	16	40%	35%	50%	50%
	17	40%	20%	50%	50%
	18	40%	20%	50%	50%
	19	40%	20%	50%	50%
	20	40%	20%	50%	50%
	21	40%	20%	50%	50%
	22	40%	20%	50%	50%
	23	40%	20%	50%	50%
	24	40%	20%	50%	50%
	25	40%	20%	50%	50%
	26	40%	20%	50%	50%
	27	40%	20%	50%	50%
	28	40%	20%	50%	50%
	29	40%	20%	50%	50%
	30	40%	20%	50%	50%

			AÑOS		
MES	DÍA	40%	2013	2012	2011
MAYO	1	40%	20%	50%	50%
	2	40%	20%	50%	50%
	3	40%	20%	50%	50%
	4	40%	20%	50%	50%
	5	40%	20%	50%	50%
	6	40%	20%	50%	50%
	7	40%	20%	50%	50%
	8	40%	20%	50%	50%
	9	40%	20%	50%	50%
	10	40%	20%	50%	50%
	11	40%	20%	50%	50%
	12	40%	20%	50%	30%
	13	40%	20%	50%	30%
	14	20%	20%	50%	30%
	15	20%	20%	30%	30%
	16	20%	20%	30%	30%
	17	20%	20%	30%	30%
	18	20%	20%	30%	30%
	19	20%	20%	30%	30%
	20	20%	20%	30%	30%
	21	20%	20%	30%	30%
	22	20%	20%	30%	30%
	23	20%	20%	30%	30%
	24	20%	20%	30%	30%
	25	20%	20%	30%	30%
	26	20%	20%	30%	30%
	27	20%	20%	30%	30%
	28	20%	20%	30%	30%
	29	20%	20%	30%	30%
	30	20%	20%	30%	30%
	31	20%	20%	30%	30%
JUNIO	1	20%	20%	30%	30%
	2	20%	20%	30%	30%
	3	20%	20%	30%	30%
	4	20%	20%	30%	30%
	5	20%	20%	30%	30%
	6	20%	20%	30%	30%
	7	20%	20%	30%	30%
	8	20%	20%	30%	30%
	9	20%	20%	30%	30%
	10	20%	20%	30%	30%
	11	20%	20%	30%	30%
	12	20%	20%	30%	30%
	13	20%	20%	30%	30%
	14	20%	20%	30%	30%
	15	20%	20%	30%	30%
	16	20%	20%	30%	30%
	17	20%	20%	30%	30%
	18	20%	20%	30%	30%
	19	20%	20%	30%	30%
	20	20%	20%	30%	30%
	21	20%	20%	30%	30%
	22	20%	20%	30%	30%
	23	20%	20%	30%	30%
	24	20%	20%	30%	30%
	25	20%	20%	30%	30%
	26	20%	20%	30%	30%
	27	20%	20%	30%	30%
	28	20%	20%	30%	30%
	29	20%	20%	30%	30%
	30	20%	20%	30%	30%

			AÑOS		
MES	DÍA		2013	2012	2011
JULIO	1	20%	20%	30%	30%
	2	20%	20%	30%	30%
	3	20%	20%	30%	30%
	4	20%	20%	30%	30%
	5	20%	20%	30%	30%
	6	20%	20%	30%	30%
	7	20%	20%	30%	30%
	8	20%	20%	30%	30%
	9	20%	20%	30%	30%
	10	20%	20%	30%	30%
	11	20%	20%	30%	30%
	12	20%	20%	30%	30%
	13	20%	20%	30%	30%
	14	20%	20%	30%	30%
	15	20%	20%	30%	30%
	16	20%	20%	30%	30%
	17		20%	30%	30%
	18		20%	30%	30%
	19		20%	30%	30%
	20		20%	30%	30%
	21		20%	30%	30%
	22		20%	30%	30%
	23		20%	30%	30%
	24		20%	30%	30%
	25		20%	30%	30%
	26		20%	30%	30%
	27		20%	30%	30%
	28		20%	30%	30%
	29		20%	30%	30%
	30		20%	30%	30%
	31		20%	30%	30%
AGOSTO	1		20%	30%	30%
	2		20%	30%	30%
	3		20%	30%	30%
	4		20%	30%	30%
	5		20%	30%	30%
	6		20%	30%	30%
	7		20%	30%	30%
	8		20%	30%	30%
	9		20%	30%	30%
	10		20%	30%	30%
	11		20%	30%	30%
	12		20%	30%	30%
	13		20%	30%	30%
	14		20%	30%	30%
	15		20%	30%	30%
	16		20%	30%	30%
	17		20%	30%	30%
	18		20%	30%	30%
	19		20%	30%	30%
	20		20%	30%	30%
	21		20%	30%	30%
	22		20%	30%	30%
	23		20%	30%	30%
	24		20%	30%	30%
	25		20%	30%	30%
	26		20%	30%	30%
	27		20%	30%	30%
	28		20%	30%	30%
	29		20%	30%	30%
	30		20%	30%	30%
	31		20%	30%	30%

MES	DÍA		AÑOS 2013	2012	2011
SEPTIEMBRE	1		20%	30%	30%
	2		20%	30%	30%
	3		20%	30%	30%
	4		20%	30%	30%
	5		20%	30%	30%
	6		20%	30%	30%
	7		20%	30%	30%
	8		20%	30%	30%
	9		20%	30%	30%
	10		20%	30%	30%
	11		30%	30%	30%
	12		30%	30%	30%
	13		30%	30%	30%
	14		30%	30%	55%
	15		30%	30%	55%
	16		30%	30%	55%
	17		30%	30%	55%
	18		30%	30%	55%
	19		30%	30%	55%
	20		30%	30%	55%
	21		30%	30%	55%
	22		30%	30%	55%
	23		30%	30%	55%
	24		30%	30%	55%
	25		30%	30%	80%
	26		30%	30%	80%
	27		30%	30%	80%
	28		30%	30%	80%
	29		30%	30%	80%
	30		30%	30%	80%
ÓCTUBRE	1		30%	30%	80%
	2		30%	30%	80%
	3		30%	30%	80%
	4		30%	30%	80%
	5		30%	30%	80%
	6		30%	30%	80%
	7		30%	30%	80%
	8		30%	30%	80%
	9		30%	30%	80%
	10		30%	30%	80%
	11		30%	30%	80%
	12		30%	30%	80%
	13		30%	30%	80%
	14		30%	30%	80%
	15		30%	30%	80%
	16		30%	30%	80%
	17		50%	30%	80%
	18		50%	30%	80%
	19		50%	30%	80%
	20		50%	30%	80%
	21		50%	30%	80%
	22		50%	30%	80%
	23		50%	30%	80%
	24		50%	30%	80%
	25		50%	30%	80%
	26		50%	30%	80%
	27		50%	30%	80%
	28		50%	30%	80%
	29		50%	30%	80%
	30		50%	30%	80%
	31		50%	30%	80%

MES	DÍA		AÑOS 2013	2012	2011
NOVIEMBRE	1		50%	30%	80%
	2		50%	30%	80%
	3		50%	30%	80%
	4		50%	30%	80%
	5		50%	30%	80%
	6		50%	30%	80%
	7		50%	30%	80%
	8		50%	30%	80%
	9		50%	30%	80%
	10		50%	30%	80%
	11		50%	30%	80%
	12		50%	30%	80%
	13		50%	30%	80%
	14		50%	30%	80%
	15		50%	30%	80%
	16		50%	30%	80%
	17		50%	30%	80%
	18		50%	30%	80%
	19		50%	30%	80%
	20		50%	30%	80%
	21		50%	30%	73%
	22		50%	30%	73%
	23		50%	30%	73%
	24		50%	30%	73%
	25		50%	30%	73%
	26		50%	30%	73%
	27		50%	30%	73%
	28		50%	30%	73%
	29		50%	30%	73%
	30		50%	30%	73%
DICIEMBRE	1		50%	30%	73%
	2		50%	30%	73%
	3		50%	30%	73%
	4		50%	30%	73%
	5		50%	30%	73%
	6		50%	30%	73%
	7		50%	30%	73%
	8		50%	30%	73%
	9		50%	30%	73%
	10		50%	30%	73%
	11		50%	30%	73%
	12		50%	30%	73%
	13		50%	30%	70%
	14		50%	30%	70%
	15		50%	30%	70%
	16		50%	30%	70%
	17		50%	30%	70%
	18		50%	30%	70%
	19		50%	30%	70%
	20		50%	40%	70%
	21		50%	40%	70%
	22		50%	40%	70%
	23		50%	40%	70%
	24		50%	40%	70%
	25		50%	40%	70%
	26		50%	40%	70%
	27		50%	40%	70%
	28		50%	40%	70%
	29		50%	40%	70%
	30		50%	40%	70%
	31		50%	40%	70%

ANEXO 9.2
ESTADÍSTICA DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS ANUALES CORRELACIONES Y ANÁLISIS DE FRECUENCIA

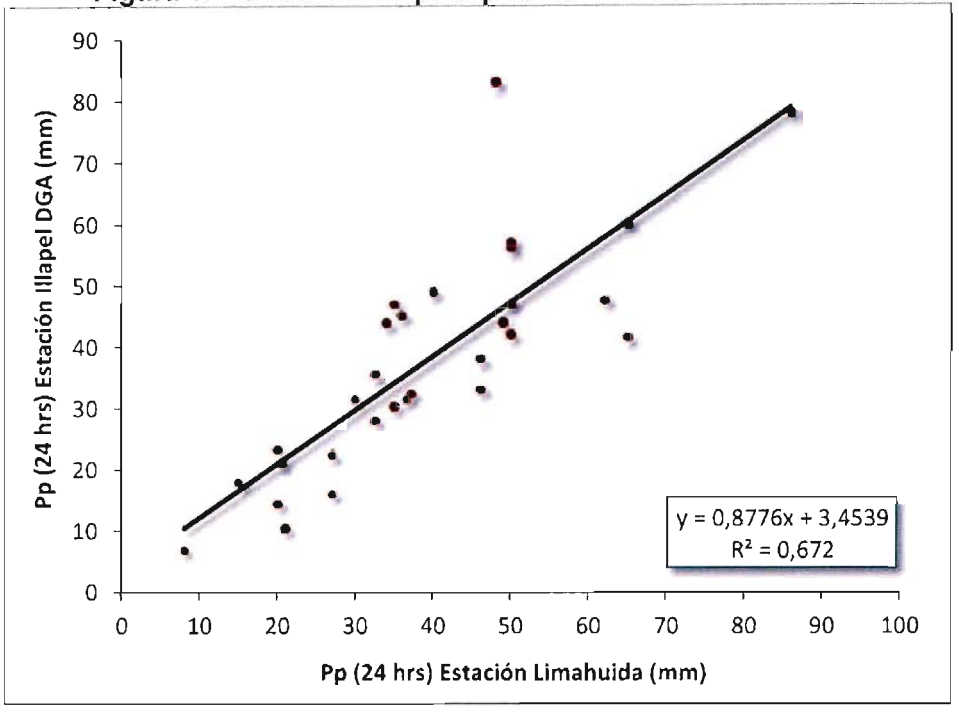
Tabla 1. Precipitaciones anuales máximas diarias

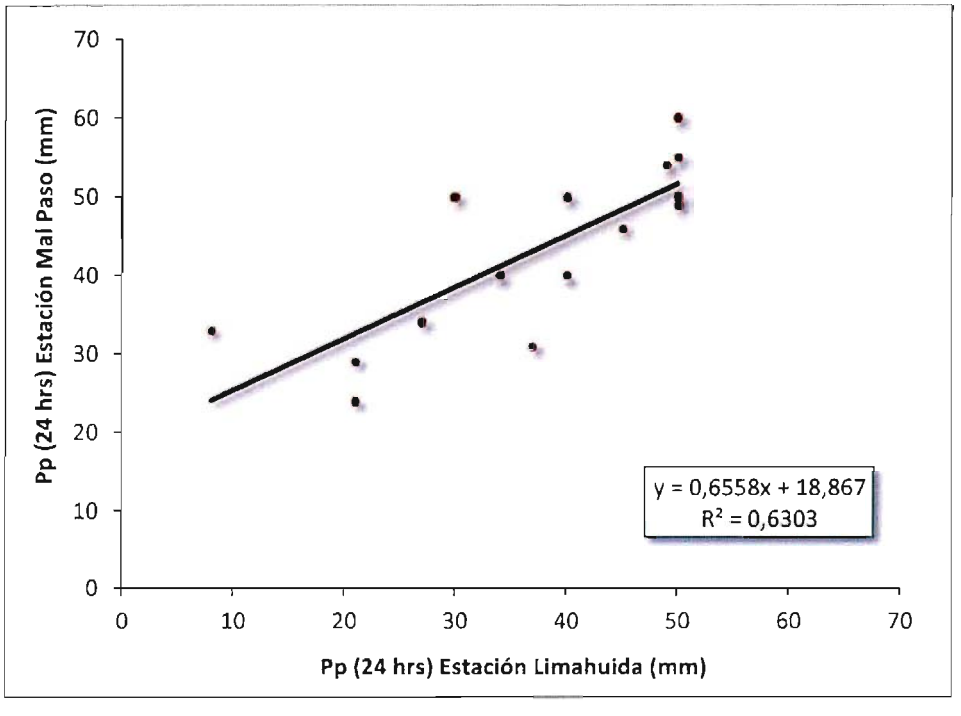
AÑO	Fecha	Estación Illapel Dos	Fecha	Estación Illapel DGA	Fecha	Estación Limahuida	Fecha	Estación Mal Paso	Fecha	Estación Caimanes	Fecha	Estación Salamanca	Fecha	Estación Huintil	Fecha	Estación Colrón	Fecha	Estación San Agustín
1930																	08/05	76
1931																	13/07	54
1932																	23/06	61,8
1933																	26/05	34
1934																	02/06	36
1935																	19/06	34
1936																	19/07	43,6
1937																	23/06	37
1938																	18/05	80
1939																	22/06	43
1940																	12/07	61
1941																	26/04	78
1942																	08/08	80
1943																	14/08	34
1944																	07/08	60
1945																	03/02	73
1946																	24/06	22
1947																	16/10	47
1948																	12/07	37,5
1949																	11/07	81
1950																	13/05	46,5
1951																	04/07	70,5
1952																	08/07	28,2
1953																	21/08	62,8
1954																	25/05	71
1955																	15/05	22
1956																	13/08	34,4
1957																	20/05	78,5
1958																	31/05	72,5
1959																	23/06	56
1960							22/09	9									21/06	32,2
1961							07/06	60									07/06	70,5
1962							23/06	73									23/06	54

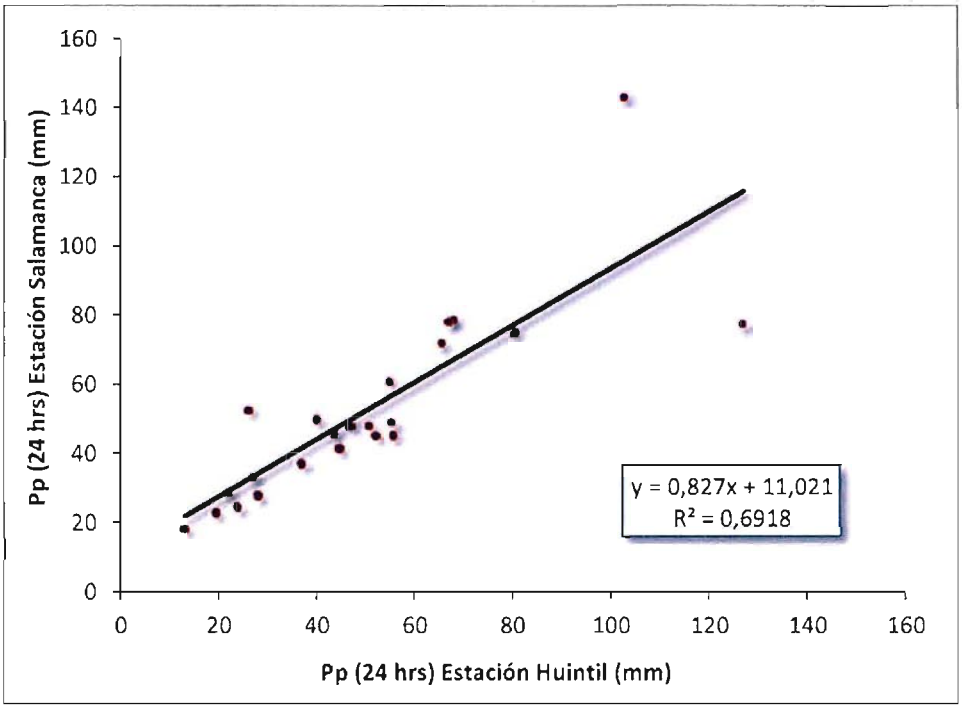
AÑO	Fecha	Estación Illapel Dos	Fecha	Estación Illapel DGA	Fecha	Estación Limahuida	Fecha	Estación Mal Paso	Fecha	Estación Caimanes	Fecha	Estación Salamanca	Fecha	Estación Huintil	Fecha	Estación Coirón	Fecha	Estación San Agustín
1963							26/06	68									04/09	56,5
1964					03/06	40	17/08	52					03/06	35			09/06	40
1965					12/07	77,3	09/08	66									12/07	103
1966					10/07	65	10/07	37					11/07	66			10/07	46
1967					10/09	40	10/09	40					15/07	50			10/09	39
1968					16/06	21	16/06	24					16/06	25			17/09	22,5
1969					04/06	37	04/06	31					04/08	10,5			03/08	14,2
1970					28/07	39	27/05	36					28/07	29			28/07	40,7
1971	19/08	20,5			20/06	45	20/06	46			19/08	24,7	19/08	24			20/06	38,8
1972	13/06	50			13/06	50	13/06	49					23/08	50			14/08	45,5
1973					07/07	44	08/10	31			01/11	0	14/06	34			07/07	38
1974			23/06	30,4	23/06	35	21/03	0			24/09	28,5	23/06	26	07/06	36	18/06	26
1975			10/07	35	29/05	27	10/07	45			10/07	45,2	10/07	52	13/07	55,5	10/07	61,7
1976			03/10	22,5	03/10	27	07/08	27			03/10	23,1	03/10	19,5	03/11	31	03/10	20,6
1977	11/07	30,5	11/07	31,5	11/07	30	11/07	50			11/07	49	11/07	55,5	11/07	60	23/07	46,8
1978	01/01	0	19/07	47	19/07	50	19/07	80			19/07	99	19/07	64	19/07	122,5	19/07	72,2
1979	31/07	10	31/07	9	30/07	8	30/07	33			31/07	52,5	31/07	26	31/07	89,5	30/07	48,5
1980			10/04	42	10/04	50	10/04	60			10/04	79	10/04	68	10/04	99	10/04	90,2
1981			20/06	44	20/06	34	20/06	40			31/05	34	12/05	33	12/05	45	12/05	32,8
1982			12/08	49	12/08	40	12/08	50			12/08	72	12/08	65,5	12/08	74	12/08	50
1983			06/07	44	06/07	49	06/07	54			07/07	46	07/07	43,5	07/07	51	07/07	117,7
1984			04/07	56	04/07	50	04/07	50			04/07	80	10/07	66	04/07	98,5	10/07	56,4
1985			28/07	10,5	28/07	21	28/07	29			28/07	22,6	03/07	15,5	03/07	20,4	29/07	19,5
1986			18/05	41	27/05	50	27/05	55			27/05	53,8	18/05	42,5	28/05	59	09/06	45
1987			24/07	85,5	11/07	50	14/07	90			14/07	93	24/07	99,5	14/07	167,5	14/07	97
1988			28/07	16	28/07	27	28/07	34			28/07	29	28/07	22	28/07	34	28/07	15,5
1989			02/08	23,2	02/08	20	14/05	32	01/08	0	26/07	38,7	02/08	27	26/07	55	26/07	24
1990			07/07	18	07/07	15			16/07	22,3	16/07	15,3	07/07	25	07/07	18	07/07	16,5
1991			19/06	36,5	26/05	28			18/06	67,3	19/06	50	19/06	40	19/06	38,5	19/06	39
1992			05/06	57	05/06	50			30/08	86	05/06	78,2	05/06	67	05/06	68	05/06	77
1993			06/05	45	06/05	36			29/08	34,5	06/05	75,2	06/05	80,5	06/05	125	06/05	97
1994			20/07	30	29/06	24,5			29/06	37	20/07	33,4	20/07	27	20/07	33	20/07	23
1995			23/07	21	23/07	20,5			13/08	37,5	13/08	27,5	23/07	22	13/08	32	13/08	18

AÑO	Fecha	Estación Illapel Dos	Fecha	Estación Illapel DGA	Fecha	Estación Limahuida	Fecha	Estación Mal Paso	Fecha	Estación Caimanes	Fecha	Estación Salamanca	Fecha	Estación Huintil	Fecha	Estación Coirón	Fecha	Estación San Agustín
1996			06/07	47	06/07	35			13/06	24	06/07	48,1	06/07	47	06/07	52,8	06/07	50
1997			16/08	83	16/08	48			16/08	116	16/08	77,6	16/08	127	16/08	123	11/06	54
1998			15/06	7	15/06	8			25/09	2,6	15/06	18,4	15/06	13,1	15/06	25	15/06	14
1999			20/08	22	30/08	32,5			07/09	44,5	30/08	45,1	12/09	29	30/08	48	12/09	28
2000			23/06	60	23/06	65			23/06	79	14/06	62	23/06	65	14/06	83	14/06	66
2001			18/07	47,5	18/07	62			18/07	92	18/07	61	18/07	55	18/07	75	18/07	76
2002			03/06	78	03/06	86			03/06	121	04/06	143,5	04/06	103	04/06	110,3	04/06	102,5
2003			20/05	38	20/05	46			20/05	61,5	20/05	41,5	20/05	44,5	20/05	49,3	20/05	32
2004			21/04	33	21/04	46			02/08	59	02/08	48	02/08	50,7	02/08	34	03/08	37
2005			03/05	14,5	03/05	20			15/08	25,5	28/08	21,5	23/10	19,5	28/08	44,5	28/08	32
2006			07/06	34,5	13/10	31,5			07/06	41	08/06	45,5	08/06	55,8	13/10	34	08/06	48
2007			13/06	28	13/06	32,5			13/06	70	13/06	59	14/06	39,5	13/06	73,4	14/06	79
2008			15/08	41,5	15/08	65			15/08	46,8	15/08	41,5	27/05	33	15/08	64,5	01/08	34,5
2009			27/06	33	15/08	27,5			15/08	58	15/08	37	15/08	37	28/06	45	15/08	39
2010			17/06	13	06/07	20,5			06/07	35	07/11	28	07/11	28	18/06	37	07/11	30
2011			15/07	35,5	15/07	32,5			18/06	36	15/07	39,5	18/06	59,8	18/06	56	18/06	49
2012			16/08	32,5	16/08	37,2			16/08	40	16/06	18	22/08	22,3	16/06	19	22/08	13
2013			27/05	31,5	27/05	36,5			27/05	32	17/05	26	27/05	27,3	27/05	45	27/05	24

Figura 1. Correlaciones precipitaciones anuales máximas diarias






Pp (24 hrs) Estación Salamanca (mm)
Pp (24 hrs) Estación Huintil (mm)
y = 0,827x + 11,021
R² = 0,6918
0
20
40
60
80
100
120
140
160

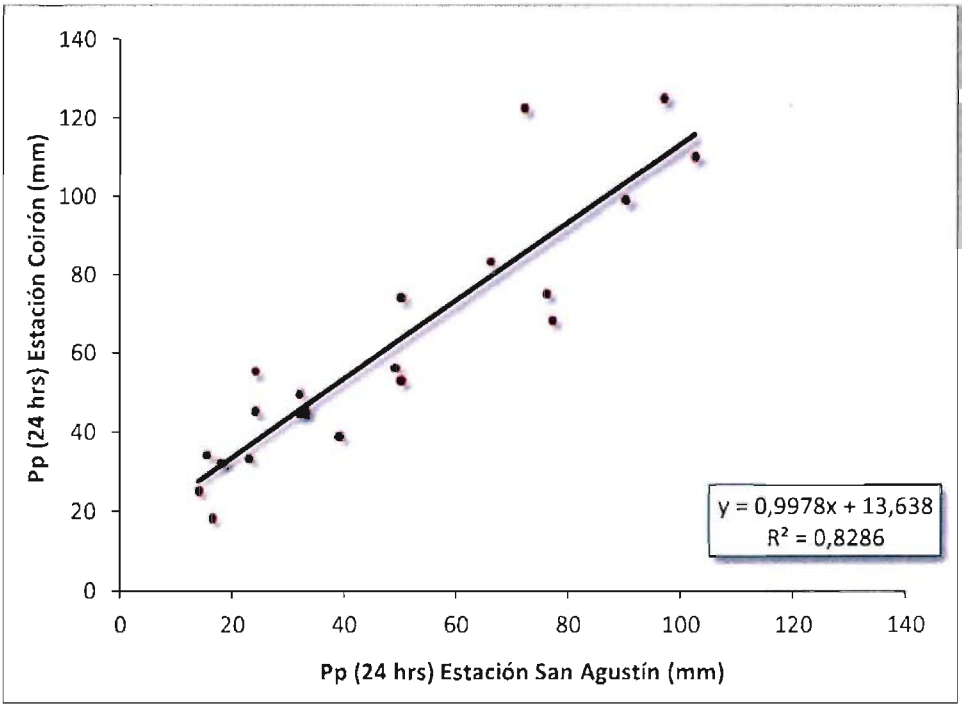

Pp (24 hrs) Estación Coirón (mm)
Pp (24 hrs) Estación San Agustín (mm)
y = 0,9978x + 13,638
R² = 0,8286
0
20
40
60
80
100
120
140

Tabla 2. Precipitaciones máximas anuales en 24 horas (mm). Serie rellenada (k=1,1)

AÑO	Estación Illapel DGA	Estación Limahuida	Estación Mal Paso	Estación Salamanca	Estación Huintil	Estación Coirón	Estación San Agustín
1966	66.5	71.5	40.7	72.2	72.6	65.5	50.6
1967	42.4	44.0	44.0	57.6	55.0	57.8	42.9
1968	24.1	23.1	26.4	34.9	27.5	39.7	24.8
1969	39.5	40.7	34.1	21.7	11.6	30.6	15.6
1970	41.4	42.9	39.6	38.5	31.9	59.7	44.8
1971	47.2	49.5	50.6	27.2	26.4	57.6	42.7
1972	52.1	55.0	53.9	57.6	55.0	64.9	50.1
1973	46.3	48.4	34.1	0.0	37.4	56.7	41.8
1974	33.4	38.5	0.0	31.4	28.6	39.6	28.6
1975	38.5	29.7	49.5	49.7	57.2	61.1	67.9
1976	24.8	29.7	29.7	25.4	21.5	34.1	22.7
1977	34.7	33.0	55.0	53.9	61.1	66.0	51.5
1978	51.7	55.0	88.0	108.9	70.4	134.8	79.4
1979	9.9	8.8	36.3	57.8	28.6	98.5	53.4
1980	46.2	55.0	66.0	86.9	74.8	108.9	99.2
1981	48.4	37.4	44.0	37.4	36.3	49.5	36.1
1982	53.9	44.0	55.0	79.2	72.1	81.4	55.0
1983	48.4	53.9	59.4	50.6	47.9	56.1	129.5
1984	61.6	55.0	55.0	88.0	72.6	108.4	62.0
1985	11.6	23.1	31.9	24.9	17.1	22.4	21.5
1986	45.1	55.0	60.5	59.2	46.8	64.9	49.5
1987	94.1	55.0	99.0	102.3	109.5	184.3	106.7
1988	17.6	29.7	37.4	31.9	24.2	37.4	17.1
1989	25.5	22.0	35.2	42.6	29.7	60.5	26.4
1990	19.8	16.5	31.6	16.8	27.5	19.8	18.2
1991	40.2	30.8	41.0	55.0	44.0	42.4	42.9
1992	62.7	55.0	56.8	86.0	73.7	74.8	84.7
1993	49.5	39.6	46.7	82.7	88.6	137.5	106.7

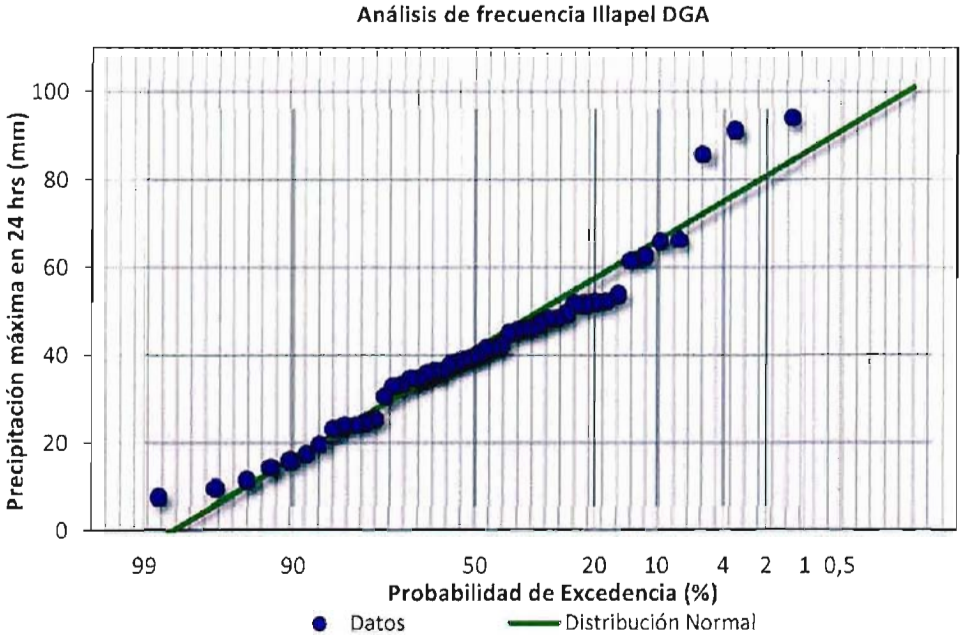
AÑO	Estación Illapel DGA	Estación Limahuida	Estación Mal Paso	Estación Salamanca	Estación Huintil	Estación Coirón	Estación San Agustín
1994	33.0	27.0	38.4	36.7	29.7	36.3	25.3
1995	23.1	22.6	35.5	30.3	24.2	35.2	19.8
1996	51.7	38.5	46.0	52.9	51.7	58.1	55.0
1997	91.3	52.8	55.4	85.4	139.7	135.3	59.4
1998	7.7	8.8	26.5	20.2	14.4	27.5	15.4
1999	24.2	35.8	44.2	49.6	31.9	52.8	30.8
2000	66.0	71.5	67.6	68.2	71.5	91.3	72.6
2001	52.3	68.2	65.5	67.1	60.5	82.5	83.6
2002	85.8	94.6	82.8	157.9	113.3	121.3	112.8
2003	41.8	50.6	53.9	45.7	49.0	54.2	35.2
2004	36.3	50.6	53.9	52.8	55.8	37.4	40.7
2005	16.0	22.0	35.2	23.7	21.5	49.0	35.2
2006	38.0	34.7	43.5	50.1	61.4	37.4	52.8
2007	30.8	35.8	44.2	64.9	43.5	80.7	86.9
2008	45.7	71.5	67.6	45.7	36.3	71.0	38.0
2009	36.3	30.3	40.6	40.7	40.7	49.5	42.9
2010	14.3	22.6	35.5	30.8	30.8	40.7	33.0
2011	39.1	35.8	44.2	43.5	65.8	61.6	53.9
2012	35.8	40.9	47.6	19.8	24.5	20.9	14.3
2013	34.7	40.2	47.1	28.6	30.0	49.5	26.4

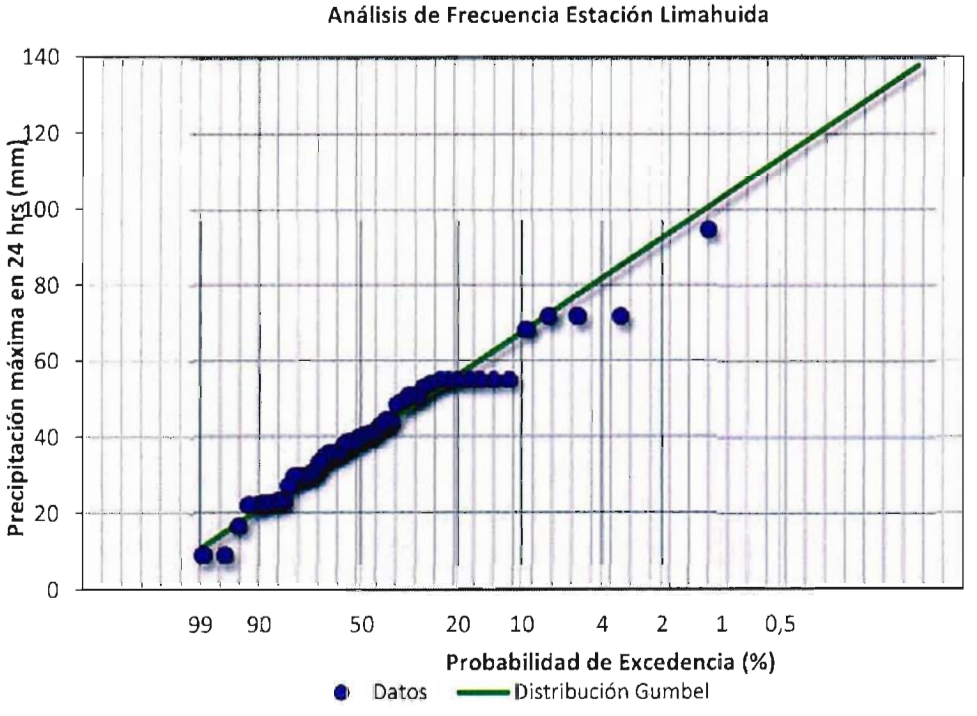
Precipitaciones anuales máximas en 24 horas, rellenadas de la correlación entre estaciones

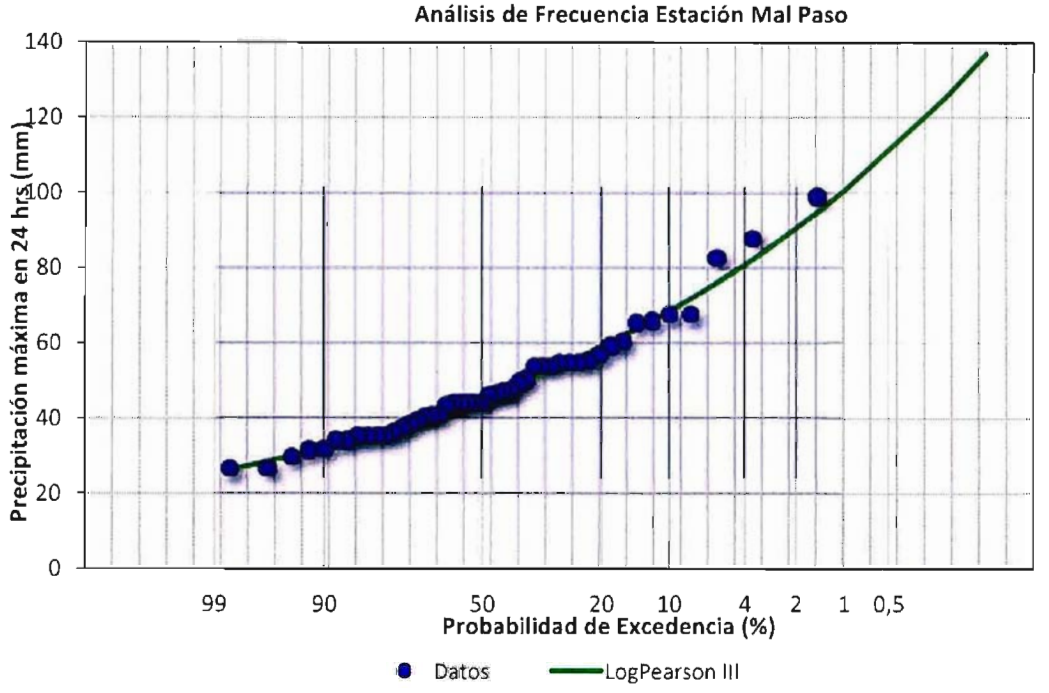
Tabla 3. Resultados Test Chicuadrado

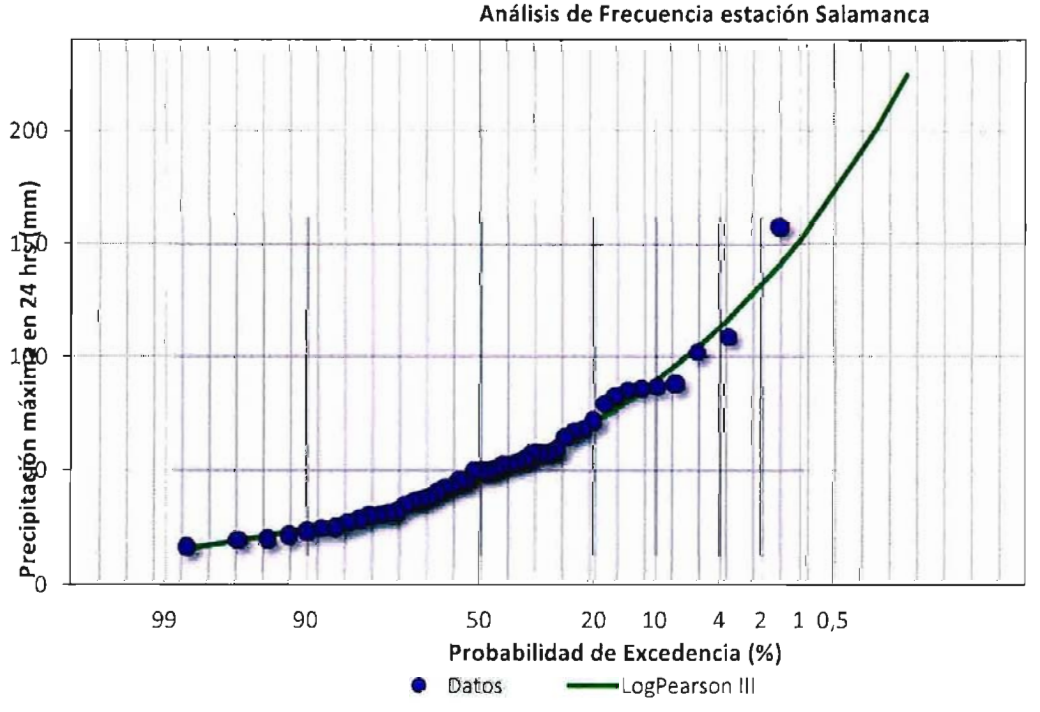
DISTRIBUCIÓN	Illapel DGA	Limahuida	Mal Paso	Salamanca	Huintil	Coirón	San Agustín
Normal	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gumbel	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
Pearson III	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
LogNormal	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
LogPearson III	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
LogNormal III	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
Gamma	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025

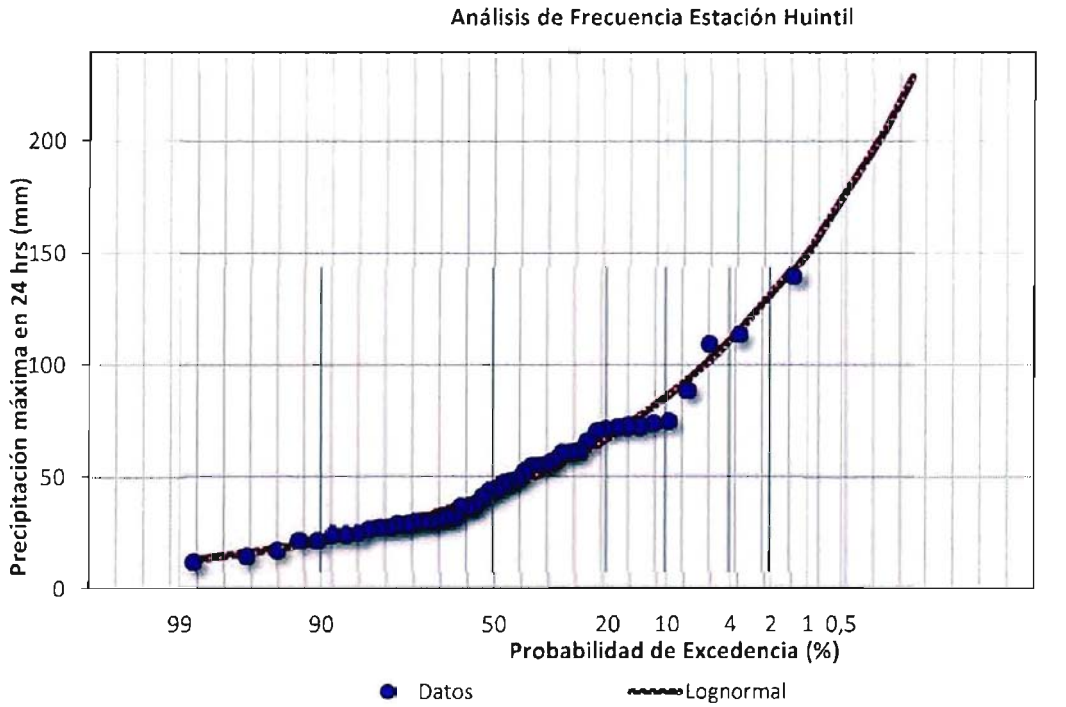
Figura 2. Resultados análisis de frecuencia

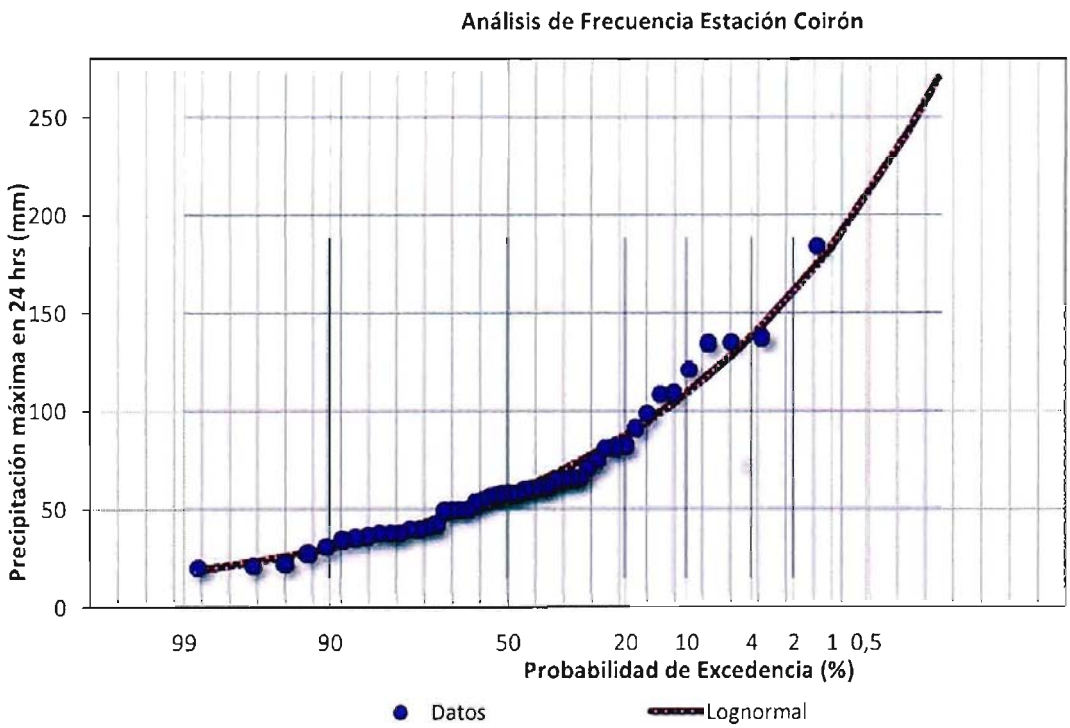


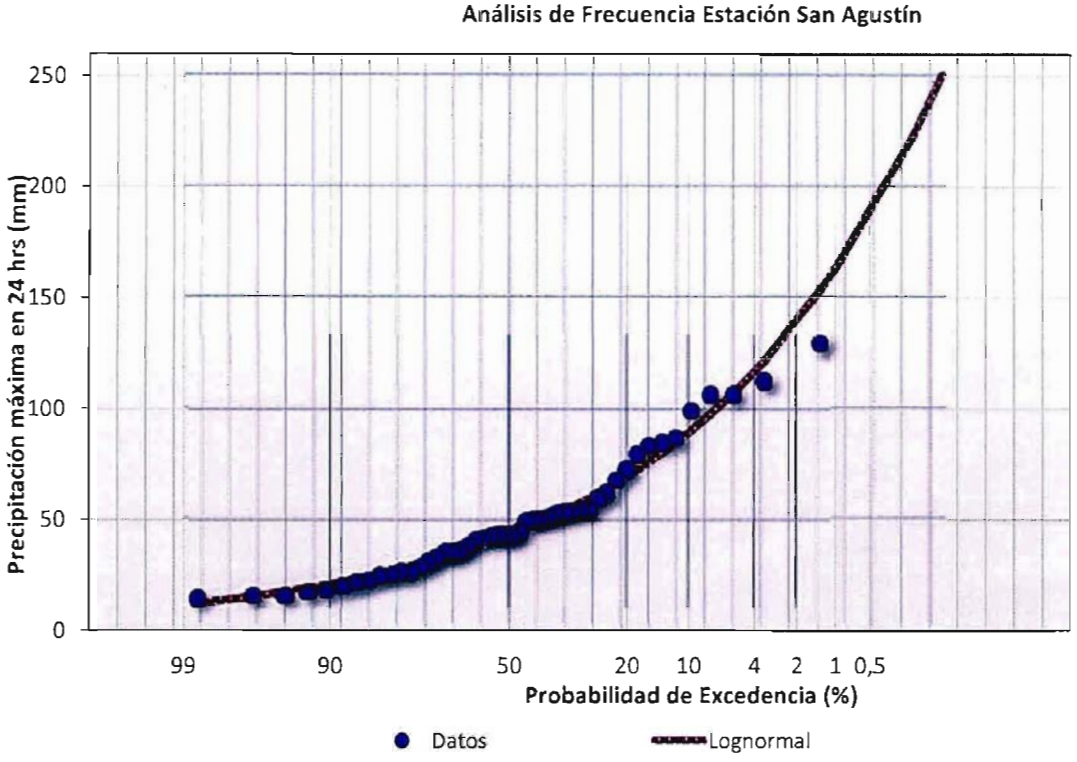



Análisis de Frecuencia Estación Mal Paso
Precipitación máxima en 24 hrs (mm)
140
120
100
80
60
40
20
0
99
90
50
20
10
4
2
1
0,5
Probabilidad de Excedencia (%)
Datos
LogPearson III


Análisis de Frecuencia estación Salamanca
Precipitación máxima en 24 hrs (mm)
200
0
99
90
50
20
10
4
2
1
0,5
Probabilidad de Excedencia (%)
Datos
LogPearson III


Análisis de Frecuencia Estación Huintil
Precipitación máxima en 24 hrs (mm)
0
50
100
150
200
99
90
50
20
10
4
2
1
0,5
Probabilidad de Excedencia (%)
Datos
Lognormal


Análisis de Frecuencia Estación Coirón
Precipitación máxima en 24 hrs (mm)
0
50
100
150
200
250
99
90
50
20
10
4
2
1
0,5
Probabilidad de Excedencia (%)
Datos
Lognormal


Análisis de Frecuencia Estación San Agustín
Precipitación máxima en 24 hrs (mm)
250
200
150
100
50
0
99
90
50
20
10
4
2
1
0,5
Probabilidad de Excedencia (%)
Datos
Lognormal

ANEXO 9.3
CARÁCTERÍSTICAS QUEBRADAS APORTANTES AL CANAL

1. Estimación de caudales quebradas afluentes al canal Buzeta

Código	Km	Nombre quebrada	Obra existente	A (km^2)	L (km)	H máx (m)	H mín (m)	Pendiente (%)	Hm (m)	Tc Giandotti (min)	Tc (min)	Coeficiente de escorrentía				C	T=2 años		T=5 años		T=10 años		T=50 años		T=100 años	
												Relieve	Infiltración	Cobertura vegetal	Alm. superficial		I (mm/hr)	Q (m^3/s)	I (mm/hr)	Q (m^3/s)	I (mm/hr)	Q (m^3/s)	I (mm/hr)	Q (m^3/s)	I (mm/hr)	Q (m^3/s)
MC Q01	4768			0.8	1.6	945	520	0.27	213	30	30	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	5.4	0.6	11.0	1.1	15.9	1.6	31.0	3.2	39.3	4.1
MC Q02	5170			0.8	1.9	1174	513	0.35	331	27	30	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	5.4	0.7	11.0	1.4	15.9	2.0	31.0	3.9	39.3	5.0
MC Q03	5647			0.5	1.3	1002	516	0.38	243	23	30	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	5.4	0.4	11.0	0.9	15.9	1.3	31.0	2.6	39.3	3.2
MC Q04	11231		CP N°27	2.7	3.0	1162	506	0.22	328	46	60	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	4.5	1.6	9.1	3.3	13.2	4.8	25.7	9.3	32.6	11.8
MC Q05	13057			0.3	0.9	703	506	0.23	99	26	30	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	5.4	0.2	11.0	0.4	15.9	0.6	31.0	1.2	39.3	1.5
MC Q06	14739	La Higuera		4.2	3.2	1120	499	0.19	311	55	60	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	4.5	2.5	9.1	5.0	13.2	7.3	25.7	14.2	32.6	18.1
MC Q07	17448		CP N°52	5.0	3.1	1162	496	0.22	333	56	60	0.20	0.08	0.08	0.08	0.44	4.5	2.8	9.1	5.6	13.2	8.1	25.7	15.8	32.6	20.0
MC Q08	19222			0.4	0.9	835	503	0.39	166	22	30	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	5.4	0.3	11.0	0.6	15.9	0.9	31.0	1.8	39.3	2.3
MC Q09	20836			0.4	1.1	756	504	0.23	126	28	30	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	5.4	0.3	11.0	0.6	15.9	0.9	31.0	1.7	39.3	2.1
MC Q10	21944		AL N°1	4.1																						
MC Q11	24148		AL N°2 CP N°84	40.5																						
MC Q12	26082	El Canelillo	CP N°93	4.3	4.7	1317	486	0.18	416	56	60	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	4.5	2.6	9.1	5.2	13.2	7.5	25.7	14.6	32.6	18.5
MC Q13	26819	El Litre	AL N°3	2.7																						
MC Q14	28939		CP N°102	0.6	1.6	981	481	0.32	250	26	30	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	5.4	0.5	11.0	1.1	15.9	1.5	31.0	3.0	39.3	3.8
MC Q15	29843	El Palto		1.4	1.6	981	481	0.32	250	33	30	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	5.4	1.2	11.0	2.4	15.9	3.4	31.0	6.7	39.3	8.4
MC Q16	30115			0.2	0.9	821	478	0.38	172	18	15	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	6.3	0.2	12.7	0.4	18.3	0.5	35.7	1.1	45.2	1.3
MC Q17	30807	El Orrego		0.3	0.8	838	488	0.42	175	19	15	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	6.3	0.3	12.7	0.5	18.3	0.8	35.7	1.5	45.2	1.9
MC Q18	32412			0.1	0.7	828	483	0.51	173	13	15	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	6.3	0.1	12.7	0.2	18.3	0.3	35.7	0.5	45.2	0.6
MC Q19	33351	Guallacán	VT N°2	1.3	2.0	973	479	0.24	247	36	30	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	5.4	0.9	11.0	1.9	15.9	2.8	31.0	5.4	39.3	6.9
MC Q20	35154	Los Maitenes		0.6	1.3	877	469	0.30	204	26	30	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	5.4	0.5	11.0	0.9	15.9	1.4	31.0	2.7	39.3	3.4
MC Q21	36182	Los Loros	VT N°4 CP N°117	3.4	2.6	1024	471	0.21	277	51	60	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	4.5	2.0	9.1	4.1	13.2	6.0	25.7	11.6	32.6	14.7
MC Q22	37665			0.2	0.8	743	468	0.35	138	20	15	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	6.3	0.2	12.7	0.5	18.3	0.7	35.7	1.3	45.2	1.6
MC Q23	37901	La Mora	CN N°3	1.1																						
MC Q24	39372	El Álamo	CP N°121	0.4	0.8	818	471	0.42	174	21	15	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	6.3	0.4	12.7	0.8	18.3	1.1	35.7	2.2	45.2	2.8
MC Q25	40205			0.0	0.3	646	471	0.51	88	11	15	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	6.3	0.0	12.7	0.1	18.3	0.1	35.7	0.2	45.2	0.3
MC Q26	40728	Lo Castillo		0.1	0.6	728	475	0.42	127	16	15	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	6.3	0.1	12.7	0.3	18.3	0.4	35.7	0.7	45.2	0.9
MC Q27	41613	Paso El Lanco		0.2	0.8	719	458	0.34	131	19	15	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	6.3	0.2	12.7	0.4	18.3	0.6	35.7	1.1	45.2	1.4
MC Q28	42675	Seca		0.6	1.5	796	448	0.24	174	30	30	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	5.4	0.4	11.0	0.9	15.9	1.3	31.0	2.5	39.3	3.2
MC Q29	43206			1.0	2.3	1003	448	0.24	278	33	30	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	5.4	0.7	11.0	1.4	15.9	2.1	31.0	4.1	39.3	5.1
MC Q30	44041	Huilcoco		2.6	2.8	980	446	0.19	267	49	60	0.20	0.08	0.08	0.08	0.44	4.5	1.4	9.1	2.9	13.2	4.2	25.7	8.1	32.6	10.3
MC Q31	45670			0.1	0.4	579	450	0.34	65	14	15	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	6.3	0.1	12.7	0.1	18.3	0.2	35.7	0.3	45.2	0.4
MC Q32	46021			0.2	0.7	646	448	0.28	99	22	15	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	6.3	0.2	12.7	0.3	18.3	0.5	35.7	1.0	45.2	1.2
MC Q33	47152	Calicanto	AL N°6 CP N°137	13.1																						
MC Q34	47657	El Lanco	CP N°139	4.2	4.1	1148	443	0.17	353	58	60	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	4.5	2.5	9.1	5.1	13.2	7.5	25.7	14.5	32.6	18.4
MC Q35	48361			0.7	1.5	653	442	0.14	106	41	30	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	5.4	0.5	11.0	1.0	15.9	1.5	31.0	2.9	39.3	3.7
MC Q36	48555			0.5	2.0	714	450	0.13	132	38	30	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	5.4	0.4	11.0	0.7	15.9	1.1	31.0	2.1	39.3	2.7
MC Q37	51213		AL N°7	2.1																						

Código	Km	Nombre quebrada	Obra existente	A (km^2)	L (km)	H máx (m)	H mín (m)	Pendiente (%)	Hm (m)	Tc Giandotti (min)	Tc (min)	Coeficiente de escorrentía				C	T=2 años		T=5 años		T=10 años		T=50 años		T=100 años	
												Relieve	Infiltración	Cobertura vegetal	Alm. superficial		I (mm/hr)	Q (m^3/s)	I (mm/hr)	Q (m^3/s)	I (mm/hr)	Q (m^3/s)	I (mm/hr)	Q (m^3/s)	I (mm/hr)	Q (m^3/s)
MC Q38	52459			0.3	1.3	586	448	0.10	69	38	30	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	5.4	0.2	11.0	0.4	15.9	0.6	31.0	1.2	39.3	1.6
MC Q39	54240			0.4	2.0	679	447	0.12	116	38	30	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	5.4	0.3	11.0	0.6	15.9	0.8	31.0	1.6	39.3	2.0
MC Q40	55218			1.6	3.4	1062	434	0.19	314	43	45	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	4.8	1.0	9.7	2.1	14.0	3.0	27.3	5.8	34.6	7.4
MC Q41	55944			0.4	1.1	538	442	0.08	48	45	45	0.14	0.12	0.08	0.08	0.42	4.8	0.2	9.7	0.4	14.0	0.6	27.3	1.2	34.6	1.5
MC Q42	57176		AL N°8	57.7																						
MC Q43	58898		AL N°10	31.6																						
MC Q44	64623		AL N°12	8.5																						
MC Q45	65766		AL N°11	2.5																						
MC Q46	70485			3.7	2.6	977	421	0.22	278	52	45	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	4.8	2.4	9.7	4.8	14.0	6.9	27.3	13.5	34.6	17.1
MC Q47	71465		AL N°9	1.2																						
MC Q48	72952	Las Diucas	CP N°215	0.8	1.5	838	428	0.27	205	31	30	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	5.4	0.6	11.0	1.1	15.9	1.6	31.0	3.2	39.3	4.0
MC Q49	73837			0.3	0.9	825	436	0.43	195	19	15	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	6.3	0.3	12.7	0.6	18.3	0.8	35.7	1.6	45.2	2.0
MC Q50	74741			0.3	0.9	814	432	0.41	191	19	15	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	6.3	0.3	12.7	0.6	18.3	0.8	35.7	1.6	45.2	2.0
MC Q51	75064			0.1	0.6	707	430	0.50	139	13	15	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	6.3	0.1	12.7	0.2	18.3	0.3	35.7	0.6	45.2	0.7
MC Q52	75933			0.5	1.3	819	425	0.30	197	26	30	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	5.4	0.5	11.0	0.9	15.9	1.3	31.0	2.6	39.3	3.3
MC Q53	76991			0.3	0.8	716	423	0.38	147	20	15	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	6.3	0.3	12.7	0.5	18.3	0.8	35.7	1.5	45.2	1.9
MC Q54	78271	La Higuera	CP N°224	1.6	2.3	889	419	0.20	235	42	45	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	4.8	1.0	9.7	2.1	14.0	3.0	27.3	5.8	34.6	7.3
MC Q55	79032	El Ahorcado		1.3	2.5	974	414	0.22	280	37	30	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	5.4	0.9	11.0	1.9	15.9	2.8	31.0	5.4	39.3	6.8
MC Q56	79878	Las Capachas		0.6	1.7	916	414	0.30	251	27	30	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	5.4	0.5	11.0	1.1	15.9	1.6	31.0	3.1	39.3	3.9
MC Q57	80448	El Quique		9.4	5.4	1133	414	0.13	360	81	60	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	4.5	5.7	9.1	11.5	13.2	16.6	25.7	32.4	32.6	41.0
MC Q58	83981			3.9	4.2	1171	413	0.18	379	55	60	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	4.5	2.4	9.1	4.8	13.2	6.9	25.7	13.5	32.6	17.1
MC Q59	85098	Los Peumos	CP N°255	3.0	3.7	1025	405	0.17	310	53	60	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	4.5	1.8	9.1	3.6	13.2	5.2	25.7	10.2	32.6	13.0
MC Q60	85833		CP N°258	0.4	1.3	725	406	0.24	160	27	30	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	5.4	0.3	11.0	0.6	15.9	0.9	31.0	1.8	39.3	2.2
MC Q61	87134			0.9	2.1	937	400	0.25	269	32	30	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	5.4	0.6	11.0	1.3	15.9	1.8	31.0	3.5	39.3	4.5
MC Q62	88020			0.9	2.4	938	400	0.22	269	34	30	0.20	0.12	0.08	0.08	0.48	5.4	0.6	11.0	1.3	15.9	1.9	31.0	3.6	39.3	4.6
MC Q63	90416			0.0	0.4	511	398	0.30	57	14	15	0.28	0.12	0.08	0.08	0.56	6.3	0.0	12.7	0.1	18.3	0.1	35.7	0.3	45.2	0.3
MC Q64	91810	El Álamo		0.5	1.5	690	394	0.20	148	31	30	0.20	0.08	0.08	0.08	0.44	5.4	0.3	11.0	0.6	15.9	0.9	31.0	1.8	39.3	2.3

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CANAL BUZETA

Anexo 11

Santiago, mayo de 2015

CNR
Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-3000-IH-MEC-003_C

ANEXO 11 - POTENCIAL HIDROELÉCTRICO CANAL BUZETA

***NOTA: Nueva codificación reemplaza al documento: 4184-1000-IH-INF-003**

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	R. Suárez	P. Zúñiga	D. Gonzalez	Coordinación interna
	Fecha	21.08.14	25.08.14	25.08.14	
B	Nombre Firma	R. Suárez	P. Zúñiga	D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	27.08.14	27.08.14	27.08.14	
C	Nombre Firma	P. Muñoz	P. Zúñiga	D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	13.11.14	13.11.14	13.11.14	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO 11 - POTENCIAL HIDROELÉCTRICO CANAL BUZETA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 3
1.1 OBJETIVO 3
1.2 ANTECEDENTES DOCUMENTALES 4
2 METODOLOGÍA 4
2.1 GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA 5
2.1.1 Perfil Longitudinal del Canal 5
2.1.2 Caudales 7
2.1.3 Potencial Hidroeléctrico 11
2.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA 12
2.2.1 Costos Directos 12
2.2.2 Análisis Económico 14
3 RESULTADOS 16
3.1 GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA 16
3.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA 21
4 CONCLUSIONES 23

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1: Caudales Medios Diarios Medidos en Bocatoma Canal Buzeta 2011 en m3/s 8
Tabla 2-2: Caudales Medios Diarios Medidos en Bocatoma Canal Buzeta 2012 en m3/s 9
Tabla 2-3: Caudales Medios Diarios Medidos en Bocatoma Canal Buzeta 2013 en m3/s 10
Tabla 2-4: Comparación Caudales Medios Mensuales en Bocatoma vs Caudal Derecho 11
Tabla 3-1: Potencia Promedio Generada Canal Buzeta 16

LISTADO DE FIGURAS

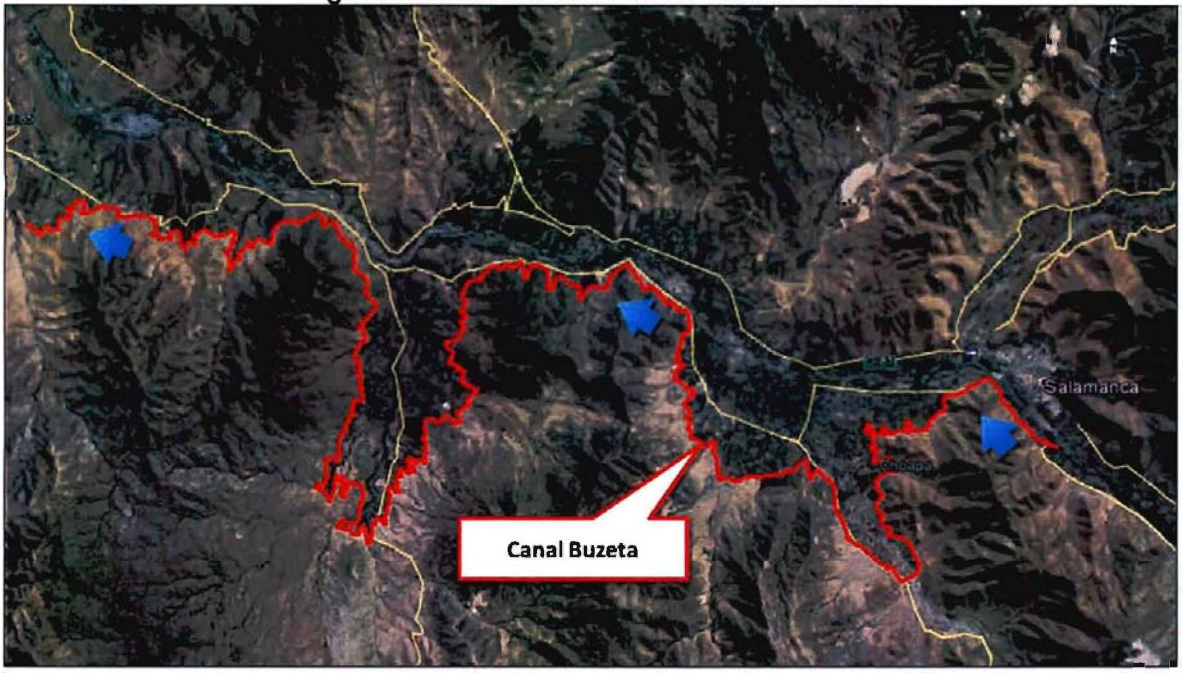
Figura 1-1: Trazado en Planta Canal Buzeta 3
Figura 2-1: Perfil Longitudinal Canal Buzeta 6
Figura 2-2: Curva de Costos Directos para Obras Civiles 13
Figura 2-3: Curva de Costos Directos para Equipamiento Electro Mecánico 14
Figura 3-1: Curva Potencia Instalada vs VAN 22

1 INTRODUCCIÓN

Como parte de los estudios realizados para del proyecto "Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Buzeta" se presenta a continuación un análisis del potencial para el aprovechamiento hidroeléctrico del canal Buzeta, el cual se emplaza en la Provincia del Choapa en la IV Región de Coquimbo y cuyo trazado se extiende por una longitud de aproximadamente 92,27 Km con un desnivel total de 135,6 m.

