



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD “CONSTRUCCIÓN EMBALSE DE RIEGO EN RÍO CHILLÁN, REGIÓN DEL BÍO-BÍO”

INFORME FINAL

TOMO III

“Trabajos de Terreno”

Estudio Elaborado por:



SMI Ingenieros Ltda.

Dirección: Galvarino Gallardo 1576, PROVIDENCIA - SANTIAGO

Fono: +56 02 22359094

www.smi-chile.cl

SANTIAGO, ABRIL DE 2015

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN EMBALSE DE RIEGO EN RÍO CHILLÁN**

INFORME FINAL

CONTENIDO

TOMO III – TRABAJOS DE TERRENO

1	INTRODUCCIÓN.....	1-1
2	TRABAJOS DE TOPOGRAFÍA	2-1
	2.1 Desarrollo de los Trabajos	2-1
	2.2 Amarre a Vértice IGM	2-3
	2.3 Poligonal Zona de Presa y Áreas de Riego	2-8
	2.3.1 Instrumental Utilizado	2-8
	2.3.2 Construcción de PRS y Vinculación en Cota	2-8
	2.3.3 Nivelación de PRS y Vinculación en Cota	2-8
	2.3.4 Vinculación en Coordenadas	2-9
	2.3.5 Proceso de la Información	2-9
	2.3.6 Resultados	2-10
	2.4 Vinculación en Cota	2-12
	2.4.1 Instrumental Utilizado	2-12
	2.4.2 Resultados	2-12
	2.4.3 Generación de PR adicional	2-13
	2.5 Restitución Aerofotogramétrica	2-16
	2.5.1 Introducción	2-16
	2.5.2 Antecedentes Generales	2-17
	2.5.3 Características Generales de los Datos Utilizados	2-18
	2.5.4 Apoyo a los Vuelos y Operaciones Geodésicas	2-21
	2.5.5 Procesamiento Lidar	2-24
	2.5.6 Procesamiento Ortoimágenes	2-30
	2.5.7 Procesamiento de Cartografía Digital	2-36
	2.5.8 Conclusión	2-45
	2.5.9 Chequeo Restitución 1:2.000	2-46
3	MECANICA DE SUELOS	3-1
	3.1 Prospecciones en Fundación de la Presa y Obras Anexas	3-1
	3.2 Refracción Sísmica	3-4
	3.3 Sondajes Eléctricos Verticales	3-4
	3.4 Pozos de Reconocimiento	3-8
	3.4.1 Estudio Estratigráfico	3-14
	3.4.2 Ensayos de laboratorio	3-14

3.5 Conclusiones y Comentarios	3-18
3.5.1 Marco geológico del área de estudio	3-19
3.5.2 Sísmica	3-20
3.5.3 Sondajes eléctricos	3-21
3.5.4 Estratigrafía	3-21
3.5.5 Análisis de laboratorio	3-22
3.5.6 Indicaciones generales	3-22

ANEXOS TOMO III

ANEXO CAPÍTULO 2

ANEXO CAPÍTULO 2-1 CERTIFICADOS

ANEXO CAPÍTULO 2-2 POLIGONALES (DIGITAL)

ANEXO CAPÍTULO 2-3 RESTITUCIÓN

ANEXO CAPÍTULO 3

ANEXO CAPÍTULO 3-1 ANÁLISIS MATERIA ORGÁNICA

ANEXO CAPÍTULO 3-2 PERFIL SÍSMICO

ANEXO CAPÍTULO 3-3 SONDAJES ELÉCTRICOS VERTICALES

ANEXO CAPÍTULO 3-4 SONDAJES MECÁNICOS Y ENSAYES

ANEXO CAPÍTULO 3-5 CALICATAS Y ENSAYES

1 INTRODUCCIÓN

En el presente Tomo se describen los trabajos de terreno correspondientes a estudios topográficos, geológicos, geotécnicos, con el fin de elaborar el anteproyecto de la alternativa seleccionada.

En la etapa 1 y 2 de la consultoría, se realizaron varias visitas a terreno, tanto de especialistas de la consultora como asesores de la CNR. Se definieron 7 sitios para análisis. A cada uno de ellos se le estimó la capacidad de embalsamiento, el volumen de muro requerido, altura de muro, geometría de la presa, caracterización geotécnica de su fundación tanto en el cauce como en los estribos, requerimientos de impermeabilización etc.

Finalmente, y tras un acabado análisis, se concluyó que existe 1 sólo sitio viable, desde el punto de vista geológico-geotécnico y que es capaz de embalsar los recursos requeridos, siendo esta la alternativa N°3 o Los Pellines. Esta situación fue nuevamente ratificada en terreno por especialistas de la consultora como por los asesores de la CNR.

Por este motivo fue necesario modificar la estructura inicial de los trabajos de terreno, modificándolos para ajustarse a los requerimientos de investigación del sitio 3. Los cambios realizados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1-1 Resumen Cambios Trabajos de Terreno

Item	Unidad	Cantidad Original	Cantidad Modificada
Restitución Aerofotogramétrica Esc. 1:10.000	ha	15.000	24.000
Restitución Aerofotogramétrica Esc. 1:2.000	ha	1.000	450
Sondajes	c/u	9	6
Perfil Sísmico	ml	-	300
Pozos hasta 4 m en zona de presa	c/u	12	-
Pozos hasta 6 m en yacimientos	c/u	18	7
Granulometría integral gigante	c/u	3	2
Estratigrafías	c/u	98	75
Clasificación completa	c/u	98	75

2 TRABAJOS DE TOPOGRAFÍA

2.1 Desarrollo de los Trabajos

Los principales trabajos desarrollados consistieron en la materialización de una Poligonal Principal a toda la zona del estudio, abarcando las distintas zonas de Presa, como las Áreas de Riego. Ver Figura 2-1 Área de Influencia del Proyecto.

Las coordenadas de partida para este estudio se obtuvieron a partir del vértice IGM COIHUECO, ver Fotografía 2-1 Vértice Sirgas COIHUECO, ubicado en las instalaciones del Campamento Coihueco perteneciente a la DOH y cercano a la zona de estudio. Mientras que la cota se obtuvo a partir del PR EN-38 perteneciente al estudio del Embalse Niblinto y realizado por la CNR en el año 2012.

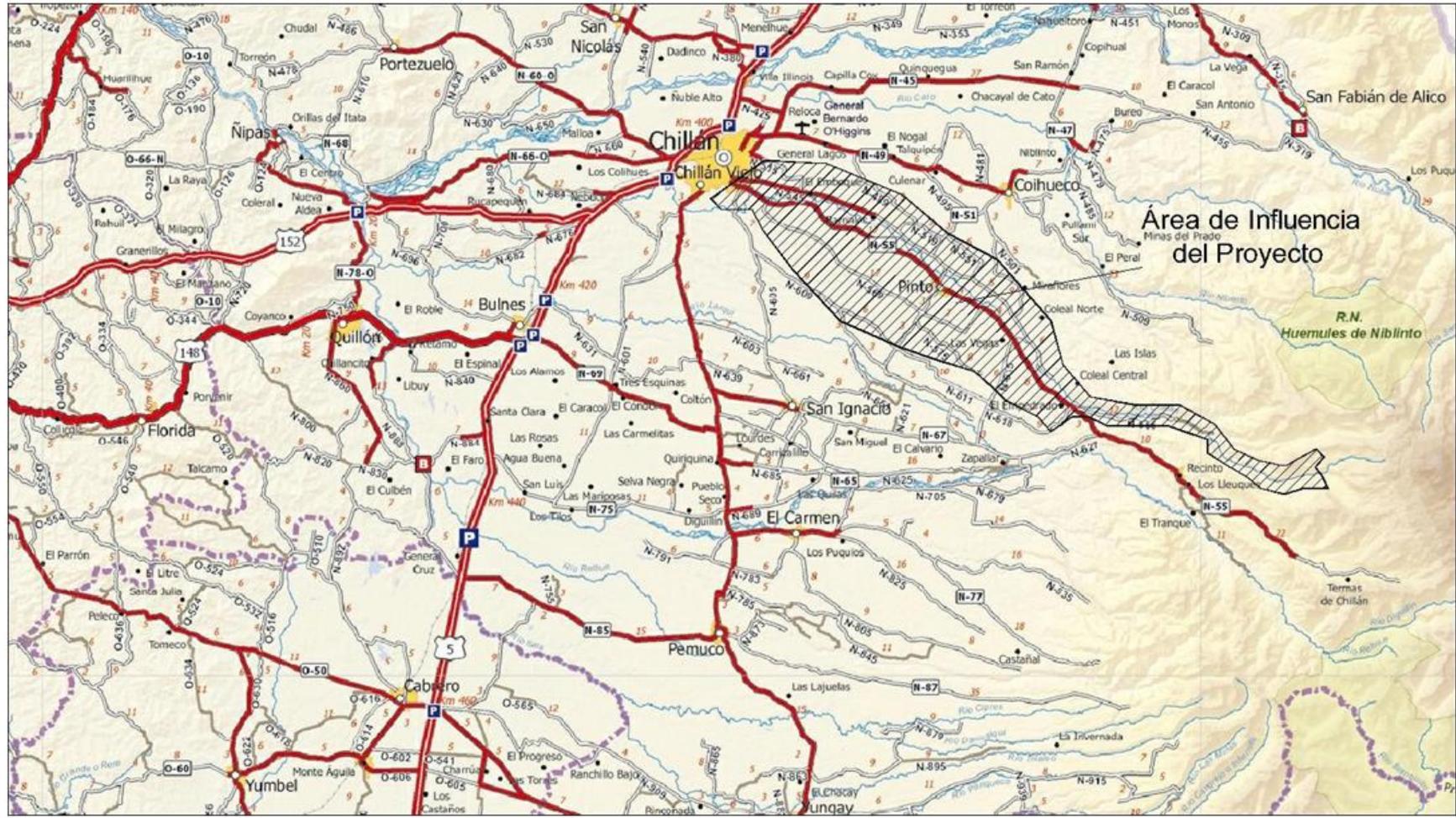
A partir de estos datos y coordenadas se materializó la poligonal principal en la zona y compuesta por 6 vértices denominados “IGM COIHUECO”, “GPS RÍO VIEJO”, “PR ECH-05”, “EN-38”, “PR ECH-16” y “GPS ESPERANZA” y que servirán para el apoyo del resto de los puntos de las poligonales secundarias generadas a toda el área de estudio.

Fotografía 2-1 Vértice Sirgas COIHUECO



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-1 Área de Influencia del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a lo anterior se materializaron 4 poligonales secundarias y que servirán para el desarrollo de todos los trabajos a realizar tales como Restitución, Levantamientos en Zona de Presa, replanteos, etc.

Cabe señalar que todos los vértices de ésta poligonal fueron nivelados geométricamente de acuerdo a las tolerancias establecidas por la CNR para este tipo de trabajos.

El sistema de referencia a utilizar en este estudio corresponde a UTM, Huso 19, con Datum de Referencia SIRGAS, equivalente en términos prácticos a utilizar el Sistema WGS84.

Los certificados de coordenadas y cotas se incluyen en el anexo respectivo.

2.2 Amarre a Vértice IGM

Como se mencionó anteriormente el punto de origen de las coordenadas correspondió al vértice geodésico Sirgas denominado COIHUECO (ver Tabla 2-1 Amarre a Vértice Sirgas IGM COIHUECO y Figura 2-2 Certificado De Coordenadas Obtenido a Partir De Antecedentes CNR), ubicado a unos 10 kilómetros al norte de la localidad de Pinto, y a unos 20 kilómetros de los extremos de la zona de estudio en el Río Chillán. A partir de este punto se apoyó el inicio y final de la poligonal principal, es decir GPS RIO VIEJO y GPS ESPERANZA, formando una poligonal cerrada de enlace con una precisión obtenida de 1: 1.648.837 y un error lineal de 56.6 mm en 93.3 kilómetros de recorrido, por lo tanto corresponde a una poligonal de alta precisión. Ver Figura 2-4 Polígono Principal Chillán.

El vértice GPS RIO VIEJO corresponde a una placa de aluminio con un perno central, mientras que el vértice IGM ESPERANZA corresponde a un perno empotrado en una roca en el sector de La Esperanza.

Cabe señalar que el Punto EN-38 corresponde a un PR de Nivelación y que constituye el origen de las cotas del Sistema Chillán. En la Figura 2-3 Monografía de Vértice EN-38 Para el Inicio de las Cotas.

Figura 2-2 Certificado De Coordenadas Obtenido a Partir De Antecedentes CNR



IGM 7.5-4.0.1
Revisión : 4

**CERTIFICADO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
PLANAS Y ALTURA**

Fecha, 10 de febrero de 2012
OT N° 2- - 12

Solicitadas por : **SISTEMAS CARTOGRÁFICOS LTDA.**

Datum : SIRGAS
Elipsoide : GRS-80
Unidad : N, E y Altura en metros.

Nombre de la Estación	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas		Altura	Altura	Zona
	Latitud	Longitud	Norte	Este	Elipsoidal	NMM	
EMBALSE COIHUECO MOP (COIH)	36° 38' 27,1903"	71° 47' 56,1956"	5.941.314,743	249.765,880	331,4309	---	19

NOTA : Las coordenadas entregadas en este certificado estan referidas a la época: 2002.0
Los Valores de coordenadas son vigentes hasta el 26 de Febrero de 2010

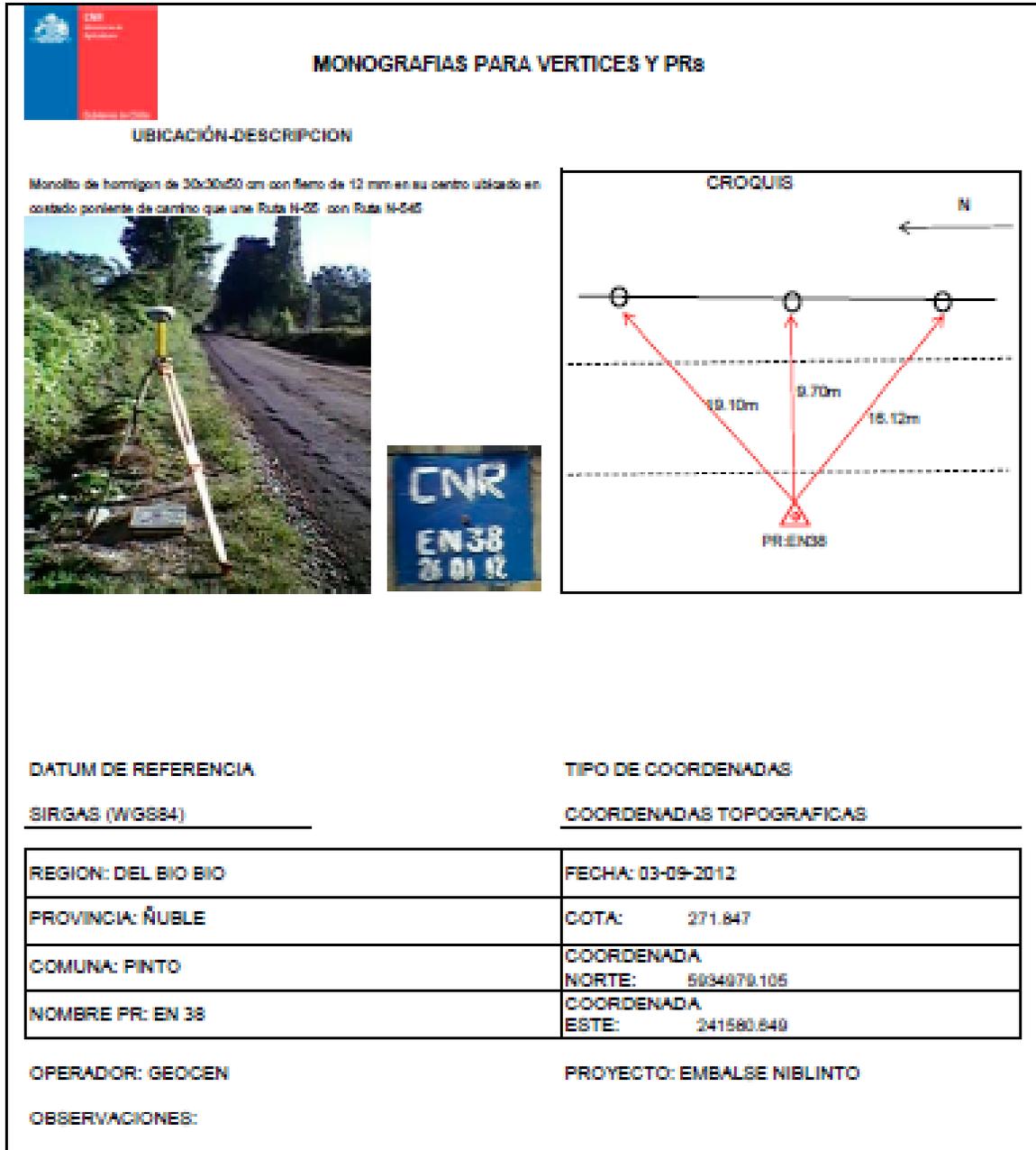


PEDRO VEGA VERA
Asesor Técnico
Sub Dirección Comercial

Salón de Ventas - Calle Dieciocho 369, Santiago - Teléfonos: (56-2) 410 93 60 / 410 93 63 - Fax: (56-2) 699 04 16
Email: ventas@igm.cl - Web: www.igm.cl

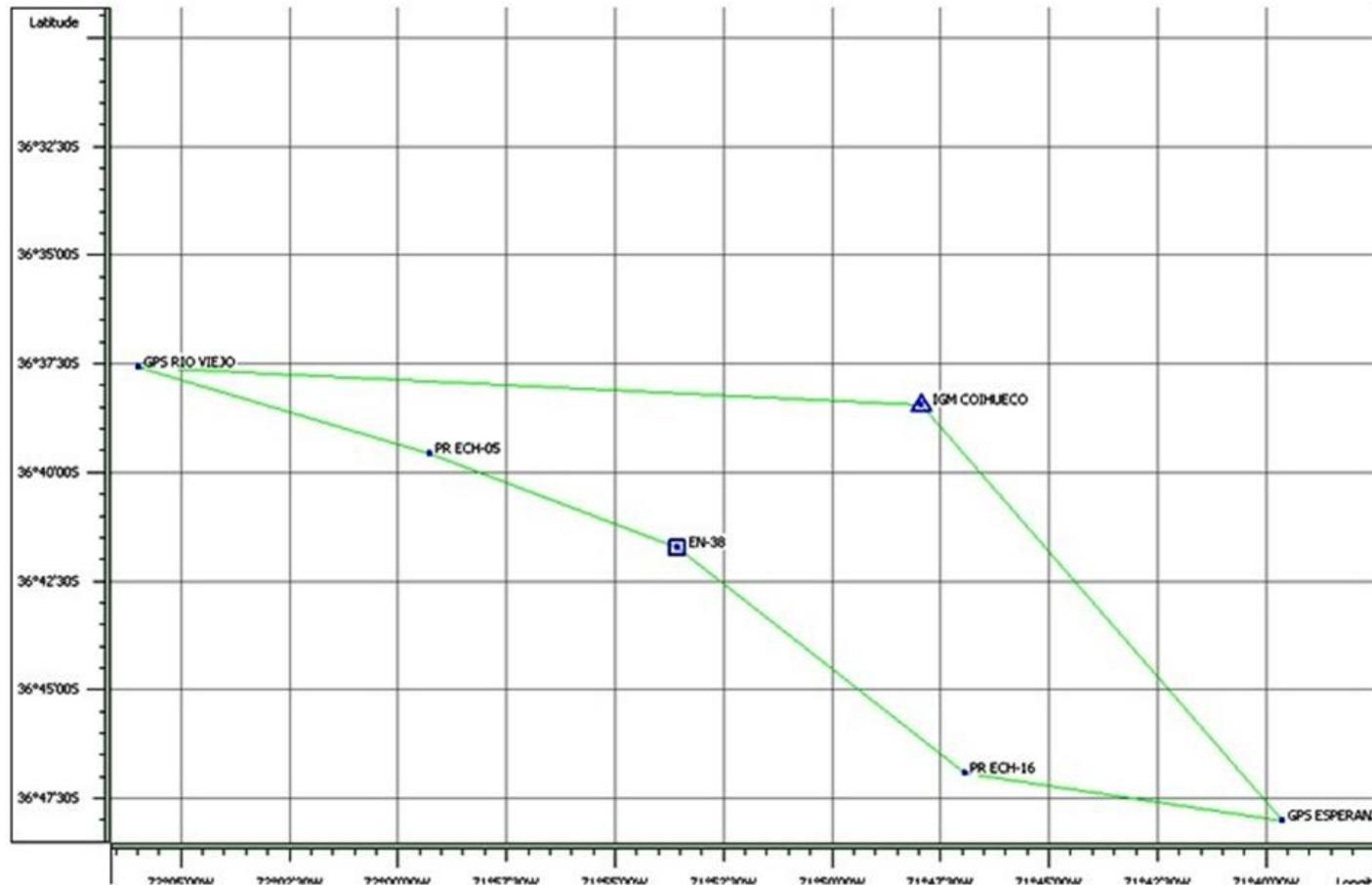
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 2-3 Monografía de Vértice EN-38 Para el Inicio de las Cotas
(Obtenido a partir de antecedentes CNR)**



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-4 Polígono Principal Chillán



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2-1 Amarre a Vértice Sirgas IGM COIHUECO

SUBNET 'Polig.Principal(1)' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in WGS84(BLH)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Latitude	Longitude	height(m)	Ortho H(m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	EN-38	36°41'44.68088"S	71°53'33.38982"W	293.458	271.847	29.5	23.3	0	3	0	0
2	GPS ESPERANZA	36°48'00.37711"S	71°39'37.91752"W	595.567	572.857	20.6	16.4	63.8	19	10	8
3	GPS RIO VIEJO	36°37'35.60360"S	72°05'57.51563"W	140.594	119.402	20.8	17.4	59.1	-7	0	5
4	IGM COIHUECO	36°38'27.19035"S	71°47'56.19559"W	332.049	310.145	0	0	68.9	0	0	0
5	PR ECH-05	36°39'34.76783"S	71°59'15.09145"W	216.668	195.314	24.3	19.7	49.6	-15	-2	14
6	PR ECH-16	36°46'56.03966"S	71°46'56.79107"W	515.795	493.704	23.2	18.5	60.1	15	15	6

SUBNET 'Polig.Principal(1)' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in UTMS(Grid, Zone Zone_19 : 72W to 66W)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Northing(m)	Easting(m)	Height (m)	Ortho H (m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	EN-38	5934978.726	241573.597	293.458	271.847	29.5	23.3	0	3	0	0
2	GPS ESPERANZA	5923999.657	262633.728	595.567	572.857	20.6	16.4	63.8	19	10	8
3	GPS RIO VIEJO	5942079.093	222853.573	140.594	119.402	20.8	17.4	59.1	-7	0	5
4	IGM COIHUECO	5941314.743	249765.880	332.049	310.145	0	0	68.9	0	0	0
5	PR ECH-05	5938723.003	232966.659	216.667	195.314	24.3	19.7	49.6	-15	-2	14
6	PR ECH-16	5925673.028	251697.169	515.795	493.704	23.2	18.5	60.1	15	15	6

Fuente: Elaboración Propia

2.3 Poligonal Zona de Presa y Áreas de Riego

Esta Poligonal se dividió en 4 poligonales secundaria y se realizó a toda la zona de presa, y a las cercanías de las áreas consideradas potencialmente de riego. Se compone de 24 vértices distribuidos en promedio cada 2 kilómetros todos ellos nivelados geoméricamente a partir del Pilar de Nivelación EN-38 del Estudio realizado por la CNR para el diseño del Estudio Embalse Niblinto, los cuales cumplen con las todas las características exigidas por la CNR.

2.3.1 Instrumental Utilizado

Los instrumentos utilizados en las distintas etapas de este trabajo fueron un Nivel Automático y dos equipos GPS geodésicos de doble frecuencia.

Tanto el nivel como las bases se encontraban debidamente certificados y con las siguientes características:

- Nivel Automático marca Sokkia modelo C31, serie N° 163734
- Equipos GPS Geodésicos marca Javad modelo TPS Legacy con antena JPS Legant E
- Trípodes, miras, bases y otros

2.3.2 Construcción de PRS y Vinculación en Cota

Para materializar los PRs antes mencionados se construyeron de acuerdo a las Especificaciones Técnicas de la DOH, es decir, de hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m con fierro central de Ø 12mm. Para la construcción de los monolitos se utilizó hormigón preparado tipo H30 marca topex.

2.3.3 Nivelación de PRS y Vinculación en Cota

Todos los monolitos construidos fueron nivelados geoméricamente mediante nivelación cerrada, verificándose que el cierre estuviera dentro del rango especificado.

La tolerancia máxima admisible para una nivelación corriente está determinada por la expresión:

$$e = \pm 0.01 * \sqrt{k}$$

Donde e corresponde al error de cierre expresado en metros y k a la distancia total del recorrido, medido en kilómetros.

2.3.4 Vinculación en Coordenadas

Para el traslado de coordenadas se utilizaron dos equipos GPS de doble frecuencia marca Javad modelo Legacy, ambos de doble frecuencia y código P, además de recepción en sistema Glonass, para garantizar la precisión en los cálculos.

Las mediciones fueron realizadas entre los días 8 y 16 de Enero 2014 con los equipos antes mencionados con periodos de grabación de 5 segundos, y mediciones continuas y simultáneas de 3 y 1 hora para la vinculación al IGM y de 30 minutos para los vértices de la poligonal ECH, además de coberturas de más de 8 satélites normalmente y buenas geometrías PDOP (menores que 3), utilizando un ángulo de corte de 5 grados. El proceso de medición fue hecho en el método “Estático”.

Para el caso de la Poligonal Auxiliar N°4 se realizaron mediciones de 1 hora debido a la menor cobertura satelital observada, y en el caso del PR ECH-19 Y PR ECH-20, cuya cobertura satelital no fue suficiente para el postproceso se optó por dejar estos PRs solo para el traslado de cotas.

2.3.5 Proceso de la Información

El proceso de la información se realiza mediante el software Pinnacle, que realiza cálculos en método estático, stop and go, y cinemático. En las condiciones de proceso posterior de los vectores y coordenadas, se utilizó el Datum Sirgas, que solicitó usar la COMISION NACIONAL DE RIEGO para este proyecto.

Los resultados obtenidos se presentan en las tablas Tabla 2-2 Poligonal Secundaria N°1, Tabla 2-3 Poligonal Secundaria N°2, Tabla 2-4 Poligonal Secundaria N°3, Tabla 2-5 Poligonal Secundaria N°4

2.3.6 Resultados

COORDENADAS POLIGONAL ECH

Tabla 2-2 Poligonal Secundaria N°1

SUBNET 'Polig.Secundaria 1' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in UTMS(Grid, Zone Zone_19 : 72W to 66W)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Northing(m)	Easting(m)	Height (m)	Ortho H (m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	GPS RIO VIEJO	5942079.093	222853.573	160.649	139.457	0	0	0	0	0	0
2	PR ECH-00	5941558.107	224432.476	165.112	143.904	1784.7	2138.1	4981.3	-33	8	1
3	PR ECH-01	5940699.056	225849.724	177.567	156.344	1835.2	2108.4	5090.1	-31	9	1
4	PR ECH-02	5940492.955	227830.781	189.067	167.814	1873.8	2090.9	5149.1	-29	7	0
5	PR ECH-03	5940624.459	229731.722	203.588	182.300	1914.8	2077	5227.5	-26	6	-1
6	PR ECH-04	5939348.699	231159.925	209.840	188.526	1867.2	1889.8	5294.9	-8	-2	13
7	PR ECH-05	5938723.003	232966.659	216.514	195.160	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2-3 Poligonal Secundaria N°2

SUBNET 'Polig.Secundaria 2' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in UTMS(Grid, Zone Zone_19 : 72W to 66W)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Northing(m)	Easting(m)	Height (m)	Ortho H (m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	EN-38	5934978.726	241573.597	293.458	271.847	0	0	0	0	0	0
2	PR ECH-05	5938723.003	232966.659	216.514	195.160	0	0	0	0	0	0
3	PR ECH-06	5938145.721	234818.691	230.594	209.195	4.4	3.2	7.6	-28	7	-8
4	PR ECH-07	5937332.599	236631.033	252.408	230.960	5.6	4.1	11.9	-14	3	-6
5	PR ECH-08	5936759.746	238552.845	274.002	252.495	6.9	6.9	17.5	43	-15	35
6	PR ECH-09	5935707.857	240245.979	292.475	270.912	3.7	3	5.9	20	-4	48

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2-4 Poligonal Secundaria N°3

SUBNET 'Polig.Secundaria 3' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in UTMS(Grid, Zone Zone_19 : 72W to 66W)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Northing(m)	Easting(m)	Height (m)	Ortho H (m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	EN-38	5934978.726	241573.597	293.458	271.847	0	0	0	0	0	0
2	PR ECH-10	5933471.219	243044.306	324.687	303.018	12.3	14.5	38.6	7	23	31
3	PR ECH-11	5932631.426	244831.379	339.672	317.930	17.2	16.4	40.3	2	4	37
4	PR ECH-12	5931702.435	246601.262	357.633	335.814	17.4	16.5	40.5	3	5	37
5	PR ECH-13	5930215.184	247887.958	380.255	358.373	17.6	16.5	40.7	3	5	38
6	PR ECH-14	5928575.624	248995.025	436.032	414.090	17.9	16.5	41.6	3	6	41
7	PR ECH-15	5926941.823	250188.011	476.346	454.338	18.4	16.7	42.4	5	9	44
8	PR ECH-16	5925673.028	251697.169	515.707	493.616	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2-5 Poligonal Secundaria N°4

SUBNET 'Polig.Sec.4-B cerrad' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in UTMS(Grid, Zone Zone_19 : 72W to 66W)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Northing(m)	Easting(m)	Height (m)	Ortho H (m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	ESPERANZA	5923999.657	262633.728	595.154	572.444	0	0	0	0	0	0
2	PR ECH-16	5925673.028	251697.169	515.707	493.616	0	0	0	0	0	0
3	PR ECH-17	5924639.448	253253.003	582.981	560.803	41.3	35.2	94.7	-8	-6	-1
4	PR ECH-18	5924121.622	255237.592	613.471	591.184	37.9	32.9	85.5	-12	3	-1
5	PR ECH-21	5924085.952	260771.151	638.436	615.836	29.7	27.1	68.3	-10	17	-20

Fuente: Elaboración Propia

2.4 Vinculación en Cota

2.4.1 Instrumental Utilizado

Para todas las Nivelaciones se utilizó un Nivel Automático marca Sokkia modelo C31 debidamente certificado y calibrado, miras en buen estado, trípode y placas de nivelación.

2.4.2 Resultados

A partir del PR de Nivelación EN-38, se procedió a ligar el resto de los puntos mediante nivelaciones cerradas. Para esto se dividió en dos tramos, zona alta (Tabla 2-6 Zona Alta) y zona baja (Tabla 2-7 Zona Baja).

Los resultados obtenidos son:

Tabla 2-6 Zona Alta

Desde	Hasta	Desnivel		error	Desnivel	Cota	Punto
		ida	vuelta	cierre	Promedio	sin corregir	
						271.847	EN-38
EN-38	PR ECH-10	31.178	-31.163	0.015	31.171	303.018	PR ECH-10
PR ECH-10	PR ECH-11	14.912	-14.920	-0.008	14.916	317.934	PR ECH-11
PR ECH-11	PR ECH-12	17.863	-17.865	-0.002	17.864	335.798	PR ECH-12
PR ECH-12	PR ECH-13	22.538	-22.534	0.004	22.536	358.334	PR ECH-13
PR ECH-13	PR ECH-14	55.683	-55.673	0.010	55.678	414.012	PR ECH-14
PR ECH-14	PR ECH-15	40.259	-40.256	0.003	40.258	454.269	PR ECH-15
PR ECH-15	PR ECH-16	39.349	-39.345	0.004	39.347	493.616	PR ECH-16
PR ECH-16	PR ECH-17	67.456	-67.446	0.010	67.451	561.067	PR ECH-17
PR ECH-17	PR ECH-18	30.332	-30.340	-0.008	30.336	591.403	PR ECH-18
PR ECH-18	PR ECH-19	-39.327	39.339	0.012	-39.333	552.070	PR ECH-19
PR ECH-19	PR ECH-20	6.356	-6.354	0.002	6.355	558.425	PR ECH-20
PR ECH-20	PR ECH-21	57.439	-57.434	0.005	57.437	615.862	PR ECH-21
PR ECH-21	PR ECH-22	-41.392	41.398	0.006	-41.395	574.467	PR ECH-22
PR ECH-22	GPS Esperanza	-2.023	2.022	-0.001	-2.023	572.444	GPS Esperanza

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2-7 Zona Baja

Desde	Hasta	Desnivel		error	Desnivel	Cota	Punto
		ida	vuelta	cierre	Promedio	sin corregir	
						271.847	EN-38
EN-38	PR ECH-09	-0.954	0.956	0.002	-0.955	270.892	PR ECH-09
PR ECH-09	PR ECH-08	-18.468	18.475	0.007	-18.472	252.421	PR ECH-08
PR ECH-08	PR ECH-07	-21.421	21.424	0.003	-21.423	230.998	PR ECH-07
PR ECH-07	PR ECH-06	-21.798	21.799	0.001	-21.799	209.200	PR ECH-06
PR ECH-06	PR ECH-05	-14.037	14.043	0.006	-14.040	195.160	PR ECH-05
PR ECH-05	PR ECH-04	-12.162	12.167	0.005	-12.165	182.995	PR ECH-04
PR ECH-04	PR ECH-03	-15.398	15.397	-0.001	-15.398	167.598	PR ECH-03
PR ECH-03	PR ECH-02	-14.730	14.730	0.000	-14.730	152.868	PR ECH-02
PR ECH-02	PR ECH-01	-11.675	11.680	0.005	-11.678	141.190	PR ECH-01
PR ECH-01	PR ECH-00	-12.809	12.803	-0.006	-12.806	128.384	PR ECH-00
PR ECH-00	GPS RIO VIEJO	-9.241	9.242	0.001	-9.242	119.143	GPS RIO VIEJO

Fuente: Elaboración Propia

2.4.3 Generación de PR adicional

De acuerdo a las indicaciones hechas por la Unidad de Geomensura de la CNR se colocó un PR adicional entre los PRs EN-38 y ECH-10, ya que la distancia entre ellos era de 2,9 Kms. El punto se colocó en el mismo lugar del antiguo PR EN-39 que fue sacado para reemplazar las soleras.

En este lugar se colocó un perno debidamente empotrado al que se le agregó su placa identificadora con sus amarras correspondientes. (Se acompaña monografía, ver Fotografía 2-2 Nivelación PR ECH-9A y la nivelación en Tabla 2-8 Nivelación PR ECH-9A). Este punto se denominó PR ECH-9A y se encuentra a 1000 metros del PR EN-38 y a 1800 metros del PR ECH-10.

Fotografía 2-2 Nivelación PR ECH-9A



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2-8 Nivelación PR ECH-9A

Desde	Hasta	Desnivel ida	Desnivel vuelta	error cierre	Desnivel Promedio	Cota sin corregir	Punto
						271.847	EN-38
EN-38	E-1	14.683	-14.681	0.002	14.682	286.529	E-1
E-1	E-2	6.181	-6.177	0.004	6.179	292.708	E-2
E-2	PR ECH-9A	0.003	-0.003	0.000	0.003	292.711	PR ECH-9A

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2-9 Resumen Coordenadas UTM Poligonal Chillán

VERTICE	NORTE	ESTE	COTA ORT.	COTA GEOM.	VERTICE
GPS RIO VIEJO	5.942.079,093	222.853,573	119,402	119,143	GPS RIO VIEJO
PR ECH-00	5.941.558,047	224.432,947	128,318	128,384	PR ECH-00
PR ECH-01	5.940.699,016	225.850,264	141,100	141,190	PR ECH-01
PR ECH-02	5.940.492,861	227.831,339	152,754	152,868	PR ECH-02
PR ECH-03	5.940.624,306	229.732,283	167,491	167,598	PR ECH-03
PR ECH-04	5.939.348,820	231.159,493	182,773	182,995	PR ECH-04
PR ECH-05	5.938.723,003	232.966,659	195,160	195,160	PR ECH-05
EN-38	5.934.978,726	241.573,597	271,847	271,847	EN-38
PR ECH-06	5.938.145,721	234.818,691	209,195	209,200	PR ECH-06
PR ECH-07	5.937.332,599	236.631,033	230,960	230,998	PR ECH-07
PR ECH-08	5.936.759,746	238.552,845	252,495	252,421	PR ECH-08
PR ECH-09	5.935.707,857	240.245,979	270,912	270,892	PR ECH-09
PR ECH-10	5.933.471,219	243.044,306	303,018	303,018	PR ECH-10
PR ECH-11	5.932.631,426	244.831,379	317,930	317,934	PR ECH-11
PR ECH-12	5.931.702,435	246.601,262	335,814	335,798	PR ECH-12
PR ECH-13	5.930.215,184	247.887,958	358,373	358,334	PR ECH-13
PR ECH-14	5.928.575,624	248.995,025	414,090	414,012	PR ECH-14
PR ECH-15	5.926.941,823	250.188,011	454,338	454,269	PR ECH-15
PR ECH-16	5.925.673,028	251.697,169	493,616	493,616	PR ECH-16
GPS ESPERANZA	5.923.999,657	262.633,728	572,444	572,444	GPS ESPERANZA
PR ECH-17	5.924.639,448	253.253,003	560,803	561,067	PR ECH-17
PR ECH-18	5.924.121,622	255.237,592	591,184	591,403	PR ECH-18
PR ECH-21	5.924.085,952	260.771,151	615,836	615,862	PR ECH-21
PR ECH-19	5923746,850	257366,349	552,114	552,070	PR ECH-19
PR ECH-22	5.923.993,717	262.606,961	574,456	574,467	PR ECH-22
PR ECH9A	5.934.085,388	241.405,355	292,712	292,711	PR ECH9A

Fuente: Elaboración Propia

Nota: El punto PR ECH-20 no está incluido dentro de la tabla, posterior a la revisión de la CNR este punto fue destruido en terreno.

En el anexo N°2 del presente Tomo se entregan los certificados de los instrumentos y las monografías de los vértices y los PRs.

2.5 Restitución Aerofotogramétrica

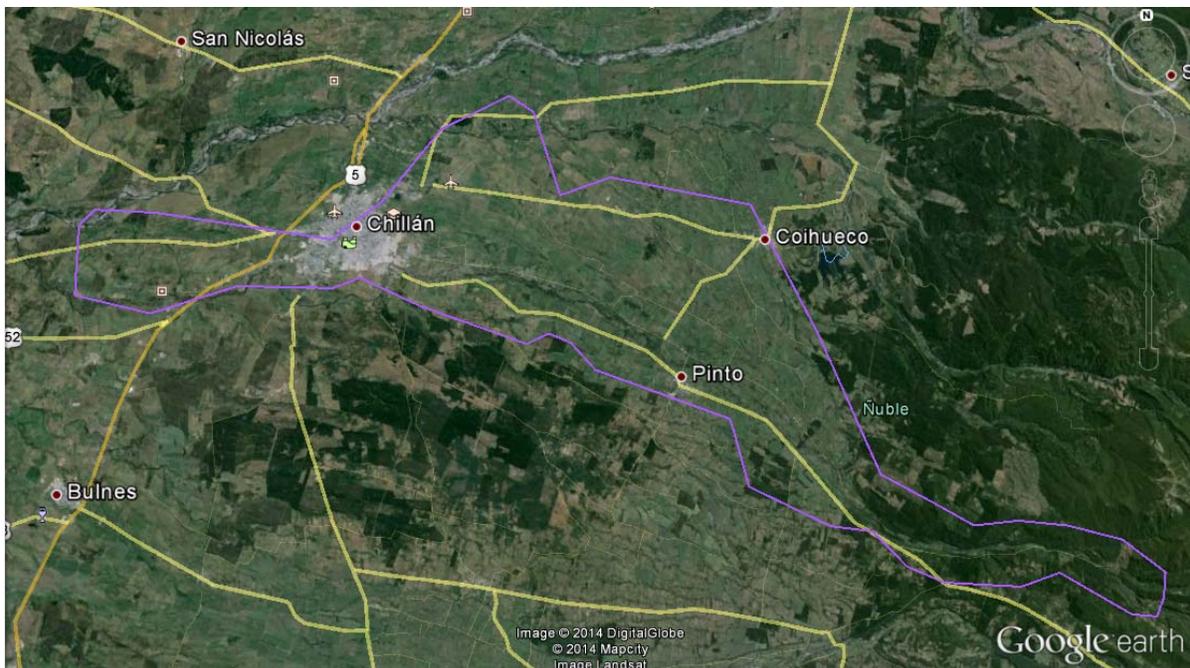
2.5.1 Introducción

Se contempla la realización de una restitución aerofotogramétrica a escala 1:10.000, de toda la zona del proyecto.

Esta restitución se realizará de acuerdo a los límites establecidos en los TR y abarcará la zona comprendida entre el área de inundación del sitio propuesto para el embalse y las áreas de riego, que se ha estimado en 25.000 ha aproximadamente.

En la Figura 2-5 Área a Restituir Escala 1:10.000 se muestra el polígono a restituir de color morado.

Figura 2-5 Área a Restituir Escala 1:10.000



Fuente: Elaboración Propia

Para la realización de la restitución aerofotogramétrica se utilizará un vuelo realizado el año 2009, de donde es posible restituir el área requerida con un menor nivel de precisión, cumpliendo con los estándares solicitados por la CNR.

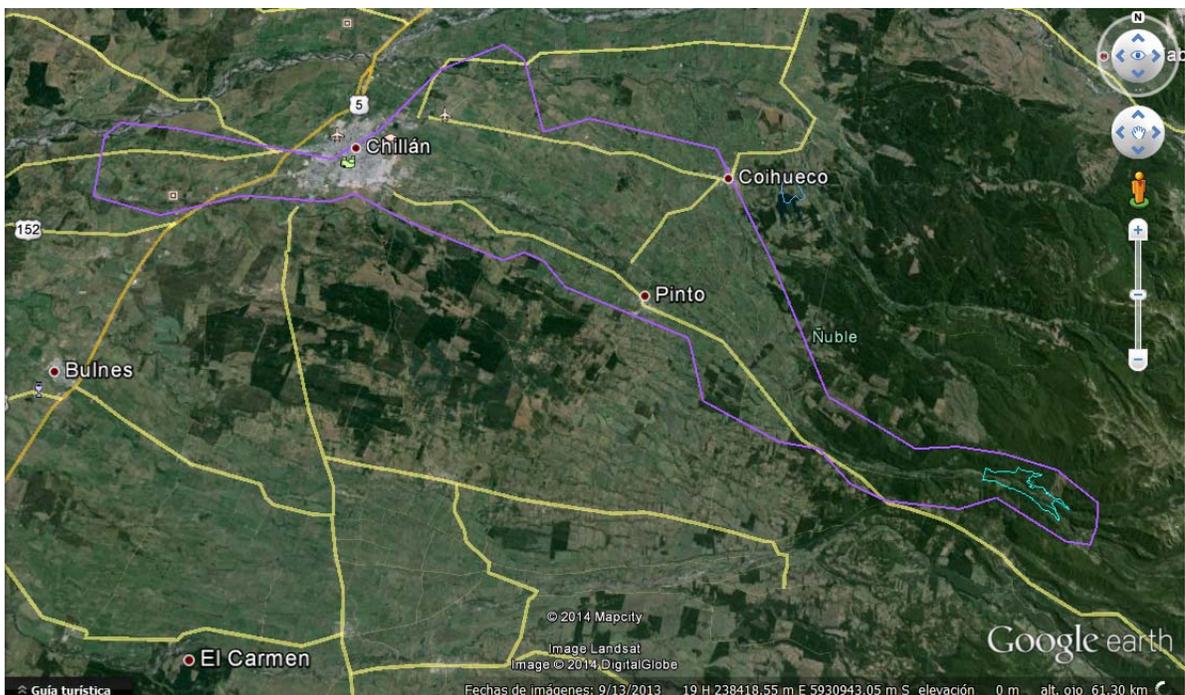
La restitución será generada en proyección UTM por método digital directo, obteniéndose planos ploteados y archivos digitales.