En la Figura 1-1 se muestra de manera general el trazado en planta del canal Buzeta.

Figura 1-1: Trazado en Planta Canal Buzeta



1.1 OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue establecer la capacidad y condiciones del canal Buzeta para la generación hidroeléctrica, considerando tanto sus características topográficas como los caudales de operación para riego.

Necesariamente el análisis ha considerado que esta capacidad de generación hidroeléctrica se determina con una operación supeditada al riego.

En el presente documento se detallan los antecedentes básicos, criterios y la metodología además de procedimientos aplicados, así como los resultados obtenidos para la evaluación del potencial hidroeléctrico asociado al canal Buzeta.

1.2 ANTECEDENTES DOCUMENTALES

Para la elaboración del presente estudio, se realizó una investigación para conocer los antecedentes disponibles en proyectos pasados de similares características, cuyo objetivo fue el de formular metodologías de análisis que generasen resultados fundamentados. De los documentos revisados el que más destaca en este aspecto es:

Ref. 1: Procivil Ingeniería Ltda. (2007). *Estimación Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto Región de Atacama a Región de la Araucanía*. Santiago.

En este mismo sentido, se pudo acceder al estudio elaborado por el Ing. Alvarado-Ancieta el cual contiene una recopilación de los costos de los equipos electro mecánicos de 82 centrales hidroeléctricas de alrededor del mundo con diversos tamaños y configuraciones. La referencia bibliográfica es:

Ref. 2: Alvarado-Ancieta, C. A. (2009). Estimating E&M Powerhouse Costs. *Water Power & Dam Construction*, 21-25.

2 METODOLOGÍA

La metodología adoptada para el estudio del potencial hidroeléctrico del canal Buzeta se fundamentó primordialmente en los siguientes análisis:

- El primero consistió en estimar la capacidad de generación hidroeléctrica considerando los desniveles existentes en su recorrido topográfico para los tramos del trazado longitudinal del canal. Se consideró el caudal por derechos de aguas vigente hasta la fecha además de datos históricos de caudales medidos en bocatoma.

- El segundo consistió en realizar una evaluación económica, estimando los montos de inversión necesarios para las obras civiles, equipamiento electromecánico y del montaje para una central, los que junto con el análisis de los posibles ingresos producto de la generación permitió fijar la potencia mínima de generación que es económicamente atractiva para un proyecto hidroeléctrico ubicado al interior del cauce del canal en estudio.

Los resultados globales obtenidos tanto para la generación hidroeléctrica como para la evaluación económica fueron comparados entre sí determinando de esta manera la viabilidad de un proyecto hidroeléctrico.

A continuación se desarrollan los aspectos inherentes a los fundamentos comentados.

2.1 GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA

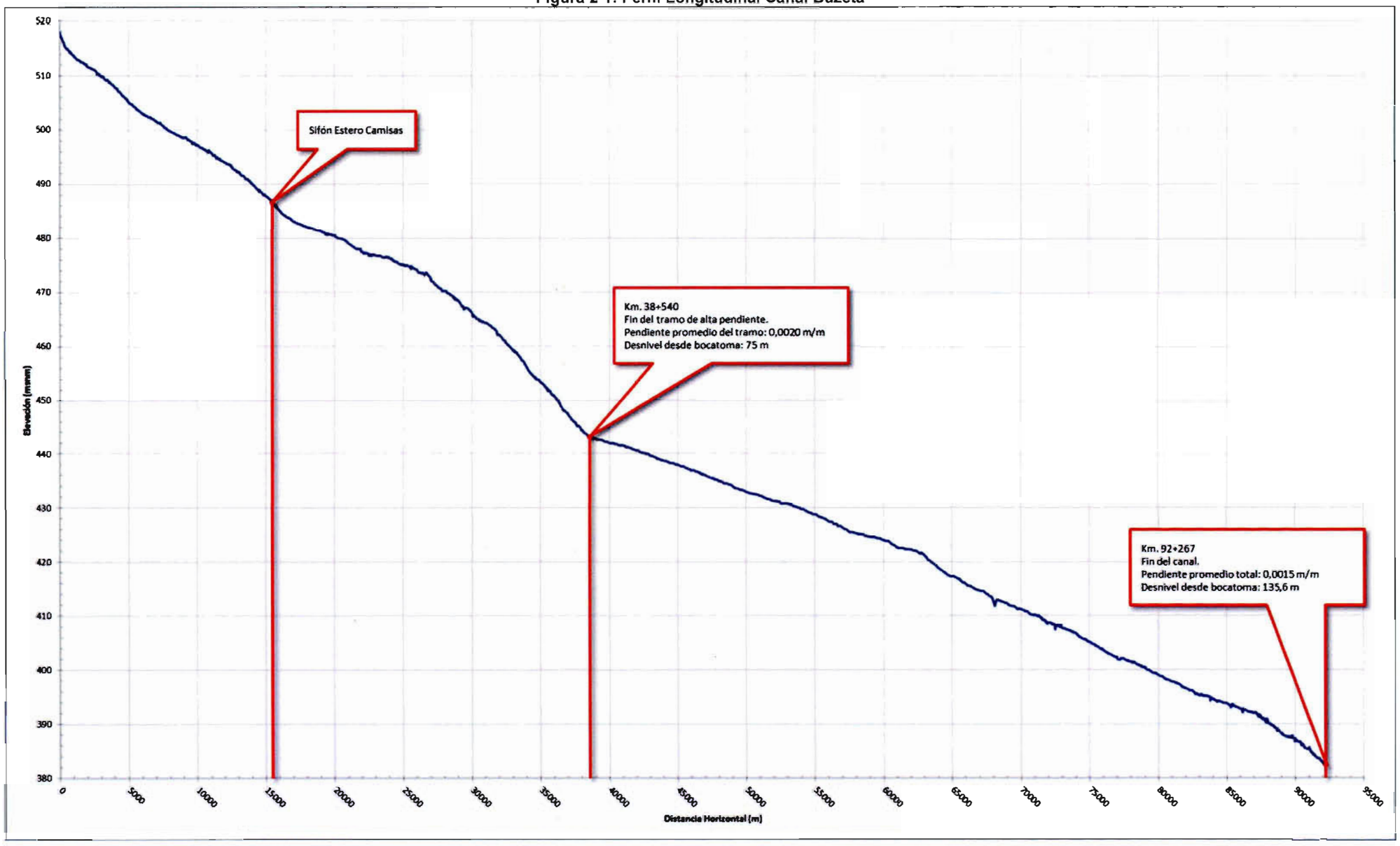
El estudio del potencial hidroeléctrico del canal se realizó bajo la premisa de aprovechar los desniveles presentes a lo largo del trazado longitudinal del cauce del canal Buzeta.

No se estudiaron alternativas de generación que derivaran el flujo fuera del canal debido a la necesidad de mantener la operación continua y permanente del mismo durante todo el año para cumplir a cabalidad con su fin de riego.

2.1.1 Perfil Longitudinal del Canal

Para la estimación de la generación hidroeléctrica primeramente se realizó un análisis del perfil longitudinal del canal Buzeta obtenido a partir del levantamiento topográfico realizado como parte del presente proyecto. El perfil se muestra en la Figura 2-1.

Figura 2-1: Perfil Longitudinal Canal Buzeta



En la Figura 2-1 se puede observar que la longitud total del canal Buzeta es de 92,27 Km, cuyo fondo de cauce al inicio del canal se ubica en la cota 518,1 msnm y en su final se ubica en la cota 382,5 msnm, presentando de esta forma un desnivel total de 135,6 m.

Igualmente se puede apreciar que el tramo comprendido desde la bocatoma, es decir, el Km. 0+000 hasta el Km. 38+540, el canal posee la mayor pendiente de su recorrido igual a 0,0020 m/m, correspondiéndose con un desnivel de 75 m. En adelante la pendiente del canal disminuye a un valor promedio de 0,0011 m/m.

2.1.2 Caudales

Se consideró para el análisis utilizar el caudal por derecho de aguas otorgado al canal el cual alcanza los 3,0 m^3/s continuos y permanentes a lo largo del año. En un caso se consideró dicho caudal en su totalidad sin tomar en consideración las pérdidas de flujo por conducción y en otro caso si se consideraron, las cuales para el canal Buzeta, según la información obtenida de la campaña de aforos 2014 alcanzan el 53,8% a lo largo de todo su trazado.

El primer caso dio como resultado el potencial de generación óptimo para el canal, ya que implícitamente considera al canal enteramente revestido y la disponibilidad total del caudal máximo desde el punto de vista legal.

Igualmente, y según la información proporcionada por la Junta de Vigilancia, se consideró en un tercer caso la serie histórica de caudales medios diarios medidos en la bocatoma durante los últimos tres años, los cuales se incluyen a modo referencial en la Tabla 2-1, Tabla 2-2 y Tabla 2-3 para el año 2011, 2012 y 2013 respectivamente. El potencial hidroeléctrico se calculó bajo este escenario sin considerar las pérdidas por infiltración.

Tabla 2-1: Caudales Medios Diarios Medidos en Bocatoma Canal Buzeta 2011 en m3/s

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	1,95	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19
2	1,95	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19
3	1,95	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19
4	1,95	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19
5	1,65	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19
6	1,65	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19
7	1,65	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19
8	1,65	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19
9	1,65	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19
10	1,65	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19
11	1,65	1,65	1,50	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19
12	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19
13	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,10
14	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	1,65	2,40	2,40	2,10
15	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	1,65	2,40	2,40	2,10
16	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	1,65	2,40	2,40	2,10
17	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	1,65	2,40	2,40	2,10
18	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	1,65	2,40	2,40	2,10
19	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	1,65	2,40	2,40	2,10
20	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	1,65	2,40	2,40	2,10
21	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	1,65	2,40	2,19	2,10
22	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	1,65	2,40	2,19	2,10
23	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	1,65	2,40	2,19	2,10
24	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	1,65	2,40	2,19	2,10
25	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19	2,10
26	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19	2,10
27	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19	2,10
28	1,65		1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19	2,10
29	1,65		1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19	2,10
30	1,65		1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,19	2,10
31	1,65		1,50		0,90		0,90	0,90		2,40		2,10
Promedio	**1,69**	**1,65**	**1,55**	**1,50**	**1,11**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**1,48**	**2,40**	**2,33**	**2,13**
D. Estándar	0,10	0,00	0,07	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00	0,10	0,04
Máximo	1,95	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	2,40	2,40	2,40	2,19
Mínimo	1,65	1,65	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	2,40	2,19	2,10

Tabla 2-2: Caudales Medios Diarios Medidos en Bocatoma Canal Buzeta 2012 en m3/s

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	2,10	2,10	1,95	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
2	2,10	2,10	1,95	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
3	2,10	2,10	1,95	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
4	2,10	2,10	1,95	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
5	2,10	2,10	1,95	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
6	2,10	2,10	1,95	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
7	2,10	2,10	1,95	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
8	2,10	2,10	1,95	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
9	2,10	2,10	1,95	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
10	2,10	2,10	1,95	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
11	2,10	1,95	1,95	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
12	2,10	1,95	1,95	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
13	2,10	1,95	1,95	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
14	2,10	1,95	1,95	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
15	2,10	1,95	1,95	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
16	2,10	1,95	1,95	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
17	2,10	1,95	1,95	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	0,90	0,90
18	2,10	1,95	1,95	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	0,90	0,90
19	2,10	1,95	1,95	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	0,90	0,90
20	2,10	1,95	1,95	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	0,90	1,20
21	2,10	1,95	1,80	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	0,90	1,20
22	2,10	1,95	1,80	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	0,90	1,20
23	2,10	1,95	1,80	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	0,90	1,20
24	2,10	1,95	1,80	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	0,90	1,20
25	2,10	1,95	1,80	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	0,90	1,20
26	2,10	1,95	1,80	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	0,90	1,20
27	2,10	1,95	1,80	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	0,90	1,20
28	2,10		1,80	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	0,90	1,20
29	2,10		1,80	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	0,90	1,20
30	2,10		1,80	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	0,90	1,20
31	2,10		1,80		0,90		0,90	0,90		1,50		1,20
Promedio	**2,10**	**2,01**	**1,90**	**1,50**	**1,17**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**1,19**	**0,90**	**1,02**
D. Estándar	0,00	0,07	0,07	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,15
Máximo	2,10	2,10	1,95	1,50	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	1,50	0,90	1,20
Mínimo	2,10	1,95	1,80	1,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90

Tabla 2-3: Caudales Medios Diarios Medidos en Bocatoma Canal Buzeta 2013 en m3/s

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	1,20	1,20	1,20	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50
2	1,20	1,20	1,20	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50
3	1,20	1,20	1,20	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50
4	1,20	1,20	1,20	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50
5	1,20	1,20	1,20	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50
6	1,20	1,20	1,20	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50
7	1,20	1,20	1,20	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50
8	1,20	1,20	1,11	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50
9	1,20	1,20	1,11	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50
10	1,20	1,20	1,11	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50
11	1,20	1,20	1,11	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	0,90	1,50	1,50
12	1,20	1,20	1,11	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	0,90	1,50	1,50
13	1,20	1,20	1,11	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	0,90	1,50	1,50
14	1,20	1,20	1,11	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	0,90	1,50	1,50
15	1,20	1,20	1,11	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	0,90	1,50	1,50
16	1,20	1,20	1,11	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	0,90	1,50	1,50
17	1,20	1,20	1,11	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50	1,50
18	1,20	1,20	1,11	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50	1,50
19	1,20	1,20	1,11	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50	1,50
20	1,20	1,20	1,11	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50	1,50
21	1,20	1,20	1,11	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50	1,50
22	1,20	1,20	1,11	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50	1,50
23	1,20	1,20	1,11	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50	1,50
24	1,20	1,20	1,11	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50	1,50
25	1,20	1,20	1,11	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50	1,50
26	1,20	1,20	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50	1,50
27	1,20	1,20	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50	1,50
28	1,20	1,20	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50	1,50
29	1,20		1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50	1,50
30	1,20		1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50	1,50
31	1,20		1,05		0,60		0,60	0,60		1,50		1,50
Promedio	**1,20**	**1,20**	**1,12**	**0,84**	**0,60**	**0,60**	**0,60**	**0,60**	**0,80**	**1,19**	**1,50**	**1,50**
D. Estándar	0,00	0,00	0,05	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,30	0,00	0,00
Máximo	1,20	1,20	1,20	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50	1,50
Mínimo	1,20	1,20	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	1,50	1,50

Considerando los promedios presentados en las Tablas de caudales medios diarios medidos en bocatoma, y comparándolos con el derecho de agua vigente del canal se presenta en la Tabla 2-4 los resultados porcentuales de dicha comparación.

Tabla 2-4: Comparación Caudales Medios Mensuales en Bocatoma vs Caudal Derecho

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2011	56%	55%	52%	50%	37%	30%	30%	30%	49%	80%	78%	71%
2012	70%	67%	63%	50%	39%	30%	30%	30%	30%	40%	30%	34%
2013	40%	40%	37%	28%	20%	20%	20%	20%	27%	40%	50%	50%
Prom.	55%	54%	51%	43%	32%	27%	27%	27%	35%	53%	53%	52%

En la Tabla 2-4 se puede apreciar que en promedio en los últimos tres años el caudal que ha ingresado al canal ha alcanzado en una única ocasión el 80% del caudal por derecho, lo que se puede interpretar en que el registro histórico disponible refleja un período de sequía, cuyo análisis de potencial de generación resulta en un valor inferior al obtenido mediante el análisis del caudal total por derecho. Sin embargo, para efectos referenciales, se incluyeron estos valores al análisis realizado.

2.1.3 Potencial Hidroeléctrico

Finalmente, con los datos tanto de los desniveles presentes a lo largo del trazado del canal como de los caudales disponibles, se procedió a calcular el potencial hidroeléctrico por tramos del canal mediante la aplicación de la ecuación de potencia de una turbina hidráulica que expresa lo siguiente:

$$P = 9{,}81 \cdot \eta_T \cdot \eta_G \cdot Q \cdot H_D$$

Donde:

P: Potencia de la turbina (kW).
η_T: Eficiencia de la turbina.
η_G: Eficiencia del generador.
Q: Caudal generable (m^3/s).
H_D: Caída de diseño (m).

La longitud total del canal se dividió en tramos de 500 m cada uno. Las caídas analizadas corresponden al desnivel acumulado en cada uno de dichos tramos.

Para efectos prácticos, y de acuerdo a la experiencia de este Consultor, se adoptó un valor estándar de 84% que engloba tanto la eficiencia de la turbina como la del generador, resultando la ecuación finalmente adoptada para los análisis como:

$$P = 8{,}20 \cdot Q \cdot H_D$$

Donde:

P: Potencia de la turbina (kW).
Q: Caudal generable (m^3/s).
H_D: Caída de diseño (m).

2.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA

2.2.1 Costos Directos

Como primer paso para la evaluación económica, se procedió a estimar los costos directos de inversión de obras civiles (OO.CC.) y equipamiento electro mecánico (E&M) teniendo como referencia la experiencia de este Consultor en proyectos similares y el estudio realizado por el Ing. Alvarado-Ancieta de la Ref. 2.

Se puso foco en las pequeñas centrales hidroeléctricas pero se decidió incluir de igual manera a las grandes centrales con el fin de obtener un espectro válido de costos considerando únicamente elementos típicos de centrales en canales como lo son la cámara de carga, tubería forzada y casa de máquinas.

En total se analizaron los costos de múltiples centrales cuyas potencias instaladas varían desde los 0,8 MW hasta los 51 MW. Los resultados de este análisis se presentan en la Figura 2-2 y Figura 2-3 para obras civiles y equipamiento electro mecánico respectivamente.

Figura 2-2: Curva de Costos Directos para Obras Civiles

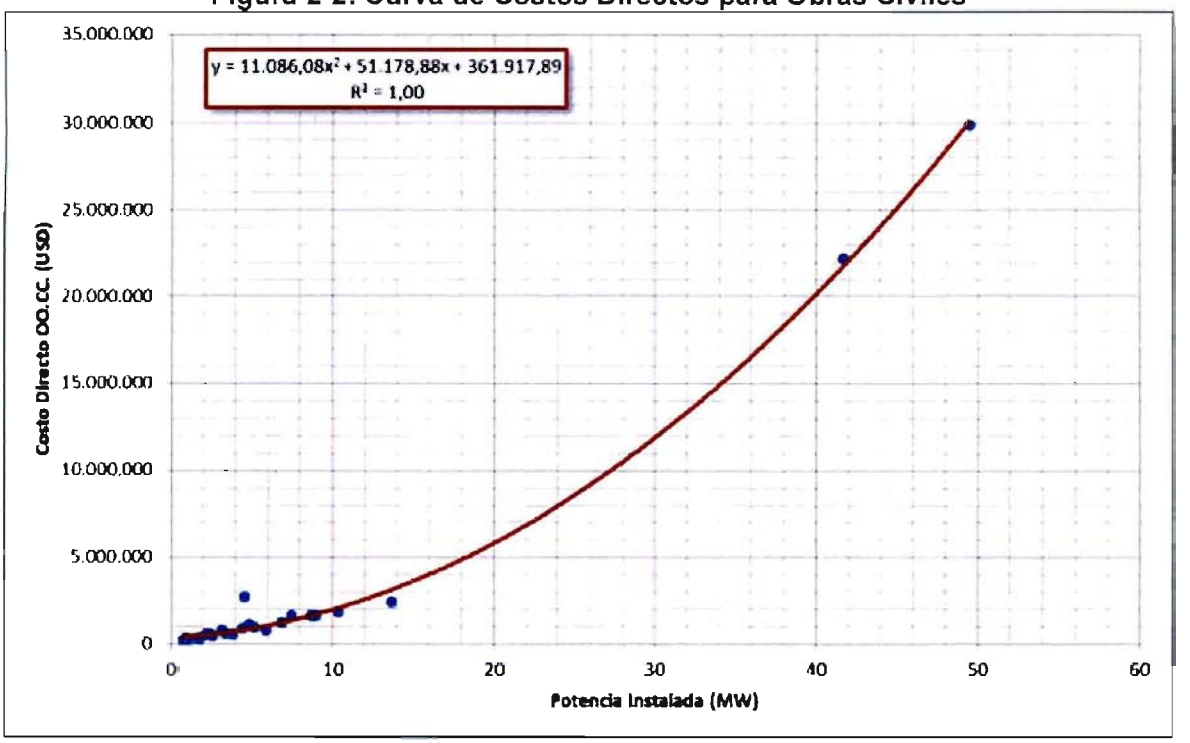
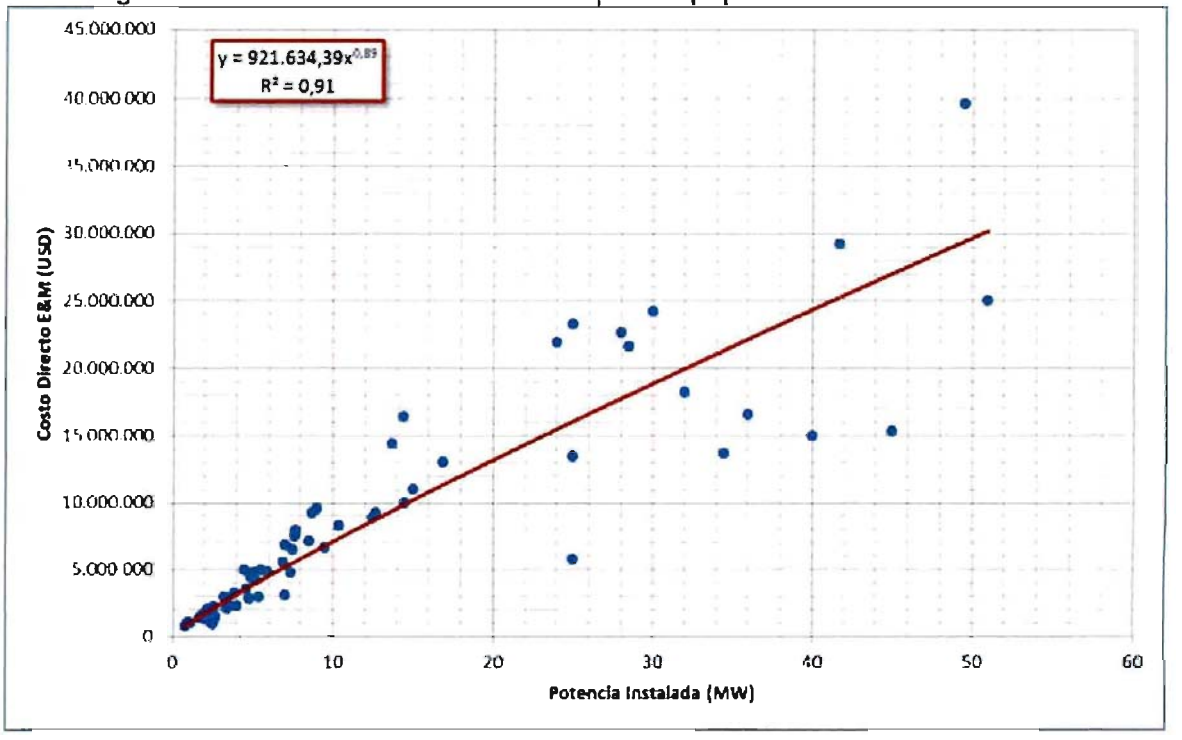


Figura 2-3: Curva de Costos Directos para Equipamiento Electro Mecánico



En la Figura 2-3 se puede apreciar una gran dispersión de los datos a partir de centrales con más de 10 MW de potencia instalada, centrales que se encuentran muy sobre el rango esperado por las características del proyecto.

Además de los costos comentados, para la inversión inicial de la central se consideraron igualmente los siguientes puntos:

- Montaje de equipamiento electro mecánico, igual al 20% del costo directo E&M.
- Gastos generales, igual al 20% de los costos de OO.CC. más E&M más Montaje.

Debido al nivel de ingeniería en el cual se desarrolla el presente estudio no se consideraron los costos asociados a líneas de alta tensión, lo cual disminuye el monto de inversión inicial y favorece, desde el punto de vista económico, a proyectos de generación de menor tamaño.

2.2.2 Análisis Económico

El segundo punto de análisis fue generar un flujo de caja el cual permitiese estimar una curva de Valuar Actual Neto.

El flujo de caja se realizó considerando los criterios:

- Parámetros de Evaluación Económica:

  - Horizonte de evaluación: 40 años sin valor residual.
  - Tasa de actualización anual: 12%.
  - Impuestos 1[ra] categoría: 21%.

- Ingresos Constantes en el Flujo de Caja:

  - Ingreso por venta de la energía: 90 USD/MWh.
  - Ingresos por ERNC (Ley 20.257): 10 USD/MWh.

- Costos Puntuales Considerados para la Inversión Inicial:

  - Costo de operación y mantenimiento: 5% de la inversión inicial.
  - Costo de inspección de obras: 5% de la inversión inicial.
  - Costo por contingencias e imprevistos: 15% de la inversión inicial.

- Otros Considerandos en el Flujo de Caja:

  - Costo peaje por uso de líneas de transmisión: 2 USD/MWh.
  - Pérdidas por transmisión: 1%.
  - Periodo de construcción: 2 años.
  - Cronograma de inversión: 60% primer año, 40% segundo año.
  - Período de depreciación para OO.CC.: 30 Años.
  - Período de depreciación para E&M: 10 Años.

Adicionalmente a los parámetros mencionados, se aplicaron los siguientes criterios para el análisis económico:

- Depreciación lineal sin considerar el valor residual.
- No se consideró costo de terrenos ni servidumbres.
- No se consideró ingresos por venta de potencia firme.
- No se consideró ingresos por bonos de carbono.
- No se consideró apalancamiento por vía de deuda.

Para estimar la energía generada, y de acuerdo a la experiencia del consultor en proyectos similares, se adoptó factor de planta del 50% el cual se considera apropiado dado las características del proyecto en estudio, aplicando finalmente la siguiente ecuación:

$$E = 0{,}50 \cdot \left(\frac{P}{1000}\right) \cdot 365 \cdot 24$$

Donde:

E: Energía media anual generada (MWh/Año).
P: Potencia de la turbina (kW).

3 RESULTADOS

Aplicando la metodología expuesta en el numeral 2, a continuación se presentan los resultados obtenidos.

3.1 GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA

En la Tabla 3-1 se presentan los resultados de la potencia generada promedio considerando del caudal total por derechos además de los caudales presentados en la Tabla 2-1, Tabla 2-2 y Tabla 2-3 sin las pérdidas indicadas en el punto 2.1.2.

Tabla 3-1: Potencia Promedio Generada Canal Buzeta

Tramo	Caída del Tramo	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho Con pérdidas por Conducción	Potencia Promedio Generada Considerando Caudales Reportados en Bocatoma Sin Pérdidas por Conducción
(m)	(m)	(kW)	(kW)	(kW)
0 - 500	2,88	70,8	29,8	30,0
500 - 1000	1,51	37,1	15,6	15,7
1000 - 1500	1,11	27,3	11,5	11,5
1500 - 2000	1,20	29,5	12,4	12,5
2000 - 2500	0,67	16,5	6,9	7,0
2500 - 3000	1,36	33,5	14,1	14,1
3000 - 3500	1,06	26,1	11,0	11,0
3500 - 4000	1,36	33,5	14,1	14,1
4000 - 4500	1,39	34,2	14,4	14,5
4500 - 5000	1,37	33,7	14,2	14,3
5000 - 5500	0,99	24,4	10,2	10,3
5500 - 6000	1,25	30,8	12,9	13,0
6000 - 6500	0,82	20,2	8,5	8,5
6500 - 7000	0,86	21,2	8,9	8,9
7000 - 7500	0,74	18,2	7,6	7,7
7500 - 8000	1,19	29,3	12,3	12,4
8000 - 8500	0,57	14,0	5,9	5,9
8500 - 9000	0,74	18,2	7,6	7,7
9000 - 9500	0,73	18,0	7,5	7,6
9500 - 10000	1,21	29,8	12,5	12,6
10000 - 10500	0,85	20,9	8,8	8,8
10500 - 11000	1,03	25,3	10,6	10,7
11000 - 11500	1,37	33,7	14,2	14,3
11500 - 12000	0,97	23,9	10,0	10,1
12000 - 12500	0,83	20,4	8,6	8,6
12500 - 13000	1,29	31,7	13,3	13,4

Tramo (m)	Caída del Tramo (m)	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho (kW)	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho Con pérdidas por Conducción (kW)	Potencia Promedio Generada Considerando Caudales Reportados en Bocatoma Sin Pérdidas por Conducción (kW)
13000 - 13500	1,24	30,5	12,8	12,9
13500 - 14000	1,12	27,6	11,6	11,7
14000 - 14500	1,24	30,5	12,8	12,9
14500 - 15000	1,33	32,7	13,7	13,8
15000 - 15500	1,00	24,6	10,3	10,4
15500 - 16000	1,60	39,4	16,5	16,6
16000 - 16500	1,21	29,8	12,5	12,6
16500 - 17000	0,86	21,2	8,9	8,9
17000 - 17500	0,64	15,7	6,6	6,7
17500 - 18000	0,42	10,3	4,3	4,4
18000 - 18500	0,45	11,1	4,6	4,7
18500 - 19000	0,44	10,8	4,5	4,6
19000 - 19500	0,87	21,4	9,0	9,0
19500 - 20000	0,45	11,1	4,6	4,7
20000 - 20500	0,67	16,5	6,9	7,0
20500 - 21000	0,77	18,9	8,0	8,0
21000 - 21500	0,00	0,0	0,0	0,0
21500 - 22000	2,04	50,2	21,1	21,2
22000 - 22500	0,51	12,5	5,3	5,3
22500 - 23000	0,85	20,9	8,8	8,8
23000 - 23500	0,46	11,3	4,8	4,8
23500 - 24000	0,49	12,1	5,1	5,1
24000 - 24500	0,77	18,9	8,0	8,0
24500 - 25000	0,73	18,0	7,5	7,6
25000 - 25500	0,56	13,8	5,8	5,8
25500 - 26000	0,99	24,4	10,2	10,3
26000 - 26500	0,87	21,4	9,0	9,0
26500 - 27000	1,34	33,0	13,8	13,9
27000 - 27500	1,61	39,6	16,6	16,7
27500 - 28000	1,12	27,6	11,6	11,7
28000 - 28500	0,83	20,4	8,6	8,6
28500 - 29000	1,30	32,0	13,4	13,5
29000 - 29500	1,83	45,0	18,9	19,0
29500 - 30000	0,93	22,9	9,6	9,7
30000 - 30500	1,55	38,1	16,0	16,1
30500 - 31000	1,01	24,8	10,4	10,5
31000 - 31500	0,64	15,7	6,6	6,7

Tramo	Caída del Tramo	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho Con pérdidas por Conducción	Potencia Promedio Generada Considerando Caudales Reportados en Bocatoma Sin Pérdidas por Conducción
(m)	(m)	(kW)	(kW)	(kW)
31500 - 32000	1,66	40,8	17,2	17,3
32000 - 32500	1,49	36,7	15,4	15,5
32500 - 33000	1,12	27,6	11,6	11,7
33000 - 33500	1,45	35,7	15,0	15,1
33500 - 34000	1,92	47,2	19,8	20,0
34000 - 34500	1,71	42,1	17,7	17,8
34500 - 35000	1,31	32,2	13,5	13,6
35000 - 35500	1,58	38,9	16,3	16,4
35500 - 36000	1,26	31,0	13,0	13,1
36000 - 36500	2,11	51,9	21,8	21,9
36500 - 37000	1,43	35,2	14,8	14,9
37000 - 37500	1,56	38,4	16,1	16,2
37500 - 38000	1,70	41,8	17,6	17,7
38000 - 38500	1,06	26,1	11,0	11,0
38500 - 39000	0,49	12,1	5,1	5,1
39000 - 39500	0,41	10,1	4,2	4,3
39500 - 40000	0,48	11,8	5,0	5,0
40000 - 40500	0,33	8,1	3,4	3,4
40500 - 41000	0,31	7,6	3,2	3,2
41000 - 41500	0,58	14,3	6,0	6,0
41500 - 42000	0,55	13,5	5,7	5,7
42000 - 42500	0,46	11,3	4,8	4,8
42500 - 43000	0,55	13,5	5,7	5,7
43000 - 43500	0,40	9,8	4,1	4,2
43500 - 44000	0,64	15,7	6,6	6,7
44000 - 44500	0,53	13,0	5,5	5,5
44500 - 45000	0,30	7,4	3,1	3,1
45000 - 45500	0,46	11,3	4,8	4,8
45500 - 46000	0,68	16,7	7,0	7,1
46000 - 46500	0,41	10,1	4,2	4,3
46500 - 47000	0,59	14,5	6,1	6,1
47000 - 47500	0,55	13,5	5,7	5,7
47500 - 48000	0,59	14,5	6,1	6,1
48000 - 48500	0,59	14,5	6,1	6,1
48500 - 49000	0,55	13,5	5,7	5,7
49000 - 49500	0,61	15,0	6,3	6,3
49500 - 50000	0,54	13,3	5,6	5,6

Tramo (m)	Caída del Tramo (m)	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho (kW)	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho Con pérdidas por Conducción (kW)	Potencia Promedio Generada Considerando Caudales Reportados en Bocatoma Sin Pérdidas por Conducción (kW)
50000 - 50500	0,33	8,1	3,4	3,4
50500 - 51000	0,25	6,2	2,6	2,6
51000 - 51500	0,62	15,3	6,4	6,4
51500 - 52000	0,49	12,1	5,1	5,1
52000 - 52500	0,34	8,4	3,5	3,5
52500 - 53000	0,52	12,8	5,4	5,4
53000 - 53500	0,51	12,5	5,3	5,3
53500 - 54000	0,55	13,5	5,7	5,7
54000 - 54500	0,64	15,7	6,6	6,7
54500 - 55000	0,54	13,3	5,6	5,6
55000 - 55500	0,45	11,1	4,6	4,7
55500 - 56000	0,61	15,0	6,3	6,3
56000 - 56500	0,67	16,5	6,9	7,0
56500 - 57000	0,72	17,7	7,4	7,5
57000 - 57500	0,71	17,5	7,3	7,4
57500 - 58000	0,43	10,6	4,4	4,5
58000 - 58500	0,34	8,4	3,5	3,5
58500 - 59000	0,39	9,6	4,0	4,1
59000 - 59500	0,26	6,4	2,7	2,7
59500 - 60000	0,41	10,1	4,2	4,3
60000 - 60500	0,56	13,8	5,8	5,8
60500 - 61000	0,75	18,5	7,7	7,8
61000 - 61500	0,33	8,1	3,4	3,4
61500 - 62000	0,23	5,7	2,4	2,4
62000 - 62500	0,41	10,1	4,2	4,3
62500 - 63000	0,76	18,7	7,9	7,9
63000 - 63500	1,17	28,8	12,1	12,2
63500 - 64000	1,18	29,0	12,2	12,3
64000 - 64500	0,94	23,1	9,7	9,8
64500 - 65000	0,77	18,9	8,0	8,0
65000 - 65500	0,52	12,8	5,4	5,4
65500 - 66000	0,91	22,4	9,4	9,5
66000 - 66500	0,43	10,6	4,4	4,5
66500 - 67000	0,74	18,2	7,6	7,7
67000 - 67500	0,82	20,2	8,5	8,5
67500 - 68000	0,54	13,3	5,6	5,6
68000 - 68500	1,92	47,2	19,8	20,0

Tramo	Caída del Tramo	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho Con pérdidas por Conducción	Potencia Promedio Generada Considerando Caudales Reportados en Bocatoma Sin Pérdidas por Conducción
(m)	(m)	(kW)	(kW)	(kW)
68500 - 69000	0,47	11,6	4,9	4,9
69000 - 69500	0,53	13,0	5,5	5,5
69500 - 70000	0,61	15,0	6,3	6,3
70000 - 70500	0,54	13,3	5,6	5,6
70500 - 71000	0,78	19,2	8,1	8,1
71000 - 71500	0,85	20,9	8,8	8,8
71500 - 72000	1,38	33,9	14,3	14,4
72000 - 72500	1,55	38,1	16,0	16,1
72500 - 73000	1,06	26,1	11,0	11,0
73000 - 73500	0,64	15,7	6,6	6,7
73500 - 74000	0,78	19,2	8,1	8,1
74000 - 74500	1,02	25,1	10,5	10,6
74500 - 75000	0,76	18,7	7,9	7,9
75000 - 75500	0,72	17,7	7,4	7,5
75500 - 76000	1,07	26,3	11,1	11,1
76000 - 76500	0,79	19,4	8,2	8,2
76500 - 77000	0,59	14,5	6,1	6,1
77000 - 77500	0,68	16,7	7,0	7,1
77500 - 78000	0,68	16,7	7,0	7,1
78000 - 78500	0,81	19,9	8,4	8,4
78500 - 79000	0,91	22,4	9,4	9,5
79000 - 79500	0,83	20,4	8,6	8,6
79500 - 80000	0,77	18,9	8,0	8,0
80000 - 80500	0,72	17,7	7,4	7,5
80500 - 81000	0,61	15,0	6,3	6,3
81000 - 81500	0,46	11,3	4,8	4,8
81500 - 82000	0,88	21,6	9,1	9,2
82000 - 82500	0,44	10,8	4,5	4,6
82500 - 83000	1,21	29,8	12,5	12,6
83000 - 83500	0,48	11,8	5,0	5,0
83500 - 84000	1,20	29,5	12,4	12,5
84000 - 84500	0,83	20,4	8,6	8,6
84500 - 85000	0,38	9,3	3,9	4,0
85000 - 85500	1,16	28,5	12,0	12,1
85500 - 86000	0,63	15,5	6,5	6,6
86000 - 86500	1,09	26,8	11,3	11,3
86500 - 87000	0,87	21,4	9,0	9,0

Tramo	Caída del Tramo	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho Con pérdidas por Conducción	Potencia Promedio Generada Considerando Caudales Reportados en Bocatoma Sin Pérdidas por Conducción
(m)	(m)	(kW)	(kW)	(kW)
87000 - 87500	1,79	44,0	18,5	18,6
87500 - 88000	2,25	55,4	23,2	23,4
88000 - 88500	1,65	40,6	17,0	17,2
88500 - 89000	2,13	52,4	22,0	22,2
89000 - 89500	1,23	30,3	12,7	12,8
89500 - 90000	2,06	50,7	21,3	21,4
90000 - 90500	1,31	32,2	13,5	13,6
90500 - 91000	1,18	29,0	12,2	12,3
91000 - 91500	1,87	46,0	19,3	19,5
91500 - 92000	1,17	28,8	12,1	12,2
92000 - 92267	0,66	16,2	6,8	6,9

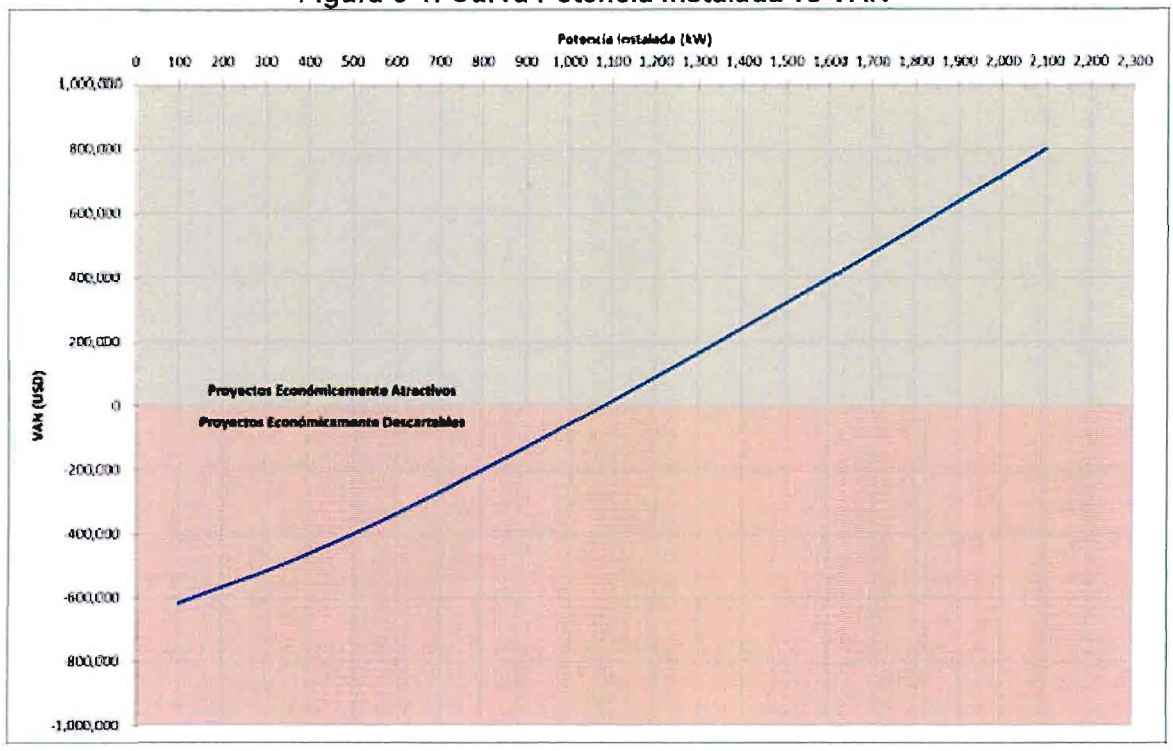
De la Tabla 3-1 se puede observar que como era de esperarse, que el escenario más favorable para la generación corresponde al de considerar el caudal total por derechos sin pérdidas de conducción, lo que arroja en el tramo comprendido entre el Km. 0+000 y el Km. 0+500 el máximo potencial de generación igual a 70,8 kW.

En este mismo sentido, la suma de la generación en todos los tramos del canal Buzeta alcanza los 4.105,5 kW, lo que se considera como la capacidad máxima de generación del canal.

3.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Con los criterios expuestos en el Punto 2.2, se elaboró una curva de potencia instalada vs Valor Actual Neto la cual se muestra en la Figura 3-1.

Figura 3-1: Curva Potencia Instalada vs VAN



Un proyecto hidroeléctrico económicamente atractivo para el canal en estudio es aquel cuyo VAN es igual o mayor a cero.

De la Figura 3-1 se concluye que para que un proyecto hidroeléctrico en el canal sea económicamente atractivo, su potencia instalada debe ser al menos igual o superior a 1.100 kW.

4 CONCLUSIONES

Como se mencionó en el punto 3.1, para la condición más favorable, correspondiente a utilizar la totalidad del caudal de derechos para la generación sin considerar pérdidas por conducción, el tramo del canal con la generación máxima produce una potencia de 70,8 kW.

Con este caudal, y de acuerdo a los resultados presentados en el punto 3.2, la altura necesaria para obtener la potencia mínima de generación económicamente atractiva de 1.100 kW sería igual a 44,7 m, lo que representa aproximadamente un 27% del desnivel total del canal, es decir, se deberían destinar tramos de importancia del canal únicamente para satisfacer la producción hidroeléctrica.

A efectos prácticos y de acuerdo a lo anterior, para que un proyecto hidroeléctrico ubicado dentro del cauce del canal Buzeta sea económicamente atractivo, un gran porcentaje del mismo debería ser redestinado únicamente al fin de hidrogeneración, de manera de lograr la caída mínima necesaria, lo anterior sin mencionar la disponibilidad total del caudal por derecho sin considerar pérdidas por conducción del mismo, es decir, revistiendo la totalidad del canal desde su bocatoma hasta el punto donde se ubicaría la cámara de carga de la central.

Por lo anterior, y de acuerdo a los resultados obtenidos en el punto 3 del presente documento, se concluye que el canal Buzeta no posee en su trazado longitudinal una caída lo suficientemente grande como para generar de forma práctica una potencia mínima que resulte económicamente atractiva para un proyecto hidroeléctrico.

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CANAL BUZETA

Anexo 12

Santiago, mayo de 2015

CNR
Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-3000-MA-INF-003-0

ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL BUZETA

***NOTA: Nueva codificación reemplaza al documento: 4184-3000-MA-INF-001**

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	P. Maturana	V. Hernández	P. Zúñiga	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	28.01.15	29.01.15	30.01.15	
C	Nombre Firma	P. Maturana	V. Hernández	P. Zúñiga	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	27.03.15	27.03.15	27.03.15	
0	Nombre Firma	P. Maturana	V. Hernández	P. Zúñiga	Aprobación Cliente
	Fecha	21.04.15	21.04.15	21.04.15	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

ÍNDICE

1 INTRODUCCION 11

2 OBJETIVOS 12
2.1 OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO DE EAA 12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO DE EAA 12

3 CONTENIDOS Y ALCANCES DEL INFORME DEL EAA 13
3.1 CONTENIDOS DEL ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL 13
3.2 ALCANCES DEL INFORME DE EAA 13

4 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 14

5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 15

6 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INGENIERÍA 16
6.1 OBRAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL RIEGO 16
6.1.1 Mantención De Obras 16
6.1.1.1 Mejoramiento de Sifones 16
6.1.1.2 Vertedero Lateral 16
6.1.1.3 Compuerta Afecta a Mantención (Nomenclatura: CP) 17
6.1.1.4 Sellos (Nomenclatura: S) 18
6.1.2 Sistema Control de Caudales 18
6.1.2.1 Aforador Nuevo (Nomenclatura: AF) 18
6.1.3 Capacidad Hidráulica 21
6.1.3.1 Muro Peralte Canal (Nomenclatura: EC) 21
6.2 REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN 22
6.2.1 Revestimiento mampostería (nomenclatura: RM) 22
6.3 MEJORAMIENTO DE LA SEGURIDAD FÍSICA DEL CANAL 22
6.3.1 Deslizamientos Sector el Bato 22
6.3.1.1 Cubrimiento de canal con loseta y revestimiento de mampostería. 22
6.3.2 Peligro de Caída de Roca y Materiales de Ladera 23
6.3.2.1 Malla Estabilizadora de Taludes 23
6.3.3 Deslizamiento por Socavación de Talud debido a Escurrimiento 23
6.3.3.1 Revestimiento Mampostería 23
6.3.4 Túnel 1 - Estabilidad de Portales de Túneles 24
6.3.4.1 Transformación de túnel 24
6.3.5 Túnel 2 - Caída de Bloques desde la Clave del Túnel 24
6.3.5.1 Monitoreo comportamiento del túnel post-sismo 24
6.3.5.2 Sistema de sostenimiento para bloques inestables 25
6.3.6 Cruce quebrada losa (nomenclatura: cQL) 26
6.3.7 Cruces de quebrada cajón alcantarilla (nomenclatura: cQA) 28
6.3.8 Cruce quebrada tubería Vertedero (nomenclatura: cQV) 29

6.3.9 Cruces de quebrada compuerta (nomenclatura: CQc) 30
6.3.10 Cruce quebrada tubería media caña (nomenclatura: cQT) 30

7 ANTECEDENTES AMBIENTALES 38
7.1 ÁREAS PROTEGIDAS 38
7.1.1 Parque Nacional 38
7.1.2 Reserva Nacional 38
7.1.3 Monumento Natural 39
7.1.4 Reserva de Región Virgen 39
7.1.5 Santuario de la Naturaleza 39
7.1.6 Parque Marino 40
7.1.7 Reserva Marina 40
7.1.8 Reserva Forestal 40
7.1.9 Acuífero que alimenta vegas y bofedales en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta 41
7.1.10 Bien Nacional Protegido o Inmueble Fiscal destinados para fines de conservación ambiental 41
7.1.11 Área Marina Costera Protegida o Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos cuando la declaración respectiva obedezca a un objetivo de protección ambiental 41
7.2 SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD 42
7.3 HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL (SITIOS RAMSAR) 43
7.4 ÁREAS DE DESARROLLO INDÍGENA 44
7.5 INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL 45
7.5.1 Plan Regulador Comunal 45
7.6 OTROS PROYECTOS EN LA ZONA Y SU RELACIÓN CON EL PROYECTO 46

8 CARACTERIZACION COMPONENTES AMBIENTALES PRINCIPALES 47
8.1 FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE 47
8.1.1 Objetivos 47
8.1.2 Área de Estudio 48
8.1.3 Metodología 48
8.1.3.1 Vegetación 48
8.1.3.2 Flora 50
8.1.3.3 Formaciones de vegetación definidas en la Ley 20.283/08 del MINAGRI. 50
8.1.4 Resultados 51
8.1.4.1 Revisión Bibliográfica 51
8.1.4.2 Vegetación 51
8.1.4.3 Flora 60
8.1.4.4 Formaciones de vegetación definidas en la Ley 20.283/08 del MINAGRI. 64
8.1.4.5 Obras Complementarias 65
8.1.5 Conclusiones 68
8.2 FAUNA TERRESTRE 70
8.2.1 Objetivos 70
8.2.2 Área de Estudio 70
8.2.3 Metodología 70

8.2.3.1 Revisión Bibliográfica 71
8.2.3.2 Antecedentes de Terreno 71
8.2.4 Resultados 71
8.2.4.1 Revisión Bibliográfica 71
8.2.4.2 Antecedentes de Terreno 78
8.2.5 Conclusiones 84
8.3 ATRACTIVOS NATURALES O CULTURALES 85
8.3.1 Objetivo 85
8.3.2 Área de Estudio 85
8.3.3 Metodología 86
8.3.3.1 Revisión Bibliográfica 86
8.3.3.2 Identificación de la oferta turística en el área de estudio 88
8.3.4 Resultados 89
8.3.4.1 Revisión Bibliográfica 89
8.3.4.2 Identificación de los recursos turísticos a nivel comunal 91
8.3.4.3 Identificación de la oferta turística en el área de estudio 96
8.3.5 Conclusiones 100
8.4 PAISAJE 102
8.4.1 Objetivo 102
8.4.2 Área de Estudio 102
8.4.3 Metodología 102
8.4.3.1 Descripción del Área de Influencia del Proyecto, para determinar el valor Paisajístico de la Zona 103
8.4.3.2 Descripción del área de influencia para determinar la calidad visual del paisaje 105
CALIDAD VISUAL 107
8.4.4 Resultados 109
8.4.4.1 Descripción del Área de Influencia del Proyecto, para determinar el valor Paisajístico de la Zona 109
8.4.4.2 Descripción del área de influencia para determinar la calidad visual del paisaje 113
8.4.5 Conclusiones 115
8.5 PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO 116
8.5.1 Antecedentes Generales 116
8.5.1.1 Patrimonio Cultural 116
8.5.1.2 Plan de Manejo de los Recursos Culturales 117
8.5.2 Objetivos 118
8.5.3 Área de Estudio 118
8.5.4 Metodología 119
8.5.5 Resultados 120
8.5.5.1 Revisión Bibliográfica 120
8.5.5.2 Levantamiento en Terreno 127
8.5.6 Conclusiones 134
9 DIAGNÓSTICO PRELIMINAR 136
10 ANALISIS DE PREFACTIBILIDAD AMBIENTAL DE LAS OBRAS DE INGENIERIA PROPUESTAS 138

10.1 MEJORAMIENTO DE SIFONES 138
10.2 COMPUERTAS (NOMENCLATURA: CP) 138
10.3 SELLOS DE FONDO (S) 145
10.4 AFORADOR (AFN) 166
10.5 MURO PERALTE CANAL (NOMENCLATURA: EC) 166
10.6 TRANSFORMACIÓN DE TÚNEL 1 169
10.7 SISTEMA DE SOSTENIMIENTO TÚNEL 2 169
10.7.1 Monitoreo comportamiento del túnel post-sismo 170
10.8 CRUCE DE QUEBRADAS 170
10.9 REVESTIMIENTOS (RM) 173
10.10 RELACIÓN DEL PROYECTO CON LAS COMPONENTES 181

11 EVALUACIÓN DE IMPACTOS PRELIMINARES Y MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL 182
11.1 OBRAS Y ACTIVIDADES POTENCIALMENTE GENERADORAS DE IMPACTOS 183
11.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PRELIMINARES 184
11.2.1 Intervención de flora y vegetación 186
11.2.1.1 Identificación y fuentes de impacto durante la etapa de construcción .. 186
11.2.1.2 Medidas de Manejo Ambiental y Plan de Seguimiento Ambiental 187
11.2.1.3 Calificación del Impacto Ambiental 188
11.2.2 Desplazamiento Local de Especies de Fauna 188
11.2.2.1 Identificación del Impacto 188
11.2.2.2 Medidas de Manejo Ambiental 190
11.2.2.3 Calificación del Impacto Ambiental 190
11.3 JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS 190

12 ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA 191

13 COSTOS AMBIENTALES REFERENCIALES 195
13.1 TABLA DE RESUMEN COSTOS DEL PROYECTO 195

14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 198

15 BIBLIOGRAFÍA 200

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3-1: Contenidos del EAA 13

Tabla 6-1: Diagnóstico sistema de aforos en canal Buzeta 19

Tabla 6-2: Criterio de selección - Ubicación de aforador en Socavón 19

Tabla 6-3: Parámetros del aforador 21

Tabla 6-4 Ubicación de losas sobre el canal 26

Tabla 6-5 Ancho superficial del escurrimiento en las quebradas 26

Tabla 6-6 Características escurrimiento sobre las losas 27
Tabla 6-7 Ubicación de cajones en el canal 28
Tabla 6-8 Dimensiones de la sección de las cajones 28
Tabla 6-9 Ubicación vertederos laterales 29
Tabla 6-10 Ubicación compuertas de descarga 30
Tabla 6-11. Ubicación de tubos de acero corrugados de media caña 30
Tabla 6-12: Cálculo diámetro mínimo de tubos corrugados de media caña 31
Tabla 6-13: Alternativas de Obras de mejoramiento Canal Buzeta 32
Tabla 7-1: Sitios Prioritarios para la Conservación en la región de Coquimbo 42
Tabla 8-1: Rango de valores para la cobertura vegetal 49
Tabla 8-2: Categorías de alturas empleadas para la vegetación 49
Tabla 8-3: Codificación de especies dominantes 50
Tabla 8-4: Resumen del uso del suelo en área de estudio 52
Tabla 8-5: Formaciones vegetales en el trazado del canal Buzeta 52
Tabla 8-6: Catálogo florístico del área de estudio 61
Tabla 8-7: Formaciones vegetales en alternativas de sifón 65
Tabla 8-8: Unidad de Matorral Arborescente Semidenso 66
Tabla 8-9: Listado de especies potenciales de fauna en el área de estudio 72
Tabla 8-10: Riqueza de especies de fauna terrestre en área de estudio 78
Tabla 8-11: Atractivos turísticos del área de estudio por categoría 94
Tabla 8-12: Atractivos turísticos del área de estudio 94
Tabla 8-13: Alojamiento Turístico 96
Tabla 8-14: Servicio de alimentación en el área de estudio 96
Tabla 8-15 Listado de guías de turismo en el área de estudio 97
Tabla 8-16: Determinación de valor paisajístico según atributos 104

Tabla 8-17: Calidad Visual del Paisaje según atributos Biofísicos 107

Tabla 8-18: Calidad Visual del Paisaje según atributos Estructurales 108

Tabla 8-19: Calidad Visual del Paisaje según atributos Estéticos 108

Tabla 8-20: Categorías de Calidad Visual 109

Tabla 8-21: Valor Paisajístico según atributos biofísicos 112

Tabla 8-22: Coordenadas UTM de los Puntos de Observación para el proyecto 113

Tabla 8-23: Calidad Visual de las UP 115

Tabla 8-24: Coordenadas extremos de transectas prospectadas, correspondientes a los Sifones 1 y 2 propuestos para el emplazamiento del proyecto "Obras de Mejoramiento Canal Buzeta" 118

Tabla 8-25: Coordenadas puntos no prospectables, registrados fotográficamente en Sifón 1 para proyecto "Obras de Mejoramiento Canal Buzeta" 127

Tabla 8-26: Coordenadas puntos no prospectables, registrados fotográficamente en el área proyectada para el Sifón 2 en el marco del proyecto "Obras de Mejoramiento Canal Buzeta" 131

Tabla 9-1: Relación del proyecto y elementos ambientales 136

Tabla 10-1: Relación de las obras de compuertas y elementos ambientales 138

Tabla 10-2: Relación de las obras sellos de fondo y elementos ambientales del entorno ... 146

Tabla 10-3: Relación de las obras aforador y elementos ambientales 166

Tabla 10-4: Relación de las obras del peralte del muro y elementos ambientales 167

Tabla 10-5: Relación de las obras de la transformación del túnel y elementos ambientales 169

Tabla 10-6: Relación de las Obras de sostenimiento de bloques y elementos ambientales 170

Tabla 10-7: Relación de las Obras de monitoreo y elementos ambientales 170

Tabla 10-8: Relación de las obras de cruce de quebrada y elementos ambientales del entorno 171

Tabla 10-9: Relación de las obras de revestimiento y los elementos ambientales del entorno 174

Tabla 11-1: Obras y Actividades Potencialmente Generadoras de Impacto 183

Tabla 11-2: Relación Causa – Efecto entre el Proyecto y las componentes ambientales del entorno 185

Tabla 11-3: Jerarquización de Impactos Ambientales 190

Tabla 13-1: Costos Referenciales Asociados a la Elaboración y Tramitación de las Medidas Ambientales 196

Tabla 13-2: Costos Referenciales Asociados al Plan de Implementación y Seguimiento Ambiental 196

LISTADO DE FIGURAS

Figura 4-1: Localización General 14

Figura 6-1: Planta de vertedero lateral 17

Figura 6-2: Perfil compuerta con volante 17

Figura 6-3: Planta sellos de fondo 18

Figura 6-4: Sección planta de aforador rectangular. 20

Figura 6-5: Sección planta de sistema de medición remoto 20

Figura 6-6: Obra de mejoramiento en hormigón para evitar desbordes 21

Figura 6-7: Vista isométrica de canal revestido con mampostería y loseta de 23

Figura 6-8: Transformación del túnel existente 24

Figura 6-9: Perfil del túnel con prismas para monitoreo de bloques 25

Figura 6-10: Perfil del túnel con soporte de pernos y cintas W strap. 26

Figura 6-11: Isométrico losa tipo 27

Figura 6-12. Esquema de cruce tipo cajón abovedado. 29

Figura 6-13: Perfil canalización mediante tubo corrugado de media caña 31

Figura 7-1: Sitios Prioritarios para la conservación y 43

Figura 7-2: Humedales RAMSAR y su relación con el proyecto 44

Figura 7-3: Plan Regulador de Illapel y Salamanca 45

Figura 8-1: Área Turística Prioritaria y su relación con el Proyecto 91

Figura 8-2: Circuito Turístico y su relación con el Proyecto 92

Figura 8-3: Atractivos Turísticos y su relación con el proyecto 95

Figura 8-4: Macrozona Norte Chico 110

Figura 8-5: Subzona donde se inserta el proyecto 111

Figura 8-6: Vista general de trazados de sifones propuestos para mejoramiento de Canal Buzeta (canal Buzeta en Celeste) 119

Figura 8-7: Vista general Sifón 1 en rojo. En verde se indica el recorrido realizado para acceder a trazado. En azul se indican puntos no prospectables fotografiados y georeferenciados. . 128

Figura 8-8: Vista general de área de Alternativa Sifón 2 en rojo, se indica verde el recorrido pedestre y en azul los puntos no prospectables 132

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 8-1: Praderas Perennes 53

Fotografía 8-2: Matorral Semidenso 53

Fotografía 8-3: Matorral Abierto 54

Fotografía 8-4: Matorral Muy Abierto 55

Fotografía 8-5: Matorral Arborescente Semidenso 55

Fotografía 8-6: Matorral Arborescente Abierto 56

Fotografía 8-7: Matorral Arborescente Muy Abierto 57

Fotografía 8-8: Matorral con Suculentas Semidenso 57

Fotografía 8-9: Matorral con Suculentas Abierto 58

Fotografía 8-10: Matorral con Suculentas Muy Abierto 59

Fotografía 8-11: Renoval Abierto 59

Fotografía 8-12: *Eulychnia acida* 63

Fotografía 8-13: *Trichocereus chiloensis* 63

Fotografía 8-14: *Puya chilensis* 64
Fotografía 8-15: Unidad de Matorral Arborescente Abierto y sectores agrícolas 67
Fotografía 8-16: Unidad de Matorral Suculentas Abierto 67
Fotografía 8-17: *Liolaemus nitidus* 82
Fotografía 8-18: *Liolaemus lemniscatus* 82
Fotografía 8-19: *Liolaemus pseudolemniscatus* 83
Fotografía 8-20: Fecas de *Pseudalopex griseus* 83
Fotografía 8-21: Galerías activas de *Spalacopus cyanus* 84
Fotografía 8-22: Canal Buzeta 112
Fotografía 8-23: Canal Buzeta 112
Fotografía 8-24: Canal Buzeta 112
Fotografía 8-25: Canal Buzeta 112
Fotografía 8-26: Vista parcial de la CV1 desde el PO 4 hacia el Sur 114
Fotografía 8-27: Vista parcial de la CV2 desde el PO5 hacia el Suroeste 114
Fotografía 8-28: Vista general NP1 128
Fotografía 8-29: Vista general NP2 129
Fotografía 8-30: Vista general NP3 129
Fotografía 8-31: Vista general NP4 130
Fotografía 8-32: Vista general NP5 130
Fotografía 8-33: Vista general NP1 132
Fotografía 8-34: Vista general NP2 133
Fotografía 8-35: Vista general NP3 133
Fotografía 8-36: Vista general NP4 134
Fotografía 8-37: Vista general NP5 134

1 INTRODUCCION

El presente documento corresponde al Informe del Estudio de Análisis Ambiental (en adelante, EAA) del Proyecto Mejoramiento Canal Buzeta (en adelante, el proyecto), el cual se encuentra enmarcado dentro del Estudio de Prefactibilidad Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Buzeta, en la región de Coquimbo, cuyo mandante es la Comisión Nacional de Riego, del Ministerio de Agricultura.