Para el sitio de embalse seleccionado en la Etapa 2 de la consultoría se consideró ejecutar una restitución aerofotogramétrica a escala 1:2.000, con las mismas consideraciones técnicas detalladas anteriormente. Se incluye la correspondiente área de inundación.

En el sitio a estudiar se levantarán 2 PRs con cota geométrica de precisión, coordenadas UTM y coordenadas reducidas a planas topográficas.

En la Figura 2-6 Área a Restituir Escala 1:2.000, se muestra el polígono a restituir en color cyan.

Figura 2-6 Área a Restituir Escala 1:2.000



Fuente: Elaboración Propia

2.5.2 Antecedentes Generales

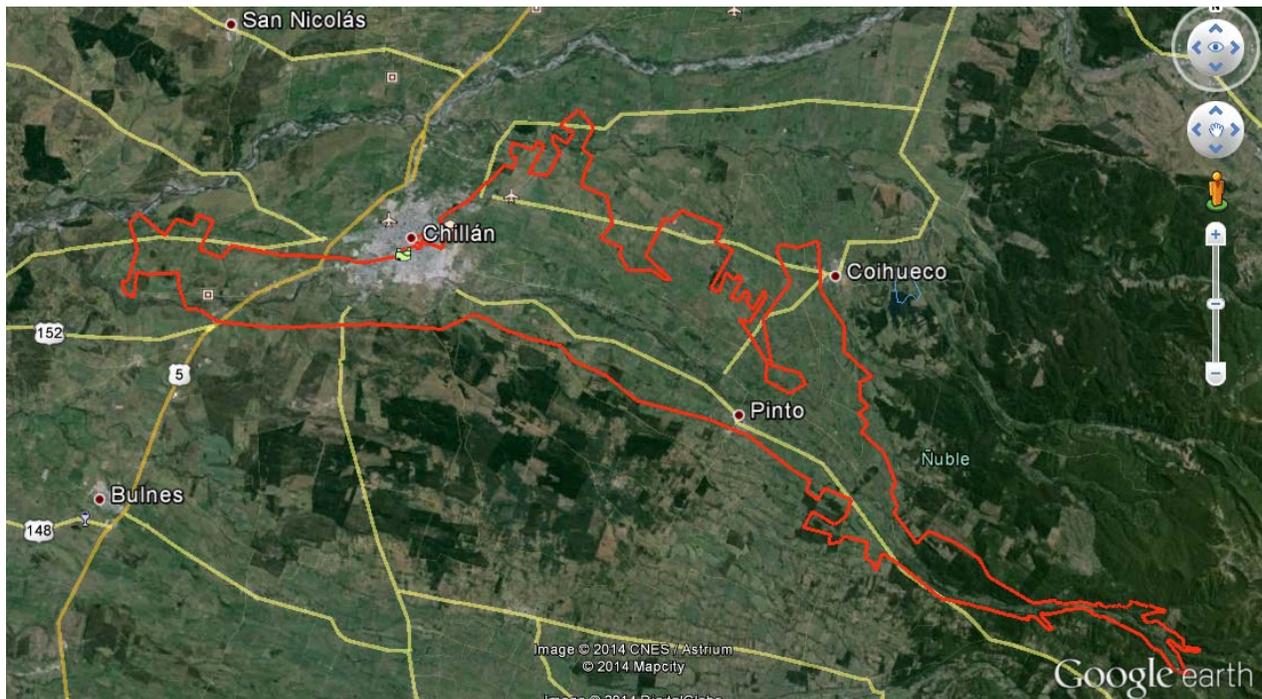
Para la realización de la restitución aerofotogramétrica se utilizó datos LIDAR capturados con el sistema “Harrier 56i”. En el caso de las imágenes digitales la cobertura se realizó con cámara digital modelo ROLLEI, TAC AICpro P65+ y DSS sn 0088.

El sistema LIDAR, acrónimo de Light Detection And Ranging, es un sistema de teledetección activa que emite pulsos de luz láser en la banda del espectro electromagnético, para posteriormente capturar la señal reflejada (eco) por la superficie topográfica barrida obteniendo, de esta forma, las elevaciones del terreno lo más fiel a la realidad mediante el sistema Airborne Láser Scanning (en adelante ALS). Este sistema LIDAR se compone de:

- Sistema Inercial de Navegación – INS: proporciona la información de los giros y trayectoria de la plataforma aérea mediante una IMU (Unidad de Medida Inercial).
- Sistema GNSS: proporciona información de la posición y altura de la plataforma aérea mediante un georreceptor satelital geodésico.

En la siguiente figura se presenta el área de estudio para el cual se generaran productos LIDAR, ortoimágenes y cartografía digital. Ver Anexo 2: Polígono del Proyecto.

Figura 2-7 Ubicación área de levantamiento



Fuente: Elaboración Propia

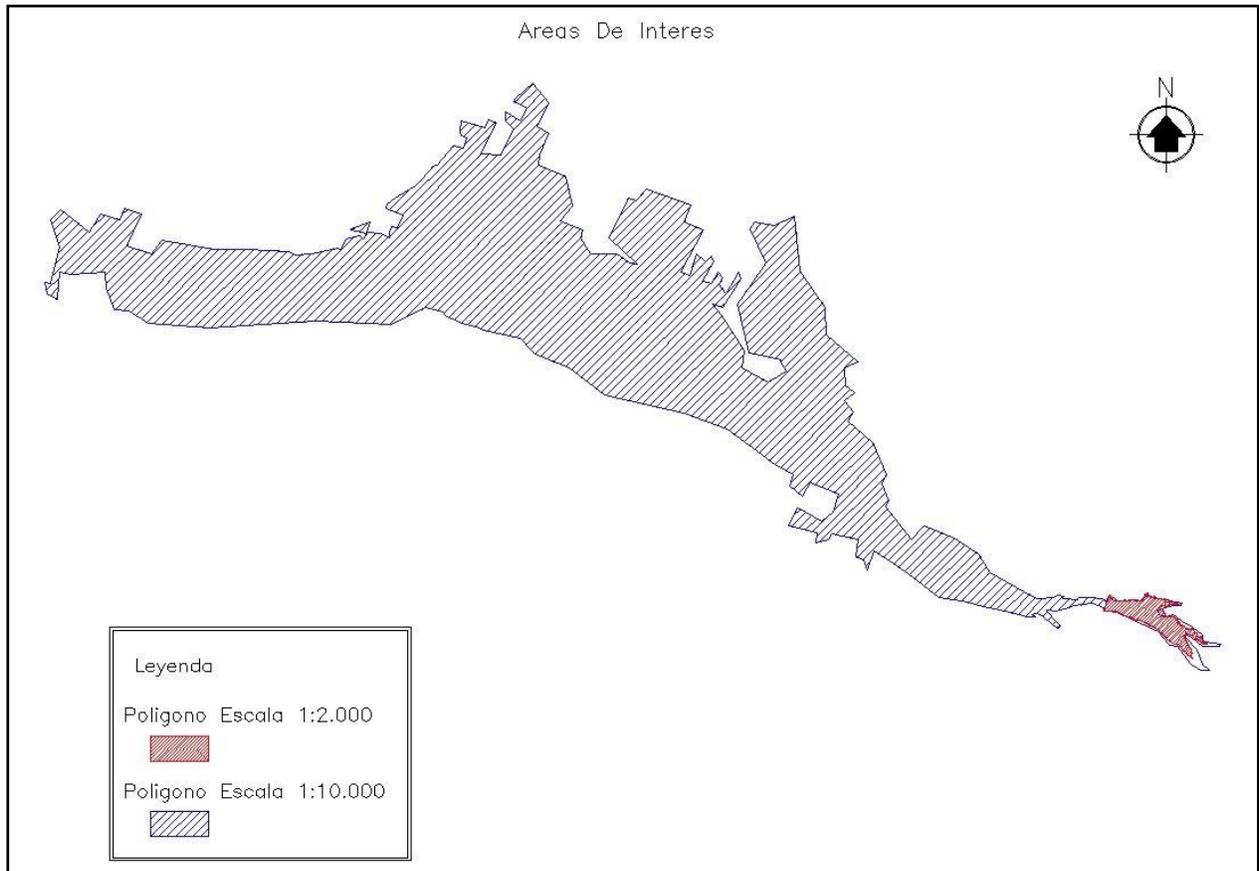
2.5.3 Características Generales de los Datos Utilizados

2.5.3.1 Características Técnicas

Tomando como base el polígono, mencionado anteriormente, se procedió a seleccionar el vuelo de manera de asegurar:

a.- Cobertura del área total (Escala 1:2.000: 530ha y Escala 1:10.000: 31.340ha)

Figura 2-8 Delimitación Área de Estudio



Fuente: Elaboración Propia

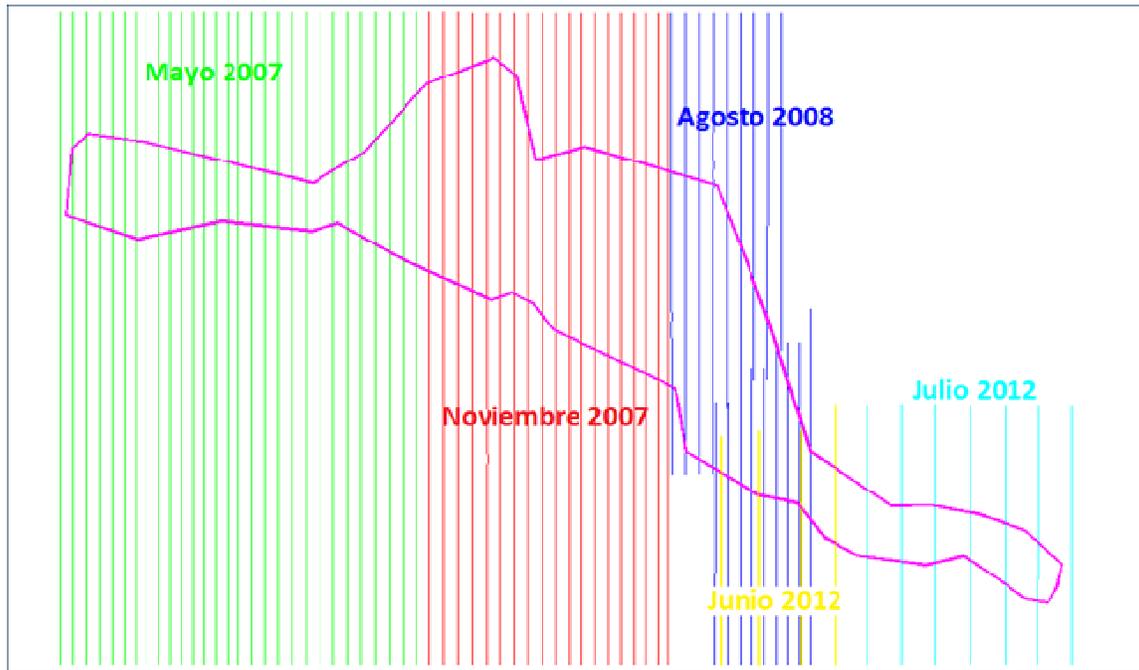
b.- Recubrimiento, para evitar que zonas del proyecto queden sin puntos o imagen.

c.- Tamaño de píxel para cumplir con especificaciones técnicas (48cm).

2.5.3.2 Fechas de Vuelo

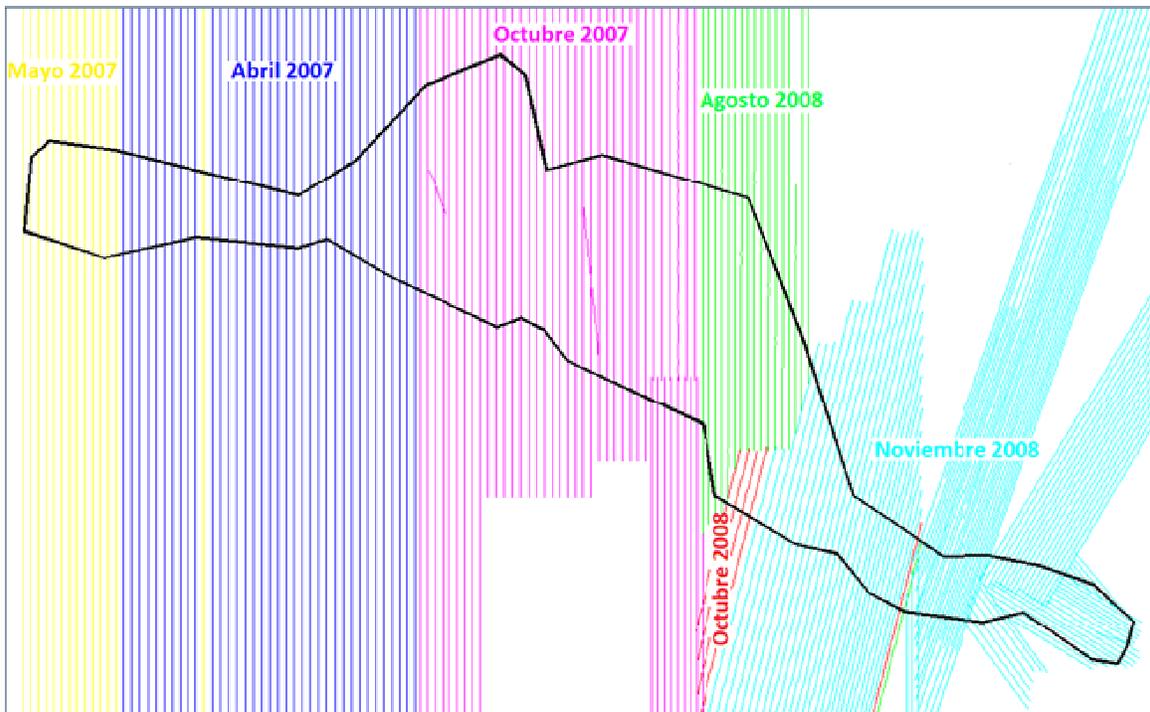
Los datos utilizados fueron capturados en las fechas que se presentan en las siguientes figuras.

Figura 2-9 Fechas de Vuelo - Cámara



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-10 Fechas de Vuelo - Láser



Fuente: Elaboración Propia

2.5.4 Apoyo a los Vuelos y Operaciones Geodésicas

Para el presente proyecto, se utilizó para todas sus operaciones geodésicas los antecedentes que corresponden a la red geodésica materializada para la presente consultoría.

De los antecedentes se extrae que la red geodésica se vinculó al vértice IGM-SIRGAS “COIH”, cuya coordenada pertenece a la Red Geodésica Nacional (RGN). A partir de este vértice, se asignaron coordenadas geodésicas WGS84 (SIRGAS2000) y con proyección cartográfica UTM huso 19 sur, al resto de los vértices que componen el Sistema de Transporte de Coordenadas (STC) del proyecto. Además se establece que la referencia altimétrica para reducir las alturas elipsoidales (h) a alturas ortométricas (H) corresponde a la superficie del modelo de ondulaciones geoidales (N) mundial EGM96, siendo este modelo el utilizado también en los productos generados por DMCL.

Se abordó la planificación y las observaciones GNSS en terreno, conforme a los requerimientos solicitados y a las soluciones que Digimapas Chile Aerofotogrametría Ltda. (DMCL) propuso de acuerdo a su experiencia y además lo que estipula el Manual de Carretera en su volumen 2.

De esta forma, se realizaron los trabajos en terreno, considerando el siguiente orden de actividades:

- Reconocimiento de los vértices de la red geodésica de la presente consultoría.
- Definición de los vértices de apoyo a las observaciones GNSS de control (GCP's).
- Observaciones GNSS de autocontrol (GCP's).

2.5.4.1 Observaciones GNSS de Autocontrol

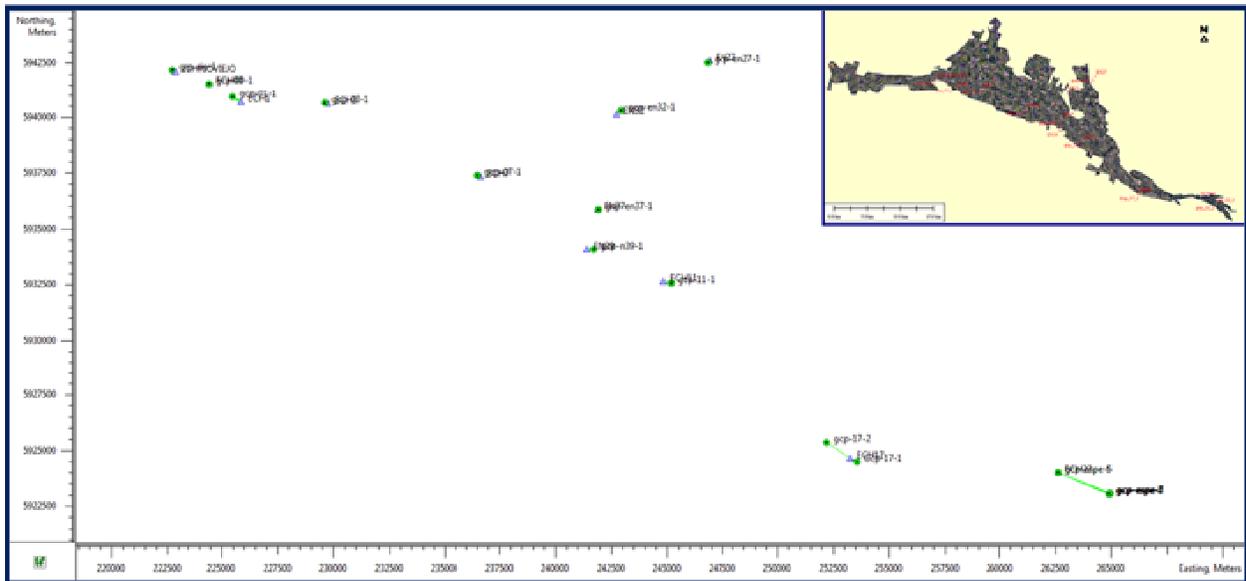
Una vez localizados los vértices de apoyo, las observaciones GNSS de autocontrol (GCP's) se realizaron de forma radiada al vértice de apoyo con tiempos de medición conforme a las distancias de los vectores que se realizaron, donde se consideró además el número de satélites por sobre el horizonte y la geometría (PDOP) que se presentó en la zona de trabajo en dicho momento. Los tiempos de observación se presentan, en la siguiente tabla:

Tabla 2-10 Relación de Parámetros para la Planificación de las Observaciones

Distancia del Vector	Tiempo Observación	Redundancia de Observación	Nº Satélites de la Observación	PDOP
0km - 10Km	20 min	3	Min 5	Max 2
10km - 30Km	40 min	3	Min 5	Max 2
30km - 60km	1 hr	3	Min 5	Max 2

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-11 : Distribución GCP's en el Área de Estudio



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2-11 Coordenadas geodésicas y UTM 19 sur, Alturas (Cotas) EGM96

Nombre	Latitud	Longitud	Este (m)	Norte (m)	Cotas (m)
GCP-RIO-1	5°37'31.26028S	70°06'02.96900W	222.713.749	5.942.208.602	117.979
GCP-00-1	5°37'54.35286S	70°04'54.59203W	224.436.995	5.941.552.004	128.428
GCP-01-1	5°38'15.61288S	70°04'12.92003W	225.491.866	5.940.929.335	139.516
GCP-03-1	5°38'29.17181S	70°01'27.49674W	229.614.579	5.940.641.930	168.292
GCP-07-1	5°40'21.31400S	70°56'55.07700W	236.487.629	5.937.396.280	229.578
GCP-11-1	5°43'06.36771S	70°51'12.05528W	245.156.914	5.932.566.000	318.378
GCP-17-1	5°47'35.38668S	70°45'43.03398W	253.560.953	5.924.513.222	579.540
GCP-17-2	5°47'06.54261S	70°46'37.45473W	252.179.841	5.925.369.431	510.886
GCP-22-1	5°48'32.50232S	70°38'06.98346W	264.915.074	5.923.071.905	616.800
GCP-22-2	5°48'32.20277S	70°38'05.98528W	264.939.559	5.923.081.821	617.775
GCP-22-3	5°48'32.06874S	70°38'04.90381W	264.966.249	5.923.086.691	618.568
GCP-22-4	5°48'32.73012S	70°38'08.18995W	264.885.365	5.923.064.059	616.601
GCP-22-5	5°48'00.38898S	70°39'38.75422W	262.612.998	5.923.998.714	573.195
GCP-22-6	5°48'00.25913S	70°39'39.13097W	262.603.548	5.924.002.456	572.670
GCP-EN27-1	5°37'44.82062S	70°49'53.92820W	246.802.854	5.942.534.912	249.897
GCP-EN32-1	5°38'53.56312S	70°52'33.03013W	242.913.641	5.940.298.421	261.091
GCP-EN37-1	5°41'16.31675S	70°53'18.95690W	241.905.502	5.935.863.846	276.778
GCP-N39-1	5°42'13.97720S	70°53'29.91081W	241.687.216	5.934.078.288	295.373

Fuente: Elaboración Propia

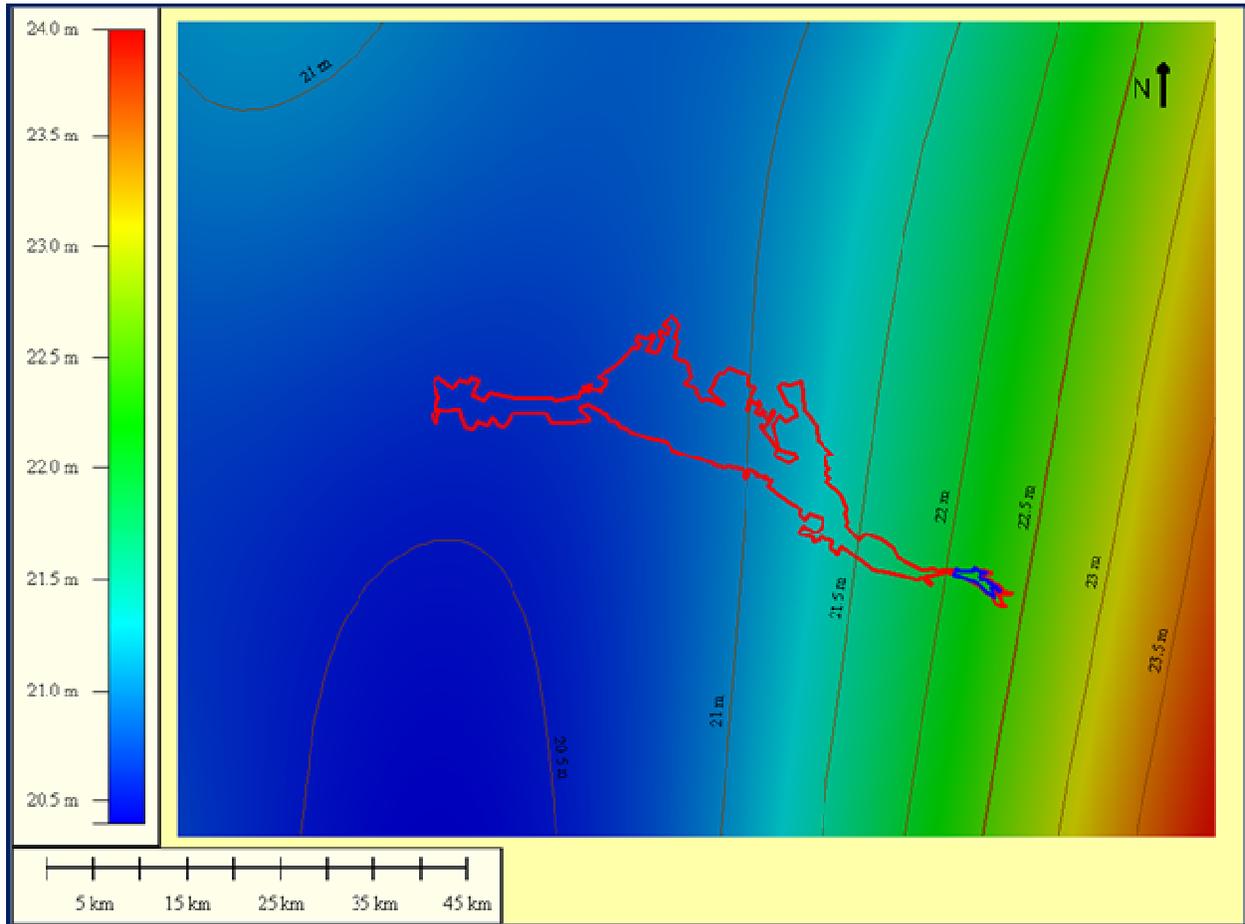
2.5.4.2 Georreferenciación de los Productos LIDAR, Imágenes y Cartografía

El objetivo del STC materializado, tiene por objetivo controlar los productos cartográficos solicitados y de esta forma entregar resultados confiables y unívocos en cuanto a coordenadas planimétricas y altimétricas del proyecto. Los productos solicitados se encuentran referidos al sistema SIRGAS2000, mientras que los vértices del STC se encuentran vinculados al vértice IGM-SIRGAS “COIH” (Embalse Coihueco MOP) perteneciente a la RGN del IGM, por tanto ambos poseen el mismo sistema de referencia.

Para referenciar altimétricamente los productos LIDAR y cartográficos se utilizó el modelo Geoidal EGM96 en términos absolutos sobre el área del polígono 1:10.000 y para el área del polígono 1:2.000 se utilizó el modelo Geoidal EGM96 más la constante -0.568m.

La aplicación de una constante se debe a que las alturas ortométricas fueron trasladadas por nivelación geométrica a dicha zona de mayor detalle. A continuación se observa el comportamiento del modelo EGM96 en la zona del proyecto.

Figura 2-12 Tendencia del Modelo Geoidal EGM96 en la Zona del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia

2.5.5 Procesamiento Lidar

Posterior a la recopilación de los datos LIDAR, se comenzó con el procesamiento para lo cual se requirió integrar la solución de navegación de los vuelos y los datos capturados por el sensor, esto entregó como resultado la nube de puntos con información x, y, z, de todos los retornos registrados y georreferenciados al sistema de referencia del proyecto.

2.5.5.1 Procesamiento Modelo Digital de Terreno

El Modelo Digital de Terreno – DTM, del inglés Digital Terrain Model, se genera a partir de la NDP seleccionándose los últimos ecos o retornos del sistema LIDAR y depurándose la información que no es necesaria. Finalmente se realizó un filtro de forma automática existiendo zonas donde este no fue eficaz requiriéndose una edición manual para asegurar la calidad del producto. Para el presente proyecto se solicitaron dos resoluciones, las cuales se detallan a continuación:

- Polígono escala 1:2.000: resolución 1m.
- Polígono escala 1:10.000: resolución 5m.

2.5.5.2 Control de Calidad LIDAR

Las revisiones del proceso de control de calidad consistieron en verificar y medir los siguientes principios de calidad: completitud del producto, consistencia de formato y exactitud posicional.

- Consistencia de formato: Se verificaron las características en cuanto a la estructura del producto, es decir, se revisaron que las propiedades de los archivos en cuanto a tamaño de píxel, tamaño de tiles y que el formato de los archivos estuvieran de acuerdo a lo solicitado por las bases y las especificaciones técnicas de la CNR.

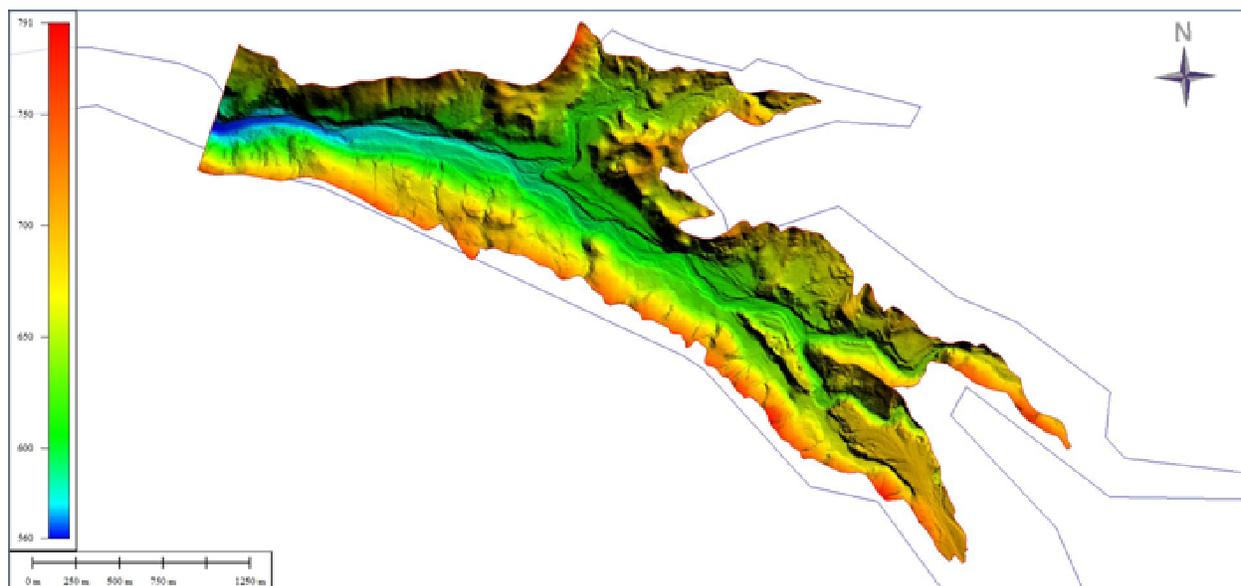
Tabla 2-12 Verificación Formatos de Entrega LIDAR

Formatos solicitados por el mandante		
DTM – Polígono escala 1:2.000	Píxel 1m Formato ASCIIGRID Tamaño 1.000x1.000m	100% de los productos
DTM – Polígono escala 1:10.000	Píxel 5m Formato ASCIIGRID Tamaño 1.000x1.000m	100% de los productos

Fuente: Elaboración Propia

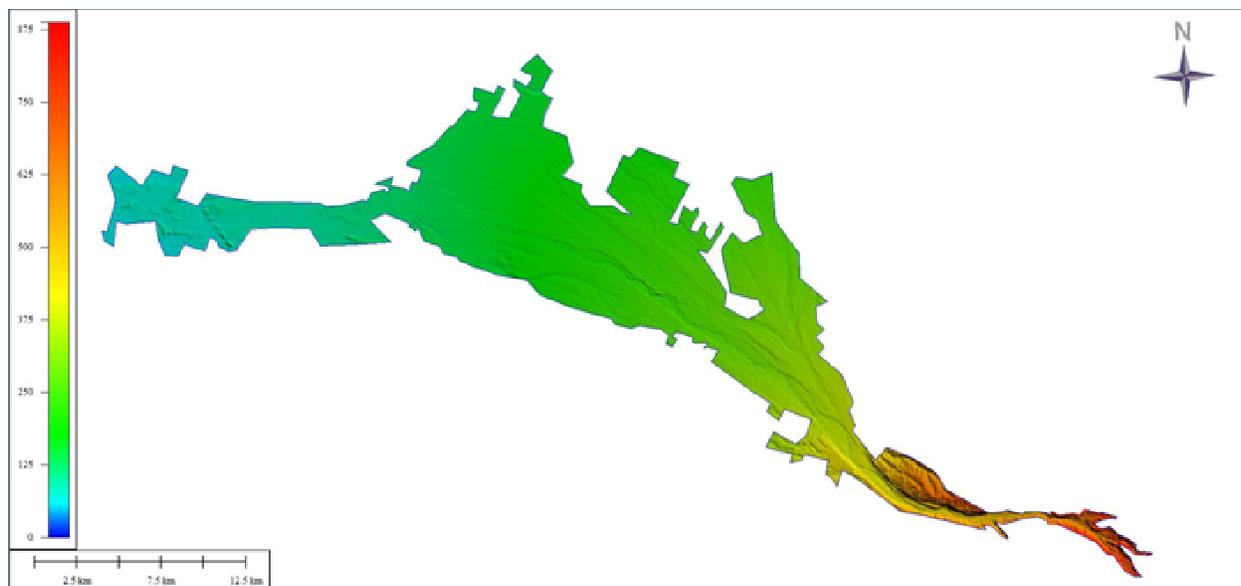
- Completitud del Producto: Se verificó que las áreas solicitadas tuvieran el 100% de cobertura, teniendo especial cuidado en los bordes de los polígonos y que a su vez, la información interior no presentara zonas sin dato.

Figura 2-13 Verificación de la completitud LIDAR – Polígono escala 1:2.000



Fuente: Elaboración Propia

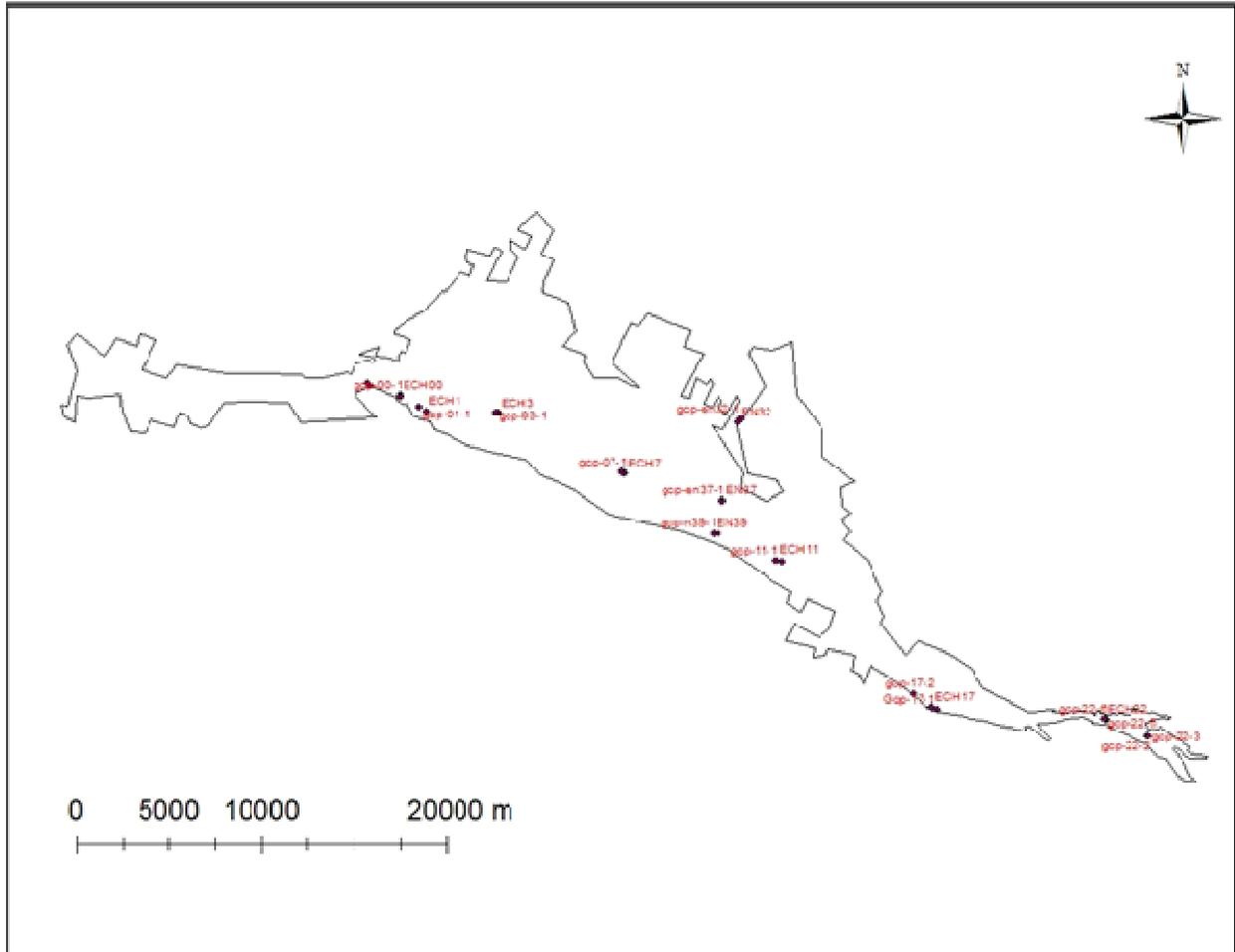
Figura 2-14 Verificación de la completitud LIDAR - Polígono escala 1:10.000



Fuente: Elaboración Propia

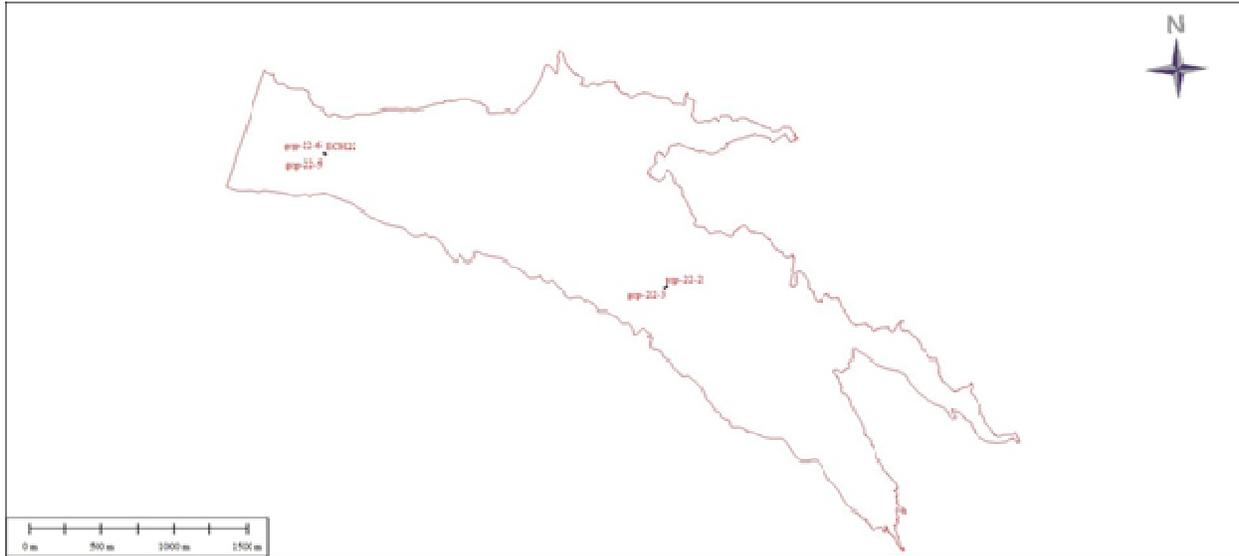
- Exactitud Posicional: Este criterio se refiere al control de altura de los productos, mediante la comparación de las mediciones que fueron efectuadas en terreno (GCP's) y los productos LIDAR procesados. En la siguiente figura se presenta la distribución estos GCP's en para ambos polígonos.

Figura 2-15 Distribución de GCP's polígono 1:10.000 – productos LIDAR



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-16 Distribución de GCP's polígono 1:2.000 – productos LIDAR



Fuente: Elaboración Propia

La comparación altimétrica se realizó para ambos polígonos donde H_DTM corresponde a la altura extraída del modelo, H_GCP es la altura ortométrica y ΔH la diferencia entre ambas.

Tabla 2-13 Comparación altimétrica GCP's - Polígono escala 1:2.000

GCP's Campo	H_GCP (m)	H_DTM (m)	ΔH (m)	ΔH^2 (m ²)
ECH22	574.467	574.467	0.000	0.000
GCP-22-2	617.775	618.032	-0.257	0.066
GCP-22-3	618.568	618.832	-0.264	0.070
GCP-22-5	573.195	573.244	-0.049	0.002
GCP-22-6	572.670	572.705	-0.035	0.001

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2-14 Comparación altimétrica GCP's - Polígono escala 1:10.000

GCP's Campo	H_GCP (m)	H_DTM (m)	ΔH (m)	ΔH^2 (m ²)
ECHRIOVIEJO	119.402	119.398	0.004	0.000
GCP-RIO-1	117.979	118.069	-0.090	0.008
ECH00	128.318	128.708	-0.390	0.152
GCP-00-1	128.428	128.902	-0.474	0.225
ECH1	141.100	141.215	-0.115	0.013
GCP-01-1	139.516	139.916	-0.400	0.160
ECH3	167.491	167.97	-0.479	0.229
GCP-03-1	168.292	168.608	-0.316	0.100
ECH7	230.960	231.232	-0.272	0.074
GCP-07-1	229.578	229.724	-0.146	0.021
ECH11	317.930	317.884	0.046	0.002
GCP-11-1	318.378	318.472	-0.094	0.009
ECH17	560.803	561.379	-0.576	0.332
GCP-17-1	579.540	579.315	0.225	0.051
GCP-17-2	510.886	511.676	-0.790	0.624
ECH22	574.467	575.035	-0.568	0.323
GCP-22-2	617.775	618.6	-0.825	0.681
GCP-22-3	618.568	619.4	-0.832	0.692
GCP-22-5	573.195	573.812	-0.617	0.381
GCP-22-6	572.670	573.273	-0.603	0.364
EN32	261.958	261.782	0.176	0.031
GCP-EN32-1	261.091	261.121	-0.030	0.001
EN37	276.876	276.817	0.059	0.003
GCP-EN37-1	276.778	277.094	-0.316	0.100
EN39	292.727	292.72	0.007	0.000
GCP-N39-1	295.373	295.407	-0.034	0.001

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de esta comparación estadística, al igual que la anterior, se presentan a continuación:

Tabla 2-15 Resultado comparación altimétrica

Nombre Polígono	Promedio ΔH (m)	Desviación ΔH (m ²)	RMSE (m ²)
Escala	-0.121	0.129	0.167
Escala	-0.287	0.313	0.420

Fuente: Elaboración Propia

Las diferencias estimadas entre ambas mediciones expuestas en relación al cálculo del Error Medio Cuadrático – RMSE, el cual se define como la distancia entre la posición real de punto y la posición estimada en el modelo permitió una mayor representatividad estadística del error en la precisión del DTM, con lo que se puede afirmar que con los GCP's identificados en estos cumplen con la exactitud posicional requerida para el proyecto:

- Polígono 1:2.000: precisión $\pm 0,40m$ en DTM de resolución 1m .
- Polígono 1:10.000: precisión $\pm 1m$ en DTM de resolución 5m.