El Estudio de Análisis Ambiental es desarrollado sobre la base de los estudios de Ingeniería que están siendo realizados por ARCADIS en el curso de la presente Consultoría, junto a la revisión bibliográfica, y datos generados en el marco de campañas de terreno desarrolladas por el equipo de especialistas ambientales.

El siguiente informe presenta la caracterización de los componentes ambientales principales, evaluando ambientalmente, las alternativas y opciones de obras para el mejoramiento del sistema de riego del canal Buzeta.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO DE EAA

El objetivo general es estudiar y evaluar ambientalmente, las alternativas y opciones de obras para el proyecto, levantando alerta de componentes ambientales de mayor sensibilidad o límites de localización evaluando preliminarmente los potenciales impactos ambientales que se podrían generar durante la implementación y operación del proyecto, con el fin de analizar fundadamente la pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), elaborando los respectivos Planes Preliminares de Manejo y Seguimiento Ambiental, y sus costos asociados.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO DE EAA

Para efectuar el análisis ambiental se desarrollarán las siguientes actividades:

- Identificar y describir las partes, componentes, acciones y/o actividades del proyecto.
- Identificar y evaluar en forma simple, no obstante experta, los potenciales impactos ambientales que se podrían generar a consecuencia principalmente del mejoramiento de los canales existentes.
- Proponer un Plan de Manejo y Seguimiento Ambiental, a modo general, que incluya las medidas y acciones asociadas a los Planes de Mitigación, Reparación o Compensación, a los impactos detectados y las medidas de seguimiento propuestas. El énfasis de las medidas de manejo ambiental, se enfocarán principalmente en las medidas de diseño de la ingeniería.
- Realizar el análisis de pertinencia de sometimiento del proyecto al SEIA, en cuanto a obras y actividades definidas por la ingeniería, e identificar y analizar el tipo de instrumento que debería desarrollarse a futuro para este fin (DIA o EIA).
- Identificación de los permisos ambientales sectoriales correspondientes.
- Realizar una aproximación de los costos monetarios asociados al Plan de Manejo y Seguimiento Ambiental propuesto.

3 CONTENIDOS Y ALCANCES DEL INFORME DEL EAA

3.1 CONTENIDOS DEL ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

El EAA será elaborado de acuerdo con lo solicitado por la Comisión Nacional de Riego en sus TDR, considerando los siguientes contenidos que se señalan en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Contenidos del EAA

Producto (os)	Contenidos
Recopilación y análisis de antecedentes	Recopilación de información referente a antecedentes generales de aspectos ambientales del área de estudio.
Visitas al Terreno	Primera visita de reconocimiento del terreno en coordinación con el Coordinador de Proyecto de la CNR, para interiorizarse de las condiciones existentes en los ámbitos de la especialidad ambiental.
Estudio de Análisis Ambiental	Las alternativas de obra de riego propuestas deben incluir los análisis ambientales necesarios, de tal manera que el avance de los proyectos de ingeniería y agroeconomías se realicen de forma paralela con los aspectos ambientales, se deberá evaluar si corresponde ingresar al proyecto al Sistema de Evaluación Ambiental, y de ser así, si este debe ingresar como una declaración de impacto ambiental o en su defecto como un Estudio de Impacto Ambiental, según lo establecido en la Ley 19.300 sobre Bases Generales de Medio Ambiente

El presente informe del EAA entrega la caracterización ambiental del área del Proyecto, en base a los potenciales componentes que presenten mayor sensibilidad desde una perspectiva ambiental.

3.2 ALCANCES DEL INFORME DE EAA

Este Estudio de Análisis Ambiental, incluye las actividades realizadas entre los meses de febrero a diciembre de 2014, y se basa en la Información del proyecto de Ingeniería desarrollado en las Etapas 1, 2, 3, 4 y 5. Los contenidos de la ingeniería son entregados simultáneamente con el presente informe.

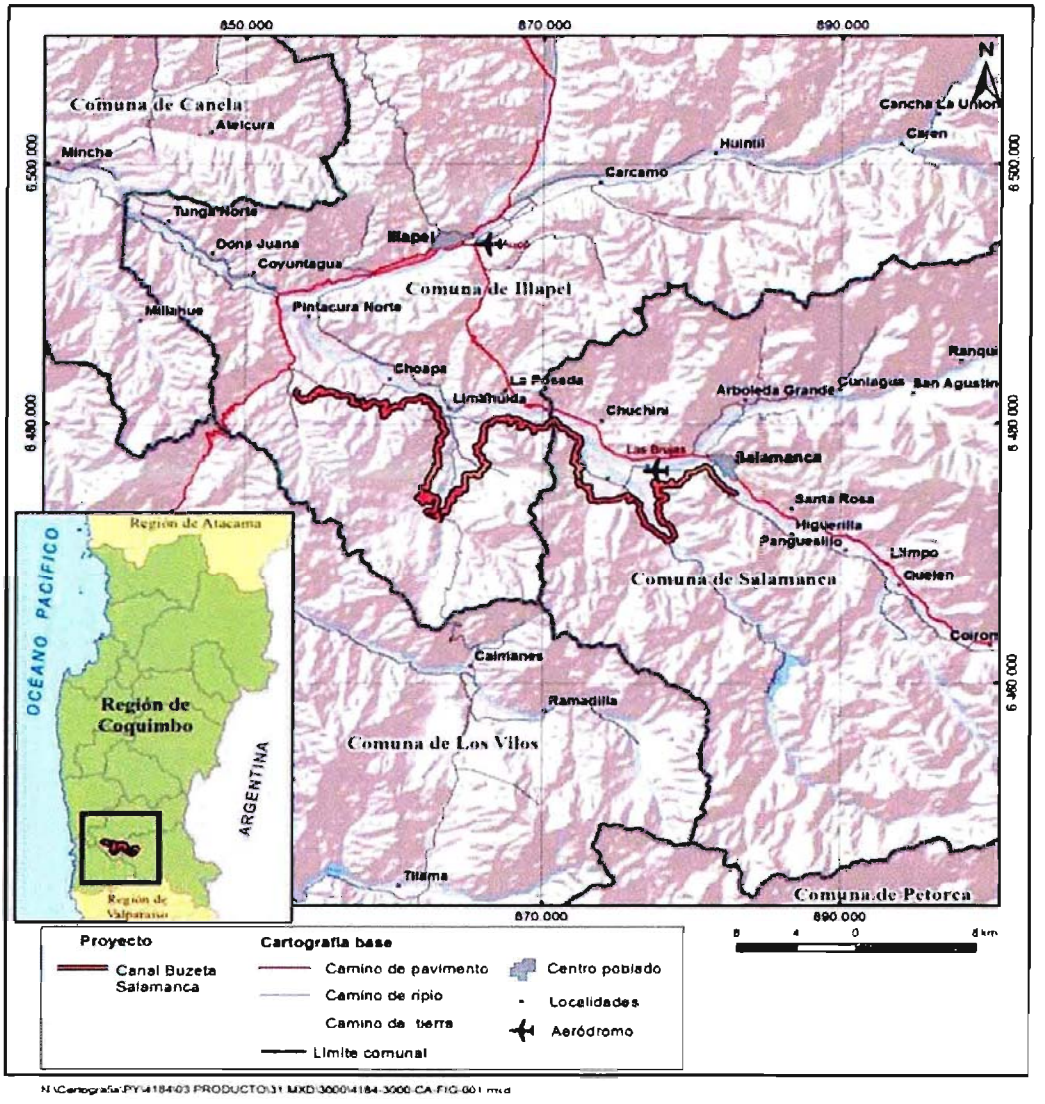
A continuación se presenta el contenido del Informe del EAA, dando cumplimiento al programa de trabajo del estudio.

- Descripción general del proyecto.
- Caracterización de las componentes ambientales principales
- Diagnóstico preliminar de pre factibilidad ambiental
- Análisis Ambiental de Prefactibilidad de las obras de ingeniería.
- Evaluación de Impactos Ambientales Preliminares y Medidas Ambientales
- Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA
- Costos Ambientales Referenciales.

4 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El canal Buzeta se ubica en la región de Coquimbo, provincia de Choapa, con una longitud aproximada de 91 km; atravesando las comunas de Illapel y Salamanca, en la cuenca del río Choapa. Su captación se localiza en la ribera Sur del río Choapa, aproximadamente 2 km aguas arriba de la localidad de Salamanca, pasando por los sectores El Tambo, Tahuinco, Limahuida y Las Cañas, abarcando una zona de riego aproximadamente de 3.720 ha, como se indica en la Figura 4-1.

Figura 4-1: Localización General



N:\Cartografía\PY\4184\03 PRODUCTOS\31 MXD\3000\4184-3000-CA-FIG-001.mxd

El canal Buzeta es uno de los más importantes de la cuenca del río Choapa debido a su extensión, la que alcanza 91 km aproximadamente. Tiene su captación en la ribera izquierda del río, a 2 km aguas arriba aproximadamente de la localidad de Salamanca.

De acuerdo al Catastro de Usuarios de Aguas de la Cuenca del río Choapa (Solano Vega y Asociados Ingenieros Consultores Ltda.), 1987, el canal Buzeta riega los sectores de El Tambo, Tahuinco, Limáhuida, Los Loros y Las Cañas, con 473 usuarios.

Este canal deriva por la ribera Sur del río Choapa a 4 km aguas arriba de la ciudad de Salamanca, recorre una extensión de 100 km, regando diversos sectores como El Tambo, Tahuinco, Limahuida y Las Cañas, abarca una superficie del orden de las 3.720 ha (ver Lámina 4184-3000-CA-LAM -001 y 4184-3000-CA-LAM -003 en Anexo).

La superficie de la comuna de Illapel corresponde a 2.629,1 km^2 y, según Censo 2002, posee una población de 30.355 habitantes (34,1% rural), representando a un 5% aproximadamente de la población total de la región. La comuna de Salamanca posee una superficie de 3.445 km^2, con una población de 24.494 habitantes (48,2% rural) correspondientes a un 4,1% de la población total de la región. La población rural total para estas comunas es de 31.800 habitantes aproximadamente.

La zona de la cuenca del Choapa, lugar donde se localiza el canal Buzeta, presenta dos tipos de climas, denominados clima Templado Frío de Altura, el cual se localiza en la cordillera de los Andes sobre los 3.000 msnm; caracterizado por altas precipitaciones, temperaturas bajas y nieves permanentes; y el clima de Estepa Cálido con Precipitaciones invernales, éste se ubica en la parte interior de la cuenca sobre los 800 m, caracterizado por la ausencia de nubosidad y sequedad del aire con temperaturas mayores que en la costa, precipitaciones no tan abundantes y periodos de sequía característicos.

Esta zona se inserta dentro de la región geomorfológica de las planicies litorales, de las cuencas del sistema montañoso andino costero y de los valles transversales, extendiéndose hasta el río Aconcagua, además la cuenca del Choapa es el último de los valles transversales del extremo Sur de la región.

El régimen del río Choapa es principalmente nival, originándose en la cordillera de Los Andes (1.000 msnm) con un recorrido casi lineal Sureste – Noreste desemboca en el océano pacífico. Sus afluentes son el río Illapel, Cuncumén, Chalinga y el estero Camisas.

5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Actualmente el canal Buzeta cumple la función de regar aproximadamente 3.720 ha agrícolas del valle del Choapa, sin embargo las condiciones de infraestructura limitan la eficiencia de este sistema de riego y desaprovechamiento del recurso hídrico.

Por lo anterior, la Comisión Nacional de Riego ha destinado realizar un estudio con el objetivo de evaluar a nivel de prefactibilidad, y generar los prediseños de las mejores alternativas de

obras para la optimización del sistema de riego del canal Buzeta, incorporando el concepto multiuso de las aguas para riego con potencial de hidrogeneración eléctrica.

Dentro del estudio de prefactibilidad de ingeniería, se ha considerado el estudio de análisis ambiental de la construcción de estas obras, mediante el cual se deberá analizar y evaluar ambientalmente el área de influencia de las distintas alternativas de obras que defina el estudio de ingeniería, identificando lo potenciales impactos ambientales, de manera de fundamentar el ingreso al SEIA.

6 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

En base al informe de diagnóstico, el área de ingeniería definió alternativas de obras hidráulicas de mejoramiento para el canal Buzeta, las que describen de forma general a continuación.

6.1 OBRAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL RIEGO

6.1.1 Mantención De Obras

6.1.1.1 Mejoramiento de Sifones

Dos sifones (SF1 y SF2) serán mejorados mediantes la implementación de rejas en la entrada para impedir el paso de objetos que puedan obstruir el flujo a través de las obras y por medida de seguridad para personas o animales que pudieran caer al canal.

6.1.1.2 Vertedero Lateral

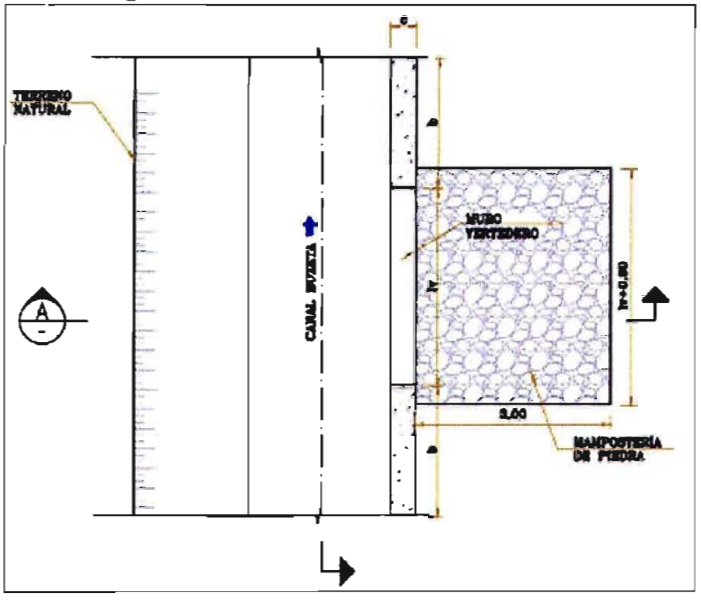
Debido a que le vertedero actual se encuentra en mal estado se requiere la demolición de la obra existente y reconstruir un nuevo vertedero.

Las actividades asociadas a esta obra son las siguientes:

- Demolición de hormigón existente
- Hormigonado
- Enfierradura

La Figura 6-1 presenta la planta del vertedero lateral.

Figura 6-1: Planta de vertedero lateral



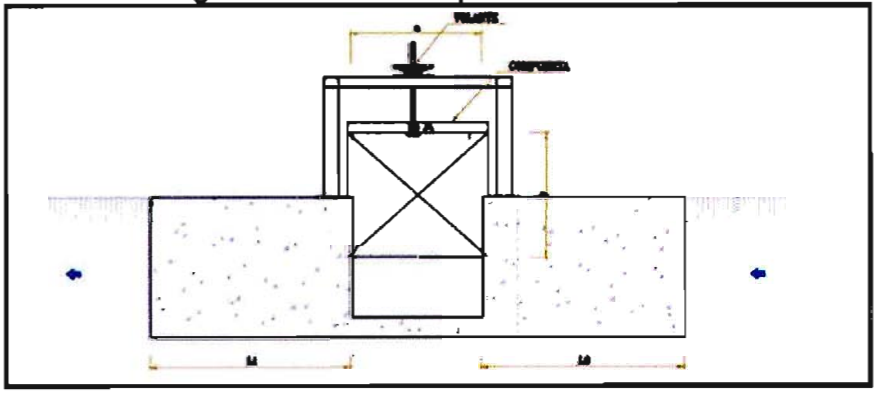
6.1.1.3 Compuerta Afecta a Mantención (Nomenclatura: CP)

Para el caso de las compuertas, se proponen 2 soluciones posibles para cada caso:

- Reemplazo de la compuerta de acero.
- Retiro de obstrucciones (vegetación y sedimentos).

Quince son las compuertas a mejorar, cambiando el sistema de la compuerta, siendo de ellas 13 manuales, las restante con volante, como se puede ver en la Figura 6-2. Para ello se requerirá de mampostería de piedra. Además se realizará la construcción de 71 (CP) compuertas de acero con volante.

Figura 6-2: Perfil compuerta con volante



6.1.1.4 Sellos (Nomenclatura: S)

Como medida de mantención de obras, para definir la geometría del cauce, se decidió incorporar al canal sellos de fondo cada 500 m en lugares donde el canal no cuente con revestimiento de mampostería u hormigón. Con ello, luego de eventos de crecidas importantes, labores de limpieza y mantenimiento, se podrán reestablecer las cotas de fondo y taludes para el cual el canal fue diseñado.

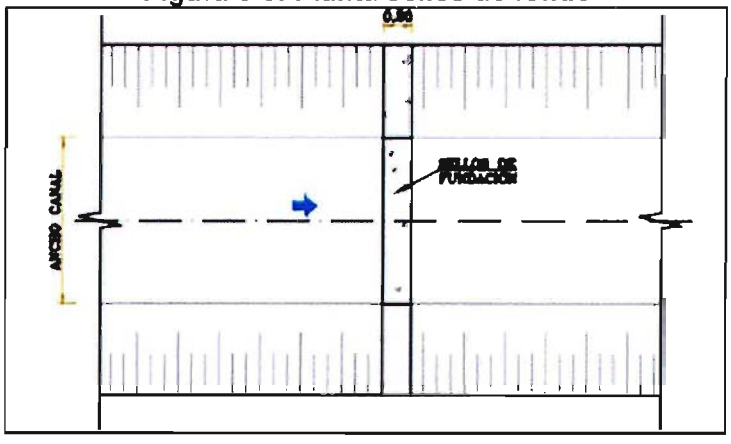
Canal Buzeta requiere una cantidad de 149 sellos de fondo para cumplir con los criterios mencionados.

Las actividades a realizar para estas obras son las siguientes:

- Hormigonado
- Enfierrado

En la Figura 6-3 se presenta un esquema de la implementación de los sellos de fondo para el canal.

Figura 6-3: Planta sellos de fondo



6.1.2 Sistema Control de Caudales

6.1.2.1 Aforador Nuevo (Nomenclatura: AF)

La Tabla 6-1 presenta el diagnóstico de la situación actual de los aforadores del canal Buzeta. Se propone calibrar 4 de ellos y el diseño de 2 nuevos (eliminando el artesanal).

Tabla 6-1: Diagnóstico sistema de aforos en canal Buzeta

Sector	Lugar Aforador		Diagnóstico	Solución
	Norte (m)	Este (m)		
El Tambo	6.480.233,7	314.539,4	Mal Calibrado	Calibrar
Colliguay	6.478.207,4	309.774,2	Mal Calibrado y rebasa	Calibrar y aumentar revancha
Tahuinco	6.479.306,3	307.695,8	Mal Calibrado	Calibrar
Limáhuida	6.482.504,2	303.854,0	Mal Calibrado	Calibrar
	(6.477.751,0)	(295.382,0)	No existe	Diseñar (Sector Socavón)
Las Cañas I y II	6.484.954,5	294.540,1	Marco Artesanal	Diseñar

En el caso del sector de riego Limáhuida, se ha propuesto diseñar un aforador adicional debido a que su longitud es mucho más extensa que los otros sectores de riego. El administrador del sector ha mencionado la inquietud existente en el control y entrega de caudal en Limáhuida, donde el celador no posee el tiempo suficiente para efectuar el control y operación de las compuertas en el día, provocando un retraso en la entrega de derechos de aprovechamiento.

Luego, se propone un nuevo sistema de aforo con el propósito de incorporar un nuevo celador y así disminuir los tiempos de control y operación del canal; en adelante este aforador se llamará Socavón. La ubicación seleccionada se basó en el criterio de que la obra mida el caudal en un sector equivalente a la mitad del total de compuertas del lugar, considerando también que la longitud de los sectores divididos sea similar. La Tabla 6-2 muestra el criterio de decisión mencionado anteriormente.

Tabla 6-2: Criterio de selección - Ubicación de aforador en Socavón

Aforador	Compuerta Aguas Abajo del Aforador	Número de compuertas que abarca	Longitud (m)
Limáhuida (Actual)	107CP	56	26171
Socavón (Propuesto)	164CP	56	20944

Las actividades a desarrollar para la construcción de los aforadores son las siguientes:

- Excavación Abierta
- Mampostería de piedra
- Hormigonado
- Emplantillado
- Enfierrado
- Instalación de regla limnimétrica
- Instalación del sistema de medición remoto.

En la Figura 6-4 se puede observar una sección del perfil del aforador y en la Tabla 6-3 se presentan sus parámetros. Además en la Figura 6-5 se muestra la planta del sistema de medición remoto. Para mayor información ver plano 4184-3000-IH-PLA-004.

Figura 6-4: Sección planta de aforador rectangular.

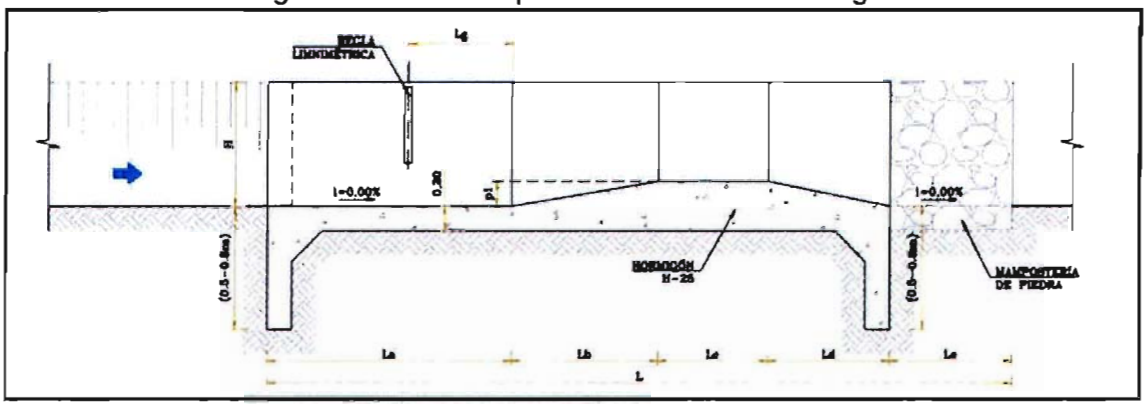


Figura 6-5: Sección planta de sistema de medición remoto

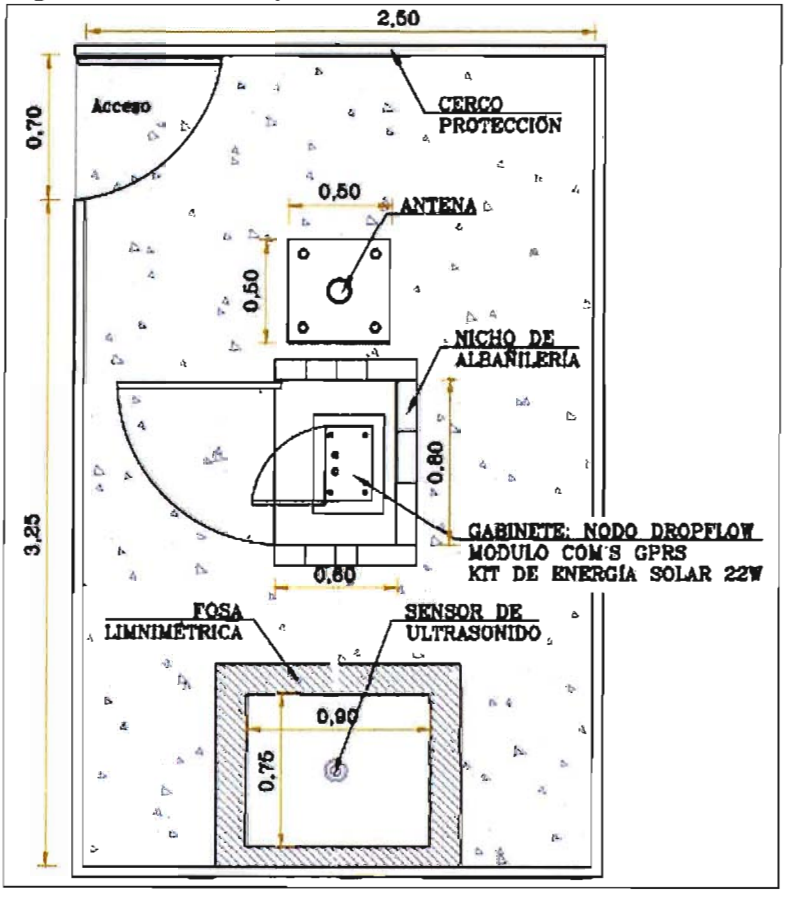


Tabla 6-3: Parámetros del aforador

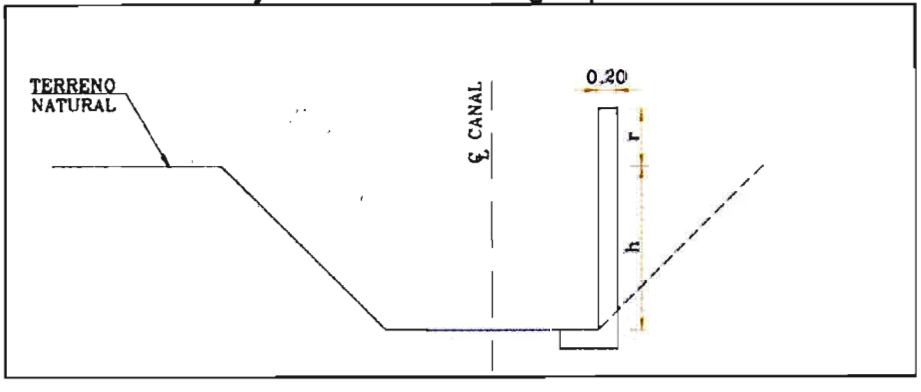
Parámetro	Las Cañas I y II
	Valor (m)
Pl	0,52
La	3,30
Lb	1,50
Lc	1,60
Ld	3,12
Le	1,00
L	10,52
H	1,74
Lg	2,20
Ba	2,00
bc	1,00
be	2,00

6.1.3 Capacidad Hidráulica

6.1.3.1 Muro Peralte Canal (Nomenclatura: EC)

Como obra de mejoramiento se propone reforzar la sección del canal mediante un muro de hormigón en la ribera derecha del canal (ver Figura 6-6) y de esta manera permitir el escurrimiento sin que vierta hacia las laderas.

Figura 6-6: Obra de mejoramiento en hormigón para evitar desbordes



Las actividades asociadas al peralte del muro son las siguientes:

- Excavación abierta Material.común
- Hormigonado
- Enfierradura
- Relleno compactado

6.2 REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN

6.2.1 Revestimiento mampostería (nomenclatura: RM)

Consiste en mejorar la protección de mampostería de piedra en el fondo y en las paredes del canal Buzeta en los sectores más afectados.

Tendrá por objetivo minimizar las filtraciones del canal, mejorar la estabilidad de los taludes y reducir la cantidad de excavaciones que realizan los cururos en los taludes.

Esta alternativa se ha diseñado para trabajar en conjunto con el revestimiento en mampostería, cuyo diseño se detalla en la sección 5 (Inestabilidad de Taludes por Roedores, Cururos).

6.3 MEJORAMIENTO DE LA SEGURIDAD FÍSICA DEL CANAL

6.3.1 Deslizamientos Sector el Bato

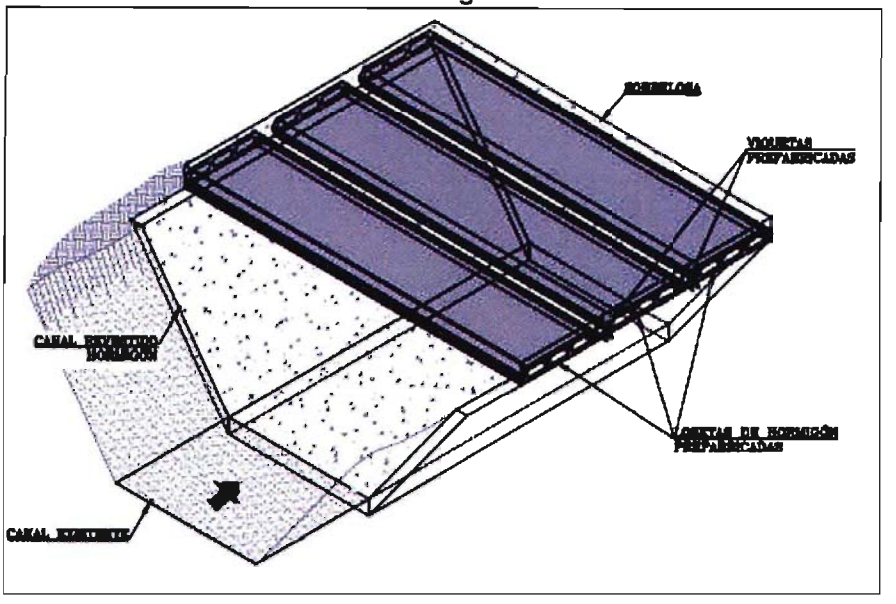
6.3.1.1 Cubrimiento de canal con loseta y revestimiento de mampostería.

Esta alternativa considera el revestimiento del canal sobre el cual se proyecta la colocación de una loseta de hormigón pre-fabricado. Además, sobre la loseta de hormigón se proyecta la colocación de un relleno de material suelto que permita cubrir la estructura. El relleno deberá tener un espesor de 0,3m (mínimo), y permitirá amortiguar la caída de bloques de rocas y/o deslizamientos de material sobre este. En la Figura 6-7se puede observar cómo será esta obra.

Las actividades asociadas serán:

- Mampostería
- Relleno simple para protección
- Instalación de loseta prefabricada

Figura 6-7: Vista isométrica de canal revestido con mampostería y loseta de hormigón



6.3.2 Peligro de Caída de Roca y Materiales de Ladera

6.3.2.1 Malla Estabilizadora de Taludes

Esta actividad contempla un tratamiento de protección activa mediante elementos flexibles contra los desprendimientos de rocas y material de ladera, evitando además el movimiento de macizos rocosos de cierta magnitud. Con esto se provoca un efecto de estabilización superficial importante y además es posible disminuir los procesos de erosión en combinación de otras técnicas de revegetación.

6.3.3 Deslizamiento por Socavación de Talud debido a Escurrimiento

6.3.3.1 Revestimiento Mampostería

Consiste en crear una protección de mampostería de piedra en el fondo y en las paredes del canal Buzeta en los sectores más afectados por inestabilidad por roedores (cururos).

Tendrá por objetivo mejorar la estabilidad de los taludes y reducir la cantidad de excavaciones que realizan los cururos en los taludes.

Esta alternativa se ha diseñado para trabajar en conjunto con el revestimiento en mampostería, cuyo diseño se detalla en la sección 5 (Inestabilidad de Taludes por Roedores, Cururos).

6.3.4 Túnel 1 - Estabilidad de Portales de Túneles

6.3.4.1 Transformación de túnel

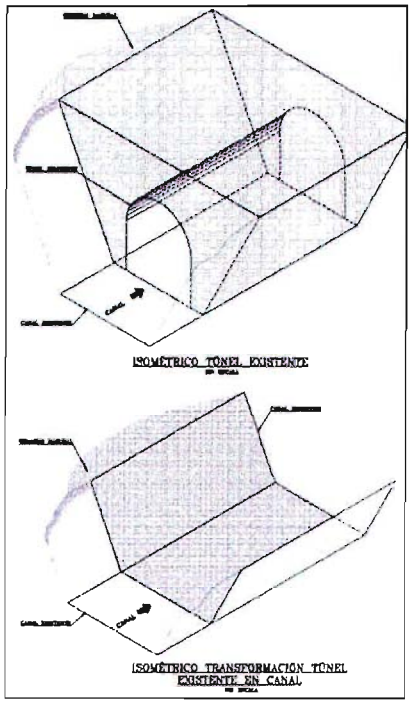
Se contempla realizar un corte del terreno que permita obtener taludes estables que permitan un funcionamiento óptimo de este tramo del canal Buzeta.

Las actividades a realizar serán:

- Corte en suelo
- Corte en roca con explosivos

La Figura 6-8 presenta las modificaciones del túnel.

Figura 6-8: Transformación del túnel existente



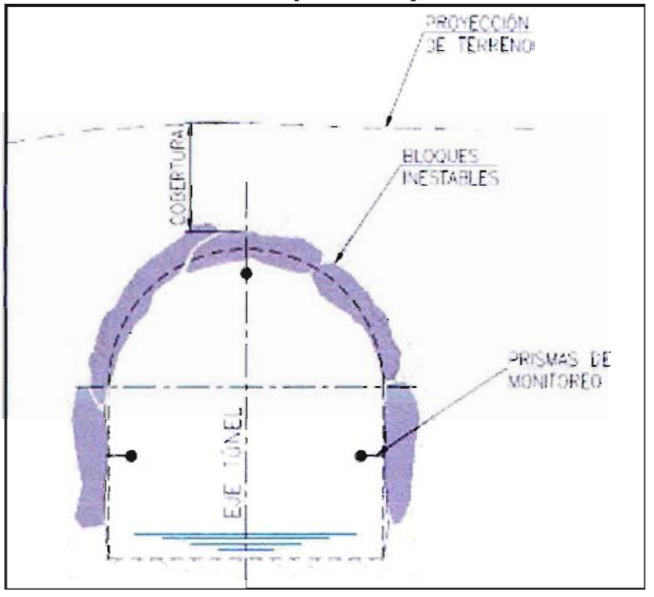
6.3.5 Túnel 2 - Caída de Bloques desde la Clave del Túnel

6.3.5.1 Monitoreo comportamiento del túnel post-sismo

En el túnel se instalarán pernos de convergencia en todos los bloques que se encuentran potencialmente inestables y que afloren en la geometría del túnel (Figura 6-9). La sección de los pernos inserta en los bloques, se denomina prisma.

Los elementos considerados para esta actividad son la instalación y suministro de los pernos de convergencia y al registro de información a través de topografía.

Figura 6-9: Perfil del túnel con prismas para monitoreo de bloques



6.3.5.2 Sistema de sostenimiento para bloques inestables

Esta alternativa comprende el refuerzo para sostener los bloques inestables mediante pernos de acero tipo helicoidales y cintas W strap.

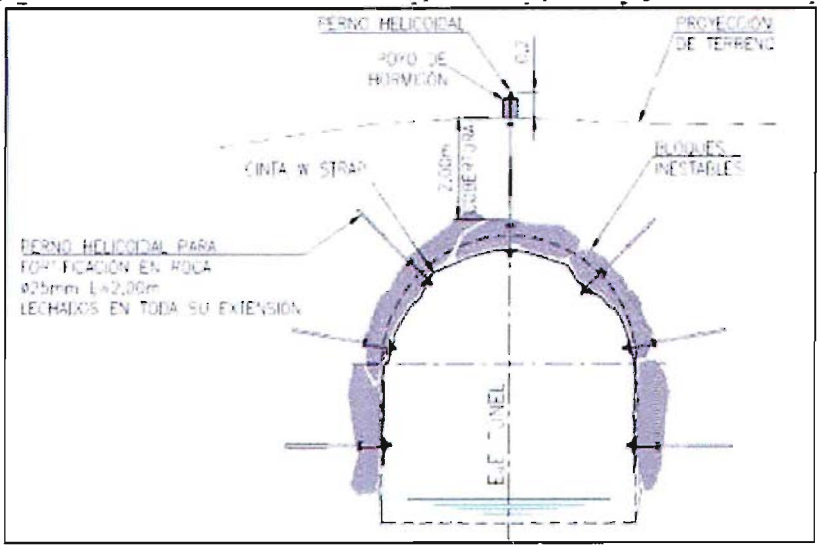
La cintas W strap son utilizadas para el soporte de techos y paredes en excavaciones subterráneas y trabajan en conjunto con los pernos de anclaje.

Para la instalación de los pernos que están en la clave del túnel se debe ejecutar un poyo de hormigón en la superficie (Figura 6-10) para sostener y asegurar el apriete de las tuercas del perno helicoidal.

La perforación para ubicar los pernos de fortificación deberá estar acorde al diámetro de la barra de fortificación, esto con el propósito de asegurar un recubrimiento en el acero de unos 10 mm con lechada de cemento, esta lechada consiste en una inyección con mortero de cemento (tipo lechada) a columna completa, este perno se instalará a posterior de la lechada.

Para esta etapa de ingeniería se ha considerado realizar esta fortificación en 3 líneas de pernos desde el portal de salida hacia portal de entrada para los bloques inestables.

Figura 6-10: Perfil del túnel con soporte de pernos y cintas W strap.



6.3.6 Cruce quebrada losa (nomenclatura: cQL)

Se consideraron 4 cruces con losas por sobre el canal, correspondientes a las quebradas cuyo caudal para 2 años de periodo de retorno es por sobre los 700 l/s. Las losas se ubicaron de acuerdo a lo presentado en la Tabla 6-4.

Tabla 6-4 Ubicación de losas sobre el canal

Código Quebrada	Km Losa	Q Quebrada (m3/s)
MC Q40	55,218	1,028
MC Q55	79,032	0,938
MC Q57	80,448	5,666
MC Q58	83,981	2,358

Adoptando la sección de tipo triangular a la quebrada, se calculó al ancho superficial de la altura normal mediante la fórmula de Manning. Aplicando esta fórmula a las 4 quebradas que consideran losas, se obtienen los anchos de escurrimiento que se presentan en la Tabla 6-5.

Tabla 6-5 Ancho superficial del escurrimiento en las quebradas

Km Losa	Caudal diseño (m^3/s)	Pendiente quebrada (%)	Talud Promedio (1/z = v/h)	Altura Normal (m)	Ancho Superficial (m)
55,218	1,028	10%	16,67	0,19	6,42
79,032	0,938	19%	7,5	0,223	3,35
80,448	5,666	13%	3,80	0,61	4,64
83,981	2,358	10%	4	0,45	3,62

A partir de estos valores se calculó el ancho y la altura de los muros laterales de las losas.

Se determinó una sección rectangular y ancho uniforme de 2 metros para todas las losas, con muros de ala de entrada variables según el ancho superficial de escurrimiento en la quebrada hacia aguas arriba (Tabla 6-6).

Tabla 6-6 Características escurrimiento sobre las losas

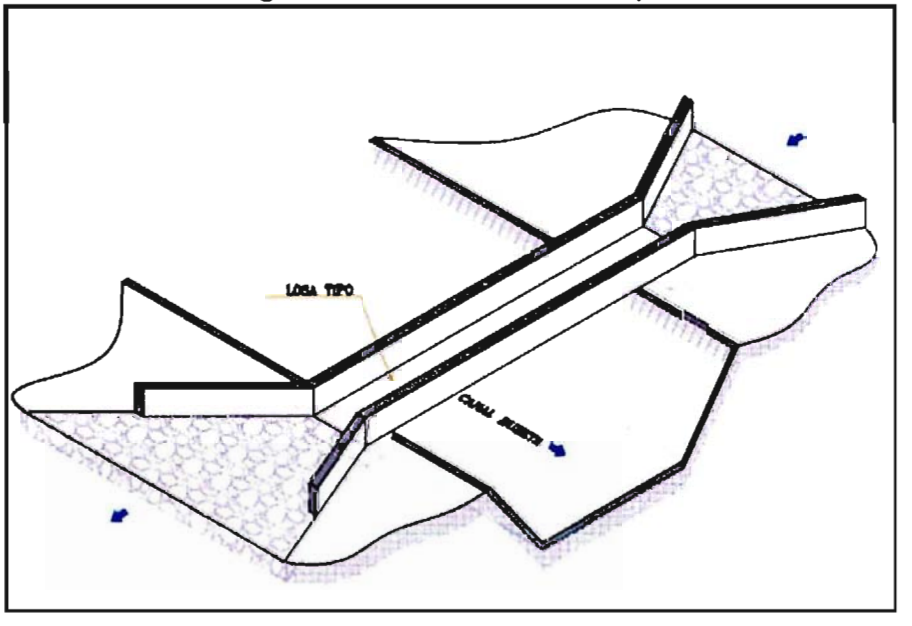
Km Losa	Caudal diseño (m^3/s)	Pendiente losa (%)	Abertura muros ala (m)	Altura Normal (m)	V (m/s)
55,218	1,028	10%	8	0,11	4,8
79,032	0,938	19%	5	0,08	5,6
80,448	5,666	13%	6	0,30	9,6
83,981	2,358	10%	5	0,18	6,5

Las actividades asociadas a estas obras son:

- Instalación de losa prefabricada
- Relleno simple para protección

La Figura 6-11 presenta la losa tipo para los cruces de quebradas.

Figura 6-11: Isométrico losa tipo



6.3.7 Cruces de quebrada cajón alcantarilla (nomenclatura: cQA)

Los cajones se utilizan en las quebradas de mayor caudal aportante, que no tienen un cauce definido y para el cual se independiza el canal de forma subterránea (abovedado) respecto del curso de la quebrada.

Solo se consideraron 2 cruces de quebradas mediante cajón, los que se ubican según se muestra en la Tabla 6-7. Para la quebrada MC Q06 se consideraron 2 cajones independientes que se encuentran separados por una compuerta de riego.

Tabla 6-7 Ubicación de cajones en el canal

Código Quebrada	Km Cajón	Q Diseño (m^3/s)	Largo Cajón (m)	Ancho Canal (m)
MC Q06	14,649	3,0	90	6,5
	14,749	3,0	78	6,5
MC Q46	70,485	3,0	60	5,6

El largo de los cajones fue determinado en base al ancho estimado del escurrimiento de las quebradas en estudio y según información de topografía en terreno.

La sección del cajón se determinó para el caudal de diseño máximo del canal, con altura normal y escurrimiento libre. Además, se utilizó el cálculo de la altura a la entrada de una alcantarilla (He) a partir del ábaco. En la Tabla 6-8 se presentan los resultados del dimensionamiento.

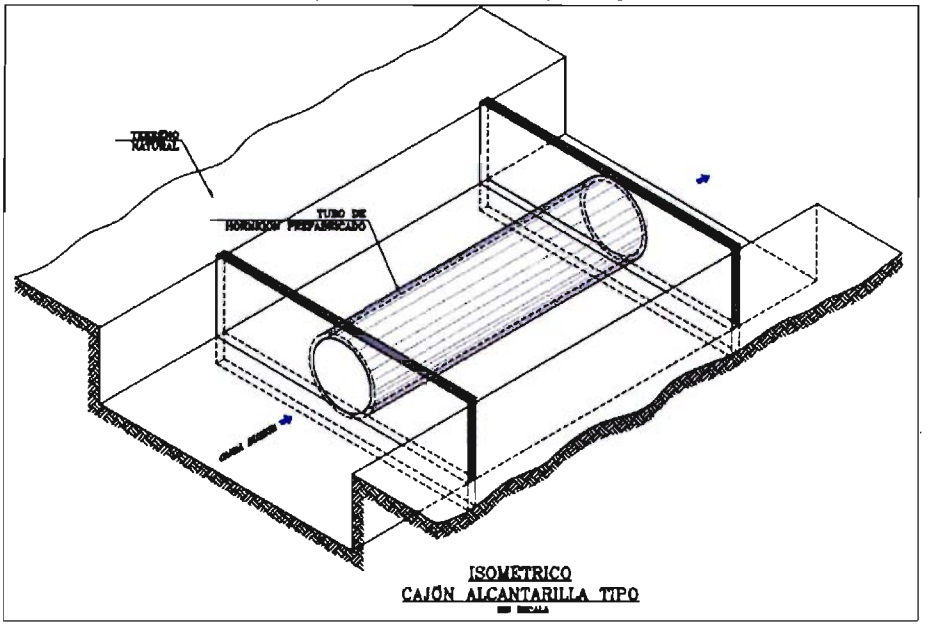
Tabla 6-8 Dimensiones de la sección de las cajones

Km cajón	Caudal de diseño canal (m^3/s)	Diámetro (m)	Pendiente Canal (%)	Altura Normal (m)	Altura de agua en la entrada He (m)
14,649	3,0	1,5	0,22%	1,21	1,35
14,749	3,0	1,5	0,22%	1,21	1,35
70,485	3,0	1,5	0,22%	1,21	1,35

A partir del resultado de la carga en la entrada del cajón, se observa que para las dimensiones adoptadas no existe un peralte del canal hacia aguas arriba y que las obras se encontrarían funcionando en escurrimiento libre a lo largo de toda la sección circular.

Para las obras tipo cajón se utilizarán tubos de hormigón prefabricado de 200mm de espesor que contarán con muros de boca en la entrada y salida de la obra. En la Figura 6-12 se presenta un esquema para los cruces tipo cajón.

Figura 6-12. Esquema de cruce tipo cajón abovedado.



6.3.8 Cruce quebrada tubería Vertedero (nomenclatura: cQV)

Se implementarán 2 vertederos de descarga lateral como obras de seguridad para quebradas que cuentan con compuertas de descarga, pero que aportan caudales sobre 1000 l/s al canal. La ubicación y el caudal asociado a las quebradas de los vertederos a implementar se muestran en la Tabla 6-9.

Tabla 6-9 Ubicación vertederos laterales

Código Quebrada	Km Vertedero	Q Quebrada (m3/s)
MC Q15	29,943	1,160
MC Q30	44,254	1,427

Para la quebrada MC Q15 la compuerta de descarga fue diseñada en el informe 4184-3000-IH-MEC-008 acápite 4.2 y para la quebrada MC Q30 el vertedero se implementará justo aguas abajo de una compuerta de descarga existente.

Las actividades asociadas a estas obras son las siguientes:

- Demolición hormigón existente
- Hormigonado
- Enfierradura

En la Figura 6-1 se muestra la planta del vertedero.

6.3.9 Cruces de quebrada compuerta (nomenclatura: CQc)

Se utilizarán compuertas estándar de 1,2 m de alto y 1,3 m de ancho, construidas en acero y con volante para todos los cruces con este tipo de obra. En total se implementarán 5 compuertas y que descargarán por la rivera derecha del canal. La ubicación y el caudal asociado a las quebradas para las compuertas a implementar se muestran en la Tabla 6-10.

Tabla 6-10 Ubicación compuertas de descarga

Código Quebrada	Km Compuerta	Q Quebrada (m3/s)
MC Q02	5,270	0,685
MC Q15	29,943	1,160
MC Q28	42,775	0,440
MC Q35	48,461	0,512
MC Q61	87,234	0,616

En la Tabla 6-13 se entrega el listado y ubicación de cada una de las obras descritas anteriormente, los que se pueden visualizar en la Lámina 4184-3000-CA-LAM-003 en Anexo.

6.3.10 Cruce quebrada tubería media caña (nomenclatura: cQT)

Los cruces de las quebradas por sobre el canal son 15 y de los cuales 9 corresponden a tubos de media caña de acero corrugado.
Los cruces por tubos de media caña para la canalización de aguas lluvias se ubican en los puntos que muestra la Tabla 6-11.

Tabla 6-11. Ubicación de tubos de acero corrugados de media caña

Código Quebrada	Km Tubo Corrugado	Q Quebrada (m3/s)
MC Q01	4,768	0,56
MC Q03	5,647	0,45
MC Q20	35,154	0,46
MC Q29	43,206	0,71
MC Q36	48,555	0,37
MC Q52	75,933	0,45
MC Q56	79,878	0,54
MC Q62	88,020	0,64
MC Q64	91,810	0,32

En la Tabla 6-12 se resumen los diámetros de los tubos estudiados y la altura de agua correspondiente para cada cruce mediante este tipo de solución. Como criterio para la elección del diámetro del tubo corrugado a utilizar, se estableció necesaria una revancha mínima de 25 cm.

Tabla 6-12: Cálculo diámetro mínimo de tubos corrugados de media caña

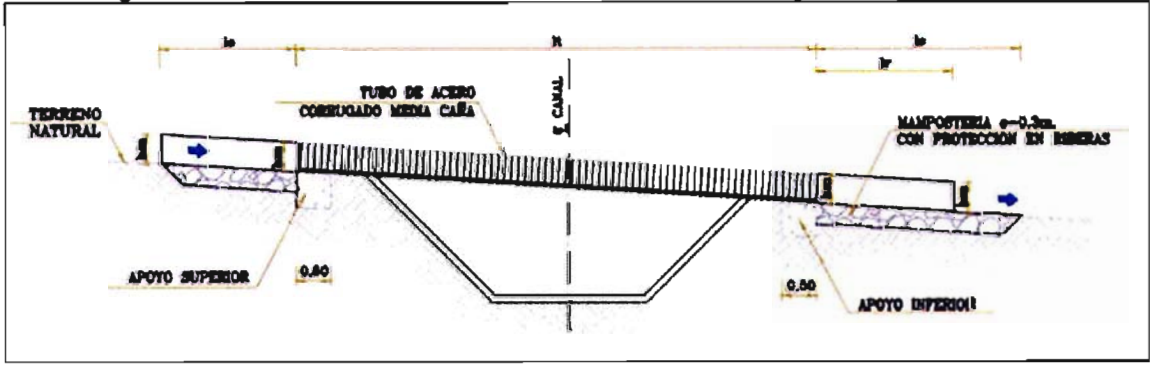
Km Tubo Corrugado	Caudal de diseño (m^3/s)	Pendiente media quebrada (%)	D=0,8 m		D=1 m	
			Altura Normal (m)	Revancha (m)	Altura Normal (m)	Revancha (m)
4,768	0,56	21%	0,23	0,17	0,21	0,29
5,647	0,45	17%	0,22	0,18	0,20	0,30
35,154	0,46	29%	0,19	0,21	0,18	0,32
43,206	0,71	16%	0,28	0,12	0,26	0,25
48,555	0,37	14%	0,21	0,19	0,19	0,31
75,933	0,45	41%	0,17	0,23	0,16	0,34
79,878	0,54	29%	0,21	0,19	0,19	0,31
88,020	0,64	13%	0,28	0,12	0,26	0,25
91,810	0,32	8%	0,22	0,18	0,20	0,30

Sus actividades asociadas serán

- Instalación de canaleta hormigón prefabricada
- Instalación de tubo corrugado acero galvanizado
- Anclaje cañería galvanizada
- Pernos chascones
- Abrazadera con tuerca y golilla
- Hormigonado

La Figura 6-13 presenta la canalización mediante tubo corrugado.

Figura 6-13: Perfil canalización mediante tubo corrugado de media caña



A partir de los resultados mostrados en la Tabla 6-12, se observa que para todos los casos estudiados se requiere un diámetro de 1 metro para el tubo de media caña corrugado.

Tabla 6-13: Alternativas de Obras de mejoramiento Canal Buzeta

Nomenclatura	TIPO DE OBRA	Ubicación km	
		Inicio	Fin
S1	Sellos	155	
S2	Sellos	1573	
S3	Sellos	2570	
S4	Sellos	3512	
S5	Sellos	4012	
S6	Sellos	4512	
CQT1	Cruce Quebrada Tubería Media Caña	4768	
S7	Sellos	5012	
CQC1	Cruce Quebrada Compuerta	5270	
S8	Sellos	5512	
CQT2	Cruce Quebrada Tubería Media Caña	5647	
S9	Sellos	6012	
S10	Sellos	7473	
14CP	Compuerta Afecta A Mantención	7587	
15CP	Compuerta Afecta A Mantención	7735	
16CP	Compuerta Afecta A Mantención	7811	
S11	Sellos	8527	
S12	Sellos	9027	
S13	Sellos	9558	
S14	Sellos	9844	
S15	Sellos	10535	
S16	Sellos	11035	
26CP	Compuerta Afecta A Mantención	11144	
S17	Sellos	11535	
S18	Sellos	12035	
S19	Sellos	12535	
35CP	Compuerta Afecta A Mantención	13162	
S20	Sellos	13659	
CQA1	Cruce Quebrada Cajón Alcantarilla	14649	
CQA2	Cruce Quebrada Cajón Alcantarilla	14749	
S21	Sellos	16531	
RM1	Revestimiento Mampostería	17700	20300
S22	Sellos	20244	
65CP	Compuerta Afecta A Mantención	20555	
S23	Sellos	20598	
66CP	Compuerta Afecta A Mantención	20679	
67CP	Compuerta Afecta A Mantención	20983	
S24	Sellos	21098	
69CP	Compuerta Afecta A Mantención	21303	
70CP	Compuerta Afecta A Mantención	21416	
RM2	Revestimiento Mampostería	21800	25500
72CP	Compuerta Afecta A Mantención	21824	
S25	Sellos	22112	
EC1	Muro Peralte Canal	23578	23618
S26	Sellos	25043	

Nomenclatura	TIPO DE OBRA	Ubicación km	
		Inicio	Fin
S27	Sellos	26043	
S28	Sellos	26543	
97CP	Compuerta Afecta A Mantención	27418	
98CP	Compuerta Afecta A Mantención	27507	
S29	Sellos	27586	
99CP	Compuerta Afecta A Mantención	28065	
S30	Sellos	28158	
RM3	Revestimiento Mampostería	28200	31100
100CP	Compuerta Afecta A Mantención	28312	
S31	Sellos	28427	
101CP	Compuerta Afecta A Mantención	28942	
102CP	Compuerta Afecta A Mantención	28944	
S32	Sellos	29027	
103CP	Compuerta Afecta A Mantención	29276	
S33	Sellos	29527	
CQC2	Cruce Quebrada Compuerta	29943	
CQV1	Cruce Quebrada Vertedero	29943	
S34	Sellos	30027	
S35	Sellos	30527	
S36	Sellos	31027	
S37	Sellos	32027	
S38	Sellos	32527	
EC2	Muro Peralte Canal	32933	32973
S39	Sellos	33027	
S40	Sellos	33566	
S41	Sellos	34066	
S42	Sellos	34566	
S43	Sellos	35066	
CQT3	Cruce Quebrada Tubería Media Caña	35154	
S44	Sellos	35566	
RM4	Revestimiento Mampostería	36000	37600
S45	Sellos	36054	
117CP	Compuerta Afecta A Mantención	36164	
S46	Sellos	37001	
S47	Sellos	37501	
S48	Sellos	38001	
S49	Sellos	38501	
S50	Sellos	39001	
S51	Sellos	39501	
EC3	Muro Peralte Canal	39621	39661
S52	Sellos	40001	
S53	Sellos	40501	
EC4	Muro Peralte Canal	40786	40826
122CP	Compuerta Afecta A Mantención	41287	
S54	Sellos	41396	
S55	Sellos	42079	
S56	Sellos	42579	

Nomenclatura	TIPO DE OBRA	Ubicación km	
		Inicio	Fin
CQC3	Cruce Quebrada Compuerta	42775	
S57	Sellos	43079	
CQT4	Cruce Quebrada Tubería Media Caña	43206	
S58	Sellos	43579	
S59	Sellos	44079	
CQV2	Cruce Quebrada Vertedero	44254	
S60	Sellos	44579	
S61	Sellos	45079	
S62	Sellos	45579	
S63	Sellos	46079	
S64	Sellos	46579	
S65	Sellos	47573	
S66	Sellos	48073	
EC5	Muro Peralte Canal	48321	48361
CQC4	Cruce Quebrada Compuerta	48461	
CQT5	Cruce Quebrada Tubería Media Caña	48555	
S67	Sellos	48573	
EC6	Muro Peralte Canal	48679	48719
S68	Sellos	49600	
S69	Sellos	49925	
S70	Sellos	50421	
EC7	Muro Peralte Canal	50866	50906
S71	Sellos	51015	
147CP	Compuerta Afecta A Mantención	51145	
RM5	Revestimiento Mampostería	51600	54400
S72	Sellos	51731	
S73	Sellos	52231	
S74	Sellos	52731	
S75	Sellos	53231	
S76	Sellos	53731	
S77	Sellos	54231	
S78	Sellos	54731	
158CP	Compuerta Afecta A Mantención	55117	
159CP	Compuerta Afecta A Mantención	55186	
CQL1	Cruce Quebrada Losa	55218	
S79	Sellos	55231	
S80	Sellos	55731	
AFN1	Aforador Nuevo	56216	
S81	Sellos	56231	
164CP	Compuerta Afecta A Mantención	56332	
166CP	Compuerta Afecta A Mantención	56680	
S82	Sellos	56731	
170CP	Compuerta Afecta A Mantención	57218	
171CP	Compuerta Afecta A Mantención	57332	
S83	Sellos	57653	
176CP	Compuerta Afecta A Mantención	58227	
S84	Sellos	58442	

Nomenclatura	TIPO DE OBRA	Ubicación km	
		Inicio	Fin
180CP	Compuerta Afecta A Mantención	59227	
S85	Sellos	59491	
S86	Sellos	59991	
182CP	Compuerta Afecta A Mantención	60152	
183CP	Compuerta Afecta A Mantención	60332	
S87	Sellos	60491	
S88	Sellos	60991	
184CP	Compuerta Afecta A Mantención	61154	
S89	Sellos	61491	
S90	Sellos	61991	
185CP	Compuerta Afecta A Mantención	62242	
S91	Sellos	62491	
S92	Sellos	62991	
S93	Sellos	63491	
187CP	Compuerta Afecta A Mantención	63514	
S94	Sellos	63991	
191CP	Compuerta Afecta A Mantención	64366	
S95	Sellos	64491	
192CP	Compuerta Afecta A Mantención	64523	
193CP	Compuerta Afecta A Mantención	64950	
S96	Sellos	64991	
194CP	Compuerta Afecta A Mantención	65155	
S97	Sellos	65491	
195CP	Compuerta Afecta A Mantención	65531	
196CP	Compuerta Afecta A Mantención	65712	
197CP	Compuerta Afecta A Mantención	65985	
S98	Sellos	65991	
RM6	Revestimiento Mampostería	66000	68600
S99	Sellos	66491	
S100	Sellos	66991	
199CP	Compuerta Afecta A Mantención	67463	
S101	Sellos	67491	
S102	Sellos	67991	
S103	Sellos	68491	
S104	Sellos	68991	
S105	Sellos	69491	
204CP	Compuerta Afecta A Mantención	69755	
S106	Sellos	69991	
207CP	Compuerta Afecta A Mantención	70419	
CQA3	Cruce Quebrada Cajón Alcantarilla	70485	
S107	Sellos	70491	
S108	Sellos	70991	
210CP	Compuerta Afecta A Mantención	71958	
S109	Sellos	71991	
EC8	Muro Peralte Canal	72325	72345
S110	Sellos	72491	
212CP	Compuerta Afecta A Mantención	72496	

Nomenclatura	TIPO DE OBRA	Ubicación km	
		Inicio	Fin
213CP	Compuerta Afecta A Mantención	72522	
214CP	Compuerta Afecta A Mantención	72863	
S111	Sellos	72991	
216CP	Compuerta Afecta A Mantención	73137	
EC9	Muro Peralte Canal	73298	73598
S112	Sellos	73491	
EC10	Muro Peralte Canal	73750	73773
217CP	Compuerta Afecta A Mantención	73875	
EC11	Muro Peralte Canal	73878	73918
S113	Sellos	73991	
EC12	Muro Peralte Canal	74091	74131
EC13	Muro Peralte Canal	74185	74225
EC14	Muro Peralte Canal	74426	74466
S114	Sellos	74491	
218CP	Compuerta Afecta A Mantención	74550	
S115	Sellos	74991	
EC15	Muro Peralte Canal	75078	75118
EC16	Muro Peralte Canal	75459	75499
S116	Sellos	75491	
CQT6	Cruce Quebrada Tubería Media Caña	75933	
S117	Sellos	75991	
S118	Sellos	76491	
EC17	Muro Peralte Canal	76837	76877
S119	Sellos	76991	
EC18	Muro Peralte Canal	77079	77119
AFN2	Aforador Nuevo	77162	
EC19	Muro Peralte Canal	77181	77221
S120	Sellos	77491	
S121	Sellos	77991	
S122	Sellos	78491	
EC20	Muro Peralte Canal	78667	78707
S123	Sellos	78991	
CQL2	Cruce Quebrada Losa	79032	
S124	Sellos	79491	
230CP	Compuerta Afecta A Mantención	79717	
CQT7	Cruce Quebrada Tubería Media Caña	79878	
S125	Sellos	79991	
CQL3	Cruce Quebrada Losa	80448	
S126	Sellos	80491	
S127	Sellos	80991	
RM7	Revestimiento Mampostería	81000	84600
S128	Sellos	81491	
237CP	Compuerta Afecta A Mantención	81784	
S129	Sellos	81991	
S130	Sellos	82491	
S131	Sellos	82991	
250CP	Compuerta Afecta A Mantención	83227	

Nomenclatura	TIPO DE OBRA	Ubicación km	
		Inicio	Fin
S132	Sellos	83491	
251CP	Compuerta Afecta A Mantención	83580	
EC21	Muro Peralte Canal	83793	83833
CQL4	Cruce Quebrada Losa	83981	
S133	Sellos	83991	
S134	Sellos	84491	
RM8	Revestimiento Mampostería	84600	87300
S135	Sellos	84991	
256CP	Compuerta Afecta A Mantención	85310	
S136	Sellos	85491	
257CP	Compuerta Afecta A Mantención	85617	
S137	Sellos	85991	
259CP	Compuerta Afecta A Mantención	86122	
260CP	Compuerta Afecta A Mantención	86204	
261CP	Compuerta Afecta A Mantención	86314	
262CP	Compuerta Afecta A Mantención	86428	
S138	Sellos	86491	
S139	Sellos	86991	
CQC5	Cruce Quebrada Compuerta	87234	
RM9	Revestimiento Mampostería	87300	92300
S140	Sellos	87491	
S141	Sellos	87991	
CQT8	Cruce Quebrada Tubería Media Caña	88020	
S142	Sellos	88491	
S143	Sellos	88991	
275CP	Compuerta Afecta A Mantención	89276	
S144	Sellos	89491	
276CP	Compuerta Afecta A Mantención	89541	
277CP	Compuerta Afecta A Mantención	89721	
278CP	Compuerta Afecta A Mantención	89765	
S145	Sellos	89991	
279CP	Compuerta Afecta A Mantención	90181	
S146	Sellos	90491	
281CP	Compuerta Afecta A Mantención	90585	
282CP	Compuerta Afecta A Mantención	90700	
S147	Sellos	90991	
283CP	Compuerta Afecta A Mantención	91016	
284CP	Compuerta Afecta A Mantención	91277	
S148	Sellos	91491	
286CP	Compuerta Afecta A Mantención	91544	
CQT9	Cruce Quebrada Tubería Media Caña	91810	
S149	Sellos	91991	

Las alternativas de obras de mejoramiento geotécnicas no son incorporadas en este informe, sin embargo se consideraran en la próxima entrega del EAA.

7 ANTECEDENTES AMBIENTALES

En esta sección se presentan aquellas áreas que disponen de alto valor ambiental por su biodiversidad, ya sea por ser reconocidas en la Ley N°19.300; en la Estrategia Nacional de la Biodiversidad, o porque corresponden a áreas colocadas bajo protección oficial o son áreas protegidas conforme al Ord. N° 130844 de 22 de mayo de 2013, del SEA. Estas corresponden a áreas con protección oficial (áreas protegidas), sitios prioritarios, humedales de importancia internacional y áreas de desarrollo indígena y su relación con el proyecto.

Junto a lo anterior, y en forma complementaria se presenta información relacionada con los instrumentos de planificación que definen los usos del suelo y pudiesen tener relación con el proyecto. A su vez, se identifican otros proyectos en el área de este.

7.1 ÁREAS PROTEGIDAS

A continuación se identifica las áreas protegidas o áreas de protección oficial, indicando la categoría de conservación y su presencia a nivel regional, y su relación con el área del proyecto.

7.1.1 Parque Nacional

Parque Nacional corresponde a las regiones establecidas para la protección y conservación de las bellezas escénicas naturales y de la flora y la fauna de importancia nacional, de las que el público pueda disfrutar mejor al ser puestas bajo la vigilancia oficial.

En la región de Coquimbo existe el Parque Nacional Fray Jorge, localizado en la comuna de Ovalle, el cual dista a más de 120 km hacia el Noroeste del área de emplazamiento del proyecto.

Relación con el proyecto

A partir de lo expuesto anteriormente, se concluye que no existen Parque Nacionales en el área de estudio, por lo tanto no se observa relación de este tipo de áreas con el proyecto (ver Lámina 4184-3000-CA-LAM-002 en Anexo).

7.1.2 Reserva Nacional

Se denomina Reserva Nacional a las regiones establecidas para la conservación y utilización, bajo vigilancia oficial, de las riquezas naturales, en las cuales se dará a la flora y la fauna toda protección que sea compatible con los fines para los que son creados estas reservas.

En la región de Coquimbo existen dos reservas nacionales, correspondientes a la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt localizado en la comuna La Higuera a más de 170 km de distancia del proyecto, y la Reserva Nacional La Chinchilla, localizada en la comuna de Illapel, la cual se encuentra a más de 20 km de distancia hacia el Norte del proyecto.

Relación con el proyecto

En base a la localización y distancia de las reservas nacionales identificadas en la región de Coquimbo, se concluye que no existe relación entre las Reservas Nacionales y el proyecto (ver Lámina 4184-3000-CA-LAM-002 en Anexo).

7.1.3 Monumento Natural

Los Monumentos naturales, corresponden a las áreas, los objetos o las especies vivas de animales o plantas de interés estético o valor histórico o científico, a los cuales se les da protección absoluta. Los Monumentos Naturales se crean con el fin de conservar un objeto específico o una especie determinada de flora o fauna declarando una región, un objeto o una especie aislada, monumento natural inviolable excepto para realizar investigaciones científicas debidamente autorizadas, o inspecciones gubernamentales.

En la región de Coquimbo existe el Monumento Natural Pichasca en la comuna de Río Hurtado a más de 150 km hacia el Noreste del proyecto.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto, como se puede observar en la Lámina 4184-3000-CA-LAM-002 en Anexo.

7.1.4 Reserva de Región Virgen

La Reserva de región virgen es un área donde existen condiciones primitivas naturales de flora, fauna, vivienda y comunicaciones, con ausencia de caminos para el tráfico de vehículos motorizados y vedada a toda explotación comercial.

No existen Reservas de región virgen en la región de Coquimbo, por lo tanto, tampoco en el área del proyecto.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

7.1.5 Santuario de la Naturaleza

Los santuarios de la naturaleza, de acuerdo al artículo 31 de la Ley N°17.288, corresponde a todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado.

En la región de Coquimbo, existe el Santuario de la Naturaleza Laguna Conchalí localizado en la comuna de Los Vilos, el cual dista aproximadamente 30 km al Suroeste del proyecto.

Relación con el proyecto

Por lo anterior, no se observa relación de Santuario de la Naturaleza con el proyecto, tal como se observa en la Lámina 4184-3000-CA-LAM-002 en Anexo.

7.1.6 Parque Marino

Parque Marino son áreas específicas y delimitadas destinadas a preservar unidades ecológicas de interés para la ciencia y cautelar áreas que aseguren la mantención y diversidad de especies hidrobiológicas, como también aquellas asociadas a su hábitat.

No existen Parques Marinos en la región de Coquimbo, por lo tanto, tampoco en el área del proyecto.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

7.1.7 Reserva Marina

Las reservas marinas se definen a las áreas de resguardo de los recursos hidrobiológicos con el objeto de proteger zonas de reproducción, caladeros de pesca y áreas de repoblamiento por manejo.

En la región de Coquimbo, existe la Reserva Marina Islas Choros y Damas localizada en la comuna de La Higuera. Esta Reserva Marina se localiza en el área marítima frente a la localidad de Punta de Choros a más de 200 km del hacia el Norte del área del proyecto.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el Proyecto.

7.1.8 Reserva Forestal

No existen reservas forestales en la Región de Coquimbo, por lo tanto, tampoco en el área del proyecto.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

7.1.9 Acuífero que alimenta vegas y bofedales en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta

Este tipo de áreas de protección no aplica para la región de Coquimbo.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

7.1.10 Bien Nacional Protegido o Inmueble Fiscal destinados para fines de conservación ambiental

Los Bienes Nacionales Protegidos (BNP) constituyen un subsistema del Sistema de Áreas Protegidas de Chile, cuyo instrumento de protección consiste en la autodestinación y posterior concesión a terceros para proyectos con fines de conservación y desarrollo sustentable. Se encuentran dentro de la categoría de área colocada bajo protección oficial para efectos del Sistema de Evaluación de Impacto AmbientalSEIA.

En la región de Coquimbo, se identifican dos Bienes Nacionales Protegidos, a saber: Humedales de Tongoy, con 105,06 ha creado mediante DEX 417/28.09/07, ubicado a más de 150 km hacia el Norte del proyecto, y la Isla Gaviota con 182 ha creado mediante DEX 234/30.06.06; ubicada a más de 200 km hacia el Norte del canal Buzeta

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

7.1.11 Área Marina Costera Protegida o Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos cuando la declaración respectiva obedezca a un objetivo de protección ambiental

No existen áreas marinas costeras protegidas en la región de Coquimbo, por lo tanto, tampoco en el área del proyecto.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

7.2 SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Los sitios prioritarios se encuentran definidos en el ORD.D.E. N° 103008 de septiembre de 2010 de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, que Imparte Instrucciones sobre **sitios prioritarios para la conservación,** señalando que:

"constituyen áreas terrestres, marinas o costeras de alto valor para las conservación y uso sustentable de la biodiversidad, identificada por su aporte a la representatividad ecosistémica, por su singularidad ecológica o por constituir un hábitat de especies amenazadas, entre otros aspectos, para su gestión de conservación, protección y/o restauración. Dichos sitios pueden, en la medida de lo posible, llegar a constituirse en áreas protegidas".

Los sitios prioritarios para la conservación están definidos en la Estrategia Nacional de Biodiversidad elaborada por la Comisión Nacional del Medio Ambiente el año 2003, documento en el cual se establecieron 64 sitios, los cuales, de acuerdo al Instructivo precitado, son aquellos que deben considerarse para efectos de la aplicación del Artículo 11 letra d) de la Ley N° 19.300.

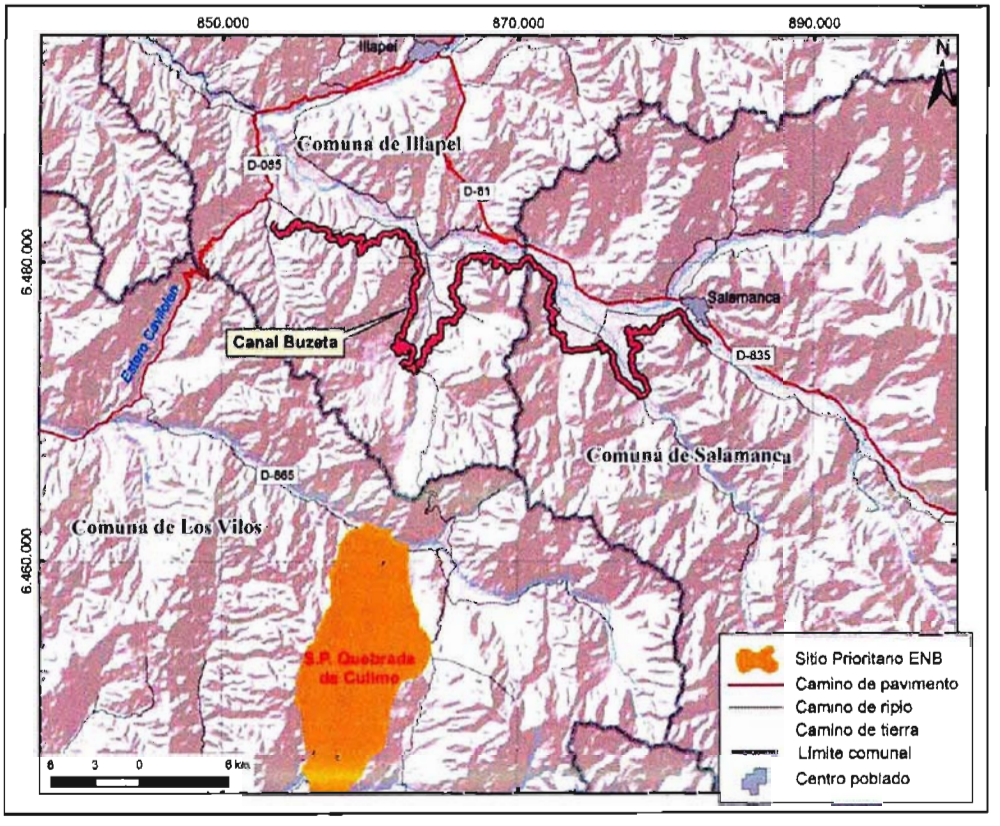
En la región de Coquimbo existen 5 Sitios Prioritarios para la Conservación a nivel nacional, los que se identifican en la Tabla 7-1.

Tabla 7-1: Sitios Prioritarios para la Conservación en la región de Coquimbo

Sitios Prioritarios Nacionales	Ambiente	Superficie (ha)	Comuna	Distancia al proyecto
Cerro Santa Inés y Costa de Pichidangui	Costero Marino	2.547,23	Los Vilos	45 km aprox. hacia el Suroeste del proyecto
Punta Teatinos-Caleta Hornos /Sector Costero al Norte de la Serena	Costero Marino	12.509,52	La Serena y La Higuera	170 km hacia el Noroeste del proyecto
Quebrada de Culimo	Terrestre	10.291,99	Los Vilos	11 km aprox. hacia el Sur del proyecto.
Red de Humedales costeros de la bahía de Coquimbo	Humedales Costeros	3.888,53	Coquimbo	170 km hacia el Noroeste del proyecto

A continuación en la Figura 7-1 se visualiza el sitio prioritario que tiene la menor distancia al emplazamiento del proyecto, correspondiente a la Quebrada Culimo.

Figura 7-1: Sitios Prioritarios para la conservación y



Relación con el proyecto:

El proyecto no se localiza dentro o cercano a ningún Sitio Prioritario Nacional, siendo el más próximo la quebrada de Culimo, el cual tiene una distancia mínima de a 11 km al Sur del proyecto. Por lo anterior, no se observa relación de Sitios Prioritarios con el proyecto, tal como se observa en la Lámina 4184-3000-CA-LAM-002 en Anexo.

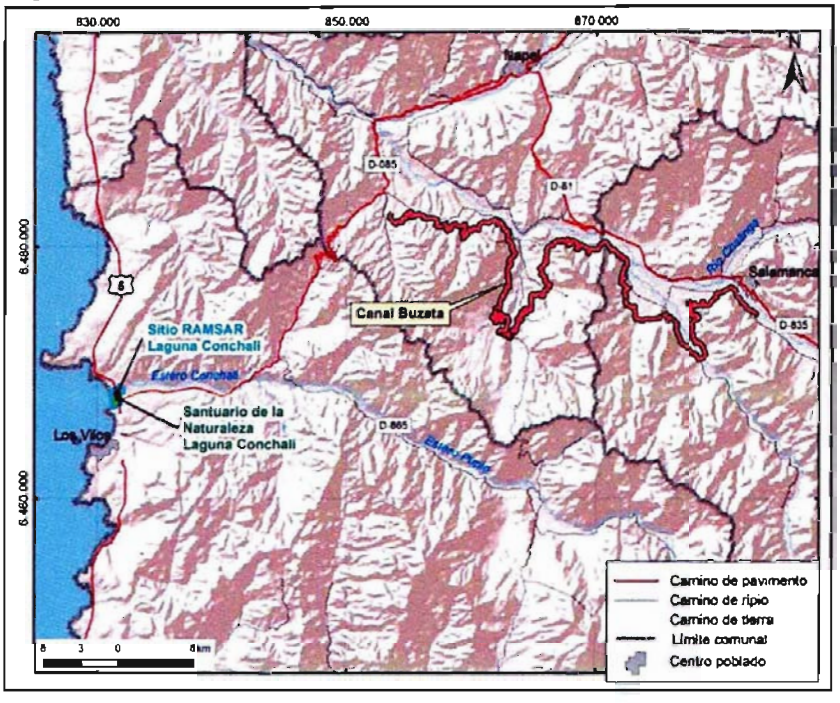
7.3 HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL (SITIOS RAMSAR)

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Ramsar, Irán, 1971), es un tratado intergubernamental cuya misión es la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo.

En nuestro país son 12 los sitios naturales que forman parte de la red internacional de humedales de importancia para la conservación de la diversidad biológica mundial y el sustento de la vida humana, también denominada lista Ramsar. Nueve de estos sitios son administrados por CONAF, dos de propiedad privada y uno bajo tuición del Ministerio de Medio Ambiente.

En la región de Coquimbo existe la laguna Conchalí, localizada en la comuna de Los Vilos aproximadamente a 40 km hacia el Oeste del área del proyecto (ver Figura 7-2).

Figura 7-2: Humedales RAMSAR y su relación con el proyecto.



Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

7.4 ÁREAS DE DESARROLLO INDÍGENA

Estas áreas son definidas, de acuerdo al Art. 26° de la Ley Nº 19.253 aprobada en octubre de 1995, como espacios territoriales determinados en los cuales los órganos de la Administración del Estado deben focalizar su acción para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas de origen indígena que habitan en dichos territorios. Estas áreas están a cargo de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).

En la región de Coquimbo no existen Áreas de Desarrollo Indígena.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

7.5 INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

7.5.1 Plan Regulador Comunal

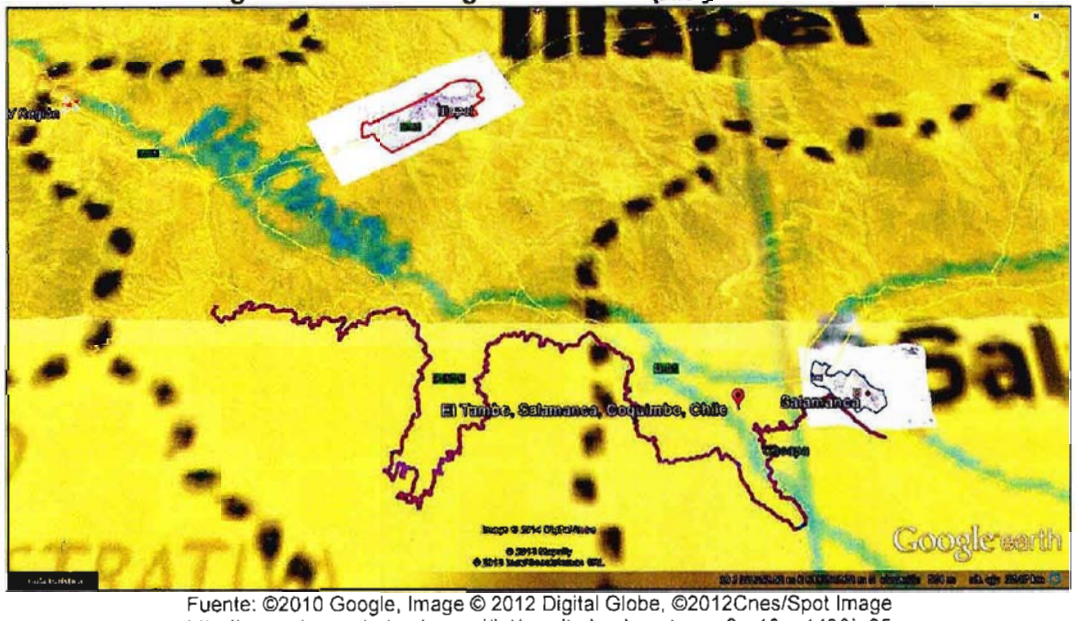
El Plan Regulador Comunal se realiza con el fin de diseñar una Planificación Urbana Comunal, la que según el Art. 41 de la Ley General de Urbanismo y Construcción se entiende que es aquella que promueve el desarrollo armónico del territorio comunal, en especial de sus centros poblados, en concordancia con las metas regionales de desarrollo económico-social.
El Plan Regulador es un instrumento constituido por un conjunto de normas sobre adecuadas condiciones de higiene y seguridad en los edificios y espacios urbanos, y de comodidad en la relación funcional entre las zonas habitacionales, de trabajo, equipamiento y esparcimiento.

Sus disposiciones se refieren al uso del suelo o zonificación, localización del equipamiento comunitario, estacionamiento, jerarquización de la estructura vial, fijación de límites urbanos, densidades y determinación de prioridades en la urbanización de terrenos para la expansión de la ciudad, en función de la factibilidad de ampliar o dotar de redes sanitarias y energéticas, y demás aspectos urbanísticos.

Relación con el proyecto

El proyecto se ubica en la zona rural de las comunas de Illapel y Salamanca, como se observa en la
Figura 7-3, por lo anterior no existe incompatibilidad con este tipo de instrumento de planificación.

Figura 7-3: Plan Regulador de Illapel y Salamanca



Fuente: ©2010 Google, Image © 2012 Digital Globe, ©2012Cnes/Spot Image
http://www.observatoriourbano.cl/lpt/resultado_decreto.asp?r=4&c=149&i=25
Nota: Imagen complementaria ha sido incluida por Arcadis.

7.6 OTROS PROYECTOS EN LA ZONA Y SU RELACIÓN CON EL PROYECTO

Se recopilaron antecedentes asociados a los proyectos que han obtenido RCA favorable en el SEIA en la región de Coquimbo, cercanos al proyecto. Para ello se revisó la página web del SEA (www.sea.gob.cl). Esto arrojo como resultado la existencia de 2 proyectos con RCA en la zona:

- DIA Proyecto de Mejoramiento Parcial Canal Población - Río Choapa, ubicado a 1,5 km del proyecto en la localidad de Salamanca.

- EIA Proyecto Minero Tres Valles, se localiza en las comunas de Salamanca e Illapel. Las áreas de explotación del mineral (minas) se ubican en torno a las quebradas de Manquehua y Cárcamo, aproximadamente a 10 Km al Noreste de la ciudad de Salamanca, mientras que las áreas de procesamiento del mineral se localizan en la quebrada de Quilmenco, aproximadamente a 7 Km al Noroeste de la misma ciudad. Con respecto al proyecto se ubica a casi 6 km.

De acuerdo a la información de la página web del Banco Integrado de proyectos, en las zonas: El Tambo, Tahuinco, Limahuida y Las Cañas, existen proyectos sanitarios (Sistema de alcantarillado), además se identifica el proyecto de mejoramiento Ruta D-825 Salamanca - El Tambo y la construcción de una red trifásica en El Tambo-Tahuinco.

8 CARACTERIZACION COMPONENTES AMBIENTALES PRINCIPALES

La asesoría ambiental del proyecto tiene por propósito la búsqueda de potenciales componentes que presenten mayor sensibilidad desde una perspectiva ambiental. En este sentido, se requiere caracterizar los recursos existentes en el lugar de emplazamiento del proyecto, identificando de manera preliminar, aspectos ambientales relevantes que requieran ser constatados y/o profundizados en etapas posteriores a la asesoría.

En base a las obras que se consideran para el mejoramiento del canal Buzeta, se identificaron 5 componentes ambientales principales, que permitirán realizar el análisis ambiental para la Prefactibilidad del proyecto. Las componentes ambientales corresponden a Flora y Vegetación Terrestre, Fauna Terrestre, Atractivos Naturales y Culturales, Paisaje y Patrimonio Arqueológico.

8.1 FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE

El presente informe entrega los resultados de la caracterización ambiental de flora y vegetación para el proyecto, el cual se localiza en la región de Coquimbo, en la provincia de Elqui, y atraviesa las comunas de Illapel y Salamanca.

A continuación se incluye una serie de secciones que presentan el objetivo del estudio realizado, la metodología aplicada, una breve caracterización de la zona, los resultados obtenidos y las principales conclusiones.

8.1.1 Objetivos

El objetivo general del presente estudio es elaborar una caracterización de los componentes de flora y vegetación, a lo largo del trazado del canal Buzeta. Este objetivo general se orienta a la búsqueda de potenciales componentes que presenten mayor sensibilidad desde una perspectiva ambiental. Los objetivos específicos en materia de flora y vegetación corresponden a:

- Caracterizar y delimitar la vegetación terrestre que se desarrolla en el área del Proyec to, en función de la cobertura de los estratos vegetacionales que definen la fisonomía de las unidades y sus respectivas especies dominantes.

- Identificar la presencia de formaciones de vegetación para las cuales aplica la Ley N° 20.283 (sobre Recuperación de Bosque nativo y Fomento Forestal).

- Caracterizar la flora terrestre presente en el área de estudio, identificando la presencia de especies de flora terrestre que se encuentren en alguna categoría de conservación de acuerdo a la legislación vigente.

8.1.2 Área de Estudio

Para efectos de la presente caracterización de flora y vegetación, se consideró como área de estudio la superficie definida por el largo del trazado del canal Buzeta, la cual corresponde a cerca de 100 km, con un área buffer de 50 metros a cada lado del canal. Para las obras complementarias al canal Buzeta, se considera el trazado de cada alternativa de sifón, el que corresponde a 2,83 km para el Sifón N°1, y 1,98 km para el Sifón N°2, y un ancho de 25 metros a cada lado del trazado.

Se debe señalar que durante la ejecución de la visita al área de estudio, se evaluaron aquellos sectores en donde se presenta vegetación nativa, por ende se descartan en este estudio las áreas destinadas a cultivos o zonas urbanas.

8.1.3 Metodología

Para cumplir con el objetivo del estudio se procedió a definir una metodología general basada en el desarrollo de una campaña de terreno. Para tal efecto se realizó una visita al área entre los días 6 y 9 de febrero, y de manera complementaria el 29 y 30 de octubre de 2014. En gabinete, se contrastó la información levantada en terreno con aquella descrita en estudios ambientales relativos al área de estudio, y bibliografía específica. Posteriormente, la integración y análisis de la información recopilada permitió generar el respectivo informe de resultados por componente ambiental.

8.1.3.1 Vegetación

Las unidades vegetacionales presentes en el área de estudio fueron establecidas previamente mediante la interpretación de imágenes satelitales contenidas en *Google Earth*, abarcando la totalidad del trazado.

La vegetación terrestre se caracterizó de acuerdo a la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (COT) desarrollada por Etienne y Prado (1982), en donde se definen los tipos biológicos, la cobertura vegetal y las especies dominantes presentes en el área de estudio. La descripción de la vegetación se presenta de acuerdo a la tipificación realizada por CONAF en el catastro de la vegetación de los recursos vegetacionales nativos de Chile (1999).

La metodología de la COT considera a la vegetación como el factor integrador de las variaciones naturales del medio y de las modificaciones debidas a la acción del hombre; y pretende, mediante el uso de la cartografía, lograr una representación fiel de la vegetación actual a una escala de trabajo dada. Esta representación se obtiene por la evaluación de dos variables: formación vegetal y especies dominantes.

La formación vegetal corresponde a aquel conjunto de plantas, pertenecientes o no a la misma especie, que presentan caracteres convergentes tanto en su forma como en su comportamiento, constituyéndose en un enfoque eminentemente fisonómico el cual, basado en los conceptos de estratificación y cobertura, permite dar una imagen de la disposición vertical y horizontal de la vegetación in situ.

De acuerdo con ello se puede clasificar la vegetación en cuatro tipos biológicos fundamentales:

- **Herbáceos**: son aquellas especies cuyos tejidos no están lignificados (no son leñosos), con tallos ricos en clorofila y fotosintéticos (hierbas).
- **Leñosos bajos** (arbustivos): son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño no pasa los dos metros de altura (en casos excepcionales pueden llegar a medir hasta cuatro metros de altura).
- **Leñosos altos** (arbóreos): son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño excede los dos metros de altura.
- **Suculentos** (cactus y chaguales): bajo esta denominación se agrupan principalmente las cactáceas y bromeliáceas.

La cobertura o cubrimiento representa la proporción del terreno que es ocupada por la vegetación o por su proyección vertical. Este criterio da una idea de la abundancia de los diferentes tipos biológicos y se expresa en porcentaje global o por estratos, para cada unidad *identificada* en terreno. Todo ello se entrega en cuadros resumidos y se explica en términos generales para cada formación vegetacional segregada en el área prospectada. Los índices y códigos empleados en el presente estudio, así como las coberturas y densidades respectivas se presentan en la Tabla 8-1.

Tabla 8-1: Rango de valores para la cobertura vegetal

Cobertura %	Densidad	Código	Índice
1 – 5	Muy escasa	me	1
5 – 10	Escasa	e	2
10 – 25	Muy clara	mc	3
25 – 50	Clara	c	4
50 – 75	Poco densa	pc	5
75 – 90	Densa	d	6
90 – 100	Muy densa	md	7

(Fuente: Etienne y Prado 1982)

La altura de los estratos se codificó según los valores señalados en la Tabla 8-2.

Tabla 8-2: Categorías de alturas empleadas para la vegetación

Altura (m)	Categoría de altura
0,0 – 0,5 (herbáceo / leñoso bajo)	0
0,5 – 1,0 (herbáceo / leñoso bajo)	1
1,0 – 2,0 (herbáceo / leñoso bajo)	2
> 2,0 (herbáceo alto – leñoso bajo)	3
< 2,0 (leñoso alto)	4
2,0 – 4,0 (leñoso alto)	5
4,0 – 8,0 (leñoso alto)	6
8,0 – 12,0 (leñoso alto)	7
12,0 – 20,0 (leñoso alto)	8

(Fuente: Etienne y Prado 1982)

Las especies dominantes corresponden a aquellas plantas cuyas características morfológicas marcan fisonómicamente la vegetación, determinándose en base a los tipos biológicos de mayor representatividad en cada formación vegetal. La codificación para denotar las especies dominantes de cada unidad se presenta en la Tabla 8-3.

Tabla 8-3: Codificación de especies dominantes

Tipo biológico	Género	Especie	Ejemplo
Suculento	minúscula	Mayúscula	*Puya chilensis* **pC**
Herbáceo	minúscula	minúscula	*Holcus lanatus* hl
Leñoso Bajo	Mayúscula	minúscula	*Berberis negeriana* Bn
Leñoso Alto	Mayúscula	Mayúscula	*Cryptocaria alba* CA

(Fuente: Etienne y Prado 1982)

8.1.3.2 Flora

La evaluación de la flora vascular en el área de estudio se realizó a través de un muestreo rápido de biodiversidad, el cual consiste en recorridos lo más amplios posibles dentro del área de estudio considerada. En estos recorridos pedestres, se registraron todas las especies vasculares presentes (Smith-Ramírez *et al.*, 2006).

Las especies que no pudieron ser identificadas en terreno fueron colectadas e identificadas en gabinete por medio de claves taxonómicas y referencias bibliográficas pertinentes. Todas estas especies fueron sistematizadas en un listado, de acuerdo a la taxonomía actual, jerarquizado en: división, clase, familia y especie. Se agregó además el origen de cada especie y su categoría de conservación. Para la nomenclatura de nombres científicos, formas de crecimiento, origen biogeográfico e información taxonómica, se tomó como referencia lo señalado por Zuloaga *et al.* (2009) en el Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur (Instituto de botánica Darwinion).

a. Estado de conservación de la flora vascular

El estado de conservación de las especies de flora registradas en terreno, fue determinado de acuerdo a lo señalado en el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) (D.S. N° 29/11 del Ministerio del Medio Ambiente) y decretos que han oficializado las clasificaciones del estado de conservación de numerosas especies de flora silvestre (D.S. N° 151/07, D.S. N° 50/08, D.S. N° 51/08, D.S. N° 23/09, todos del MINSEGPRES, y D.S. N° 33/12, D.S. N° 41/12, D.S. N° 42/12, D.S. N° 19/12 y D.S. N° 13/13 del Ministerio del Medio Ambiente). Para aquellas especies no incluidas en estos decretos, se consideró lo mencionado en el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989).

8.1.3.3 Formaciones de vegetación definidas en la Ley 20.283/08 del MINAGRI

La Ley N° 20.283 del MINAGRI, sobre recuperación de bosque nativo y fomento forestal, establece regulaciones sobre las formaciones vegetacionales nativas que constituyen bosque y formaciones xerofíticas. Para intervenir dichas formaciones se requiere contar con los respectivos planes de manejo y planes de trabajo aprobados por la Corporación Nacional Forestal (CONAF). En el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), se

deben presentar los respectivos permisos ambientales sectoriales (PAS) asociados a la intervención de tales formaciones; posteriormente, una vez aprobado el proyecto, estos permisos se deben tramitar de manera sectorial ante la CONAF.

Cabe precisar que, para aseverar respecto de la presencia de este tipo de formaciones en el área de estudio del proyecto, es necesario, en etapas más avanzadas del mismo, contar con estudios de línea de base de la componente vegetación y flora vascular terrestre. No obstante, en el marco de la presente asesoría, para contar con una aproximación respecto de esta materia, se utilizó como base el Catastro de los Recursos Vegetacionales de Chile (Catastro de Bosque Nativo), posteriormente en terreno, gracias a la experiencia del especialista, se pudo obtener una aproximación general respecto de la presencia de este tipo de formaciones vegetacionales en el área de estudio del proyecto.

8.1.4 Resultados

8.1.4.1 Revisión Bibliográfica

En términos biogeográficos, el área de estudio se inserta dentro del piso vegetacional matorral espinoso mediterráneo interior de *Trevoa quinquenervia* y *Colliguaja odorifera*, según lo propuesto por Luebert y Pliscoff (2006). Se describe como un matorral espinoso dominado por *Trevoa quinquenervia*, *Colliguaja odorífera* y *Schinus polygamus*, con presencia ocasional de algunos elementos esclerófilos como *Quillaja saponaria*, *Lithraea caustica* y *Kageneckia angustifolia* en las partes más altas. Los arbustos *Proustia cinérea* y *Adesmia confusa* son también frecuentes, y en las zonas altas andinas se puede observar la presencia de *Colliguaja integerrima*, *Tetraglochin alatum* y *Schinus montanus*. Las laderas de exposición Norte están dominadas por *Echinopsis chiloensis* y *Puya berteroniana*, con presencia de *Puya coerulea* en los sectores de mayor elevación. Es un piso de vegetación sometido a fuertes presiones antrópicas, por lo que podría corresponder a una fase de degradación de un bosque esclerófilo original o de un matorral arborescente. Aparentemente, la degradación produce una pérdida de cobertura y expansión de *Trevoa*, así como la inmigración de especies introducidas, especialmente en la estrata herbácea.

De acuerdo a la clasificación de la vegetación realizada por Gajardo (1994), el área se corresponde con una formación vegetal ubicada dentro de la sub-región del matorral y del bosque espinoso, en la Región del matorral y del bosque esclerófilo. La formación corresponde al matorral espinoso de las serranías, la cual se encuentra influenciada por los factores físicos del relieve, ya que se ubica en sectores con cadenas montañosas situadas en una posición intermedia entre mar y cordillera. La forma de vida predominante es aquella de los arbustos fuertemente espinosos, a menudo del tipo suculento o caducifolio de verano. La delimitación de la sub-región se debe en gran parte a la distribución de *Acacia caven* y *Prosopis chilensis*, y de plantas suculentas de las familias Bromeliaceae y Cactaceae.

8.1.4.2 Vegetación

El área de estudio se compone de poco más de 900 hectáreas, y en ella se observan los siguientes tipos de uso de suelo: terrenos agrícolas, praderas, matorrales, bosques, plantaciones y áreas sin vegetación. En la Tabla 8-4 se presenta un resumen de los usos del

suelo detectados para el trazado del canal, indicando la superficie en hectáreas y la participación porcentual de cada uso del suelo.

Tabla 8-4: Resumen del uso del suelo en área de estudio

Uso actual	Superficie (ha)	%
Terrenos agrícolas	183,15	20,14
Praderas	49,88	5,49
Matorrales	665,58	73,21
Bosques	5,83	0,64
Plantaciones	1,19	0,13
Áreas sin vegetación	3,54	0,39
Total	**909,17**	**100**

Como se mencionó anteriormente, el presente estudio se enmarca en la descripción de las principales unidades de vegetación nativa, descartando aquellos usos de suelo que no correspondan a esta categoría. A continuación se detallan las formaciones de vegetación correspondientes al uso de suelo de praderas, matorrales y bosques, las cuales fueron consideradas en la campaña de campo realizada en el mes de febrero 2014 (Tabla 8-5). Por su parte, en las láminas 4184-3000-CA-LAM-004 a, b y c (ver Anexo), se representan cartográficamente las formaciones vegetales.

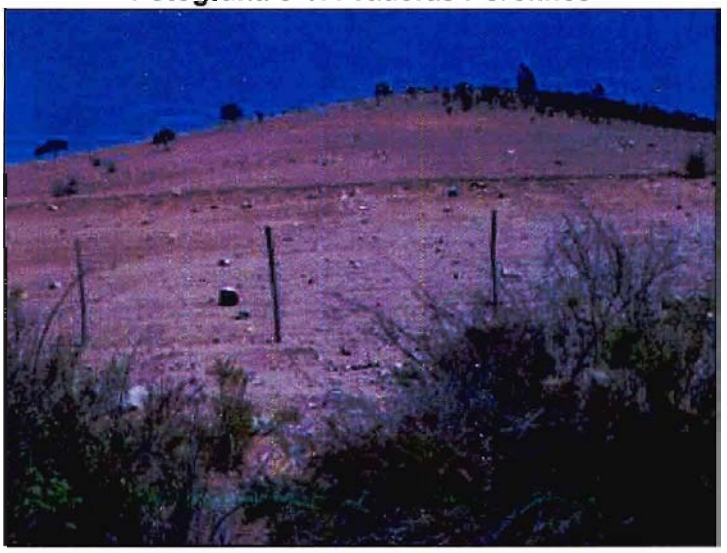
Tabla 8-5: Formaciones vegetales en el trazado del canal Buzeta

Formaciones Vegetales	Superficie (ha)	%
Praderas Perennes	49,88	5,49
Matorral Semidenso	9,42	1,04
Matorral Abierto	126,28	13,89
Matorral Muy Abierto	53,57	5,89
Matorral Arborescente Semidenso	17,45	1,92
Matorral Arborescente Abierto	131,08	14,41
Matorral Arborescente Muy Abierto	76,98	8,47
Matorral Suculentas Semidenso	65,36	7,19
Matorral Suculentas Abierto	86,1	9,47
Matorral Suculentas Muy Abierto	95,52	10,51
Renoval Abierto	5,83	0,64
Total	**717,47**	**78,92**

Praderas Perennes: corresponde a una formación vegetal con fisonomía de pradera y presencia de especies arbóreas. El estrato dominante corresponde al herbáceo, con una altura inferior a 0,5 m. Las especies dominantes en el estrato herbáceo son *Bromus berteroanus*, *Avena barbata* y *Senecio adenotrichius*. Como especies acompañantes se registran los árboles *Lithraea caustica* y *Acacia caven*, con alturas que no superan los 4 m, y el arbusto *Flourensia thurifera*, con alturas inferiores a 0,5 m.

La cobertura de la vegetación es clara para el estrato herbáceo, con valores que fluctúan entre 25 a 50%, mientras que el estrato arbustivo y arbóreo se presentan con una cobertura escasa (5 a 10%) y muy escasa, (1 a 5%), respectivamente. La formación cubre una superficie de 49,88 ha, lo que corresponde a un 5,49% del área de estudio (Tabla 8-1).

Fotografía 8-1: Praderas Perennes



Matorral Semidenso: corresponde a una formación vegetal con fisonomía de matorral, en donde se presentan dos estratos dominantes, con una altura entre 0,5 y 1 m para el estrato arbustivo y entre 2 y 4 m para el estrato arbóreo. La especie dominante en el estrato arbustivo es *Baccharis linearis*, acompañada en el estrato arbóreo por las especies *Acacia caven*, *Schinus polygamus* y *Salix humboldtiana*.

La cobertura de la vegetación es poco densa para ambos estratos dominantes, entre 50 y 75%. La formación cubre una superficie de 9,42 ha, lo que corresponde a un 1,04% del área de estudio (Fotografía 8-2).

Fotografía 8-2: Matorral Semidenso

Matorral Abierto: formación vegetal con fisonomía de matorral, donde se presentan dos estratos dominantes, con una altura entre 0,5 y 1 m para el arbustivo y entre 2 a 4 m para el estrato arbóreo. Las especies dominantes en el estrato arbustivo son *Pleocarphus revolutus, Flourensia thurifera*, *Baccharis intermedia* y *B. linearis* y, dentro del estrato arbóreo domina *Acacia caven*.

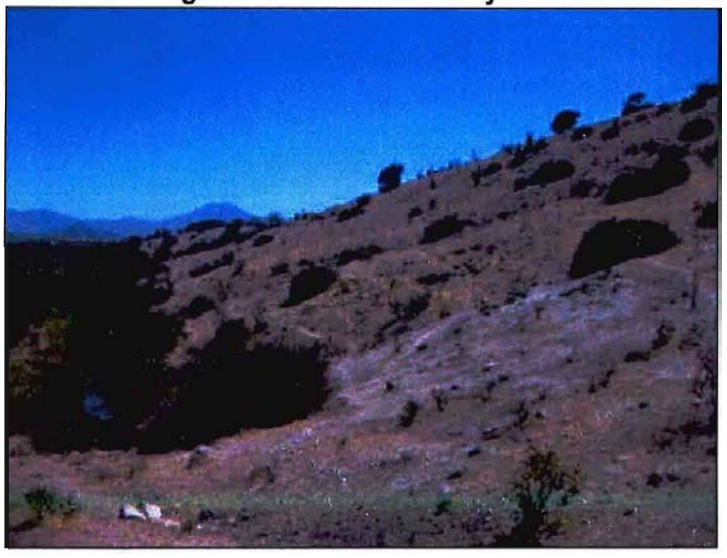
La cobertura de la vegetación es clara para el estrato arbóreo (25 - 50%), y clara para el estrato arbustivo, entre 25 y 50%. La formación cubre una superficie de 126.28 ha, lo que corresponde a un 13,89% del área de estudio (Fotografía 8-3).

Fotografía 8-3: Matorral Abierto

Matorral Muy Abierto: formación vegetal con fisonomía de matorral, donde se presenta solo un estrato arbustivo como dominante, con una altura entre 0,5 y 1 m. Las especies dominantes corresponden a *Retanilla trinervia*, *Proustia cuneifolia*, *Adesmia microphylla*. De manera ocasional se presentan ejemplares de *Acacia caven*.

La cobertura de la vegetación es muy clara para el estrato arbustivo, entre 10 y 25%. La formación cubre una superficie de 53,57 ha, lo que corresponde a un 5,89% del área de estudio (Fotografía 8-4).

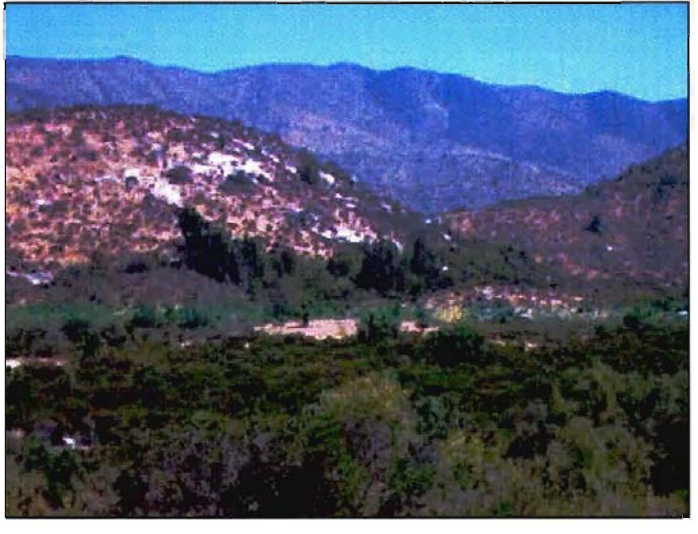
Fotografía 8-4: Matorral Muy Abierto



Matorral Arborescente Semidenso: formación vegetal con fisonomía de matorral arbóreo, donde se presentan dos estratos dominantes, con una altura entre 0,5 y 1 m para el estrato arbustivo y de 4 a 8 m para el arbóreo. Las especies dominantes en el estrato arbustivo son *Retanilla trinervia*, *Baccharis linearis* y *Baccharis intermedia.* Dentro del estrato arbóreo se encuentran *Acacia caven*, *Salix humboldtiana*, *Schinus polygamus*, *Quillaja saponaria* y *Lithraea caustica.*

La cobertura de la vegetación es clara para el estrato arbustivo, y poco densa para el estrato arbóreo, entre un 50 y 75%. La formación cubre 17,45 ha, lo que corresponde a un 1,92% del área de estudio (Fotografía 8-5).

Fotografía 8-5: Matorral Arborescente Semidenso



Matorral Arborescente Abierto: formación vegetal con fisonomía de matorral arborescente, donde se presentan dos estratos dominantes, con una altura entre 0,5 y 1 m para el estrato arbustivo, y entre 2 y 4 m para el tipo arbóreo. Las especies dominantes en el estrato arbustivo son *Retanilla trinervia*, *Schinus polygamus* y *Cestrum parqui*. Dentro del estrato arbóreo se encuentran *Acacia caven* como dominante, acompañada por *Lithraea caustica*, *Maytenus boaria* y *Schinus latifolius*.

La cobertura de la vegetación es clara para el estrato arbóreo (25 y 50%), y muy clara para el estrato arbustivo (10 a 25%). La formación cubre una superficie de 131,08 ha, lo que corresponde a un 14,41% del área de estudio (Fotografía 8-6).

Fotografía 8-6: Matorral Arborescente Abierto

Matorral Arborescente Muy Abierto: formación vegetal con fisonomía de matorral arbóreo, en donde se presentan hasta cuatro estratos, con una altura entre 2 y 4 m para el arbóreo, entre 1 y 2 m para el arbustivo, hasta 1 m para el herbáceo, y hasta 2 m para el suculento. Las especies dominantes en el estrato arbóreo son *Acacia caven*, *Lithraea caustica* y *Schinus latifolius*. Dentro del estrato arbustivo se encuentran *Schinus polygamus* y *Baccharis linearis*. Dentro del estrato herbáceo se encuentra *Senecio adenotrichius*, y *Trichocereus chiloensis* en el estrato suculento.

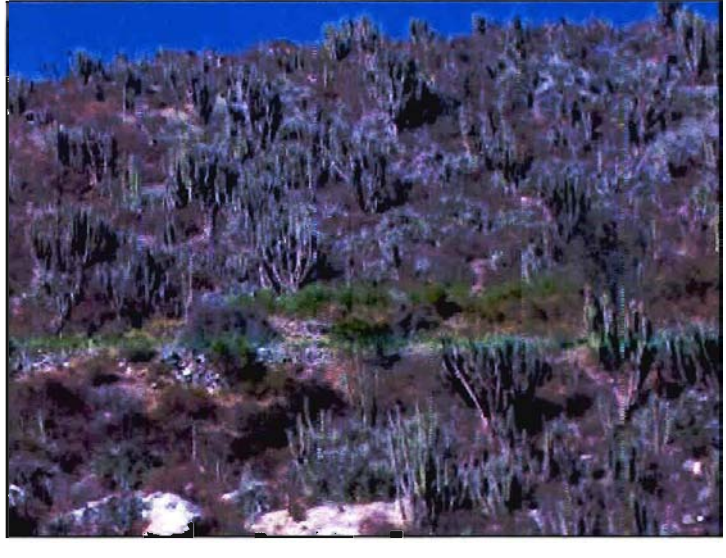
La cobertura de la vegetación es muy clara para el estrato arbustivo y arbóreo (10 a 25%), y escasa para el estrato herbáceo y suculento, entre 5 y 10%. La formación cubre una superficie de 76,98 ha, lo que corresponde a un 8,47% del área de estudio (Fotografía 8-7).

Fotografía 8-7: Matorral Arborescente Muy Abierto

Matorral con Suculentas Semidenso: corresponde a una formación vegetal con fisonomía de matorral y presencia de especies suculentas, donde se presentan dos estratos dominantes, con una altura entre 0,5 y 1 m para el arbustivo y entre 0,5 y 2 m para el suculento. Las especies dominantes en el estrato arbustivo son *Bahia ambrosioides* y *Flourensia thurifera*. Dentro del estrato suculento domina la especie *Trichocereus chiloensis* y *Puya chilensis*.

La cobertura de la vegetación es poco densa para el estrato arbustivo y para el suculento, con valores que fluctúan entre 50 a 75%. La formación cubre una superficie de 65,36 ha, lo que corresponde a un 7,19% del área de estudio (Fotografía 8-8).

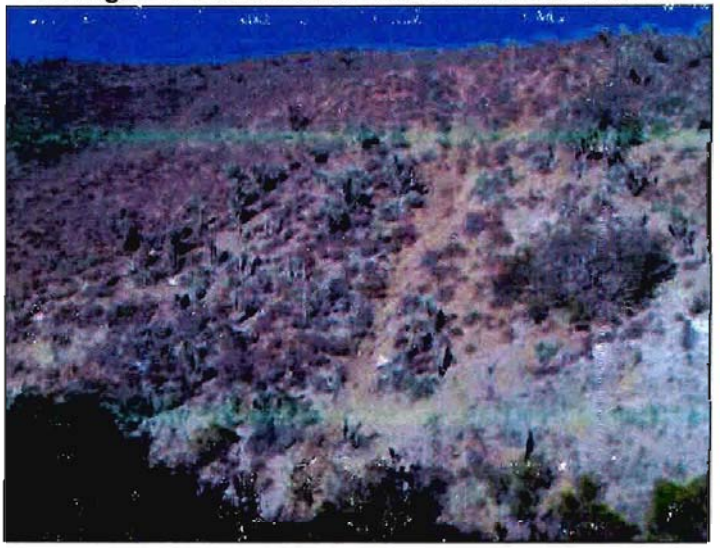
Fotografía 8-8: Matorral con Suculentas Semidenso



Matorral con Suculentas Abierto: corresponde a una formación vegetal con fisonomía de matorral y presencia de especies suculentas, donde se presentan dos estratos dominantes, con una altura entre 0,5 y 1 m para el arbustivo y entre 0,5 y 2 m para el suculento. Las especies dominantes en el estrato arbustivo son *Flourensia thurifera*, *Bahia ambrosioides* y *Gutierrezia resinosa*. Dentro del estrato se encuentran las especies *Eulychnia acida*, *Trichocereus chiloensis* y *Puya chilensis*.

La cobertura de la vegetación es clara para el estrato arbustivo y para el suculento, con valores que fluctúan entre 25 a 50%. La formación cubre una superficie de 86,1 ha, lo que corresponde a un 9,47% del área de estudio (Fotografía 8-9).

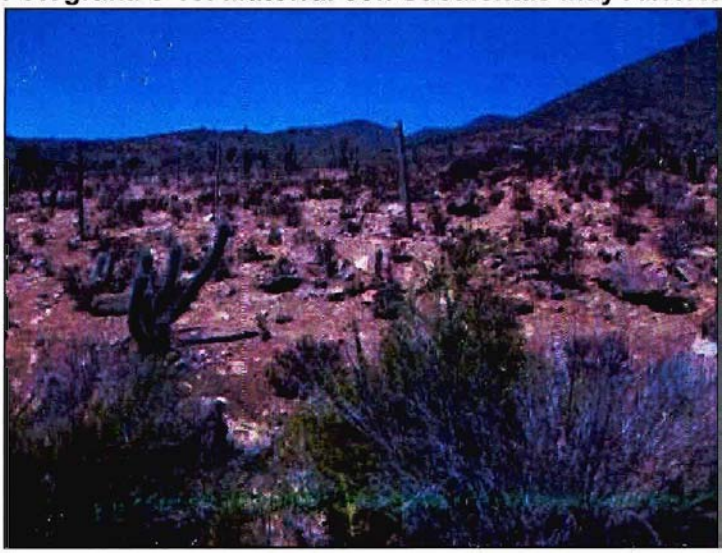
Fotografía 8-9: Matorral con Suculentas Abierto



Matorral con Suculentas Muy Abierto: corresponde a una formación vegetal con fisonomía de matorral y presencia de especies suculentas, donde se presentan dos estratos dominantes, con una altura entre 0,5 y 1 m para el arbustivo y entre 0,5 y 2 m para el suculento. Las especies dominantes en el estrato arbustivo son *Senna cumingii*, *Heliotropium stenophyllum* y *Atriplex nummularia*. Dentro del estrato suculento se encuentran las especies *Eulychnia acida* y *Trichocereus chiloensis*. Se presenta un estrato arbóreo muy escaso, cuyas principales especies son *Acacia caven* y *Lithraea caustica*.

La cobertura de la vegetación es muy clara para el estrato arbustivo y escasa para el suculento, con valores que fluctúan entre 25 a 50% y 5 a 10%, respectivamente. El estrato arbóreo se presenta con una cobertura muy escasa (1 a 5%). La formación cubre una superficie de 95,52 ha, es decir, un 10,51% del área de estudio (Fotografía 8-10).

Fotografía 8-10: Matorral con Suculentas Muy Abierto



Renoval Abierto: corresponde a un bosque secundario, originado después de una catástrofe, ya sea natural o antrópica. Formación vegetal con fisonomía de bosque, donde se presentan dos estratos dominantes, con una altura entre 0,5 y 1 m para el arbustivo y entre 4 y 8 m para el arbóreo. Las especies dominantes en el estrato arbustivo son *Retanilla trinervia*, *Colliguaja odorífera* y *Schinus polygamus.* Dentro del estrato arbóreo se encuentran las especies *Acacia caven*, *Schinus latifolius*, *Maytenus boaria* y *Qullaja saponaria.*

La cobertura de la vegetación es clara para el estrato arbóreo (25 – 50%) y muy clara para el estrato arbustivo (10-25%). La formación cubre una superficie de 5,83 ha, es decir, un 0,64% del área de estudio (Fotografía 8-11).

Fotografía 8-11: Renoval Abierto

8.1.4.3 Flora

Se registraron un total de 54 especies de plantas vasculares, las que se encuentran clasificadas taxonómicamente en 50 géneros y 28 familias. Las familias más representadas fueron Asteraceae con 12 especies, Poaceae y Anacardiaceae, ambas con cuatro especies.

La mayor parte de las especies registradas corresponden a especies nativas (n= 46, 85,2% del total), siendo 24 de ellas de origen endémico (44,5%). Las plantas adventicias alcanzaron un 14,8% de los registros con 8 especies. Por otro lado, la forma de vida con mayor riqueza corresponde al arbustivo con 28 especies (51,9% de los registros), seguidas por el estrato herbáceo con 15 especies (27,8%), y arbórea con 8 especies (14,8%). Finalmente se registró la presencia de tres especies suculentas dentro del área evaluada (5,5%), todas ellas de origen endémico.

A continuación se presenta el catálogo de la flora registrada para el trazado del canal Buzeta, indicando la división taxonómica, familia, nombre científico, forma de crecimiento y origen (Tabla 8-6).

Tabla 8-6: Catálogo florístico del área de estudio

División	Clase	Familia	Nombre científico	F.C.	O.B.	E.C.	Fuente
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Lithraea caustica* (Molina) Hook. & Arn.	Arbóreo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Schinus latifolius* (Gillies ex Lindl.) Engl.	Arbóreo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Schinus molle* L.	Arbóreo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Schinus polygamus* (Cav.)	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Baccharis intermedia*DC.	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Baccharis linearis* (Ruiz & Pav.)	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Bahia ambrosioides* Lag.	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Chaetanthera linearis* Poepp.	Herbáceo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Cirsium vulgare* (Savi) Ten.	Herbáceo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Flourensia thurifera* (Molina) DC.	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Gutierrezia resinosa* (Hook. & Arn.) S.F. Blake	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Haplopappus glutinosus* Cass.	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Pleocarphus revolutus* D. Don	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Proustia cuneifolia* D. Don	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Senecio adenotrichius* DC.	Herbáceo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Tessaria absinthioides* (Hook. & Arn.) DC.	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium stenophyllum* Hook. & Arn.	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Brassicaceae	*Brassica rapa* L.	Herbáceo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Cactaceae	*Eulychnia acida* Phil.	Suculento	Endémico	PM	DS 41/2011 MMA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Cactaceae	*Trichocereus chiloensis* (Colla)	Suculento	Endémico	CA	DS 41/2011 MMA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Campanulaceae	*Lobelia excelsa* Bonpl.	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Celastraceae	*Maytenus boaria* Molina	Arbóreo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Atriplex nummularia* Lindl.	Arbustivo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Elaeocarpaceae	*Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Escalloniaceae	*Escallonia illinita* C. Presl	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Colliguaja integerrima* Gillies & Hook.	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Colliguaja odorifera* Molina	Arbustivo	Endémico		

División	Clase	Familia	Nombre científico	F.C.	O.B.	E.C.	Fuente
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	*Acacia caven* (Molina)	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia microphylla* Hook. & Arn.	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	*Senna cumingii* (Hook. & Arn.)	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Geraniaceae	*Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. ex Aiton	Herbáceo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Loranthaceae	*Tristerix aphyllus* (DC.) Barlow & Weins.	Herbáceo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Myrtaceae	*Eucalyptus globulus* Labill.	Arbóreo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Myrtaceae	*Luma chequen* (Molina) A. Gray	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Myrtaceae	*Myrceugenia spp.*	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Onagraceae	*Oenothera affinis* Cambess.	Herbáceo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Oxalidaceae	*Oxalis squamata* Zucc.	Herbáceo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Plantaginaceae	*Plantago hispidula* Ruiz & Pav.	Herbáceo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Polygonaceae	*Muehlenbeckia hastulata* (Sm.)	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Quillajaceae	*Quillaja saponaria* Molina	Arbóreo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Rhamnaceae	*Colletia hystrix* Clos	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Rhamnaceae	*Retanilla trinervia* (Gillies & Hook.) Hook. & Arn.	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Salicaceae	*Populus nigra* L.	Arbóreo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Salicaceae	*Salix humboldtiana* Willd.	Arbóreo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Sapindaceae	*Bridgesia incisifolia* Bertero ex Cambess.	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Scrophulariaceae	*Alonsoa meridionalis* (L. f.) Kuntze	Herbáceo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	*Cestrum parqui* L'Hér.	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	*Solanum crispum* Ruiz & Pav.	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Liliopsida	Bromeliaceae	*Puya chilensis* Molina	Suculento	Endémico	PM	DS 42/2011 MMA
Magnoliophyta	Liliopsida	Cyperaceae	*Cyperus spp.*	Herbáceo	Nativo		
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	*Avena barbata* Pott ex Link	Herbáceo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	*Bromus berteroanus* Colla	Herbáceo	Nativo		
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	*Nassella spp.*	Herbáceo	Nativo		
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	*Vulpia myuros* (L.)	Herbáceo	Adventicio	-	

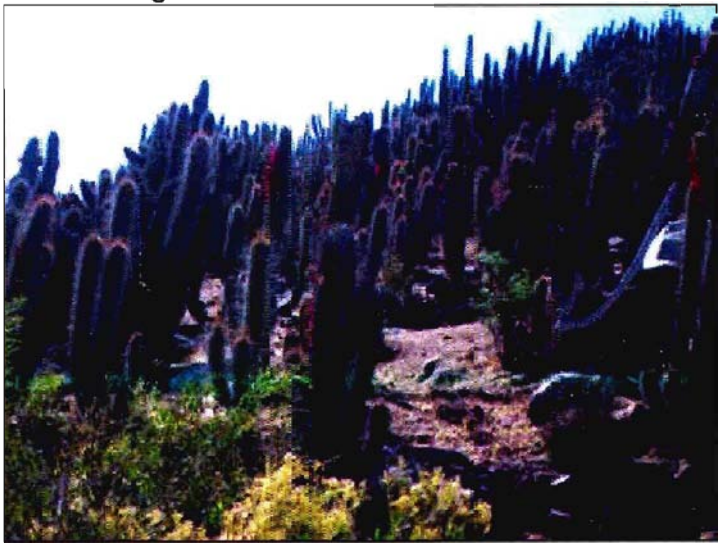
FC: Forma de Crecimiento. OB: Origen Biogeográfico. EC: Estado de Conservación: PM: Preocupación Menor, CA: Casi Amenazada

a. Estado de conservación de la flora terrestre

De las 54 especies registradas en el área de estudio, tres se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación a nivel nacional. Las especies son *Eulychnia acida* Phil (Fotografía 8-12), *Trichocereus chiloensis* (Colla) (Fotografía 8-13) y *Puya chilensis* Molina (Fotografía 8-14). Las especies *E. acida* y *P. chilensis* se encuentran en categoría de Preocupación Menor de acuerdo a lo establecido en los DS 41/11 y DS 42/11 respectivamente. Por su parte *T. chiloensis* se encuentra Casi Amenazada de acuerdo a lo establecido en el DS 41/11.

Fotografía 8-12: *Eulychnia acida*

Fotografía 8-13: *Trichocereus chiloensis*



Fotografía 8-14: *Puya chilensis*

Por su parte, respecto de la presencia de especies en categoría de conservación, en el contexto de presentación del proyecto al SEIA, será necesaria la presentación de medidas de manejo ambiental, las cuales incluyen desde señalizar y excluir los ejemplares de especies en categoría de conservación, hasta realizar su rescate y relocalización para evitar su afectación, además de comprometer una compensación en un número adecuado de individuos que permita asegurar la sobrevivencia de estos, todas las cuales deberán ser monitoreadas para lograr el cumplimiento de las medidas comprometidas.

Conforme a lo anterior, si bien no aplica un permiso sectorial asociado a la intervención de especies en categoría de conservación, si requiere la ejecución de medidas de manejo ambiental, con sus respectivos planes de monitoreo y seguimiento.

8.1.4.4 Formaciones de vegetación definidas en la Ley 20.283/08 del MINAGRI

En relación a las formaciones de bosque y formaciones xerofíticas definidas en la Ley 20.283 es preciso que en etapas más avanzadas del proyecto, se verifique la presencia de estas en el área de estudio. De acuerdo a la información recopilada, las formaciones vegetacionales descritas como Matorral Semidenso, Matorral Abierto, Matorral Arborescente Semidenso, Matorral Arborescente Abierto, Matorral Arborescente Muy Abierto y Renoval Abierto, corresponden a formaciones de vegetación que constituyen bosque, ya que la cobertura del estrato arbóreo es superior al 10%. Por lo tanto, en caso de intervenir este tipo de formaciones en el marco del SEIA, se requiere de la presentación de su respectivo PAS para intervenir bosque nativo. Conforme a esto, los sectores identificados como formación de Matorral Semidenso, Matorral Abierto, Matorral Arborescente Semidenso, Matorral Arborescente Abierto, Matorral Arborescente Muy Abierto y Renoval Abierto, fueron considerados como áreas singulares en el marco de la presente asesoría.

Cabe precisar que, tal como se indicó en el numeral 8.1.2, durante la ejecución de la visita al área de estudio, se evaluaron aquellos sectores en donde se presenta vegetación nativa, excluyendo del análisis las áreas destinadas a cultivos o zonas urbanas. En este sentido, cuando se realicen los estudios de línea de base de la componente vegetacional (en etapas más avanzadas del proyecto), se deberán estudiar las formaciones de vegetación que corresponden a plantaciones forestales, las cuales, eventualmente pudieran constituir bosque. Si bien, no corresponde a formaciones vegetacionales de carácter nativo, sino a cultivos monoespecíficos de especies introducidas, sí se encuentra normada su intervención, y por ende correspondería presentar el respectivo PAS para intervenir plantaciones forestales.