Según los valores indicados, el error resultante cumple con los parámetros mencionados en el Volumen N° 2 del Manual de Carreteras de la Dirección de Vialidad (Versión Marzo 2013), en el cual se indica que, para la elaboración de curvas de nivel de 2m de intervalo, no más del 10% de la muestra debe superar un metro de error en el DTM, así como para las curvas cada 10m, no más del 10% de la muestra debe superar 5 metros de error.

2.5.6 Procesamiento Ortoimágenes

Luego de revisar la calidad de la información proveniente de la toma de datos en campo se procedió al revelado de las imágenes, tomando los datos crudos (sin procesar) y llevándose al formato requerido (TIF) para la ortorrectificación.

En paralelo al revelado, se aplicaron ajustes de tonalidad y luminosidad, principalmente a lo referido al efecto Lens Vignetting. Es importante mencionar que esta corrección no funciona de igual manera en el agua debido a los reflejos de luz, por lo tanto estas siempre presentaran diferencias de color y tonalidades.

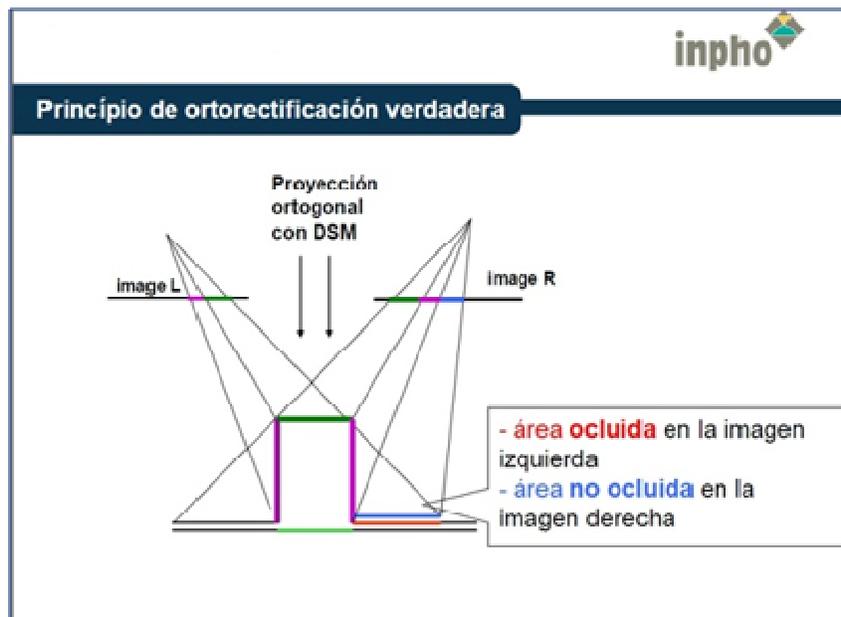
Figura 2-17 Imagen Revelada



Fuente: Elaboración Propia

Luego del revelado se inició la ortorrectificación, proceso consistente en corregir digitalmente un conjunto de imágenes llevándolas desde su proyección cónica a una proyección ortogonal respecto de una superficie de referencia, con ello se eliminó el desplazamiento provocado por el relieve del terreno.

Figura 2-18 Principios básicos de la ortorrectificación



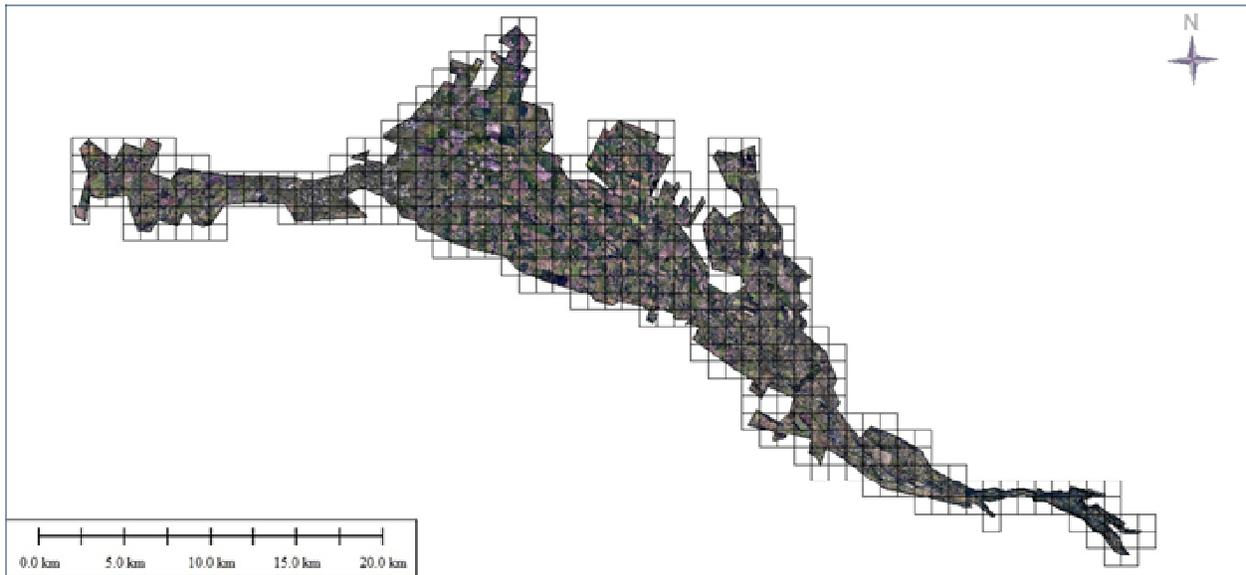
Fuente: Elaboración Propia

Se realizó este proceso mediante la incorporación de tres componentes: Modelo Digital de Superficie (DSM), datos de navegación e imágenes reveladas de acuerdo a los parámetros definidos por el proveedor (Trimble Aplanix) en las especificaciones técnicas de la cámara utilizada. Para este proyecto se procedió a realizar dos procesos paralelos de ortorrectificación:

- Polígono escala 1:2000: Ortorrectificación de imágenes a una resolución de 0,5m.
- Polígono escala 1:10.000:Ortorrectificación de imágenes a una resolución de 1m.

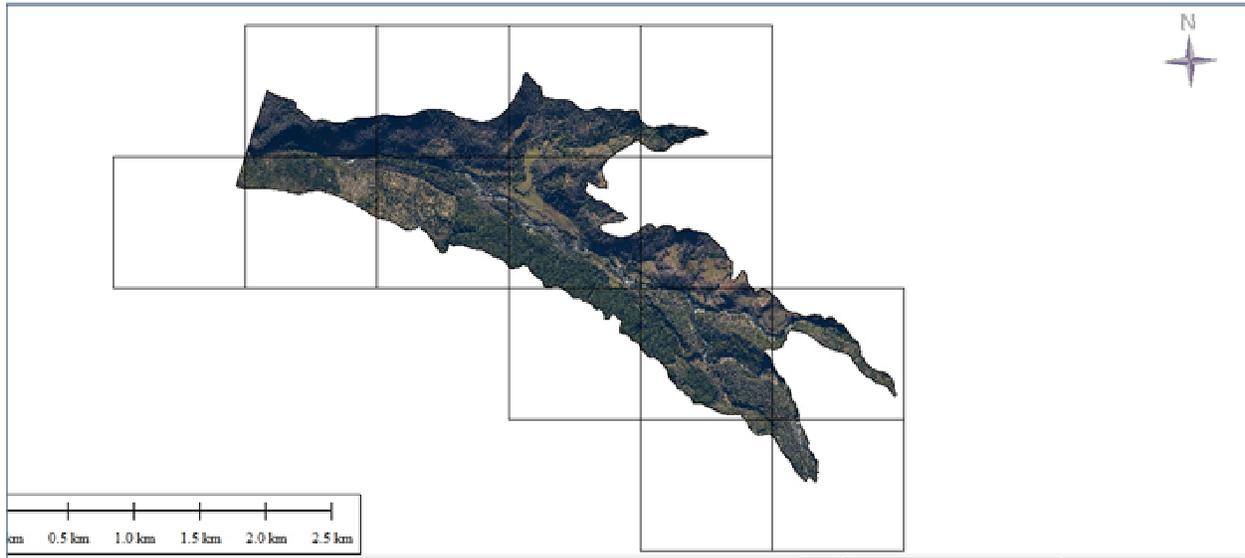
Una vez ortorrectificadas la totalidad de las imágenes, se generaron los mosaicos para cada uno de los polígonos del proyecto. Finalizados los mosaicos, se procedió al corte delimitado por los polígonos del área de estudio y por la distribución de láminas, que para el caso del presente proyecto corresponden a tamaños 1.000x1.000m.

Figura 2-19 Distribución de láminas - Polígono escala 1:10.000



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-20 Distribución de láminas - Polígono escala 1:2.000



Fuente: Elaboración Propia

2.5.6.1 Control de Calidad Ortoimágenes

Las revisiones del proceso de control de calidad consistieron en verificar y medir los principios de calidad correspondientes a completitud del producto, consistencia de formato y exactitud posicional.

- Consistencia de Formato: se revisó que los archivos estuvieran de acuerdo a lo solicitado por el cliente, en cuanto al tamaño de píxel, formato de los archivos y tamaño de corte de polígonos requerida.

Tabla 2-16 Verificación formatos de entrega ortoimágenes

Formatos solicitados por el mandante		
Ortoimágenes 1:2.000	Píxel 0,5m Formato GEOTIFF Tamaño 1.000x1.000m	100% de los productos
Ortoimágenes 1:10.000	Píxel 1m Formato GEOTIFF Tamaño 1.000x1.000m	100% de los productos

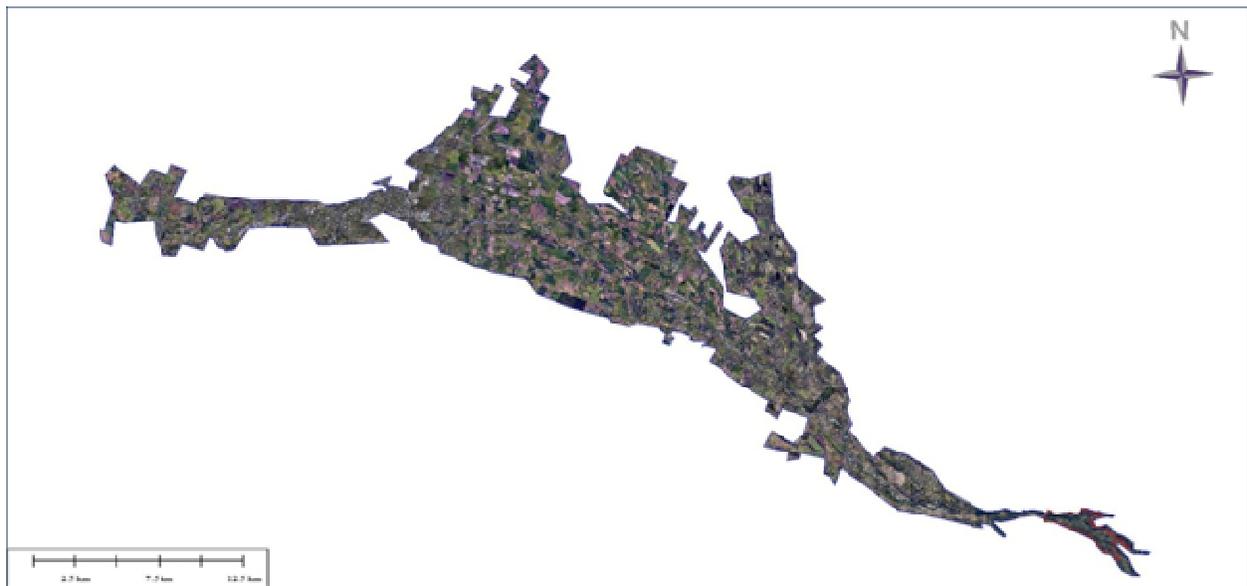
- Completitud del producto: Se verificó que el área solicitada tuviera el 100% de cobertura, teniendo especial cuidado en los bordes del polígono y que a su vez, la información interior no presentara zonas sin dato.

Figura 2-21 Verificación completitud ortoimágenes Polígono escala 1:2.000



Fuente: Elaboración Propia

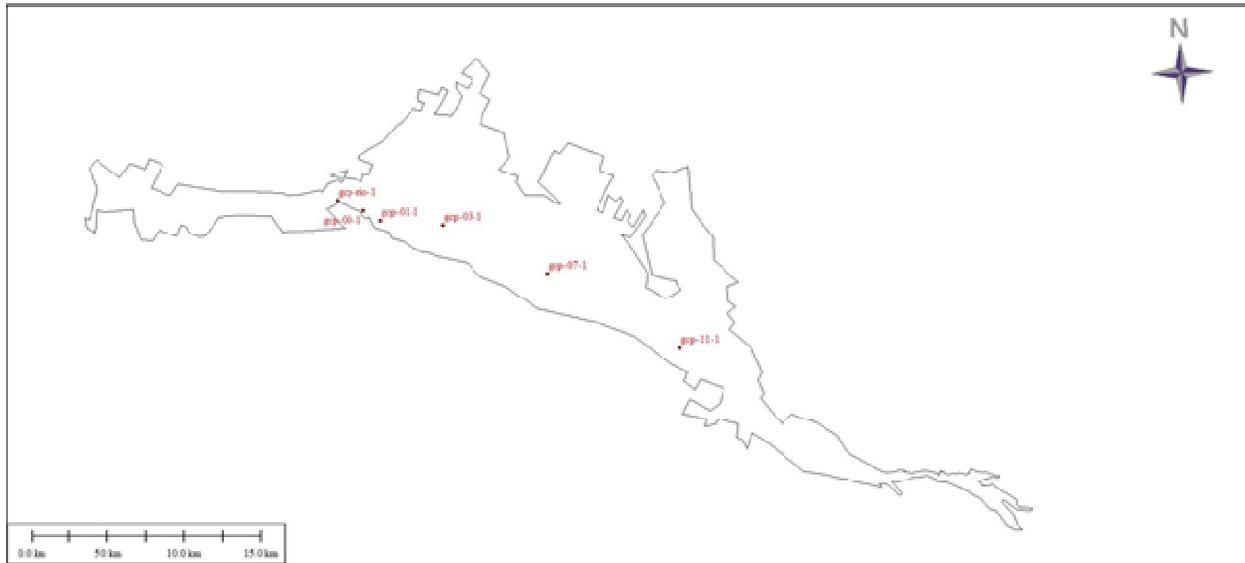
Figura 2-22 Verificación completitud ortoimágenes - Polígono escala 1:10.000



Fuente: Elaboración Propia

- Exactitud Posicional: Se realizó un análisis comparativo entre las coordenadas de los GCP's, levantados en campo, y su posición en las ortoimágenes digitales. En la siguiente figura se presenta la distribución estos GCP's en el polígono escala 1:10.000 el cual se revisó con las imágenes a 0,5m de pixel para luego generar un pixel de 1m. Esto garantizó la precisión de la escala 1:10.000 y 1:2.000.

Figura 2-23 Distribución de GCP's polígono 1:10.000 – producto ortoimagen



Fuente: Elaboración Propia

Se realizó un análisis comparativo entre las coordenadas de los GCP's, levantados en campo, y su posición en las ortoimágenes digitales. Como resultado se obtuvieron las diferencias en las coordenadas este y norte tabuladas en la Tabla 2-17 Control de Calidad Ortoimágenes 0,5m en el cual se presentan los cálculos estadísticos de la diferencia de posición.

Tabla 2-17 Control de Calidad Ortoimágenes 0,5m

GCP's	Observación GPS		Observación Ortoimagen		Diferencias (m)		Diferencias ² (m ²)		Σdif ² (m ²)
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	
GCP-RIO-1	222.713.749	5.942.208.602	222.713.516	5.942.208.990	0.233	-0.388	0.054	0.151	0.205
GCP-01-1	225.491.866	5.940.929.335	225.492.002	5.940.928.997	-0.136	0.338	0.018	0.114	0.133
GCP-03-1	229.614.579	5.940.641.930	229.614.523	5.940.642.471	0.056	-0.541	0.003	0.293	0.296
GCP-11-1	245.156.914	5.932.566.000	245.157.000	5.932.566.000	-0.086	0.000	0.007	0.000	0.007
GCP-07-1	236.488.041	5.937.395.870	236.487.756	5.937.396.247	0.285	-0.377	0.081	0.142	0.223

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se presenta el resultado de la exactitud posicional obtenido mediante el cálculo del Error Medio Cuadrático – RMS (0,38m), la cual cumple en conformidad con la precisión para la escala, respaldada por la NSSDA (National Standard for Spatial Accuracy), la cual entrega como referencia, para una escala 1:10.000, un RMS en x e y de 2,5 metros y para 1:2000 de 1 metro.

Tabla 2-18 Resumen estadístico GCP's ortoimágenes – cámara digital

Resumen	
Promedio Diferencia Este (m)	0.07
Desviación Estándar Diferencia Este (m)	0.23
Promedio Diferencia Norte (m)	-0.08
Desviación Estándar Diferencia Norte (m)	0.32
Promedio Σdif^2 (m ²)	0.15
RMS (m)	0.38

Fuente: Elaboración Propia

2.5.7 Procesamiento de Cartografía Digital

La primera tarea para la construcción de la cartografía digital consistió en verificar los siguientes ítem:

- Peso del archivo de las curvas de nivel, el cual debe ser inferior a los 65Mb, de forma tal de asegurar el manejo de la información levantada
- Listado consolidado de capas temáticas para los productos solicitados.
- Inserción de las ortoimágenes para la vectorización, revisión y posterior corrección.
- Completitud de los datos de entrada (DTM y ortoimágenes) realizando una revisión visual del proyecto.

2.5.7.1 Planimetría

Desde el punto de vista planimétrico para el proyecto en referencia se solicitaron dos escalas de trabajo:

- Escala 1:2.000 con intervalo de curva de nivel de 2m.
- Escala 1:10.000 con intervalo de curva de nivel 10m.

En función a las escalas de trabajo solicitadas se utilizaron los siguientes criterios para una correcta representación de los elementos:

Grilla de digitalización

Esta grilla permitió discriminar visualmente según la escala a representar, la forma y precisión de los elementos a restituir. Para la escala del proyecto, la grilla sobre la restitución, correspondió a:

- Escala 1:2.000: 100x100 metros sobre modelo.
- Escala 1:10.000: 1.000x1.000 metros sobre modelo.

Luego de esta evaluación se determinó trabajar con un tamaño de píxel de 50cm para la escala 1:2.000 y de 1m para la escala 1:10.000 ambas resoluciones aseguraron una correcta vectorización y representación de los elementos.

Capas temáticas

Este ítem se desarrolló conforme a la versión 2011 de Normas Generales para el Dibujo y Presentación de Planos de la DOH.

Tabla 2-19 Listado de layer Polígono escala 1:2.000

Capas	Tipo de línea	Grosor de línea	Color
Aguas	Continuous	0,5	180
Area_Proj	ACAD_ISO14W	0,4	205
C_Indice	Continuous	0,2	30
C_Intermedia	Continuous	0,13	252
Caminos	Continuous	0,2	22
Carreteras	Continuous	0,4	10
Casas	Continuous	0,13	8
Cercos	Cerco	0,15	7
Cotas	Continuous	0,15	7
Estacion	Continuous	0,2	182
Fondo	Continuous	0,2	44
Huellas	DASHED2	0,2	64
Lineas de Quie	ACAD_ISO10W	0,25	3
O_Arte	Continuous	0,5	11
Quebrada	Quebrada	0,2	142
Textos	Continuous	0,2	7
Vegetacion	Continuous	0,15	101

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2-20 Listado de layer Polígono escala 1:10.000

Capas	Tipo de línea	Grosor de línea	Color
Aguas	Continuous	0,5	180
Aptitud_Frugal	Continuous	0,4	65
Area_Proym	ACAD_ISO14W	0,4	205
C_Indice	Continuous	0,2	30
C_Intermedia	Continuous	0,13	252
Caminos	Continuous	0,2	22
Canales	Continuous	0,3	170
Carreteras	Continuous	0,4	10
Casas	Continuous	0,13	8
Cercos	Cerco	0,15	7
Cotas	Continuous	0,15	7
Estacion	Continuous	0,2	182
FFCC	TRACKS	0,25	15
Fondo	Continuous	0,2	44
Huellas	DASHED2	0,2	64
LATE	Continuous	0,25	13
Lineas de Quie	ACAD_ISO10W	0,25	3
Manzanas	Continuous	0,25	192
O_Arte	Continuous	0,5	11
Pol_Agua	Continuous	0,6	5
Poste	Continuous	0,25	141
Quebrada	Quebrada	0,2	142
Solera	Continuous	0,25	121
Textos	Continuous	0,2	7
Varios	Continuous	0,3	62
Vegetacion	Continuous	0,15	101
Yacim	Continuous	0,25	25

Fuente: Elaboración Propia

2.5.7.2 Curvas de nivel

Las curvas de nivel se generaron considerando los siguientes criterios para cada polígono:

Tabla 2-21 Criterios obtención curvas de nivel

Escala	Resolución DTM (m)	Intervalo de Isolíneas (m)
1:2.000	1	2
1:10.000	5	10

Fuente: Elaboración Propia

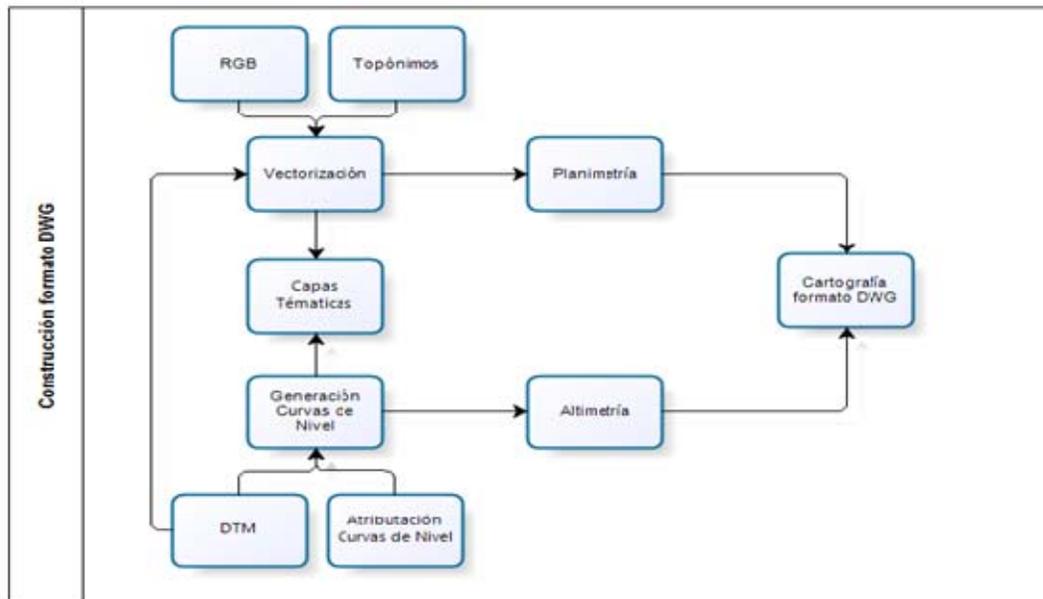
Considerando lo anterior y tomando como base para la generación de las curvas de nivel un archivo DTM ASCII obtenido a través de tecnología LIDAR lo que nos permite un nivel de precisión de un cuarto de equidistancia entre curvas. Este DTM se levantó en Global Mapper 14, en donde se generaron las isolíneas de elevación según tabla 2-12.

Una vez generadas las curvas de nivel, se realizó una identificación automática de errores topológicos y una posterior edición manual de estos con el fin de asegurar la calidad de la información proveniente del DTM.

2.5.7.3 Construcción formato DWG

En la siguiente figura se grafica el proceso de construcción del formato DWG, donde se incorporaron los productos LIDAR y ortoimágenes digitales en la generación del mismo.

Figura 2-24 Diagrama construcción DWG



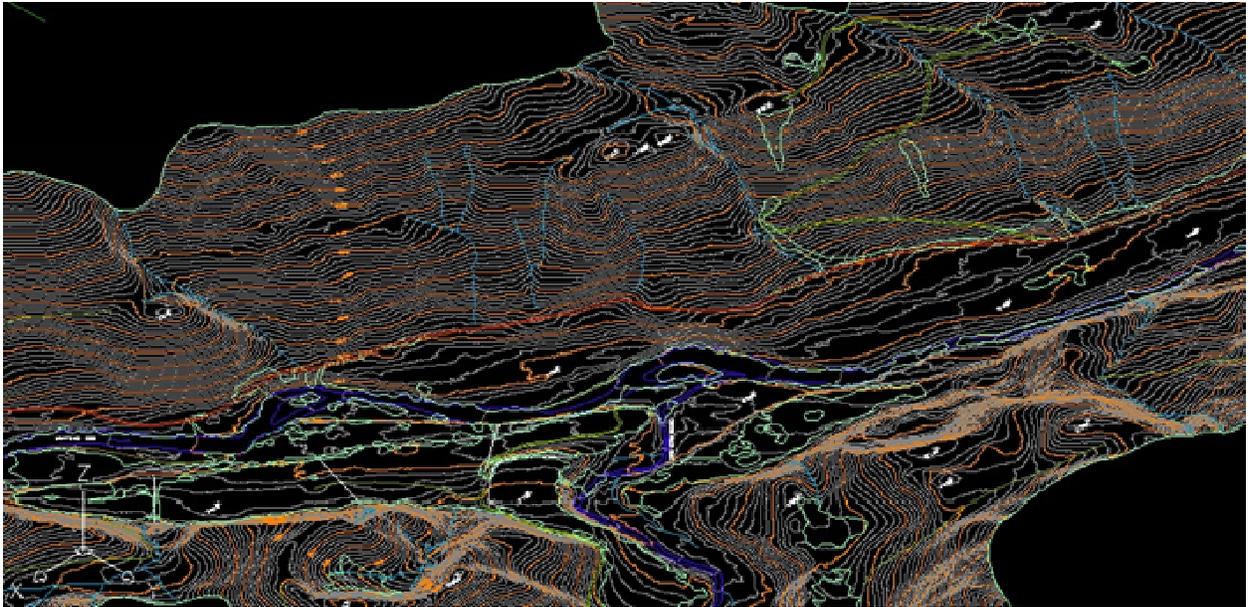
Fuente: Elaboración Propia

2.5.7.4 Cartografía 3D

Para la construcción de la cartografía 3D, en primera instancia se realizó un modelo de elevación generado a partir de las curvas de nivel anteriormente descritas. Luego con este modelo se elaboró un archivo 3DFACE, el cual consiste en una cuadrícula con intervalo definido. Para el caso de este proyecto el espaciamiento de la grilla utilizada según escala fue:

- Escala 1:2.000, se realizó una grilla de 8m.
- Escala 1:10.000, se realizó una grilla de 15m.

Figura 2-25 Visualización isométrica cartografía 3D UTM19 escala 1:2.000



Fuente: Elaboración Propia

2.5.7.5 Control de calidad cartografía digital

Las revisiones del proceso de control de calidad consistieron en verificar y medir los siguientes principios de calidad: completitud del producto, consistencia de formato y exactitud posicional.

- Consistencia de formato: se verificaron las propiedades de los archivos, en conformidad con lo solicitado por el mandante, en relación al formato, escala de trabajo e intervalos de las curvas de nivel.

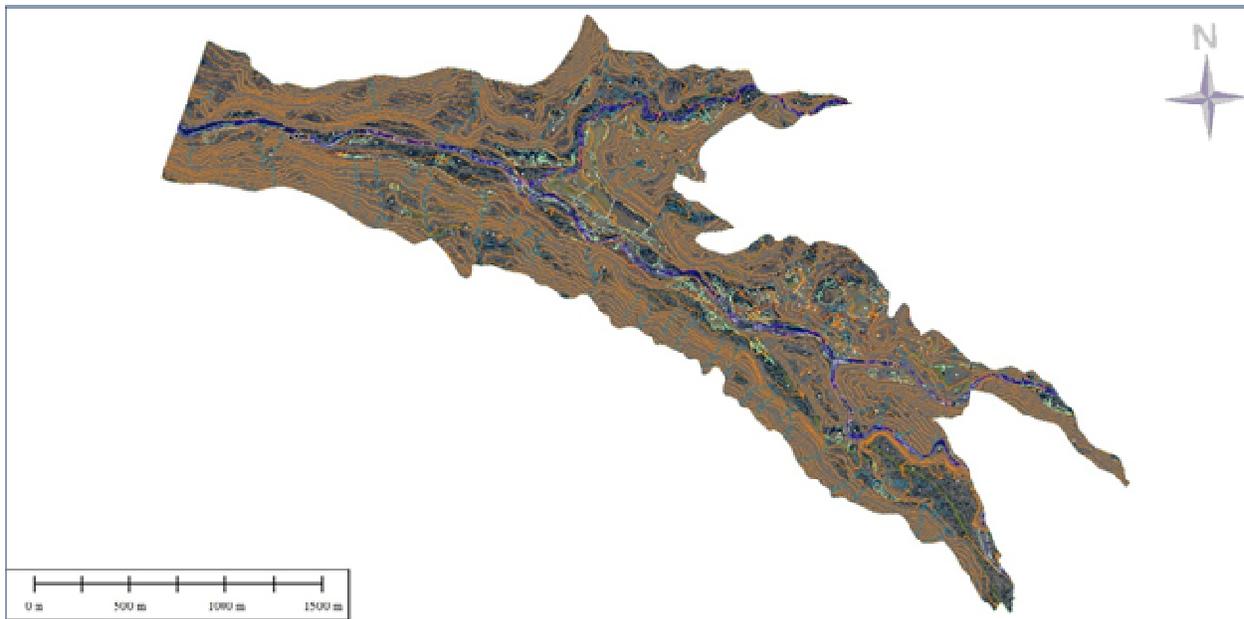
Tabla 2-22 Verificación formatos cartografía digital

Formatos solicitados por el mandante		
Cartografía Digital Polígono escala 1:2000	Escala 1:2.000 Intervalo Curvas de Nivel 2m Formato DWG (2D - 3D) Topográfico	100% de los productos
Cartografía Digital Polígono escala 1:10.000	Escala 1:10.000 Intervalo Curvas de Nivel 10m Formato DWG (2D - 3D) Topográfico	100% de los productos

Fuente: Elaboración Propia

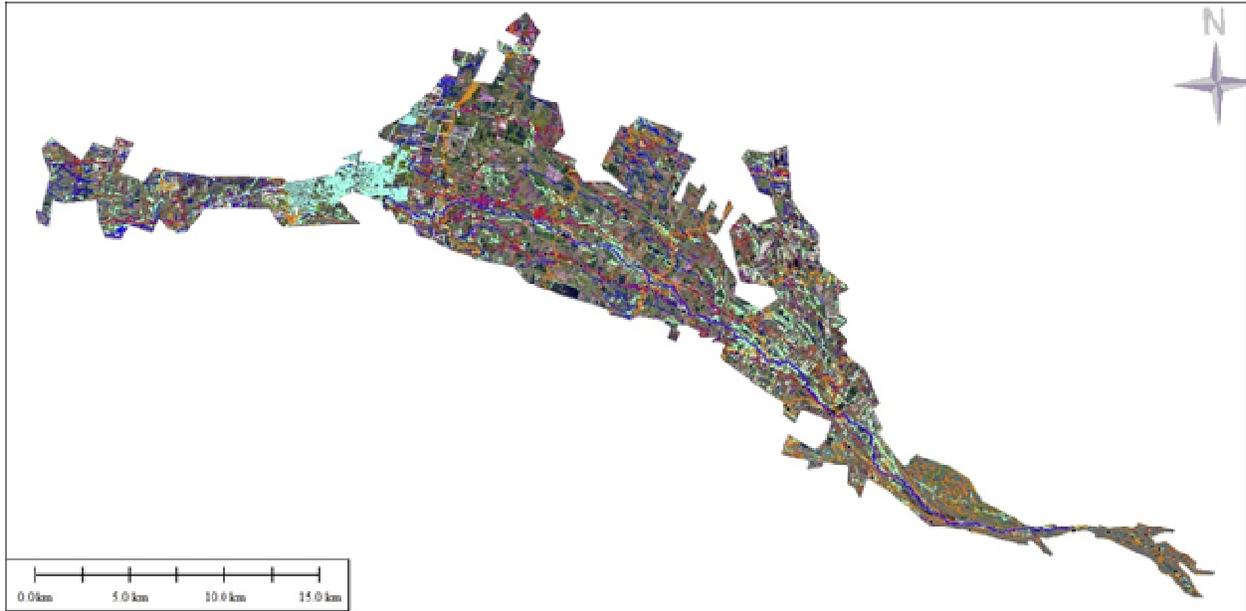
- Completitud del producto: se verificó que las curvas de nivel y elementos digitalizados comprendieran el 100% del área de estudio.

Figura 2-26 Verificación completitud cartografía digital Escala 1:2.000



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-27 Verificación completitud cartografía digital Escala 1:10.000



Fuente: Elaboración Propia

- Consistencia Topológica: grado de corrección de las características espaciales explícitas de la cartografía digital, la cual se verificó en base a los siguientes factores:
 - Chequeo de Layer Estándar (Entregado por el Mandante).
 - Seleccionar todos los vectores, todos en nivel Bylayer.
 - Verificación en distintas vistas y perspectivas (front, isométricas).
 - Verificación estructura de curvas (topología).
 - Verificación en las etiquetas de cotas.
 - Verificación de alineación de texto de curvas (CURTEXT).
 - Verificación falta de CURTEXT.
 - Elementos de altimetría con altura, ejemplo: CURTEXT en 0m, cotas en 0m, curvas con altura 0m.
 - Sobre posición de textos.
 - Chequeo DTM con vialidad (camino principales, secundarios y huellas)
 - Altura de elementos poligonales, en borde de proyecto.
 - Chequeo de planimetría con imágenes finales.
 - Empalmes de bloques en el proceso interno de dibujo.

- Exactitud Posicional: este principio se evaluó considerando las siguientes tolerancias cartográficas indicadas en Especificaciones Técnicas Topográficas, ETT-DOH y el Manual de carreteras volumen 2, versión 2013:

- Altimetría: “90% de los puntos en el terreno y en el mapa, deben estar dentro de la equidistancia de las curvas de nivel”

Indicándose una tolerancia correspondiente a 1m para la altimetría para Polígono escala 1:2.000 y 5m para la altimetría para Polígono escala 1:10.000. En conformidad con la siguiente tabla:

Tabla 2-23 Verificación del plano – tolerancia cartográfica

ESCALA DEL PLANO	VERIFICACION DEL PLANO EN TERRENO (90% de los puntos verificados presentarán un error menor o igual que)	
	ALTIMET.	PLANIMET.
1:500 Curvas c/0,5 m	0.25	0.25
1:1.000 Curvas c/1.0 m	0.50	0.50
1:2.000 Curvas c/2,0 m	1.00	1.00
1:5.000 Curvas c/5,0 m	2.50	2.50
1:10.000 Curvas c/10,0 m	5.00	5.00
1:20.000 Curvas c/20,0 m	10.00	10.00
1:50.000 Curvas c/50,0 m	25.00	25.00

Valores expresados en metros.

Fuente: Elaboración Propia

De esta forma para la altimetría de ambos polígonos se verificó que el 100% de los GCP's, se encontrasen dentro de la equidistancia de las curvas de nivel, es decir, las alturas medidas en terreno con un sistema de captura (GPS), independiente al levantamiento topográfico con láser aerotransportado, se encuentran dentro del intervalo de las curvas de nivel. A continuación se presentan control para Polígono escala 1:10.000 y Polígono escala 1:2.000, respectivamente:

Tabla 2-24 Verificación exactitud posicional – altimetría Polígono 1:10.000

Observación GPS			ALTURA (m)			TOLERANCIA
GCP's Campo	ESTE	NORTE	CN1	CN2	GCP	5m
GCP-RIO-1	222.713.749	5.942.208.602	110	120	117,979	Cumple
ECH00	224.432.947	5.941.558.047	120	130	128,318	Cumple
GCP-00-1	224.435.565	5.941.551.494	120	130	128,428	Cumple
GCP-01-1	225.491.866	5.940.929.335	130	140	139,516	Cumple
ECH1	225.850.264	5.940.699.016	140	150	141,1	Cumple
GCP-03-1	229.614.579	5.940.641.930	160	170	168,292	Cumple
ECH3	229.732.283	5.940.624.306	160	170	167,491	Cumple
GCP-07-1	236.488.041	5.937.395.870	220	230	229,578	Cumple
ECH7	236.631.033	5.937.332.599	230	240	230,96	Cumple
EN37	241.892.269	5.935.874.303	270	280	276,876	Cumple
GCP-EN37-1	241.905.502	5.935.863.846	270	280	276,778	Cumple
GCP-EN-32-1	242.913.641	5.940.298.421	260	270	261,091	Cumple
ECH11	244.831.379	5.932.631.426	310	320	317,93	Cumple
GCP-11-1	245.156.914	5.932.566.000	310	320	318,378	Cumple
GCP-17-2	252.186.002	5.925.363.223	510	520	510,886	Cumple
ECH17	253.252.908	5.924.639.492	560	570	560,803	Cumple
GCP-17-1	253.560.953	5.924.513.222	570	580	579,54	Cumple

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2-25 Verificación exactitud posicional – altimetría Polígono 1:2.000

Observación GPS			ALTURA (m)			TOLERANCIA
GCP's Campo	ESTE	NORTE	CN1	CN2	GCP	1m
GCP-22-6	262.603.548	5.924.002.456	572	574	572,67	Cumple
ECH22	262.606.961	5.923.993.717	574	576	574,457	Cumple
GCP-22-5	262.612.998	5.923.998.714	572	574	573,195	Cumple
GCP-22-2	264.939.559	5.923.081.821	616	618	617,775	Cumple
GCP-22-3	264.966.249	5.923.086.691	618	620	618,568	Cumple

Fuente: Elaboración Propia

Cabe mencionar que los puntos que no han sido considerados en esta revisión, corresponden aquellos que se encuentran fuera de los polígonos de interés.

2.5.8 Conclusión

De acuerdo a los objetivos planteados se puede concluir que la cobertura de los datos existentes para imágenes y datos LIDAR corresponde a:

- Polígono Escala 1:2.000: 530ha
- Polígono Escala 1:10.000: 34.056ha

Se verifica la cobertura del 100% del área de estudio y píxel para las imágenes de 48cm, asegurando los input requeridos para la generación de productos con las precisiones solicitadas por el mandante.

La metodología para obtención DTM se verificó, mediante los criterios de calidad de completitud del producto, consistencia de formato y el cálculo la exactitud posicional la cual arrojó como resultado:

- Polígono escala 1:2.000: precisión requerida 0,4m, RSME medido 0,16m.
- Polígono escala 1:10.000: precisión requerida 1m, RSME medido 0,42m.

Conforme a la metodología de procesamiento de ortoimágenes propuesta y los controles de calidad empleados, se pudo comprobar la completitud del producto y consistencia de formato, es decir, el mosaico generado abarca el 100% del área de estudio y las propiedades de los archivos cumplen con el tamaño de píxel, tamaño de lámina. Respecto a la medición del criterio de calidad de la exactitud posicional es de 0,40m en conformidad con la precisión requerida (0,50m).

Respecto de las curvas de nivel se generó y se entregó en conformidad con los requerimientos técnicos solicitados por el mandante en conformidad con la escala de trabajo y formato. La exactitud posicional se verificó mediante la tolerancia altimétrica: “90% de los puntos en terreno y en el mapa debe estar dentro de la equidistancia de curvas de nivel”, corroborando que en el proyecto el 100% de los puntos se encuentran dentro de la equidistancia.

En el anexo N°2 del presente informe se entregan los planos de la restitución 1:10.000 y 1:2.000.

2.5.9 Chequeo Restitución 1:2.000

Según lo acordado con la CNR al inicio de los trabajos de restitución, se procedió al chequeo de la restitución escala 1: 2.000 en base a mediciones a puntos singulares de terreno como son puentes, cercos, casas, galpones y otras fotos identificables. También se chequearon puntos al terreno para comprobar sus cotas.

La tolerancia en la planimetría y altimetría de estos puntos está dada por la siguiente tabla extraída de las especificaciones técnicas de la DOH y que se fundamenta de la siguiente forma:

Tabla 2-26 Tolerancia al Momento de Verificar el Plano

ESCALA DEL PLANO	VERIFICACION DEL PLANO EN TERRENO (90% de los puntos verificados presentarán un error menor o igual que)	
	ALTIMET.	PLANIMET.
1:500 Curvas c/0,5 m	0.25	0.25
1:1.000 Curvas c/1,0 m	0.50	0.50
1:2.000 Curvas c/2,0 m	1.00	1.00
1:5.000 Curvas c/5,0 m	2.50	2.50
1:10.000 Curvas c/10,0 m	5.00	5.00
1:20.000 Curvas c/20,0 m	10.00	10.00
1:50.000 Curvas c/50,0 m	25.00	25.00

- *Valores expresados en metros.*

Fuente: Elaboración Propia

Las mediciones se realizaron entre los días 15 y 16 de Septiembre de 2014 mediante sistema GPS con equipos de doble frecuencia y en método estático.

Se chequearon un total de 19 puntos los que fueron comparados directamente con los planos al 2.000, obteniéndose los siguientes resultados.