Por otro lado, al revisar el listado florístico, se aprecia que en el área de estudio existen nueve especies de arbustos listados en el Decreto N° 68/09 del Ministerio de Agricultura, el cual establece la nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país. Estas especies corresponden a *Schinus polygamus*, *Baccharis linearis*, *Flourensia thurifera*, *Eulychnia acida*, *Trichocereus chiloensis*, *Lobelia excelsa*, *Colliguaja integérrima*, *Bridgesia incisifolia* y *Puya chilensis*. Conforme a esto, en etapas más avanzadas del proyecto, se deberá determinar si alguna de estas especies se presenta como especie dominante en las formaciones de matorral, ya que en caso de ocurrir, dicha formación de matorral correspondería a una formación xerofítica, para la cual, se deberá presentar el respectivo PAS que establece el Artículo N° 151 del DS N°40/12 (Reglamento del SEIA), correspondiente al permiso para la corta, destrucción o descepado de formaciones xerofíticas el cual será evaluado por la a la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Sin perjuicio de esto, fuera del marco del SEIA, se debe presentar el permiso sectorial para intervenir dicha formación xerofítica, y una vez aprobado sectorialmente este permiso por la CONAF se podrá intervenir la formación.

8.1.4.5 Obras Complementarias

En la Tabla 8-7 se presenta el detalle de las formaciones vegetales correspondientes a las alternativas proyectadas para la construcción de un sifón. Los resultados de ambas opciones son presentados en la misma tabla, para poder ser comparables.

Tabla 8-7: Formaciones vegetales en alternativas de sifón

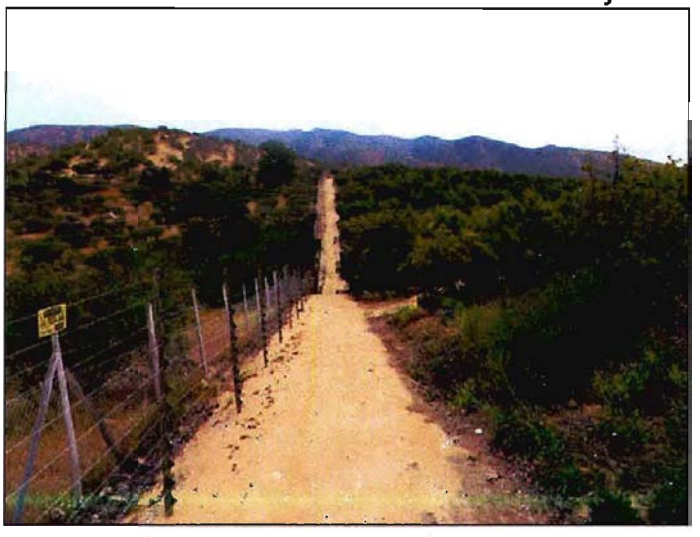
Alternativa Proyectada	Sifón 1		Sifón 2	
Formaciones Vegetales	**Superficie (ha)**	**%**	**Superficie (ha)**	**%**
Matorral semidenso	0.51	4.4	0.34	3.4
Matorral Abierto	0.49	4.4	-	-
Matorral Muy Abierto	2.31	20	2.28	22.8
Matorral Arborescente Semidenso	1.86	16	0.36	3.6
Matorral Arborescente Abierto	1.52	13.2	0.89	8.9
Matorral Suculentas Muy Abierto	-	-	0.86	8.6
Áreas desprovistas de vegetación	-	-	0.16	1.6
Sectores agrícolas	4.86	42	3.59	35.8
Pradera	-	-	1.15	11.5
Plantación	-	-	0.34	3.4
Sector construido	-	-	0.05	0.4
Total	11.5	100	10.02	100

La alternativa correspondiente a Sifón N° 1, presenta mayoritariamente áreas destinadas a labores agrícolas (42%). Por otro lado, se presentan las siguientes formaciones vegetales: matorral semidenso, matorral abierto, matorral arborescente semidenso y matorral arborescente abierto, las cuales en conformidad a la Ley de Bosques N° 20.283, deberán ser consideradas como unidades de bosque, las que en total, ascienden a 4.38 ha, lo que corresponde a un 38% del área estudiada.

Tabla 8-8: Unidad de Matorral Arborescente Semidenso

Por otro lado, la alternativa Sifón N° 2, presenta principalmente a lo largo de su trazado, áreas cubiertas con vegetación nativa, alcanzando un 47.3% del total, con 4.73 ha. Dentro de este porcentaje, un 15.9%, equivalente a 1.59 ha, corresponden a unidades a ser consideradas de acuerdo a la Ley de Bosques, en particular las formaciones matorral semidenso, matorral arborescente semidenso y matorral arborescente abierto. De igual forma destaca la presencia de matorral de suculentas muy abierto, con presencia de las especies *Eulychnia acida* y *Trichocereus chiloensis*.

Fotografía 8-15: Unidad de Matorral Arborescente Abierto y sectores agrícolas



Fotografía 8-16: Unidad de Matorral Suculentas Abierto

8.1.5 Conclusiones

Se registraron once formaciones vegetales dominantes en las áreas existentes dentro del trazado del canal Buzeta. En orden de representatividad, en términos de ocupación, se tiene a matorral arborescente abierto (131,08 ha, 14,41% del área total del trazado), matorral abierto (126,28 ha, 13,89%), matorral con suculentas muy abierto (95,52 ha, 10,51%), matorral con suculentas abierto (86,1 ha, 9,47%), matorral arborescente muy abierto (76,98 ha, 8,47%), matorral con suculentas semidenso (65,36 ha, 7,19%), matorral muy abierto (53,57 ha, 5,89%), praderas perennes (49,88 ha, 5,49%), matorral arborescente semidenso (17,45 ha, 1,92%), matorral semidenso (9,42 ha, 1,04%) y renoval abierto (5,83 ha, 0,64%).

Se registraron 54 *taxa* de especies vasculares en el área de estudio, donde la mayoría de las especies son de origen nativo (46 especies, 85,2% del total), con 24 especies de origen endémico (44,5%), mientras que las especies adventicias alcanzan un 14,8% con 8 especies. El tipo de crecimiento arbustivo fue el más frecuente, con 28 especies (51,9% de los registros), seguidas por estrato herbáceo con 15 especies (27,8%), arbórea con 8 especies (14,8%) y suculento con tres especies (5,5%).

En el área estudiada se registraron tres especies en categoría de conservación: *Eulychnia acida*, *Trichocereus chiloensis* y *Puya chilensis*. Las especies *E. acida* y *P. chilensis* se encuentran en categoría de Preocupación Menor. Por su parte *T. chiloensis* se encuentra clasificada en la categoría Casi Amenazada.

De acuerdo a la información recopilada, las formaciones vegetacionales descritas como Renoval Abierto, Matorral Semidenso, Matorral Abierto, Matorral Arborescente Semidenso, Matorral Arborescente Abierto y Matorral Arborescente Muy Abierto, corresponderían formaciones que constituyen bosque, de acuerdo a las definiciones que establece la Ley 20.283 sobre recuperación de bosque nativo y fomento forestal. Conforme a esto, los sectores identificados con dichas formaciones, son considerados como áreas singulares.

En el área de estudio se registró la presencia de las especies *Schinus polygamus*, *Baccharis linearis*, *Flourensia thurifera*, *Eulychnia acida*, *Trichocereus chiloensis*, *Lobelia excelsa*, *Colliguaja integérrima*, *Bridgesia incisifolia* y *Puya chilensis.*, las cuales se encuentran citadas en el DS 68/08, el cual establece la nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país. Las formaciones de matorral que presenten alguna de estas especies como dominantes de la formación, constituirían formaciones xerofíticas.

La intervención de formaciones vegetacionales de tipo xerofíticas y formaciones de bosque, requieren de la aprobación de sus respectivos permisos ambientales sectoriales por parte del organismo competente (CONAF), y posteriormente la aprobación a nivel sectorial de dicho permiso.

La intervención, tanto de especies en categoría de conservación, como de formaciones xerofíticas, requiere de la implementación de planes de medidas de manejo ambiental y planes de seguimiento a estas medidas.

En relación a las obras complementarias, la alternativa correspondiente a Sifón N° 1, presenta mayoritariamente áreas destinadas a labores agrícolas (42%). Por otro lado, se presentan las siguientes formaciones vegetales: matorral semidenso, matorral abierto, matorral arborescente semidenso y matorral arborescente abierto, las cuales en conformidad a la Ley de Bosques N° 20.283, deberán ser consideradas como unidades de bosque, las que en total, ascienden a 4.38 ha, lo que corresponde a un 38% del área estudiada. Asimismo, la alternativa Sifón N° 2, presenta principalmente áreas cubiertas con vegetación nativa, alcanzando un 47.3% del total, con 4.73 ha. Dentro de este porcentaje, un 15.9%, equivalente a 1.59 ha, corresponden a unidades a ser consideradas de acuerdo a la Ley de Bosques, en particular las formaciones matorral semidenso, matorral arborescente semidenso y matorral arborescente abierto. De igual forma destaca la presencia de matorral de suculentas muy abierto, con presencia de las especies *Eulychnia acida* y *Trichocereus chiloensis*.

8.2 FAUNA TERRESTRE

La presente sección entrega los resultados de la caracterización de fauna terrestre realizada entre los días 6 y 9 de febrero de 2014, a lo largo del trazado del canal Buzeta, en el marco del proyecto de mejoramiento del mencionado canal. Igualmente, se incorporan los resultados de una segunda visita a terreno, realizada entre el 29 y 30 de octubre de 2014, en donde se evaluaron diferentes alternativas de obras a lo largo del canal. El Proyecto se ubica administrativamente en la Región de Coquimbo, en la Provincia de Elqui, y atraviesa las comunas de Illapel y Salamanca.

La asesoría tiene por propósito caracterizar los recursos existentes en el lugar, de manera de minimizar la intervención sobre las poblaciones animales, y eventuales especies de fauna en categoría de conservación.

A continuación se incluye una serie de secciones que presentan el objetivo del estudio realizado, la metodología aplicada, una breve caracterización de la zona, los resultados obtenidos y las principales conclusiones.

8.2.1 Objetivos

El objetivo general en términos de fauna de vertebrados consistió en caracterizar el componente a través de dos visitas a terreno, identificando hitos o elementos importantes a ser considerados para efectos de la implementación del Proyecto. Para ello, se determinó la composición y riqueza de vertebrados terrestres en el área de estudio, así como la determinación de especies con problemas de conservación o bien la identificación de hábitats sensibles para este componente.

8.2.2 Área de Estudio

Para efectos de la presente caracterización de fauna terrestre, se consideró como área de estudio la superficie definida por el largo del trazado del canal Buzeta, la cual corresponde a cerca de 100 km, con un área buffer de 50 metros a cada lado del canal. Para las obras complementarias al canal Buzeta, se considera el trazado de cada alternativa de sifón, el que corresponde a 2,83 km para el Sifón N°1, y 1,98 km para el Sifón N°2.

Se debe señalar que durante la ejecución de las visitas al área de estudio, se evaluaron aquellos sectores en donde se presenta vegetación nativa, por ser estos los hábitats con importancia para la fauna terrestre, de esta forma se descartan en este estudio las áreas destinadas a cultivos o zonas urbanas.

8.2.3 Metodología

Con el propósito de caracterizar el componente fauna en el área de estudio, determinar los hábitat más característicos del área y establecer la presencia actual o potencial de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), se complementó la información levantada durante la visita de terreno y se sistematizaron antecedentes secundarios. El detalle de las actividades ejecutadas se presenta a continuación.

8.2.3.1 Revisión Bibliográfica

Se realizó una revisión de la literatura general sobre fauna de la zona centro Norte de Chile y específica en relación al área de estudio, utilizando las siguientes referencias:

- Anfibios: Cei (1962).
- Reptiles: Mella (2005)
- Aves: Araya & Millie (1991) y Jaramillo (2003).
- Mamíferos: Muñoz - Pedreros & Yáñez (2000) e Iriarte (2008).

8.2.3.2 Antecedentes de Terreno

a. Levantamiento de información de terreno

El levantamiento de información de terreno se realizó durante los días 6 y 9 de febrero de 2014. Durante la visita se recorrió parte del área de estudio, realizando recorridos pedestres junto con observaciones directas e indirectas. Durante los recorridos se procedió a registrar cualquier hallazgo relativo a fauna de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Los recorridos se realizaron en diferentes sectores dentro del área de estudio, en particular en terrenos de vegetación nativa.

b. Análisis de información de terreno

- Riqueza de especies

Para determinar la riqueza de especies dentro del área de estudio, en cada recorrido se registraron todas las especies de animales observadas, de forma directa (visual y auditiva) e indirectas a través de huellas, fecas, restos óseos y nidos.

- Estado de conservación

El estado de conservación de las especies de fauna fue determinado según el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) (D.S. N° 29/11 del Ministerio de Medio Ambiente) y decretos que han oficializado las clasificaciones del estado de conservación de numerosas especies de fauna silvestre (D.S. N° 151/07, D.S. N° 50/08, D.S. N° 51/08, D.S. N° 23/09, todos del MINSEGPRES, y D.S. N° 33/12, D.S. N° 41/12, D.S. N° 42/12, D.S. N° 19/12 y D.S. N° 13/13 del Ministerio de Medio Ambiente) y el Reglamento de la Ley de Caza del SAG (D.S. N° 05/98 del MINAGRI, modificado por el D.S. N° 53/04 del mismo ministerio).

8.2.4 Resultados

8.2.4.1 Revisión Bibliográfica

En cuanto a la revisión bibliográfica realizada, la diversidad de fauna de especies potenciales de vertebrados terrestres de la región en estudio alcanzaría un total de 162 especies. Las aves serían el grupo más representativo con 116 especies existentes, 28 especies de mamíferos, 14 especies de reptiles y 4 especies de anfibios. En la Tabla 8-9 se entrega el listado de

potenciales especies de fauna en el área de estudio del proyecto, de acuerdo a la información bibliográfica analizada.

Tabla 8-9: Listado de especies potenciales de fauna en el área de estudio

Nombre científico	Nombre común	Distribución
Clase: Anfibios		
Orden Anura		
Familia Bufonidae		
Bufo chilensis	sapo de rulo	IV a IX
Bufo atacamensis	sapo atacameño	II a IV
Familia Leptodactilidae		
Caudiverbera caudiverbera	rana chilena	IV a IX
Pleurodema thaul	sapito de cuatro ojos	II a XI
Clase: Reptiles		
Orden Squamata		
Familia Tropiduridae		
Liolaemus copiapoensis	lagarto de Copiapó	III a IV
Liolaemus chiliensis	lagarto chileno	IV a VIII
Liolaemus fuscus	lagartija oscura	
Liolaemus kuhlmanni	lagarto de Kuhlmann	IV a V
Liolaemus lemniscatus	lagarto lemniscato	IV a VIII
Liolaemus lorenzmuelleri	lagarto de Müller	IV
Liolaemus monticola	lagarto de los montes	IV a VII
Liolaemus nigromaculatus	lagartija mancha negra	III a IV
Liolaemus nitidus	lagarto nítido	IV a VII
Liolaemus platei	lagarto de Plate	III a IV
Liolaemus tenuis	lagarto tenue	IV a IX
Familia Teiidae		
Callopistes maculatus	iguana	II a VII
Familia Colubridae		
Philodryas chamissonis	culebra de cola larga	III a IX
Tachymenis chilensis	culebra de cola corta	III a X

Nombre científico	Nombre común	Distribución
Clase: Aves		
Orden Tinamiformes		
Familia Tinamidae		
Nothoprocta perdicaria	perdiz chilena	III a X
Orden Podicepediformes		
Familia Podicepedidae		
Podiceps rolland	pimpollo	I a XII
Podiceps major	huala	III a VII
Podiceps occipitales	blanquillo	III a XII
Podilymbus podiceps	picurio	III a XI
Orden Pelecaniformes		
Familia Phalacrocoracidae		
Phalacrocorax olivaceus	yeco	I a XII
Orden Ciconiformes		
Familia Ardeidae		
Ixobrychus involucris	huaravillo	IV a X
Ardea cocoi	garza cuca	II a XII
Casmerodius albus	garza grande	I a XII
Egretta thula	garza chica	I a X
Egretta caerulea	garza azul	I a IV
Bubulcus ibis	garza boyera	I a XII
Butorides striatus	garcita azulada	I a V
Nycticorax nycticorax	huairavo	II a XII
Familia Threskiornithidae		
Theristicus melanopis	bandurria	II a XII
Plegadis chini	cuervo del pantano	II a X
Orden Anseriformes		
Familia Anatidae		
Chloephaga melanoptera	piuquén	I a VIII
Lophonetta specularioides	pato juarjual	I a XII
Anas georgica	pato jergón grande	I a XII
Anas sibilatrix	pato real	III a XII
Anas discors	pato de alas azules	IV
Anas versicolor	pato capuchino	IV a XII
Anas cyanoptera	pato colorado	I a XII
Anas platalea	pato cuchara	IV a XII
Netta peposaca	pato negro	III a XII
Oxyura jamaicensis	pato rana de pico ancho	I a XII
Orden Falconiformes		
Familia Cathartidae		
Vultur gryphus	cóndor	I a XII
Coragyps atratus	jote de cabeza negra	I a XI

Nombre científico	Nombre común	Distribución
Familia Accipitridae		
Pandion haliaetus	águila pescadora	I a X
Elanus leucurus	bailarín	III a X
Circus cinereus	vari	I a XII
Accipiter bicolor	peuquito	IV a XII
Geranoaetus melanoleucus	águila	I a XII
Parabuteo unicinctus	peuco	I a XI
Buteo polyosoma	aguilucho	I a XII
Buteo ventralis	aguilucho de cola rojiza	IV a XII
Familia Falconidae		
Polyborus plancus	traro	I a XII
Milvago chimango	tiuque	III a XII
Falco sparverius	cernícalo	I a XII
Falco peregrinus	halcón peregrino	I a XII
Falco femoralis	halcón perdiguero	I-VII y XI - XII
Orden Gruiformes		
Familia Rallidae		
Rallus sanguinolentus	pidén	I a XII
Laterallus jamaicensis	pidencito	III a VIII
Porphyriops melanops	tagüita	III a XI
Fulica armillata	tagua	IV a XII
Fulica leucoptera	tagua chica	I a XII
Fulica rufifrons	tagua de frente roja	III a XII
Orden Caradriformes		
Familia Charadriidae		
Vanellus chilensis	queltehue	III a XII
Familia Recurvirostridae		
Himantopus mexicanus	perrito	III a X
Familia Rostratulidae		
Nycticryphes semicollaris	becacina pintada	IV a X
Familia Scolopacidae		
Gallinago gallinago	becacina	III a XII
Familia Thinocoridae		
Thinocorus rumicivorus	perdicita	I a XII
Familia Laridae		
Larus maculipennis	caviota cáhuil	I a XII
Larus dominicanus	gaviota dominicana	I a XII
Larus pipixcan	gaviota de Franklin	I a XI

Nombre científico	Nombre común	Distribución
Orden Columbiformes		
Familia Columbidae		
Columba araucana	torcaza	III a XI
Zenaida auriculata	tórtola	I a XII
Columbina picui	tortolita cuyana	III a VIII
Orden Strigiformes		
Familia Tytonidae		
Tyto alba	lechuza	I a XII
Familia Strigidae		
Bubo virginianus	tucúquere	I a XII
Glaucidium nanum	chuncho	I a XII
Speotyto cunicularia	pequén	I a X
Asio flammeus	nuco	III a XII
Orden Caprimulgiformes		
Familia Caprimulgidae		
Caprimulgus longirostris	gallina ciega	I a XII
Orden Apodiformes		
Familia Trochilidae		
Patagona gigas	picaflor gigante	I, III a X
Sephanoides sephanoides	picaflor	III a XII
Orden Piciformes		
Familia Picidae		
Picoides lignarius	carpinterito	IV a XII
Colaptes pitius	pitío	III a XII
Orden Passeriformes		
Familia Furnariidae		
Geositta cunicularia	minero	I a XII
Upucerthia dumetaria	bandurria	II a XII
Upucerthia ruficauda	bandurria de pico recto	I a R.M.
Cinclodes nigrofumosus	churrete costero	I a X
Chilia melanura	chiricoca	III a VI
Asthenes humicola	canastero	III a X
Asthenes modesta	canastero chico	I a VI
Phleocryptes melanops	trabajador	I a XII
Aphrastura spinicauda	rayadito	IV a XII
Leptasthenura aegithaloides	tijeral	I a XII
Familia Rhinocryptidae		
Pteroptochos megapodius	turca	III a VIII
Scelorchilus albicollis	tapaculo	II a VII
Scytalopus magellanicus	churrín	III a XII

Nombre científico	Nombre común	Distribución
Familia Tyrannidae		
Pyrope pyrope	diucón	III a XII
Muscisaxicola rufivertex	dormilona de nuca rojiza	I a V
Muscisaxicola maculirostris	dormilona chica	I a XII
Anairetes parulus	cachudito	III a XII
Colorhamphus parvirostris	viudita	IV a XII
Agriornis livida	mero	III a X y XII
Lessonia rufa	colegial	I a XII
Lessonia oreas	colegial andino	I a XII
Hymenops perspicillata	run-run	III a XII
Elaenia albiceps	fío-fío	I a XII
Pseudocolopteryx flaviventris	pájaro amarillo	II a X
Tachuris rubrigastra	siete colores	II a XII
Familia Phytotomidae		
Phytotoma rara	rara	III a XII
Familia Hirundinidae		
Tachycineta leucopyga	golondrina chilena	III a XII
Notiochelidon cyanoleuca	golondrina dorso negro	I a XII
Hirundo rustica	golondrina bermeja	I a XII
Familia Troglodytidae		
Troglodytes aedon	chercán	I a XII
Cistothorus platensis	chercán de las vegas	III a XII
Familia Muscicapidae		
Turdus falcklandii	zorzal	III a XII
Familia Mimidae		
Mimus thenca	tenca	III a X
Familia Motacillidae		
Anthus correndera	bailarín chico	II a XII
Familia Emberizidae		
Sicalis luteiventris	chirihue	III a XII
Sicalis auriventris	chirihue dorado	II a VII
Zonotrichia capensis	chincol	I a XII
Familia Icterinae		
Agelaius thilius	trile	III a X y XII
Sturnella loyca	loica	III a XII
Curaeus curaeus	tordo	III a XII
Molothrus bonariensis	mirlo	III a XII

Nombre científico	Nombre común	Distribución
Familia Fringillidae		
Phrygilus gayi	cometocino de Gay	III a VII y XII
Phrygilus atriceps	cometocino del Norte	I a IV
Phrygilus patagonicus	cometocino patagónico	IV a XII
Phrygilus fruticeti	yal	I a XII
Phrygilus alaudinus	platero	I y III a X
Diuca diuca	diuca	II a XII
Carduelis barbatus	jilguero	III a XII
Clase: Mamíferos		
Orden Marsupicarnivora		
Familia Didelphidae		
Thylamys elegans	yaca	I a VII
Orden Chiroptera		
Familia Vespertilionidae		
Myotis chiloensis	ratón del Sur	III a XII
Histiotus montanus	murciélago orejudo	IV a XII
Histiotus macrotus	murciélago orejón	I a VIII
Lasiurus borealis	murciélago colorado	I a XII
Lasiurus cinereus	murciélago blancuzco	IV a IX
Familia Molossidae		
Tadarida brasiliensis	murciélago cola de ratón	I a X
Orden Rodentia		
Familia Muridae		
Abrothrix olivaceus	ratoncito oliváceo	I a XI
Abrothrix longipilis	ratoncito de pelo largo	IV a XII
Oligoryzomys longicaudatus	ratoncito de cola larga	III a XII
Phyllotis darwini	lauchón orejudo	I a XII
Rattus norvegicus	guarén	I a XII
Rattus rattus	rata negra	IV a XII
Mus musculus	laucha	I a XII
Familia Octodontidae		
Octodon degus	degú	III a VII
Octodon lunatus	degú costino	IV a R.M.
Spalacopus cyanus	cururo	III a VIII
Familia Chinchillidae		
Chinchilla lanigera	chinchilla chilena	IV
Lagidium viscacia	vizcacha	III a X
Familia Myocastoridae		
Myocastor coypus	coipo	III a XII

Nombre científico	Nombre común	Distribución
Orden Carnívora		
Familia Canidae		
Pseudalopex culpaeus	zorro culpeo	I a XII
Pseudalopex griseus	zorro chilla	I a XII
Familia Felidae		
Puma concolor	puma	I a XII
Leopardus colocolo	colocolo	I a VI, VIII, XII
Familia Mustelidae		
Galictis cuja	quique	I a IX
Conepatus chinga	chingue	IV a X
Orden Lagomorpha		
Familia Leporidae		
Lepus capensis	Liebre	III a XII
Oryctolagus cuniculus	conejo	III a XII

8.2.4.2 Antecedentes de Terreno

- Riqueza de especies

De acuerdo a la aplicación de la metodología para fauna terrestre, se detectó la presencia de 51 especies, distribuidas en 4 reptiles, 43 aves y 4 mamíferos. Del total de especies identificadas, 43 son de origen nativo (84,3%), seis son endémicas (11,8%) y dos son introducidas (3,9%). El listado completo de las especies detectadas se presenta en la Tabla 8-10, donde se indica su nombre común, nombre científico, su origen geográfico y estado de conservación.

Tabla 8-10: Riqueza de especies de fauna terrestre en área de estudio

Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Estado de Conservación	Fuente
Clase: Reptiles				
Orden Squamata				
Familia Tropiduridae				
Liolaemus lemniscatus	lagartija lemniscata	Nativo	Preocupación Menor	DS 19/2012 MMA
Liolaemus pseudolemniscatus	lagartija lemniscata falsa	Endémico	Fuera de Peligro	DS 5/1998 MINAGRI
Liolaemus nitidus	lagarto nítido	Endémico	Casi Amenazada	DS 19/2012 MMA
Familia Teiidae				
Callopistes palluma	iguana	Endémico	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
Clase: Aves				
Orden Ciconiformes				

Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Estado de Conservación	Fuente
Familia Ardeidae				
Ardea cocoi	garza cuca	Nativo	Rara	DS 5/1998 MINAGRI
Casmerodius albus	garza grande	Nativo		
Egretta thula	garza chica	Nativo		
Orden Anseriformes				
Familia Anatidae				
Anas georgica	pato jergón grande	Nativo		
Orden Falconiformes				
Familia Cathartidae				
Cathartes aura	jote de cabeza colorada	Nativo		
Coragyps atratus	jote de cabeza negra	Nativo		
Familia Accipitridae				
Geranoaetus melanoleucus	águila	Nativo		
Familia Falconidae				
Milvago chimango	tiuque	Nativo		
Falco sparverius	cernícalo	Nativo		
Falco peregrinus	halcón peregrino	Nativo	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
Orden Gruiformes				
Familia Rallidae				
Rallus sanguinolentus	pidén	Nativo		
Orden Caradriformes				
Familia Charadriidae				
Vanellus chilensis	queltehue	Nativo		
Orden Columbiformes				
Familia Columbidae				
Zenaida auriculata	tórtola	Nativo		
Columbina picui	tortolita cuyana	Nativo		
Orden Apodiformes				
Familia Trochilidae				
Patagona gigas	picaflor gigante	Nativo		
Sephanoides sephanoides	picaflor	Nativo		
Orden Piciformes				
Familia Picidae				
Picoides lignarius	carpinterito	Nativo		
Orden Passeriformes				
Familia Furnariidae				
Geositta cunicularia	minero	Nativo		

Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Estado de Conservación	Fuente
Upucerthia dumetaria	bandurrilla	Nativo		
Cinclodes fuscus	churrete acanelado	Nativo		
Asthenes humicola	canastero	Nativo		
Phleocryptes melanops	trabajador	Nativo		
Leptasthenura aegithaloides	tijeral	Nativo		
Familia Rhinocryptidae				
Pteroptochos megapodius	turca	Endémico		
Scelorchilus albicollis	tapaculo	Endémico		
Familia Tyrannidae				
Pyrope pyrope	diucón	Nativo		
Anairetes parulus	cachudito	Nativo		
Elaenia albiceps	fío-fío	Nativo		
Familia Phytotomidae				
Phytotoma rara	rara	Nativo		
Familia Hirundinidae				
Tachycineta leucopyga	golondrina chilena	Nativo		
Notiochelidon cyanoleuca	golondrina dorso negro	Nativo		
Familia Troglodytidae				
Troglodytes aedon	chercán	Nativo		
Familia Muscicapidae				
Turdus falcklandii	zorzal	Nativo		
Familia Mimidae				
Mimus thenca	tenca	Endémico		
Familia Emberizidae				
Sicalis luteiventris	chirihue	Nativo		
Zonotrichia capensis	chincol	Nativo		
Familia Icterinae				
Sturnella loyca	loica	Nativo		
Curaeus curaeus	tordo	Nativo		
Molothrus bonariensis	mirlo	Nativo		
Familia Fringillidae				
Phrygilus fruticeti	yal	Nativo		
Phrygilus alaudinus	platero	Nativo		
Diuca diuca	diuca	Nativo		
Carduelis barbatus	jilguero	Nativo		
Clase: Mamíferos				
Orden Rodentia				
Familia Octodontidae				
Spalacopus cyanus	cururo	Endémico	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI

Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Estado de Conservación	Fuente
Orden Carnívora				
Familia Canidae				
Pseudalopex spp.		Nativo	Preocupación Menor	DS 33/2012 MMA
Pseudalopex culpaeus	zorro culpeo	Nativo	Preocupación Menor	DS 33/2012 MMA
Orden Lagomorpha				
Familia Leporidae				
Lepus capensis	liebre	Introducido		
Oryctolagus cuniculus	conejo	Introducido		

A continuación se presenta una breve descripción por grupo de organismos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

Anfibios: no se registraron especímenes de anfibios, esto se debe a que el sitio de estudio no presenta las condiciones adecuadas para contener este tipo de organismos, considerando los ambientes xéricos de la región de estudio. Sin embargo, es muy probable que en épocas de reproducción, se registren especies de este grupo taxonómico, haciendo uso del canal como sitios de reproducción.

Reptiles: se detectó la presencia de cuatro especies dentro del área de estudio. Se debe destacar que los registros de reptiles fueron muy abundantes, a lo largo del trazado, observándose registros de fecas y huellas de ejemplares que no fueron avistados de manera directa, junto con numerosos avistamientos de las diferentes especies detectadas.

Aves: este grupo presentó el mayor número de registros del total de clases taxonómicas muestreadas. En términos generales, la gran mayoría de los ejemplares observados presentan distribuciones amplias y son característicos de los ambientes de praderas y matorrales del país. Destaca la presencia de ejemplares de la Familia Ardeidae, los que se asocian a pequeños cuerpos de agua colindantes al canal.

Mamíferos: dentro de este grupo se registraron tres especies, dos especies de lagomorphos de origen exótico, que fueron identificados mediante sus madrigueras y fecas, numerosos registros indirectos de *Pseudalopex spp.* el cual no pudo identificarse a nivel de especie, y un ejemplar avistado de *Pseudalopex culpaeus*. A lo largo de numerosos sectores en el canal, destaca la presencia de galerías activas de *Spalacopus cyanus*.

- Estado de conservación

De las 51 especies registradas en el área de estudio, siete se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación a nivel nacional. Las especies son *Liolaemus lemniscatus*, *L. pseudolemniscatus*, *L. nitidus*, *Callopistes maculatus*, *Ardea cocoi*, *Falco peregrinus*, *Spalacopus cyanus*, *Pseudalopex culpaeus* y *P. griseus*.

Fotografía 8-17: *Liolaemus nitidus*

Para el caso de *L. lemniscatus* y *L. nitidus*, ambas fueron clasificadas por el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) en Decreto Supremo 19/2012 (MMA, 2012), se consideró a *L. lemniscatus* como de Preocupación Menor, ya que no cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable), y su amplia distribución indica que no está próxima a satisfacer los criterios, mientras que para *L. nitidus* se considera Casi Amenazada ya que no cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable), pero de seguir operando las amenazas actuales, estaría próxima a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga en el futuro cercano.

Fotografía 8-18: *Liolaemus lemniscatus*

Fotografía 8-19: *Liolaemus pseudolemniscatus*

Mientras que la especie *L. pseudolemniscatus* fue catalogada como Fuera de Peligro y *Callopistes palluma* como Vulnerable, ambas por el Reglamento de la Ley de Caza (5/1998 MINAGRI). De acuerdo a este Decreto, la especie *Ardea cocoi* se cataloga como Rara, mientras que *Falco peregrinus* se considera Vulnerable.

En tanto que *Pseudalopex culpaeus* y *P. griseus*, ambas se consideran en estado de Preocupación Menor, de acuerdo al RCE, Decreto Supremo 33/2012 (MMA 2012) ya que no satisface los criterios de UICN para ser incluida en alguna categoría de amenaza, considerando su amplia distribución y abundancia, con poblaciones estables y no en descenso. Finalmente, *Spalacopus cyanus* es catalogada En Peligro por el Reglamento de la Ley de Caza.

Fotografía 8-20: Fecas de *Pseudalopex griseus*

Fotografía 8-21: Galerías activas de *Spalacopus cyanus*

8.2.5 Conclusiones

El catastro registró 51 especies de vertebrados en el área de estudio, de las cuales cuatro corresponden a reptiles, 43 a aves y cuatro a mamíferos. Del total de especies detectadas 43 son de origen nativo (84,3%), seis son endémicas (11,8%) y dos son introducidas (3,9%).

De las especies registradas, ocho se encuentran en categorías de conservación de acuerdo a la normativa vigente: *L. lemniscatus* catalogada como de Preocupación Menor y *L. nitidus* considerada Casi Amenazada, ambas fueron clasificadas por el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) en Decreto Supremo 19/2012 (MMA, 2012). La especie *L. pseudolemniscatus* fue catalogada como Fuera de Peligro y *Callopistes palluma* como Vulnerable, ambas por el Reglamento de la Ley de Caza (5/1998 MINAGRI). En cuanto a las aves, *Ardea cocoi* se considera una especie Rara, mientras que *Falco peregrinus* se cataloga como Vulnerable, ambas por el Reglamento de la Ley de Caza. Finalmente *Pseudalopex culpaeus* se considera en estado de Preocupación Menor, de acuerdo al RCE, Decreto Supremo 33/2012 (MMA 2012), mientras que *Spalacopus cyanus* (cururo) es catalogada En Peligro por el Reglamento de la Ley de Caza.

Considerando el alcance y magnitud de las obras que se contemplan realizar, se propone la realización de un plan de perturbación controlada, a fin de ahuyentar a los ejemplares que presentan poca movilidad y se encuentran con protección oficial, de manera previa al inicio de la construcción de las obras. Asimismo, a lo largo del trazado de canal se podrían implementar atraviesos para fauna, ya que actualmente no existen sectores en donde las especies animales puedan atravesar el canal.

8.3 ATRACTIVOS NATURALES O CULTURALES

En esta sección se presenta una descripción de los aspectos turísticos que caracterizan el área de estudio para la evaluación del proyecto, canal ubicado administrativamente en la región de Coquimbo, provincia del Choapa. Para ello se realizó una descripción de la infraestructura y planta turística comunal, sumado a una identificación de los atractivos y recursos turísticos, tanto naturales como asociados al patrimonio cultural, presentes en el área del proyecto y sus inmediaciones, así como, de actividades asociadas a éstos.

Junto a lo anterior, se revisaron los instrumentos de planificación vigentes y su relación con el desarrollo turístico, tanto para la región, como para el área de estudio.

La delimitación espacial y territorial para este componente, considera las comunas de Illapel y Salamanca, las cuales son atravesadas por el canal, considerándolas como la menor sub división administrativa, que organiza los recursos y actividades turísticas en un territorio, a través del municipio respectivo.

8.3.1 Objetivo

El objetivo central de este capítulo es caracterizar los atractivos y recursos turísticos presentes en el área de estudio del proyecto.

Por su parte, los objetivos específicos son:

- Identificar y caracterizar la oferta turística, asociada a los atractivos naturales, planta turística, actividades recreacionales, rutas y/o circuitos turísticos que se encuentren en el área de estudio.
- Precisar los atractivos turísticos al interior de áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), Zonas de Interés Turístico (ZOIT), y corredores turísticos definidos por el Servicio Nacional del Turismo (SERNATUR), localizados dentro del área de estudio del proyecto.
- Identificar los instrumentos de desarrollo asociados al turismo a nivel comunal, provincial y regional.

8.3.2 Área de Estudio

El área de estudio se considera como unidad de delimitación espacial – territorial, la división político administrativa a nivel de comuna, ésta es la subdivisión administrativa mínima que organiza los recursos y actividades turísticas en un territorio a través de su municipio. De acuerdo a lo anterior, se define como escala de análisis la comuna intersectada por el canal Buzeta, Illapel y Salamanca, ubicadas en la provincia de Choapa, región de Coquimbo.

Excepcionalmente en algunos casos, debido a la envergadura del proyecto, esta área se reducirá a los sectores donde se emplazan las partes, obras y acciones del proyecto.

8.3.3 Metodología

La metodología para la elaboración de la línea base y posterior evaluación de impacto para el componente turismo, se orienta a comprender la dinámica de esta actividad desde una perspectiva comunal, con el fin de generar una síntesis de esta actividad y relacionarla con las partes, obras y acciones del proyecto. De esta manera, a través de la revisión bibliográfica e información levantada en servicios relacionados al turismo, se caracterizan los recursos naturales y culturales asociados a servicios turísticos orientados a un mercado local, regional, nacional e incluso internacional y que hacen posible el desarrollo de esta actividad.

8.3.3.1 Revisión Bibliográfica

Se realizó la recopilación de los antecedentes relacionados al turismo en el área de estudio del proyecto, considerando información existente en internet, verificando fuente y autor y en la incorporación de información disponible a la fecha, en los distintos servicios como: Gobierno Regional de Coquimbo, Servicio Nacional de Turismo, Ministerio de Planificación y Cooperación SERPLAC; I. Municipalidad de Illapel e I. Municipalidad de Salamanca.

a. Identificación de instrumentos de desarrollo relacionados con la actividad turística regional y comunal

Se identifican los instrumentos, que definen los lineamientos en materia turística y que rigen actualmente el desarrollo y promoción de esta actividad, tales como: Las Estrategias de Desarrollo Regional, Planes para el Desarrollo Turístico Regional, Planes de Desarrollo Comunales (PLADECO) y Planes Comunales de Turismo (PLADETUR), en el caso de que existan; en conjunto con programas e iniciativas que propone el Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), tanto a nivel regional y comunal y las que estén directamente relacionadas con el área de estudio de las obras, acciones y partes físicas del proyecto

b. Identificación de los recursos turísticos a nivel comunal

Se identifican y georreferencian los principales recursos turísticos, en torno a las cuales se organiza la actividad turística, y a aquellos que están identificados en los instrumentos de planificación por SERNATUR, además de las zonas de protección oficial que se relacionan con la actividad turística. De acuerdo a esto, los recursos turísticos se identifican los siguientes recursos:

- Zonas de Interés turístico (ZOIT)

Área de características esencialmente rural, amplia en extensión, donde junto a recursos turísticos relevantes, coexisten otros usos o actividades con una compatibilidad básica con estos. Los atractivos turísticos que ofrece, corresponden a una gama variada y contribuyen a conformar circuitos y/o áreas turísticas generalmente no explotadas, de carácter potencial. (SERNATUR, 2008).

- Áreas turísticas prioritarias

Áreas que constituyen espacios del territorio regional que presentan un desarrollo actual o potencial en el ámbito del turismo y en los cuales debiera focalizarse la gestión sectorial. Los criterios básicos para identificar las áreas son las condiciones de atracción turística, la existencia de facilitaciones para el desarrollo turístico y la dotación de infraestructura básica, además de otros servicios complementarios. Éstas fueron creadas el año 2001 como un compromiso adquirido por el Servicio Nacional de Turismo para la agenda de trabajo público – privada.

- Circuitos turísticos

Vía de conexión cuya función es importante para vincular zonas y áreas turísticas (SERNATUR, 2008). Circuito turístico se define también, como un eje de comunicaciones entre dos o más centros turísticos, que presenta en esquema longitudinal un alineamiento de instalaciones turísticas (Novo, 1983).

- Rutas escénicas

Caminos que se emplazan en zonas de gran valor paisajístico o ambiental, y cuyo propósito es preservar y proteger los corredores aledaños a ellos, ante el cambio estético que eventualmente pudieran sufrir debido a actividades no compatibles con el entorno.

- Rutas patrimoniales

Programa dirigido y organizado por el Ministerio de Bienes Nacionales que desarrolla y conserva terrenos fiscales con alto valor natural y cultural-histórico y ofrece interesantes alternativas de recreación en lugares bellos y poco accesibles de nuestro territorio. Son recorridos transitables a pie, bicicleta y/o cabalgata, que potencian el turismo sustentable y contribuyen a una identidad local. Cada ruta patrimonial está compuesta por una señalética de mínimo impacto y una guía con los datos imprescindibles sobre la ruta; localidades cercanas y puntos estratégicos del área. Con este material los visitantes están preparados para realizar los recorridos, seguros y autoguiados.

- Sendero de Chile

El proyecto impulsado para el Bicentenario que busca vincular a los chilenos y extranjeros con la diversidad natural, cultural, paisajística y étnica de nuestro país. El Sendero de Chile es coordinado por la Fundación Sendero de Chile y en su diseño y construcción participan múltiples actores públicos y privados, y varios servicios e instituciones públicas entre las cuales está SERNATUR a quien le corresponde potenciar la dimensión turística del proyecto Sendero de Chile, su promoción y difusión turística.

- Rutas Chile

Conjunto de itinerarios que reúnen los elementos más distintivos de nuestro país en materia geográfica, cultural, patrimonial y turística.

- Atractivo turístico

Los atractivos turísticos son todo lugar, objeto o acontecimiento de interés turístico (OEA, 1978), éstos pueden ser atractivos naturales o culturales. Así también, en el año 2010 la Ley N° 20.423 del Sistema Institucional para el Desarrollo del Turismo, define los atractivos turísticos como "elementos determinantes para motivar por si solos o en combinación con otros, la elección del destino de la actividad turística". La clasificación de SERNATUR corresponde a la aplicada por la Organización de Estados Americanos, CICATUR[1], presentada por la recopilación de todos los datos sobre los atractivos turísticos del área, ordenando los recursos en cinco categorías, subdivididas a su vez en tipos y subtipos.

8.3.3.2 Identificación de la oferta turística en el área de estudio

La oferta turística, se asocia a las componentes que se disponen en el mercado mediante procesos de gestión, desarrollados por los empresarios turísticos, por las propias municipalidades, entre otros actores. Sobre la base de lo anterior, se realiza la descripción de la oferta turística en el área de estudio, relacionada con las unidades identificadas anteriormente.

a. Planta turística

SERNATUR define como planta turística, al subsistema integrado por el equipamiento ([2]) y las instalaciones turísticas ([3]), que permiten al visitante cubrir sus necesidades básicas y disfrutar de los distintos atractivos del destino turístico elegido, donde existe la presencia del siguiente equipamiento para la permanencia del visitante: alojamiento, alimentación, transporte, comercio de apoyo y otros servicios complementarios.

b. Infraestructura turística

Infraestructura es la dotación de bienes y servicios básicos con que cuenta un país, que permita que un viaje sea cómodo y agradable. La infraestructura se clasifica en red de transportes (red ferroviaria y vial), terminales (aeropuertos, terminal de buses, puertos, entre otros), redes de servicios básicos (agua potable, electricidad) y redes de comunicaciones (correo, teléfonos, fax, internet) (Glosario de turismo, SERNATUR, 2008).

[1] Organización de Estados Americanos CICATUR, VI Curso Interamericano de planificación del Desarrollo Turísticos. México, 1979

[2] EQUIPAMIENTO TURÍSTICO: incluye todos los establecimientos administrados por la actividad pública o privada que prestan los servicios básicos al turista, tales como hoteles, restaurantes, transporte turístico, agencias de viajes, etc. (Boullón, 1985).

[3] INSTALACIONES TURÍSTICAS: todas las construcciones especiales (distintas a las del equipamiento) cuya función es facilitar la práctica de actividades netamente turísticas (Boullón, 1985).

c. Tipos de turismo y actividades turísticas

SERNATUR identifica los distintos tipos de turismo, de acuerdo a las características y motivaciones que impulsan a las personas a realizar desplazamientos turísticos, aunque un mismo viaje puede suponer dos o más tipos de motivaciones (SERNATUR, 2008). Se procede a la identificación, mediante los datos recabados en los acápites anteriores, de los tipos de turismo que se desarrolla en el área de estudio, clasificado según el atractivo explotado y las actividades involucradas. En cuanto a las actividades turísticas, para SERNATUR, la actividad en conjunto con los atractivos de un lugar, constituye la motivación básica del viaje. Se podría decir que no es posible un desarrollo turístico, si el visitante no puede realizar actividades, aunque en muchos casos se trate sólo de contemplar el paisaje. Por lo tanto, son aquellos actos que realiza el consumidor, los que permiten que acontezca el turismo (OEA, 1978). Tomando en cuenta estas definiciones, que se encuentran normadas por este organismo en el Glosario de Turismo 2008, se describen las actividades turísticas que se desarrollan en el área de estudio.

Una vez descrita y analizada la información levantada en el área de estudio del proyecto, se determina la relevancia turística mediante la identificación de los recursos turísticos: atractivos, planta y circuitos turísticos que muestran una relación directa con el emplazamiento de las obras.

8.3.4 Resultados

8.3.4.1 Revisión Bibliográfica

El área de estudio se encuentra inserta en la región de Coquimbo, la cual es definida por el Servicio Nacional del Turismo (SERNATUR), como la región que:

"reúne una serie de características que la hacen particularmente idónea para la actividad turística, lo que la ha llevado a convertirse en uno de los principales destinos turísticos del país.

En general, dispone de diversos atractivos que la destacan en el contexto nacional, presentando ventajas comparativas en el sector costero, al contar con un extenso litoral dotado de playas aptas para el baño, el descanso, la pesca y los deportes náuticos; además ofrece un atractivo único que son sus valles transversales, donde destacan los atractivos paisajísticos, culturales y las condiciones climáticas. Especial mención, merece la calidad del recurso cielo, que junto con atraer a importantes centros de investigación astronómicas, está posibilitando el desarrollo de un producto singular y de grandes proyecciones como es el "Turismo Astronómico", que en el mediano plazo, debiese convertirse en un producto turístico de exportación".

Los principales destinos turísticos de la región, por orden de importancia son los siguientes (Atlas Turístico de Chile – SERNATUR):

- La Serena y Coquimbo
- Valle del Elqui

- Ovalle y Parque Nacional Fray Jorge
- Los Vilos y Pichidangui

A continuación se describen los recursos turísticos, asociados al área de estudio y relacionados con el desarrollo de la actividad turística a nivel comunal.

a. Identificación de instrumentos de desarrollo relacionados con la actividad turística regional y comunal

- Estrategia Regional de Desarrollo Región de Coquimbo al 2020

La Estrategia Regional de Desarrollo, identifica como objetivo de la comunidad, que el turismo en la región asuma un papel protagónico, a fin de posicionarse como una Zona Turística de primer nivel tanto en el plano nacional como internacional, sobre la base de sus atractivos únicos de belleza natural, a su legado y patrimonio cultural, donde el turismo sea el eje principal de su desarrollo y su identidad.

- Plan para el Desarrollo Turístico de la Región de Coquimbo 2011-2014

El Plan de desarrollo turístico de la región de Coquimbo, destaca a esta región como una región que "en su conjunto reúne una serie de características que la hacen particularmente idónea para la actividad turística, las cuales la han llevado a convertirse en uno de los principales destinos turísticos del país"

Con el fin de fortalecer la actividad turística, la región apuesta por un trabajo en áreas definidas con el fin de lograr un mejoramiento de su competitividad y la diversificación de su oferta a través del desarrollo de diversos productos turísticos que responden a intereses especiales. Para ello estableció cuatro áreas a intervenir, de las cuales se destaca el área de la Cuenca del Choapa (Canela, Salamanca, Illapel, Los Vilos), por ser las más cercanas al área del proyecto. En estas áreas destacan el turismo de interés especial asociado a la astronomía, minería, enología y pisco, ecoturismo, turismo cultural, turismo de salud y de cruceros.

- Planificación de Desarrollo Comunal de Coquimbo. PLADECO (2013 - 2018)

El PLADECO reconoce un aumento del turismo tanto en el contexto nacional como internacional, debido a los accesos enfocados a sus atractivos naturales, siendo aventajada por su extenso litoral, aun así su comunidad lo cataloga como una comuna emergente en cuanto al turismo.

- Planificación de Desarrollo Comunal de Salamanca. PLADECO (2011 - 2015)

Se reconoce como una potencialidad el turismo debido a sus condiciones ambientales y climáticas favorables, permitiendo el desarrollo en condiciones de competitividad. Dentro de sus lineamientos principales se presenta promover la actividad turística de intereses especiales y la creación del Plan de Desarrollo Turístico Comunal (PLADETUR)

- Actualización Planificación de Desarrollo Comunal de Illapel. PLADECO (2009 - 2013)

Esta actualización presenta su proyección, de aquí a 5 años, la cual consiste en ser una ciudad turística basada en sus potencialidades culturales y naturales

8.3.4.2 Identificación de los recursos turísticos a nivel comunal

a. Zonas de Interés turístico (ZOIT)

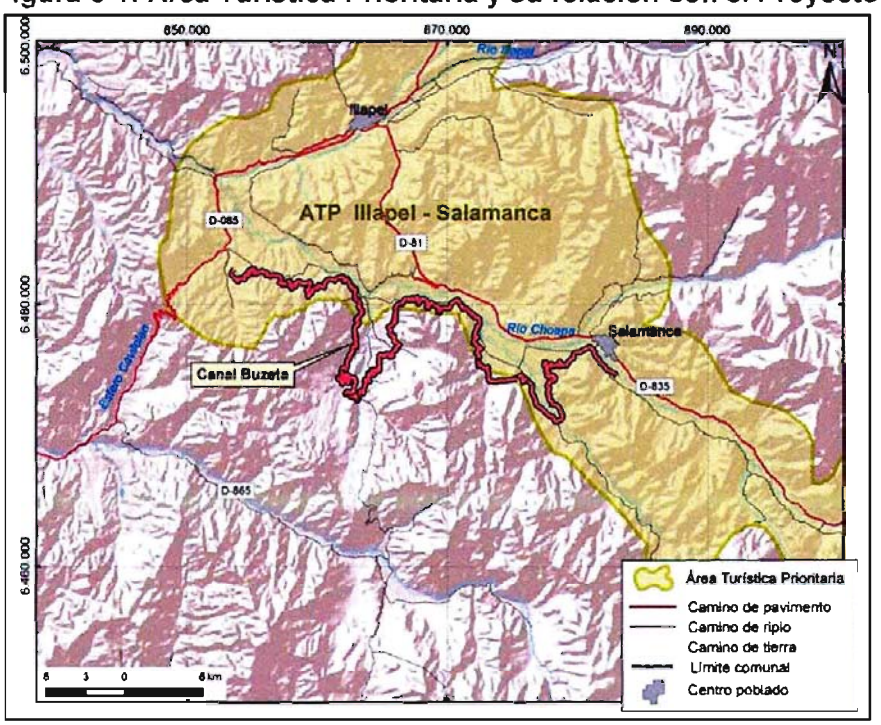
No existen ZOIT en la zona del proyecto, sin embargo en la región se identifica la ZOIT Valle del Elqui (Resolución Ex. N° 1.317 del 21/11/2007), la cual se localiza a más de 150 km del área donde se emplazarán las obras.

b. Áreas turísticas prioritarias

El área de estudio del proyecto se encuentra inserta dentro de la ATP "Illapel - Salamanca", abarcando las comunas de su nombre, los límites de dicha zona se muestran en la Lámina 4184-3000-CA- LAM-005 en Anexo.

Ésta ATP se caracteriza por sus inscripciones indígenas como petroglifos y geoglifos, además de la Reserva Nacional Las Chinchillas, estos atractivos hacen que sea una zona con diversidad turística. A continuación se muestra en la Figura 8-1 el emplazamiento del proyecto y el ATP Illapel Salamanca.

Figura 8-1: Área Turística Prioritaria y su relación con el Proyecto



Relación con el proyecto

El proyecto cruza la ATP "Illapel - Salamanca", la cual posee una superficie de 126.493,24 ha (Lámina 4184-3000-CA- LAM-005 en Anexo).

c. Circuitos turísticos

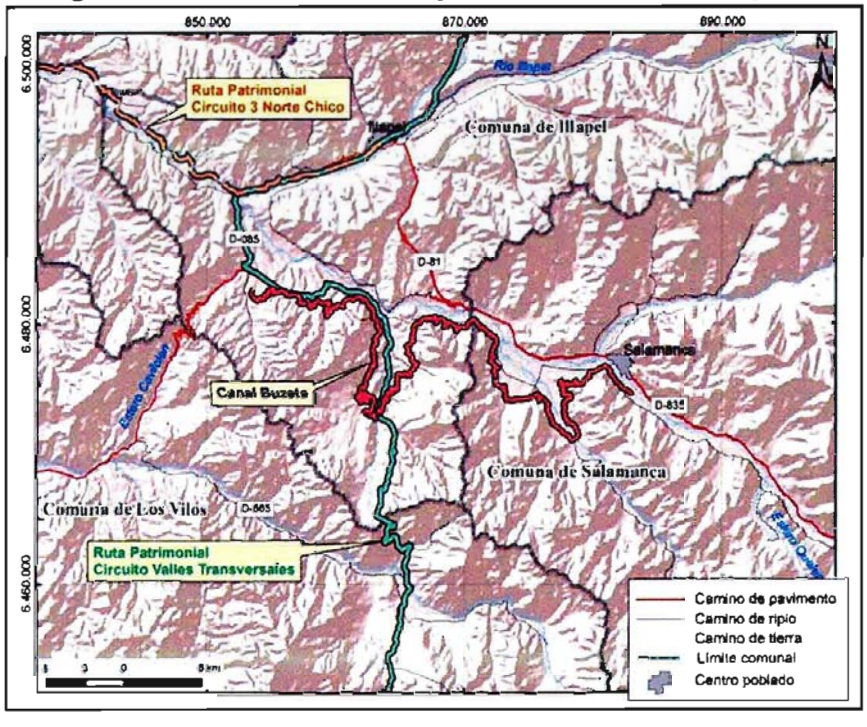
En el área de estudio se emplazan dos circuitos:

Circuito 3 Norte Chico, el cual presenta 6 hitos, los cuales corresponden a Playa Puerto Oscuro, Canela Baja, Capilla Carquindaño, Canela Alta, Los Pozoz y finalmente la Reserva Nacional Las Chinchillas.

Valles transversales / Los Andes Vicuña: Esta ruta posee una longitud de 574 km, abarca las regiones de Valparaíso y Coquimbo, se inicia en Los Andes hasta llegar a Vicuña recorriendo los valles divididos en siete tramos Los Andes- Putaendo; Putaendo – La Ligua; La Ligua - Illapel; Illapel- Combarbalá; Combarbalá – Ovalle; Ovalle- Samo Alto; Samo Alto – Vicuña.

A continuación en la Figura 8-2 se visualiza la ubicación de los circuitos y el emplazamiento del Proyecto.

Figura 8-2: Circuito Turístico y su relación con el Proyecto



Relación con el proyecto

El circuito Valles transversales / Los Andes Vicuña bordea parte del proyecto y una sección de él es atravesada por esta ruta (D-37-E). En cuanto al Circuito 3 Norte Chico, su tramo más cercano al proyecto presenta una distancia de aproximadamente 14 km (Lámina 4184-3000-CA- LAM-005 en Anexo).

d. Rutas escénicas

Dentro del área de estudio del proyecto no existen rutas escénicas.

e. Rutas patrimoniales

Las rutas Patrimoniales existentes coinciden con los circuitos turísticos de la zona esto se puede visualizar en la Figura 8-2.

Relación con el proyecto

Su relación con el proyecto es la misma que para los circuitos turísticos (Lámina 4184-3000-CA- LAM-005 en Anexo).

f. Sendero de Chile

Existe 1 sendero de Chile en el área de estudio, el cual corresponde al sendero Reserva Nacional Las Chinchillas, el cual se ubica en la comuna de Illapel y tiene una extensión de 4,9 km.

Relación con el Proyecto

Este sendero se ubica a 27 km aproximadamente de las obras del proyecto, no siendo intervenido por las obras y/o actividades el Proyecto.

g. Rutas Chile

Dentro del área de estudio del proyecto no existen Rutas Chile.

h. Atractivo turístico

El área de estudio se encuentra inserta en la región de Coquimbo la cual posee 309 atractivos turísticos relevantes, identificados por SERNATUR, a través de las fichas de atractivos turísticos 2012. Del total de la región, en el área de estudio se identificaron 19 atractivos, divididos entre la comuna de Salamanca (14) y la comuna Illapel (5).

Estos atractivos divididos por categoría, permiten comprobar que la mayor fortaleza turística de la región está dada por los museos, manifestaciones culturales históricas y los sitios naturales o atractivos de naturaleza (Atlas Turístico de Chile, SERNATUR). Los atractivos

turísticos identificados por SERNATUR en el área de estudio, se categorizan y distribuyen de la siguiente forma:

Tabla 8-11: Atractivos turísticos del área de estudio por categoría

Categoría	Porcentaje
Museos y manifestaciones culturales	10,53
Sitios naturales	36,84
Folclore	36,84
Realización técnica, científicas o artísticas contemporáneas	10,53
Centros o lugares de esparcimiento	-

Fuente: Fichas atractivos turístico SERNATUR, 2011,.

En cuanto al nivel de jerarquía que presentan estos atractivos, uno de ellos corresponden a una jerarquía nacional, 3 regional y 15 de jerarquía local (Fichas atractivos turístico. 2012, SERNATUR)[4]. A continuación en la Tabla 8-12 se detalla cada uno de los atractivos turísticos que existen en el área de estudio.

Tabla 8-12: Atractivos turísticos del área de estudio

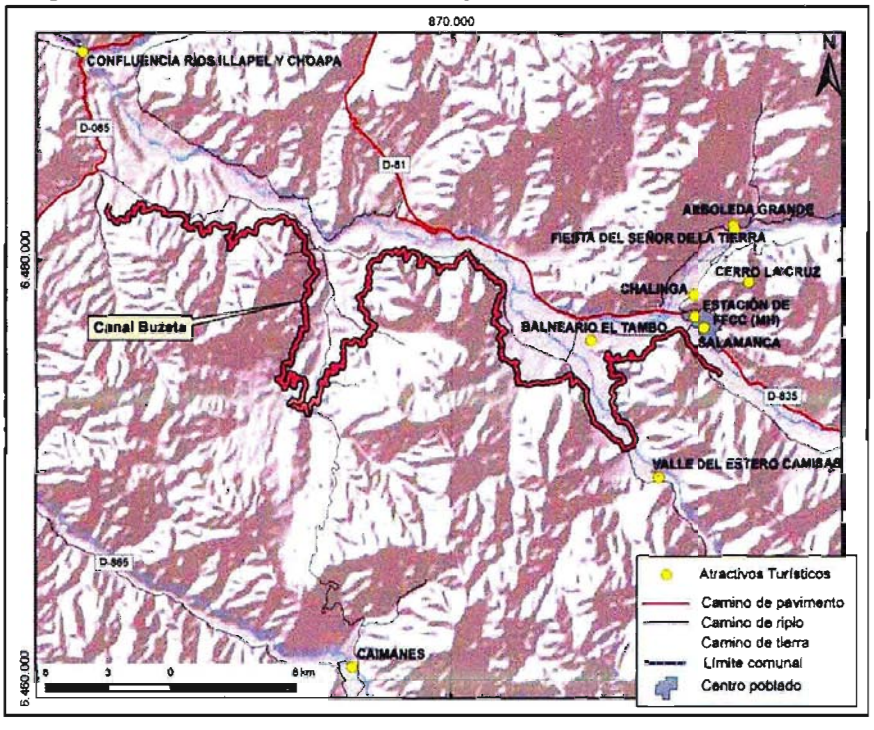
N°	Nombre del Atractivo	Categoría	Jerarquía
	Comuna de Illapel		
1	Confluencia ríos Illapel y Choapa	Sitio Natural	Local
2	Cuz Cuz	Folklore	Local
3	Huintil	Folklore	Local
4	Illapel	Realización Técnica, Científica o Artística Contemporánea	Regional
5	Reserva Nacional Las Chinchillas	Sitio Natural	Regional
	Comuna de Salamanca		
1	Arboleda Grande	Folklore	Local
2	Balneario El Tambo	Sitio Natural	Local
3	Cerro La Cruz	Museo o Manifestación Cultural	Local
4	Chalinga	Folklore	Local
5	Chillepin	Folklore	Local
6	Cuncumén	Folklore	Local
7	Estación de Ferrocarriles de Salamanca (MH)	Museo o Manifestación Cultural	Regional
8	Fiesta del Señor de La Tierra de Arboleda Grande	Acontecimiento Programado	Local
9	Lgna. Del Pelado	Sitio Natural	Local
10	Río Choapa	Sitio Natural	Local
11	Salamanca	Realización Técnica, Científica o Artística Contemporánea	Regional
12	San Agustín	Folklore	Local
13	Valle de Chalinga	Sitio Natural	Local
14	Valle del Estero Camisas	Sitio Natural	Local

Fuente: Fichas de Atractivos Turísticos de la Región de Coquimbo 2012

[4]Jerarquías 3 o Internacionales: atractivo excepcional y de gran significación para el mercado turístico internacional, motivan corrientes turísticas por sí solos – Jerarquía 2 o Nacionales: atractivo con rasgos excepcionales en un país, motivan corrientes por sí solos o en conjunto con otros atractivos – Jerarquía 1 o Regional: atractivo con algún rasgo llamativo, capaz de interesar a visitantes de larga distancia que viajen a la zona o de motivar corrientes locales a nivel regional – Jerarquía 0 o Local: atractivo sin méritos para ser incluido en ninguna categoría, pero que igualmente forman parte del patrimonio turístico local.
Fuente: SERNATUR. Anexo 4 Clasificación de atractivos turísticos.

A continuación en la Figura 8-3 se visualiza la ubicación de los atractivos turísticos más cercanos al emplazamiento del proyecto.

Figura 8-3: Atractivos Turísticos y su relación con el proyecto



Relación con el proyecto

En el área de emplazamiento del proyecto no existen atractivos turísticos, siendo los atractivos más cercanos los que distan a menos de 2 km de éste, correspondientes a Balneario el Tambo, Salamanca, Estación de Ferrocarriles de Salamanca (MH) y Chalinga (ver Figura 8-3 y Lámina 4184-3000-CA- LAM-005 en Anexo).

En relación a los eventos programados, se identifica sólo 1 correspondiente a la Fiesta del Señor de la Tierra de Arboleda Grande que se realiza el 6 de enero en la localidad del mismo nombre la cual se encuentra al Nororiente del emplazamiento del proyecto, el cual se relaciona con este evento por el uso de la ruta 41 CH.

8.3.4.3 Identificación de la oferta turística en el área de estudio

a. Planta turística

- Servicios de alojamiento

En cada comuna del área de estudio, se han diferenciado los alojamientos de la siguiente forma: hotel, hostal o residencial, cabañas, recinto de campamento o camping, complejo turístico, alojamiento familiar, aparthotel (Tabla 8-13), esta clasificación se encuentra en relación a la que SERNATUR presenta en su buscador de servicios turísticos. Este buscador se encuentra en proceso de actualización hasta el primer semestre de 2013[5]. En una sola de las dos comunas SERNATUR se registran alojamientos, pese a ello existen servicios de alojamiento e la comuna de Illapel, pero ellos no se encuentran catastrados por SERNATUR.

Tabla 8-13: Alojamiento Turístico

Tipo	Nombre	Dirección
Comuna de Salamanca		
Alojamiento familiar	Ghc Hospedaje	Galvarino 16 B , Salamanca
Hotel	Centro Turistico Taukan (Lodge)	Camino El Tebal 103

Fuente: Buscador Alojamiento Turístico actualizado a marzo, 2013, en www.sernatur.cl.

- Gastronomía

En cuanto a la alimentación, este Servicio se concentra en los sectores urbanos de las comunas, los cuales se encuentran catastrados por SERNATUR en su buscador de servicios turísticos.

A continuación en la Tabla 8-14, se identifican los servicios de alimentación por comuna.

Tabla 8-14: Servicio de alimentación en el área de estudio

Tipo	Nombre	Dirección
Comuna de Illapel		
Restaurant	Restaurant Multiespacio Miel Canela	Buin 491
	Roma Restobar	Constitucion 231
Comuna de Salamanca		
Restaurant	Restaurant Tebal	El Tebal S/N
Picada	Delicias De El Tebal	Camino Publico 108

Fuente: Buscador Servicio de alimentación actualizado a marzo, 2013 en www.sernatur.cl.

[5] Información proporcionada por SERNATUR Tarapacá, en oficina de información turística.

- Otros

– Agencias y/u operadores turísticos

Las agencias de viajes actúan como intermediario entre el proveedor de servicios y/o tour operador y el usuario final o cliente, entregándole asesoría para la planificación y compra de su viaje. Los servicios que comercializa una agencia de viajes son: alojamiento turístico, transporte aéreo, terrestre, fluvial, ferroviario u otro, actividades de turismo aventura, tours o circuitos, paquetes turísticos, entre otros (www.sernatur.c).

SERNATUR no registra servicios de agencias y/u operadores turísticos en las comunas de Illapel y Salamanca, pese a esto se estima que existen, pero estos no han sido catastrados.

– Guías de turismo

Los guías de turismo corresponden a personas, generalmente originarias del lugar, que poseen conocimiento, experiencia y competencia técnica para proporcionar orientación e información sobre el patrimonio cultural y natural, de los atractivos relacionados con el turismo, así como servicios de asistencia para la visita turística. Cabe señalar que la actividad de cada uno de estos, está asociada a la demanda actividades por parte del turista, existiendo cinco tipos de guías: guía de turismo general, guía especializada, guía de turismo local, guía de turismo de sitio y guía transferista.

Se registró sólo una persona que opera como guía catastrado en el buscador de servicios turísticos de SERNATUR en la comuna de Illapel, este presenta domicilio en sector urbano de la comuna. En la Tabla 8-15 se presenta el listado de las guías locales de turismo para las comunas de Iquique, Pozo Almonte y Pica.

Tabla 8-15 Listado de guías de turismo en el área de estudio

Nombre	Dirección
Comuna de Illapel	
Cristian Olivares Silva	Avda. Cuz Cuz 414

Fuente: Buscador guías de turismo actualizado en marzo de 2013, en www.sernatur.cl.

b. Infraestructura turística

- Transporte aéreo

En cuanto al transporte aéreo, en la región, pero fuera del área de estudio, se encuentra el Aeropuerto La Serena, localizado en la ciudad de La Serena el cual se conecta con las principales ciudades del país.

- Transporte marítimo

En la región, pero fuera del área de estudio, existe un terminal marítimo; el cual es el Puerto de Coquimbo,este se ubica en la ciudad de Coquimbo, es administrado por la Empresa Portuaria Coquimbo (EPCO). En diciembre de 2013 con el fin de potenciar a Coquimbo y a la Cuarta Región como destino turístico, y dando cumplimiento a lo establecido en el contrato de concesión, es que dentro de su plan de modernización Terminal Puerto de Coquimbo (TPC) contempló la construcción de un Terminal de Pasajeros, que permita recibir a los cruceros que llegan a la ciudad. Para ello se crearon en el mismo lugar espacios destinados a la información turística y dependencias para organismos públicos y privados, así como también, la instalación de un equipo rayos "x" para garantizar una óptima prestación de servicios por parte de la Aduana, Policía de Investigaciones y del Servicio Agrícola Ganadero (SAG).

Además, y con el fin de entregar una óptima experiencia a los visitantes en su llegada a la ciudad, es que la instalación cuenta con espacios destinados a promover la cultura.

- Transporte terrestre

El acceso terrestre a la región de Coquimbo es a través de la ruta 5 CH Norte (carretera Panamericana), trazada por el sector costero, la cual conecta las principales ciudades de la región del resto del país. En general, los principales caminos se encuentran asfaltados y en buen estado de conservación, como es el caso de la Ruta 5 Norte.

Otra ruta que penetra por los valles transversales hacia el Oriente y Poniente, conformando la estructura secundaria del sistema que comunica los poblados interiores y de los cuales destaca en el área de estudio la Ruta D-85 (Los Vilos – Illapel).

En cuanto a las rutas cercanas al proyecto se encuentra la ruta D-825 y la D-37-E que bordean parte del canal.

c. Tipos de turismo y actividades turísticas

La región apostó por productos turísticos asociados a las características de sus localidades, con el fin de fortalecer el turismo, creando diversos tipos de Turismo de Intereses Especiales (TIE)

- Turismo astronómico

Este turismo aprovecha la calidad del recurso cielo, junto con atraer a importantes centros de investigación astronómica, creando una identidad diferenciadora para la Región: la "Región Estrella".

Este tipo de turismo no se realiza en el área de estudio.

- Turismo minero

Involucra actividades vinculadas a los procesos productivos extractivos actuales y pasados que pretenden ser integrados a la oferta turística actual de la región de Coquimbo con circuitos y tours programados a sitios mineros, mineras activas o abandonadas; piques y socavones, trapiches, lavaderos de oro, minas de cuarzo y otras manifestaciones relacionadas con la minería de la región de Coquimbo.

En el área de estudio se consideran los siguientes recursos o puntos de interés para este tipo de turismo:

- **Illapel**
  Turismo Minero La Yesera
  Tres Valles
  Proyecto Museo Minero Farellón Sánchez

- **Salamanca**
  Los Pelambres

- Turismo enológico y del pisco

Se relaciona principalmente con el conocimiento *in situ* del proceso de elaboración del vino y licores, donde el turista visita las instalaciones de las bodegas y los viñedos, además de poder degustar cada uno de los productos enológicos que se le ha presentado con anterioridad.

En el área de estudio se consideran los siguientes recursos o puntos de interés para este tipo de turismo:

- **Illapel**
  Viña Orozco Illapel

- **Salamanca**
  Vinos Artesanales Salamanca

- Ecoturismo

Corresponde a un tipo de turismo que involucra un viaje hacia áreas naturales no contaminadas o relativamente poco alteradas con el propósito de estudiar, admirar y disfrutar del paisaje y sus plantas y animales salvajes, así como de la cultura local (Ceballos Lascuráin, 1988).

- **Illapel**
  Reserva Las Chinchillas

- **Salamanca**
  Manquehua

- Turismo cultural

El Turismo Cultural puede ser entendido como aquél en el que la principal motivación es conocer aspectos de la cultura (costumbres, arquitectura, manifestaciones artísticas, gastronomía, etc.) de los antiguos y/o actuales habitantes del lugar visitado. Este se puede dar tanto en el medio urbano como rural.

En el área de estudio se consideran los siguientes recursos o puntos de interés para este tipo de turismo:

- **Salamanca**
  San Agustín
  Poblado de Mincha

- Turismo de Salud

El Turismo de Salud es genéricamente un tipo de turismo que está enfocado a las personas interesadas en disfrutar de lugares donde encuentren su bienestar en forma integral (psíquico, físico y social) para mejorar su salud, ya sea en la curación de padecimientos crónicos, combatir adicciones, control de peso, reactivación orgánica general, entre otros.

El área de estudio no presenta recursos o puntos de interés para este tipo de turismo:

- Turismo de Cruceros

Se refiere a los viajes de placer en un velero o en un barco. En el sector turismo, el término "cruceros" generalmente se refiere a un crucero marítimo, que normalmente incluye viajes en barco con varios lugares de destino, donde se desembarca por un corto periodo de tiempo para visitar lugares turísticos en tierra.

En el área de estudios se identifican la existencia de Turismo Cultural (Ruta Camino a Gabriela Mistral) y de cruceros (Puerto de Coquimbo) el resto de los TIE se localizan en los valles.

El área de estudio no presenta recursos o puntos de interés para este tipo de turismo:

8.3.5 Conclusiones

El turismo de la región de Coquimbo, se encuentra incorporado en la planificación y promoción de los planes e iniciativas de desarrollo y planificación territorial a nivel gubernamental, entregándole a esta actividad un valor significativo como idea fuerza e imagen objetivo. Esto con el fin de definir una fuerte identidad regional, sostenida en el patrimonio histórico, natural y cultural, e incluir dichas características en el desarrollo del turismo de intereses especiales.

El área de estudio presenta el turismo como una potencial área a explotar, si bien existe un valor turístico en la cultura, arquitectura y sitios naturales presentes en la zona, se debe fortalecer. Sus actividades no interfieren con las rutas que comparte con el atractivo turístico intangible evento programado fiesta del señor de la Tierra de Arboleda Grande.

Se debe mencionar que el Proyecto se localiza dentro del Área Turística Prioritaria "Illapel - Salamanca", la cual debido a la envergadura del proyecto se estima no será alterada, pese a ello, en los próximos estudios a realizar para esta componente se debe considerar el análisis de este recurso turístico.

En cuanto a la oferta turística (planta turística), ésta se ubica en los sectores urbanos de las comunas de Illapel y Salamanca, quedando distante de las obras y rutas de uso del proyecto.

Por último, cabe mencionar que el emplazamiento de las obras que compone el proyecto, interactúa con tramos de rutas de uso común, que son reconocidos como circuitos turísticos por SERNATUR y que corresponden a la ruta D-37-E. Estos tramos serán definidos una vez que sus obras y actividades sean definidas.

8.4 PAISAJE

En la siguiente sección se presenta un análisis general de los aspectos visuales que componen el lugar de emplazamiento del proyecto, evaluando preliminarmente la componente ambiental de Paisaje para el proyecto.

El paisaje es un concepto amplio de lo que significa el entorno del hombre. Su percepción va más allá de una apreciación estética e involucra la interrelación de todos sus componentes espaciales y ambientales considerados, como recursos naturales y culturales del hombre. Para Busquets y Cortina (2009) y de acuerdo con el Convenio Europeo del Paisaje (CEP) se entenderá por "paisaje" cualquier parte del territorio tal como lo percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos. El paisaje puede ser definido como "el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas" (MOPT, 1993)."

8.4.1 Objetivo

Realizar una evaluación visual que permita establecer un valor escénico intrínseco del paisaje en estudio y el nivel de vulnerabilidad que presenta a las características del proyecto.

8.4.2 Área de Estudio

Se considera como área de estudio para esta componente el territorio visual de las obras del proyecto, las cuales se emplazan a lo largo del trazado del canal Buzeta.

8.4.3 Metodología

La metodología empleada consideró dos etapas de trabajo, la primera consistió en la descripción del área de influencia del proyecto, la cual se realizó en gabinete, y correspondió a la revisión de antecedentes, determinando el valor paisajístico de la zona. Una segunda etapa correspondió a la descripción del área de influencia para determinar la calidad visual del paisaje, para lo cual se realizó una visita a terreno en febrero de 2014, esto con el objetivo de reconocer el territorio involucrado y obtener el máximo de información posible a través del método de observación directa *in situ* (Litton, 1973), y se realizó análisis en gabinete donde se analizaron y evaluaron los datos obtenidos, en el cual se le asignan valores de mayor o menor dominancia visual a los principales componentes del Paisaje, asimismo se definieron y describieron las cuencas visuales con el apoyo de imágenes satelitales de *Google Earth* y la herramienta *Street View*.

El detalle de cada etapa se describe a continuación:

8.4.3.1 Descripción del Área de Influencia del Proyecto, para determinar el valor Paisajístico de la Zona

a) Identificación de Macrozona y Subzona del paisaje

- *Macrozona*

De acuerdo a SEA (2013), las macrozonas son el primer nivel jerárquico que corresponde a las grandes extensiones del país delimitadas por elementos geográficos tales como geomorfología, hidrografía, clima, vegetación y población, siendo coincidente con las grandes regiones bioclimáticas del país. Su escala de visualización corresponde al rango 1:500.000 a 1:250.000. Se reconocen en el país ocho macrozonas: Macrozona Norte Grande, Norte Chico, Central, Sur, Austral e Islas y Canales. Por lo anterior se identificó la macrozona paisajística del País en la que se encuentra el Proyecto.

- *Subzona*

Las subzonas corresponden al segundo nivel jerárquico, es decir, cada macrozona se compone de subzonas. Las subzonas también expresan una condición de paisaje intrínseco o real y se establecen mediante el reconocimiento de los grandes rasgos geográficos del territorio, coincidente con las principales geoformas: borde costero, cordillera de la costa, depresión intermedia en sus distintas variaciones, cuencas y valles transversales, cordillera de Los Andes, campos de hielo, grandes islas y archipiélagos. Su escala de visualización se sitúa en el rango 1:200.000 a 1:100.000. En base a lo anterior, se identificó la subzona en la cual se encuentra inserto el Proyecto.

b) Demarcación del emplazamiento del Proyecto

Corresponde a la ubicación del proyecto en el contexto territorial, el proyecto se muestra en una imagen satelital, ortofoto o fotografía aérea, de un rango de escala entre 1:10.000 a 1:5.000. Para no perder de vista el contexto general, en la misma cartografía se debe indicar el nombre de la macrozona y subzona en la cual se emplaza el proyecto. Por lo anterior, Se prosiguió con la localización del proyecto utilizando cartas topográficas, fotografías aéreas, imágenes Google Earth.

c) Atributos biofísicos del paisaje

Aquí se describen los principales atributos biofísicos del paisaje. Estos pueden identificarse y caracterizarse mediante el análisis de imágenes satelitales, fotos aéreas, fotografías panorámicas y bibliografía entre otras fuentes. Una vez localizado el Proyecto sobre una la proyección cartográfica se han identificado la existencia de singularidades si existen y comienza la descripción de los atributos biofísicos de la zona de emplazamiento del Proyecto, los atributos valorados fueron el relieve, suelo, agua, vegetación y fauna.

d) Valor paisajístico de la zona

Una vez identificados los atributos biofísicos del paisaje del área de estudio se valoraron a fin de determinar si la zona cuenta con valor paisajístico.

Finalmente a través de la recopilación de información en gabinete mediante la identificación de lugares de especial relevancia turística, cultural, histórica, natural y así como también sitios de conservación, de reservas o parques nacionales de la comuna y su cercanía al área del Proyecto, asimismo se revisaron otros estudios o evaluaciones que se encuentren en las cercanías del área del Proyecto, se generó una base sólida para el levantamiento de información en terreno, lo que ayuda a definir el carácter del paisaje del área circundante e identificar la existencia de receptores sensibles en el lugar.

Una vez identificados los atributos biofísicos del paisaje de la zona de emplazamiento del Proyecto, éstos deben valorarse a fin de determinar si la zona tiene o no valor paisajístico. En esta valoración se considera si uno, más de uno o el conjunto de sus atributos biofísicos otorgan a la zona una calidad que la hace única y representativa.

La Tabla 8-16 identifica cuando la característica de un determinado atributo biofísico otorga valor paisajístico a la zona. Debe considerarse que cuando un determinado atributo no presente la característica que sí otorga valor, no significa necesariamente que la zona carezca de valor paisajístico. Asimismo podrá bastar la concurrencia de una característica del atricuto para que una zona tenga valor paisajístico.

Tabla 8-16: Determinación de valor paisajístico según atributos

Tipo de Atributo	Característica que otorga valor
Relieve	Presencia de volcán, montaña, cerro isla o afloramiento rocoso de magnitud.
	Pendiente mayor al 15% y cambios abruptos de pendiente
	Orientación: No aplica
Suelo	Rugosidad baja (suelo liso) rugosidad alta (suelo rugoso)
	Tipo: no aplica
Agua	Abundancia alta o media
	Calidad limpia o transparente
	Ribera o zona ripariana con vegetaciòn
	Movimiento de agua y salto de agua
Vegetación	Cobertura alta o media
	Temporalidad Permanente
	Diversidad alta o media
	Màs de un estrato de vegetaciòn
	Follaje caducto o mixto
Fauna	Presencia alta o media
	Diversidad alta o media
Nieve	Cobertura alta o media
	Temporalidad permanente.

Fuente: Guía Evaluación Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEIA. SEA 2013.

8.4.3.2 Descripción del área de influencia para determinar la calidad visual del paisaje

Para la descripción del área de influencia para determinar la calidad visual del paisaje, se realizó una visita a terreno con fecha febrero de 2014, con el objetivo de realizar el reconocimiento e identificación del área donde se encuentra inserto el Proyecto, correspondiente al mejoramiento del Canal Buzeta. En base a la información levantada en terreno se siguieron los siguientes pasos metodológicos los que se describen a continuación:

a) Puntos de observación

Se definen los Puntos de Observación (PO) basándose en la accesibilidad física y visual (condiciones de intervisibilidad) del territorio, favoreciendo la posición del observador, tanto superior como inferior. Estos puntos se distribuyen en forma equitativa en los sectores del proyecto, cubriendo de esta manera toda el área de estudio (siempre y cuando los caminos de acceso así lo permitan).

b) Cuenca Visual

Para delimitar la Cuenca Visual (CV), entendiéndose ésta como "el conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación, es decir, el entorno visual de un punto" (Tévar, 1996), se procedió a efectuar una observación directa *in situ*, recorriendo el área del proyecto. Las cuencas visuales corresponden a las áreas visualmente percibidas desde un punto, para ello se contó con el apoyo de rayos visuales proyectados desde uno o más puntos, Luego se realizó un trabajo en gabinete, correspondiente a la revisión de antecedentes, donde se definieron y describieron las cuencas visuales con el apoyo de imágenes satelitales de *Google Earth* y la herramienta *Street View*.

Los aspectos de la cuenca visual se analizaron según las siguientes características visuales:

- Forma de la cuenca: Se relaciona con la figura geométrica de su delimitación en planta. Su importancia radica en que es un elemento categorizado por las condiciones visuales del territorio. Se distinguen tres tipos de forma: "circular" (redondeada), "alargada" e "irregular".
- Tipos de vista: Se relaciona con el paisaje que es contemplado de una sola vez sin girar la mirada; estas son: "panorámicas" cuando se percibe hasta los planos lejanos; "focalizados", donde las vistas convergen hacia un punto; y "cerradas", donde se perciben los primeros y segundos planos.
- Tamaño de la cuenca: Se relaciona con la cantidad de área vista desde los puntos de observación. El tamaño se expresa en términos de grande, mediana y pequeña.
- Compacidad de la cuenca: Se define como la mayor o menor cantidad de zonas ocultas o zonas no vistas.

c) Unidades de Paisaje

Para determinar las Unidades de Paisaje (UP), nos referimos al reconocimiento de porciones de territorio que tienen apariencia homogénea, la cual es resultante de la combinación de sus atributos visuales. Corresponden a porciones del territorio poseedoras de un mismo carácter, basada fundamentalmente en:

- *Elementos que estructuran el territorio*: cerros, red de caminos, ríos y cuencas fluviales.
- *Elementos que determinan su utilización*: suelos agrícolas, forestales o urbanos, y que dan lugar a las diferencias de percepción por sus colores, formas, que configuran las diferentes texturas paisajísticas.
- *Las dinámicas* que han contribuido o que contribuyen en la actualidad a modelar la imagen actual.
- *La tradición cultural e histórica valorando las relaciones que se establecen entre la población y su paisaje:* Proximidad, vínculos emocionales, sentimiento de pertenencia.

Finalmente Unidad de Paisaje se determina como la parte del territorio caracterizada por una combinación específica de componentes paisajísticos de naturaleza ambiental, estética y cultural, sujeta a dinámicas espaciales claramente identificables que le confieren una identidad diferenciada del resto del territorio.

d) Calidad Visual

Para la evaluación de la Calidad Visual del paisaje se ocupó la metodología propuesta por SEA (2013), donde se describen y valoran los atributos biofísicos (relieve, suelo, agua, vegetación, fauna y nieve), los atributos estructurales (diversidad paisajística y naturalidad) y los atributos estéticos (forma, textura y color) de cada unidad de paisaje.

Para la determinación de la calidad visual del paisaje se siguieron los siguientes pasos metodológicos:

- *Caracterización de los atributos visuales*

  Se realizó la caracterización de los atributos visuales, de cada unidad de paisaje, en base a las tablas 1, 2 y 3 presentadas en la "Guía de evaluación de impacto ambiental valor paisajístico en el SEIA", las variables de los atributos se mencionan a continuación:

  - Atributos Biofísicos:

  Relieve: percepción visual de las variaciones geomorfológicas del paisaje en función de su tipo, pendiente y orientación
  Suelo: Percepción visual de la superficie del terreno descrita en función de su rugosidad
  Agua: percepción visual de cuerpos y cursos de agua en función de su tipo, ribera, movimiento, abundancia y calidad

Vegetación: percepción visual de la vegetación reconocible en función de su cobertura, temporalidad, diversidad, calidad, estrato y follaje.
Fauna: percepción visual de organismos vertebrados e invertebrados en el paisaje, reconocibles en función de su presencia y diversidad.
Nieve: percepción visual de superficies nevadas en el paisaje, reconocibles a partir de su cobertura y temporalidad.

- Atributos Estructurales

Diversidad Paisajística: percepción visual de la variedad de atributos en el paisaje en relación a su heterogeneidad y singularidad
Naturalidad: percepción visual de la condición natural del paisaje.

- Atributos Estéticos

Forma: percepción visual de las formas del paisaje, reconocibles a partir de su diversidad
Color: Percepción visual de la gama cromática del paisaje, reconocible en función de su diversidad y contraste
Textura: percepción visual de la relación entre a luz y sombra de la superficie del paisaje, en función de su granulometría y diversidad

- *Evaluación de la calidad visual del paisaje*

En esta etapa se pondera los atributos visuales identificados en el punto anterior, para cada unidad de paisaje, la ponderación se realiza en base a las Tablas 6, 7 y 8 de la "Guía de evaluación de impacto ambiental valor paisajístico en el SEIA", donde se valoran los atributos del paisaje en destacada, alta, media y baja según la macrozona donde se encuentre el Proyecto. Las tablas de valoración utilizadas son las siguientes:

Tabla 8-17: Calidad Visual del Paisaje según atributos Biofísicos

Atributo	Zona	Calidad visual			
		Destacada	Alta	Media	Baja
Relieve	País	Montaña. Volcán o afloramiento rocoso, pendiente sobre el 30%	Colina o cerro isla, pendiente sobre el 30%	Colina o cerro isla, pendiente entre el 15 y 30%	Valle, pendiente bajo el 15%
Suelo	País	Rugosidad Alta	Rugosidad Baja	Rugosidad Media	
Agua	Norte Chico	Presencia de agua, abundancia alta o media, ribera con mucha vegetación y calidad limpia o transparente	Presencia de agua, abundancia media o baja, ribera con vegetación y cualquier calidad	Presencia de agua abundancia baja, ribera sin vegetación y calidad limpia o transparente.	Sin agua.
Vegetación	Norte Chico	Presencia con cualquier cobertura sobre el 30% permanente, estrato arbóreo o	Presencia con cualquier cobertura sobre el 30% permanente, estrato arbustivo o herbáceo y	Presencia con cualquier cobertura menor al 30%, ocasional o estacional estrato arbustivo o	Presencia con cualquier cobertura menor al 10%, estrato

Atributo	Zona	Calidad visual			
		Destacada	Alta	Media	Baja
		arbustivo y diversidad alta.	diversidad media o alta.	herbáceo y diversidad media	herbáceo y diversidad baja
Fauna	País	Presencia alta y diversidad alta.	Presencia media y diversidad media	Presencia media y diversidad baja	Presencia nula (sin fauna visible)
Nieve	Norte Chico	Presencia con cualquier cobertura y temporalidad permanente	Presencia con cualquier cobertura sobre 50% y temporalidad estacional		

Fuente: Guía Evaluación Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEIA, SEA 2013,

Tabla 8-18: Calidad Visual del Paisaje según atributos Estructurales

Atributo	Calidad visual			
	Destacada	Alta	Media	Baja
Diversidad Paisajística	Heterogeneidad alta y singularidad alta	Heterogeneidad alta y singularidad media	Heterogeneidad media y singularidad media Heterogeneidad baja y singularidad media	Heterogeneidad baja y singularidad nula
Naturalidad	Cualidad antrópica nula	Cualidad antrópica baja	Cualidad antrópica media	Cualidad antrópica alta

Fuente: Guía Evaluación Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEIA, SEA 2013,

Tabla 8-19: Calidad Visual del Paisaje según atributos Estéticos

Atributo	Calidad visual			
	Destacada	Alta	Media	Baja
Forma	Diversidad Alta	Diversidad Media		Diversidad Baja
Color	Diversidad Alta Contraste Alto	Diversidad Alta y Contraste Medio	Diversidad Media y Contraste Medio; Diversidad Media y Contraste Bajo; Diversidad Baja y Contraste Media	Diversidad Baja y Contraste Bajo
Textura	Grano Grueso y Diversidad Alta		Grano Medio y Diversidad Alta; Grano Fino y Diversidad Media	Grano Fino y Diversidad Baja

Fuente: Guía Evaluación Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEIA, SEA 2013,

- *Categorías de calidad visual*

El resultado de la ponderación de la evaluación de la calidad del paisaje, nos entregan las categorías de calidad visual del paisaje, estas categorías son 4, las cuales se describen a continuación en la Tabla 8-20.

Tabla 8-20: Categorías de Calidad Visual

Categoría	Requisitos
Paisaje de Calidad Destacada	Uno o más de sus atributos visuales se valoran como destacados.
Paisaje de Calidad Alta	Más del 50% de los atributos se valoran en la categoría alta. Igualmente, si se valoran los atributos en igual cantidad en las categorías alta y media y ningún atributo en categoría baja, entonces el paisaje presenta una calidad visual alta.
Paisaje de Calidad Media	Más del 50% de los atributos en la categoría media. Igualmente, si se valoran los atributos en las categorías alta y media en igual cantidad y un atributo en la categoría baja, entonces el paisaje presenta una calidad visual media.
Paisaje de Calidad Baja	Más del 50% de los atributos se valoran en categoría baja. Igualmente si se valoran los atributos en igual cantidad en las categorías media y bajas y ningún atributo en la categoría alta, entonces el paisaje presenta una calidad visual baja.

Fuente: Guía Evaluación Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEIA, SEA 2013,

Esta evaluación da como resultado cuatro (4) tipos de calidades visuales; paisaje de calidad: Destacada, Alta, Media y Baja.

8.4.4 Resultados

8.4.4.1 Descripción del Área de Influencia del Proyecto, para determinar el valor Paisajístico de la Zona

a) Macrozona

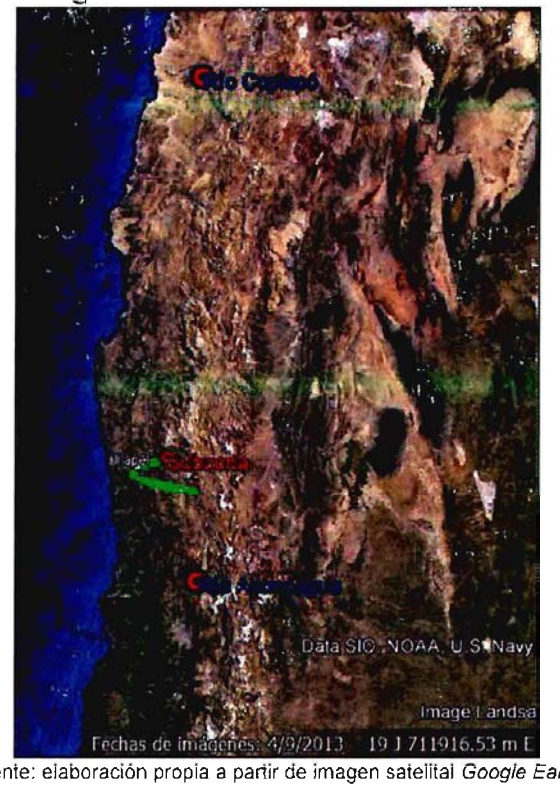
El paisaje donde se inserta el mejoramiento de las obras del Canal Buzeta se ubican en la macrozona "Norte Chico", esta macrozona se ubica desde el río Copiapó por el límite Norte hasta el río Aconcagua por el límite Sur.

b) Subzona

El área de estudio se ubica en la subzona Valle Transversal del río Choapa, este valle se encuentra entre la ciudad de Illapel y la cordillera de Los Andes cerca del límite con Argentina. Este valle se caracteriza por ser el más estrecho entre los valles transversales, y en su curso medio se encajona para posteriormente formar un amplio sector de terrazas fluviales en su desembocadura donde se mezcla con planicies costeras, la localidad de Huentelauquén - Canela.

En la Figura 8-4 se presenta la Macrozona Norte Chico. Se puede apreciar en color verde la Subzona Valle Transversal del río Choapa.

Figura 8-4: Macrozona Norte Chico

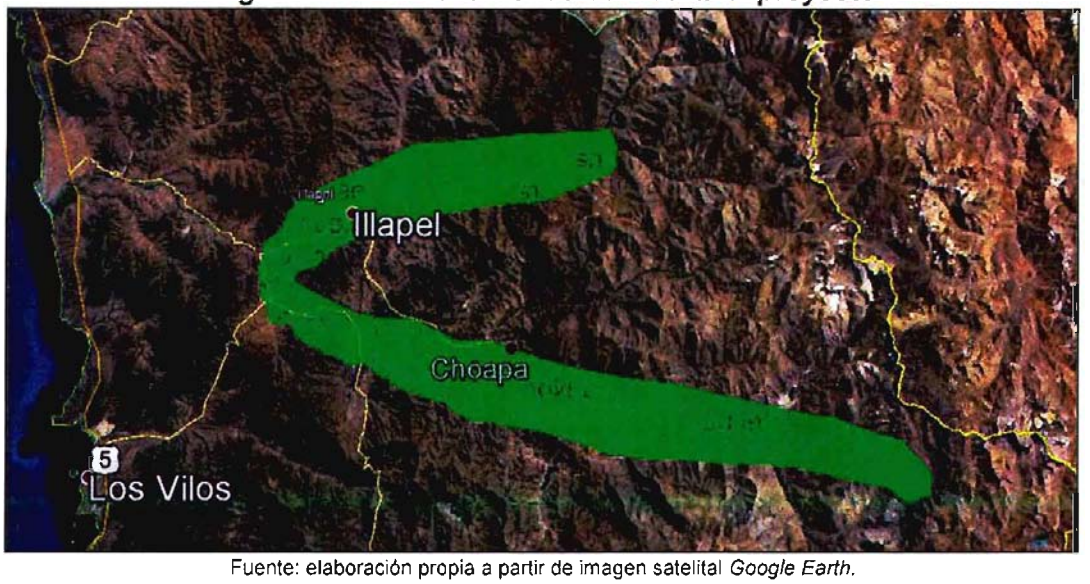


Fuente: elaboración propia a partir de imagen satelital *Google Earth*.

c) Demarcación Emplazamiento del proyecto

En la Figura 8-5 se muestra el área del emplazamiento del proyecto, en el cual se encuentra el canal Buzeta.

Figura 8-5: Subzona donde se inserta el proyecto



Fuente: elaboración propia a partir de imagen satelital *Google Earth.*

d) Atributos biofísicos del proyecto

El proyecto se inserta en las comunas de Illapel y Salamaca, donde el paisaje corresponde a presentan llanos de sedimentación fluvial y adquiere rasgos abruptos producto de la erosión lineal con que el río Choapa que corta la compleja orografía, donde se aprecian numerosas gargantas excavadas en la roca viva. En esta zona se producen las principales confluencias de ríos y quebradas, que aportan recursos hidrológicos óptimos para el desarrollo agrícola. Se produce un retroceso de las laderas de los cerros producto de la erosión y en consecuencia una mayor extensión de las tierras llanas, y por último, existe un importante relleno aluvial con materiales de acarreo escalonados en terrazas.

En el sector del proyecto se distinguen formas características de los valles fluviales; se trata de formas amplias y de baja pendiente, se caracterizan por presentar sistema de terrazas rodeadas por cerros, las que son aprovechadas por la actividad agrícola y el asentamiento de pequeños poblados. El relieve está dominado por colinas suaves y fondos de valles planos, asimismo la vegetación se presenta alrededor del canal con formaciones de matorrales, y cactáceas. La presencia de fauna es baja al igual que su diversidad, la que está representada principalmente por aves y reptiles. En relación a los cursos de agua, solo se observa el curso del canal con abundancia media de agua.

Fotografía 8-22: Canal Buzeta

Fotografía 8-23: Canal Buzeta

Fotografía 8-24: Canal Buzeta

Fotografía 8-25: Canal Buzeta

e) Identificación del Valor paisajístico de la zona

En base a los atributos biofísicos descritos anteriormente en la siguiente Tabla 8-21 se identifica si existen características de los atributos biofísicos que otorguen valor paisajístico a la zona.

Tabla 8-21: Valor Paisajístico según atributos biofísicos

Tipo de Atributo	Característica que otorga valor	Área del Proyecto
Relieve	Presencia de volcán, montaña, cerro isla o afloramiento rocoso de magnitud.	No
	Pendiente mayor al 15% y cambios abruptos de pendiente	No
	Orientación: No aplica	No aplica
Suelo	Rugosidad baja (suelo liso) rugosidad alta (suelo rugoso)	No
	Tipo: no aplica	No aplica
Agua	Abundancia alta o media	Sí, abundancia media
	Calidad limpia o transparente	No

Tipo de Atributo	Característica que otorga valor	Área del Proyecto
	Ribera o zona ripariana con vegetaciòn	No
	Movimiento de agua y salto de agua	Sí, Movimiento lento de agua
	Cobertura alta o media	Sí, cobertura media
	Temporalidad Permanente	Sí, Permanente
Vegetación	Diversidad alta o media	Sí, diversidad media
	Màs de un estrato de vegetaciòn	
	Follaje caducto o mixto	No
Fauna	Presencia alta o media	No
	Diversidad alta o media	No
Nieve	Cobertura alta o media	No
	Temporalidad permanente.	No

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados de la Tabla anterior se identifica que el área donde se inserta el proyecto posee valor paisajístico, el cual se da por la presencia de vegetación y agua.

8.4.4.2 Descripción del área de influencia para determinar la calidad visual del paisaje

a) Puntos de Observación

Para el área de estudio se identificaron cinco (5) Puntos de Observación (PO) desde los cuales se analizó la condición de exposición visual del proyecto desde las principales rutas a las que puede tener acceso un observador común. Esto se realizó en terreno, complementado con la imagen de *Google Earth*. Se identificaron los puntos con mayor exposición visual. Los puntos de observación se muestran en la Tabla 8-22 y se detalla su ubicación geográfica en coordenadas UTM (datum WGS84, huso 19).

Tabla 8-22: Coordenadas UTM de los Puntos de Observación para el proyecto

Puntos de Observación	Este	Norte
1	314.440	6.480.217
2	311.645	6.481.713
3	302.374	6.485.700
4	295.242	6.477.132
5	287.250	6.486.500

Fuente: elaboración propia

b) Cuenca Visual

Para este estudio se identificaron dos (2) cuencas visuales entendiéndolas como zonas visibles desde uno o más puntos de observación.

La Cuenca Visual 1 (CV1) pertenece a la vista del canal Buzeta desde la Ruta D-37E. El tamaño de la CV es pequeña, su forma es redondeada y posee vistas cerradas, esta CV tiene una dirección Sur. La compacidad en la CV es baja (ver Fotografía 8-26).

Fotografía 8-26: Vista parcial de la CV1 desde el PO 4 hacia el Sur

Fuente: elaboración propia a partir de imagen satelital *Google Earth.*

La Cuenca Visual 2 (CV2) pertenece al término del canal Buzeta y la vista es obtenida desde la ruta D-37 E, el tamaño de la CV2 es mediana, su forma es alargada – ancha y posee vista panorámica, esta CV tiene una dirección Suroeste. La compacidad es mayor (ver Fotografía 8-27).

Fotografía 8-27: Vista parcial de la CV2 desde el PO5 hacia el Suroeste

Fuente: elaboración propia a partir de imagen satelital *Google Earth.*

c) Unidades de Paisaje

Una vez analizadas las cuencas visuales en el área de estudio, se determinó la existencia de tres (3) Unidades de Paisaje (UP), correspondientes a:

UP 1: Terrenos Agrícolas
UP 2: Laderas y formaciones vegetacionales
UP 3: Área Urbana

e) Calidad Visual

A continuación se muestran los resultados de la evaluación de la calidad visual para cada Unidad de Paisaje y de acuerdo a sus atributos (ver Tabla 8-23)

Tabla 8-23: Calidad Visual de las UP

Atributos	UP 1 Terrenos Agrícolas	UP 2 Laderas y formaciones vegetacionales	UP 3 Área Urbana
Atributos Biofísicos			
Relieve	Baja	Media	Baja
Suelo	Media	Media	Baja
Agua	Baja	Alta	Baja
Vegetación	Baja	Alta	Baja
Fauna	Baja	Media	Baja
Nieve	No aplica	No aplica	No aplica
Atributos Estructurales			
Diversidad Paisajística	Media	Media	Baja
Naturalidad	Baja	Media	Baja
Atributos Estructurales			
Forma	Media	Media	Media
Color	Media	Media	Media
Textura	Baja	Media	Media
Calidad Visual	**Baja**	**Media**	**Baja**

Fuente: Elaboración Propia.

En base a lo indicado a lo anterior, las Unidades de Paisaje 1 y 2 presentan baja calidad visual ya que más del 50% de los atributos se valoran en categoría baja.

La Unidad de Paisaje 2, correspondientes a la zona de laderas y formaciones vegetacionales presenta una calidad visual media, ya que más del 50% de los atributos en la categoría media. Igualmente, si se valóran los atributos en las categorías alta y media en igual cantidad y un atributo en la categoría baja, entonces el paisaje presenta una calidad visual media.

8.4.5 Conclusiones

El Proyecto se corresponde a una zona de canal de regadío, donde esta obra es parte de la tipografía del paisaje, el cual ha sido utilizado por la actividad agrícola, el que a su vez comparte las laderas y pendientes con formaciones vegetacionales en su mayoría arbóreas y herbáceas a un lado del canal, y en el otro lado destacan la presencia de plantaciones agrícolas y localidades menores. El sector destaca por ser un valle cerrado, el cual está circunscrito alrededor de cerros redondeados.

Las unidades de paisaje correspondientes a terrenos agrícolas (UP 1) y área urbana (UP 2) presentan baja calidad visual.

La Unidad de Paisaje 2, correspondientes a la zona de laderas y formaciones vegetacionales presenta una calidad visual media.

8.5 PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

Esta sección evalúa ambientalmente el patrimonio cultural presente en el área de estudio de del proyecto, ubicado en las comunas de Illapel y Salamanca.

El patrimonio cultural está constituido por los recursos culturales de un determinado lugar, y la valoración que de ellos hace una comunidad humana dada. Los recursos culturales, por su parte, son todos aquellos rasgos físicos muebles e inmuebles que se puedan asociar o son resultado de actividades humanas, quedando incluidos dentro de esta categoría los sitios, estructuras y objetos de naturaleza arqueológica, histórica y antropológica (Fowler, 1982).

Los recursos culturales en general, y los sitios arqueológicos en particular, son por definición únicos y no renovables, por lo que cualquier daño o pérdida de éstos es irreversible. Es justamente para asegurar que ante la proyección y ejecución de obras de infraestructura e inversión los vestigios del pasado sean debidamente resguardados o, en su defecto, el impacto sobre ellos sea mitigado, que en la actualidad existen ciertos cuerpos legales que regulan y protegen el Patrimonio Cultural de nuestra nación, y además se hace necesario incluir en la fase de diseño de los proyectos de desarrollo económico los estudios de impacto y la evaluación y diagnóstico del patrimonio cultural.

8.5.1 Antecedentes Generales

8.5.1.1 Patrimonio Cultural

El patrimonio cultural está constituido por los recursos culturales de un determinado lugar, y la valoración que de ellos hace una comunidad humana dada. Los recursos culturales, por su parte, son todos aquellos rasgos físicos muebles e inmuebles que se puedan asociar o son resultado de actividades humanas, quedando incluidos dentro de esta categoría los sitios, estructuras y objetos de naturaleza arqueológica, histórica y antropológica (Fowler, 1982).

En ocasiones, la proyección y ejecución de proyectos de inversión públicos y privados, conlleva un impacto ineludible sobre los recursos culturales y, por lo tanto, sobre el patrimonio cultural de la nación. Dada la ubicación de los sitios arqueológicos e históricos, sobre o bajo la superficie terrestre, estos resultan muchas veces afectados por obras de infraestructura o desarrollo que contemplan la remoción o alteración de un cierto territorio.

Los recursos culturales en general, y los sitios arqueológicos en particular, son por definición únicos y no renovables, por lo que cualquier daño o pérdida de éstos es irreversible. Es justamente para asegurar que ante la proyección y ejecución de obras de infraestructura e inversión los vestigios del pasado sean debidamente resguardados o, en su defecto, el impacto sobre ellos sea mitigado, que en la actualidad existen ciertos cuerpos legales que regulan y protegen el Patrimonio Cultural de nuestra nación.

Tanto la Ley 19.300 modificada por la Ley 20.417 como su Reglamento y otros acuerdos internacionales sobre el patrimonio cultural (por ej. política de manejo de recursos culturales del Banco Mundial) señalan la necesidad imperiosa de incluir en la fase de diseño de los proyectos de desarrollo económico los estudios de impacto y la evaluación y diagnóstico del

patrimonio cultural. Esta temprana incorporación en el diseño de un proyecto permite optimizar la fase de implementación de los mismos, ahorrando tiempo y dinero en su ejecución al mismo tiempo que permite prever el daño al patrimonio permitiendo prevenir o mitigar el daño a los recursos culturales amenazados.

8.5.1.2 Plan de Manejo de los Recursos Culturales

Para poder definir un plan de manejo es necesario comenzar elaborando una línea de base de los recursos culturales presentes en una determinada zona. Construir un inventario o catastro de los recursos arqueológicos presentes permite conocer la existencia de tales recursos, y permite divulgar y hacer pública su existencia entre todas las personas que acceden y desempeñan actividades en dicho territorio con el fin de prevenir su destrucción y/o alteración.

Si la línea de base para un determinado sector es elaborada en un estado inicial del proyecto, se puede lograr que los diseños y trazados de las obras de infraestructura se realicen en consideración a la ubicación de los recursos culturales, buscando el menor impacto posible sobre ellos, o bien, permitiendo diseñar trabajos sistemáticos de rescate de los mismos.

En aquellos casos en que se conozca de antemano que un determinado sitio arqueológico será impactado directamente de forma irreversible, en su totalidad o en alguno de sus componentes, su mitigación exigirá necesariamente un trabajo de rescate arqueológico. Este rescate permitirá recoger y conservar para el futuro toda la información contenida en un yacimiento arqueológico y que amenaza con perderse por la acción de intervenciones no especializadas.

El rescate requiere, a su vez, de un cuerpo de datos previo que dé cuenta de la existencia, características y dimensiones del o los sitios comprometidos. Para ello es necesaria una actividad planificada que debe ser realizada con anterioridad a la intervención y que habitualmente se denomina Ampliación de Línea de Base, ya que implica actividades adicionales a las realizadas en el marco de la inspección visual o prospección original.

Vale decir, un adecuado manejo de los recursos culturales exige la realización de una estrategia planificada que contemple a lo menos tres etapas de investigación y análisis:

a) Prospección sistemática tendiente a la generación de una Línea de Base de los recursos culturales.
b) Valoración de los sitios arqueológicos identificados previamente o realización de una Ampliación de Línea de Base.
c) En caso de ser necesario, rescate de las evidencias patrimoniales amenazadas por un proyecto de inversión, lo que implica excavaciones sistemáticas extensivas.

La presente sección es el resultado de la implementación de la primera de estas tres etapas, enmarcada dentro un estudio de prefactibilidad para el proyecto indicado.

8.5.2 Objetivos

El levantamiento de esta información tiene como finalidad determinar la existencia de elementos de carácter patrimonial en los sectores del proyecto, específicamente donde se realizaran trabajos o movimientos de tierra. En base a los resultados del análisis de la información levantada y de acuerdo a las definiciones aportadas por la legislación vigente, se deberá elaborar medidas tendientes a proteger estos restos, de modo de contribuir a la evaluación del proyecto.

Por su parte, los objetivos específicos corresponden a los siguientes:

A) Identificación, sobre la base de vestigios superficiales, de sitios arqueológicos, históricos y/o paleontológicos considerados como monumentos nacionales de acuerdo a la legislación vigente en nuestro país (ley 17.288 de monumentos nacionales).

B) Proponer recomendaciones para el adecuado manejo de los recursos patrimoniales detectados.

8.5.3 Área de Estudio

El área definida para el presente estudio comprende dos tramos paralelos de norte a sur, las cuales unen el canal Buzeta en el sector de Limáhuida, y que corresponden al Sifón 1 (ubicado al norte) y Sifón 2 (ubicado al sur) proyectados para las obras de "**Mejoramiento del Canal Buzeta**", ubicado en la Comuna de Illapel y Salamanca, Provincia de Choapa, Región de Coquimbo.

El área proyectada para la instalación del Sifón 1 tiene una longitud de aproximadamente 2,8 km y se ubica a una cota de 370 msnm. En tanto el Sifón 2 alcanza una longitud de 2 km, ubicado a una cota de 366 msnm. Ambas alternativas se emplazan de manera perpendicular al Valle de Limáhuida.

Específicamente, las alternativas arriba indicadas abarcan una extensión delimitada por las siguientes coordenadas UTM (Tabla 8-24):

Tabla 8-24: Coordenadas extremos de transectas prospectadas, correspondientes a los Sifones 1 y 2 propuestos para el emplazamiento del proyecto "Obras de Mejoramiento Canal Buzeta"

Sector	Datum WSG 84	
	Este	Norte
Sifón 1	294851 E 297624 E	6484191 N 6483657 N
Sifón 2	294802 E 296720 E	6481078 N 6480593 N

Figura 8-6: Vista general de trazados de sifones propuestos para mejoramiento de Canal Buzeta (canal Buzeta en Celeste)

8.5.4 Metodología

Para cumplir adecuadamente con los objetivos del presente estudio, dentro del área inspeccionada se aplicaron las metodologías estándares de la ciencia arqueológica en lo referente a las actividades de prospección, aplicando la prospección superficial pedestre la cual se encuentra sujeta a variables propias, ajenas al arqueólogo, tales como visibilidad, obstrusividad y accesibilidad (Cf. Gallardo & Cornejo, 1986)[6]. Entendiéndose como visibilidad las condiciones para detectar sitios arqueológicos producto de las características y variabilidades del medioambiente, encontrándonos en este caso con una visiblidad entre 0 y 25% la cual es considerada baja. Cuando hablamos de obstrusividad nos referimos a la sensibilidad propia de los materiales arqueológios para ser descubiertos y que se relaciona con su capacidad para sobresalir o contrastar en el medio, encontrándonos en ambas transectas con una baja obstrusividad. Por último, cuando nos referimos a accesibilidad, hablamos de las condiciones que favorecen o impiden el acceso del arqueólogo a un determinado lugar, siendo las principales variables que interfieren en accesibilidad el clima, el amiente biótico, la topografía, extensión de caminos y patrones de tenencia de tierras. De acuerdo a estas variables, en nuestra área de estudio nos encontramos con mal acceso producto del ambiente biótico, la topografía y patrones de tenencia de tierras.

De este modo, la metodología diseñada incluyó tres etapas fundamentales de trabajo, que se detallan a continuación:

[6] Se entiende por prospección arqueológica "*la aplicación de un conjunto de técnicas para optimizar las probabilidades de descubrimiento de los materiales culturales que caracterizan el registro arqueológico en el ámbito de un espacio geográfico conceptualmente definido*". (Gallardo & Cornejo, 1986: 410).

(a). Revisión Bibliográfica: Se consultó tanto la bibliografía especializada publicada como los informes técnicos anteriores vinculados al área. Adicionalmente, se consultó la información contenida en el Catastro de Sitios Arqueológicos realizado por el Ministerio de Obras Públicas.

(b). Trabajo de Terreno: Se llevó a cabo una campaña de terreno el día 30 de octubre de 2014, la cual estuvo a cargo de la Licenciada en Arqueología Daniela Meza Marchant. En dicha campaña se realizó una prospección pedestre a través del eje central del trazado propuesto para las áreas correspondientes a las obras proyectadas para el Sifón 1 y Sifón 2, generando un buffer de cobertura de 25 m a cada lada de dicho eje. La prospección se ejecutó de acuerdo a la accesibilidad existente para ambos trazados, descartándose los sectores con agricultura activa, con nula visibilidad y remoción de capas superiores, así como también aquéllos de predios particulares.

Para el trabajo específico de registro se empleó un geonavegador portable GPS Garmin modelo GPSmap 62s, consignando las coordenadas UTM de los elementos patrimoniales, de acuerdo al Datum WSG 84. Asimismo, se desarrolló instrumentos de registro (fichas de sitio arqueológico) para la documentación visual y escrita de los sitios que pudieren ser encontrados.

8.5.5 Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la recopilación y análisis bibliográfico de fuentes publicadas e inéditas para la región de Coquimbo en general y el sector de Ovalle en particular. Además de los resultados obtenidos de las prospecciones realizadas por MAA Consultores, en los dos Sifones propuestos para el proyecto "Obras de Mejoramiento de Canal Buzeta" en el sector de Limáhuida, en los cuales no se realizaron hallazgos de sitios arqueológicos con valor patrimonial.

8.5.5.1 Revisión Bibliográfica

El área de estudio en la cual se emplaza el Proyecto de mejoramiento del Canal Buzeta corresponde la localidad de Limahuida, quebrada homónima tributaria del río Choapa, ubicada a unos 17,5 km al Oeste de Salamanca.

El sector se ubica dentro de la cuenca hidrográfica del Choapa, situada en el extremo sur del Norte Semiárido -o Norte Chico- de Chile, abarcando ambientes de alta cordillera hasta el Océano Pacífico. Este hecho posiciona a la cuenca del Choapa como un corredor de acceso entre la costa y los valles interandinos -incluyendo la vertiente oriental de Los Andes-, espacios aprovechados por las poblaciones humanas desde tiempos prehispánicos, inicialmente como lugares de caza, recolección y aprovisionamiento de materias líticas, y más adelante como suelos agrícolas y como zonas de pastoreo de camélidos, siendo esta última una actividad que persiste hasta la actualidad con el traslado de ganado caprino a las "veranadas" cordilleranas (Jackson et al. 2002).

El Norte Semiárido se ubica entre los 27° y 32° de latitud Sur y se presenta como una zona de transición geográfica y climática entre la aridez absoluta del Norte Grande y los valles transversales de clima mediterráneo en Chile Central. Dentro de este panorama la cuenca del

Choapa se ubica como la más meridional de las 5 cuencas hidrográficas del Norte Chico (Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí y Choapa) que drenan las aguas cordilleranas al Pacífico (Cabello 2005).

La prehistoria de este sector del Norte Semiárido comienza a ser conocida desde comienzos del siglo pasado por los hallazgos arqueológicos de Ricardo Latcham (1928) y trabajos de tono más interpretativo de Rengifo (1919). Pese a estos tempranos descubrimientos, es a partir de la década del 60' que las exploraciones se tornan más sistemáticas con los trabajos de Jorge Iribarren (1961) y Gajardo (1963) (Jackson et al. 2002).

En los años 80' el conocimiento sobre la prehistoria de la zona es enriquecida por trabajos arqueológicos realizados en los cursos medio y superior del río Illapel (Valdivieso 1985), trabajos que revelan importantes antecedentes para el estudio del Período Alfarero Temprano, insertos en la problemática de las relaciones con Chile Central, y las ricas manifestaciones de arte rupestre del área, información posteriormente sintetizada por Gastón Castillo (1991) (Op cit.).

A partir de la década del 90' las investigaciones arqueológicas en la provincia se multiplican gracias al desarrollo de proyectos de investigación que abordan de manera sistemática distintos aspectos de la prehistoria regional, contemplando trabajos sobre el Paleoindio y Arcaico en la costa (Núñez et al. 1994, Jackson et al. 1995; Méndez 2002 a y b; Jackson 2002), sobre los períodos alfareros al interior de la provincia (Rodríguez et al. 1996; Troncoso y Rodríguez 1997; Rodríguez 1997; González 1997; Troncoso 1998 b; Jackson et al. 2000), además de trabajos que abordan de manera específica el tema del arte rupestre (Ballereau y Niemeyer 1998; Castillo 2000; Cabello 2002; Artigas y Jackson 2002), (Jackson et al. 2002), a los cuales se suman tesis de grado que tratan en profundidad esta problemática como las de Diego Artigas 2003, José Castelleti 2004 y Gloria Cabello 2005, todas de la Universidad de Chile.

De igual forma, para el valle de Chalinga, ubicado unos 30 km al Este de Limahuida en el aguas arriba del Choapa, se cuenta con los trabajos desarrollados dentro de marco del proyecto Fondecyt 1000039 "Secuencia Cronológica Cultural y uso del espacio durante el período alfarero del valle de Chalinga, Provincia del Choapa", a cargo del investigador Cristián Becker, en el cual se incluye la prospección de los sectores ribereños del valle de Manquegua ubicado a 18 km aguas arriba por la cuenca del Choapa desde la Limahuida (Becker et al. 2003, citado en Yakuba 2006). Esta investigación confirma la importancia de las ocupaciones Alfareras Tempranas en el valle de Chalinga, con casi 80 sitios habitacionales adscritos a este período (Op cit.), ocupaciones que corresponderían a asentamientos temporales en quebradas secundarias y terrazas fluviales, orientados al aprovisionamiento de materias primas, tanto líticas como vegetales, y su procesamiento; posibles campamentos habitacionales base, representados por asentamientos discretos en terrazas pequeñas en el curso alto de los ríos o en planicies de zonas altas cerca de terrazas fluviales, con evidencias de trabajo lítico y molienda; y finalmente sitios de pequeño tamaño en planicies en la cumbre de pequeños cerros y laderas aterrazadas de cumbres mayores, que corresponderían a avistaderos (Pavlovic 2004).

Por otra parte, los antecedentes recopilados desde la década del 60' hasta la actualidad han permitido elaborar una secuencia ocupacional prehispana para el Norte Semiárido chileno, secuencia que, pese a manifestar ciertas particularidades dentro de la cuenca del Choapa, sirve como marco referencial para la comprensión de la prehistoria dentro de área de estudio. A continuación se reseña de manera sintética esta secuencia especificando, cuando esto es posible, las características diferenciales de la provincia del Choapa.

Las primeras ocupaciones del Norte Semiárido chileno son las registradas en la quebrada de Quereo, al sur de Los Vilos, lugar donde se han constatado asociaciones de fauna extinta con evidencias de actividad antrópica como parte de un sitio Paleoindio de caza y destazamiento, correspondiente a los primeros poblamientos, datados hacia finales del Pleistoceno (11.400 años A.P) (Montané y Bahamóndez 1973, Núñez et al. 1983, 1984, citados en Jackson et al. 2002, López 2007, Jackson et al. 2007, y Méndez et. al 2007).

Para los comienzos del Holoceno, aproximadamente 10.000 años A.P, se presentan en la costa grupos cazadores y recolectores del Complejo Huentelauquén, adaptados a la explotación de los recursos marinos y terrestres con un importante énfasis en la pesca y recolección costera. A estos grupos se atribuye la elaboración de puntas de proyectil lanceoladas y pedunculadas además de la factura de los característicos litos geométricos (Jackson et al. 1996, 1997-1998; Massone y Jackson 1994, Vargas 1995-1996, Jackson et al. 2002; Castelleti 2004).

Hacia el Holoceno Medio (7.000 - 4.000 años A.P) la zona costera es ampliamente ocupada por el denominado Complejo Papudo, complejo de cazadores recolectores de amplio espectro que manifiesta una amplia movilidad vertical que incluye la cueva de San Pedro Viejo de Pichasca, al interior del valle de Limarí, y contactos con la vertiente oriental de Los Andes (Ampuero y Rivera 1971, Gambier 1985, citado en Jackson et al. 2002).

Para el Holoceno Tardío (4.000 - 2.200 años A.P) se reconocen ocupaciones masivas tanto de enclaves costeros como del interior, evidenciando una amplia ocupación de diversos nichos ecológicos, entre los que destaca el valle del Encanto (Castelleti 2004), dentro de un fluido patrón de movilidad a lo largo de la costa que incluye posibles vínculos con tierras interiores. Dentro de este Período Arcaico Tardío se encontraría el denominado Complejo Guanaqueros además de otros grupos de adaptación costera que mantendrían contactos con el interior (Méndez 2002 a y b, citado en Jackson et al. 2002 y Cabello 2005).

Hacia los 2.200 años A.P, cerca del comienzo de la era cristiana, se aprecia una transición de las poblaciones hacia estilos de vida más sedentarios, incluyendo la aparición de restos cerámicos monócromos incisos en contextos habitacionales y funerarios, y el hallazgo de nuevos tipos de punta de proyectil, expresiones asociadas a un estilo cazador-recolector que incluiría la horticultura y el pastoreo de camélidos. Estos momentos son definidos como Período Alfarero Temprano, que se extiende entre los 200 años a.C hasta los 800 - 1.000 d.C), y se corresponden la presencia en el Norte semiárido del Complejo Cultural Molle (Cabello 2005). Para este período la cuenca del Choapa se considera como un área de confluencia de tradiciones de grupos Molle y tradiciones de Chile Central, representadas por los Complejos Culturales Bato y Llolleo, similitudes especialmente manifiesta en la alfarería (Jackson et al.

2002), a esto se suma la introducción a través de Los Andes de materialidades consideradas propias de una tradición selvática, como el tembetá y las pipas tipo "T" invertida.

El Período Alfarero Medio, entre los 800 y 1.200 años d.C, se halla representado por el Complejo Ánimas, grupo que introduce nuevos tipos cerámicos, en cuanto a formas y tratamiento de superficie, que expresarían una fuerte complejización en la ergología y estrategias económicas, posiblemente asociada a influencias de la cultura Tiwanaku (Cabello 2005) y a desarrollos del Nor-Oeste y Centro-Oeste argentino, p.e Cíenaga y Aguada.

Cabe señalar que, a diferencia del resto del Norte Chico, en la cuenca del Choapa no se encuentran evidencias del Período Medio asignables al Complejo Ánimas, manifestándose una continuidad en las ocupaciones Molle en esta zona hasta el Período Intermedio Tardío y la presencia de la Cultura Diaguita, una excepción a esta dinámica serían evidencias en la costa de presencia Ánimas, atribuidas a eventuales y circunstanciales movimientos de grupos Ánimas a estos territorios (Massone y Jackson 1993, citado en Jackson et al. 2002). Esta persistencia de grupos Molle en la zona lleva a plantear la continuidad del modo de vida que caracterizó al Período Alfarero Temprano hasta por lo menos la llegada del Inca a la Región, hecho que sería especialmente visible en la zona alta de la cuenca del Choapa (Chalinga, *Cuncumén* y Camisas), donde el potencial para una explotación agrícola intensiva es menor (Pavlovic 2004), y donde los espacios precordilleranos funcionarían dentro de lógicas de movilidad transcordillerana que incluirían la presencia de estilos cerámicos característicos de la vertiente oriental de Los Andes, p.e Agrelo-Calingasta (Sanhueza et al. 2004).

Aproximadamente desde el año 1.000 d.C se identifica en la zona la Cultura Diaguita, correspondiente al Período Intermedio Tardío (1.000 - 1.470 d.C). Esta cultura representa a grupos agrícolas aldeanos con una organización compleja, especialmente manifiesta en una tecnología cerámica altamente elaborada y homogénea. Pese a ello, en la cuenca del Choapa se aprecian notables diferencias respecto de la llamada "zona Diaguita nuclear", diferencias reconocidas en términos de variabilidad y especificidad de los diseños cerámicos (Becker 2003 y González 2004, citados en Cabello 2005).

La presencia de la cultura Diaguita en el Norte Semiárido ha sido subdividida en base a los patrones cerámicos en 3 fases: La fase I que posee fuertes características de decoración y confección Ánimas; la Fase II con características de decoración y formas típicamente diaguitas; y la Fase III o Inca-Diaguita, momento en que la cerámica expresa procesos de aculturación incaica. (Castelleti 2004).

La introducción de la Cultura Inca (1.470 - 1536 d.C), correspondiente al Período Tardío, se presenta como un proceso facilitado por la sociedad Diaguita, sobre la cual se impone el patrón de estructuración del espacio propio de la lógica de poder incaica del Tawantinsuyu, con su organización dual encabezada por el Curaca, y la construcción de obras arquitectónicas como íconos de poder en lugares estratégicos (Ampuero 1989), p.e en el sitio Loma Los Brujos en el valle de Illapel (Troncoso 2004 a) y la imponente red vial incaica que se adentra en la región desde el norte de Copiapó cruzando valles transversales y quebradas (Stehberg et al. 1987; Stehberg 1995, citado en Castelleti 2004). Lo anterior pudo traer consecuencias en los movimientos poblacionales hacia el norte, sur y noroeste argentino, debido a la estructuración del sistema de mitimaes. De manera particular destacan los sitios de altura con función de

adoratorios, en especial en el cerro Las Tórtolas y en el de Doña Ana en la IV Región; registrándose del mismo modo un pukara en el curso superior del valle de Elqui, denominado Las Terneras (Peralta 2010); además de la presencia de faenas mineras a gran escala administradas por el Estado Inca, como dan cuenta los registros del Complejo Minero Los Infieles ubicado en el cerro Homónimo (Cantarutti 2013), a más de 30 km del área de estudio.