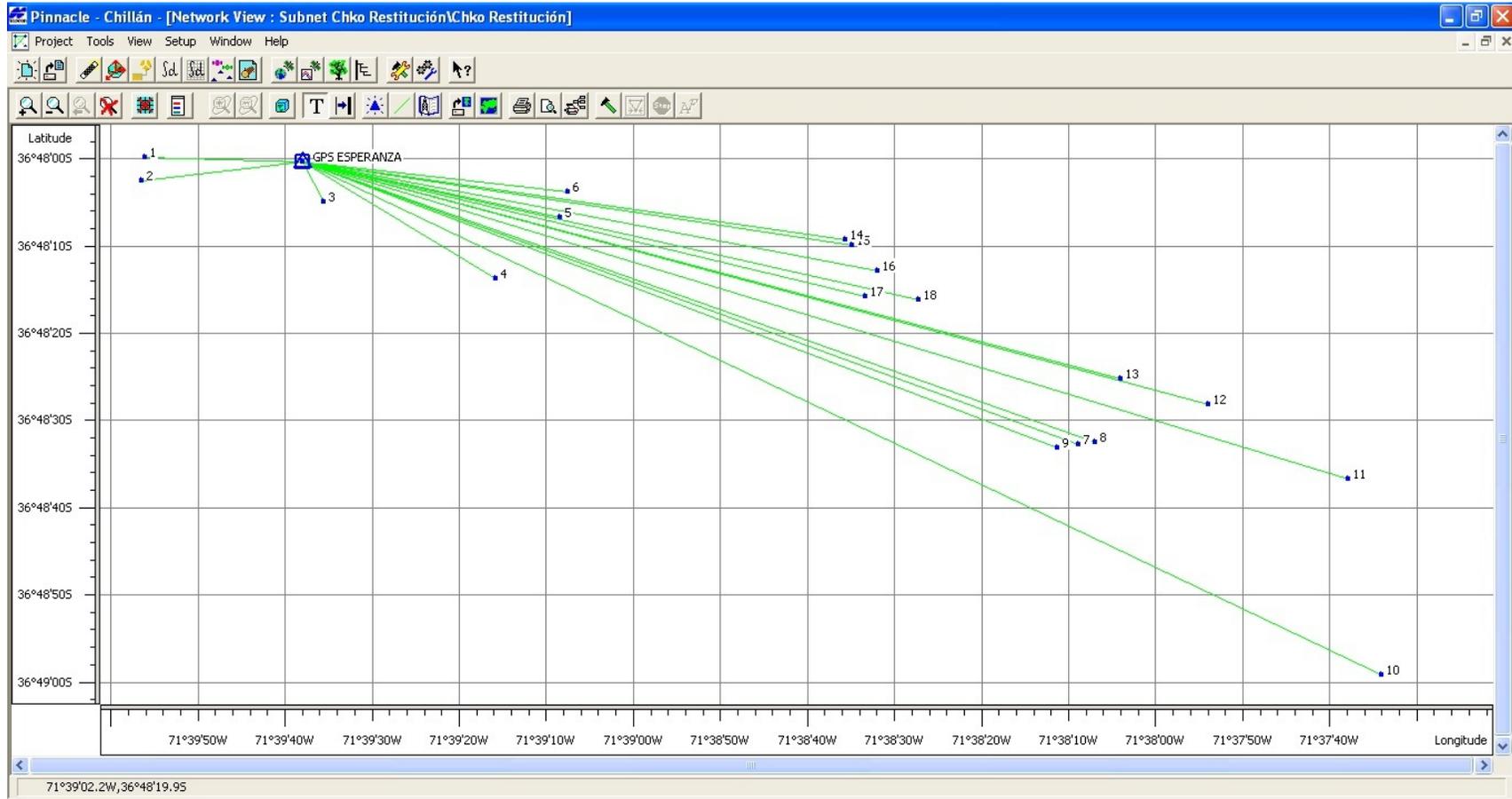
Tabla 2-27 Resumen de Coordenadas UTM

SUBNET 'Chko Restitución' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in UTMS(Grid, Zone Zone_19 : 72W to 66W)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Northing(m)	Easting(m)	Height (m)	Ortho H (m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	1	5924002.87	262184.26	595.41	572.73	0.5	0.4	2.1	8	65	8
2	10	5922272.95	265754.31	712.21	689.30	5.3	3.4	11.6	16	-48	31
3	11	5922961.55	265641.24	723.42	700.51	2.3	1.8	5.4	70	48	37
4	12	5923216.29	265234.13	683.03	660.15	3.2	3.5	7.6	45	20	40
5	13	5923297.69	264982.21	684.82	661.96	4.4	3.2	9.5	28	3	25
6	14	5923766.89	264184.00	643.94	621.13	3.2	1.4	9.4	71	95	70
7	15	5923747.44	264203.97	643.77	620.96	2.2	1.1	5.4	-12	58	-40
8	16	5923660.30	264279.76	639.21	616.40	2.8	1.6	7.6	8	66	-16
9	17	5923570.45	264246.35	632.16	609.35	5.3	4.7	11.4	4	45	43
10	18	5923561.30	264399.14	638.08	615.26	3.7	3.5	13.3	10	21	37
11	2	5923922.15	262175.26	629.13	606.45	3.1	3.1	12.3	1	20	37
12	3	5923860.83	262696.95	668.56	645.85	7.9	6.7	14.5	61	13	32
13	4	5923604.15	263194.86	708.27	685.52	8.3	5.1	10.5	52	54	66
14	5	5923823.85	263372.39	618.82	596.07	3.7	2.1	3	82	-1	-4
15	6	5923915.82	263389.86	612.40	589.64	17.2	14.2	27.3	49	-5	-36
16	7	5923063.18	264869.92	639.46	616.61	5.8	9.1	20.7	12	11	78
17	8	5923072.00	264915.00	639.47	616.61	9.5	15	35.6	17	-3	66
18	9	5923050.82	264809.94	647.78	624.93	3.5	4	12.9	2	-8	22
19	GPS ESPERANZA	5923999.66	262633.73	595.15	572.44	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2-28 Esquema Distribución de Puntos



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2-29 Resultados

Orden	Pts. Medidos en Terreno			Pts. Medidos en Plano			Diferencias			Descripción
	Norte	Este	Cota	Norte	Este	Cota	ΔN	ΔE	ΔC	
1	5924002.87	262184.26	572.73			572.20			0.53	Relleno
2	5923922.15	262175.26	606.45			605.70			0.75	Relleno
3	5923860.83	262696.95	645.85			645.90			-0.05	Relleno
4	5923604.15	263194.86	685.52			685.90			-0.38	Relleno
5	5923823.85	263372.39	596.07			596.50			-0.43	Relleno
6	5923915.82	263389.86	589.64			589.00			0.64	Relleno
7	5923063.18	264869.92	616.61	5923064.11	264869.76	614.00	-0.93	0.16	2.61	Esquina Puente SE
8	5923072.00	264915.00	616.61	5923073.83	264914.30	614.40	-1.83	0.70	2.21	Esquina Puente NW
9	5923050.82	264809.94	624.93			625.00			-0.07	Relleno
10	5922272.95	265754.31	689.30	5922273.19	265754.39	689.40	-0.24	-0.08	-0.10	Relleno
11	5922961.55	265641.24	700.51			700.50			0.01	Relleno
12	5923216.29	265234.13	660.15	5923216.26	265234.20	660.20	0.03	-0.08	-0.05	Relleno
13	5923297.69	264982.21	661.96			662.10			-0.14	Relleno
14	5923766.89	264184.00	621.13	5923771.22	264180.98	622.00	-4.33	3.02	-0.87	Esquina Cerco
15	5923747.44	264203.97	620.96	5923748.39	264202.97	620.50	-0.95	1.00	0.46	Esq. Galpón
16	5923660.30	264279.76	616.40	5923661.03	264277.70	617.00	-0.73	2.06	-0.60	Cerco
17	5923570.45	264246.35	609.35	5923570.52	264245.35	608.40	-0.07	1.00	0.95	Cerco
18	5923561.30	264399.14	615.26			615.35			-0.09	Relleno

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla anterior se puede observar que aproximadamente el 90% de los puntos chequeados se encuentran en tolerancia.

3 MECANICA DE SUELOS

Con la finalidad de determinar las propiedades del material de fundación del muro de la presa, sus obras anexas y las condiciones de los materiales de empréstitos, así como sustentar geológica y geotécnicamente la viabilidad del emplazamiento de la presa, se definió una campaña de prospecciones en base a calicatas, sondajes mecánicos, perfiles de refracción sísmica y sondajes eléctricos verticales en el sitio 3 o Los Pellines.

Por otro lado, se realizó una exploración geotécnica de los trazados de los canales, en base a 50 calicatas de 3 m de profundidad.

3.1 Prospecciones en Fundación de la Presa y Obras Anexas

Para definir las propiedades del suelo donde se fundará la presa y definir las condiciones de fundación para esta y sus obras anexas, se definió la realización de 6 sondajes luego de realizar varias campañas de terreno, dada la complejidad del valle debido a gran vegetación en la zona proyectada para el diseño del embalse.

Se consideró la realización de 6 sondajes mecánicos: 1 en el centro del valle, 3 en la ribera derecha y 2 en la ribera izquierda. La ubicación y distribución de los sondajes se presenta en la Tabla 3-1 Ubicación Prospecciones en Fundación de la Presa.

La ubicación de estos sondajes se presenta en la tabla a continuación:

Tabla 3-1 Ubicación Prospecciones en Fundación de la Presa

Tipo	Nombre	Sector	Norte (m) WGS - 84	Este (m) WGS - 84
Sondaje Mecánico	S1	Sitio 3 - Los Pellines	5.923.983	262.617
Sondaje Mecánico	S2	Sitio 3 - Los Pellines	5.924.002	262.607
Sondaje Mecánico	S3	Sitio 3 - Los Pellines	5.924.040	262.615
Sondaje Mecánico	S4	Sitio 3 - Los Pellines	5.923.924	262.767
Sondaje Mecánico	S5	Sitio 3 - Los Pellines	5.924.122	262.644
Sondaje Mecánico	S6	Sitio 3 - Los Pellines	5.924.099	262.639

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-1 Ubicación Sondajes



Fuente: Google Earth

Sondaje S1

El sondaje S1 se ubica en la ribera izquierda del río, se situó con el fin de explorar el probable estribo derecho de la presa. Su ubicación correspondería con el eje del muro en el caso de una presa de tierra y con el desarrollo del plinto en el caso de una presa CFRD. Este sondaje tuvo una profundidad de 20,4m. El nivel de roca se detectó a los 3,6m de profundidad.

Sondaje S2

El sondaje S2 se ubica en el centro del valle (cauce). Se situó con el fin de explorar la zona del cauce del río, a la cota 572,858 msnm. Su ubicación correspondería con el eje del muro en el caso de una presa de tierra y con el desarrollo del plinto en el caso de una presa CFRD. Tuvo una profundidad de 20m. El nivel de roca se detectó a los 4,40 m de profundidad. En este sondaje, a profundidad 13,60 – 13,80 m se efectuó un ensaye de compresión.

Sondaje S3

El sondaje S3 se ubica en la ribera derecha del río. Se situó con el fin de explorar el probable estribo derecho de la presa, a la cota 570,001 msnm. Su ubicación correspondería con el eje del muro en el caso de una presa de tierra y con el desarrollo del plinto en el caso de una presa CFRD. Tuvo una profundidad de 20m. El nivel de roca se detectó a los 1,20 m de profundidad.

Sondaje S4

El sondaje S4 se ubica en la ribera izquierda del río. Se situó con el fin de explorar el probable estribo izquierdo de la presa, aguas arriba de la zona del muro, a la cota 587,553 msnm. Su ubicación correspondería con el talud de aguas abajo en el caso de una presa de tierra o con el portal de la entrada del túnel de desvío en el caso de desarrollarse un plinto en la zona actualmente definida como eje, si se considera una presa CFRD.

Este sondaje tuvo una profundidad de 25m. No se detectó roca en todo su desarrollo. El nivel del río (pelo de agua) en la zona donde se ejecutó este sondaje es 571,518 msnm, y el nivel que alcanza el sondaje a los 25m de profundidad es 562,553 msnm. Con ello, la cota de perforación alcanzada por este sondaje es alrededor de 9 m más profundo que el nivel del río, motivo por el cual finalizó su ejecución, sin requerir profundizar más.

Sondaje S5

El sondaje S5 se ubica en la ribera derecha del río. Se situó con el fin de explorar el probable estribo derecho de la presa, a la cota 624 msnm. Su ubicación correspondería con el eje de la presa en el caso de que esta sea en tierra. Tuvo una profundidad de 25.2 m. El nivel de roca se detectó a los 6.8 m de profundidad.

Sondaje S6

El sondaje S6 también se ubica en la ribera derecha del río. Se situó con el fin de explorar el probable estribo derecho de la presa, a la cota 609 msnm. Su ubicación correspondería con el eje de la presa en el caso de que esta sea en tierra y con el desarrollo del plinto en el caso de una presa CFRD. Tuvo una profundidad de 25.8m. El nivel de roca se detectó a los 7.8 m de profundidad.

Los resultados de estratigrafía, RQD y ensayos de permeabilidad de todos los sondajes se presentan en el Anexo Capítulo 3-4.

Se realizaron dos ensayos de compresión simple, uno en el sondaje N°2 y otro en el sondaje N°5, también presentados en el Anexo Capítulo 3-4.

3.2 Refracción Sísmica

De modo de completar la información de los sondajes mecánicos, se realizó la ejecución de un perfil sísmico en la ribera sur del río de aproximadamente 300m de longitud ubicado entre las coordenadas 262.851E, 5.923.903N y 262.563E, 5.924.048N, los resultados se presentan en el Anexo Capítulo 3-2.

Figura 3-2 Ubicación Sondajes



Fuente: Google Earth

3.3 Sondajes Eléctricos Verticales

Con la finalidad de investigar en el valle del río Chillán los materiales que forman el subsuelo y la geometría de éste se aplicará la metodología geofísica de Sondajes Eléctricos Verticales, SEV.

En primera lugar se ejecutaron 18 SEV distribuidos en 3 sectores, 3 SEV ubicados en el sector denominado sitio N°1, 4 SEV en sitio N°2 y 11 SEV en el área de inundación del sitio N°3. Como se muestra entre la Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-3 Ubicación SEV Sitio N°1y la Figura 3-6 Ubicación SEV Sitio N°3.

Los ubicación de estos sondajes eléctricos verticales ejecutados se muestra en la Tabla 3-2 Coordenadas SEV.

Tabla 3-2 Coordenadas SEV (Coordenadas UTM, WGS 84, HUSO 19)

Nº SEV	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
1	254.861	5.924.542
2	254.862	5.924.508
3	254.895	5.924.424
4	257.224	5.923.993
5	257.215	5.924.026
6	257.183	5.924.106
7	257.187	5.924.136
8	264.918	5.923.064
9	264.931	5.923.040
10	264.985	5.923.032
11	264.792	5.923.038
12	264.815	5.923.057
13	264.122	5.923.599
14	264.211	5.923.716
15	264.256	5.923.514
16	264.305	5.923.628
17	264.000	5.923.703
18	264.088	5.923.769

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-3 Ubicación SEV Sitio N°1



Fuente: Google Earth

Figura 3-4 Ubicación SEV Sitio N°2



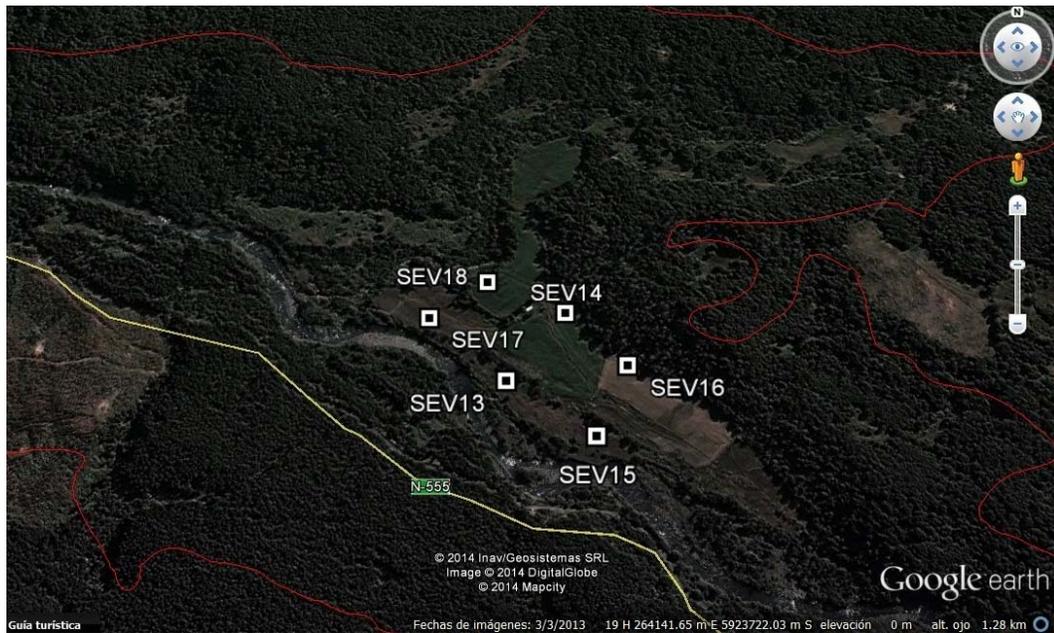
Fuente: Google Earth

Figura 3-5 Ubicación SEV Sitio N°3



Fuente: Google Earth

Figura 3-6 Ubicación SEV Sitio N°3



Fuente: Google Earth

Posteriormente, se realizaron SEV en aquellos pozos de reconocimiento que no fue posible llegar a una profundidad de 6m. Ver tabla Tabla 3-3 Ubicación de SEV en Calicatas Zona de Embalse.

Tabla 3-3 Ubicación de SEV en Calicatas Zona de Embalse

Nº SEV	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
C-01	254.889	5.924.540
C-02	254.991	5.924.469
C-03	257.203	5.924.139
C-04	257.209	5.924.101
C-05	257.245	5.923.983
C-07	257.612	5.924.112
C-08	257.627	5.924.026
C-09	257.425	5.924.048
C-13	264.113	5.923.536
C-14	264.151	5.923.593
C-17	264.378	5.923.421
C-19	264.768	5.923.062
C-20	264.814	5.923.029
C-21	264.952	5.923.040
C-22	265.009	5.923.072
C-23	265.051	5.923.077

Nº SEV	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
C-24	265.043	5.923.050
C-25	265.009	5.923.072
CC-07	246.677	5.931.762
CC-10	240.829	5.935.102

Nota: Coordenadas UTM, WGS 84, HUSO 19

Fuente: Elaboración Propia

La metodología aplicada, SEV, es ampliamente conocida en la investigación del subsuelo, en valles que presentan un espesor significativo de material sedimentario.

En sí, el estudio consiste en hacer circular corrientes que penetren progresivamente el subsuelo, determinando la resistividad que presenta el medio y la profundidad que ingresa la corriente. De esta manera es posible determinar el modelo geo-resistivo de acuerdo a resistividades usualmente pre-establecidas en el área.

Al ejecutar varios sondajes eléctricos es posible dibujar la sección que define el valle y así caracterizar los materiales secos, saturados y basamento rocoso.

La metodología empleada y resultados obtenidos se muestran en el Anexo Capítulo 3-3.

3.4 Pozos de Reconocimiento

La ejecución de pozos de reconocimiento o calicatas son una técnica de prospección de profundidad media-baja, muy empleada para el reconocimiento geotécnico y edafológico de suelo, principalmente para el estudio de suelos granulares.

Para este estudio se han realizado 75 calicatas. Estas se subdividen en dos grupos, el primero de 25 calicatas localizadas en la zona de inundación y el segundo grupo de 50 calicatas pertenecientes al sector de los canales del sistema de riego.

Como complemento de la exploración de la zona del proyecto, se ejecutó la excavación de 25 pozos de reconocimiento de 6m de profundidad que se dividieron en tres sectores, en el sector de la alternativa N°1 y en el sector de la alternativa N°2, con el fin de caracterizar el tipo de suelo presente en la zona y a su vez analizarlas como zonas de yacimientos en el caso de ser necesarias.

El tercer sector corresponde a la zona de inundación de la alternativa N°3 seleccionada para desarrollar este estudio, de modo de conocer el tipo de suelo para los yacimientos y a su vez determinar la cantidad de material disponible para la construcción del muro de la presa en el caso de ser tipo CFRD.

En los pozos de reconocimiento que no fue posible llegar a una profundidad de 6m se complementaron con sondajes eléctricos verticales. Ver tabla Tabla 3-6 Ubicación de SEV en Calicatas Zona de Embalse

A continuación se presenta el detalle de ubicación de los pozos de exploración realizados:

Tabla 3-4 Ubicación Calicatas Zona de Embalse

ZONA DE INUNDACION	COORDENADAS UTM	
	Nº DE CALICATA	ESTE
C-01	254889	5924540
C-02	254991	5924469
C-03	257203	5924139
C-04	257209	5924101
C-05	257245	5923983
C-06	257255	5923948
C-07	257612	5924112
C-08	257627	5924026
C-09	257425	5924048
C-10	257447	5923883
C-11	264028	5923686
C-12	264127	5923791
C-13	264113	5923536
C-14	264151	5923593
C-15	264186	5923724
C-16	264287	5923574
C-17	264378	5923421
C-18	264449	5923520
C-19	264768	5923062
C-20	264814	5923029
C-21	264952	5923040
C-22	265009	5923072
C-23	265051	5923077
C-24	265043	5923050

Nota: Coordenadas UTM, WGS 84, HUSO 19

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-5 Profundidad de las Calicatas de la Zona de Embalse

Calicata	Profundidad (m)
C-01	2,5
C-02	2,4
C-03	2,2
C-04	2
C-05	1,4
C-06	6
C-07	1,2
C-08	2,1
C-09	2
C-10	6
C-11	6
C-12	6
C-13	2,1
C-14	2,6
C-15	6
C-16	6
C-17	1
C-18	6
C-19	3,5
C-20	2,5
C-21	1,5
C-22	1,4
C-23	1,4
C-24	1
C-25	2,4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-6 Ubicación de SEV en Calicatas Zona de Embalse

Nº SEV	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
C-01	254.889	5.924.540
C-02	254.991	5.924.469
C-03	257.203	5.924.139
C-04	257.209	5.924.101
C-05	257.245	5.923.983
C-07	257.612	5.924.112
C-08	257.627	5.924.026
C-09	257.425	5.924.048
C-13	264.113	5.923.536
C-14	264.151	5.923.593
C-17	264.378	5.923.421
C-19	264.768	5.923.062
C-20	264.814	5.923.029
C-21	264.952	5.923.040
C-22	265.009	5.923.072
C-23	265.051	5.923.077
C-24	265.043	5.923.050
C-25	265.009	5.923.072
CC-07	246.677	5.931.762
CC-10	240.829	5.935.102

Nota: Coordenadas UTM, WGS 84, HUSO 19

Fuente: Elaboración Propia

También se realizó una exploración geotécnica en la red de canales del sistema de riego del río Chillán donde se realizaron calicatas abarcando todo el sistema con una profundidad de 3m. Ver ubicación de calicatas en Tabla 3-7 Ubicación Calicatas Canales.

Tabla 3-7 Ubicación Calicatas Canales

CANALES Nº CALICATA	COORDENADAS UTM		CANALES Nº CALICATA	COORDENADAS UTM	
	ESTE	NORTE		ESTE	NORTE
CC-01	249.549	5.927.911	CC-26	237.502	5.938.744
CC-02	247.955	5.930.130	CC-27	231.319	5.943.129
CC-03	247.971	5.930.116	CC-28	241.169	5.936.605
CC-04	245.783	5.931.986	CC-29	242.059	5.935.762
CC-05	241.379	5.934.570	CC-30	242.766	5.935.373
CC-06	246.555	5.931.518	CC-31	247.368	5.930.932
CC-07	246.677	5.931.762	CC-32	248.024	5.930.342
CC-08	241.897	5.934.226	CC-33	249.263	5.929.874
CC-09	244.494	5.933.122	CC-34	246.145	5.936.580
CC-10	240.829	5.935.102	CC-35	247.084	5.932.904
CC-11	238.072	5.936.863	CC-36	250.371	5.927.637
CC-12	241.559	5.934.934	CC-37	250.449	5.927.982
CC-13	237.009	5.938.339	CC-38	252.146	5.926.417
CC-14	233.468	5.939.721	CC-39	249.451	5.931.806
CC-15	234.324	5.939.476	CC-40	245.235	5.934.422
CC-16	232.215	5.940.452	CC-41	245.483	5.932.559
CC-17	230.101	5.941.003	CC-42	239.532	5.936.157
CC-18	229.036	5.941.552	CC-43	247.624	5.930.517
CC-19	230.424	5.940.853	CC-44	246.258	5.931.435
CC-20	230.756	5.941.019	CC-45	235.335	5.939.280
CC-21	232.960	5.940.754	CC-46	234.085	5.940.036
CC-22	233.313	5.940.668	CC-47	214.450	5.940.087
CC-23	233.209	5.940.691	CC-48	213.060	5.939.659
CC-24	234.695	5.940.223	CC-49	214.198	5.940.020
CC-25	242.184	5.935.095	CC-50	222.907	5.939.640

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-8 Profundidad de las Calicatas de la Zona de Canales

Calicata Zona Canales	Profundidad (m)	Calicata Zona Canales	Profundidad (m)
CC1	3	CC26	3
CC2	3	CC27	3
CC3	3	CC28	3
CC4	3	CC29	3
CC5	3	CC30	3
CC6	3	CC31	3
CC7	1,8	CC32	3
CC8	3	CC33	3
CC9	3	CC34	3
CC10	2,5	CC35	3
CC11	3	CC36	3
CC12	3	CC37	3
CC13	3	CC38	3
CC14	3	CC39	3
CC15	3	CC40	3
CC16	3	CC41	3
CC17	3	CC42	3
CC18	3	CC43	3
CC19	3	CC44	3
CC20	3	CC45	3
CC21	3	CC46	3
CC22	3	CC47	3
CC23	3	CC48	3
CC24	3	CC49	3
CC25	3	CC50	3

Fuente: Elaboración Propia

Todas las calicatas se ejecutaron hasta la máxima profundidad permitida por los materiales del subsuelo. En varias de ellas no fue posible alcanzar la profundidad requerida, debido a presencia de bolones de gran tamaño o filtraciones de agua de gran volumen. En estos casos se realizaron sondajes eléctricos verticales (SEV) complementarios.

Además, se realizaron dos granulometrías integras gigantes, una en la zona de inundación del sitio 3 y otra aguas abajo de la presa del mismo sitio.

3.4.1 Estudio Estratigráfico

En cada calicata se ha llevado a cabo una descripción visual o registro de estratigrafía y toma de muestras correspondiente a cada horizonte identificado.

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

- Identificación geológica del material.
- Identificación y variación de color del material (sin utilización de la tabla Munsell).
- Variación de la consistencia/compacidad de los materiales en profundidad.
- Variación en el tamaño de las partículas tanto en la horizontal como en la vertical.
- Presencia y variación de la humedad.
- Presencia de materia orgánica.
- Presencia de arcillas.
- Presencia de cementaciones.
- Presencia de agua.

Se entrega una descripción detallada de los datos obtenidos junto con un reportaje fotográfico de cada calicata en el Anexo Capítulo 3-5 para las calicatas de la zona de embalse y las calicatas de la zona de canales con su respectiva estratigrafía y los SEV complementarios realizados en el caso que corresponda.

3.4.2 Ensayos de laboratorio

Con la finalidad de caracterizar los parámetros físicos del material del subsuelo, se tomaron muestras por cada calicata ejecutada. Estas muestras fueron enviadas al laboratorio Geotécnico Andino. Ver Tabla 3-9 Listado de Muestras .

Tabla 3-9 Listado de Muestras Analizadas en la Zona de Embalse

Nº de Calicata Zona Embalse	Profundidad de la muestra
C-01	1.00-2.00 metros
C-02	2.00-3.00 metros
C-03	4.00-5.00 metros
C-04	4.00-5.00 metros
C-05	0.00-1.00 metros
C-06	4.00-5.00 metros
C-07	0.00-1.00 metros
C-08	1.00-2.00 metros
C-09	1.00-2.00 metros
C-10	4.00-5.00 metros
C-11	4.00-5.00 metros
C-12	4.00-5.00 metros
C-13	1.00-2.00 metros
C-14	4.00-5.00 metros
C-15	4.00-5.00 metros
C-16	4.00-5.00 metros
C-17	0.00-1.00 metros
C-18	0.00-5.00 metros
C-19	1.00-2.00 metros
C-20	1.00-2.00 metros
C-21	0.00-1.00 metros
C-22	0.00-1.00 metros
C-23	0.00-1.00 metros
C-24	0.00-1.00 metros
C-25	1.00-2.00 metros

Fuente: Elaboración Propia

En cada muestra se determinaron los siguientes parámetros: granulometría, peso específico, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y clasificación en U.S.G.S.

Igualmente 10 de estas muestras, fueron enviadas al laboratorio ALS GLOBAL, para analizar su contenido en materia orgánica y sales solubles (cloruros y sulfatos), los resultados se encuentran en el Anexo Capítulo 3-1.

Tabla 3-10 Listado de Muestras para Analizar el Contenido de Materia Orgánica

ANALISIS MATERIA ORGANICA	
Calicata N° 10	Prof. 4.00-5.00
Calicata N° 12	Prof. 4.00-5.00
Calicata N° 14	Prof. 4.00-5.00
Calicata N° 15	Prof. 4.00-5.00
Calicata N° 18	Prof. 4.00-5.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-11 Listado de Muestras para Analizar el Contenido de Sales Solubles

ANALISIS SALES SOLUBLES	
Calicata N° CC-01	Prof. 2.00-3.00
Calicata N° 06	Prof. 4.00-5.00
Calicata N° 10	Prof. 4.00-5.00
Calicata N° 11	Prof. 4.00-5.00
Calicata N° 16	Prof. 4.00-5.00

Fuente: Elaboración Propia

Además, se analizaron 2 muestras correspondientes al lecho fluvial, con la finalidad de determinar la capacidad de transporte y erosión del río. Los análisis consistieron en 2 granulometrías integrales.

En las siguientes fotografías se muestran el tipo de partícula que se halló en los dos puntos donde se tomaron las muestras:

Tabla 3-12 Ubicación Muestras para Granulometrías Integrales Gigantes

N° Muestra	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
GIG1	257.246	5.924.037
GIG2	264.883	5.923.045

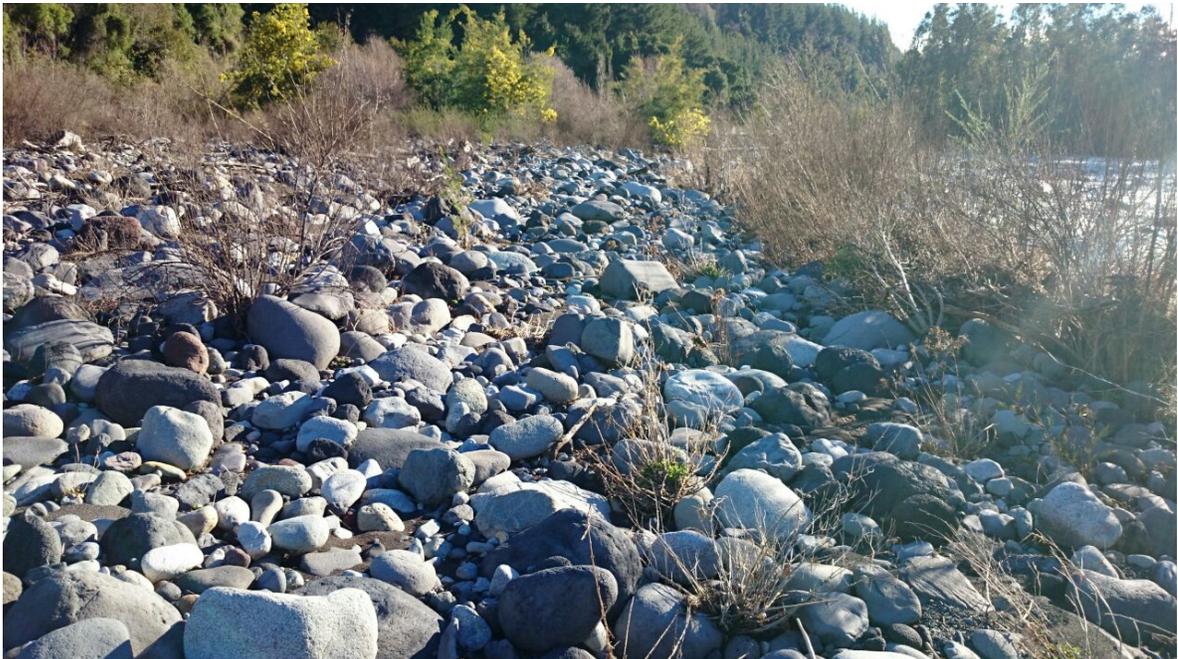
Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-7 Punto de Muestreo GIG1



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-8 Punto de Muestreo GIG2



Fuente: Elaboración Propia

En el Anexo N°3 se exponen los resultados.

3.5 Conclusiones y Comentarios

El objeto de este estudio fue realizar los trabajos de terreno para determinar las características geológicas y mecánicas del subsuelo, para la futura construcción de un embalse del regadío, emplazado en el río Chillán. El resumen de los trabajos efectuados es:

a.- Sondajes

Se ejecutaron 6 sondajes de rotación:

- Sondaje S1 se ubica en la ribera izquierda del río y tuvo una profundidad de 20,4m.
- Sondaje S2 se ubica en el centro del valle (cauce) y tuvo una profundidad de 20m.
- Sondaje S3 se ubica en la ribera derecha del río y tuvo una profundidad de 20m.
- Sondaje S4 se ubica en la ribera izquierda del río y tuvo una profundidad de 25m.
- Sondaje S5 se ubica en la ribera derecha del río y tuvo una profundidad de 25.2 m.
- Sondaje S6 se ubica en la ribera derecha del río y tuvo una profundidad de 25.8m.
- En cada sondaje se describió su estratigrafía, RQD y se efectuaron ensayos de permeabilidad. También se realizaron ensayos de compresión simple, en el sondaje N°2 y en el sondaje N°5.

b.- Calicatas

Se ejecutaron 75 calicatas de diversas profundidades:

- 25 calicatas de 6 metros.
- 50 calicatas de 3 metros.
- Muestreo en cada una de las calicatas y análisis estratigráfico y granulométrico de laboratorio.
- Análisis en materia orgánica y sales solubles.
- Granulometrías integrales del lecho del río.

c.- Perfil Sísmico y Sondajes Eléctricos Verticales

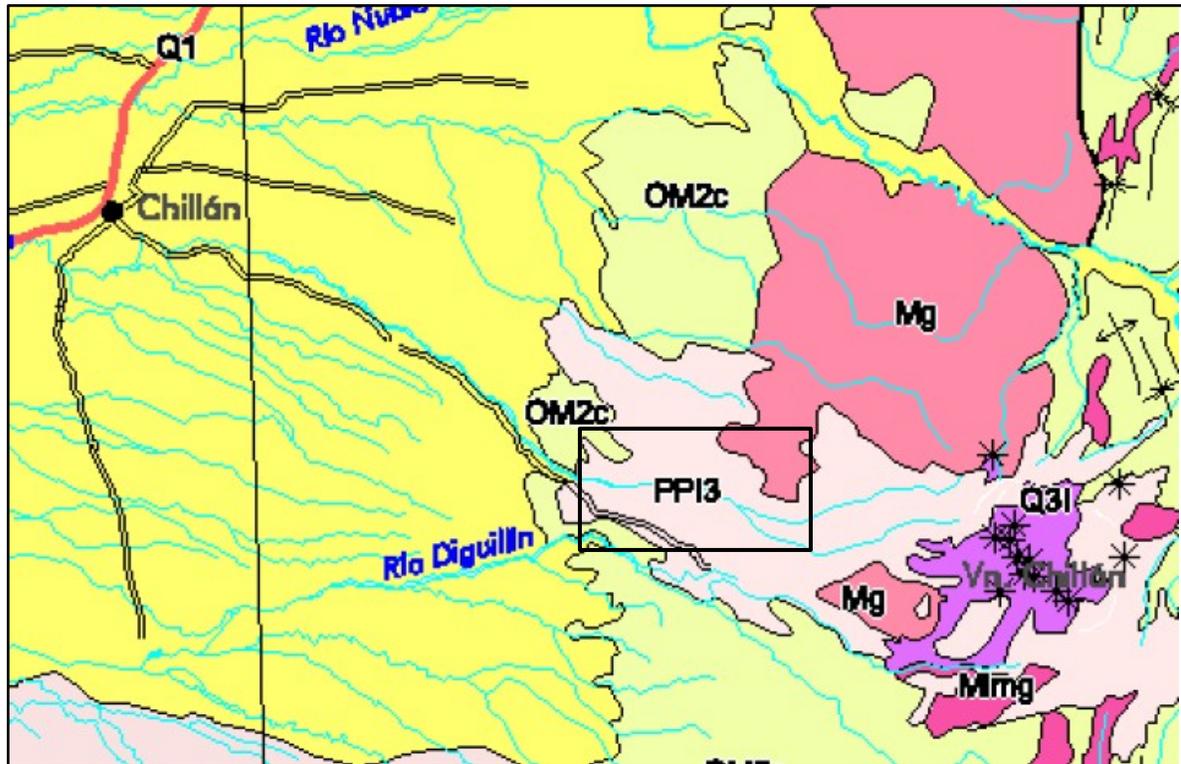
- 1 perfil sísmico (PS1)
- 18 sondajes eléctricos de 400 metros de longitud cada uno, ubicados en la zona de inundación.
- 20 sondajes eléctricos de entre 60-100 metros de longitud cada uno ubicados en pozos de reconocimiento de yacimientos y calicatas de canales donde no se ha podido llegar a la profundidad máxima.

3.5.1 Marco geológico del área de estudio

El resultado de los sondajes efectuados indica que el área de la presa se encuentra prácticamente en roca en todo su desarrollo. En el sector central, que corresponde al cauce del río, no existen sedimentos reconocidos. En ese sector que hay una estrechez de la caja del río que hace que el agua pase por un verdadero cañadón de unos 20m de ancho con presencia de roca en ambas riberas. La velocidad del agua en el sector, así como lo angosto de esta estrechez, no hace posible, o es muy difícil que se pueda encontrar sedimentación de material fluvial en el sector indicado.

Desde un contexto geológico regional, el área de estudio se localiza en una unidad aluvial y coluvial. Los materiales que forman esta unidad sedimentaria, están originados por la erosión de lavas basálticas y tobas de edad Plioceno-Pleistoceno.

Figura 3-9 Mapa geológico regional, escala 1:1.000.000, proporcionado por Sernageomin.
Recuadro negro indica zona de ejecución de calicatas.



3.5.2 Sísmica

Los resultados de la refracción sísmica determinaron una estratigrafía del subsuelo en 4 capas sedimentarias:

- 1º capa, correspondiente a un material suelto. Gravas y arenas con baja compactación. Identificada por una velocidad de ondas compresionales de 340m/seg y con un espesor máximo de 9 metros. Material expuesto en superficie de edad Cuaternaria.
- 2º capa, correspondiente a un material mucho más compactado que la capa anterior. Se dispone estratigráficamente debajo de la primera. Formada también por materiales sedimentarios (arenas, gravas). Identificada con una velocidad de ondas compresionales de 1880 m/seg, con un espesor máximo de 35 metros.

- 3º capa, correspondiente a un material de roca fracturada. Se dispone en la misma línea de profundidad que la 2º capa. Estas dos capas forman una disposición estratigráfica de “onlap” común en materiales de cuenca. La 2º capa se apoyaría en esta 3º capa, identificada con una velocidad de ondas compresionales de 1065 m/seg, con un espesor máximo de 20 metros.
- 4º capa, correspondiente a roca basal. Roca sana sin fracturar, que se dispone con un límite estratigráfico erosivo con respecto a las demás capas. Identificada por una velocidad de ondas compresionales de 3230 m/seg.

3.5.3 Sondajes eléctricos

Los 18 SEV ejecutados han definido materiales de relleno: bolones y gravas y una potente capa de arcilla, haciendo ésta de sello impermeable y límite con la roca basal.

El basamento se hallaría a unas profundidades de entre 35-95 metros, lo que indicaría una disposición irregular. En las cotas menores donde se ha identificado, a una profundidad de 35 metros, posiblemente corresponda a cambios en la geometría original del valle o paleocanal.

La capa de arcilla identificada también se halla a distintas profundidades y con diferentes espesores, dando a veces características lenticulares. En general se dispone con profundidades menores de NW-SE, obtenido a partir de la información proporcionada por los sondajes eléctricos: 8, 9, 10, 13, 15, 17.

3.5.4 Estratigrafía

El estudio estratigráfico realizado en las calicatas de la zona de inundación y de la zona de canales ha concluido suelos de grano grueso principalmente, constituidos por gravas y bolones de gran tamaño que alternan de manera minoritaria con arenas, limos y arcilla dispersa. En general la compactación del suelo es de alta a muy alta y el porcentaje de humedad alto, hallándose el nivel freático en la mayoría de las calicatas realizadas en la zona de canales, a una profundidad media de 2.00 metros. Los suelos se hallaban muy saturados, debido a la proximidad del río y a las fuertes lluvias durante la ejecución de los trabajos.

3.5.5 Análisis de laboratorio

Los análisis realizados a las muestras de las calicatas han conformado materiales gravosos y arenosos que corroborarían el estudio visual en terreno. Las granulometrías integrales de las muestras del lecho del río (GIG1 y GIG2) definen un material gravoso y bolones de gran tamaño, que implicaría una alta energía de transporte del río en periodos lluviosos e inundación.

Los análisis en materia orgánica y sales solubles no han dado valores significativos ya que estos se han realizado solo en 5 muestras de las 77 obtenidas en terreno. Se recomienda realizar un mayor número de análisis para poder poseer una mayor representatividad y obtener una clasificación de suelos más detallada.

3.5.6 Indicaciones generales

Desde el punto de vista de la capacidad de carga necesaria para el diseño de un embalse de regadío se estima que los materiales identificados presentan condiciones geotécnicas adecuadas.

ANEXO TOMO III - CAPÍTULO 2
TOPOGRAFÍA

ANEXO 2-1
CERTIFICADOS

Fecha de Emisión : 04-09-2013

Certificado de Calibración

Certificado N° : 16354

Información Cliente

Empresa : LUIS SAN MARTIN Y CIA LTDA
Dirección : Galvarino Gallardo 1576
Comuna : Providencia

Lugar de Calibración
Köllner Labraña y Compañía Limitada
Argomedo N° 74, Santiago Centro
Fono: 56-2 26353490

Identificación del Instrumento

Descripción : BASE NIVELANTE CON PLOMADA GIRATORIA
Marca :
Modelo :
N° Serie : Sin Numero
Código :

Fecha de Calibración : 04-09-2013
Codigo de Inspector : TK61



Procedimiento de Calibración

Procedimiento : SM-TOPCON-DT200

Condiciones ambientales de la Calibración

Temperatura Laboratorio : 19,9 °C ± 2°C
Temperatura Exterior : 15,6 °C ± 2°C
Presión atmosférica : 1021 hPa ± 4hPa
Humedad relativa : 54 % ± 5%

Patrones e Instrumentos utilizados en la Calibración:

Serie N°	Descripción:	Certificado N°:	Fecha:	Utilidad:
OT130735	Direct axis angle measurement device (N.I.S.T.)	125088	22-03-2013	Med. Desviaciones Angulares
I59-3-12	High precision scale (N.I.S.T.)	000491	10-05-2013	Med. milimétricas/submilimétricas
103351	SOKKIA NET05 EDM ±(0.5 + 1ppm) (N.I.S.T.)	SQC-MS-069	16-04-2010	Medida base referencia distancia
091242	SOKKIA Optical Collimator 400mm. Multi-pattern	402-334	08-04-2012	Prueba ISO17123-3:2001
091243	SOKKIA Optical Collimator 400mm. Multi-scale	402-334	08-04-2012	Prueba ISO17123-3:2001
091365	SOKKIA Optical Collimator 400mm. Single-pattern	402-334	08-04-2012	Prueba ISO17123-3:2001
091366	SOKKIA Optical Collimator 400mm. Single-pattern	402-334	08-04-2012	Prueba ISO17123-3:2001
091367	SOKKIA Optical Collimator 400mm. Single-pattern	402-334	08-04-2012	Prueba ISO17123-3:2001
v.520-A0-01	SOKKIA HaPM Software	N/A	N/A	Prueba ISO17123-3:2001
00141001501	ADVANTEST TQ8120 Optical Power Meter	141001501	N/A	Medición Radiación Laser Clase 1,2,3,3R
00141001428	ADVANTEST Q82014A Beam Sensor	141001428	N/A	Medición Radiación Laser Clase 1,2,3,3R
0098	SOKKIA EDM Laser Collimator Compact Type	N/A	N/A	Coaxialidad distanciómetros
381546	Leica Automatic plane collimator 110	N/A	N/A	Prueba exactitud niveles



Certificado por:

Claudio Köllner V.
Claudio Köllner V.

Técnico Certificado SOKKIA
Universidad Técnica Federico Santa María

Fecha de Emisión : 04-09-2013

Información Trazabilidad

Certificado N° : 16354

Información de Trazabilidad Patrón Serie OT130735

El Patrón N° Serie OT130735 ha sido calibrado usando estándares trazables al Instituto Nacional de Tecnología y Estándares de E.E.U.U. (N.I.S.T.), derivado de constantes físicas naturales y estándares consensuados.

Los equipos patrones utilizados en la calibración del patrón Serie OT130735, cumplen con MIL-STD-45662A, ISO 10012-1 y ANSI / NCSL Z 540-1:1994. Más información de Trazabilidad del patrón Serie OT130735, se encuentra disponible en dependencias de Köllner Labraña y Cia. Ltda.

Serial No.	Model No.	Descripción	N° Trazabilidad	Prox Calibración.
2220A00122	HP 5518A	Laser Head	1-4910672552-2	01-07-2014
2126A00107	HP 5508A	Meas display	1-4910672552-3	01-07-2014
2415A00509	Agilent 10757B	Mat'l Temp Sensor	1-4910672552-6	01-07-2014
2220A00131	HP 10752B	Mat'l Temp Sensor	1-4910672552-5	01-07-2014
2415A00759	Agilent 10757B	Mat'l Temp Sensor	1-4910672552-7	01-07-2014
2220A00109	Agilent 10751A	Air Sensor	1-4910672552-4	01-07-2014
Series descritas	HP 5528A	Laser Interferometer System	series descritas	fechas descritas

Información de Trazabilidad Patrón Serie I59-3-12

El Patrón N° Serie I59-3-12 ha sido calibrado usando estándares trazables al Instituto Nacional de Tecnología y Estándares de E.E.U.U. (N.I.S.T.),. El sistema de calidad cumple con los requerimientos de ISO 17025-2005. Todas las mediciones fueron obtenidas utilizando un sistema de encoder láser RLE-20. Una escala de cristal de silicio fue utilizada para validar el CMM previo a la calibración. La escala de referencia posee el número de prueba NIST 683-282817-13.

Información de Trazabilidad Patrón Serie 103351

El patrón N° Serie 103351 ha sido calibrado en el riel subterráneo de 100 mts.de interferometría, ubicado en la planta de SOKKIA TOPCON CO. LTD. en Matsuda Japón, Estas instalaciones cumplen con ISO/IEC 17025:2005, Trazabilidad legal a los estándares de Japón (JCSS 0045 , 0162), NIST (E.E.U.U.) trazable a través del acuerdo ILAC-MRA.

Fecha de Emisión : 04-09-2013

Registro de Calibración

Certificado N° : 16354

Identificación del Instrumento

Descripción : BASE NIVELANTE CON PLOMADA GIRATORIA Marca : 0 Modelo : 0 N° Serie : Sin Numero Código :	Fecha de Calibración : 04-09-2013 Código de Inspector : TK61
--	---



Procedimiento de Calibración

Procedimiento : SM-TOPCON-DT200

Condiciones ambientales de la Calibración

Temperatura Laboratorio :	19,9 °C ± 2°C
Temperatura Exterior :	15,6 °C ± 2°C
Presión atmosférica :	1021 hPa ± 4hPa
Humedad relativa :	54 % ± 5%

Inspección Teodolito

N°	Ítem	Resultado	Especificación
1	Nivel Tubular Centraje Nivel Tubular	1/4 DIV	< 1/4 DIV
2	Nivel Circular Centraje Nivel Circular	1/3 DIV	< 1/3 DIV
3	Plomada Centraje cono óptico a 1,3 mts.	0,6 mm.	< 1 mm.



Observaciones

Este certificado y registro de calibración no deben ser reproducidos ni usados para otros fines sin el consentimiento de Köllner Labraña y Cia. Ltda. El presente certificado es emitido para equipo y usuario final. Este certificado no puede ser usado como certificado de instrumento patrón en laboratorios de calibración. Se debe mantener cadena ascendente de Trazabilidad.



Certificado por:

Claudio Köllner V.
Técnico Certificado SOKKIA
Universidad Técnica Federico Santa María

Fecha de Emisión : 04-09-2013

Certificado de Calibración

Certificado N° : 16355

Información Cliente		Lugar de Calibración	
Empresa:	: LUIS SAN MARTIN Y CIA LTDA	Köllner Labraña y Compañía Limitada	
Dirección:	: Galvarino Gallardo 1576	Argomedo N° 74, Santiago Centro	
Comuna:	: Providencia	Fono: 56-2 26353490	

Identificación del Instrumento		Fecha de Calibración	
Descripción:	: BASE NIVELANTE CON PLOMADA OPTICA	Fecha de Calibración:	: 04-09-2013
Marca:	: TOPCON	Código de Inspector:	: TK61
Modelo:	:		
N° Serie:	: NH8168		
Código:	:		



Procedimiento de Calibración		Condiciones ambientales de la Calibración	
Procedimiento:	: SM-TOPCON-DT200	Temperatura Laboratorio:	: 19,8 °C ± 2°C
		Temperatura Exterior:	: 15,6 °C ± 2°C
		Presión atmosférica:	: 1020 hPa ± 4hPa
		Humedad relativa:	: 54 % ± 5%

Patrones e Instrumentos utilizados en la Calibración:

Serie N°	Descripción:	Certificado N°:	Fecha:	Utilidad:
OT130735	Direct axis angle measurement device (N.I.S.T.)	125088	22-03-2013	Med. Desviaciones Angulares
159-3-12	High precision scale (N.I.S.T.)	000491	10-05-2013	Med. milimétricas/submilimétricas
103351	SOKKIA NET05 EDM ±(0.5 + 1ppm) (N.I.S.T.)	SQC-MS-069	16-04-2010	Medida base referencia distancia
091242	SOKKIA Optical Collimator 400mm. Multi-pattern	402-334	08-04-2012	Prueba ISO17123-3:2001
091243	SOKKIA Optical Collimator 400mm. Multi-scale	402-334	08-04-2012	Prueba ISO17123-3:2001
091365	SOKKIA Optical Collimator 400mm. Single-pattern	402-334	08-04-2012	Prueba ISO17123-3:2001
091366	SOKKIA Optical Collimator 400mm. Single-pattern	402-334	08-04-2012	Prueba ISO17123-3:2001
091367	SOKKIA Optical Collimator 400mm. Single-pattern	402-334	08-04-2012	Prueba ISO17123-3:2001
v.520-A0-01	SOKKIA HaPM Software	N/A	N/A	Prueba ISO17123-3:2001
00141001501	ADVANTEST TQ8120 Optical Power Meter	141001501	N/A	Medición Radiación Laser Clase 1,2,3,3R
00141001428	ADVANTEST Q82014A Beam Sensor	141001428	N/A	Medición Radiación Laser Clase 1,2,3,3R
0098	SOKKIA EDM Laser Collimator Compact Type	N/A	N/A	Coaxialidad distanciómetros
381546	Leica Automatic plane collimator 110	N/A	N/A	Prueba exactitud niveles



Certificado por:

Claudio Köllner

Claudio Köllner V.
Técnico Certificado SOKKIA
Universidad Técnica Federico Santa María

Fecha de Emisión : 04-09-2013

Información Trazabilidad

Certificado N° : 16355

Información de Trazabilidad Patrón Serie OT130735

El Patrón N° Serie OT130735 ha sido calibrado usando estándares trazables al Instituto Nacional de Tecnología y Estándares de E.E.U.U. (N.I.S.T.), derivado de constantes físicas naturales y estándares consensuados.

Los equipos patrones utilizados en la calibración del patrón Serie OT130735, cumplen con MIL-STD-45662A, ISO 10012-1 y ANSI / NCSL Z 540-1:1994. Más información de Trazabilidad del patrón Serie OT130735, se encuentra disponible en dependencias de Köllner Labraña y Cia. Ltda.

Serial No.	Model No.	Descripción	N° Trazabilidad	Prox Calibración.
2220A00122	HP 5518A	Laser Head	1-4910672552-2	01-07-2014
2126A00107	HP 5508A	Meas display	1-4910672552-3	01-07-2014
2415A00509	Agilent 10757B	Mat'l Temp Sensor	1-4910672552-6	01-07-2014
2220A00131	HP 10752B	Mat'l Temp Sensor	1-4910672552-5	01-07-2014
2415A00759	Agilent 10757B	Mat'l Temp Sensor	1-4910672552-7	01-07-2014
2220A00109	Agilent 10751A	Air Sensor	1-4910672552-4	01-07-2014
Series descritas	HP 5528A	Laser Interferometer System	series descritas	fechas descritas

Información de Trazabilidad Patrón Serie I59-3-12

El Patrón N° Serie I59-3-12 ha sido calibrado usando estándares trazables al Instituto Nacional de Tecnología y Estándares de E.E.U.U. (N.I.S.T.),. El sistema de calidad cumple con los requerimientos de ISO 17025-2005. Todas las mediciones fueron obtenidas utilizando un sistema de encoder láser RLE-20. Una escala de cristal de silicio fue utilizada para validar el CMM previo a la calibración. La escala de referencia posee el número de prueba NIST 683-282817-13.

Información de Trazabilidad Patrón Serie 103351

El patrón N° Serie 103351 ha sido calibrado en el riel subterráneo de 100 mts.de interferometría, ubicado en la planta de SOKKIA TOPCON CO. LTD. en Matsuda Japón, Estas instalaciones cumplen con ISO/IEC 17025:2005, Trazabilidad legal a los estándares de Japón (JCSS 0045 , 0162), NIST (E.E.U.U.) trazable a través del acuerdo ILAC-MRA.

Fecha de Emisión : 04-09-2013

Registro de Calibración

Certificado N° : 16355

Identificación del Instrumento

Descripción : BASE NIVELANTE CON PLOMADA OPTICA	Fecha de Calibración : 04-09-2013
Marca : TOPCON	Código de Inspector : TK61
Modelo : 0	
N° Serie : NH8168	
Código :	



Procedimiento de Calibración

Procedimiento : SM-TOPCON-DT200

Condiciones ambientales de la Calibración

Temperatura Laboratorio :	19,8 °C ± 2°C
Temperatura Exterior :	15,6 °C ± 2°C
Presión atmosférica :	1020 hPa ± 4hPa
Humedad relativa :	54 % ± 5%

Inspección Teodolito

N°	Ítem	Resultado	Especificación
1	Nivel Tubular Centraje Nivel Tubular c/GZM1 60"	1/4 DIV	< 1/4 DIV
2	Nivel Circular Centraje Nivel Circular	1/3 DIV	< 1/3 DIV
3	Plomada Centraje cono óptico a 1,3 mts.	0,8 mm.	< 1 mm.



Observaciones

Este certificado y registro de calibración no deben ser reproducidos ni usados para otros fines sin el consentimiento de Köllner Labraña y Cia. Ltda. El presente certificado es emitido para equipo y usuario final.
Este certificado no puede ser usado como certificado de instrumento patrón en laboratorios de calibración. Se debe mantener cadena ascendente de Trazabilidad.



Certificado por:

Claudio Köllner
Claudio Köllner V.

Técnico Certificado SOKKIA
Universidad Técnica Federico Santa María

Fecha de Emisión : 04-09-2013

Certificado de Calibración

Certificado N° : 16353

Información Cliente		Lugar de Calibración	
Empresa:	: LUIS SAN MARTIN Y CIA LTDA	Köllner Labraña y Compañía Limitada	
Dirección:	: Galvarino Gallardo 1576	Argomedo N° 74, Santiago Centro	
Comuna:	: Providencia	Fono: 56-2 26353490	

Identificación del Instrumento		Fecha de Calibración	
Descripción:	: NIVEL AUTOMÁTICO	Fecha de Calibración:	: 04-09-2013
Marca:	: SOKKIA	Código de Inspector:	: TK61
Modelo:	: C31		
N° Serie:	: 163734		
Código:	:		



Procedimiento de Calibración		Condiciones ambientales de la Calibración	
Procedimiento:	: SM-SOKKIA-C32	Temperatura Laboratorio:	: 19,1 °C ± 2°C
		Temperatura Exterior:	: 15,6 °C ± 2°C
		Presión atmosférica:	: 1020 hPa ± 4hPa
		Humedad relativa:	: 45 % ± 5%

Patrones e Instrumentos utilizados en la Calibración:

Serie N°	Descripción:	Certificado N°:	Fecha:	Utilidad:
OT130735	Direct axis angle measurement device (N.I.S.T.)	125088	22-03-2013	Med. Desviaciones Angulares
I59-3-12	High Precision scale (N.I.S.T.)	000491	10-05-2013	Med. milimétricas/submilimétricas
103351	SOKKIA NET05 EDM ±(0,5mm.+1ppm.) (N.I.S.T.)	SQC-MS-069	28-05-2010	Medida base referencia distancia
091242	SOKKIA Optical Collimator 400mm. Multi-pattern	402-334	08-04-2012	Prueba ISO17123-3:2001
091243	SOKKIA Optical Collimator 400mm. Multi-scale	402-334	08-04-2012	Prueba ISO17123-3:2001
091365	SOKKIA Optical Collimator 400mm. Single-pattern	402-334	08-04-2012	Prueba ISO17123-3:2001
091366	SOKKIA Optical Collimator 400mm. Single-pattern	402-334	08-04-2012	Prueba ISO17123-3:2001
091367	SOKKIA Optical Collimator 400mm. Single-pattern	402-334	08-04-2012	Prueba ISO17123-3:2001
v.520-A0-01	SOKKIA HaPM Software	N/A	N/A	Prueba ISO17123-3:2001
00141001501	ADVANTEST TQ8120 Optical Power Meter	141001501	N/A	Medición Radiación Laser Clase 1,2,3,3R
00141001428	ADVANTEST Q82014A Beam Sensor	141001428	N/A	Medición Radiación Laser Clase 1,2,3,3R
0098	SOKKIA EDM Laser Collimator Compact Type	N/A	N/A	Coaxialidad distanciómetros
381546	Leica Automatic plane collimator 110	N/A	N/A	Prueba exactitud niveles



Certificado por:

Claudio Köllner V.

Claudio Köllner V.

Técnico Certificado SOKKIA

Universidad Técnica Federico Santa María

Fecha de Emisión : 04-09-2013

Información Trazabilidad

Certificado N° : 16353

Información de Trazabilidad Patrón Serie OT130735

El Patrón N° Serie OT130735 ha sido calibrado usando estándares trazables al Instituto Nacional de Tecnología y Estándares de E.E.U.U. (N.I.S.T.), derivado de constantes físicas naturales y estándares consensuados.

Los equipos patrones utilizados en la calibración del patrón Serie OT130735, cumplen con MIL-STD-45662A, ISO 10012-1 y ANSI / NCSL Z 540-1:1994. Más información de Trazabilidad del patrón Serie OT130735, se encuentra disponible en dependencias de Köllner Labraña y Cia. Ltda.

Serial No.	Model No.	Descripción	N° Trazabilidad	Prox Calibración.
2220A00122	HP 5518A	Laser Head	1-4910672552-2	01-07-2014
2126A00107	HP 5508A	Meas display	1-4910672552-3	01-07-2014
2415A00509	Agilent 10757B	Mat'l Temp Sensor	1-4910672552-6	01-07-2014
2220A00131	HP 10752B	Mat'l Temp Sensor	1-4910672552-5	01-07-2014
2415A00759	Agilent 10757B	Mat'l Temp Sensor	1-4910672552-7	01-07-2014
2220A00109	Agilent 10751A	Air Sensor	1-4910672552-4	01-07-2014
Series descritas	HP 5528A	Laser Interferometer System	series descritas	fechas descritas

Información de Trazabilidad Patrón Serie 159-3-12

El Patrón N° Serie 159-3-12 ha sido calibrado usando estándares trazables al Instituto Nacional de Tecnología y Estándares de E.E.U.U. (N.I.S.T.),. El sistema de calidad cumple con los requerimientos de ISO 17025-2005. Todas las mediciones fueron obtenidas utilizando un sistema de encoder láser RLE-20. Una escala de cristal de silicio fue utilizada para validar el CMM previo a la calibración. La escala de referencia posee el número de prueba NIST 683-282817-13.

Información de Trazabilidad Patrón Serie 103351

El patrón N° Serie 103351 ha sido calibrado en el riel subterráneo de 100 mts.de interferometría, ubicado en la planta de SOKKIA TOPCON CO. LTD. en Matsuda Japón, Estas instalaciones cumplen con ISO/IEC 17025:2005, Trazabilidad legal a los estándares de Japón (JCSS 0045 , 0162), NIST (E.E.U.U.) trazable a través del acuerdo ILAC-MRA.

Fecha de Emisión : 04-09-2013

Registro de Calibración

Certificado N° : 16353

Identificación del Instrumento

Descripción : NIVEL AUTOMÁTICO
 Marca : SOKKIA
 Modelo : C31
 N° Serie : 163734
 Código :

Fecha de Calibración : 04-09-2013
 Código de Inspector : TK61



Procedimiento de Calibración

Procedimiento : SM-SOKKIA-C32

Condiciones ambientales de la Calibración

Temperatura Laboratorio : 19,1 °C ± 2°C
 Temperatura Exterior : 15,6 °C ± 2°C
 Presión atmosférica : 1020 hPa ± 4hPa
 Humedad relativa : 45 % ± 5%

Inspección Nivel Automático

N°	Ítem	Resultado		Especificación	
1	Plano Horizontal	1 "	0,31 mgon	<3"	0,9 mgon
2	Desviación del eje de visado	0 mm.		menor que 0,3 mm.	
3	Rango Compensación	17 '	0,31 gon	mayor que 16'	0,29 gon
4	Exactitud de la Compensación	5 "	1,54 mgon	menor que 20"	6 mgon



Observaciones

Este certificado y registro de calibración no deben ser reproducidos ni usados para otros fines sin el consentimiento de Köllner Labraña y Cia. Ltda. El presente certificado es emitido para equipo y usuario final.
 Este certificado no puede ser usado como certificado de instrumento patrón en laboratorios de calibración. Se debe mantener cadena ascendente de Trazabilidad.



Certificado por: Claudio Köllner V.
Claudio Köllner V.
 Técnico Certificado SOKKIA
 Universidad Técnica Federico Santa María

ANEXO 2-2
POLIGONALES
(DIGITAL)

UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Placa de Aluminio de 7 x 7 cms. Con perno central.

Se ubica en la esquina nor-oriental de las calles Río Viejo y Barros Arana.

También se encuentra al lado del Poste de Hormigón.



DATUM DE REF.: SIRGAS TIPO DE COORDENADAS: UTM



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Chillán
Nombre PR:	GPS RIO VIEJO

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	119,143
Coord. Norte:	5.942.079,093
Coord. Este:	222.853,573

Operador: C.ABURTO
Observaciones: Coords. UTM

Proyecto: "CONSTRUCCION EMBALSE DE RIEGO EN RIO CHILLAN"

UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 m. existente con fierro central de 12 mm.

Se ubica a la salida de Chillán en dirección a Pinto, justo después del Pte. Río Viejo y al lado de una gruta.



DATUM DE REF.: SIRGAS TIPO DE COORDENADAS: UTM



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Chillán
Nombre PR:	PR ECH-00

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	128,384
Coord. Norte:	5.941.558,047
Coord. Este:	224.432,947

Operador: C.ABURTO
Observaciones: Coords. UTM

Proyecto: "CONSTRUCCION EMBALSE DE RIEGO EN RIO CHILLAN"



MONOGRAFÍA PARA VÉRTICES Y PRs



UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado sur de la ruta N-55 a unos
2 Km. Del PR 00 o de la salida del Pte. Río Viejo
en dirección a Pinto.

Tambien se encuentra a unos 40m al oriente
de torre de Alta Tensión.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Chillán
Nombre PR:	PR ECH-01

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	141,190
Coord. Norte:	5.940.699,016
Coord. Este:	225.850,264

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: "CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"



MONOGRAFÍA PARA VÉRTICES Y PRs



UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado sur de la ruta N-55 a unos
4 Km. Del PR 00 o de la salida del Pte. Río Viejo
en dirección a Pinto.

Tambien se encuentra frente a la entrada del
Complejo Turístico Reyman y al lado del poste
de hormigón N° 082345.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Chillán
Nombre PR:	PR ECH-02

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	152,868
Coord. Norte:	5.940.492,861
Coord. Este:	227.831,339

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: "CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"

UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado norte de la ruta N-55 a unos 6 Km. Del PR 00 o de la salida del Pte. Río Viejo en dirección a Pinto.

También se encuentra frente a la entrada del negocio Provisiones Chaney y al costado del poste de hormigón N° 082370.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Chillán
Nombre PR:	PR ECH-03

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	167,598
Coord. Norte:	5.940.624,306
Coord. Este:	229.732,283

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: **"CONSTRUCCION EMBALSE DE RIEGO EN RIO CHILLAN"**

UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado norte de la ruta N-55 a unos 8 Km. Del PR 00 o de la salida del Pte. Río Viejo en dirección a Pinto.

También se encuentra a unos 80 m. de la entrada a San Rafael. También se ubica a un costado del poste de hormigón sin N°.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Chillán
Nombre PR:	PR ECH-04

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	182,995
Coord. Norte:	5.939.348,820
Coord. Este:	231.159,493

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: **"CONSTRUCCION EMBALSE DE RIEGO EN RIO CHILLAN"**

UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.
Se ubica al costado norte de la ruta N-55 a unos 10 Km. Del PR 00 o de la salida del Pte. Río Viejo. en dirección a Pinto.
También se encuentra junto a una reja tipo malla.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**

Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Chillán
Nombre PR:	PR ECH-05

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	195,160
Coord. Norte:	5.938.723,003
Coord. Este:	232.966,659

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: "CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"

UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.
Se ubica al costado sur de la ruta N-55 a unos 12 Km. Del PR 00 o de la salida del Pte. Río Viejo. También se encuentra a unos 300 m. de la garita que está frente a la Escuela G-277 Jardines de Lautaro.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**

Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Chillán
Nombre PR:	PR ECH-06

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	209,200
Coord. Norte:	5.938.145,721
Coord. Este:	234.818,691

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: "CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"

UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado norte de la ruta N-55 a unos 14 Km. Del PR 00 o de la salida del Pte. Río Viejo en la salida de Chillán en dirección a Pinto. También se encuentra a unos 40 m. al poniente de la entrada a la parcela El Olivar, y pasado 500 m. del Hotel Curacao.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	PR ECH-07

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	230,998
Coord. Norte:	5.937.332,599
Coord. Este:	236.631,033

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: "CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"

UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado norte de la ruta N-55 a unos 16 Km. Del PR 00 o de la salida del Pte. Río Viejo en la salida de Chillán en dirección a Pinto. También se encuentra a unos 250 m. al poniente de la entrada al Complejo Turístico Paraíso. Se ubica entre un poste de madera y otro de hormigón.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	PR ECH-08

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	252,421
Coord. Norte:	5.936.759,746
Coord. Este:	238.552,845

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: "CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"



MONOGRAFÍA PARA VÉRTICES Y PRs



UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado norte de la ruta N-55 a unos 18 Km. Del PR 00 o de la salida del Pte. Río Viejo en la salida de Chillán en dirección a Pinto.

También se encuentra a unos 500 m. al poniente del Complejo Turístico Los Raudales y a unos 30 m. de la entrada a la Parcela Los Perales.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	PR ECH-09

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	270,892
Coord. Norte:	5.935.707,857
Coord. Este:	240.245,979

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: **"CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"**



MONOGRAFÍA PARA VÉRTICES Y PRs



UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado norte de la ruta N-55 a unos 1500 m. de la esquina sur-oriente de la plaza de Pinto en dirección a las termas.

También se encuentra al poniente de un sifón existente.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	PR ECH-10

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	303,018
Coord. Norte:	5.933.471,219
Coord. Este:	243.044,306

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: **"CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"**

UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

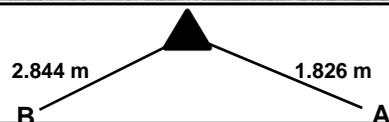
Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado norte de la ruta N-55 a unos 3500 m. de la esquina sur-oriente de la plaza de Pinto en dirección a las termas.

También se encuentra al oriente de un sifón existente y junto al poste de hormigón N°665



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	PR ECH-11

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	317,934
Coord. Norte:	5.932.631,426
Coord. Este:	244.831,379

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: **"CONSTRUCCION EMBALSE DE RIEGO EN RIO CHILLAN"**

UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado norte de la ruta N-55 a unos 5.5 kms. de la esquina sur-oriente de la plaza de Pinto en dirección a las termas.

También se encuentra en la esquina de un cerco de malla junto a una gruta.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	PR ECH-12

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	335,798
Coord. Norte:	5.931.702,435
Coord. Este:	246.601,262

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: **"CONSTRUCCION EMBALSE DE RIEGO EN RIO CHILLAN"**



MONOGRAFÍA PARA VÉRTICES Y PRs



UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado sur de la ruta N-55 a unos
9.5 kms. de la esquina sur-oriente de la plaza de
Pinto en direccion a las termas.

Tambien se encuentra a 100 m. del camino a
Ciruelito y Zapallar.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS UTM

Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	PR ECH-13

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	358,334
Coord. Norte:	5.930.215,184
Coord. Este:	247.887,958

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: "CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"



MONOGRAFÍA PARA VÉRTICES Y PRs



UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado norte de la ruta N-55 a unos
13.5 kms. de la esquina sur-oriente de la plaza de
Pinto en direccion a las termas.

Tambien se encuentra a unos 150 m. al poniente
de una garita.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS UTM

Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	PR ECH-14

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	414,012
Coord. Norte:	5.928.575,624
Coord. Este:	248.995,025

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: "CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"



MONOGRAFÍA PARA VÉRTICES Y PRs



UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado sur de la ruta N-55 a unos
15.5 kms. de la esquina sur-oriente de la plaza de
Pinto en dirección a las termas.

También se encuentra a unos 15 m. al oriente
del letrero que indica " Termas de Chillán 50 ".



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	PR ECH-15

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	454,269
Coord. Norte:	5.926.941,823
Coord. Este:	250.188,011

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: **"CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"**



MONOGRAFÍA PARA VÉRTICES Y PRs



UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado sur de la ruta N-55 a unos
17.5 kms. de la esquina sur-oriente de la plaza de
Pinto en dirección a las termas.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	PR ECH-16

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	493,616
Coord. Norte:	5.925.673,028
Coord. Este:	251.697,169

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: **"CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"**



MONOGRAFÍA PARA VÉRTICES Y PRs



UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado norte de la ruta N-55 a unos 19.5 kms. de la esquina sur-oriente de la plaza de Pinto en dirección a las termas.

También se encuentra a unos 300 m. al poniente de la entrada a Los Pellines.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	PR ECH-17

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	561,067
Coord. Norte:	5.924.639,492
Coord. Este:	253.252,908

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: "CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"



MONOGRAFÍA PARA VÉRTICES Y PRs



UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado norte de la ruta N-555 a unos 1750 m. del cruce con la ruta N-55 Chillán-Termas.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	PR ECH-18

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	591,403
Coord. Norte:	5.924.121,634
Coord. Este:	255.237,491

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: "CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"

UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado norte de la ruta N-555 a unos
4 kms. del cruce con la ruta N-55 Chillán-Termas.

Se ubica frente a un bosque de pinos recién
explotado.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**

Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	PR ECH-19

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	552,070
Coord. Norte:	5.923.757,000
Coord. Este:	257.353,000

Operador: C.ABURTO
Observaciones **Coords. UTM Navegador**

Proyecto: **"CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"**

UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado norte de la ruta N-555 a unos
5.8 kms. del cruce con la ruta N-55 Chillán-Termas.

Se ubica pasado unos 300 m. del puente de
madera y de una entrada con portón metálico.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**

Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	PR ECH-20

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	558,425
Coord. Norte:	5.924.013,000
Coord. Este:	259.013,000

Operador: C.ABURTO
Observaciones **Coords. UTM Navegador**

Proyecto: **"CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"**



UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado norte de la ruta N-555 a unos
8 kms. del cruce con la ruta N-55 Chillán-Termas.

Se ubica pasado poste de hormigón N° 38



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	PR ECH-21

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	615,862
Coord. Norte:	5.924.085,964
Coord. Este:	260.771,117

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: "CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"

UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Monolito de Hormigón de 0.30 * 0.30 * 0.50 m.
con fierro central de 12 mm.

Se ubica al costado sur de la ruta N-555 a unos
10 kms. del cruce con la ruta N-55 Chillán-Termas.

Se ubica a un costado de la estación fluviométrica
" Esperanza 2 ".



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
SIRGAS **UTM**



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	PR ECH-22

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	574,467
Coord. Norte:	5.923.993,717
Coord. Este:	262.606,961

Operador: C.ABURTO
Observaciones Coords. UTM

Proyecto: "CONSTRUCCION EMBALSE
DE RIEGO EN RIO CHILLAN"

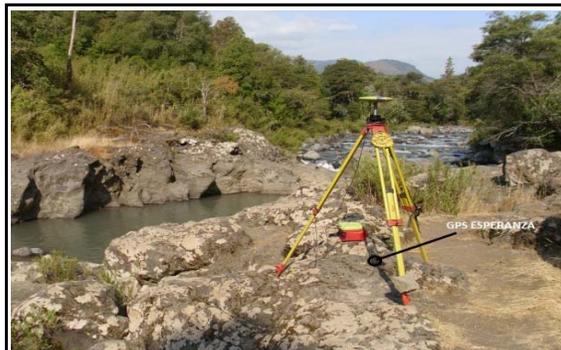


MONOGRAFÍA PARA VÉRTICES Y PRs



UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

Perno anclado a roca
 Se ubica a unos 30 metros de la Estación Fluviométrica y en el borde rocoso del río.
 Este punto corresponde un perno empotrado en la roca.



DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:
 SIRGAS UTM



Región:	VIII
Provincia:	Ñuble
Comuna:	Pinto
Nombre PR:	GPS ESPERANZA

Fecha:	ENERO - 2014
Cota:	572,444
Coord. Norte:	5.923.999,657
Coord. Este:	262.633,728

Operador: C.ABURTO
 Observaciones Coords. UTM

Proyecto: "CONSTRUCCION EMBALSE DE RIEGO EN RIO CHILLAN"



MONOGRAFÍA PARA VÉRTICES Y PRs



UBICACIÓN - DESCRIPCIÓN

CROQUIS:

DATUM DE REF.: TIPO DE COORDENADAS:

Región:	
Provincia:	
Comuna:	
Nombre PR:	

Fecha:	
Cota:	
Coord. Norte:	
Coord. Este:	

Operador:
 Observaciones:

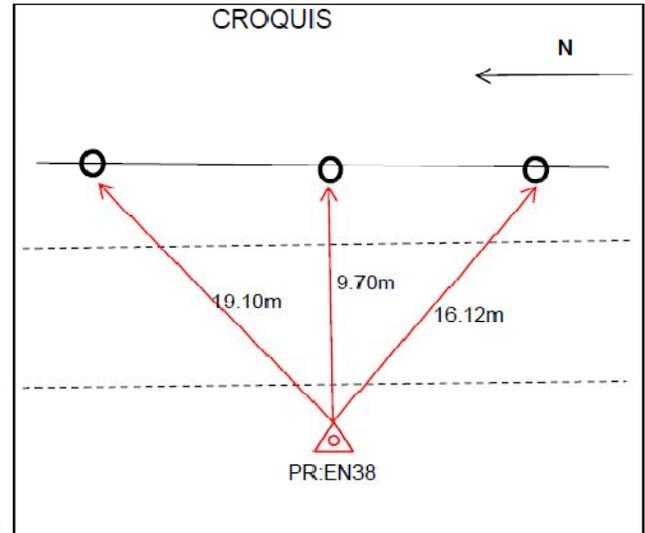
Proyecto:



MONOGRAFIAS PARA VERTICES Y PRs

UBICACIÓN-DESCRIPCIÓN

Monolito de hormigón de 30x30x50 cm con fierro de 12 mm en su centro ubicado en costado poniente de camino que une Ruta N-55 con Ruta N-545



DATUM DE REFERENCIA

SIRGAS (WGS84)

TIPO DE COORDENADAS

COORDENADAS TOPOGRAFICAS

REGION: DEL BIO BIO

FECHA: 03-09-2012

PROVINCIA: ÑUBLE

COTA: 271.847

COMUNA: PINTO

COORDENADA

NORTE: 5934979.105

NOMBRE PR: EN 38

COORDENADA

ESTE: 241580.649

OPERADOR: GEOCEN

PROYECTO: EMBALSE NIBLINTO

OBSERVACIONES:

SUBNET 'Polig.Principal(1)' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in WGS84(BLH)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Latitude	Longitude	height(m)	Ortho H(m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	EN-38	36°41'44.68088"S	71°53'33.38982"W	293,4576	271,847	29,5	23,3	0	3	0	0
2	GPS ESPERANZA	36°48'00.37711"S	71°39'37.91752"W	595,5668	572,8565	20,6	16,4	63,8	19	10	8
3	GPS RIO VIEJO	36°37'35.60360"S	72°05'57.51563"W	140,5939	119,4023	20,8	17,4	59,1	-7	0	5
4	IGM COIHUECO	36°38'27.19035"S	71°47'56.19559"W	332,049	310,1445	0	0	68,9	0	0	0
5	PR ECH-05	36°39'34.76783"S	71°59'15.09145"W	216,6675	195,3139	24,3	19,7	49,6	-15	-2	14
6	PR ECH-16	36°46'56.03966"S	71°46'56.79107"W	515,7954	493,7043	23,2	18,5	60,1	15	15	6

SUBNET 'Polig.Principal(1)' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in UTMS(Grid, Zone Zone_19 : 72W to 66W)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Northing(m)	Easting(m)	Height (m)	Ortho H (m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	EN-38	5934978,726	241573,597	293,458	271,847	29,5	23,3	0	3	0	0
2	GPS ESPERANZA	5923999,657	262633,728	595,567	572,857	20,6	16,4	63,8	19	10	8
3	GPS RIO VIEJO	5942079,093	222853,573	140,594	119,402	20,8	17,4	59,1	-7	0	5
4	IGM COIHUECO	5941314,743	249765,880	332,049	310,145	0	0	68,9	0	0	0
5	PR ECH-05	5938723,003	232966,659	216,667	195,314	24,3	19,7	49,6	-15	-2	14
6	PR ECH-16	5925673,028	251697,169	515,795	493,704	23,2	18,5	60,1	15	15	6

SUBNET 'Polig.Secundaria 1' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in WGS84(BLH)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Latitude	Longitude	height(m)	Ortho H(m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	GPS RIO VIEJO	36°37'35.60361"S	72°05'57.51563"W	140,3346	119,143	0	0	0	0	0	0
2	PR ECH-00	36°37'54.13777"S	72°04'54.68881"W	149,5256	128,318	21,3	25,5	59,5	-33	8	1
3	PR ECH-01	36°38'23.44846"S	72°03'58.80415"W	162,3238	141,1003	21,9	25,2	60,8	-31	9	1
4	PR ECH-02	36°38'32.17460"S	72°02'39.40046"W	174,0073	152,7536	22,4	25	61,5	-29	7	0
5	PR ECH-03	36°38'29.86324"S	72°01'22.78552"W	188,7788	167,491	22,9	24,8	62,4	-26	6	-1
6	PR ECH-04	36°39'12.65452"S	72°00'26.99705"W	204,0865	182,7725	22,3	22,6	63,2	-8	-2	13
7	PR ECH-05	36°39'34.76783"S	71°59'15.09145"W	216,5135	195,16	0	0	0	0	0	0

SUBNET 'Polig.Secundaria 1' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in UTMS(Grid, Zone Zone_19 : 72W to 66W)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Northing(m)	Easting(m)	Height (m)	Ortho H (m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	GPS RIO VIEJO	5942079,093	222853,573	140,335	119,143	0	0	0	0	0	0
2	PR ECH-00	5941558,047	224432,947	149,526	128,318	21,3	25,5	59,5	-33	8	1
3	PR ECH-01	5940699,016	225850,264	162,324	141,100	21,9	25,2	60,8	-31	9	1
4	PR ECH-02	5940492,861	227831,339	174,007	152,754	22,4	25	61,5	-29	7	0
5	PR ECH-03	5940624,306	229732,283	188,779	167,491	22,9	24,8	62,4	-26	6	-1
6	PR ECH-04	5939348,820	231159,493	204,086	182,773	22,3	22,6	63,2	-8	-2	13
7	PR ECH-05	5938723,003	232966,659	216,514	195,160	0	0	0	0	0	0

SUBNET 'Polig.Secundaria 2' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in WGS84(BLH)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Latitude	Longitude	height(m)	Ortho H(m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	EN-38	36°41'44.68089"S	71°53'33.38982"W	293,4576	271,847	0	0	0	0	0	0
2	PR ECH-05	36°39'34.76783"S	71°59'15.09145"W	216,5135	195,16	0	0	0	0	0	0
3	PR ECH-06	36°39'55.34155"S	71°58'01.30828"W	230,594	209,1949	4,4	3,2	7,6	-28	7	-8
4	PR ECH-07	36°40'23.50719"S	71°56'49.40201"W	252,4083	230,9597	5,6	4,1	11,9	-14	3	-6
5	PR ECH-08	36°40'43.98233"S	71°55'32.78030"W	274,0018	252,4954	6,9	6,9	17,5	43	-15	35
6	PR ECH-09	36°41'19.74585"S	71°54'25.93389"W	292,4752	270,9121	3,7	3	5,9	20	-4	48

SUBNET 'Polig.Secundaria 2' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in UTMS(Grid, Zone Zone_19 : 72W to 66W)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Northing(m)	Easting(m)	Height (m)	Ortho H (m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	EN-38	5934978,726	241573,597	293,458	271,847	0	0	0	0	0	0
2	PR ECH-05	5938723,003	232966,659	216,514	195,160	0	0	0	0	0	0
3	PR ECH-06	5938145,721	234818,691	230,594	209,195	4,4	3,2	7,6	-28	7	-8
4	PR ECH-07	5937332,599	236631,033	252,408	230,960	5,6	4,1	11,9	-14	3	-6
5	PR ECH-08	5936759,746	238552,845	274,002	252,495	6,9	6,9	17,5	43	-15	35
6	PR ECH-09	5935707,857	240245,979	292,475	270,912	3,7	3	5,9	20	-4	48

SUBNET 'Polig.Secundaria 3' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in WGS84(BLH)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Latitude	Longitude	height(m)	Ortho H(m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	EN-38	9°S	2°W	293,4576	271,847	0	0	0	0	0	0
2	PR ECH-10	0°S	1°W	324,687	303,018	12,3	14,5	38,6	7	23	31
3	PR ECH-11	3°S	6°W	339,6721	317,9303	17,2	16,4	40,3	2	4	37
4	PR ECH-12	8°S	8°W	357,6326	335,8135	17,4	16,5	40,5	3	5	37
5	PR ECH-13	1°S	6°W	380,2554	358,3727	17,6	16,5	40,7	3	5	38
6	PR ECH-14	5°S	8°W	436,032	414,0898	17,9	16,5	41,6	3	6	41
7	PR ECH-15	9°S	0°W	476,3465	454,338	18,4	16,7	42,4	5	9	44
8	PR ECH-16	6°S	7°W	515,7071	493,616	0	0	0	0	0	0

SUBNET 'Polig.Secundaria 3' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in UTMS(Grid, Zone Zone_19 : 72W to 66W)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Northing(m)	Easting(m)	Height (m)	Ortho H (m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	EN-38	5934978,726	241573,597	293,458	271,847	0	0	0	0	0	0
2	PR ECH-10	5933471,219	243044,306	324,687	303,018	12,3	14,5	38,6	7	23	31
3	PR ECH-11	5932631,426	244831,379	339,672	317,930	17,2	16,4	40,3	2	4	37
4	PR ECH-12	5931702,435	246601,262	357,633	335,814	17,4	16,5	40,5	3	5	37
5	PR ECH-13	5930215,184	247887,958	380,255	358,373	17,6	16,5	40,7	3	5	38
6	PR ECH-14	5928575,624	248995,025	436,032	414,090	17,9	16,5	41,6	3	6	41
7	PR ECH-15	5926941,823	250188,011	476,346	454,338	18,4	16,7	42,4	5	9	44
8	PR ECH-16	5925673,028	251697,169	515,707	493,616	0	0	0	0	0	0

SUBNET 'Polig.Sec.4-B cerrad' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in WGS84(BLH)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Latitude	Longitude	height(m)	Ortho H(m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	GPS ESPERANZA	36°48'00.37711"S	71°39'37.91752"W	595,1543	572,444	0	0	0	0	0	0
2	PR ECH-16	36°46'56.03966"S	71°46'56.79107"W	515,7071	493,616	0	0	0	0	0	0
3	PR ECH-17	36°47'31.00643"S	71°45'55.29850"W	582,981	560,803	41,3	35,2	94,7	-8	-6	-1
4	PR ECH-18	36°47'49.64572"S	71°44'35.91054"W	613,4714	591,1841	37,9	32,9	85,5	-12	3	-1
5	PR ECH-21	36°47'55.89233"S	71°40'52.90198"W	638,4357	615,8364	29,7	27,1	68,3	-10	17	-20

SUBNET 'Polig.Sec.4-B cerrad' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in UTM(Grid, Zone Zone_19 : 72W to 66W)

Point		Coordinates				Sigmas(mm)			Corr.(%)		
#	Name	Northing(m)	Easting(m)	Height (m)	Ortho H (m)	s(N)	s(E)	s(U)	N-E	N-U	E-U
1	GPS ESPERANZA	5923999,657	262633,728	595,154	572,444	0	0	0	0	0	0
2	PR ECH-16	5925673,028	251697,169	515,707	493,616	0	0	0	0	0	0
3	PR ECH-17	5924639,448	253253,003	582,981	560,803	41,3	35,2	94,7	-8	-6	-1
4	PR ECH-18	5924121,622	255237,592	613,471	591,184	37,9	32,9	85,5	-12	3	-1
5	PR ECH-21	5924085,952	260771,151	638,436	615,836	29,7	27,1	68,3	-10	17	-20

VERTICE	NORTE	ESTE	COTA ORT.	COTA GEOM.	VERTICE
GPS RIO VIEJO	5.942.079,093	222.853,573	119,402	119,143	GPS RIO VIEJO
PR ECH-00	5.941.558,047	224.432,947	128,318	128,384	PR ECH-00
PR ECH-01	5.940.699,016	225.850,264	141,100	141,190	PR ECH-01
PR ECH-02	5.940.492,861	227.831,339	152,754	152,868	PR ECH-02
PR ECH-03	5.940.624,306	229.732,283	167,491	167,598	PR ECH-03
PR ECH-04	5.939.348,820	231.159,493	182,773	182,995	PR ECH-04
PR ECH-05	5.938.723,003	232.966,659	195,160	195,160	PR ECH-05
EN-38	5.934.978,726	241.573,597	271,847	271,847	EN-38
PR ECH-06	5.938.145,721	234.818,691	209,195	209,200	PR ECH-06
PR ECH-07	5.937.332,599	236.631,033	230,960	230,998	PR ECH-07
PR ECH-08	5.936.759,746	238.552,845	252,495	252,421	PR ECH-08
PR ECH-09	5.935.707,857	240.245,979	270,912	270,892	PR ECH-09
PR ECH-10	5.933.471,219	243.044,306	303,018	303,018	PR ECH-10
PR ECH-11	5.932.631,426	244.831,379	317,930	317,934	PR ECH-11
PR ECH-12	5.931.702,435	246.601,262	335,814	335,798	PR ECH-12
PR ECH-13	5.930.215,184	247.887,958	358,373	358,334	PR ECH-13
PR ECH-14	5.928.575,624	248.995,025	414,090	414,012	PR ECH-14
PR ECH-15	5.926.941,823	250.188,011	454,338	454,269	PR ECH-15
PR ECH-16	5.925.673,028	251.697,169	493,616	493,616	PR ECH-16
GPS ESPERANZA	5.923.999,657	262.633,728	572,444	572,444	GPS ESPERANZA
PR ECH-17	5.924.639,448	253.253,003	560,803	561,067	PR ECH-17
PR ECH-18	5.924.121,622	255.237,592	591,184	591,403	PR ECH-18
PR ECH-21	5.924.085,952	260.771,151	615,836	615,862	PR ECH-21
PR ECH-19				552,070	PR ECH-19
PR ECH-20				558,425	PR ECH-20
PR ECH-22	5.923.993,717	262.606,961	574,456	574,467	PR ECH-22