En 1536 llegan a la zona las huestes españolas, primero la de Almagro y luego la de Valdivia, hecho que arrasa con la organización del sistema prehispánico preexistente, primero con la instauración del sistema de encomiendas y luego con el inquilinaje (Cunill 1964, citado en Castelleti 2004).

No es posible dar por terminada esta síntesis sin referirse brevemente a un tema que, por su monumentalidad y amplia presencia en la zona del Choapa, ha cautivado a los investigadores del Norte Semiárido chileno desde la primera mitad del siglo XX. Se trata del arte rupestre, manifestación cultural que consiste en la representación de diseños (abstractos y biomorfos) y escenas pintadas (pictografías) o grabadas por piqueteo y/o raspado (petroglifos) en las caras patinadas de los bloques de roca, que "se presenta como uno de los vestigios más numerosos y difíciles de interpretar del registro arqueológico" (Jackson et al. 2002: 9).

Luego de las primeras aproximaciones de Rengifo al tema (1920), es Jorge Iribarren quien en la década del 60' y 70' realiza reconocimientos sistemáticos en la región describiendo sitios arqueológicos y manifestaciones de arte rupestre. En estos años también encontramos los trabajos de Cornely (1966), Ampuero (1966 a) y Ampuero y Rivera en el Valle del Encanto (1969, 1970 y 1971), son estos últimos autores quienes por primera vez aventuran interpretaciones cronológicas, asociando estas expresiones de arte rupestre al Período Alfarero Temprano, pese a que el sitio de Quebrada las Peñas (o Valle del Encanto) mostraba ocupaciones pre-cerámicas -Arcaico Tardío- de singular importancia (Artigas 2003).

A principios de los 80' Mostny y Niemeyer (1983) organizan la información disponible sobre arte rupestre en el Norte Semiárido, definiendo para la región de Coquimbo y alrededores el "Estilo Limarí", a partir de los diseños de figuras mascariformes (cabezas tiara), antropomorfos (figuras humanas estilizadas), zoomorfos (principalmente camélidos altamente estilizados), y diseños geométricos (grecas, espirales, cruz inscrita, y variedad de círculos), identificados en el sitio tipo del Valle del Encanto (Op cit.). Este estilo se postula con una amplia dispersión geográfica, que abarca desde el valle del Elqui al Choapa y es atribuido al Complejo Cultural Molle (Cabello 2005), pese a que Castillo se refiere al "Estilo Limarí" "más bien, como un conjunto de motivos repetitivos dentro de un determinado marco geográfico, antes que como un conjunto exclusivo de un determinado grupo cultural" (Castillo 1985:191).

Posteriormente otro conjunto de diseños rupestres es segregado por Castillo (Castillo 1985), quien propone el "Estilo La Silla" a partir de los abundantes registros de arte rupestre presentes en el cerro La Silla, al norte de la provincia de Coquimbo. Los motivos más populares de este estilo, que se extiende desde el valle del Elqui al norte, serían las representaciones esquemáticas de camélidos en escenas que los relacionan a figuras humanas, escasamente hay máscaras de líneas simples, pero abundan las figuras geométricas como escalerados, meandros, redes, figuras solares, laberintos, grecas, etc. Este mismo investigador postula un "Estilo Choapa", haciendo hincapié en las particularidades del arte rupestre de la cuenca del

Choapa, donde destacan las máscaras y rostros antropomorfos sin cuerpo, además de las figuras humanas esquemáticas con cabeza circular o lineal, generalmente con tocados, entre las figuras zoomorfas destacan mamíferos, aves, reptiles, pisadas, insectos y ofidios, finalmente entre los diseños geométricos se señalan variedad de círculos, líneas onduladas, escalerados, triángulos y cuadrados, los que actuarían como "relleno" entre las demás representaciones del panel. Castillo descarta la posibilidad de que estos motivos sean asignables de manera exclusiva al Período Alfarero Temprano, señalando que algunos serían vinculables a un patrón temprano y otros a momentos bien tardíos (Castillo 1990, citado en Cabello 2005).

El arte rupestre del valle del Choapa ha sido objeto de profundos estudios enfocados en esta problemática, destacando los trabajos de Ballereau y Niemeyer (1996) y Troncoso (2001) en la cuenca del río Illapel, y de Castillo (1990) y Jackson et al. (2002) en toda la cuenca del Choapa. Así se han desarrollado investigaciones que, más allá de destacar la alta representación de este tipo de manifestaciones culturales en la cuenca del Choapa, indagan en la variabilidad de técnicas empleadas en su confección y cuestionan su asignación irreflexiva al Complejo Molle, postulando su posible elaboración por parte de poblaciones Arcaicas (Jackson et al. 2001, citado en Cabello 2005), o poblaciones Diaguitas e Incas (Troncoso 2004 b).

El investigador Andrés Troncoso hace un aporte significativo para la asignación cultural de las expresiones de arte rupestre del Choapa, distinguiendo, sobre la base del estudio de asociaciones formales entre motivos y diseños cerámicos, la disposición de estos motivos sobre el panel, y diferencias en su grado de patinación, la existencia de tres estilos correspondientes a poblaciones del Alfarero Temprano, Diaguita e Inca (Troncoso 2004 b):

1. El estilo Alfarero Temprano se caracteriza por máscaras circulares, figuras humanas simples y camélidos naturalistas formando escenas con un ordenamiento horizontal en el soporte.

2. El estilo Diaguita se evidencia en máscaras cuadrangulares con diseños escalerados en su interior, figuras geométricas (destacando las variaciones del círculo), figuras humanas con cuerpos cuadrangulares u ovalados decorados interiormente y huellas de felino, motivos que siguen una disposición oblicua dentro del soporte.

3. El estilo Inca, cuya característica sería el predominio de figuras lineales como la cruz inscrita, cuadrados de lados curvos, ajedrezados, figuras cuatripartitas o con simetría inversa, dispuestos en una combinación vertical y horizontal en el panel (Op cit.).

En los últimos años nuevos investigadores han seguido trabajando el tema, aportando con nuevas miradas y metodologías al estudio del arte rupestre en el Choapa, este es el caso de las memorias de título de Diego Artigas (2003), acotada al valle de Canelillo en el sector de la cuesta de Cavilolén, de José Castelleti (2004) para el sector de subida a las veranadas de Nocui en el curso alto del Choapa, y finalmente Gloria Cabello, con su propuesta estilística para el estudio de las representaciones de máscaras en el arte rupestre de Chalinga (2005).

La investigadora Gloria Cabello (2005), a partir de análisis estilísticos de la configuración de diseños, ha logrado discriminar tres tipos diferentes entre las máscaras -o diseños mascarifirmes- del valle de Chalinga, dos de los cuales permitirían discriminar entre las expresiones del arte rupestre del Período Alfarero Temprano y del Período Intermedio Tardío.

1. Tipo I: está conformado por máscaras de tipo curvilíneo, compuestas por contornos circulares o subrectangulares segmentadas en el medio del rostro, con ojos y bocas curvilíneas además de presentar generalmente tocado y tatuajes. Este tipo fue relacionado al Período Alfarero Temprano por similitudes con los rostros y adornos (cintillos, tatuajes, etc) representados en la cerámica Molle.

2. Tipo II: constituido por máscaras rectilíneas de contorno cuadrangular con segmentación en los tercios superior o inferior, ojos en su mayoría cuadrangulares y boca escalerada, rara vez presentan tocados o tatuajes. Este tipo fue relacionado con la Cultura Diaguita del Período Intermedio Tardío, también por su coincidencia con los rostros representados en las vasijas con sus diseños lineales y de patrones simétricos.

3. Tipo III: corresponde a máscaras que no pueden asignarse claramente a ninguno de los dos tipos arriba reseñados al combinar elementos de uno y de otro indistintamente, aunque destacan las máscaras de contorno cuadrangular y/o ojos circulares con punto central (Tipo II), mientras que el resto de los elementos es curvilíneo (Tipo I), hecho que lleva a la autora a plantear que podrían asociarse a uno u otro período (Cabello 2005).

En términos generales el valle de Chalinga destaca como una zona con importante presencia de arte rupestre desde los pioneros estudios de Rengifo en la zona entre 1918 y 1921. Recientes investigaciones de Cristián Becker en este sector, entre el 2000 y el 2003, registraron un total de 168 sitios arqueológicos, la mayoría de los cuales corresponden al Período Alfarero Temprano y Tardío, 76 de estos sitios están asociados espacialmente a petroglifos, destacando la representación de máscaras (Becker et al. 2003, citado en Cabello 2005), todo esto dentro de un panorama complejo que señala particularidades que diferencian el arte rupestre del Choapa de los estilos "La Silla" y "Limarí", y reflejan a su vez variaciones notables entre un valle y otro dentro de la cuenca del Choapa, las cuales presentan a cada valle como un universo autocontenido, resultado de lógicas estructurantes particulares (Jackson et al. 2002, Artigas 2003).

En síntesis, y de acuerdo a la bibliografía consultada podemos indicar que no se han registrado líneas de base arqueológicas en el sector de Limahuida-Socavón que den cuenta de recientes hallazgos de carácter arqueológico en la zona de estudio, del mismo modo las referencias bibliográficas de la zona se avocan principalmente al sector de Chalinga y Salamanca, sin embargo, existen referencias no documentales que hacen referencia a la existencia de piedras tacitas en el sector de Limahuida, sin su ubicación referencial (Camus y Salinas 2007, Alumnos del Liceo LAV; Municipalidad de Salamanca), además de la cita del registro de restos de Megafauna extinta en el sector de Limahuida –Mastodontes (Fransetti y Salinas 1986, citado en Franssinetti y Alberdi 2001).

8.5.5.2 Levantamiento en Terreno

Sifón 1.

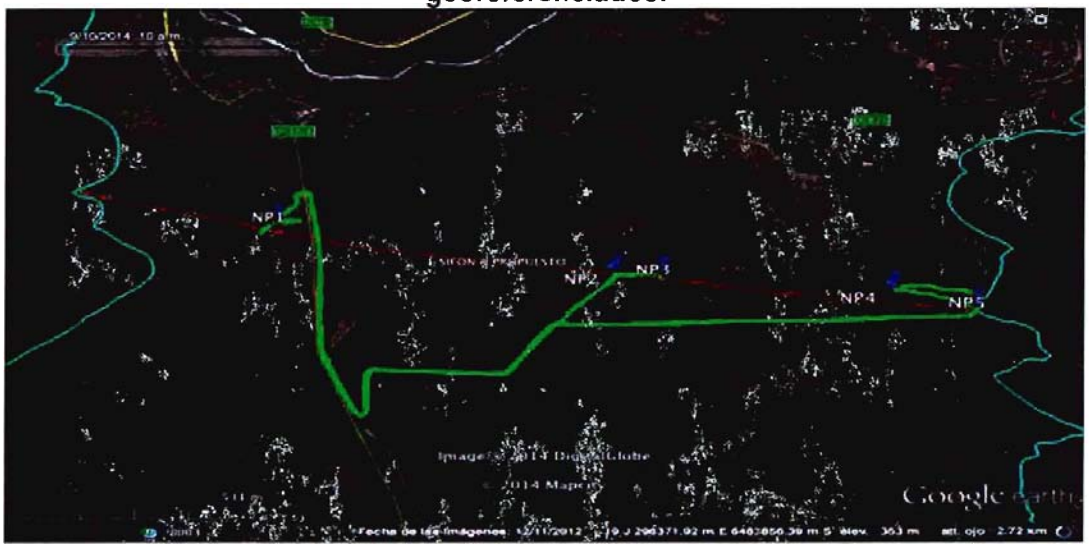
La alternativa denominada Sifón 1, tiene una extensión de 2,8 km y se emplaza al sur del río Choapa, cruzando una ancha quebrada con valle de fondo, y alcanzando en los extremos las laderas de la quebrada, la cual se extiende hacia el sur. El canal Buzeta rodea los valles de este sector generando una curva alargada de norte a sur, ubicándose en el sector norte el trazado proyectado "Sifón 1". El trazado se ubica en un 90% sobre cultivos agrícolas de baja altura de Este a Oeste.

En cuanto a los factores que determinaron las condiciones de prospección, la ***visibilidad*** fue baja en un porcentaje de 0 a 25%, producto de que al menos un 90% del trazado se encuentra sobre terrenos agrícolas, principalmente de paltos cuya distancia entre cada árbol no deja espacio para ingresar, por lo cual la ***accesibilidad*** fue de regular a mala, al igual que la ***obtrusividad***, salvo en un área de 300 m en el sector Este para los cuales hubo un factores visibilidad, obstrusividad y accesibilidad adecuados para la prospección. Pese a lo anterior, no se encontraron elementos arqueológicos sobre la superficie evaluada. Del mismo modo en el sector de Riachuelo fue posible prospectar 150 m, en los que no se registraron evidencias de elementos arqueológicos en superficie. En consecuencia, el acceso limitado al trazado, sólo permitió acceder a la evaluación de determinados sectores. Los sectores no prospectados fueron georeferenciados y fotografiados evidenciando la imposibilidad de prospección, y fueron identificados mediante las siglas NP (no prospectable) y asignándoles un número correlativo (Tabla 8-25).

Tabla 8-25: Coordenadas puntos no prospectables, registrados fotográficamente en Sifón 1 para proyecto "Obras de Mejoramiento Canal Buzeta"

Punto	Datum WSG 84	
	Este	Norte
NP1	295484 E	6484131 N
NP2	296587 E	6483873 N
NP3	296728 E	6483863 N
NP4	297406 E	6483774 N
NP5	297618 E	6483683 N

Figura 8-7: Vista general Sifón 1 en rojo. En verde se indica el recorrido realizado para acceder a trazado. En azul se indican puntos no prospectables fotografiados y georeferenciados.



Fotografía 8-28: Vista general NP1.

Fotografía 8-29: Vista general NP2.

Fotografía 8-30: Vista general NP3

Fotografía 8-31: Vista general NP4.

Fotografía 8-32: Vista general NP5.

Sifón 2.

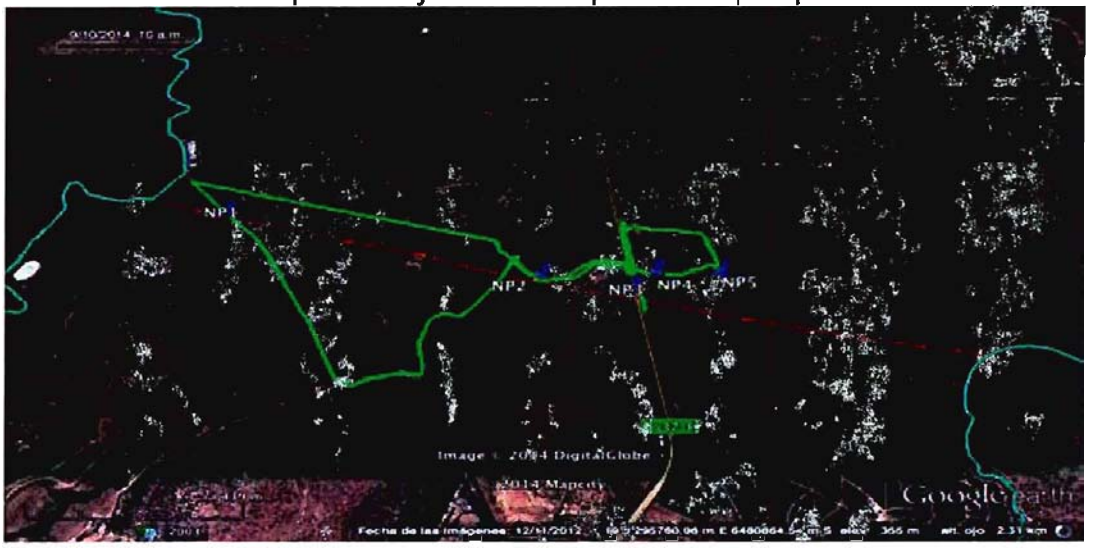
La alternativa proyectada para el "Sifón 2" presenta una longitud de 2 km emplazándose sobre una cuenca tributaria entre Limahuida y Socavón, al sur del río Choapa. Se ubica paralela y a unos 3 km del Sifón 1 hacia el sur, cruzando una ancha quebrada con valle de fondo, y alcanzando en los extremos las laderas de la quebrada. El canal Buzeta rodea los valles de este sector generando una curva alargada de norte a sur, ubicándose en el sector sur el Sifón 2. El valle presenta en casi toda su superficie cultivos agrícolas, destacándose la presencia de paltos en el sector Oeste y Este del trazado; en el sector medio del trazado sólo se pudo avanzar 200 m del trazado, ya que toda el área presenta intervenciones antrópicas por actividades agrícolas intensas en la zona, para las cuales no se tuvo permiso de acceso.

En cuanto a los factores de incidencia propios de la prospección, la ***visibilidad*** fue de carácter bajo en un porcentaje de 0 a 25% producto de que alrededor del 98% del trazado se encuentra sobre terrenos agrícolas, cuya ***accesibilidad*** fue prácticamente nula dada la imposibilidad ingresar directamente al trazado por la falta de permisos de acceso dado que el recorrido pedestre sobre el área implicaba la afectación cultivos activos. La ***obtrusividad*** fue de regular *a mala*, dificultando la detección de elementos arqueológicos sobre el sector. En consecuencia, el acceso limitado al trazado sólo permitió la evaluación de algunos sectores específicos, siendo los sectores no evaluados georeferenciados y fotografiados evidenciando la imposibilidad de prospección, identificando cada sector mediante las siglas NP (no prospectable) y con un número correlativo (Tabla 7-2).

Tabla 8-26: Coordenadas puntos no prospectables, registrados fotográficamente en el área proyectada para el Sifón 2 en el marco del proyecto "Obras de Mejoramiento Canal Buzeta"

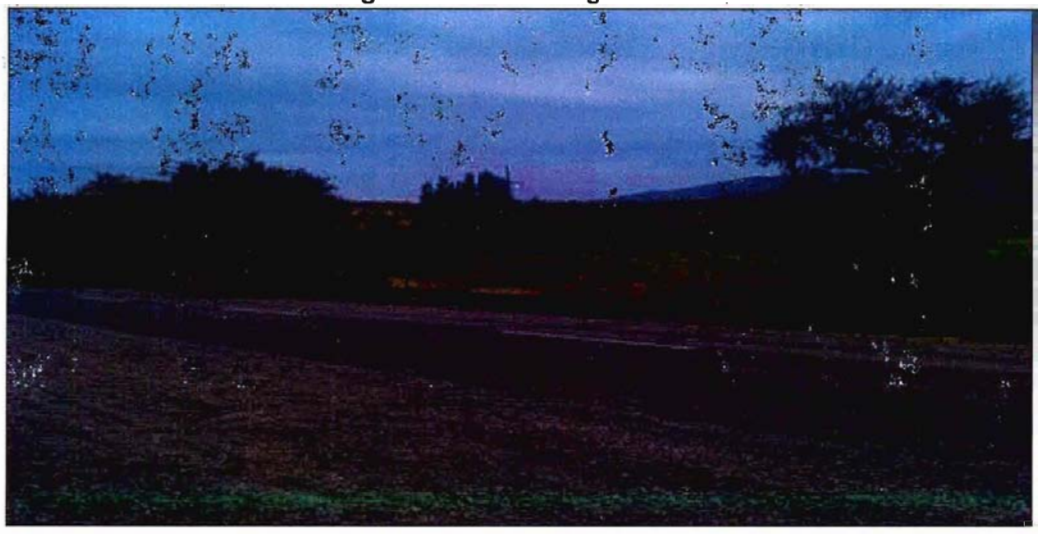
PUNTO	Datum WSG 84	
	Este	Norte
NP1	294995 E	6481030 N
NP2	295757 E	6480851 N
NP3	295970 E	6480804 N
NP4	296025 E	6480861 N
NP5	296176 E	6480858 N

Figura 8-8: Vista general de área de Alternativa Sifón 2 en rojo, se indica verde el recorrido pedestre y en azul los puntos no prospectables.

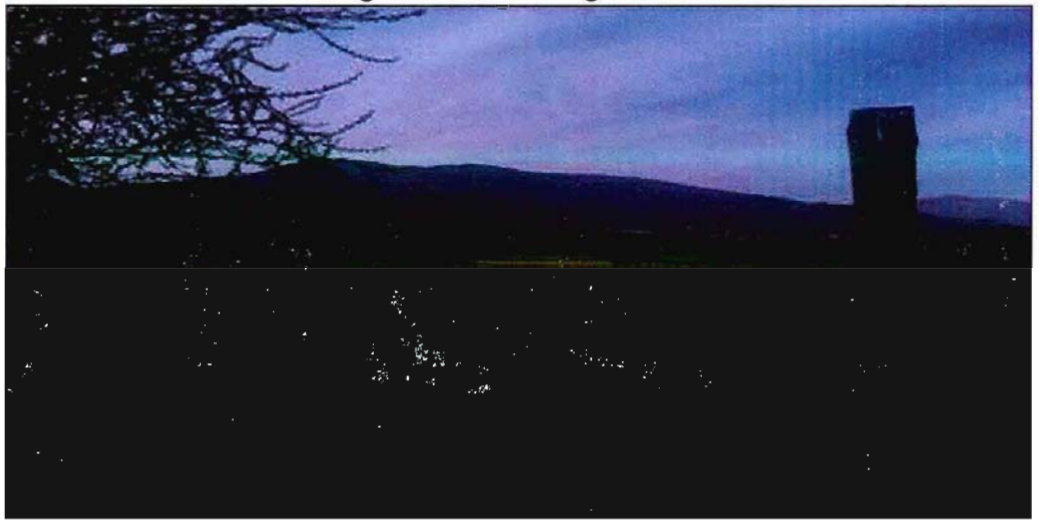


Fotografía 8-33: Vista general NP1.

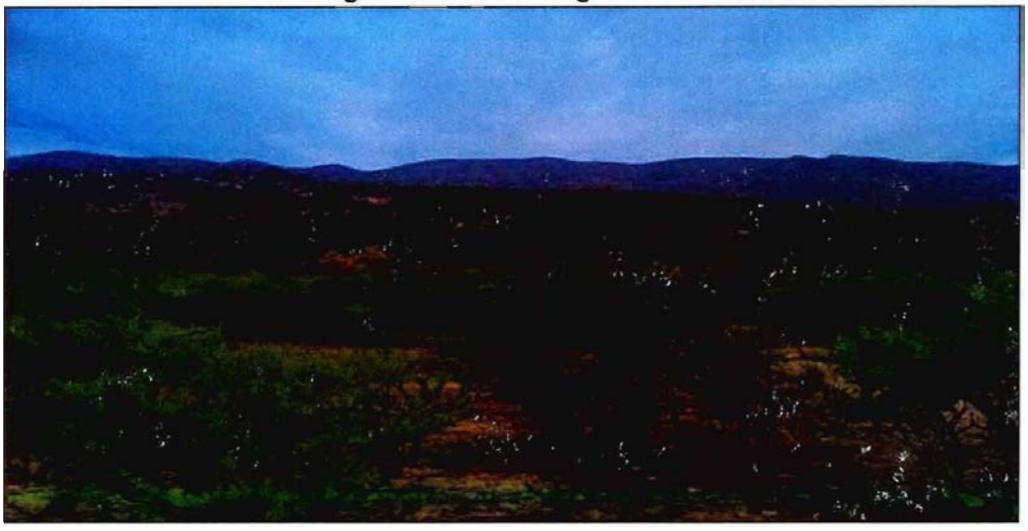
Fotografía 8-34: Vista general NP2.



Fotografía 8-35: Vista general NP3.



Fotografía 8-36: Vista general NP4.



Fotografía 8-37: Vista general NP5.

8.5.6 Conclusiones

De acuerdo a la revisión de antecedentes bibliográficos, así como de las Actas del Consejo de Monumentos Nacionales, se estableció que para las tres alternativas evaluadas para el proyecto "Obras de Mejoramiento de Canal Buzeta", no existen monumentos nacionales declarados en las siguientes categorías: históricos, santuarios de la naturaleza y zonas típicas.

En términos de registros arqueológicos, las actividades de prospección realizadas en el área de estudio no arrojaron hallazgos arqueológicos en las zonas sujetas a evaluación, sin embargo, se debe considerar que esta ausencia de registros arqueológicos puede ser producto del limitado acceso al área de estudio, lo cual dificultó su debida evaluación. Según lo anterior, la alternativa Sifón 1 pudo ser evaluada mediante un recorrido pedestre sobre su eje central en una longitud total de 450 m (dividido en dos tramos de 300 y 150 m, respectivamente), en tanto la alternativa Sifón 2 fue evaluada sobre un tramo de 200 m; todas superficies insuficientes para determinar la ausencia de elementos arqueológicos dentro del área de influencia del proyecto.

Dado lo anterior, se recomienda realizar un monitoreo arqueológico permanente de las obras de excavación y movimientos de tierra durante la etapa de construcción del proyecto, con el fin de garantizar un adecuado manejo arqueológico ante eventuales hallazgos que pudiesen registrarse durante dicha fase del proyecto.

Sin perjuicio de lo anterior, se recuerda que en el caso que se detecte la presencia de restos culturales antropo-arqueológicos o históricos subsuperficiales, no registrados en la presente prospección, se deberá proceder de acuerdo con lo establecido en los artículos 26° y 27° de la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales y en los artículos 20° y 23° de su Reglamento, con el propósito de diseñar y realizar actividades de salvataje arqueológico. Asimismo, se deberá dar cuenta de inmediato y por escrito al Consejo de Monumentos Nacionales, para que este organismo autorice los procedimientos específicos a seguir.

9 DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

Dada la naturaleza del proyecto y las características de su área de inserción, el diagnóstico preliminar se realizó identificando cada uno de los elementos del medio ambiente (señalados en la Sección 7 y Sección 0 del presente informe) con sus potenciales transformaciones derivadas de una futura ejecución de obras y/o actividades del proyecto.

A continuación en la Tabla 9-1 se presenta la relación del proyecto y los elementos ambientales analizados.

Tabla 9-1: Relación del proyecto y elementos ambientales

Información levantada	Tipo	Relación proyecto	Diagnóstico
Antecedentes Ambientales	Áreas Protegidas	No hay relación con el proyecto. El proyecto no interviene con este tipo de áreas.	No se estima alteración de este elemento ambiental.
	Sitios Prioritarios	No hay relación con el proyecto. El proyecto no interviene con este tipo de áreas	No se estima alteración de este elemento ambiental.
	Humedales de Importancia Internacional RAMSAR	No hay relación con el proyecto. El proyecto no interviene con este tipo de áreas	No se estima alteración de este elemento ambiental.
	Áreas de Desarrollo Indígena	No hay relación con el proyecto. El proyecto no interviene con este tipo de áreas	No se estima alteración de este elemento ambiental.
	Instrumento de Planificación Territorial	El área se emplaza en área rural, no tiene instrumentos de planificación que regulen el sector.	No se estima interferencia con la planificación del territorio.
	Otros proyectos	No hay relación con el proyecto. El proyecto no interviene con este tipo de áreas	No se estima alteración de este elemento ambiental.
Componentes Ambientales Principales	Flora y Vegetación Terrestre	Identificación de dos (2) áreas singulares, en las cuales se encuentran formaciones vegetacionales correspondiente a matorral arborescente abierto, que corresponden a bosque.	Intervención de superficie de bosque. Alteración de especies en estado de conservación.
	Fauna Terrestre	Identificación de dos (2) áreas sensibles, en las cuales se dan las condiciones adecuadas para la presencia de especies de reptiles.	Alteración en el desplazamiento de especies de baja movilidad.

Información levantada	Tipo	Relación proyecto	Diagnóstico
			Desplazamiento local de especies de fauna.
	Turismo	El proyecto tiene un uso común con tramos de circuitos turísticos del SERNATUR, correspondientes a la ruta D-37-E. Se debe mencionar que el Proyecto se localiza dentro del Área Turística Prioritaria "Illapel - Salamanca", la cual debido a la envergadura del proyecto se estima no será alterada.	No se estima una alteración de esta componente, dada la envergadura del proyecto. En relación al ATP, en los próximos estudios a realizar para esta componente se debe considerar el análisis de este recurso turístico.
	Paisaje	Paisaje con baja o media valoración paisajística.	No se estima alteración de este componente ambiental.
	Patrimonio Arqueológico	No se registran Monumentos Nacionales y/o sitios o hallazgos arqueológicos en el área de emplazamiento del canal.	No se estima alteración de este componente ambiental.

Fuente: Elaboración propia.

En general, de acuerdo a los antecedentes levantados y la caracterización de componentes principales, estas áreas no presentan componentes ambientales especialmente sensibles que impongan altas limitaciones a la materialización del proyecto.

Sin embargo, las zonas donde se presentan áreas singulares de flora y vegetación, al igual que las zonas sensibles de fauna son las áreas que presentan mayores recursos de interés ambiental, y serán evaluadas en los próximos informes de EAA.

Sin embargo, las zonas donde se presentan áreas singulares de flora y vegetación, al igual que las zonas sensibles de fauna son las áreas que presentan mayores recursos de interés ambiental, las que son analizadas con mayor detención en base a las alternativas de obras hidráulicas proyectadas en la siguiente Sección 14.

10 ANALISIS DE PREFACTIBILIDAD AMBIENTAL DE LAS OBRAS DE INGENIERIA PROPUESTAS

En base a las alternativas de obras de mejoramiento y la caracterización de las componentes ambientales, existen obras y /o actividades que pudiesen afectar las componentes. Las obras a realizar y sus actividades son las siguientes:

10.1 MEJORAMIENTO DE SIFONES

Consiste en la implementación de rejas y reconstrucción de vertederos laterales de dos sifones existentes, lo cual corresponde a labores puntuales dentro de esta misma obra. Debido a la magnitud y dimensión de estas actividades no se consideran frentes de trabajo y/o alteración de superficies del entorno. Por lo anterior, no se considera evaluarla ambientalmente.

10.2 COMPUERTAS (NOMENCLATURA: CP)

Consiste en el reemplazo de las compuertas de acero y la limpieza del sector para el buen funcionamiento de las 71 compuertas a mejorar. Las labores que se realizaran serán puntuales y localizadas en la zona de la compuerta existente, dentro del canal.

Esta actividad es acotada, pues tanto los frentes de trabajo y sus actividades se realizaran en el interior del canal, por lo que no se estima afectación a los componentes ambientales del entorno.

A continuación en la Tabla 10-1, se identifican las obras de compuertas que contempla el Proyecto de Mejoramiento del Canal Buzeta, identificando para cada una de ellas los elementos ambientales sensibles que se encuentran cercanos a las actividades a realizar.

Tabla 10-1: Relación de las obras de compuertas y elementos ambientales

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
14CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación vegetacional/Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
15CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación vegetacional/Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
16CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación vegetacional/Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
26CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación vegetacional/Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
35CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
65CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
66CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
67CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
69CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
70CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
72CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
97CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
98CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
99CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
100CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
101CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
102CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
103CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
117CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
122CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral Suculentas Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
147CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
158CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
159CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
164CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
166CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
170CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
171CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
176CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
180CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
182CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
183CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
184CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
185CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
187CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
191CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
192CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
193CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
194CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
195CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
196CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
197CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
199CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
204CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
207CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
210CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
212CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
213CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
214CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
216CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
217CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
218CP	Potencial presencia de fauna de baja movilidad.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
230CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Abierto/ Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
237CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
250CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
251CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
256CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
257CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
259CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
260CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
261CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
262CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
275CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
276CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
277CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
278CP	Bajo potencial para la	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan	No existen puntos de	No se registran sitios

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
	presencia de fauna.		zonas turísticas.	observador cercanos.	arqueológicos cercanos.
279CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
281CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
282CP	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
283CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Suculentas Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
284CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
286CP	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

10.3 SELLOS DE FONDO (S)

Consiste en un sello de hormigón de 0,20 metros de ancho que cruza el canal, esto se realiza cada 500 m, debiendo incorporar al canal 149 sellos de fondo a lo largo de él (S1 a S102). Las actividades para esta obra son de hormigonado y enfierradura.

Esta actividad es acotada, pues los trabajos se realizan en el interior del canal, por lo que no se estima afectación a los componentes ambientales del entorno.

A continuación en la Tabla 10-2, se identifican las obras de sellos de fondo que contempla el Proyecto de Mejoramiento del Canal Buzeta, identificando para cada una de ellas los elementos ambientales sensibles que se encuentran cercanos a las actividades a realizar.

Tabla 10-2: Relación de las obras sellos de fondo y elementos ambientales del entorno

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S1	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S2	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S3	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S4	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S5	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S6	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S7	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S8	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S9	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S10	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación vegetacional/Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S11	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación vegetacional/Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S12	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación vegetacional/Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S13	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S14	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S15	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S16	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S17	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Semi denso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S18	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S19	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Semi denso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S20	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S21	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional /Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S22	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación vegetacional/Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S23	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S24	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S25	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S26	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S27	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S28	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Terrenos sin Vegetación	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S29	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S30	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S31	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S32	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S33	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S34	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S35	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S36	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S37	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S38	Potencial presencia de fauna de baja	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
	movilidad y otros.				
S39	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S40	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S41	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S42	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S43	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S44	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación vegetacional /Plantaciones Forestales	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S45	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S46	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S47	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S48	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S49	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S50	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S51	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S52	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S53	Potencial presencia de fauna de baja	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turisticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
	movilidad y otros.				
S54	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S55	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S56	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S57	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S58	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S59	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S60	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S61	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S62	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S63	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S64	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S65	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S66	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S67	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turisticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S68	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S69	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S70	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S71	Alto Potencial presencia de fauna	Plantas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S72	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S73	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S74	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S75	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S76	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Suculentas Muy Abierto/ Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S77	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S78	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S79	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S80	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S81	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S82	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S83	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S84	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S85	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S86	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S87	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S88	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S89	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S90	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S91	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S92	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S93	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S94	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S95	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S96	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S97	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S98	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S99	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S100	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S101	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S102	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S103	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S104	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S105	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S106	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S107	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S108	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto/Matorral Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S109	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S110	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S111	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S112	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S113	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S114	Potencial presencia de fauna de baja	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
	movilidad y otros.				
S115	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S116	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S117	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S118	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S119	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S120	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S121	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S122	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S123	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S124	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Abierto/ Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S125	Alto Potencial presencia de fauna	Bosque Renoval Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S126	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S127	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S128	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S129	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S130	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S131	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S132	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S133	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S134	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S135	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S136	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S137	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S138	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S139	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S140	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Plantación de arbustos	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S141	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S142	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S143	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Matorral Suculentas Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S144	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S145	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S146	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S147	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S148	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S149	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

10.4 AFORADOR (AFN)

Las actividades de esta obra consisten en el mejoramiento de los aforadores existentes y su sistema de medición de caudal en el canal (AFN1 y AFN2), estos aforadores son de tipo rectangular de hormigón. Sus actividades son las siguientes: excavación, mampostería de piedra, hormigonado, emplantillado y enfierradura, además de la instalación de la regla limnométrica. Por otra parte se debe instalar el sistema de medición remoto, el cual contiene el sistema remoto y la fosa limnométrica, para la cual se realizan actividades de excavación, hormigonado, emplantillado y enfierradura.

Estas actividades son puntuales y sólo requieren trabajos dentro del área del canal y en una zona lateral de él que consiste en la sala de medición remota de aproximadamente 7 m^2, por lo que no se estima afectación a los componentes ambientales del entorno.

A continuación en la Tabla 10-3, se identifican las obras de aforador que contempla el Proyecto de Mejoramiento del Canal Buzeta, identificando para cada una de ellas los elementos ambientales sensibles que se encuentran cercanos a las actividades a realizar.

Tabla 10-3: Relación de las obras aforador y elementos ambientales

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
AFN1	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
AFN2	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

10.5 MURO PERALTE CANAL (NOMENCLATURA: EC)

Consiste en la construcción de un muro de hormigón con el fin de proteger la ribera derecha contra desbordes. Las actividades a realizar para esta obra son: excavación abierta material común, hormigonado, enfierradura y relleno compactado.

Esta actividad es acotada, pues los trabajos se realizan en el interior del canal, por lo que no se estima afectación a los componentes ambientales del entorno.

A continuación en la Tabla 10-4, se identifican las obras de peralte del muro que contempla el Proyecto de Mejoramiento del Canal Buzeta, identificando para cada una de ellas los elementos ambientales sensibles que se encuentran cercanos a las actividades a realizar.

Tabla 10-4: Relación de las obras del peralte del muro y elementos ambientales

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
EC1	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC2	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC3	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC4	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC5	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC6	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Plantas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC7	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC8	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC9	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
EC10	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC11	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC12	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC13	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC14	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC15	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC16	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC17	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC18	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC19	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
EC20	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
EC21	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

10.6 TRANSFORMACIÓN DE TÚNEL 1

Consiste en un corte del terreno de forma de eliminar el túnel del canal, quedando abierto. Las actividades a realizar serán corte en suelo y corte en roca con explosivos.

Los trabajos se realizan tanto al exterior como interior del canal y túnel, emplazando los frentes trabajos en una superficie acotada a un sector aledaño al área de ubicación del túnel con el fin de no alterar el entorno del sector, por tanto se asume un frente de trabajo diferenciado para esta obra, considerándose una superficie buffer a utilizar para el trabajo provisorio.

A continuación en la Tabla 10-4, se identifican las obras de transformación del túnel que contempla el Proyecto de Mejoramiento del Canal Buzeta, identificando para cada una de ellas los elementos ambientales sensibles que se encuentran cercanos a las actividades a realizar.

Tabla 10-5: Relación de las obras de la transformación del túnel y elementos ambientales

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
TU1	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

10.7 SISTEMA DE SOSTENIMIENTO TÚNEL 2

Consiste en el refuerzo para sostener los bloques inestables mediante pernos de acero tipo helicoidales y cintas W strap.

Esta actividad es acotada, pues los trabajos se realizan en el interior del canal y túnel, por lo que no se estima afectación a los componentes ambientales del entorno.

A continuación en la Tabla 10-6, se identifican las obras de compuertas que contempla el Proyecto de Mejoramiento del Canal Buzeta, identificando para cada una de ellas los elementos ambientales sensibles que se encuentran cercanos a las actividades a realizar.

Tabla 10-6: Relación de las Obras de sostenimiento de bloques y elementos ambientales

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
TU2	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Praderas matorrales - matorral abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

10.7.1 Monitoreo comportamiento del túnel post-sismo

Consiste en la instalación de pernos de convergencia en todos los bloques que se encuentran potencialmente inestables y que afloren en la geometría del túnel.

Esta actividad es acotada, pues los trabajos se realizan en el interior del canal, por lo que no se estima afectación a los componentes ambientales del entorno.

A continuación en la Tabla 10-7, se identifican las obras de compuertas que contempla el Proyecto de Mejoramiento del Canal Buzeta, identificando para cada una de ellas los elementos ambientales sensibles que se encuentran cercanos a las actividades a realizar.

Tabla 10-7: Relación de las Obras de monitoreo y elementos ambientales

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
TU2	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Praderas matorrales - matorral abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

10.8 CRUCE DE QUEBRADAS

Consiste en el cruce del flujo de las quebradas a partir de diferentes tipos de obras de cruce, las que se mencionan a continuación:

- Cruce quebrada losa (nomenclatura: cQL)
- Cruces de quebrada cajón alcantarilla (nomenclatura: cQA)
- Cruce quebrada tubería Vertedero (nomenclatura: cQV)
- Cruce quebrada tubería media caña (nomenclatura: cQT)

Sus actividades serán acotadas al exterior del canal, puesto que se debe trabajar en los apoyos superior e inferior, los cuales dependiendo del tipo de cruce será de mampostería u hormigón. Los frentes trabajos se localizaran en sector aledaño con una superficie acotada al área de ubicación de las obras de cruce, con el fin de no alterar el entorno del sector, por tanto se asume un frente de trabajo diferenciado para esta obra, considerándose una superficie buffer a utilizar para el trabajo provisorio.

Tabla 10-8: Relación de las obras de cruce de quebrada y elementos ambientales del entorno

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
CQT1	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQC1	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQT2	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQA1	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	En un lado se desarrolla Matorral-Suculentas Muy Abierto y en el otro lado del canal existen terrenos de uso agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQA2	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	En un lado del canal se desarrolla Matorral-Suculentas Muy Abierto y en el otro lado del canal existen terrenos de uso agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQC2	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
CQV1	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQT3	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral-Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQC3	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQT4	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQV2	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQC4	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQT5	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQL1	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQA3	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQT6	Potencial presencia de fauna de baja	Matorral Suculentas Semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
	movilidad y otros.				
CQL2	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQT7	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQL3	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Matorral Suculentas Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQL4	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Arborescente Muy Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQC5	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQT8	Bajo potencial para la presencia de fauna.	Sin formación Vegetacional / Terrenos de Uso Agrícola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CQT9	Alto Potencial presencia de fauna	Matorral Suculentas Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

10.9 REVESTIMIENTOS (RM)

Consiste en el revestimiento por medio de mampostería de piedra para los sectores con taludes inestables por roedores y para los sectores de deslizamientos por debilitamiento en talud debido a precipitaciones intensas, se contempla revestir con algunas o varias de las técnicas de estabilización de taludes como revestimiento con hormigón, malla estabilizadora, mampostería de piedra y/o se recubren con losetas de hormigón.

Los frentes de trabajo para estas obras y/o actividades serán acotados al sector donde realizarán las labores, puesto que las obras en su totalidad son dentro del cauce, se prevé una mínima intervención al entorno inmediato de él. Los frentes de trabajos se localizaran en un sector aledaño al área de ubicación del canal, ocupando una superficie acotada con el fin de no alterar el entorno del sector, por tanto se asume un frente de trabajo diferenciado para esta obra, considerándose una superficie buffer a utilizar para el trabajo provisorio.

Los puntos en que se realizarán estas actividades se presentan en Tabla 10 1, identificando para cada uno de ellos los elementos ambientales sensibles que pudiesen estar cerca o en las mismas obras.

Tabla 10-9: Relación de las obras de revestimiento y los elementos ambientales del entorno

Obra de ingeniería	Causa de inestabilidad del talud	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
RM1	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral-suculentas abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM2	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral-suculentas semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM3	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral-suculentas semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM4	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - praderas perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Causa de inestabilidad del talud	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
RM5	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - praderas perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM6	Infiltraciones	Alto Potencial presencia de fauna	Presencia de praderas matorrales - matorral arborescente abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM7	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral arborescente semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM8	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM9	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM10	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral muy abiert	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM11	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Causa de inestabilidad del talud	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
RM12	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM13	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral-suculentas semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM14	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral-suculentas semidens	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM15	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral arborescente muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM16	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral arborescente muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM17	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral arborescente muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Causa de inestabilidad del talud	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
RM18	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral arborescente muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM19	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral arborescente muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM20	Cururo	Alto Potencial presencia de fauna	Presencia de praderas matorrales - praderas perennes/- matorral abierto/ matorral-suculentas muy abierto/terrenos de uso agricola/matorral arborescente abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM21	Cururo	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral-suculentas muy abierto/matorral semidenso/praderas perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM22	Cururo	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral-suculentas muy abierto/matorral abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Causa de inestabilidad del talud	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
RM23	Cururo	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral arborescente muy abierto/matorral-suculentas abierto/terrenos sin vegetacion/terrenos de uso agricola/matorral muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM24	Cururo	Alto Potencial presencia de fauna	Presencia de praderas matorrales - praderas perennes/matorral-suculentas muy abierto/matorral arborescente abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM25	Cururo	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral abierto/terrenos de uso agricola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM26	Cururo	Alto Potencial presencia de fauna	Presencia de praderas matorrales - matorral arborescente abierto/matorral abierto/terrenos de uso agricola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM27	Cururo	Alto Potencial presencia de fauna	Presencia de praderas matorrales - matorral arborescente abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Causa de inestabilidad del talud	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
RM28	erosión	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral-suculentas abierto/terrenos de uso agricola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM29	Caída de bloques	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral-suculentas semidenso	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM30	Caída de bloques	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral-suculentas muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM31	Caída de bloques	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral-suculentas muy abierto/terrenos de uso agricola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM32	Caída de bloques	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral abierto/matorral-suculentas abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM33	Tambo pretiles	Alto Potencial presencia de fauna	Presencia de praderas matorrales - matorral arborescente abierto/matorral-suculentas muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Causa de inestabilidad del talud	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
RM34	Tambo pretiles	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral-suculentas muy abierto/matorral-suculentas muy abierto/terrenos de uso agricola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM35	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - praderas perennes/matorral abierto/matorral-suculentas muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM36	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral abierto/matorral arborescente muy abierto/matorral-suculentas abierto/terrenos sin vegetación	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM37	Infiltraciones	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral-suculentas muy abierto/praderas perennes/matorral abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM38	Infiltraciones	Alto Potencial presencia de fauna	Presencia de praderas matorrales - matorral arborescente abierto/matorral-suculentas semidenso/terrenos de uso agricola	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Causa de inestabilidad del talud	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
RM39	Infiltraciones	Alto Potencial presencia de fauna	Presencia de praderas matorrales - matorral arborescente abierto/matorral-suculentas muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
RM40	Infiltraciones	Alto Potencial presencia de fauna	Presencia de praderas matorrales - matorral arborescente abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

10.10 RELACIÓN DEL PROYECTO CON LAS COMPONENTES

De las tablas presentadas podemos observar que la vegetación que alberga fauna de forma moderada son las zonas de vegetación de matorral suculentas abierto, matorral suculentas abierto, matorral muy abierto, matorral abierto, praderas perennes, plantas perennes, matorral suculentas semidenso en las cuales se realizarán trabajos de sellos (76), revestimientos (31), peralte de muros (16), reemplazo de componentes de compuertas (22) y aforador (1). Además se tienen 14 trabajos de cruces de quebradas.

En cuanto a la vegetación que alberga un alto potencial de fauna es el matorral arborescente muy abierto, donde se realizarán trabajos de sellos (51), revestimientos (9), peralte de muros (5) y reemplazo de componentes de compuertas (30) los cuales son trabajos puntuales, localizados dentro del canal. Además se tienen 7 trabajos de cruces de quebradas.

Los trabajos a realizar son puntuales al interior del canal, exceptuando los trabajos de cruce de quebradas.

11 EVALUACIÓN DE IMPACTOS PRELIMINARES Y MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

En este capítulo se integra la identificación de impactos preliminares, y las medidas de manejo ambiental, cuya estructura permite identificar, tanto las fuentes de impactos asociadas a la ejecución del proyecto como las medidas correctivas y/o de control que este incorporará. Esta estructura tiene por objetivo mantener una visión completa de las obras de mejoramiento que conforman el proyecto y de su efecto global, facilitando de esta manera la comprensión y labor de la evaluación para el análisis ambiental.

La identificación, análisis y evaluación de los impactos preliminares de las obras de mejoramiento del canal Buzeta se basa en realizar el cruce de los antecedentes y alcances del proyecto de ingeniería a nivel de pre-factibilidad, con la información obtenida de la caracterización de los componentes ambientales; fauna terrestre, flora y vegetación terrestre, turismo, paisaje y patrimonio arqueológico generada en el presente estudio. Esta evaluación se lleva a cabo mediante la identificación de las actividades o acciones del proyecto factibles de causar efectos ambientales que pudieren considerarse impactos obre las diversas componentes ambientales de cada medio o entorno. Una vez realizada la evaluación de impacto ambiental, se identifican las medidas de manejo a considerar, con el objetivo de mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales negativos producidos por la implementación del proyecto.

La predicción y evaluación del impacto ambiental se realizó diferenciando cada uno de los componentes ambientales con sus potenciales transformaciones derivadas de una futura ejecución de obras y/o actividades de mejoramiento del canal Buzeta.

Cabe destacar que la etapa de pre-factibilidad entrega información general de las obras a ejecutar, orientándose a identificar ambientalmente las fallas fatales que imposibiliten la ejecución de las obras, por lo cual la identificación de los impactos carece de efectos cuantificables, y fueron evaluados en términos cualitativos.

Dada la naturaleza del proyecto, y las características particulares de su área de inserción, correspondiente a una obra existente (canal de riego Buzeta), la evaluación ambiental es realizada para la obra en sí y de manera general sus actividades de construcción, no considerando obras temporales asociadas (ya sea instalación de faenas, accesos, entre otros), y tampoco la etapa de operación, ya que no se contemplan para la Pre-factibilidad de ingeniería como parte de la descripción del proyecto de mejoramiento.

La secuencia metodológica aplicada para la evaluación ambiental, se identifica a continuación:

- Identificación y análisis de las acciones y obras que comprende el proyecto de mejoramiento del Canal Buzeta para identificar sus potenciales fuentes de impacto.

- Identificación de las componentes ambientales susceptibles de ser afectados por cada fuente de impacto, sobre la base de la caracterización ambiental previamente descrita en este informe.

- Identificación de impactos a través de una relación causa – efecto entre actividad u obra de Proyecto y componente ambiental. Debido a la etapa de ingeniería en el cual se desarrolló este estudio, la evaluación describe de manera sucinta el impacto.

- Identificación de las posibilidades de manejo ambiental aplicables.

- Calificación de los impactos sobre cada componente ambiental en base a las consideraciones técnicas aplicadas a cada especialidad. A partir de ello, se concluye el carácter del impacto (negativo y/o positivo) y su significancia (alta, medio o baja). Este último criterio integrador que considera el impacto evaluado en el contexto global del estudio, es decir, tomando en cuenta los parámetros establecidos por la legislación vigente y por los criterios de protección ambiental vigentes.

11.1 OBRAS Y ACTIVIDADES POTENCIALMENTE GENERADORAS DE IMPACTOS

Conforme a las características del Proyecto (ver secciones 4, 5 y 6 de este estudio), se considera que las obras y actividades indicadas en la Tabla 11-1 son aquellas potencialmente generadoras de impactos ambientales.

Tabla 11-1: Obras y Actividades Potencialmente Generadoras de Impacto

Obras	Actividades
Compuertas (CP)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del canal
	Limpieza y retro de vegetación y sedimentos dentro del canal
	Reemplazo componentes compuerta
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal
Sellos de fondo (S)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del cana
	Instalación de hormigón al interior del canal
	Enfierradura al interior del canal
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal
Aforador (AFN)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del canal
	Excavación al interior del canal
	Mampostería de piedra
	Hormigonado
	Emplantillado
	Enfierradura
	Instalación de regla limnométrica
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal
Muro Peralte Canal (EC)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del canal
	Excavación abierta material común
	Hormigonado
	Enfierradura
	Relleno compactado
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal
Transformación Túnel 1 (TU1)	Instalación y operación frente de trabajo
	Corte en suelo

Obras	Actividades
	Corte en roca con explosivos
	Abandono de frentes de trabajo
Sistema de Sostenimiento Túnel 2 (TU2)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del canal
	Refuerzo de bloques a través de instalación de pernos y cinta
	Instalación de Pernos de convergencia
	Abandono de frentes de trabajo
Cruce de Quebradas (CQ)	Instalación y operación frente de trabajo
	Hormigonado
	Enfierradura
	Emplantillado
	Instalación de tubo o losa.
	Abandono de frentes de trabajo
Revestimientos (RM)	Instalación y operación de frente de trabajo
	Mampostería del talud del canal
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal

Cabe indicar que no se considera en detalle las obras temporales como lo son los frentes de trabajo, instalación de faenas, habilitación de accesos, acopio de maquinaria, entre otros, ya que no se contemplan como parte de la descripción del proyecto de mejoramiento en esta etapa de pre-factibilidad, sin embargo se identifican de manera general dentro de las actividades para cada obra, de manera de evaluar preliminarmente los posibles impactos.

11.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PRELIMINARES

El proyecto se inserta a lo largo del Canal Buzeta, atravesando las comunas de Illapel y Salamanca, en la cuenca del río Choapa. En general el área del proyecto es una zona ya intervenida por el canal mismo y las zonas agrícolas que se emplazan alrededor con un alto grado de uso antrópico, junto a sectores con menos grado de intervención donde existe potencial para el desarrollo de formaciones vegetacionales, especies de flora y fauna en categoría de conservación. A continuación en la siguiente se presenta la relación causa – efecto que orienta la evaluación realizada y focaliza la identificación de impactos por las obras, actividades generales para su construcción y los sectores donde se pretende construir las obras del proyecto.

Tabla 11-2: Relación Causa – Efecto entre el Proyecto y las componentes ambientales del entorno

Obras	Actividades	Fauna Terrestre	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
Compuertas (CP)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del canal					
	Limpieza y retro de vegetación y sedimentos dentro del canal					
	Reemplazo componentes compuerta					
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal					
Sellos de fondo	Instalación y operación frente de trabajo dentro del canal					
	Instalación de hormigón al interior del canal					
	Enfierradura al interior del canal					
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal					
Aforador (AFN)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del canal					
	Excavación al interior del canal					
	Mampostería de piedra					
	Hormigonado					
	Emplantillado					
	Enfierradura					
	Instalación de regla limnométrica					
	Abandono frentes de trabajo dentro del canal					
Muro Peralte Canal (EC)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del canal					
	Excavación abierta material común					
	Hormigonado					
	Enfierradura					
	Relleno compactado					
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal					
Transformación Túnel 1 (TU1)	Instalación y operación frente de trabajo	X	X			
	Corte en suelo	X	X			
	Corte en roca con explosivos	X				
	Abandono de frentes de trabajo	X	X			
Sistema de Sostenimiento Túnel 2 (TU2)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del canal					
	Refuerzo de bloques a través de instalación de pernos y cinta					
	Instalación de Pernos de convergencia					
	Abandono de frentes de trabajo					
Cruce de Quebradas (CQ)	Instalación y operación frente de trabajo	X	X			
	Hormigonado	X	X			
	Enfierradura	X	X			
	Emplantillado	X	X			
	Instalación de tubo o losa.	X	X			

Obras	Actividades	Fauna Terrestre	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
	Abandono de frentes de trabajo	X	X			
Revestimientos (RM)	Instalación y operación de frente de trabajo	X	X			
	Mampostería de piedra del talud del canal	X	X			
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal	X	X			

A continuación se presenta una evaluación cualitativa y preliminar de impactos basada en la identificación de relación causa-efecto desarrollada en el punto anterior, y en el nivel de pre-factibilidad que posee la ingeniería.

11.2.1 Intervención de flora y vegetación

11.2.1.1 Identificación y fuentes de impacto durante la etapa de construcción

La materialización de las obras generará pérdida de superficie de formaciones vegetacionales o bien la eliminación de algunos ejemplares aislados, según los requerimientos de terreno para las obras o bien para las áreas de los frentes de trabajos asociadas a la construcción de sifón, revestimiento de taludes y aforo.

En el plano 4184-3000-CA-LAM-004 de este informe de EAA, se ilustra la localización de las componentes flora y vegetación a lo largo del canal, identificando las obras del Proyecto.

A lo largo del canal se registraron once formaciones vegetales dominantes en las áreas existentes dentro del trazado del canal Buzeta. En orden de representatividad, en términos de ocupación, se tiene a matorral arborescente, matorral abierto, matorral con suculentas muy abierto, matorral con suculentas abierto, matorral arborescente muy abierto, matorral con suculentas semidenso, matorral muy abierto, praderas perennes, matorral arborescente semidenso, matorral semidenso y renoval abierto.

En el área estudiada se registraron tres especies en categoría de conservación: *Eulychnia acida*, *Trichocereus chiloensis* y *Puya chilensis*. Las especies *E. acida* y *P. chilensis* se encuentran en categoría de Preocupación Menor. Por su parte *T. chiloensis* se encuentra clasificada en la categoría Casi Amenazada.

De acuerdo a la información recopilada, la formación vegetacional descrita como Matorral Arborescente Abierto, correspondería a una formación que constituye bosque, de acuerdo a las definiciones que establece la Ley 20.283 sobre recuperación de bosque nativo y fomento forestal. Conforme a esto, los sectores identificados como formación de Matorral Arborescente Abierto fueron considerados como áreas singulares (Ver Plano 4184-3000-CA-LAM-004) y se detecta aledaño a la obra de revestimiento RM3.

En el área de estudio se registró la presencia de las especies *Schinus polygamus*, *Baccharis linearis*, *Flourensia thurifera*, *Eulychnia acida*, *Trichocereus chiloensis*, *Lobelia excelsa*, *Colliguaja integérrima*, *Bridgesia incisifolia* y *Puya chilensis.*, las cuales se encuentran citadas en el DS 68/08, el cual establece la nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país. Las formaciones de matorral que presenten alguna de estas especies como dominantes de la formación, constituirían formaciones xerofíticas.

La intervención de formaciones vegetacionales de tipo xerofíticas y formaciones de bosque, requieren de la aprobación de sus respectivos permisos ambientales sectoriales por parte del organismo competente (CONAF), y posteriormente la aprobación a nivel sectorial de dicho permiso.

Finalmente, en relación a estas formaciones reguladas por la Ley 20.283, es necesario que en etapas más avanzadas del proyecto, se verifique su presencia en el área de intervención.

La envergadura de las obras del Proyecto y sus frentes de trabajo asociados se desarrollaran mayoritariamente dentro del canal Buzeta y se utilizarán en obras puntuales como revestimiento de taludes superficies aledañas al canal, que requerirán mínima intervención de flora y vegetación.

11.2.1.2 Medidas de Manejo Ambiental y Plan de Seguimiento Ambiental

La intervención, tanto de especies en categoría de conservación, como de formaciones vegetales, requiere de la implementación de planes de medidas de manejo ambiental y planes de seguimiento a estas medidas.

a. Acciones consideradas por la ingeniería del Proyecto

- La ingeniería del Proyecto considerará en las etapas posteriores el análisis de la localización de sus frentes de trabajo de acuerdo a criterios de tipo ambiental, de modo de minimizar la alteración de vegetación y hábitats que sean con mayor concentración de especies de flora y vegetación. Este es el caso de las instalaciones de faenas, y las actividades que se realicen en los frentes de trabajo, especialmente en las áreas de la obra de Transformación Túnel 1 (TU1), Cruce de Quebradas y Revestimiento.

- Planear y coordinar de forma previa la ubicación y forma de desarrollar las actividades de construcción del Proyecto, de modo de no intervenir las zonas donde se presenta las especies en categoría de conservación, como son: *Eulychnia acida*, *Trichocereus chiloensis* y *Puya chilensis*

b. Acciones de manejo ambiental complementarias

- Minimización de áreas de intervención considerando la delimitación ajustada de las áreas de trabajo, en especial aquellas zonas con formaciones vegetacionales. La delimitación se realizará in situ con señalización claramente distinguible y visible para todas las personas empleadas por el contratista en la etapa de construcción.

- En el caso de intervenir bosque nativo y/o formaciones xerofíticas, se presentaran los permisos ambientales sectoriales aplicables.

- Prohibir la intervención y alteración por las obras o actividades relacionadas al Proyecto en los sectores donde se encuentran las especies; *Eulychnia acida*, *Trichocereus chiloensis* y *Puya chilensis*.

- Se capacitará a los trabajadores del Proyecto (a través de folletos y/o charlas) de modo de crear conciencia y entregar procedimientos de protección de flora y vegetación nativa y la importancia de la conservación de especies de flora y fauna, en especial las que presentan problemas de conservación. Se exigirá a los contratistas de obras mantener un registro actualizado de las actividades de capacitación y de los participantes, junto a una sanción al no cumplimiento de las restricciones que se les establezca en el reglamento.

- No se permitirá el uso fuego para la eliminación de la vegetación durante la fase de la construcción del Proyecto.

11.2.1.3 Calificación del Impacto Ambiental

El Proyecto no contempla afectar vegetación nativa y/o especies de flora nativa en categoría de conservación, o su superficie (o cantidad de ejemplares de flora) será baja, por lo que el impacto de las obras no comprometerá mayormente la componente.

Si el Proyecto intervendrá individuos de especies en categoría de conservación, se deberá considerar la plantación (o rescate) de ellos.

De acuerdo a lo anterior y considerando las acciones de manejo ambiental, este impacto se califica negativo de significancia baja.

11.2.2 Desplazamiento Local de Especies de Fauna

11.2.2.1 Identificación del Impacto

Este impacto se refiere al alejamiento de ejemplares de fauna principalmente reptiles y mamíferos debido a la modificación de sus consideraciones de hábitat natural y/o al ser ahuyentados por la presencia humana. Eventualmente, se podría producir la pérdida de algunos ejemplares de menor movilidad y/o por la destrucción de sus madrigueras. Sin embargo, en base a la experiencia en proyectos de similar naturaleza, la mayor parte de la

fauna tenderá a desplazarse desde los sectores intervenidos por la construcción de las obras del Proyecto hacia zonas aledañas.

De acuerdo a lo presentado en la sección de este EAA, los sectores donde se desarrollará la construcción de las obras de mejoramiento del proyecto corresponden a sectores ya intervenidos por la misma obra a mejorar correspondiente al canal de riego Buzeta, existiendo a su alrededor las zonas agrícolas que se emplazan alrededor con un alto grado de uso antrópico, junto a sectores con menos grado de intervención donde existen áreas con formaciones vegetacionales que presentan un alto potencial para el desarrollo de hábitats de fauna.

El catastro registró 51 especies de vertebrados en el área de estudio, de las cuales cuatro corresponden a reptiles, 43 a aves y cuatro a mamíferos. Del total de especies detectadas 43 son de origen nativo, seis son endémicas y dos son introducidas.

De las especies registradas, ocho se encuentran en categorías de conservación de acuerdo a la normativa vigente: *L. lemniscatus* catalogada como de Preocupación Menor y *L. nitidus* considerada Casi Amenazada, ambas fueron clasificadas por el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) en Decreto Supremo 19/2012 (MMA, 2012). La especie *L. pseudolemniscatus* fue catalogada como Fuera de Peligro y *Callopistes palluma* como Vulnerable, ambas por el Reglamento de la Ley de Caza (5/1998 MINAGRI). En cuanto a las aves, *Ardea cocoi* se considera una especie Rara, mientras que *Falco peregrinus* se cataloga como Vulnerable, ambas por el Reglamento de la Ley de Caza. Finalmente *Pseudalopex culpaeus* se considera en estado de Preocupación Menor, de acuerdo al RCE, Decreto Supremo 33/2012 (MMA 2012), mientras que *Spalacopus cyanus* (cururo) es catalogada En Peligro por el Reglamento de la Ley de Caza.