Resumen de Nivelación PRs Poligonal Chillán

ZONA ALTA

Desde	Hasta	Desnivel		error	Desnivel	Cota	Punto
		ida	vuelta	cierre	Promedio	sin corregir	
						271,847	EN-38
EN-38	PR ECH-10	31,178	-31,163	0,015	31,171	303,018	PR ECH-10
PR ECH-10	PR ECH-11	14,912	-14,920	-0,008	14,916	317,934	PR ECH-11
PR ECH-11	PR ECH-12	17,863	-17,865	-0,002	17,864	335,798	PR ECH-12
PR ECH-12	PR ECH-13	22,538	-22,534	0,004	22,536	358,334	PR ECH-13
PR ECH-13	PR ECH-14	55,683	-55,673	0,010	55,678	414,012	PR ECH-14
PR ECH-14	PR ECH-15	40,259	-40,256	0,003	40,258	454,269	PR ECH-15
PR ECH-15	PR ECH-16	39,349	-39,345	0,004	39,347	493,616	PR ECH-16
PR ECH-16	PR ECH-17	67,456	-67,446	0,010	67,451	561,067	PR ECH-17
PR ECH-17	PR ECH-18	30,332	-30,340	-0,008	30,336	591,403	PR ECH-18
PR ECH-18	PR ECH-19	-39,327	39,339	0,012	-39,333	552,070	PR ECH-19
PR ECH-19	PR ECH-20	6,356	-6,354	0,002	6,355	558,425	PR ECH-20
PR ECH-20	PR ECH-21	57,439	-57,434	0,005	57,437	615,862	PR ECH-21
PR ECH-21	PR ECH-22	-41,392	41,398	0,006	-41,395	574,467	PR ECH-22
PR ECH-22	GPS Esperanza	-2,023	2,022	-0,001	-2,023	572,444	GPS Esperanza

ZONA BAJA

Desde	Hasta	Desnivel		error	Desnivel	Cota	Punto
		ida	vuelta	cierre	Promedio	sin corregir	
						271,847	EN-38
EN-38	PR ECH-09	-0,954	0,956	0,002	-0,955	270,892	PR ECH-09
PR ECH-09	PR ECH-08	-18,468	18,475	0,007	-18,472	252,421	PR ECH-08
PR ECH-08	PR ECH-07	-21,421	21,424	0,003	-21,423	230,998	PR ECH-07
PR ECH-07	PR ECH-06	-21,798	21,799	0,001	-21,799	209,200	PR ECH-06
PR ECH-06	PR ECH-05	-14,037	14,043	0,006	-14,040	195,160	PR ECH-05
PR ECH-05	PR ECH-04	-12,162	12,167	0,005	-12,165	182,995	PR ECH-04
PR ECH-04	PR ECH-03	-15,398	15,397	-0,001	-15,398	167,598	PR ECH-03
PR ECH-03	PR ECH-02	-14,730	14,730	0,000	-14,730	152,868	PR ECH-02
PR ECH-02	PR ECH-01	-11,675	11,680	0,005	-11,678	141,190	PR ECH-01
PR ECH-01	PR ECH-00	-12,809	12,803	-0,006	-12,806	128,384	PR ECH-00
PR ECH-00	GPS RIO VIEJO	-9,241	9,242	0,001	-9,242	119,143	GPS RIO VIEJO

ANEXO 2-3
RESTITUCIÓN



Proyecto	1164_1403_Rio_Chillan	GCP
Datum Horizontal	WGS84, World Geodetic System 1984	
Datum Vertical	EGM96	
Proyección Cartográfica	UTM, Universal Transversal de Mercator	Huso 19 Sur

Nombre	Latitud	Longitud	Este UTM	Norte UTM	Cota (H)
rio_1	36°37'31.26028 S	72°06'02.96900 W	222713.749	5942208.602	117.979
00_1	36°37'54.35286 S	72°04'54.59203 W	224436.995	5941552.004	128.428
01_1	36°38'15.61288 S	72°04'12.92003 W	225491.866	5940929.335	139.516
03_1	36°38'29.17181 S	72°01'27.49674 W	229614.579	5940641.930	168.292
07_1	36°40'21.31400 S	71°56'55.07700 W	236487.629	5937396.280	229.578
11_1	36°43'06.36771 S	71°51'12.05528 W	245156.914	5932566.000	318.378
17_1	36°47'35.38668 S	71°45'43.03398 W	253560.953	5924513.222	579.540
17_2	36°47'06.54261 S	71°46'37.45473 W	252179.841	5925369.431	510.886
22_1	36°48'32.50232 S	71°38'06.98346 W	264915.074	5923071.905	616.800
22_2	36°48'32.20277 S	71°38'05.98528 W	264939.559	5923081.821	617.775
22_3	36°48'32.06874 S	71°38'04.90381 W	264966.249	5923086.691	618.568
22_4	36°48'32.73012 S	71°38'08.18995 W	264885.365	5923064.059	616.601
22_5	36°48'00.38898 S	71°39'38.75422 W	262612.998	5923998.714	573.195
22_6	36°48'00.25913 S	71°39'39.13097 W	262603.548	5924002.456	572.670
en27_1	36°37'44.82062 S	71°49'53.92820 W	246802.854	5942534.912	249.897
en32_1	36°38'53.56312 S	71°52'33.03013 W	242913.641	5940298.421	261.091
en37_1	36°41'16.31675 S	71°53'18.95690 W	241905.502	5935863.846	276.778
n39_1	36°42'13.97720 S	71°53'29.91081 W	241687.216	5934078.288	295.373

GCP rio_1

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

Imagen:

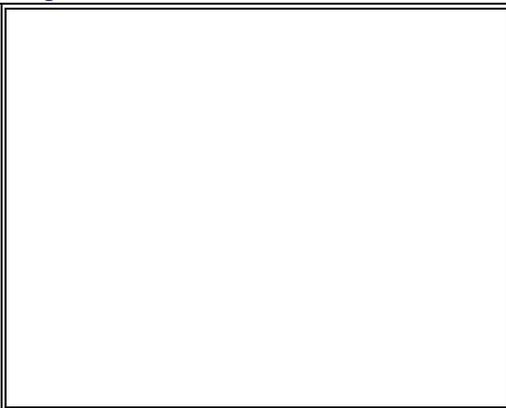
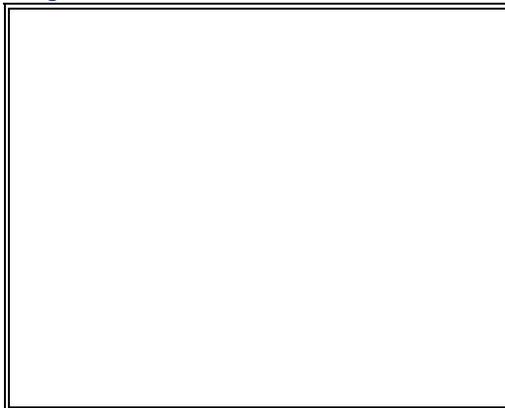


Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator

Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°37'31.26028 S

Longitud [GMS] : 72°06'02.96900 W

Este UTM [m] : 222713.749

Norte UTM [m] : 5942208.602

Cota (H) [m] : 117.979

Esquina sur esta de la cancha, linea de tisa.

GCP 00_1

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

Imagen:

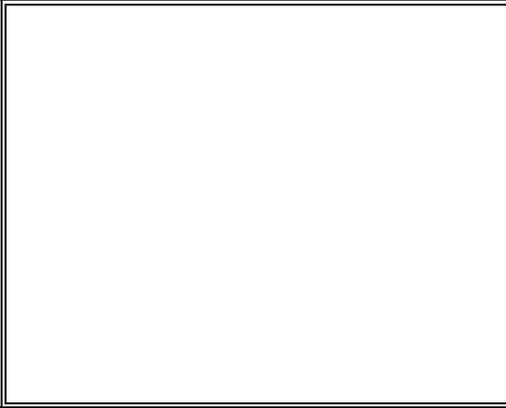
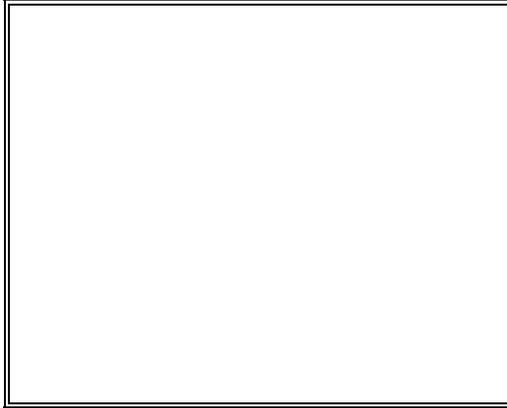


Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator
Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°37'54.35286 S

Longitud [GMS] : 72°04'54.59203 W

Este UTM [m] : 224436.995

Norte UTM [m] : 5941552.004

Cota (H) [m] : 128.428

Esquina de pavimento con la jardinera.

GCP 01_1

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

Imagen:



Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator
Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°38'15.61288 S

Longitud [GMS] : 72°04'12.92003 W

Este UTM [m] : 225491.866

Norte UTM [m] : 5940929.335

Cota (H) [m] : 139.516

Esquina final de vereda.

GCP 03_1

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

Imagen:



Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator
Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°38'29.17181 S

Longitud [GMS] : 72°01'27.49674 W

Este UTM [m] : 229614.579

Norte UTM [m] : 5940641.930

Cota (H) [m] : 168.292

Esquina final de vereda.

GCP 07_1

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

Imagen:



Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator
Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°40'21.31400 S

Longitud [GMS] : 71°56'55.07700 W

Este UTM [m] : 236487.629

Norte UTM [m] : 5937396.280

Cota (H) [m] : 229.578

Esquina obra de arte.

GCP 11_1

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

Imagen:



Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator
Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°43'06.36771 S

Longitud [GMS] : 71°51'12.05528 W

Este UTM [m] : 245156.914

Norte UTM [m] : 5932566.000

Cota (H) [m] : 318.378

Esquina obra de arte.

GCP 17_1

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

Imagen:

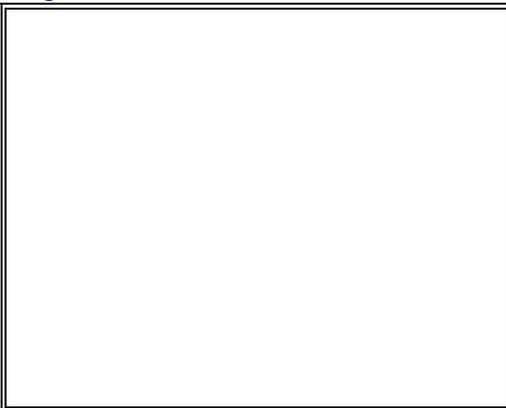
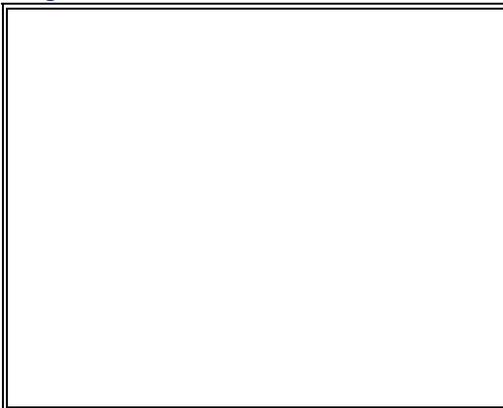


Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator
Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°47'35.38668 S

Longitud [GMS] : 71°45'43.03398 W

Este UTM [m] : 253560.953

Norte UTM [m] : 5924513.222

Cota (H) [m] : 579.540

Esquina final de barrera de seguridad.

GCP 17_2

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

Imagen:



Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator
Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°47'06.54261 S

Longitud [GMS] : 71°46'37.45473 W

Este UTM [m] : 252179.841

Norte UTM [m] : 5925369.431

Cota (H) [m] : 510.886

Esquina, techo del paradero de buses.

GCP 22_1

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

Imagen:

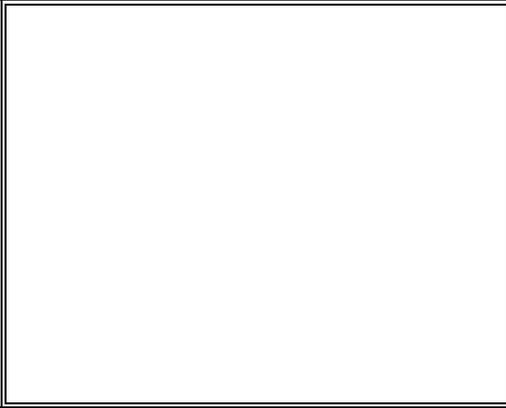
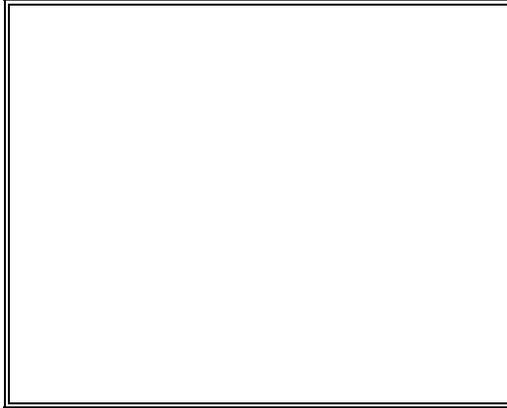


Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator

Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°48'32.50232 S

Longitud [GMS] : 71°38'06.98346 W

Este UTM [m] : 264915.074

Norte UTM [m] : 5923071.905

Cota (H) [m] : 616.800

Esquina del puente.

GCP 22_2

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

Imagen:

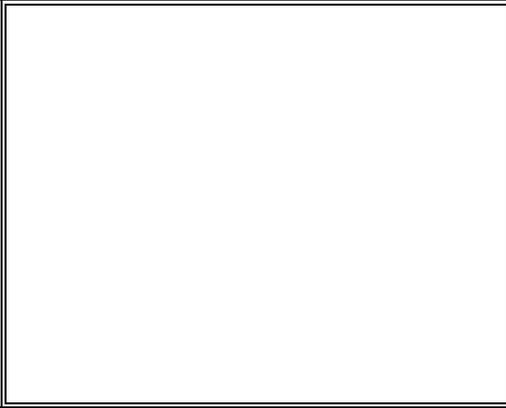
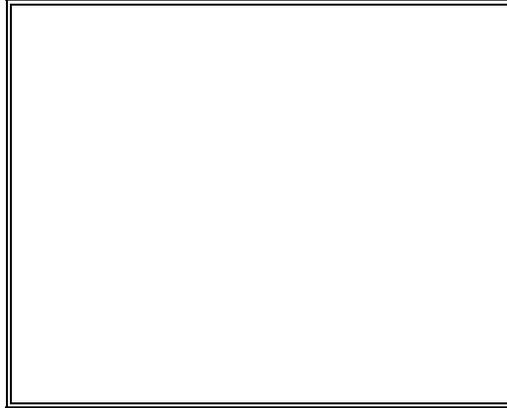


Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator

Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°48'32.20277 S

Longitud [GMS] : 71°38'05.98528 W

Este UTM [m] : 264939.559

Norte UTM [m] : 5923081.821

Cota (H) [m] : 617.775

Esquina del puente.

GCP 22_3

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

Imagen:

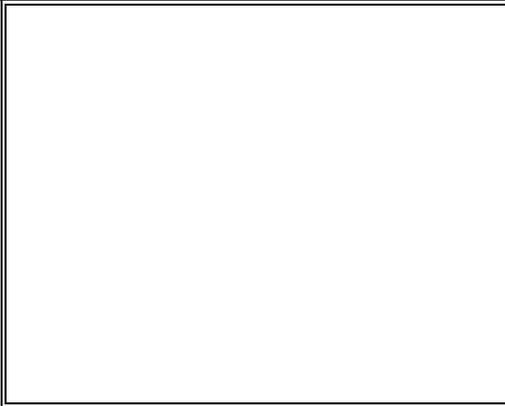
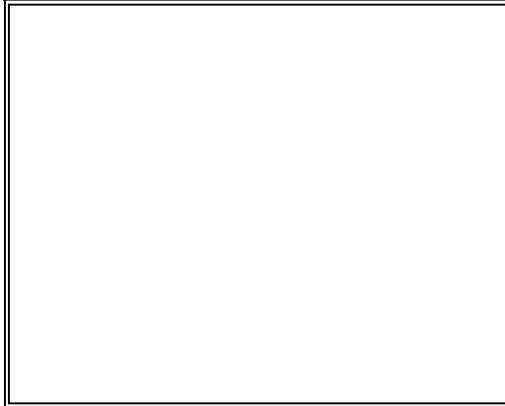


Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator

Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°48'32.06874 S

Longitud [GMS] : 71°38'04.90381 W

Este UTM [m] : 264966.249

Norte UTM [m] : 5923086.691

Cota (H) [m] : 618.568

Punto en el medio del camino de tierra, control de DTM.

GCP 22_4

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

Imagen:

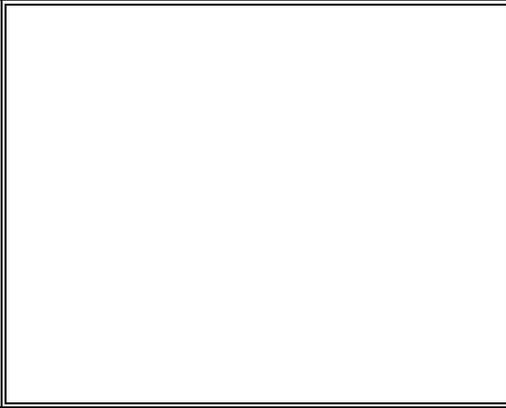
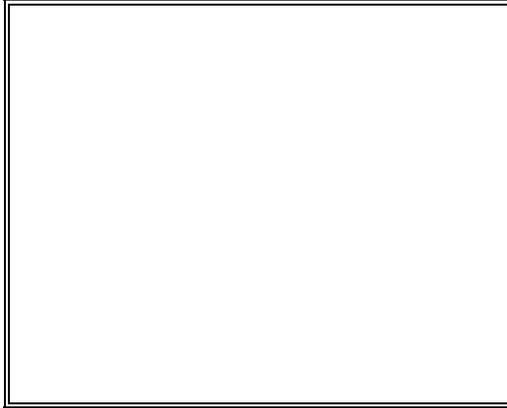


Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator
Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°48'32.73012 S

Longitud [GMS] : 71°38'08.18995 W

Este UTM [m] : 264885.365

Norte UTM [m] : 5923064.059

Cota (H) [m] : 616.601

Punto en el medio del camino de tierra, control de DTM.

GCP 22_5

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

Imagen:

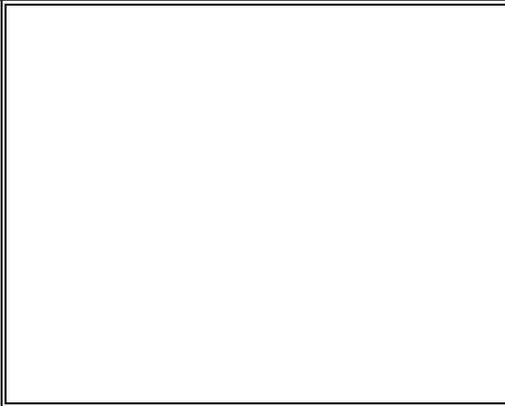
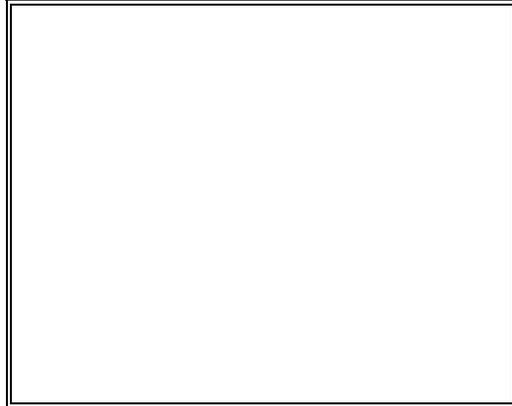


Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator

Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°48'00.38898 S

Longitud [GMS] : 71°39'38.75422 W

Este UTM [m] : 262612.998

Norte UTM [m] : 5923998.714

Cota (H) [m] : 573.195

Punto en el medio del camino de tierra, control de DTM.

GCP 22_6

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

Imagen:

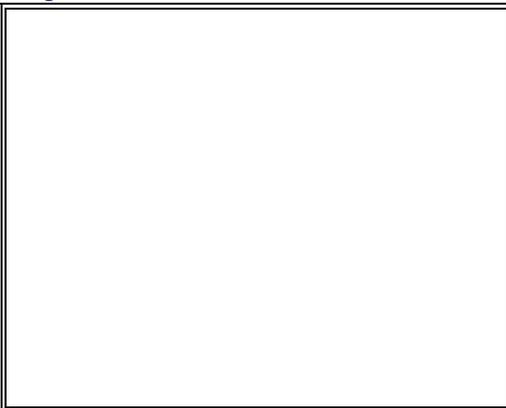
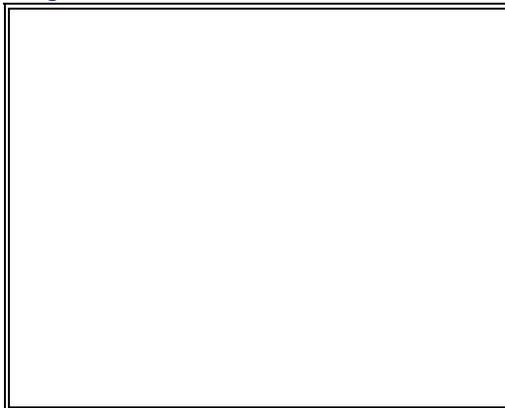
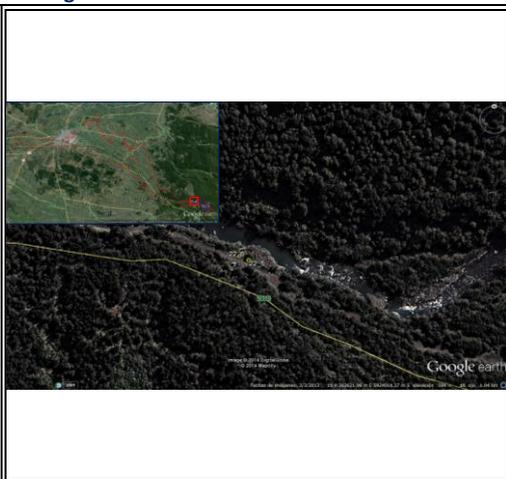


Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator

Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°48'00.25913 S

Longitud [GMS] : 71°39'39.13097 W

Este UTM [m] : 262603.548

Norte UTM [m] : 5924002.456

Cota (H) [m] : 572.670

Punto en el medio del camino de tierra, control de DTM.

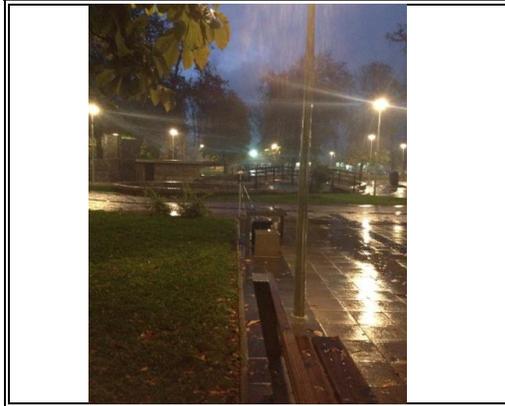
GCP en27_1

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

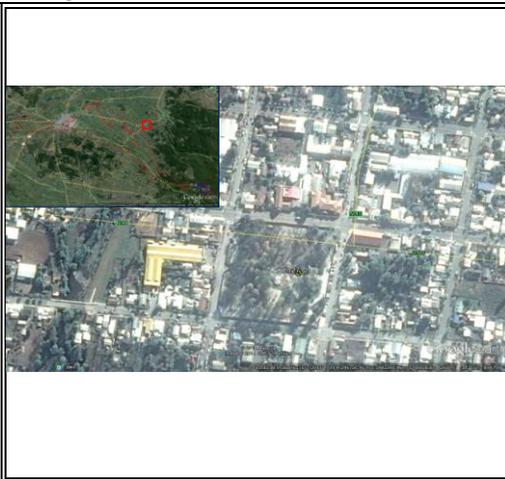
Imagen:



Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator
Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°37'44.82062 S

Longitud [GMS] : 71°49'53.92820 W

Este UTM [m] : 246802.854

Norte UTM [m] : 5942534.912

Cota (H) [m] : 249.897

Esquina de pavimento con la jardinera.

GCP en32_1

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

Imagen:

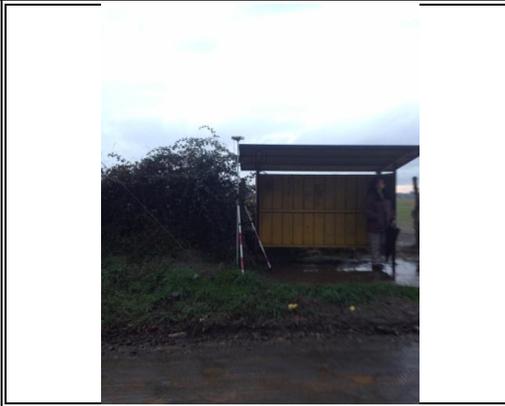


Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator
Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°38'53.56312 S

Longitud [GMS] : 71°52'33.03013 W

Este UTM [m] : 242913.641

Norte UTM [m] : 5940298.421

Cota (H) [m] : 261.091

Esquina, techo del paradero de buses.

GCP en37_1

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

Imagen:



Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator
Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°41'16.31675 S

Longitud [GMS] : 71°53'18.95690 W

Este UTM [m] : 241905.502

Norte UTM [m] : 5935863.846

Cota (H) [m] : 276.778

Esquina, techo del paradero de buses.

GCP n39_1

PROYECTO: 1164_1403_Rio_Chillan

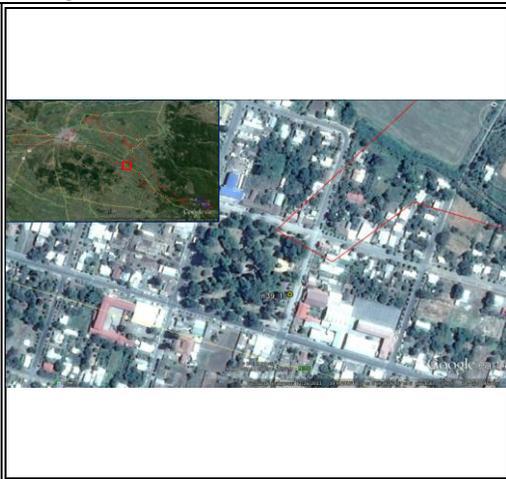
Imagen:



Imagen:



Monografía:



DATUM HORIZONTAL

WGS84, World Geodetic System 1984

DATUM VERTICAL

EGM96

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

UTM, Universal Transversal de Mercator
Huso 19 Sur

Latitud [GMS] : 36°42'13.97720 S

Longitud [GMS] : 71°53'29.91081 W

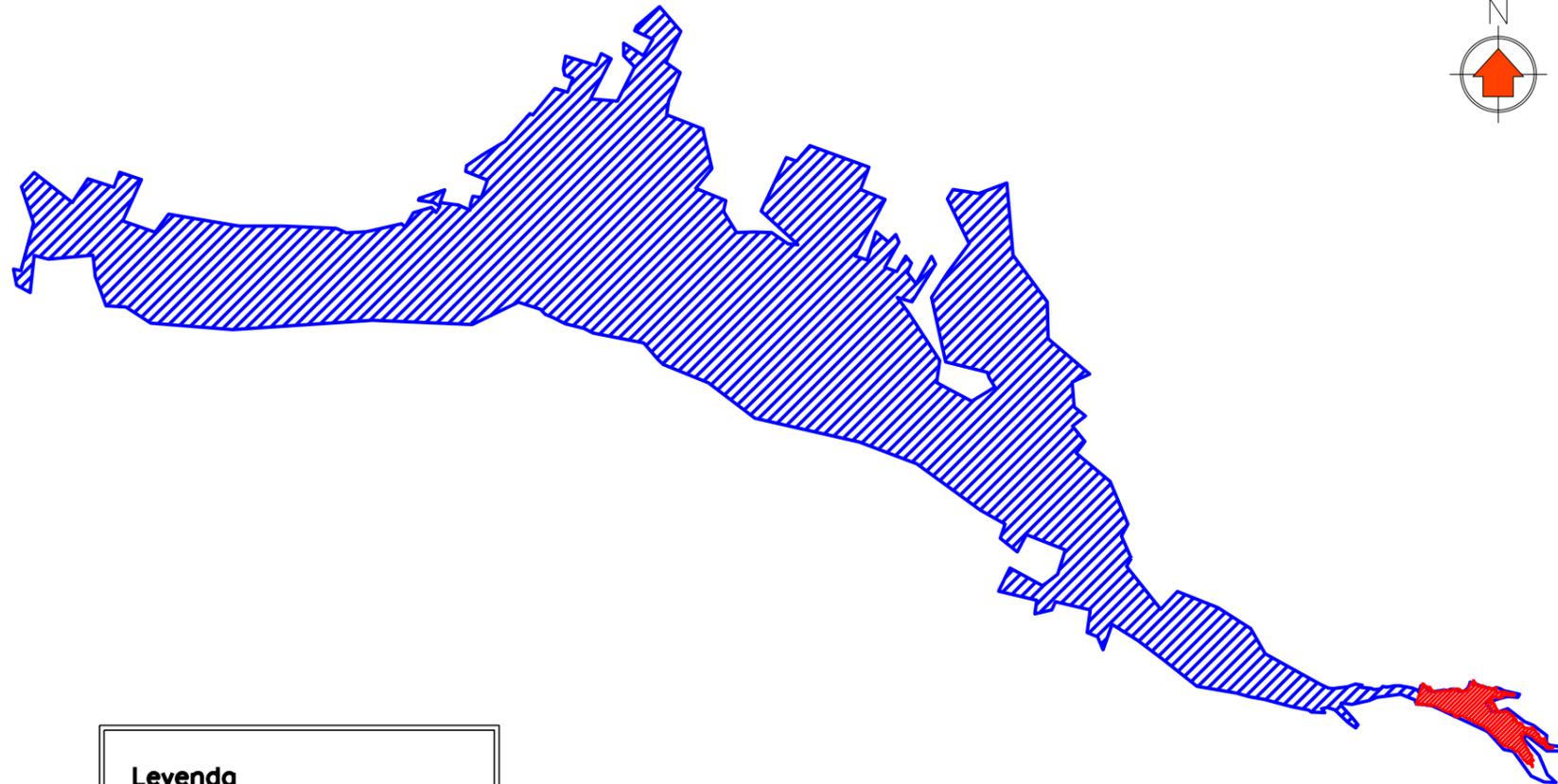
Este UTM [m] : 241687.216

Norte UTM [m] : 5934078.288

Cota (H) [m] : 295.373

Esquina de pavimento con la jardinera.

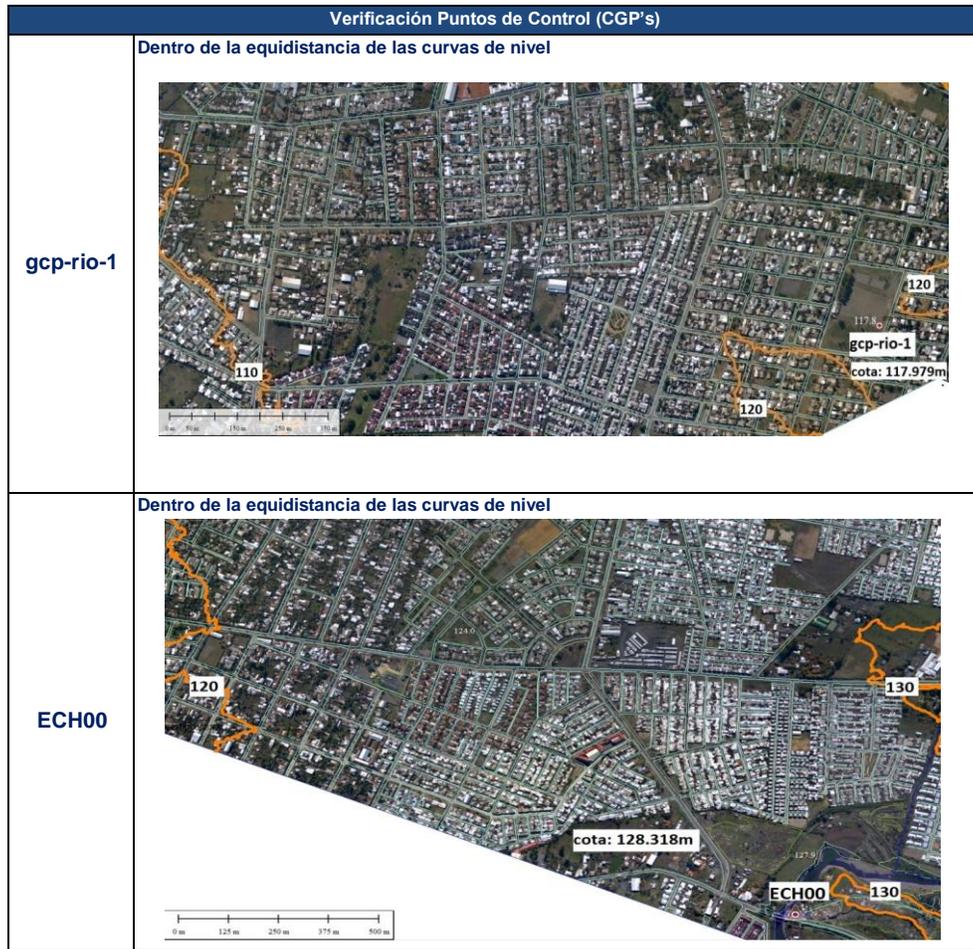
Areas De Interes

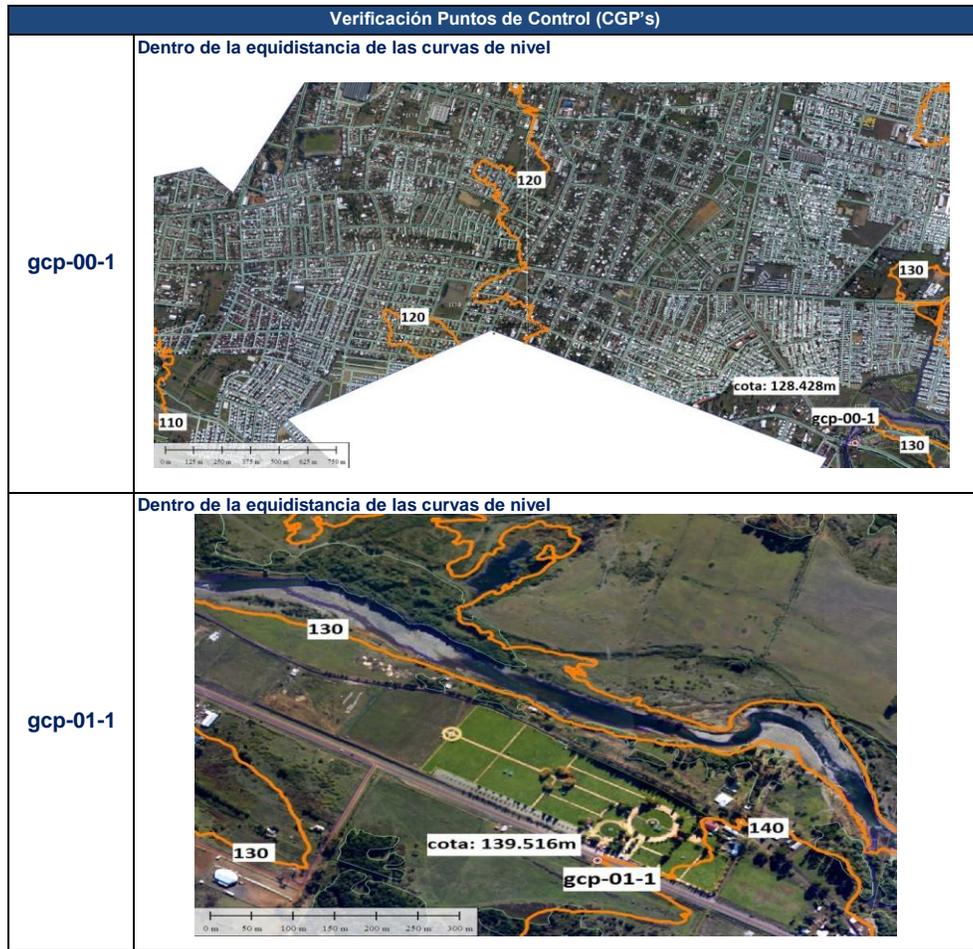


Leyenda

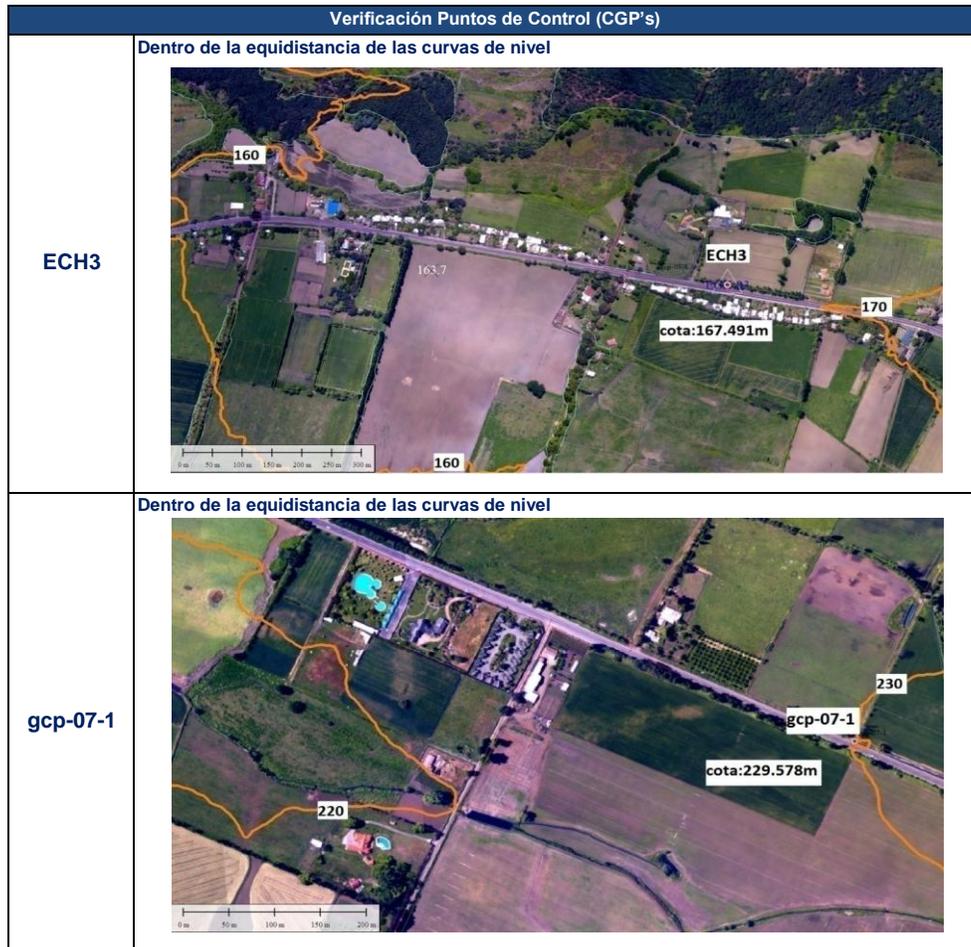
Poligono Escala 1:2.000

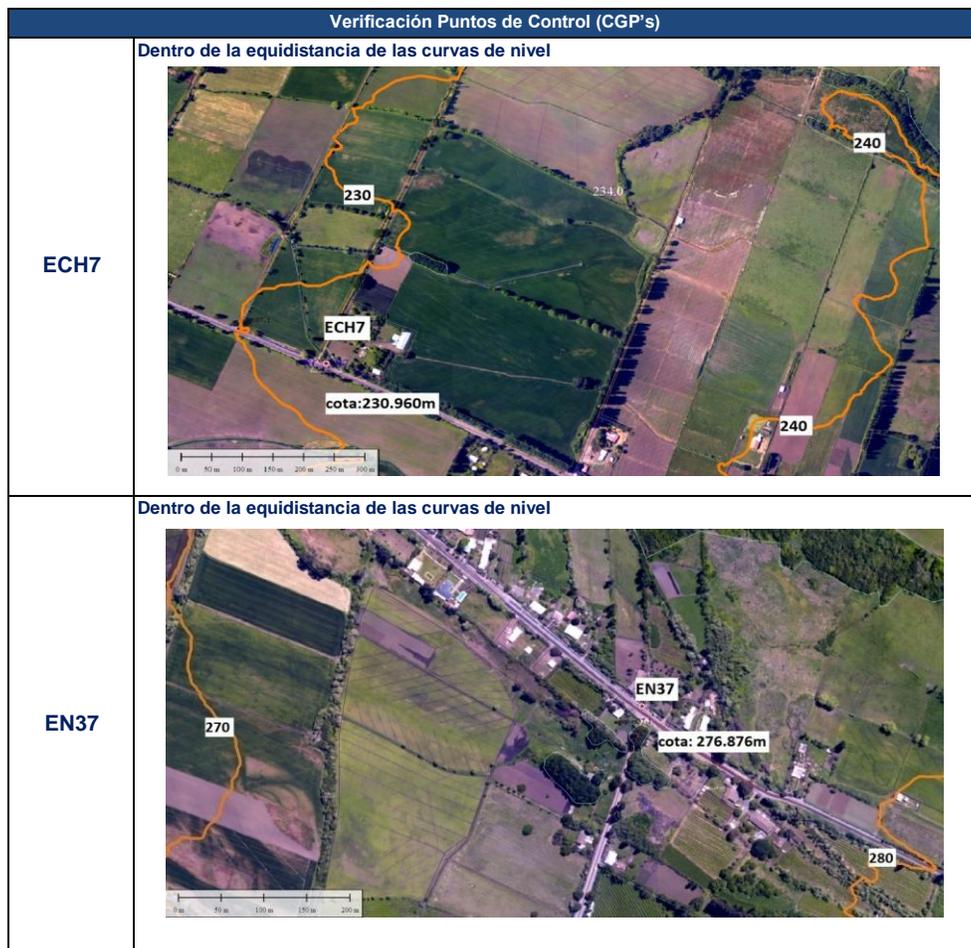

Poligono Escala 1:10.000

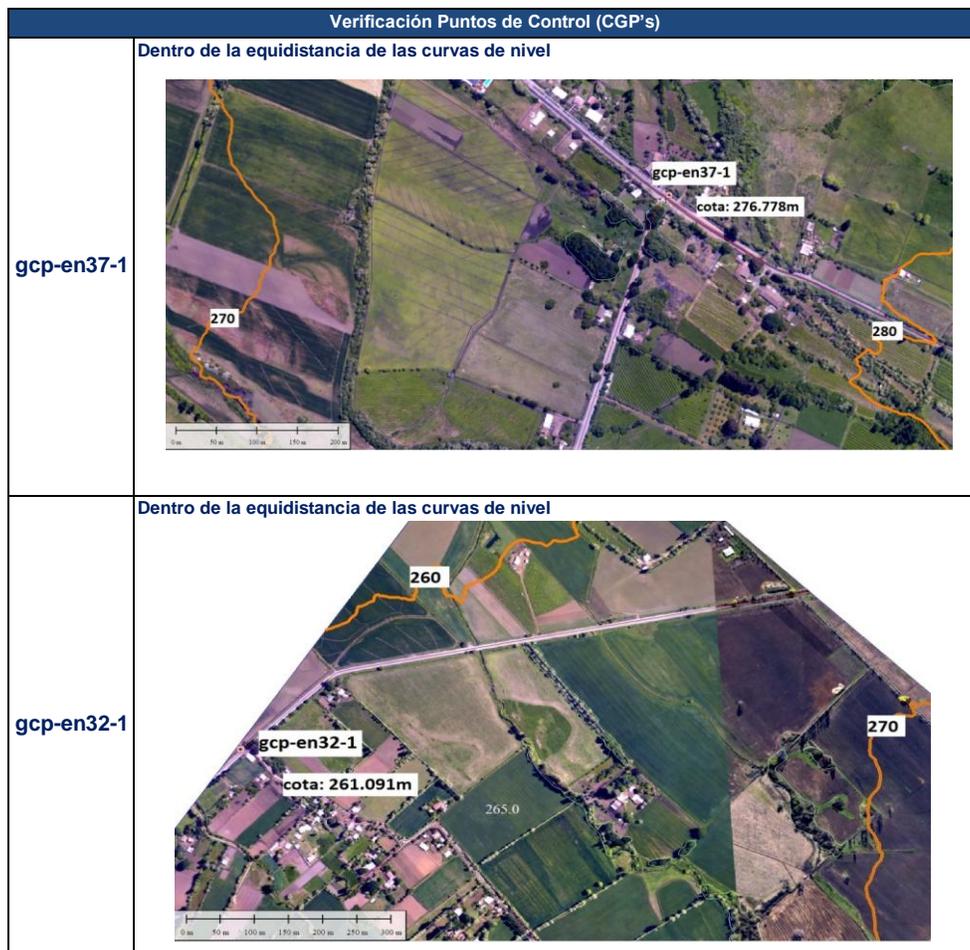



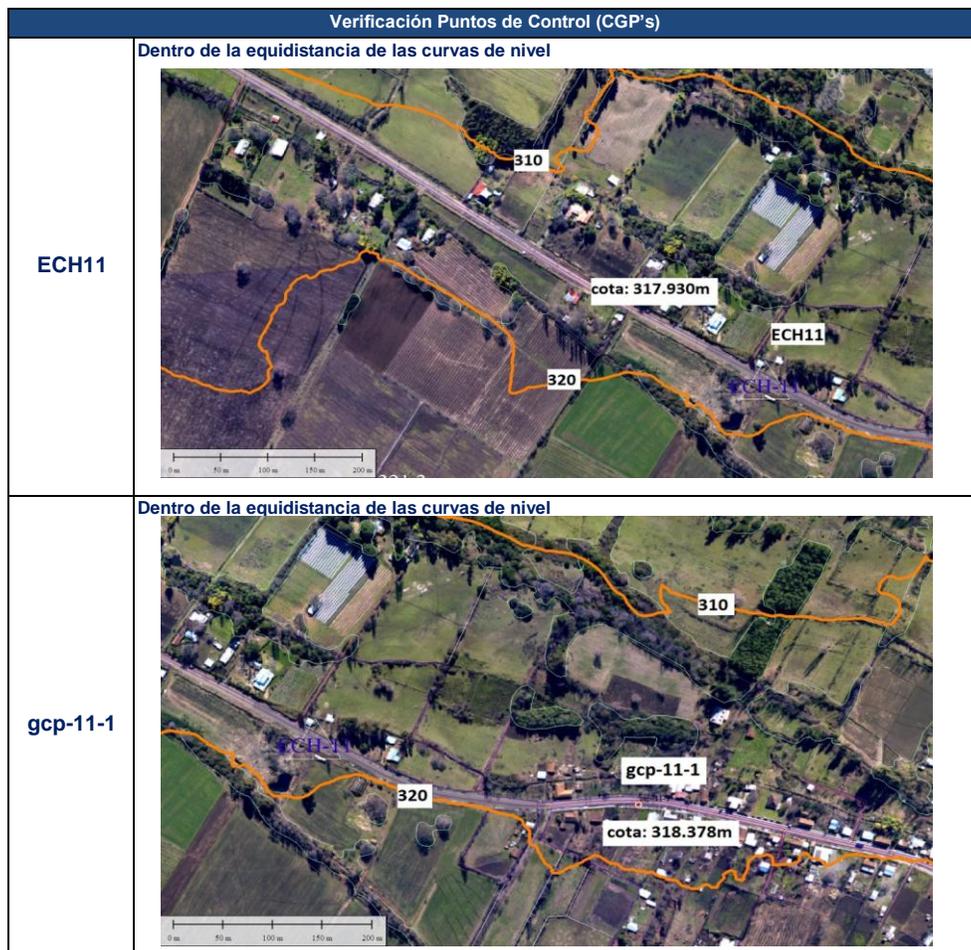


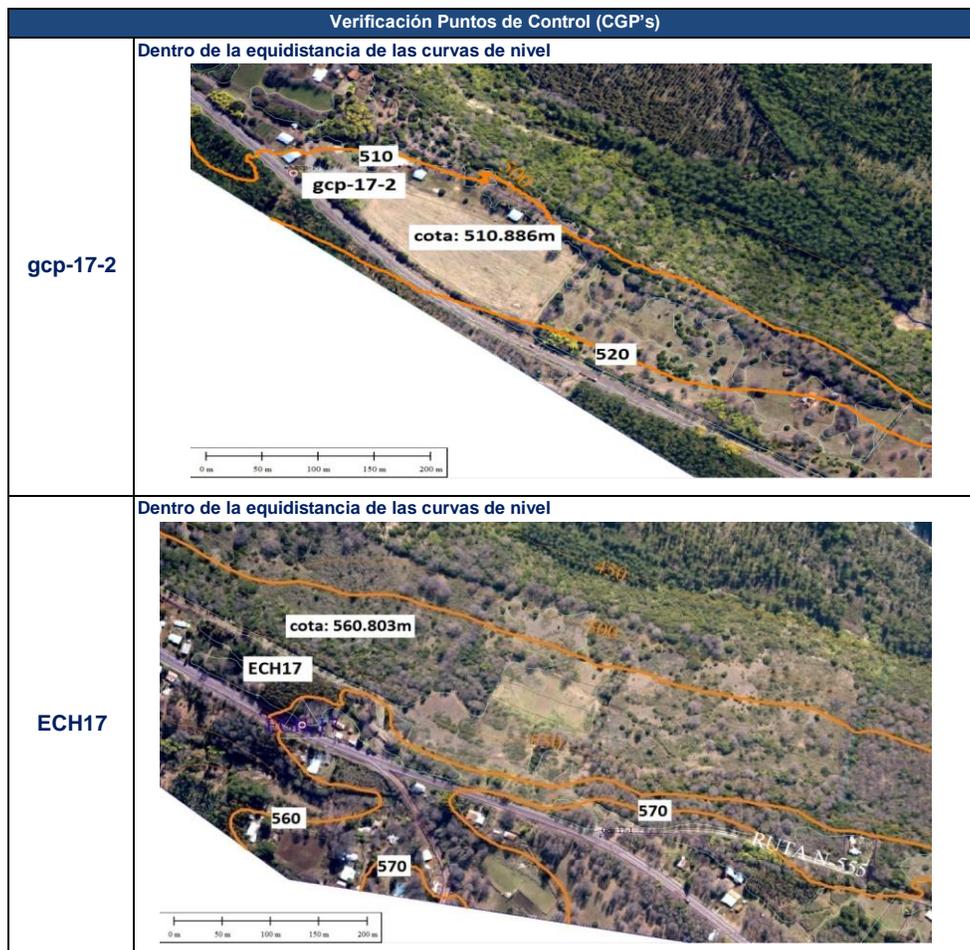
Verificación Puntos de Control (CGP's)	
ECH1	<p>Dentro de la equidistancia de las curvas de nivel</p> 
gcp-03-1	<p>Dentro de la equidistancia de las curvas de nivel</p> 

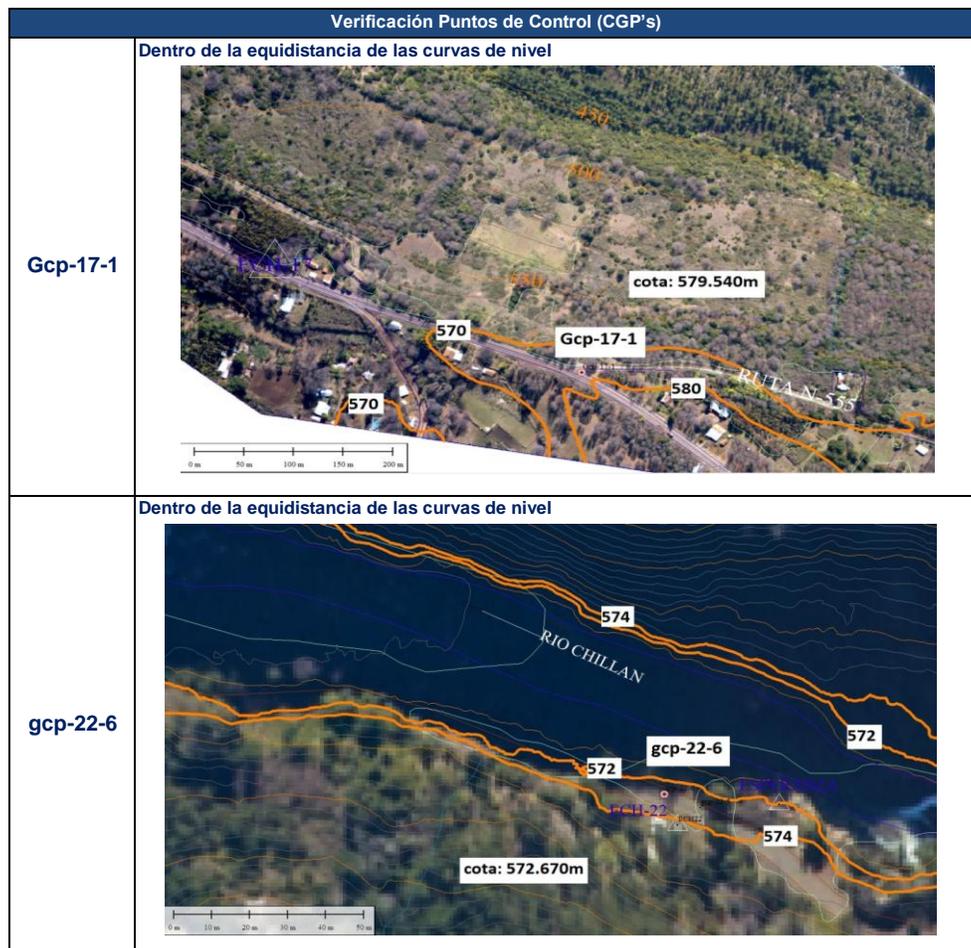


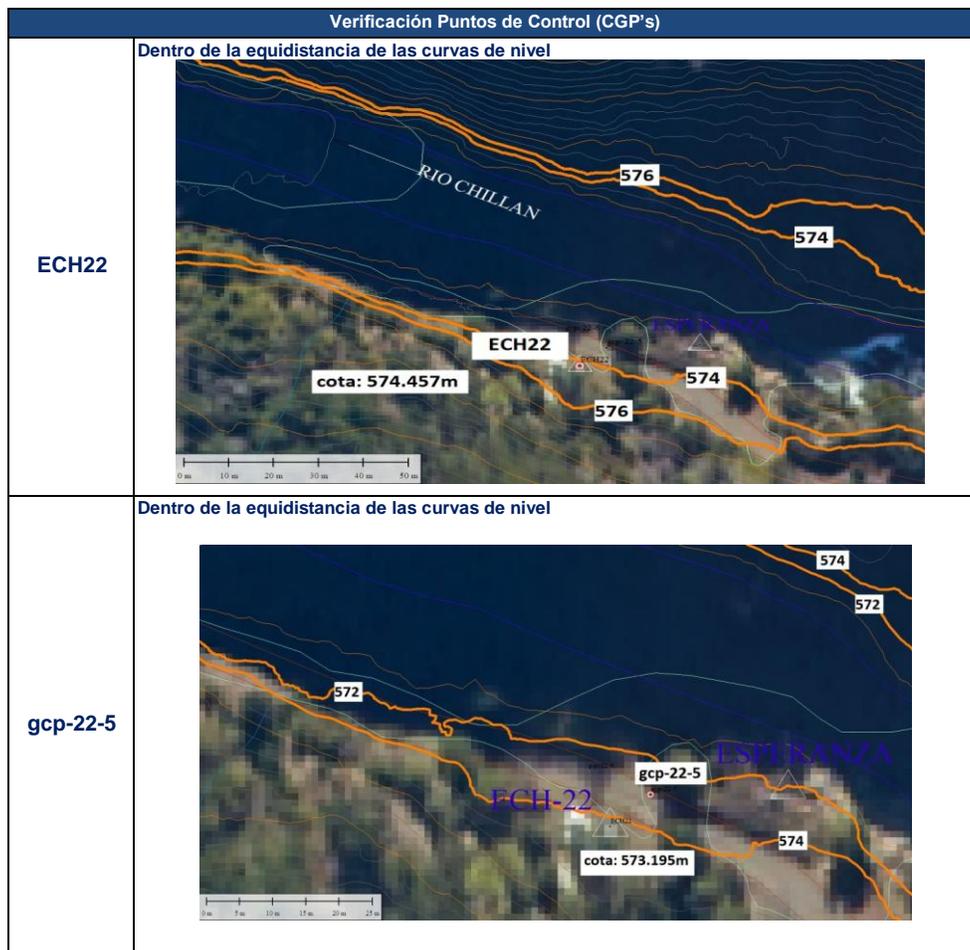


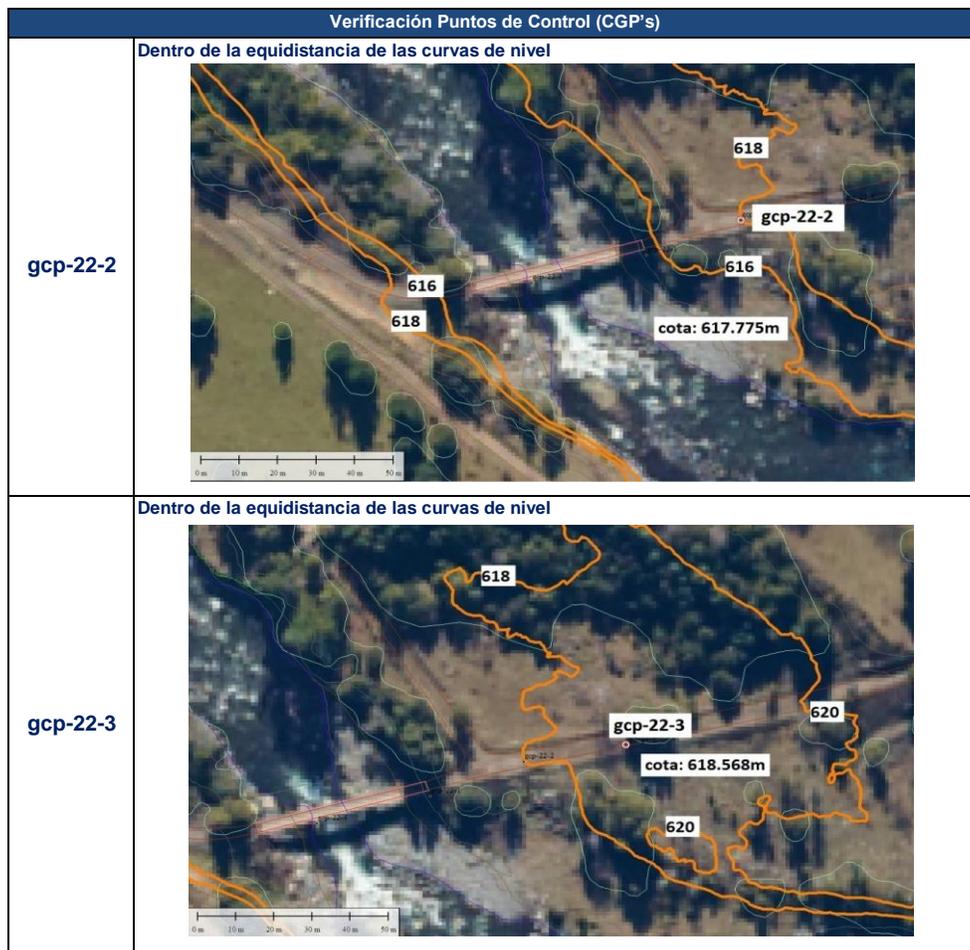












ANEXO TOMO III - CAPÍTULO 3
MECÁNICA DE SUELOS

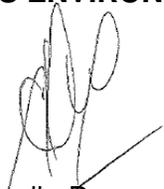
ANEXO 3-1
ANÁLISIS MATERIA ORGÁNICA

INFORME DE ENSAYO

SE1401111

Informe para : **DPI**
Dirección : Juan Moya N°236, Ñuñoa,
Santiago.
Atención : **Rafael Alarcón**
Fecha de Informe : 11-Aug-14
Fecha de Recepción : 04-Aug-14
Muestreado por : DPI
Referencia : SAE-303-14
Proyecto : No Informado

ALS ENVIRONMENTAL



Claudia Donoso
Laboratory Manager

Hermanos Carrera Pinto159, Colina, Santiago, Chile
Tel.: (56 2) 6546109

SE1401111

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				Calicata N°10	Calicata N°12	Calicata N°14
Fecha de Muestreo						
Hora de Muestreo						
Código ALS				SE1401111-001	SE1401111-002	SE1401111-003
Tipo de Muestra				SU	SU	SU
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
<u>PARAMETROS ORGÁNICOS</u>						
MATERIA ORGÁNICA	M.O.	%	06-Ago-14	1.17	6.59	0.91

<= Menor que el límite de detección Indicado
SU: Suelo
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra
LD: Limite de detección.

SE1401111

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				Calicata N°15	Calicata N°18
Fecha de Muestreo					
Hora de Muestreo					
Código ALS				SE1401111-004	SE1401111-005
Tipo de Muestra				SU	SU
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		

PARAMETROS ORGÁNICOS

MATERIA ORGÁNICA	M.O.	%	06-Ago-14	7.28	1.70
------------------	------	---	-----------	------	------

SE1401111

Anexo 1 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 5 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ Muestra(s) recibida(s) en buena(s) condiciones, en el tipo de recipiente adecuado y a 14.0°C.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.

Referencias de Métodos

- ✚ **MATERIA ORGÁNICA:** Método Gravimétrico. Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo.

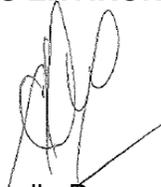
**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

SE1401112

Informe para : **DPI**
Dirección : Juan Moya N°236, Ñuñoa,
Santiago.
Atención : **Rafael Alarcón**
Fecha de Informe : 11-Aug-14
Fecha de Recepción : 04-Aug-14
Muestreado por : DPI
Referencia : SAE-303-14
Proyecto : No Informado

ALS ENVIRONMENTAL



Claudia Donoso
Laboratory Manager

Hermanos Carrera Pinto159, Colina, Santiago, Chile
Tel.: (56 2) 6546109

SE1401112

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				Calicata N° CC-01	Calicata N°06	Calicata N°10
Fecha de Muestreo						
Hora de Muestreo						
Código ALS				SE1401112-001	SE1401112-002	SE1401112-003
Tipo de Muestra				SU	SU	SU
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			

PARAMETROS INORGÁNICOS

Aniones

CLORUROS	Cl	mg/L	06-Ago-14	3.64	5.87	1.57
SULFATOS	SO4	mg/L	06-Ago-14	0.89	4.37	1.78

<= Menor que el límite de detección Indicado

AP (Agua Potable)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

SE1401112

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				Calicata N°11	Calicata N°16
Fecha de Muestreo					
Hora de Muestreo					
Código ALS				SE1401112-004	SE1401112-005
Tipo de Muestra				SU	SU
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		

PARAMETROS INORGÁNICOS

Aniones

CLOURUROS	Cl	mg/L	06-Ago-14	1.07	3.89
SULFATOS	SO4	mg/L	06-Ago-14	2.82	11.78

<= Menor que el límite de detección Indicado

AP (Agua Potable)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

SE1401112

Anexo 1 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 5 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ Muestra(s) recibida(s) en buena(s) condiciones, en el tipo de recipiente adecuado y a 14.0°C.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.

Referencias de Métodos

- ✚ **Aniones por Cromatografía:** EPA Method 300.0 Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography..

**** FIN DEL REPORTE ****

ANEXO 3-2
PERFIL SÍSMICO

REFRACCIÓN SÍSMICA

Índice

1	METODOLOGIA	2
2	ONDAS COMPRESIONALES	2
3	ONDAS DE CORTE	4
4	MEDICIONES DIRECTAS	4
5	INSTRUMENTAL UTILIZADO	5
6	TRABAJOS EN TERRENO	5
7	REGISTRO FOTOGRAFICO.....	7

REFRACION SÍSMICA

En el área de estudio, se ejecuto 1 perfil sísmico, en el cual se aplicaron técnicas combinadas con propagación “directa de ondas compresionales y de corte” y propagación de “ondas Rayleigh”.

A través de las ondas compresionales y de corte, se determinaron los módulos elásticos de Poisson, Young y Corte, para pequeñas deformaciones. Previo al detalle de los resultados se describen a continuación conceptos generales y teoría del método.

1 METODOLOGIA

En la investigación del subsuelo de sitios en que se proyectan emplazamientos y fundaciones de obras civiles, tales como túneles, embalses, tranques, represas, etc., es cada vez más necesario la aplicación del método 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, y calcular los módulos elásticos de Poisson, Young y Corte a partir de las ondas anteriores y de corte. Así mismo, permite calcular la profundidad a las diversas interfaces y el posible buzamiento de los horizontes geológicos.

2 ONDAS COMPRESIONALES

La técnica consiste en generar ondas elásticas compresivas o longitudinales, 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 a lo largo de una línea adosada a una pared de la calicata. 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 del pozo. Se obtiene así una interpretación en forma de perfil a lo largo de la línea investigada, en la que se muestran las características de las capas del subsuelo. Además, se sugiere una correlación geotécnica con estos 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. La correlación geológica se establece posteriormente, con información adicional obtenida de las calicatas y de los sondajes.

A continuación se muestran antecedentes de los trabajos de sísmica en terreno.

Las velocidades sísmicas, observadas durante el desarrollo de este trabajo, se correlacionaron, de acuerdo a los antecedentes bibliográficos y a nuestra experiencia, con unidades geológicas de distintas condiciones geomecánicas. Esta correlación se entrega en la siguiente Tabla.

Tabla 2-1 CORRELACIÓN VELOCIDADES ONDAS SÍSMICAS COMPRESIONALES vs. GEOLOGIA.

VELOCIDAD SISMICA, V_p (m/s)	UNIDAD GEOLÓGICA	CARACTERISTICAS
200 – 600	Capas superficiales, suelos	Sedimentos sueltos, baja compactación
500 – 1.400	Sedimentos y/o roca Descompuesta	Regular compactación y fácil remoción
1.200 – 1.800	Sedimentos compactos y/o rocas muy fracturadas	Removible con Maquinaria pesada.
1.600 – 2.400	Rocas fracturadas	Difícil remoción
2.200 – 3.500	Rocas de regular calidad Geomecánica	Muy difícil remoción
3.300 o mayor	Rocas sanas de buena calidad geomecánica	No removible

Nota: La remoción de la roca se refiere a la aplicación de una retroexcavadora con punta ripper, D10N, de Atlas Copco.

Bibliografía:

- *Geophysical methods*, 1989, Robert Sheriff,
- *Introduction to geophysical Prospecting*, 1988, Dobrin Milton,
- Grant F. and G. West, 1965, *Interpretation theory in Applied Geophysics*,

3 ONDAS DE CORTE

Perturbaciones mecánicas adicionales, tangenciales a la superficie del suelo y perpendiculares a la dirección que sigue el trazado de los geófonos y ejecutadas a través del impacto de un mazo o martillo, causan la propagación directa de ondas elásticas de corte y que no alteran prácticamente las condiciones del suelo.

4 MEDICIONES DIRECTAS

Las ondas elásticas generadas por estas perturbaciones se manifiestan en dos grandes frentes, las de cuerpo (1) que viajan en el interior del medio elástico y las de superficie (2), que se propagan a lo largo de la frontera de un medio semi-infinito, como es la superficie. Las ondas de cuerpo se subdividen a su vez en ondas de compresión o primarias (V_p) y de corte o secundarias (V_s). Las ondas V_p viajan a una velocidad entre 70% y 140% mayor que las V_s , para valores de Poisson (μ) en el rango de 0.25 y 0.4, rango frecuente en suelos y rocas.

A continuación se esquematiza la propagación de estos 2 tipos de frentes de ondas, V_p y V_s .

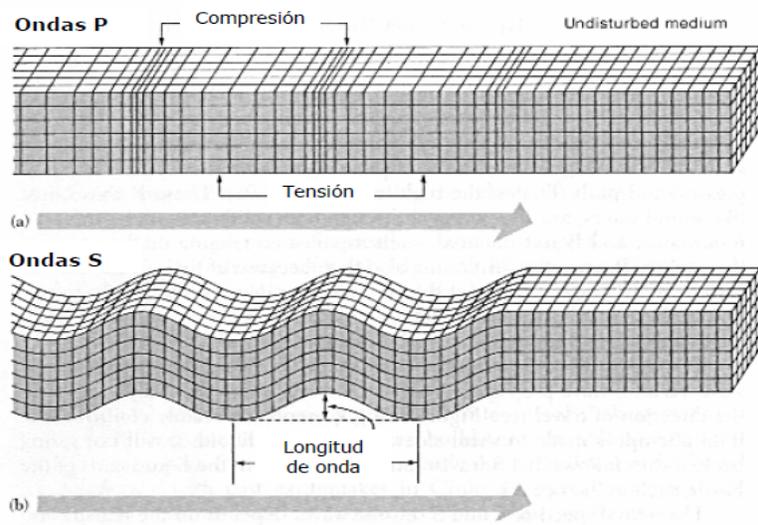


Figura 2. Onda de cuerpo que se dividen en primarias o de compresión (V_p) y secundarias o de cortes (V_s). La velocidad de onda de compresión en suelos y rocas puede ser entre 70 y 140% mayor que la de onda de corte.

5 INSTRUMENTAL UTILIZADO

Durante la ejecución de los trabajos de terreno se utilizó el siguiente equipamiento:

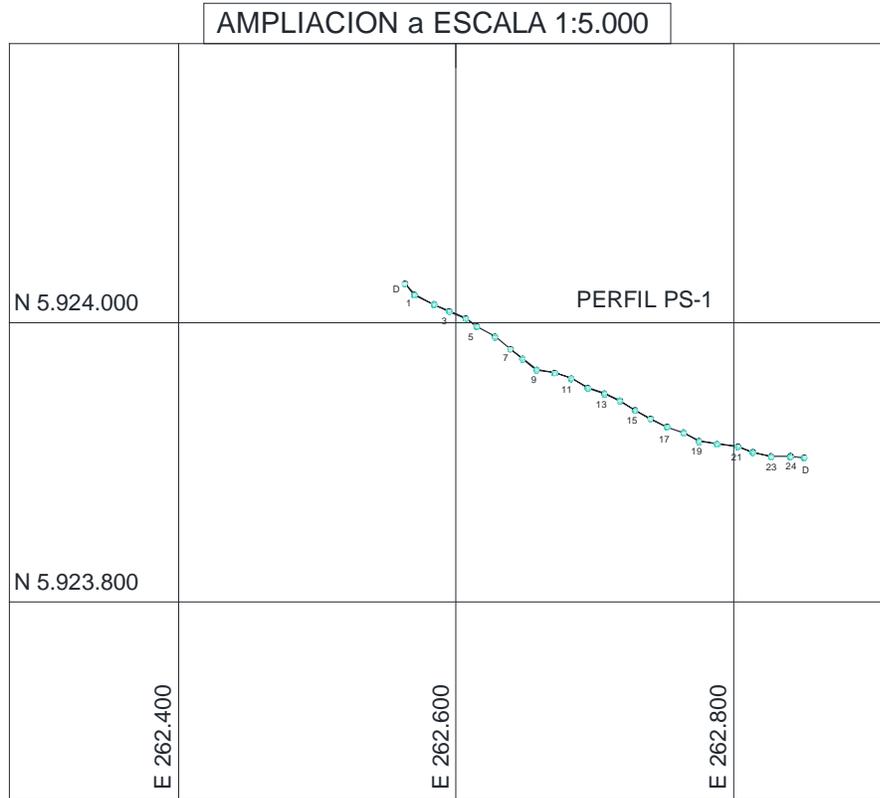
- 1 Sismógrafo GEODE, 24 canales, de GEOMETRICS, USA.
- 2 Cables sísmicos.
- 24 Geófonos verticales y horizontales y accesorios.
- Fuente de la onda sísmica: Explosivo tipo cartucho, modelo Tronex Plus 7/8x8.
- Detonadores eléctricos.
- 2 Camionetas 4x4WD.

6 TRABAJOS EN TERRENO

Se ejecuto 1 perfil de refracción sísmica: **PS1**.El cual investigo una profundidad media de 169 metros y una longitud de 319 metros. Las coordenadas para su ejecución fueron las siguientes:

- Extremo NW: E362563, N 5924028. (UTM, WGS84, HUSO 19)
- Extremo SE:E262851, N 5923903. (UTM, WGS84, HUSO 19)

Figura 6-1 Imagen con ubicación de estudio sísmico referenciado en coordenadas.



7 REGISTRO FOTOGRAFICO



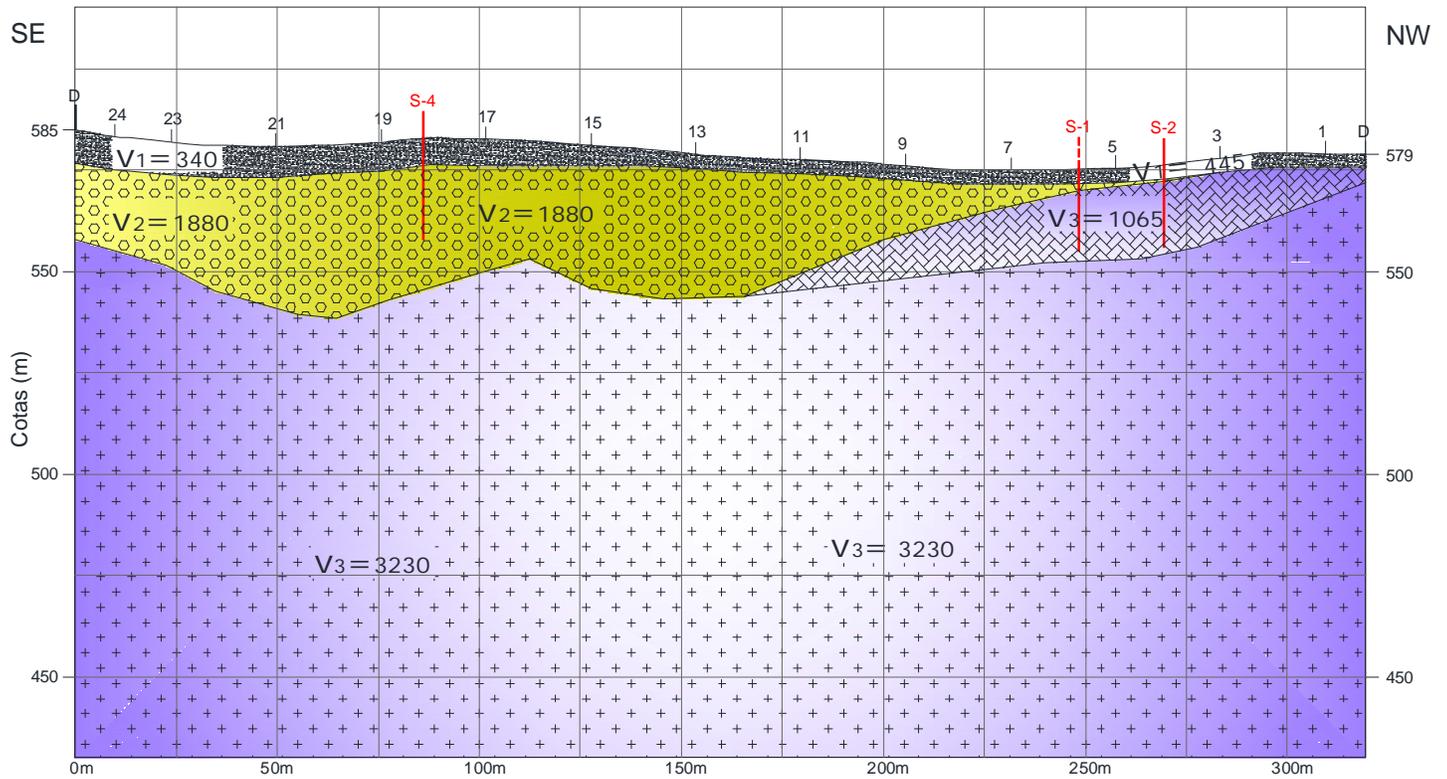
Foto 1. Muestra Línea sísmica al costado norte de camino en dirección SW.



Foto 2. Muestra línea sísmica al costado norte de camino en dirección al NW.

8 RESULTADOS DE MEDICIONES SISMICAS

PERFIL PS-1 SECCION SISMICA



LEYENDA



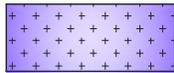
SEDIMENTOS SUELTOS
ARENAS



SEDIMENTOS COMPACTOS
GRAVAS y/o BOLONES



ROCAS FRACTURADAS



ROCA BASAL SANA



UBICACION GEOFONO



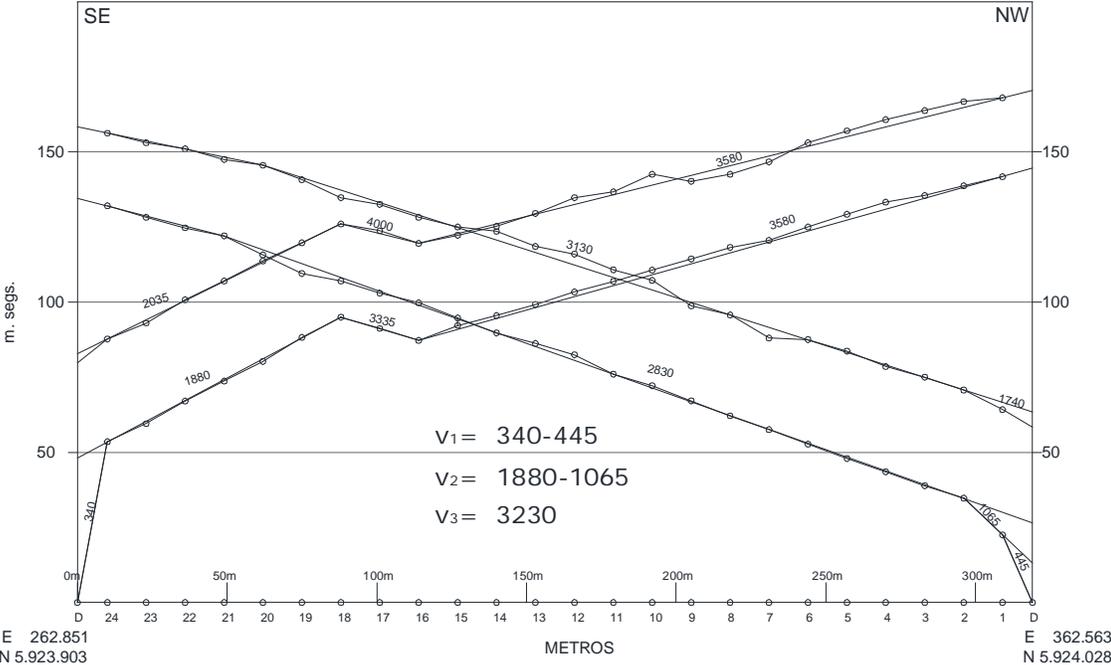
DISPARO SISMICO

V3=800

VELOCIDAD SISMICA
ONDA COMPRESIONAL
en m/seg.

SISMOGRAFO: GEOMETRICS-GEODE 24 CANALES

DIAGRAMA SISMICO CURVA X vs T



SONDAJES ELECTRICOS VERTICALES (SEV)

ÍNDICE

1	METODOLOGIA	2
2	RESISTIVIDAD Y EQUIVALENCIA LITOLÓGICA.....	3
3	INSTRUMENTAL UTILIZADO	4
4	TRABAJOS EN TERRENO	5
5	REGISTRO FOTOGRAFICO.....	7
6	RESULTADOS DE SONSAJES ELECTRICOS	10

SONDAJES ELECTRICOS VERTICALES (SEV)

Con la finalidad de investigar la consolidación de suelo y posibles niveles colgantes de napa de agua en el subsuelo, se realizaron 18 SEV en el área de estudio, que complementarán con los resultados de la sísmica de refracción. Con una longitud de unos 400 metros cada uno y alcanzando una profundidad de 100 metros.

También se han realizado 20 SEV complementarios al estudio estratigráfico en las calicatas en las que no se alcanzó la profundidad requerida. Estos tuvieron una longitud máxima de entre 70-100 metros.

1 METODOLOGIA

La metodología aplicada, SEV, es ampliamente conocida en la investigación del subsuelo, en valles que presentan un espesor significativo de material sedimentario.

En sí, el estudio consiste en hacer circular corrientes que penetren progresivamente el subsuelo, determinando la resistividad que presenta el medio y la profundidad que ingresa la corriente. De esta manera es posible determinar el modelo geo-resistivo correlacionándolo con materiales sedimentarios, agua y roca basal, de acuerdo a resistividades usualmente pre-establecidas en el área.

Al ejecutar varios sondajes eléctricos es posible dibujar la sección que define el valle y así caracterizar los materiales secos, saturados y basamento rocoso.

La modalidad aplicada en esta oportunidad consistió en la realización de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) en modalidad Schlumberger. Este método tiene como objetivo investigar la distribución vertical de resistividades eléctricas bajo el punto central del dispositivo usado.

La condición ideal para la aplicación del método de Sondajes Eléctricos es que el subsuelo corresponda a una formación de capas homogéneas con contrastes adecuados

entre las resistividades de cada una de ellas, situación que suele darse en los terrenos del área central.

A fin de medir en terreno los parámetros a interpretar, se usa un sistema doble de electrodos tanto de emisión (A B) como de recepción (M N). Leyendo la corriente entregada en A B y el potencial en M N es posible determinar a través de correcciones geométricas un valor de resistividad aparente para profundidades crecientes.

Las resistividades aparentes obtenidas durante el desarrollo del estudio se llevan en coordenadas bilogarítmicas a un gráfico contra la apertura de los electrodos transmisores $AB/2$. La curva obtenida, constituye el dato de terreno que luego se usa en la interpretación de los SEV.

Esto último se logra a través de un software computacional especialmente desarrollado para este tipo de trabajo por el presente autor y con el uso de sistemas numéricos sofisticados que implica iterar las numerosas soluciones posibles.

2 RESISTIVIDAD Y EQUIVALENCIA LITOLÓGICA

La resistividad de los medios no depende rigurosamente de los agregados sólidos que los componen, ya que normalmente estos son perfectamente aislantes, con excepción de los minerales metálicos tales como algunos sulfuros y metales, los cuales son perfectos conductores. También ocurre algo parecido con las arcillas, que por fenómenos de polarización de las moléculas de agua adheridas, presentan una buena conductividad.

Por otra parte, todos los medios geológicos presentan mayor o menor porosidad y/o fragmentación, que al estar rellenos con electrolitos manifiestan un carácter conductor.

A su vez, el aumento de la concentración de sales disueltas en los fluidos que ocupan los poros, aumenta considerablemente el carácter conductor de las rocas.

Es por ello que en general la resistividad de un medio está asociada a su porosidad, contenido de electrólitos, arcillas y agregados sólidos que lo constituyen.

La lista siguiente, muestra los rangos normales de resistividades que se encuentran en las formaciones que se señalan:

Tabla 2-1 Resistividades de Materiales más Comunes en el Subsuelo

Suelos	Resistividades en Ohm-m
Margas	1 - 10 ²
Arcillas	1 - 10 ²
Limos	10 - 10 ²
Arenas	10 - 10 ³
Gravas	10 - 10 ⁴
Agua Dulce	30 - 10 ³
Agua Salada	0.1- 1
Rocas Consolidadas	10 ³ - 10 ⁵

Como se aprecia de la tabla anterior el rango de diferentes suelos se traslapa y la correlación entre litología y resistividad dependerá del conocimiento de la geología y las características propias de cada zona.

3 INSTRUMENTAL UTILIZADO

Durante la ejecución de los trabajos de terreno se utilizó el siguiente equipamiento:

- Transmisor de 1.0 Kw
- Milivoltímetro digital con resolución 0.1 mV
- 1 Generador (220 V, 50 Hz)
- Cables eléctricos y estacas de cobre (transmisores de la electricidad al terreno)
- Computador Notebook para procesamiento.
- 4 ayudantes de terreno.

4 TRABAJOS EN TERRENO

Se realizaron 18 SEV y 20 SEV complementarios al estudio estratigráfico de las calicatas.

Las siguientes tablas muestran las localizaciones:

Tabla 4-1 Coordenadas SEV

Nº SEV	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
1	254.861	5.924.542
2	254.862	5.924.508
3	254.895	5.924.424
4	257.224	5.923.993
5	257.215	5.924.026
6	257.183	5.924.106
7	257.187	5.924.136
8	264.918	5.923.064
9	264.931	5.923.040
10	264.985	5.923.032
11	264.792	5.923.038
12	264.815	5.923.057
13	264.122	5.923.599
14	264.211	5.923.716
15	264.256	5.923.514
16	264.305	5.923.628
17	264.000	5.923.703
18	264.088	5.923.769

Tabla 4-2 SEV Complementarios a las Calicatas

Nº SEV	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
C-01	254.889	5.924.540
C-02	254.991	5.924.469
C-03	257.203	5.924.139
C-04	257.209	5.924.101
C-05	257.245	5.923.983
C-07	257.612	5.924.112
C-08	257.627	5.924.026
C-09	257.425	5.924.048
C-13	264.113	5.923.536
C-14	264.151	5.923.593
C-17	264.378	5.923.421
C-19	264.768	5.923.062
C-20	264.814	5.923.029
C-21	264.952	5.923.040
C-22	265.009	5.923.072
C-23	265.051	5.923.077
C-24	265.043	5.923.050
C-25	265.009	5.923.072
CC-07	246.677	5.931.762
CC-10	240.829	5.935.102

5 REGISTRO FOTOGRAFICO



Foto 1. Preparación de SEV-1, lado sur de río.