Considerando el alcance y magnitud de las obras que se contemplan realizar, se propone la realización de un plan de perturbación controlada, a fin de ahuyentar a los ejemplares que presentan poca movilidad y se encuentran con protección oficial, de manera previa al inicio de la construcción de las obras. Asimismo, a lo largo del trazado de canal se podrían implementar atraviesos para fauna, ya que actualmente no existen sectores en donde las especies animales puedan atravesar el canal.

La implementación de las obras del proyecto no debería presentar impactos negativos significativos, ya que las obras de mejoramiento se realizan en su mayoría dentro de una obra existente.

Considerando el alcance y magnitud de las obras que se contemplan realizar, se propone la realización de un plan de perturbación controlada, a fin de ahuyentar a los ejemplares que presentan poca movilidad y se encuentran con protección oficial, de manera previa al inicio de la construcción de las obras, el cual puede ser complementado con un rescate y relocalización de ejemplares de baja movilidad. Asimismo, a lo largo del trazado del canal se podrían implementar atraviesos para fauna, ya que actualmente no existen sectores en donde las especies animales puedan atravesar el canal.

11.2.2.2 Medidas de Manejo Ambiental

a. Acciones consideradas por la ingeniería del Proyecto

- La ingeniería del Proyecto deberá evaluar en las futuras etapas la localización de sus frentes de trabajo de acuerdo a criterios de tipo ambiental, de modo de minimizar la alternación de hábitats que sean de mayor concentración de especies de fauna.

- Planear y coordinar de forma previa la ubicación y forma de desarrollar las actividades de construcción del Proyecto, de modo de minimizar la alteración de hábitats que sean de mayor concentración de especies de fauna.

b. Acciones de manejo ambiental complementarias

- En los sectores donde existan formaciones vegetacionales y se pretenda localizar una obra permanente o temporal, se aplicarán medidas de ahuyentamiento controlado tanto para las especies de menor y mayor movilidad (reptiles, roedores y zorros respectivamente) al momento de dar inicio a las actividades de construcción del Proyecto. Estas serán complementadas con actividades de rescate y liberación de anfibios, reptiles y micromamíferos. Cabe destacar que debido a su reducida capacidad de movimiento están más expuestos a los diferentes impactos de carácter antrópico como pérdida de individuos. Por lo tanto, para estas especies se deberá ejecutar un programa de, perturbación controlada, rescate y relocalización, y monitoreo, que será presentado al SAG para su aprobación sectorial en forma previa a su implementación. Es importante aclarar que las tareas de rescate de reptiles deberán efectuarse progresivamente forma previa a la intervención del inicio de las obras de construcción, por lo que su distribución temporal definitiva se deberá ajustar a los programas de construcción que generen los Contratistas.

11.2.2.3 Calificación del Impacto Ambiental

De acuerdo a lo anterior y considerando las acciones de manejo ambiental, este impacto se califica negativo de significancia baja.

11.3 JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS

A continuación se presenta un resumen de los impactos ambientales generados por el Proyecto.

Tabla 11-3: Jerarquización de Impactos Ambientales

Componentes Ambientales	Impacto	Calificación
Etapa de Construcción		
Flora y Vegetación	Intervención de flora y vegetación	Negativo de significancia baja.
Fauna Terrestre	Desplazamiento local de especies de fauna.	Negativo de significancia baja.

12 ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA

Tomando en consideración las características que a la fecha definen las actividades de mejoramiento del canal, a continuación corresponde determinar si califica como un proyecto o actividad de aquellos que obligatoriamente deben someterse al SEIA, ya sea a través de una DIA o un EIA, según sea el caso. Para lo anterior, se analizarán los artículos 8, 9 y 10 de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada por la Ley N° 20.417 y lo establecido en la letra a) del Artículo 3 del DS N° 40/2012, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA).

El artículo 8 de la Ley N° 19.300, dispone que los proyectos o actividades, señalados en su artículo 10, sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental. El artículo 9 de la misma Ley, señala que dicha evaluación de impacto ambiental se realiza mediante la presentación de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) al SEIA.

A efectos de determinar la necesidad de someter las obras o actividades a evaluación de su impacto ambiental, se ha revisado el listado completo de los proyectos que – en virtud del artículo 10 de la Ley N° 19.300 y del artículo 3 del Reglamento del SEIA – requieren ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Sobre la base de dicho análisis, se ha determinado cuáles son aquellos literales que eventualmente podrían resultar aplicables a las actividades de mejoramiento del canal Buzeta descritas en la **Sección 6** del presente informe.

De la lectura de este artículo 10, la tipología de proyecto a analizar para los efectos de este Proyecto, corresponde a la descrita en el literal a) referida a los proyectos que se desarrollen en relación a cursos de agua.

Artículo 10.- Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental son los siguientes:

a) *Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el* ***artículo 294 del Código de Aguas****, presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas.*

   El artículo 3 letra a) del Reglamento del SEIA desarrolla en mayor detalle el contenido de esta tipología, especificando que se encuentran comprendidos en dicha tipología los siguientes proyectos o actividades:

   a.1 Presas cuyo muro tenga una altura superior a cinco metros (5 m) medidos desde el coronamiento hasta el nivel del terreno natural, en el plano vertical que pasa por el eje de éste y que soportará el embalse de las aguas, o que generen un embalse con una capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m^3).

   a.2 Drenaje o desecación de:

a.2.1 Vegas y bofedales ubicados en las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, cualquiera sea su superficie de terreno a recuperar y/o afectar.

a.2.2 Suelos "ñadis", cuya superficie de terreno a recuperar y/o afectar sea igual o superior a doscientas hectáreas (200 ha).

a.2.3 Turberas.

a.2.4 Cuerpos naturales de aguas superficiales tales como lagos, lagunas, pantanos, marismas, vegas, albúferas, humedales o bofedales, exceptuándose los identificados en los literales anteriores, cuya superficie de terreno a recuperar y/o afectar sea igual o superior a diez hectáreas (10 ha), tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo; o a veinte hectáreas (20 ha), tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región del Maule, incluida la Región Metropolitana de Santiago; o a treinta hectáreas (30 ha), tratándose de las Regiones del Bío Bío a la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

a.3 Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas terrestres, en una cantidad igual o superior a veinte mil metros cúbicos (20.000 m³) de material total a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Atacama, o en una cantidad de cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³) de material total a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones de Coquimbo a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago.

Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas marítimas, en una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³) de material total a extraer y/o a remover.

Se entenderá por dragado la extracción y/o movimiento de material del lecho de cuerpos y cursos de aguas continentales o marítimas, por medio de cualquier tipo de maquinaria con el objeto de ahondar y/o limpiar.

a.4 Defensa o alteración de un cuerpo o curso de aguas continentales, tal que se movilice una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos de material (50.000 m³), tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo, o cien mil metros cúbicos (100.000 m³), tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago.

Se entenderá por defensa o alteración aquellas obras de regularización o protección de las riberas de estos cuerpos o cursos, o actividades que impliquen un cambio de trazado de su cauce, o la modificación artificial de su sección transversal, todas de modo permanente.

La alteración del lecho del curso o cuerpo de agua y de su ribera dentro de la sección que haya sido declarada área preferencial para la pesca recreativa deberá someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, independiente de la cantidad de material movilizado.

a.5 La ejecución de obras o actividades que impliquen alteración de las características del glaciar.

Cabe tener presente que la construcción o ejecución de las obras de mejoramiento constituyen un proyecto que modifica o interviene un proyecto anterior, correspondiente al Canal Buzeta, canal de riego artificial fue construido alrededor del año 1900, fecha en la cual no existía el SEIA, (aunque por sus características de ser un curso de agua artificial no constituye una obra de ingreso al SEIA, ya que solo ingresan las obras que se realizan en cuerpos o cursos de agua naturales). Se hace esta aclaración, toda vez que la necesidad de someter al SEIA una modificación de proyecto o actividad corresponda a la realización de obras, acciones o medidas tendientes a intervenir o complementar un proyecto o actividad, de modo tal que éste sufra cambios de consideración. Por lo anterior, de acuerdo a lo establecido en la letra g) del Artículo 2 del DS N° 40/2012, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA), se entenderá que un proyecto o actividad sufre cambios de consideración cuando:

g1. Las partes, obras o acciones tendientes a intervenir o complementar el proyecto o actividad constituyen un proyecto o actividad listado en el artículo 3 del presente reglamento.

g2. ***Para los Proyectos que se iniciaron de manera previa a la entrada en vigencia del sistema de evaluación de impacto ambiental****, si la suma de las partes, obras o acciones tendientes a intervenir o complementar el proyecto o actividad de manera posterior a la entrada en vigencia de dicho sistema que no han sido calificado ambientalmente constituye un proyecto o actividad listado en el artículo 3 del presente reglamento.*

Para los proyectos que se iniciaron de manera posterior a la entrada en vigencia del sistema de evaluación de impacto ambiental, si la suma de las partes, obras y acciones que no han sido calificadas ambientalmente y las partes, obras acciones tendientes a intervenirlo o complementarlo, constituyen un proyecto o actividad listado en el artículo 3 del presente Reglamento;

g3. Las obras o acciones tendientes a intervenir o complementar el proyecto o actividad modifican sustantivamente la extensión, magnitud o duración de los impactos ambientales del proyecto o actividad; o

Las medidas de mitigación, reparación y compensación para hacerse cargo de los impactos significativos de un proyecto o actividad calificado ambientalmente, se ven modificados sustancialmente.

Para efectos de los casos anteriores, se considerarán los cambios sucesivos que hayan sufrido el proyecto o actividad desde la entrada en vigencia del sistema de evaluación de impacto ambiental.

Aplicabilidad al Proyecto:

Respecto de las obras contempladas para el mejoramiento del Canal Buzeta se considera mayormente el desarrollo de obras dentro del canal, con el objetivo de optimizar el riego y mejorar la seguridad física de esta infraestructura. Para lo anterior se consideran las obras de:

- Mantención de Compuertas, consistentes en el reemplazo de componentes y limpieza de compuertas.
- Sellos de fondo, correspondiente a cubrir el ancho del canal con 20 cm hormigón cada 500 metros.
- Instalación de Aforador.
- Muro Peralte Canal, consiste en la construcción de un muro de hormigón con el fin de proteger la ribera derecha contra desbordes.
- Transformación Túnel 1,
- Sistema de Sostenimiento Túnel 2
- Revestimiento de taludes del canal
- Cruce Quebradas, el cual consiste en el mejoramiento y construcción de cruce del flujo de las quebradas sobre el canal a partir de diferentes tipos de obras de cruce (tubería, loseta, entre otros)

Como se puede observar, ninguna de las obras y/o actividades se considera dentro de las indicadas en el listado del RSEIA. En conclusión, y de acuerdo a lo dispuesto en el literal ***a)*** del **artículo 3 del Reglamento del SEIA**, el Proyecto No debe ingresar a evaluación de su impacto ambiental.

Se recomienda que una vez se definan las obras de cruce con mayor detalle se analice con mayor profundidad el ingreso al sistema, ya que se contempla en esta prefactibilidad que estas obras movilizaran una cantidad inferior a 50.000 m^3 de material.

En base a lo anterior, se debe tener presente que las obras de mejoramiento que se contempla implementar dentro del canal de riego Buzeta, no ameritan un ingreso al SEIA, sin perjuicio de los permisos sectoriales aplicables que corresponda tramitar en cada una de ellas. Cabe indicar que, de acuerdo a los resultados de la **sección 11**, se identifican a priori tres permisos sectoriales, asociados a las componentes fauna, flora y vegetación terrestre, los cuales deberán ser analizados respecto a su aplicabilidad en las futuras etapas de ingeniería cuando se tenga mayor detalle de las áreas y superficies a intervenir. A continuación se indican los permisos sectoriales preliminarmente identificados.

- Captura de especies protegidas
- Corte de Bosque Nativo
- Formaciones Xerofíticas

13 COSTOS AMBIENTALES REFERENCIALES

La presente sección, incluye el cálculo de los costos ambientales asociados a las etapas de Diseño y Construcción del proyecto, ya que para la fase de pre-factibilidad no se contemplan costos.

Los costos ambientales de las etapas siguientes de ingeniería, están relacionados a los resultados obtenidos en la **sección 11** de evaluación de impactos y a la **sección 12** Análisis de pertinencia al SEIA, en las cuales se identifica que las obras de mejoramiento del canal de riego Buzeta no ameritan un ingreso al SEIA, sin perjuicio de los permisos sectoriales aplicables que corresponda tramitar en cada una de ellas, ya que preliminarmente se identifican tres posibles permisos a gestionar sectorialmente, que tienen relación con las componentes fauna, flora y vegetación terrestre, asociados a:

- Captura de especies protegidas
- Corte de Bosque Nativo
- Formaciones Xerofíticas

Por lo anterior, en el presente estudio de análisis ambiental no se identifican costos ambientales asociados al proyecto, exceptuando de los posibles permisos sectoriales que le sean aplicables, los cuales deberán ser analizados en detalle en las futuras fases de ingeniería, cuando se tenga mayor precisión de las áreas y superficies a intervenir por las obras de mejoramiento del canal de riego Buzeta.

A continuación, en este capítulo se presenta una Tabla Resumen de los Costos asociados a los permisos sectoriales identificados preliminarmente.

13.1 TABLA DE RESUMEN COSTOS DEL PROYECTO

A continuación se presentan los costos ambientales del proyecto, asociados a la elaboración, tramitación, implementación y seguimiento de medidas ambientales.

En la Tabla 13-1 se presentan los costos asociados a la elaboración y tramitación de las medidas ambientales asociados a las componentes flora, vegetación y fauna terrestre y en la Tabla 13-2, se resumen los costos asociados al Plan de implementación y seguimiento ambiental del proyecto. Estas tablas presentan la información en Costos Unitarios y los Costos Totales, cuyos valores se encuentran expresados en Unidades de Fomento (UF), en el entendido que esta unidad corresponde al indicador financiero más corrientemente usado en la elaboración de los presupuestos de los distintos proyectos de inversión que realiza el Estado.

Cabe señalar que, para efectuar el cálculo de los montos que contienen las tablas indicadas anteriormente, se ha empleado el Valor Promedio de la UF durante el mes de Enero de 2015. De igual forma se indica que los precios unitarios de maquinarias, insumos, mano de obras vinculados a medidas constructivas, se han obtenido de la base de datos del Consultor Arcadis Chile S.A.

Tabla 13-1: Costos Referenciales Asociados a la Elaboración y Tramitación de las Medidas Ambientales

Componente	Medida	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total (UF)*	Costo Total ($)
Flora y Vegetación	PAS 148 Corte de Bosque Nativo	190	1	190	4.672.000
Flora y Vegetación	PAS 151 Formaciones Xerofíticas	170	1	170	4.180.000
Fauna Terrestre	Plan de Rescate y Relocalización de Fauna Nativa.	30	1	30	738.000
Costo Total Referencial Medidas de Manejo Ambiental				**390**	**9.590.000**

El valor promedio de la UF del mes de enero 2015 corresponde a $ 24.586,66

Tabla 13-2: Costos Referenciales Asociados al Plan de Implementación y Seguimiento Ambiental

Componente	Seguimiento	Costo Unitario por ha[7]	Cantidad	Costo Total (UF)*	Costo Total ($)
Flora y Vegetación	Implementación PAS 148 Corte de Bosque Nativo	142	1	142	3.490.000
	Seguimiento PAS 148 Corte de Bosque Nativo	33	1	33	810.000
	Total	**175**		**175**	**4.300.000**
	Implementación PAS 151 Formaciones Xerofíticas	81	1	81	2.000.000
	Seguimiento PAS 151 Formaciones Xerofíticas	61	1	61	1.500.000
	Total	**142**		**142**	**3.500.000**
Fauna Terrestre	Implementación Captura de Especies	90	1	90	2.210.000
	Seguimiento Relocalización de Fauna Nativa.	30	2	60	1.480.000

[7] El Costo Unitario está calculado referencialmente por hectárea, ya que en esta etapa de la ingeniería no existe definición de la superficie a intervenir por parte de las obras, acciones y partes físicas del Proyecto. Por lo anterior, en las próximas etapas de la ingeniería se deberá ajustar el costo unitario en base a la intervención sobre superficies de formaciones xerofíticas, bosque nativo y, captura y relocalización de fauna nativa.

Componente	Seguimiento	Costo Unitario por ha[7]	Cantidad	Costo Total (UF)*	Costo Total ($)
	Total	-	-	**150**	**3.690.000**
Costo Total Referencial Medidas de Manejo Ambiental				**467**	**11.490.000**

El valor promedio de la UF del mes de enero 2015 corresponde a $ 24.586,66

Se debe destacar que los costos detallados no se indican debido al carácter de la etapa de ingeniería en la que se realiza el proyecto, y los costos que se indican a continuación son sólo referenciales y se deberán ajustar y precisar en las siguientes etapas de ingeniería.

14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo al resultado de las variables ambientales analizadas, se determinó que no se presenta algún tipo de obstrucción de tipo legal y/o ambiental, así como restricciones absolutas, para la ejecución del mejoramiento del canal.

  No obstante lo anterior, de acuerdo a los antecedentes revisados, existen algunos elementos del medio ambiente que deben ser considerados de forma temprana para descartar futuras restricciones o impedimentos al desarrollo del proyecto, de modo de poder proponer las medidas de mitigación, reparación y /o compensación correspondientemente, de acuerdo a las obras que sean proyectadas; estos corresponden a:

- El Catastro y Evaluación del Recurso Vegetacional Nativo del país, indica la posible presencia de especies en categoría de conservación y en consecuencia la posibilidad de formaciones xerofíticas, situación que de corroborarse implica permisos especiales, pero no restringe su ejecución. La corroboración, se realizará con el estudio de terreno de flora y vegetación en las próximas etapas de la ingeniería, en la cual se precisen las obras y lugares a intervenir.

- De acuerdo a la información recopilada, se identificaron especies de flora en categoría de conservación. La intervención, tanto de especies en categoría de conservación, como de formaciones xerofíticas, requiere de la implementación de planes de medidas de manejo ambiental y planes de seguimiento a estas medidas.

- Se registraron especies de fauna en categorías de conservación, correspondientes a reptiles y mamíferos, situación que no restringe la ejecución del proyecto, pero si la aplicación de medidas y planes ambientales.

- El proyecto tiene un uso común con tramos de circuitos turísticos del SERNATUR, correspondientes a la ruta D-37-E. Se deberán considerar estos tramos en las próximas etapas de ingeniería del proyecto. Se debe mencionar que el Proyecto se localiza dentro del Área Turística Prioritaria "Illapel - Salamanca", la cual debido a la envergadura del proyecto se estima no será alterada, pese a ello, en los próximos estudios a realizar para esta componente se debe considerar el análisis de este recurso turístico.

- Los potenciales efectos/impactos identificados en relación a las obras del mejoramiento son las componentes flora y vegetación y fauna terrestre donde se generaran dos potenciales impactos correspondientes a la intervención de flora y vegetación; y desplazamiento local de especies de fauna.

- En conclusión, y de acuerdo a lo dispuesto en el literal ***a)*** del **artículo 3 del Reglamento del SEIA**, el Proyecto NO debe ingresar a evaluación de su impacto ambiental ya que ninguna de sus obras de mejoramiento se encuentran dentro de las obras y/o actividades establecidas para realizar la evaluación ambiental.

- En relación a las obras de mejoramiento que se contempla implementar dentro del canal de riego Buzeta, es posible indicar que ellas no ameritan un ingreso al SEIA, sin perjuicio de los permisos sectoriales aplicables que corresponda tramitar en cada una de ellas. Por lo anterior, se recomienda para las futuras etapas de ingeniería revisar en detalle las obras de cruce de canales y su necesidad de ingreso al SEIA o Permiso asociado

- En el presente estudio de análisis ambiental no se identifican costos ambientales asociados al proyecto, exceptuando de las posibles medidas ambientales que le sean aplicables, los que estarían asociados a las componentes fauna, flora y vegetación terrestre. Para éstos permisos, se ha estimado un costo referencial de **857 UF**, el cual deberá ser ajustado en las próximas etapas de ingeniería.

15 BIBLIOGRAFÍA

[1] Araya, B. y G. Millie. (1998) Guía de campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria, Santiago.

[2] Alaniz, Jaime 1973 Excavaciones Arqueológicas en un Conchal Precerámico, La Herradura, Provincia de Coquimbo, Chile. Boletín del Museo Arqueológico de La Serena N°15: 189-213.

[3] Ampuero, G. 1969 Cárcamo: un taller precerámico en la Provincia de Coquimbo. Boletín del Museo Arqueológico de La Serena No13:52-57.

[4] Ampuero, G. 1973 Nuevos Resultados de la Arqueología del Norte Chico. Actas del VI Congreso Nacional de Arqueología Chilena. Santiago de Chile.

[5] Ampuero, G. 1989 La cultura diaguita chilena (1.200 a 1.470 d.C.) Prehistoria. Desde sus orígenes hasta los albores de la conquista. Hidalgo, J., Schiappacasse, V., Niemeyer, H. Aldunate, C., Solimano, I., editores, Editorial Andrés Bello, pp. 277-287.

[6] Ampuero, G 1986 Diaguitas. Pueblos del norte verde. Antiguas culturas del Norte Chico. Santiago de Chile: Museo de Arte Precolombino: 16-32.

[7] Ampuero, G. 2007 Los Diaguitas en la perspectiva del siglo XXI. Museo arqueológico de La Serena, La Serena.

[8] Ampuero, G. y M. Rivera 1971Secuencia arqueológica del alero rocoso de San Pedro Viejo de Pichasca (Ovalle, Chile) En: Boletín Museo Arqueológico de La Serena 14, pp. 45-70.

[9] Ampuero, G. y J. Hidalgo 1975 Estructura y proceso en la Prehistoria y Protohistoria del Norte Chico de Chile. En: Chungará No5, Arica, pp.87-124.

[10] Artigas, D. 2003 El Sueño Esculpido: Arte rupestre y memoria del mito en el valle de Canelillo. Provincia del Choapa. Tesis de Grado, Universidad de Chile, Departamento de Antropología.

[11] Benoit I. 1989. Libro rojo de la flora terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal. Impresora Creces Ltd., Santiago, Chile. 157 p.

[12] Biskupovic, M. 1982 Excavaciones arqueológicas en la Parcela 21 de Peñuelas, Coquimbo, Chile. Actas del IX Congreso de Arqueología, pp.240-248.

[13] Cabello, G. 2005 Rostros que hablan: Una propuesta estilística para el arte rupestre de Chalinga, IV Región, Chile. Tesis de Grado, Universidad de Chile, Departamento de Antropología.

[14] Castelleti, J. 2004 El arte rupestre de Nocui en el Choapa. Tesis de Grado, Universidad de Chile, Departamento de Antropología.

[15] Castillo, G. 1989 Agricultores y pescadores del Norte Chico: El complejo Las Ánimas (800 a 1.200 d.C.) Prehistoria. Desde sus orígenes hasta los albores de la conquista. Editado por Jorge Hidalgo et al. Editorial Andrés Bello, Santiago.Editorial Andrés Bello, pp. 265-276.

[16] Castillo, G. y A. Rodríguez 1978 Excavaciones preliminares en el sitio "La Fundición": una industria tipo Cárcamo. Boletín del Museo Arqueológico de La Serena 16:125-144.

[17] Castillo, G. 1985 Revisión del arte rupestre Molle. En: Estudios en arte rupestre, editado por C. Aldunate, J. Berenguer y V. Castro, pp: 173-194. Museo Chileno de arte precolombino, Santiago.

[18] CONAF & CONAMA. 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile, Informe regional cuarta región. Santiago, Chile.

[19] CONAF, CONAMA, BIRF (1999) Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile, Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Temuco.

[20] Cornely, F.1936 El Cementerio Indígena El Olivar (La Serena). Boletín del Museo Nacional de Historia Natural No 15. Santiago.

[21] Costa M.A. y S. Quevedo 1997 Sepultamiento arcaico costero: sitio Huentelauquen-2. En: Actas del XIII Congreso de Arqueología Copiapó. Chile. Contribución Arqueológica N°5, Museo Regional de Atacama. 511-518.

[22] DTS Consultores (Ed) 2012, Línea base y propuesta de puesta en valor de 05 productos turísticos de intereses especiales Región de Coquimbo, SERNATUR, Santiago, Chile.

[23] Estrategia Regional de Desarrollo Región de Coquimbo al 2020

[24] Etienne, M. y Prado, C. 1982. Descripción de la vegetación mediante cartografía de ocupación de tierras Conceptos y manual de uso básico. Ciencias Agrícolas N°10. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 120 p.

[25] Franssinetti, D.& Abertti, M.T. 2001. Los macromamideros continentals del Plesitoceno Superior de Chile: Reseña Histórica, Localidades, Restos Fósiles, Especies y Dataciones Conocidas. Estudios Geológicos 57, pp. 53-69.

[26] Fowler, D. 1982 Cultural resources management. En, M. Schiffer (ed.): Advances in Archaeological Method and Theory, Vol. 5, pp. 1-50. Academic Press, U.S.A.

[27] Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Ed.

[28] Gallardo, F. & L. Cornejo 1986 El diseño de la prospección arqueológica. Un caso de estudio. Actas del X Congreso Nacional de Arqueología Chilena. Chungara 16-17, Arica.

[29] Iribarren, J. 1957. Nuevos aportes para la arqueología de la Cultura El Molle, en Revista Universitaria 42 (2), Anales de la Academia Chilena de Ciencias Naturales 21, Santiago.

[30] Iriarte, A. (2008) Mamíferos de Chile. Guías Descubrir la Naturaleza, Lynx Edicions, Barcelona, España. 420 pp.

[31] Jackson, D. 1993 Datación radiocarbónica para una adaptación costera del Arcaico Temprano en el Norte Chico, Comuna de Los Vilos. Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología 16: 28-31.

[32] Jackson, D. 1997 Coexistencia e interacción de comunidades cazadores-recolectores del Arcaico Temprano en el semiárido de Chile. Valles 3: 13-36.

[33] Jackson, D., P. Báez y R. Seguel 1997-1998 Nuevas evidencias estratigráficas para el complejo Huentelauquén en la provincia del Choapa, IV Región. Revista Chilena de Antropología 14:145-156.

[34] Jackson, D. et al. 2002. Trazos del Choapa. El arte rupestre en la cuenca del río Choapa. Una perspectiva macroespacial. Departamento de Antropología, Universidad de Chile.

[35] Jackson, D., C. Méndez, R. Seguel, A. Maldonado Y G. Vargas 2007 Initial Occupation of the Pacific Coast of Chile during Late Pleistocene Times. Current Anthropology Vol. 48 (5):725-731.

[36] Jaramillo, A. (2003). Birds of Chile.Princeton University Press. New Jersey, USA. 240pp.

[37] Kuzmanic I. y G. Castillo 1982 Excavaciones de un cementerio arcaico en La Herradura, sitio El Cerrito, IV región Coquimbo. Resumen de ponencia presentada en el IX Congreso Nacional de Arqueología, La Serena.

[38] Kuzmanic, I. & Castillo, G. 1986 Estadio Arcaico en la costa del norte semiárido de Chile. X Congreso Nacional de Arqueología Chilena. Chungará 16-17: 89-94

[39] Latcham, R. 1928 La alfarería indígena chilena. Sociedad imprenta y litográfica Universo. Santiago

[40] Llagostera, A. 1989 Caza y Pesca marítima (9.000 a 1.000 a.C.) En: Prehistoria. Desde sus orígenes hasta los albores de la conquista. editado por Jorge Hidalgo et al. Editorial Andrés Bello, Santiago. Ministerio de Educación

[41] López, P. 2007. Tafonomía De Los Mamíferos Extintos Del Pleistoceno Tardío De La Costa Meridional Del Semiárido De Chile (IV Región-32° Latitudes). Alcances Culturales Y Paleoecológicos. Chungará (Arica) Vol.39 Nº.1, pp. 69-89.

[42] Ley Nº 20.283. 2008. Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal. Diario Oficial, 30 de julio de 2008.

[43] Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile, Benoit, 1989.
[44] Libro Rojo de la Flora de la Cuarta Región: U. La Serena, 2001

[45] Listado de Especies Clasificadas desde el 1º al 9º Proceso de Clasificación http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/index2.htm

[46] Luebert, F. y Pliscoff, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Ed. Universitaria, Santiago. 316 p

[47] Massone, M. y D. Jackson 1994 Asentamiento de explotación litoral del Agroalfarero Medio Tardío en la comuna de Los Vilos. Boletín del Museo Regional de la Araucanía 5:9-18.

[48] Mendez, C., Jackson, D., Seguel. R. 2007. Current Evidence and Radiocarbon Chronology from The Santa Julia Late-Pleistocene Settlement In The Semiarid Coast Of Chile (31° 50s). Current Research in The Pleistocene, Vol.24:62-64, 2007.

[49] Mella J. (2005). Guía de Campo Reptiles de Chile: Zona Central. Peñaloza APG, Novoa F & M Contreras (Eds.). Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 pp.

[50] MINAGRI (2009) D.S. N° 68 Establece, Aprueba y Oficializa Nómina de Especies Arbóreas y Arbustivas Originarias del País.

[51] MINAGRI (2011). D,S. N° 26. Aprueba Modificación de Reglamento General de la Ley Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.

[52] MINSEGPRES (2011). D.S. Nº 29. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres.

[53] MINSEGPRES (2012) DS Nº 33. Quinto Proceso de Clasificación de Especies Según Su Estado de Conservación.

[54] MINSEGPRES (2011) DS Nº 41. Sexto Proceso de Clasificación de Especies Según Su Estado de Conservación

[55] MINSEGPRES (2011) DS Nº 42. Séptimo Proceso de Clasificación de Especies Según Su Estado de Conservación

[56] MINSEGPRES (2007). DS Nº151 Primera Clasificación de especies silvestres, según su estado de conservación.

[57] MINSEGPRES (2008). DS N°50. Nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación.

[58] MINSEGPRES (2008). DS N°51. Nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación.

[59] MINSEGPRES (2009). DS N°23. Nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación.

[60] MMA (2012) DS N° 33. Clasificación de especies según su estado de conservación, Quinto Proceso.

[61] MMA (2012) DS N° 41. Clasificación de especies según su estado de conservación, Sexto Proceso.

[62] MMA (2012) DS N° 42. Clasificación de especies según su estado de conservación, Séptimo Proceso.

[63] MMA (2012) DS N° 19. Clasificación de especies según su estado de conservación, Octavo Proceso.

[64] MMA (2013) DS N° 13. Clasificación de especies según su estado de conservación, Noveno Proceso.

[65] MINSEGPRES (2005) D.S. N° 75. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres.

[66] Modificación Plan Regulador Comunal de La Serena Localidades de: Huachalalume, Algarrobito, Quebrada de Talca, Las Rojas, Altovalsol, Islón y Lambert, 2010

[67] Monumentos Nacionales http://www.monumentos.cl/OpenSupport_Monumento/asp/pagDefault.asp?argInstanciaId=58&argAccion=Busqueda&argRegionId=15&argProvinciaId=-1 (consulta enero 2014)

[68] Municipalidad de Coquimbo. Planificación de Desarrollo Comunal de Coquimbo. PLADECO (2013 - 2018)

[69] Municipalidad de La Serena. Planificación de Desarrollo Comunal de La Serena. PLADECO (2013 - 2016)

[70] Muñoz-Pedreros, A. & J.L. Yañez (2000). Mamíferos de Chile. Ediciones CEA, Valdivia Chile. 464pp.

[71] Niemeyer, H., Castillo, G. y Cervellino, M. 1989. Los primeros ceramistas del Norte Chico: el complejo El Molle (0 a 800 d.C.). En: Prehistoria Desde sus orígenes hasta los albores de la conquista. Editado por Jorge Hidalgo et al. Editorial Andrés Bello, Santiago.

[72] Niemeyer H., M. Cervellino y G. Castillo 1998 Culturas Prehistóricas de Copiapó. Museo Regional de Atacama, Copiapó.

[73] Nuñez, L. 1989 Los primeros pobladores (20.000 a 9.000 a.C.) En: Prehistoria. Desde sus orígenes hasta los albores de la conquista., pp.57-80. Editado por Jorge Hidalgo et al. Editorial Andrés Bello, Santiago.

[74] Núñez, L., J. Varela y R. Casamiquela 1983Ocupación Paleoindio en Quereo: reconstrucción multidisciplinaria en el territorio semiárido de Chile. Universidad del Norte. Antofagasta.

[75] Núñez L., J. Varela Y R. Casamiquela 1983 Ocupación Paleoindia en Quereo: reconstrucción multidisciplinaria en el territorio semiárido de Chile (IV Región). Universidad del Norte, Antofagasta.

[76] Núñez L., J. Varela, R. Casamiquela Y C. Villagrán 1994 Reconstrucción multidisciplinaria de la ocupación prehistórica de Quereo, centro de Chile. Latin American Antiquity, Vol. 5(2):99-118.

[77] Ordenanza Local del Plan Regulador Comunal de La Serena, 2004 http://www.observatoriourbano.cl/Ipt/Mapoteca/Digital/04101_PRC_COQUIMBO_USO%20DEL%20SUELO%20LAMINA%205_MO_DO_2004.pdf (consulta enero 2014)

[78] Parque Nacional: http://www.conaf.cl/parques-nacionales/ (consulta enero 2014)

[79] Pavlovic, D. 2004 Dejando atrás la tierra de nadie: Asentamientos, contextos y movilidad de las comunidades alfareras del Choapa. Revista Werken N°5, pp 39-46.

[80] Plan para el Desarrollo Turístico de la Región de Coquimbo 2011-2014

[81] Plan Regulador
Ordenanza Local del Plan Regulador Comunal de La Serena, 2004

[82] Plan Regulador Comunal de La Serena, Localidades de: Algarrobito, Altovalsol, Quebrada de Talca, Las Rojas, Islón, Lambert Y Huachalalume, 2010

[83] Quintanilla V., 1985. Geografía de Chile. Tomo Biogeografía. Santiago: Instituto Geográfico Militar Colección Geografía de Chile.

[84] Reserva de Regiones Vírgenes: http://www.conaf.cl/cms/editorweb/Reservas%20Nacionales%2004032011(1).pdf

[85] RAMSAR
http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-documents-list/main/ramsar/1-31-218_4000_2_

http://www.conaf.cl/wpcontent/files_mf/1368204672Sitios_Ramsar_bajo_responsabilidad_CONAF.pdf

[86] SAG (2012) Reglamento de la Ley de Caza, DS N° 5/98. Servicio Agrícola y Ganadero. Dpto. de Protección de los Recursos Naturales Renovables Ministerio de Agricultura, Chile. 84pp.

[87] Sánchez, Rodrigo. 2006. Aspectos Culturales y Arqueológicos DIA del Proyecto Conjunto de Viviendas Económicas San Ramón, IVRegión. Preparado por: Nawel Consultores; Para Arcadis Geotécnica. Archivos digitales en www.seia.cl.

[88] Sánchez, Rodrigo 2009. Aspectos Culturales y Arqueológicos DIA del Proyecto Inmobiliario San Ramón, IV Región. Preparado para Sustentable S.A. Archivos digitales en www.seia.cl.

[89] Sanhueza, L. et al. 2004. La Cultura Agrelo-Calingasta en el Choapa. Revista Werken N°5, pp 47-52.

[90] SERNATUR 2012. Fichas de Atractivos Turísticos 2012. Región de Coquimbo.

[91] SERNATUR, 2007. Centros y Zonas de Interés Turístico Nacional. Antecedentes básicos para una Estrategia de Ordenamiento Territorial. Departamento de Planificación.

[92] SERNATUR, 2007. Zonas y centros de interés turístico fichas de ZOIT propuestas. Departamento de Planificación.

[93] SERNATUR, 2008. Boletín técnico N° 1/2008. Glosario de turismo. Departamento de planificación.

[94] SERNATUR, 2011. Áreas turísticas prioritarias. Versión 2011. Subdirección de estudios. Unidad de territorio y medio ambiente.

[95] SERNATUR. 2008. Boletín Técnico N° 1. Glosario de Turismo.

[96] SERNATUR. 2010. Propuesta Cartográfica Preliminar para la redefinición de Áreas Turísticas Prioritarias. En el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Departamento de Planificación Unidad de Territorio y Medio Ambiente.

[97] SERNATUR. Anexo 4 Clasificación de atractivos turísticos. En: Orientaciones para el Diseño de un Plan de Desarrollo Turístico en Destinos Turísticos (Pladetur).

[98] SERNATUR. Atlas turístico de Chile. Versión preliminar.

[99] SERNATUR. Manual de Procedimientos para la construcción de un Plan de Desarrollo Turístico Comunal. Versión preliminar.

[100] Schiappacasse, V. y H. Niemeyer 1965-1966Excavaciones de conchales precerámicos en el litoral de Coquimbo, Chile (Quebrada Romeral y Punta Teatinos). Revista Universitaria Universidad Católica de Chile, Año L-LI- Fascículo II pp.278-314. 1986 El arcaico en el Norte semiárido de Chile: un comentario. Chungará 16-17: 95-98.

[101] Sitios Prioritarios.
http://www.sinia.cl/1292/articles-37759_pdf_sitios.pdf

[102] SNASPE
http://www.bienesnacionales.cl/wp-content/uploads/2011/05/SNASPE-de-la-I-a-la-IV-regiones.pdf

[103] Smith-Ramírez, C., Díaz, I., Pliscoff, P., Valdovinos, C., Méndez, M. A, Larraín, J., & Samaniego, H. (2006). Distribution patterns of flora and fauna in southern Chilean Coastal rain forests: Integrating Natural History and GIS. Biodiversity and Conservation, 16(9), 2627-2648

[104] Troncoso, A. 2004a. Relaciones socio-culturales de producción, formas de pensamiento y ser en el mundo: Un acercamiento a los Períodos Intermedio Tardío y Tardío en la cuenca del río Choapa. Revista Werken N°5, pp 61-67.

[105] Universitaria, Santiago. 165 p.

[106] Zuloaga F, O Morrone y M Belgrano. 2008a, 2008b, 2008c. Catálogo de las plantas vasculares del cono Sur (Argentina, southern Brazil, Chile, Paraguay y Uruguay). Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107, Volumenes I, II y III.3.486 p.

[107] 1944, Mapa Arqueológico del Valle de Elqui y Adyacentes. Museo Arqueológico Municipal de La Serena (Chile). Arqueología Chilena.

[108] 1956, Cultura Diaguita Chilena y Cultura El Molle. Editorial Pacífico, Santiago de Chile.

[109] 1958, Cultura El Molle, en Arqueología Chilena 4 Santiago.

[110] 2004b. Las posibilidades de la diferencia. Una aproximación al arte rupestre del valle del Choapa. Revista Werken N°5, pp 127-132.

ANEXO LÁMINAS

285.000 290.000 295.000 300.000 305.000 310.000 315.000

6.490.000 6.485.000 6.480.000 6.475.000

N

Pintacura Norte
Co. La Gallina
Co. Talquén
Cuesta Los Cristales
Río Choapa
D-81
D-37-E
Choapa
D-085
La Pesada
Arboleda Grande
Limáhuida
D-825
Chupiñi
Río Chalinga
D-827
D-845
Cuesta Caviolén
Chalinga
Co. Collico
Salamanca
D-81
Quda. Caballo
Río Quilimo
Estero Limahuida
Mo. Espino
El Tambo
Quda. Lanco
D-825
Estero Caminos
Talinco
D-835
Río Choapa
Quda. El Maqui
Quda. El Tranco
Co. Loma Blanca
Quda. La Montura
Quda. El Peumo
Co. Blanco
D-37-E
D-847
Co. Los Venenos
Quda. Loma Larga

285.000 290.000 295.000 300.000 305.000 310.000 315.000

Proyecto
- Canal Buzeta Salamanca

Cartografía Base
- Río, estero
- Quebrada
- Centro poblado
- Localidad
- Cerro
- Camino de pavimento
- Camino de ripio
- Camino de tierra

2 1 0 2 km

1:100.000

Datos geodésicos: coordenadas UTM en metros
Datum WGS 1984, Huso 19S

Imagen base: Basemap Nokia para ArcGis

Estudio de Análisis Ambiental Canales

TÍTULO:

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CANAL BUZETA SALAMANCA

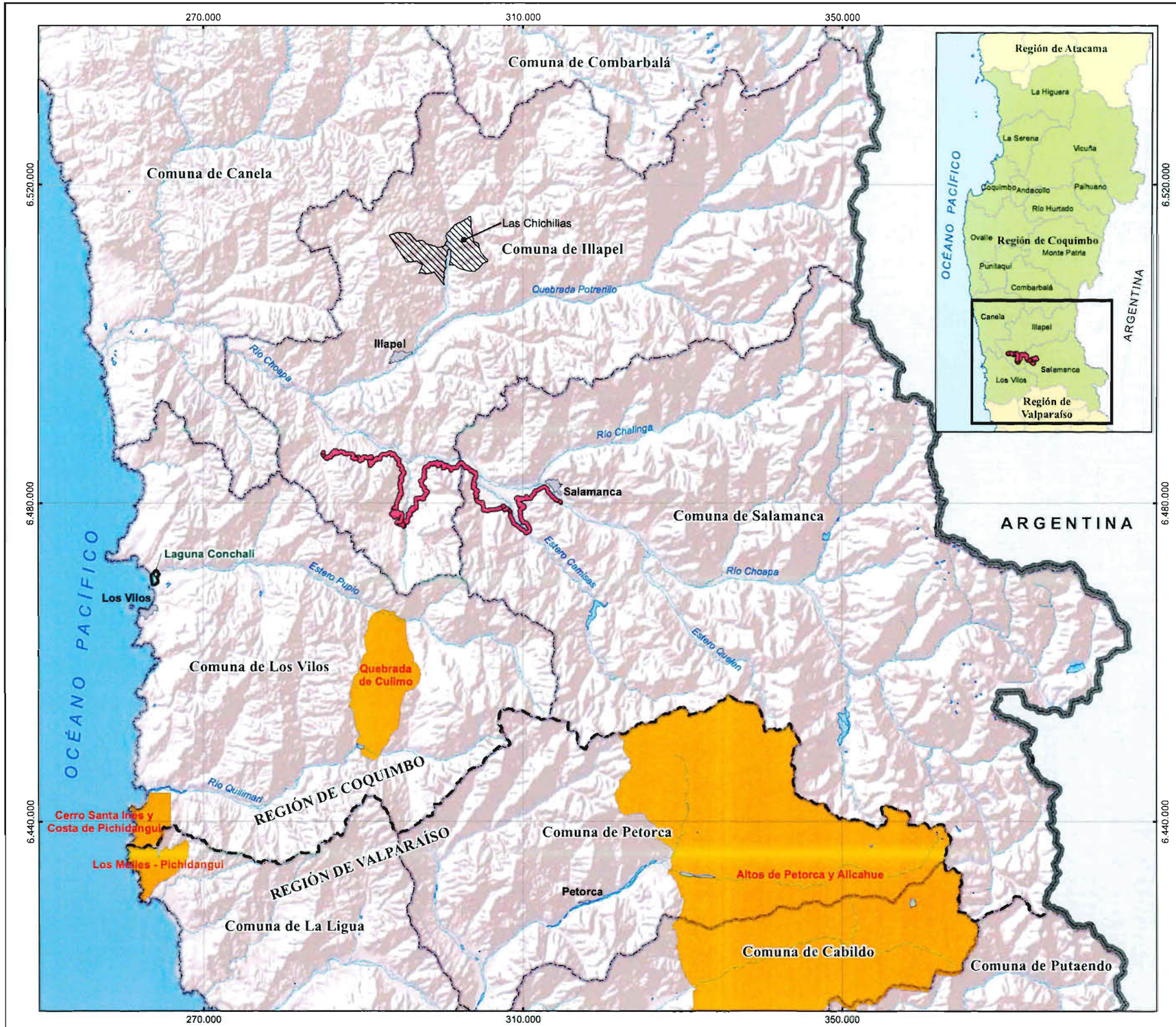
ESCALA:	FECHA:	Nº FIGURA	REV
1:100.000	07-11-2014	4184-3000-CA-LAM-001	C

REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ	DOCUMENTO RELACIONADO:
R.Vilaró	P. Maturana	V.Hernández	4184-3000-MA-INF-001

PREPARADO POR: ARCADIS CHILE

PREPARADO PARA:

N:\Cartografia\PY\4184\03 PRODUCTO\31 MXD\InformeAmbiental\4184-3000-CA-LAM-001.mxd



Áreas de Valor Amblental

- Reserva Nacional
  - RN Las Chinchillas
- Sitio Prioritario ENB
  - SP Quebrada de Cullima (IV)
  - SP Cerro Santa Inés y Costa de Pichidangui (IV)
  - SP Los Molles - Pichidangui (V)
  - SP Altos de Petorca y Alicahue (V)
- Santuario de la Naturaleza y Sitio RAMSAR
  - SN Laguna Conchalí

Proyecto

- Canal Buzeta Salamanca

Cartografía Base

- Río, estero
- Embalse
- Centro poblado
- Límite comunal
- Límite regional
- Límite internacional

10 5 0 10 20 km

1:500.000

Datos geodésicos: coordenadas UTM en metros
Datum WGS 1984, Huso 19S
Imagen base: Basemap Nokia para ArcGis

Estudio de Análisis Ambiental Canales

TÍTULO:

ANTECEDENTES AMBIENTALES CANAL BUZETA SALAMANCA

ESCALA:	FECHA:	Nº FIGURA:	REV:
1:500.000	21-04-2015	4184-3000-CA-LAM-002	B

REALIZÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:	DOCUMENTO RELACIONADO:
M. Mesina	P. Maturana	V.Hernández	4184-3000-MA-INF-003

PREPARADO POR: ARCADIS CHILE

PREPARADO PARA:

N:\Cartografia\PY\4184\03 PRODUCTO\31 MXD\InformeAmbiental\Abril 2015\4184-3000-CA-LAM-002.mxd

295.000 300.000 305.000 310.000 315.000

6.485.000 6.480.000 6.475.000

Recuadro 1

La Posada
Limánvida
Chuchiní
Arialoda Grande
Chalinga
Salamanca
El Tambo
Tahuinca
Co. Collico
Co. Loma Blanca
Co. Blanco
D-825
D-827
D-845
D-81
D-835
D-37-E
D-84 7
Canal
Túnel
Aducción

1 0,5 0 1 2 km
1:65.000
Datos geodésicos: coordenadas UTM en metros
Datum WGS 1984, Huso 19S
Imagen base: Basemap Nokia para ArcGis

285.000 290.000

Recuadro 2

Choapa
Tranque
D-37-E
Canal
Túnel

6.485.000

Proyecto canal Buzeta
- Aducción
- Canal
- Túnel
- Tranques

Balizado Obras Canal Bellavista
- Compuerta afecta a mantención
- Aforador nuevo
- Cruce quebrada Cajón Alcantarilla
- Cruce quebrada compuerta
- Cruce quebrada Losa
- Cruce quebrada tubería media caña
- Cruce quebrada Vertedero
- Ensanche canal
- Revestimiento Mampostería
- Sellos

Centro poblado
- Área urbana
- Localidad

Red Vial
- Camino de pavimento
- Camino de ripio
- Camino de tierra

Hidrografía
- Río, estero
- Quebrada

Estudio de Análisis Ambiental Canales

TITULO:

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO CANAL BUZETA SALAMANCA

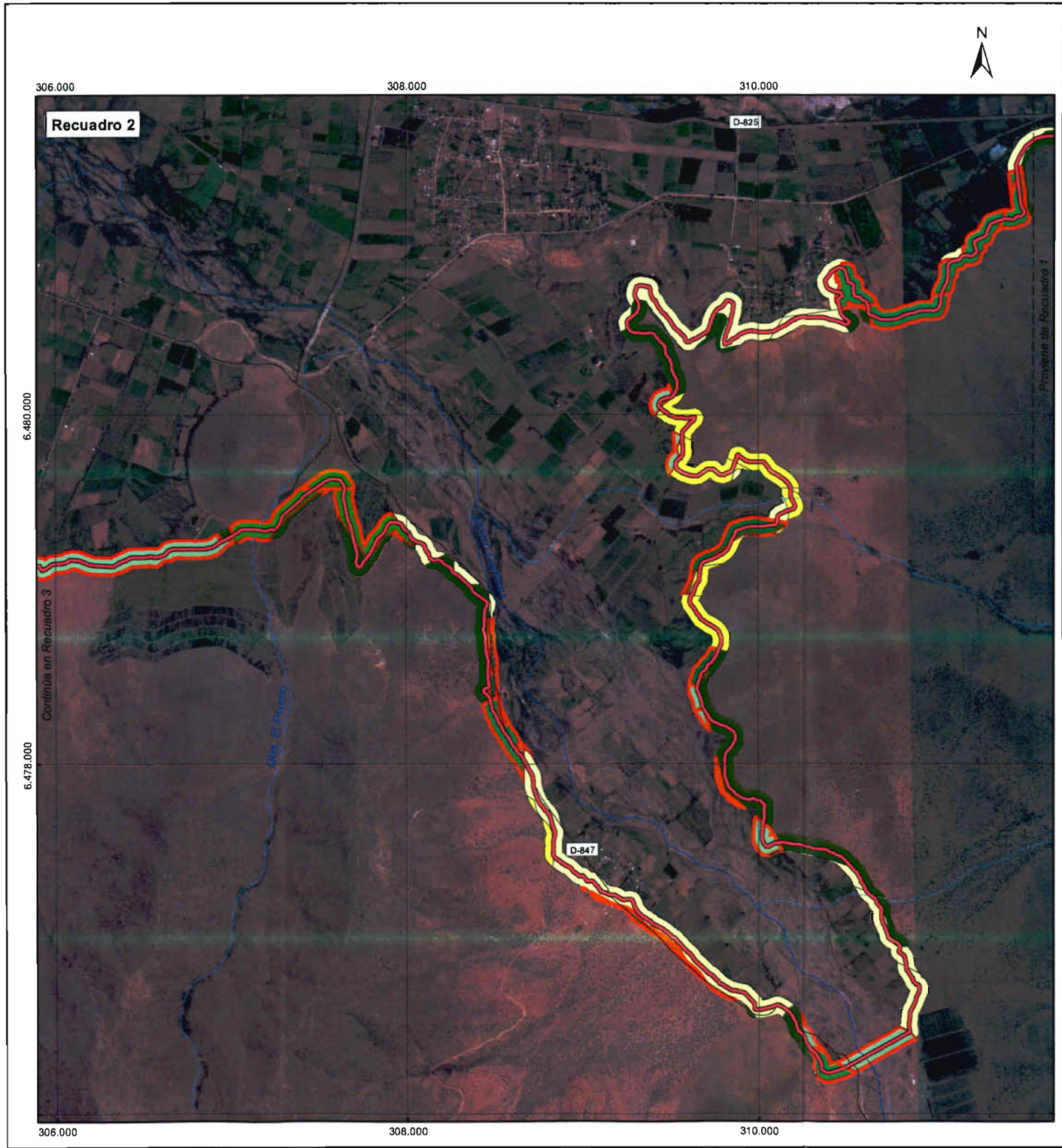
ESCALA:	FECHA:	N° FIGURA	REV.
1:65.000	11/11/2014	4184-3000-CA-LAM-003	B

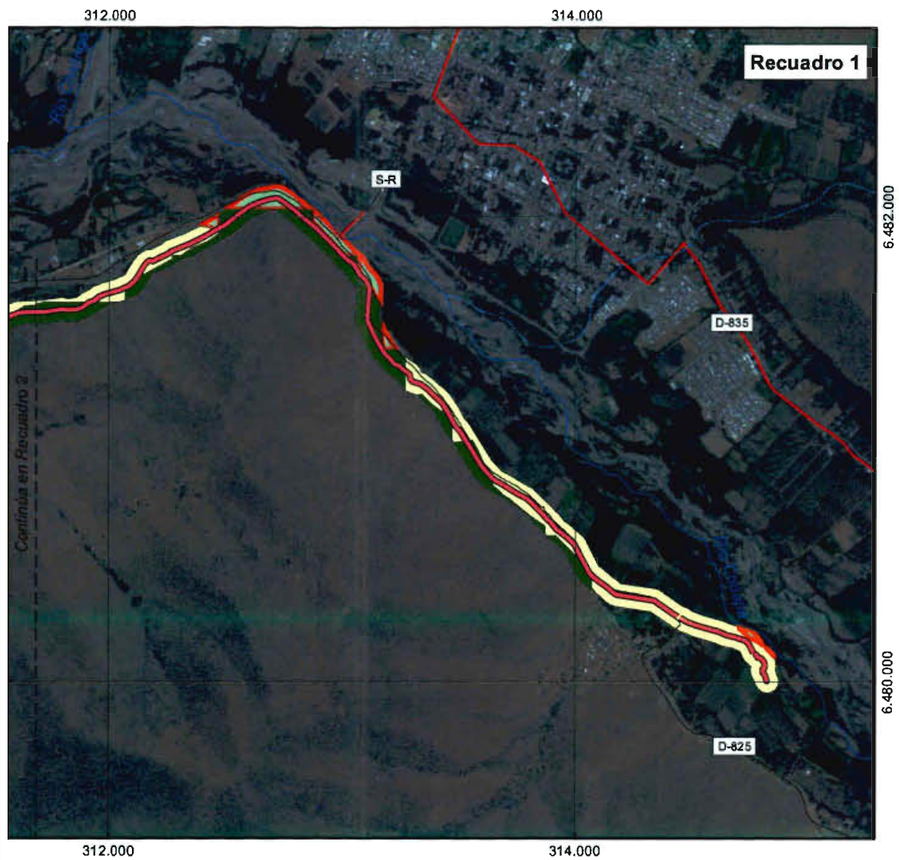
REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ	DOCUMENTO RELACIONADO:
R.Vilaró	P. Maturana	V.Hernández	4184-3000-MA-INF-003

PREPARADO POR: ARCADIS CHILE

PREPARADO PARA:

N:\Cartografia\PY\4184\03 PRODUCTO\31 MXD\InformeAmbiental\4184-3000-CA-LAM-003.mxd





N

- Canal Buzeta Salamanca

Vegetación

- Matorral Arborescente Semidenso
- Matorral Arborescente Muy Abierto
- Matorral Arborescente Abierto
- Matorral Abierto
- Matorral Semidenso
- Matorral Suculentas
- Praderas Perennes
- Terrenos de Uso Agricola

Cartografía base

Red Vial		Hidrografía	
	Pavimento		Río, estero
	Ripio		Quebrada
	Tierra		Canal

400 200 0 400 800 m

1:25.000

Datos geodésicos: coordenadas UTM en metros
Datum WGS 1984, Huso 19S

Fuente: Catastro del Bosque Nativo, CONAF.

Nota:
Borde rojo indica áreas singulares

Estudio de Análisis Ambiental Canales

TITULO

FORMACIONES DE VEGETACIÓN Y ÁREAS SINGULARES CANAL BUZETA SALAMANCA

ESCALA:	FECHA:	Nº FIGURA	REV.
1:25.000	07-11-2014	4184-3000-CA-LAM-004a	C

REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ	DOCUMENTO RELACIONADO:
R.Villaró	P. Maturana	V.Hernández	4184-3000-MA-INF-001

PREPARADO POR: ARCADIS CHILE

PREPARADO PARA:

N:\Cartografia\PY\4184\03 PRODUCTO\31 MXD\InformeAmbiental\4184-3000-CA-LAM-004a.mxd

298.000 300.000 302.000 304.000 304.000

Recuadro 4

6.484.000

Continúa en Recuadro 5

Proviene de Recuadro 3

Recuadro 5

298.000

Proviene de Recuadro 4

6.482.000

6.480.000

S-R

Continúa en Recuadro 4

Qda. Lanco

Recuadro 3

Continúa en Recuadro 4

D-825

D-825

6.482.000

6.480.000

Proviene de Recuadro 2

Qda. El Maqui

Qda. La Mostaza

Vegetación

- Matorral Arborescente Semidenso
- Matorral Arborescente Muy Abierto
- Ciudades-Pueblos-Zonas Industriales
- Cuerpos de agua
- Matorral Arborescente Abierto
- Matorral Abierto
- Matorral Muy Abierto
- Matorral Pradera Abierto
- Matorral Semidenso
- Matorral Suculentas
- Otros terrenos sin vegetación
- Plantación
- Plantación de arbustos
- Plantación joven o recien cosechada
- Praderas Perennes
- Renoval Abierto
- Rotacion Cultivo Pradera
- Terrenos de Uso Agricola
- Vegetación herbácea en orilla

Nota:
Borde rojo indica áreas singulares

- Canal Buzeta Salamanca

Red Vial

- Pavimento
- Ripio
- Tierra

Hidrografía

- Río, estero
- Quebrada
- Canal

400 200 0 400 800 m

1:25.000

Datos geodésicos: coordenadas UTM en metros
Datum WGS 1984, Huso 19S

Fuente: Catastro del Bosque Nativo, CONAF.

Estudio de Análisis Ambiental Canales

TITULO:

FORMACIONES DE VEGETACIÓN Y ÁREAS SINGULARES CANAL BUZETA SALAMANCA

ESCALA:	FECHA:	N° FIGURA	REV.
1:25.000	07-11-2014	4184-3000-CA-LAM-004b	C

REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ	DOCUMENTO RELACIONADO:
R.Villaró	P. Maturana	V.Hernández	4184-3000-MA-INF-001

PREPARADO POR: ARCADIS CHILE

PREPARADO PARA:

N:\Cartografia\PY\4184\03 PRODUCTO\31 MXD\InformeAmbiental\4184-3000-CA-LAM-004b.mxd

290.000 292.000 294.000 296.000

Recuadro 7 | Recuadro 6 | Recuadro 8

Continúa en Recuadro 8 | Continúa en Recuadro 7 | Proviene de Recuadro 6

D-37-E | D-037-E | S-R | D-825 | D-829 | D-851

Río Chinchilla | Estero Lampa | Quebrada Ruta Cuadrada | Quebrada Cerro Colorado | Quebrada El Tocuco

6.486.000 | 6.484.000 | 6.482.000 | 6.480.000 | 6.478.000

286.000 288.000

Vegetación

- Matorral Arborescente Semidenso
- Matorral Arborescente Muy Abierto
- Ciudades-Pueblos-Zonas Industriales
- Cuerpos de agua
- Matorral Arborescente Abierto
- Matorral Abierto
- Matorral Muy Abierto
- Matorral Pradera Abierto
- Matorral Semidenso
- Matorral Suculentas
- Otros terrenos sin vegetación
- Plantación
- Plantación de arbustos
- Plantación joven o recien cosechada
- Praderas Perennes
- Renoval Abierto
- Rotacion Cultivo Pradera
- Terrenos de Uso Agricola
- Vegetación herbácea en orilla

Nota: Borde rojo indica áreas singulares

400 200 0 400 800 m

1:25.000

Datos geodésicos: coordenadas UTM en metros
Datum WGS 1984, Huso 19S

Fuente: Catastro del Bosque Nativo, CONAF.

- Canal Buzeta Salamanca

Red Vial

- Pavimento
- Ripio
- Tierra

Hidrografía

- Río, estero
- Quebrada
- Canal

Estudio de Análisis Ambiental Canales

TITULO:

FORMACIONES DE VEGETACIÓN Y ÁREAS SINGULARES CANAL BUZETA SALAMANCA

ESCALA:	FECHA:	N° FIGURA	REV.
1:25.000	07-11-2014	4184-3000-CA-LAM-004c	C

REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ	DOCUMENTO RELACIONADO:
R.Vilaró	P. Maturana	V.Hernández	4184-3000-MA-INF-001

PREPARADO POR: ARCADIS CHILE

PREPARADO PARA:

N:\Cartografia\PY\4184\03 PRODUCTO\31 MXD\InformeAmbiental\4184-3000-CA-LAM-004c.mxd

280.000 290.000 300.000 310.000 320.000

6.490.000

6.480.000

CONFLUENCIA RÍOS ILLAPEL Y CHOAPA
Pintacura Norte
Cuesta Los Cristales
Co. La Gallina
Co. Talquén
Choapa
La Posada
Limáhuida
Chuchiví
Cuesta Caviolén
ARBOLEDA GRANDE
FIESTA DEL SEÑOR DE LA TIERRA DE ARBOLEDA GRANDE
Arboleda Grande
CERRO LA CRUZ
CHALINGA
Chalinga
ESTACIÓN DE FFCC DE SALAMANCA (MH)
Salamanca
SALAMANCA
El Tambo
BALNEARIO EL TAMBO
Talhuén
Santa Rosa
Higuerilla
VALLE DEL ESTERO CAMISAS
Co. Los Veneros
ATP Illapel - Salamanca

D-81 D-37-E D-085 D-825 D-827 D-845 D-835 D-847

Río Chalinga
Qda. Quiscos
Qda. Lanco
Qda. El Maqui
Qda. La Bodega
Qda. El Tigrillo
Qda. Loma Larga
Estero Limáhuida

Comuna de Illapel
Comuna de Los Vilos
Comuna de Salamanca

280.000 290.000 300.000 310.000 320.000

Proyecto
- Canal Buzeta Salamanca
- Áreas urbanas
- Localidad
- Cerro

Límite administrativo
- Límite comunal

Red Vial
- Camino de pavimento
- Camino de ripio
- Camino de tierra

Hidrografía
- Río, estero
- Quebrada

Componente: Turismo
- ATP Área Turística Prioritaria
- Atractivos Turísticos

Rutas Patrimoniales
- Circuito Valles Transversales
- Circuito 3 Norte Chico

2 1 0 2 4 km

1:125.000

Datos geodésicos: coordenadas UTM en metros
Datum WGS 1984, Huso 19S

Imagen base: Basemap Nokia para ArcGis

Comisión Nacional de Riego

TITULO:

HITOS, RUTAS Y ZONIFICACIÓN DE TURISMO CANAL BUZETA SALAMANCA

ESCALA:	FECHA:	Nº FIGURA	REV.
1:125.000	07-11-2014	4184-3000-CA-LAM-005	C

REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ	DOCUMENTO RELACIONADO:
R.Vilaró	P. Maturana	V.Hernández	4184-3000-MA-INF-001

PREPARADO POR: ARCADIS CHILE

PREPARADO PARA:

N:\Cartografia\PY\4184\03 PRODUCTO\31 MXD\InformeAmbiental\4184-3000-CA-LAM-005.mxd