Foto 2. Preparativos de instalación en SEV-5 al costado sur del río.



Foto 3. Desbroce realizado para acceder a SEV-6 y 7, costado norte de río.



Foto 4. Ejecución del SEV-7, costado norte de río.



Foto 5. Ejecución del SEV-9 al costado norte de río.



Foto 6. Toma de datos de terreno en SEV 12, lado sur de río.

6 RESULTADOS DE SONSAJES ELECTRICOS

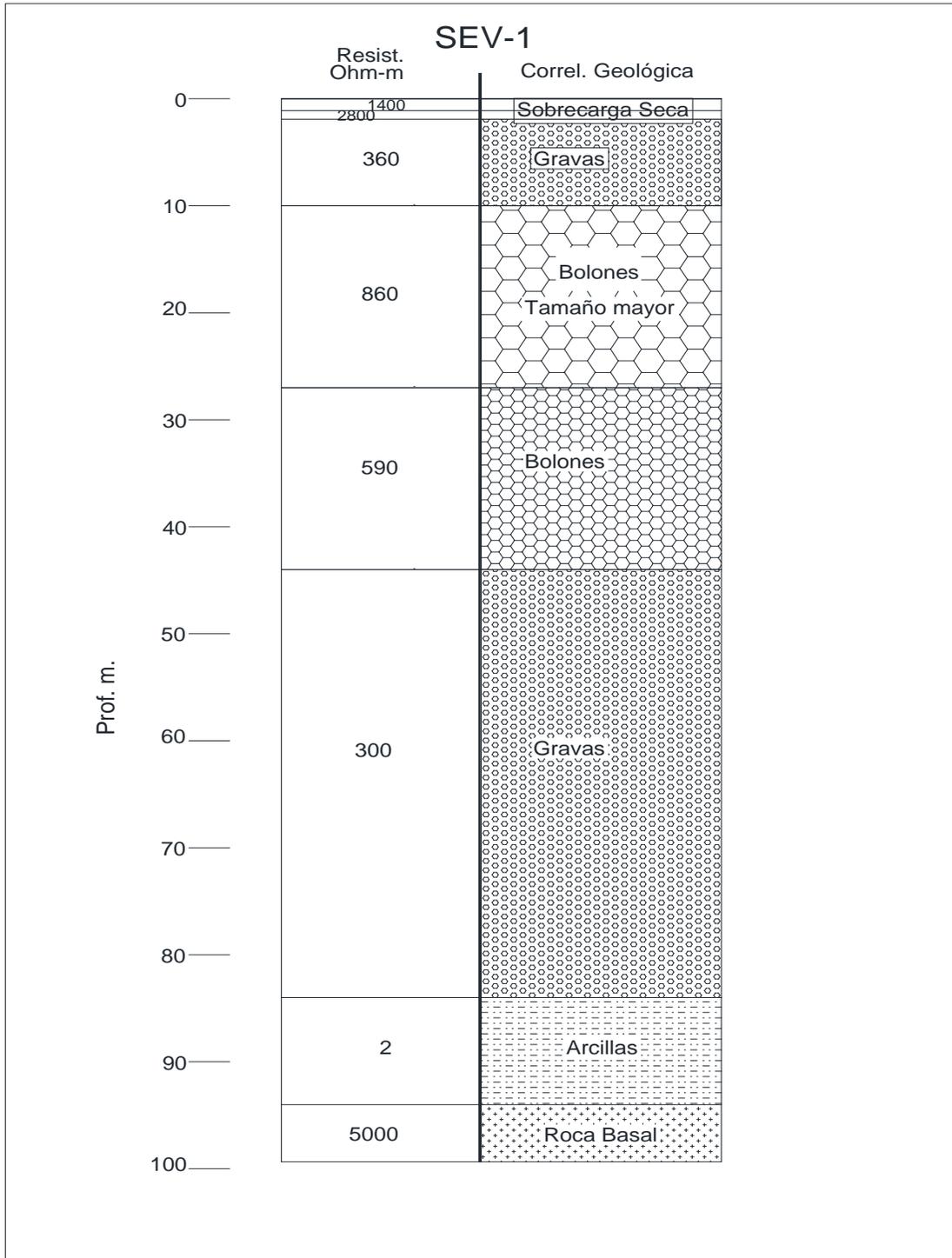
A continuación se presentan los datos obtenidos en los 18 SEV ejecutados.

Los resultados se muestran de la siguiente forma:

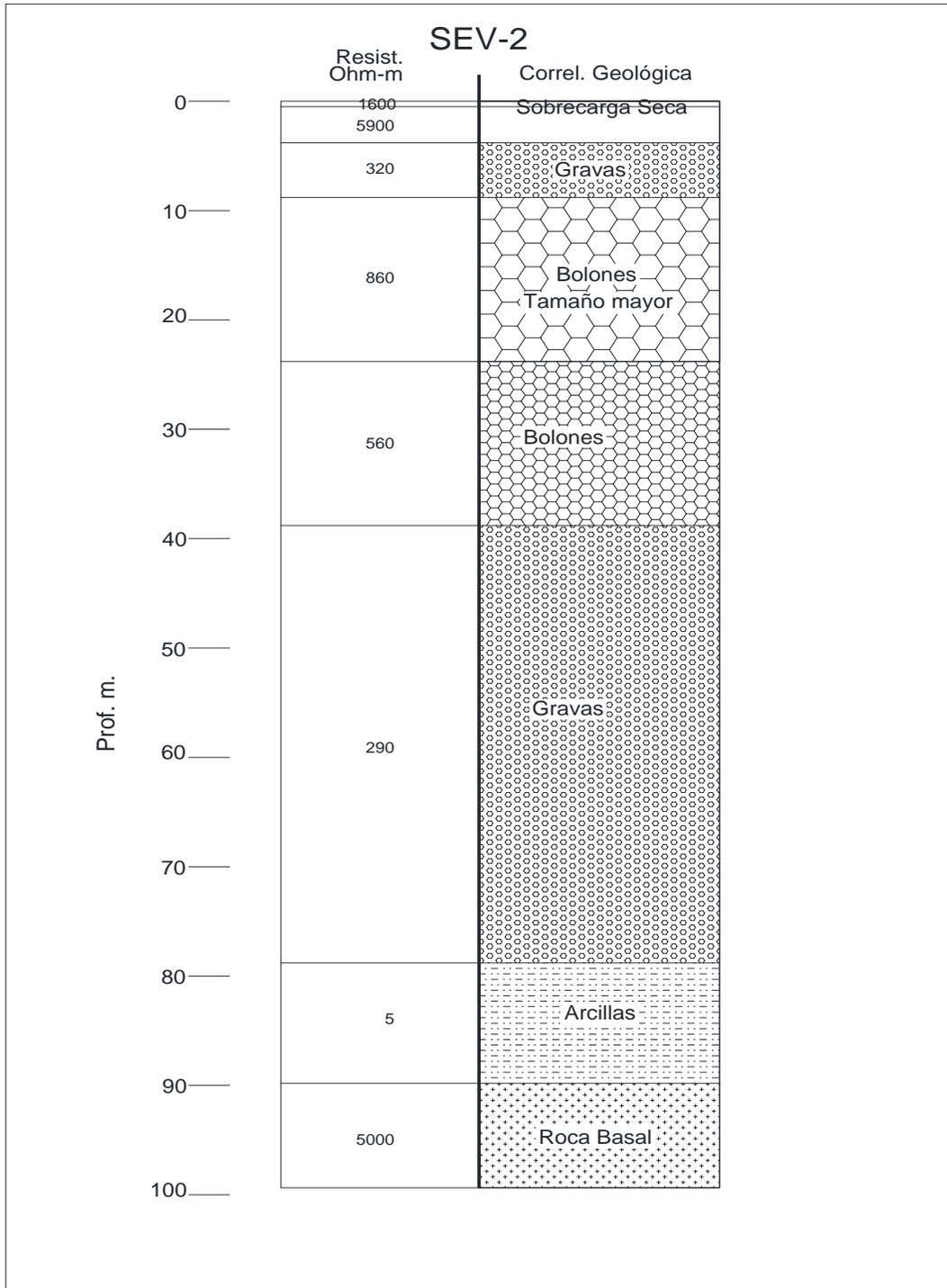
- Columna estratigráfica correspondiente a la interpretación de la curva de resistividades obtenida en terreno para cada sondaje eléctrico.
- Sección geológica originada por la unión de varios sondajes eléctricos, en función de su localización geográfica.

Los resultados de los sondajes correspondientes a la complementación de las calicatas, se entregan en el estudio estratigráfico junto a su calicata correspondiente.

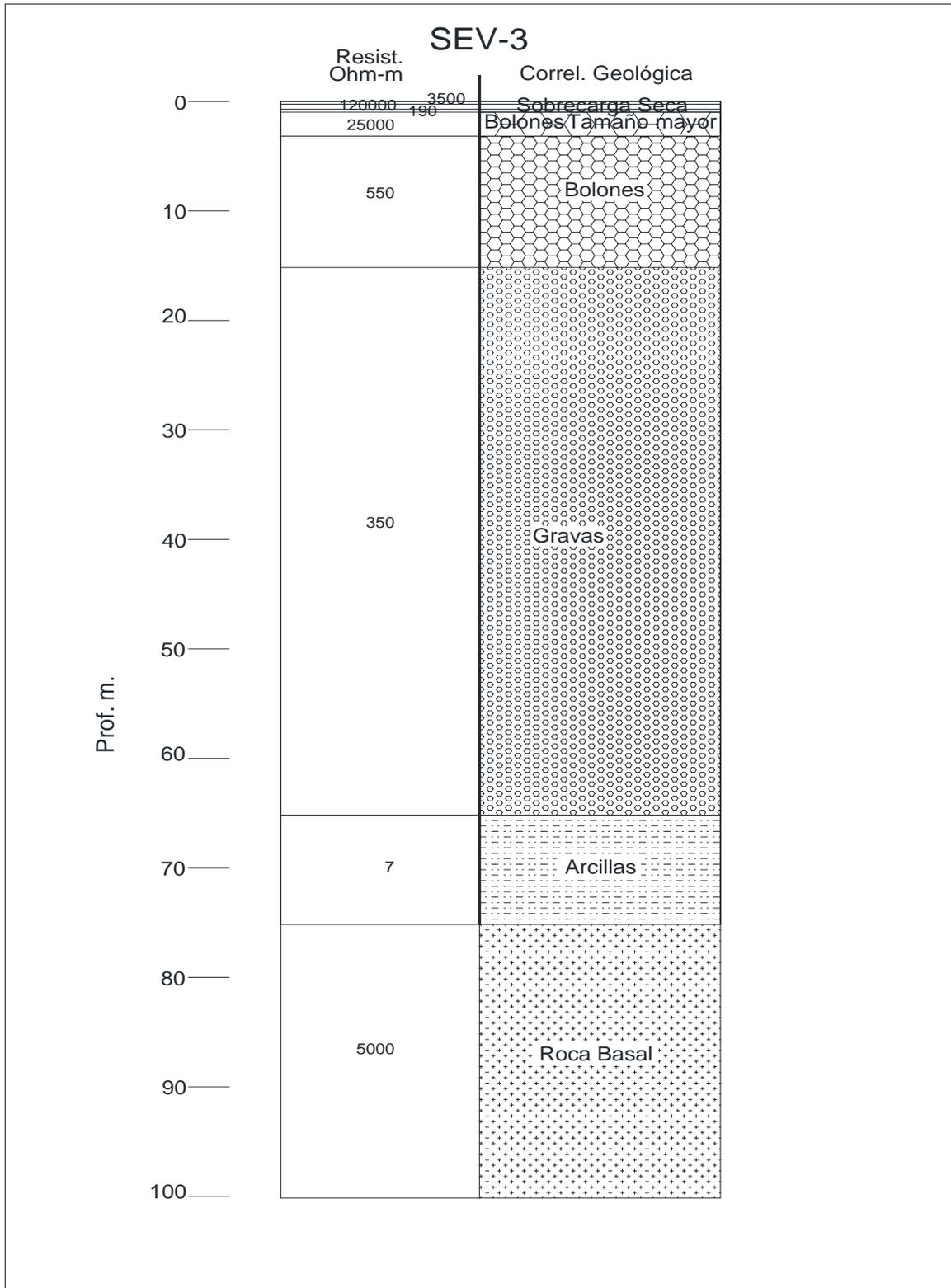
SEV-01 Coordenadas E 254.861, N 5.924.542.



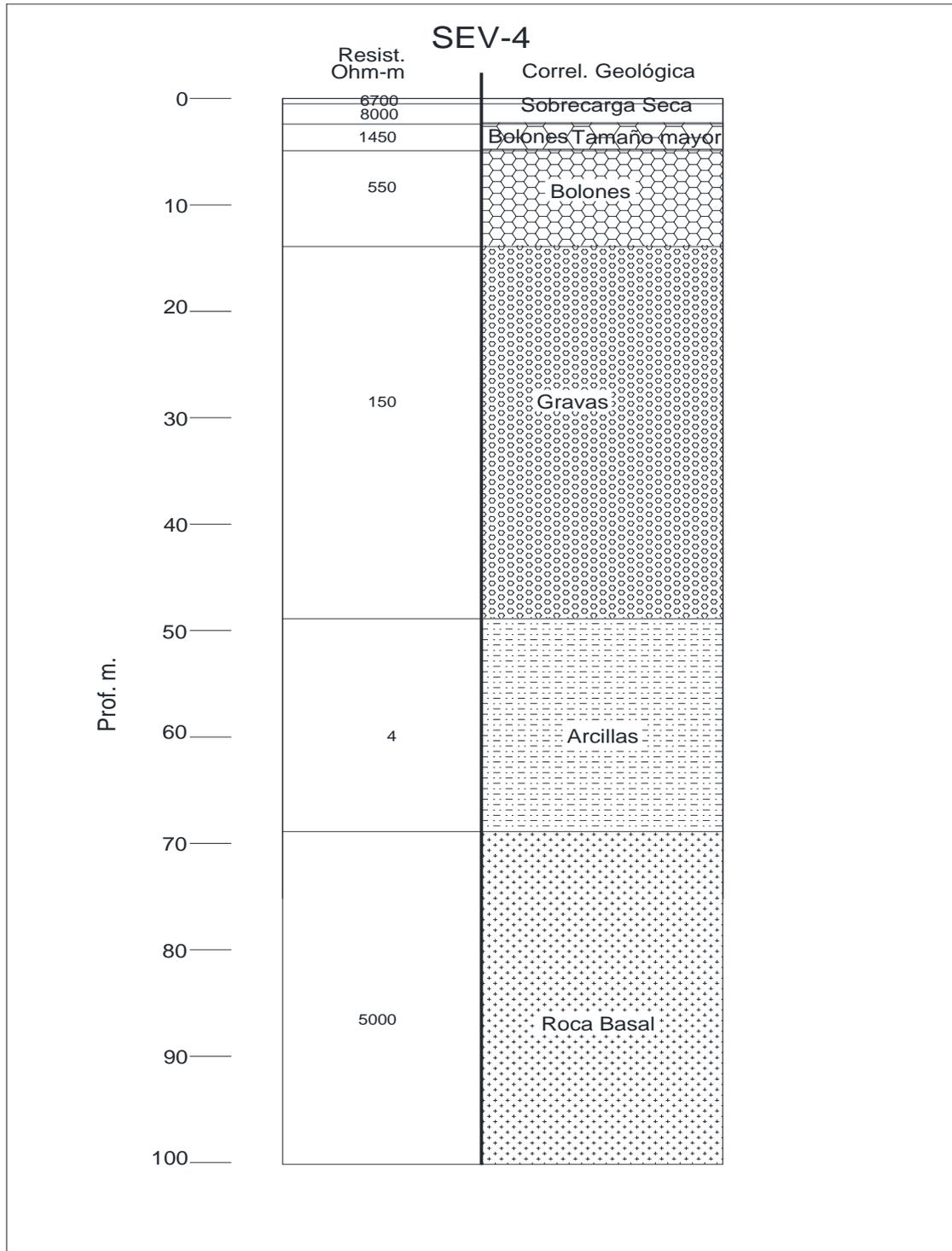
SEV-02 Coordenadas E 254.862, N 5.924.508.



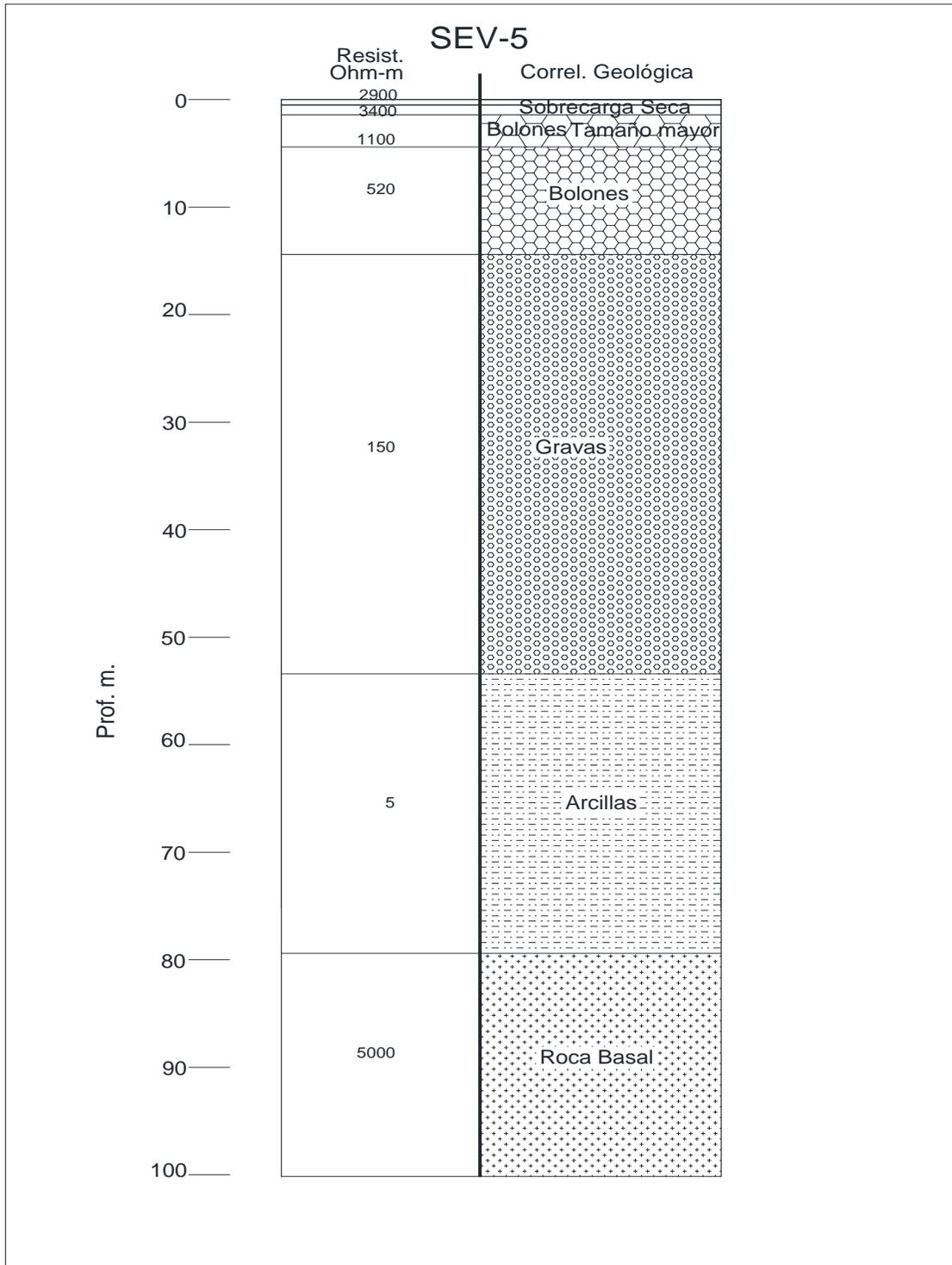
SEV-03 Coordenadas E 254.895, N 5.924.424.



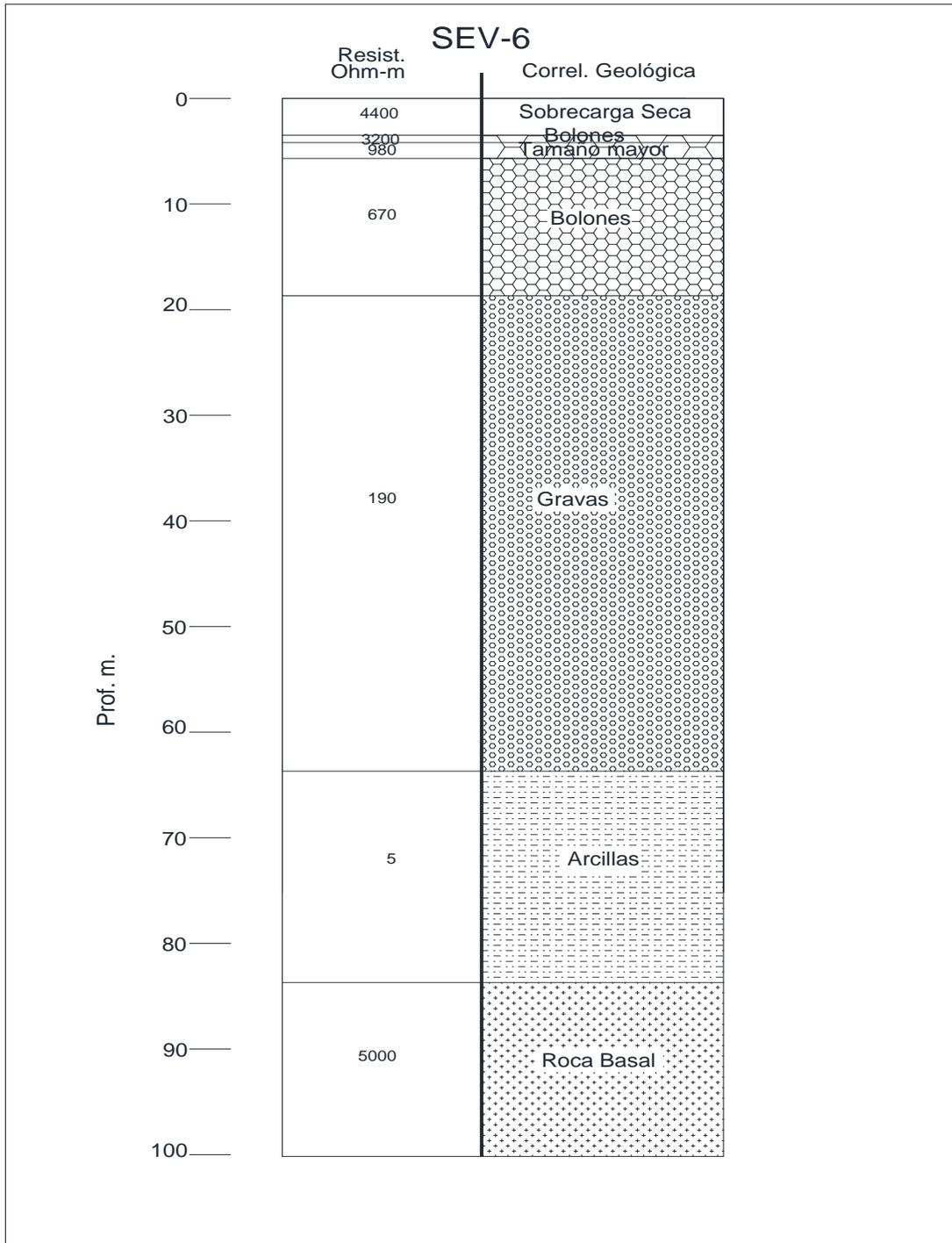
SEV-04 Coordenadas E 257.224, N 5.923.993.



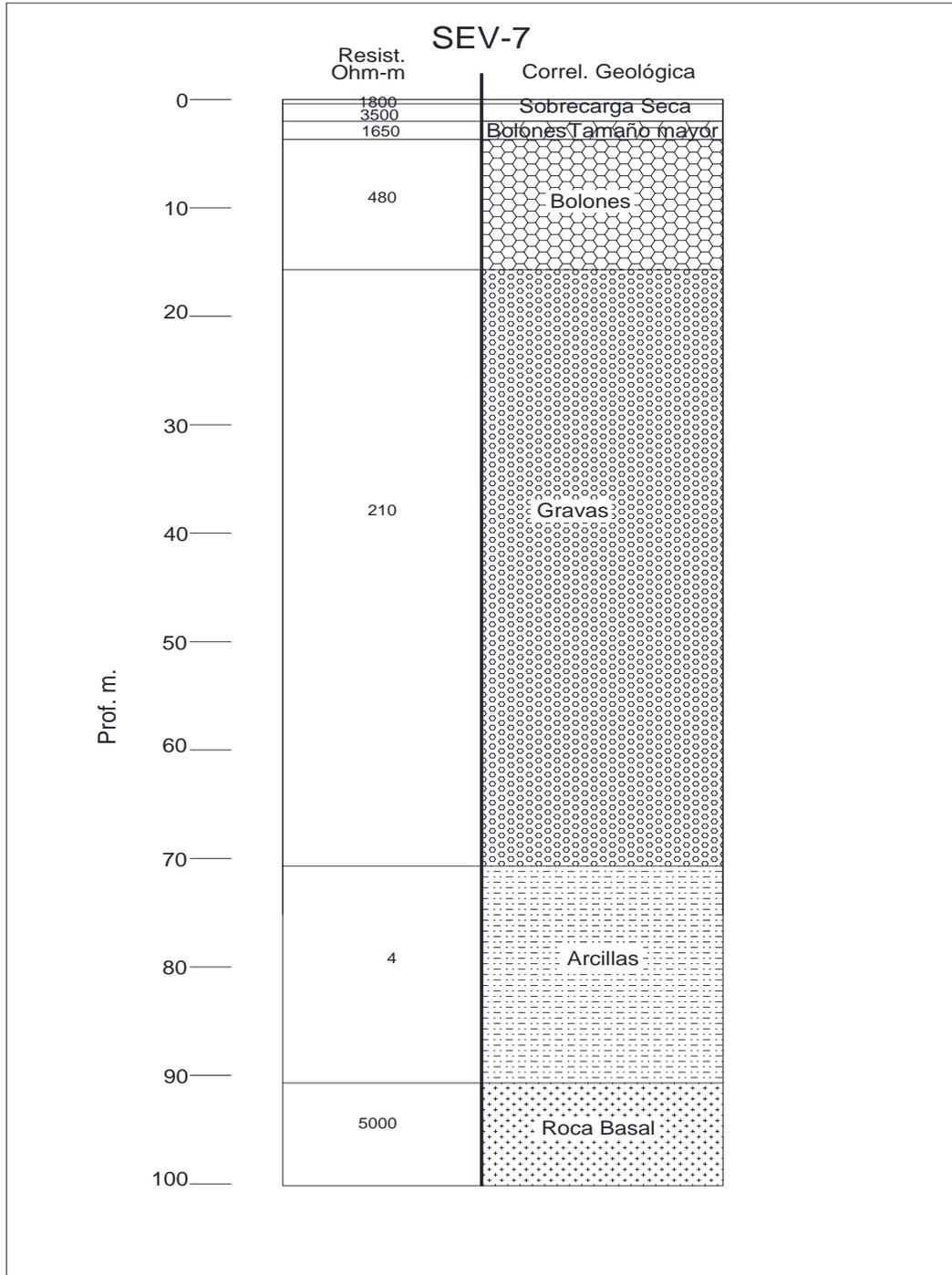
SEV-05 Coordenadas E 257.215, N 5.924.026.



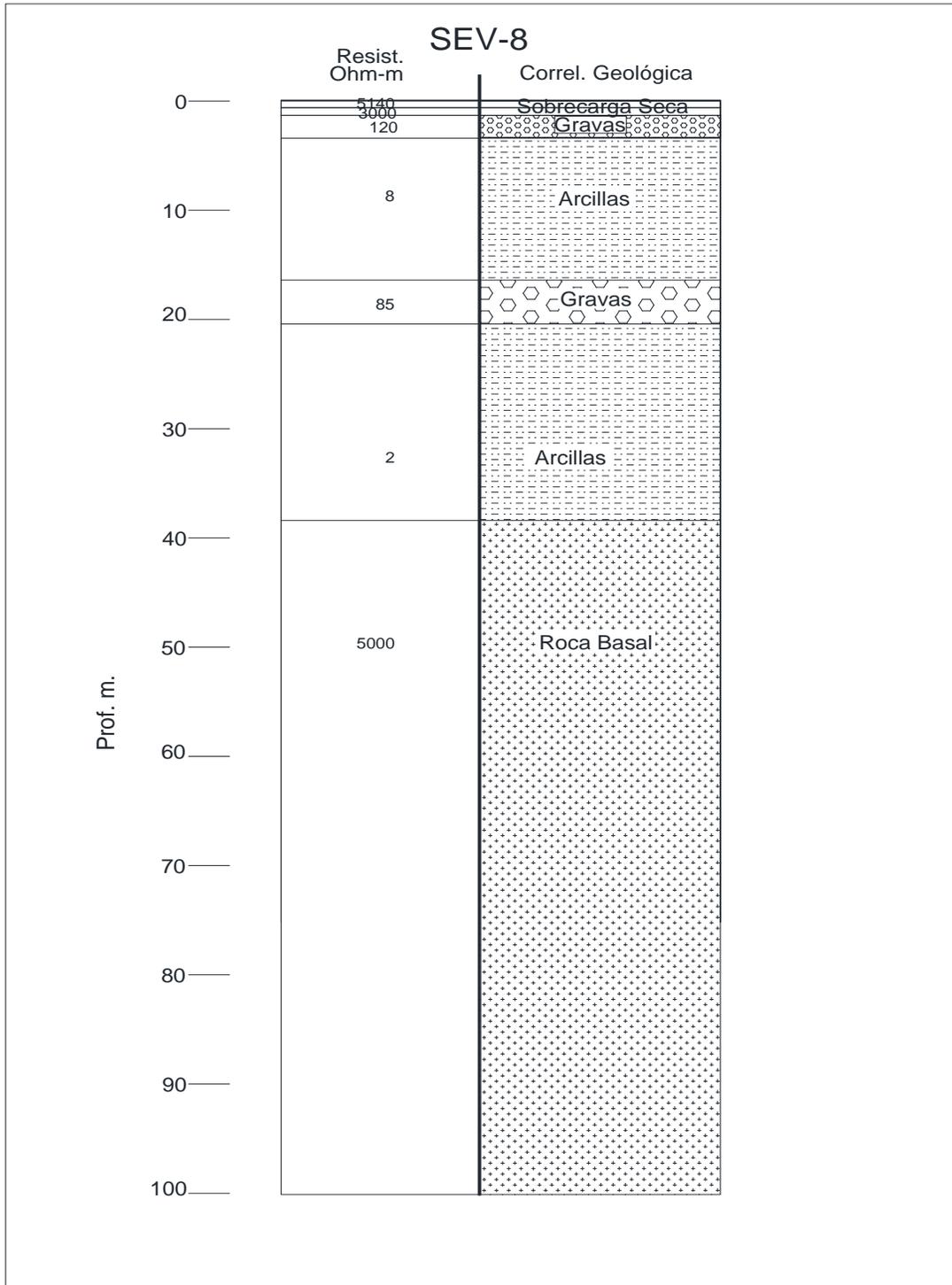
SEV-06 Coordenadas E 257.194, N 5.924.080.



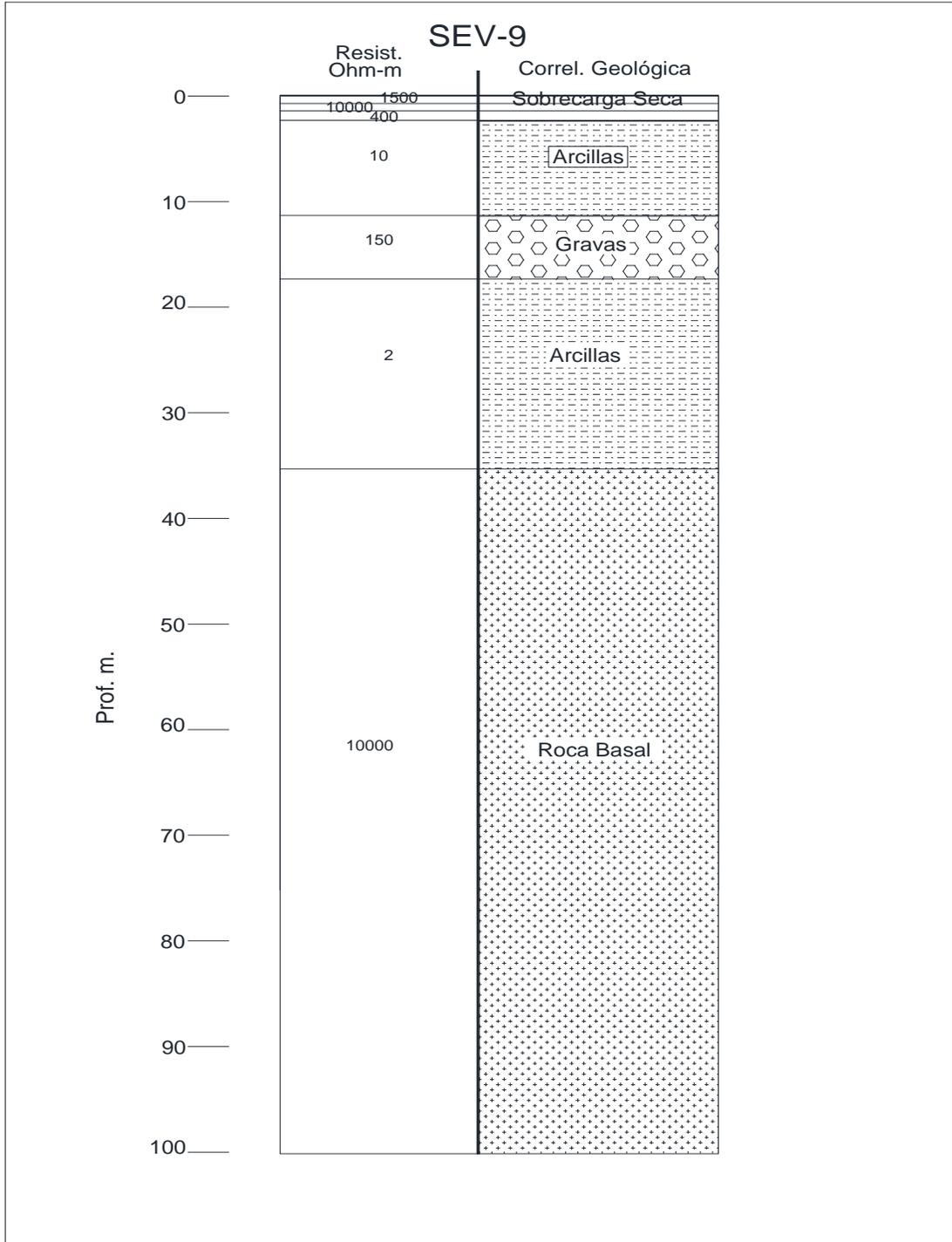
SEV-07 Coordenadas E 257.187, N 5.924.136.



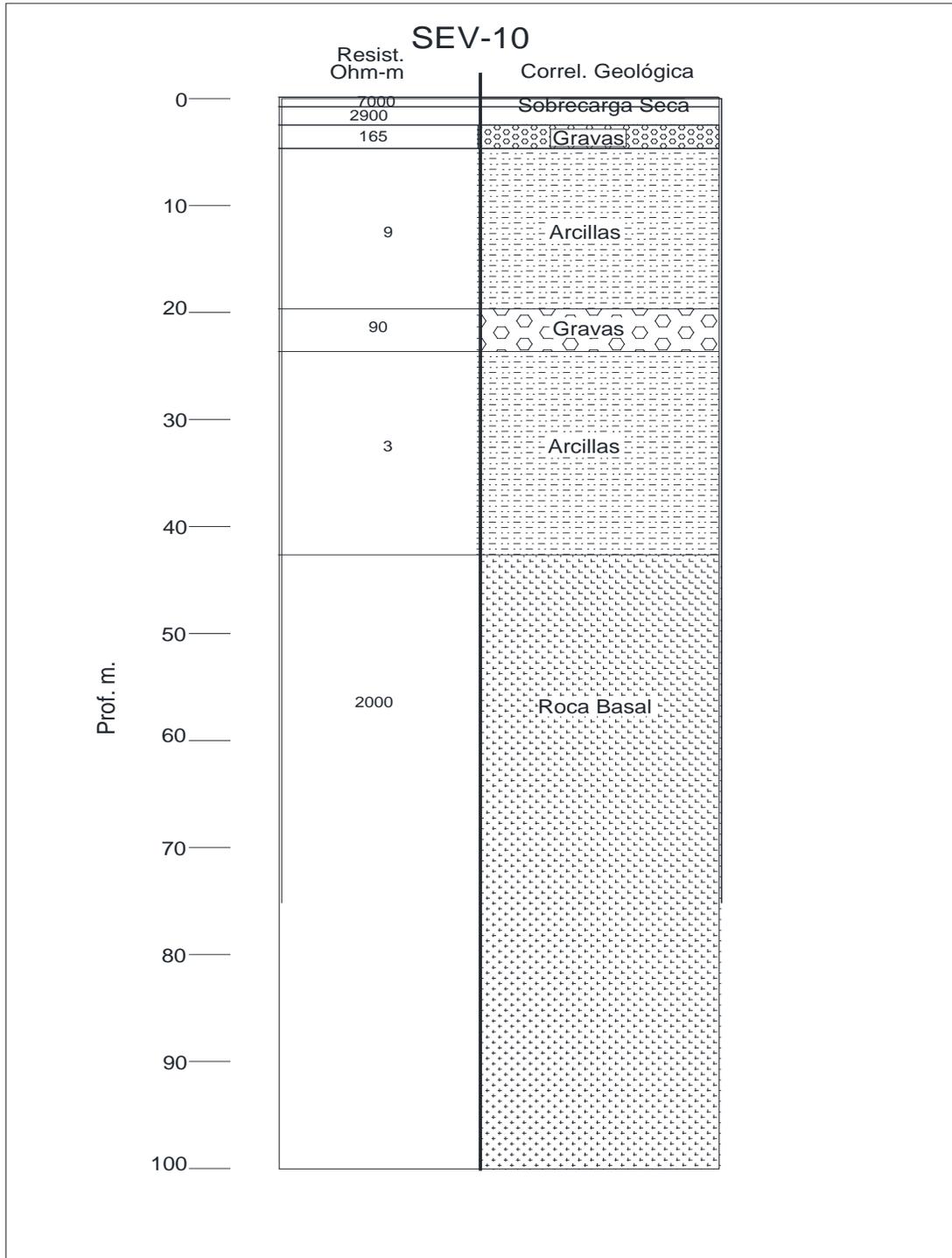
SEV-08 Coordenadas E 264.918, N 5.923.064.



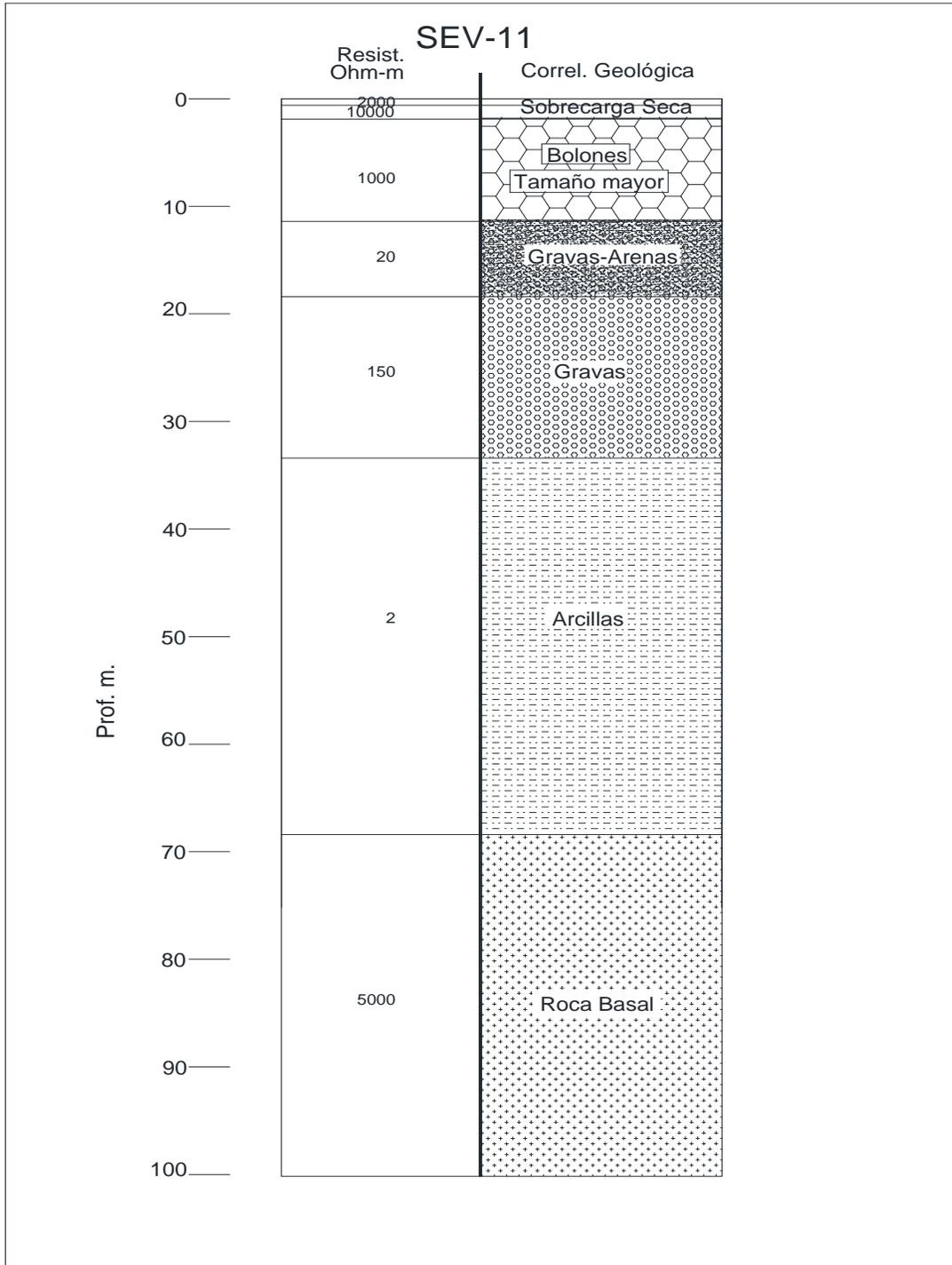
SEV-09 Coordenadas E 264.931, N 5.923.040.



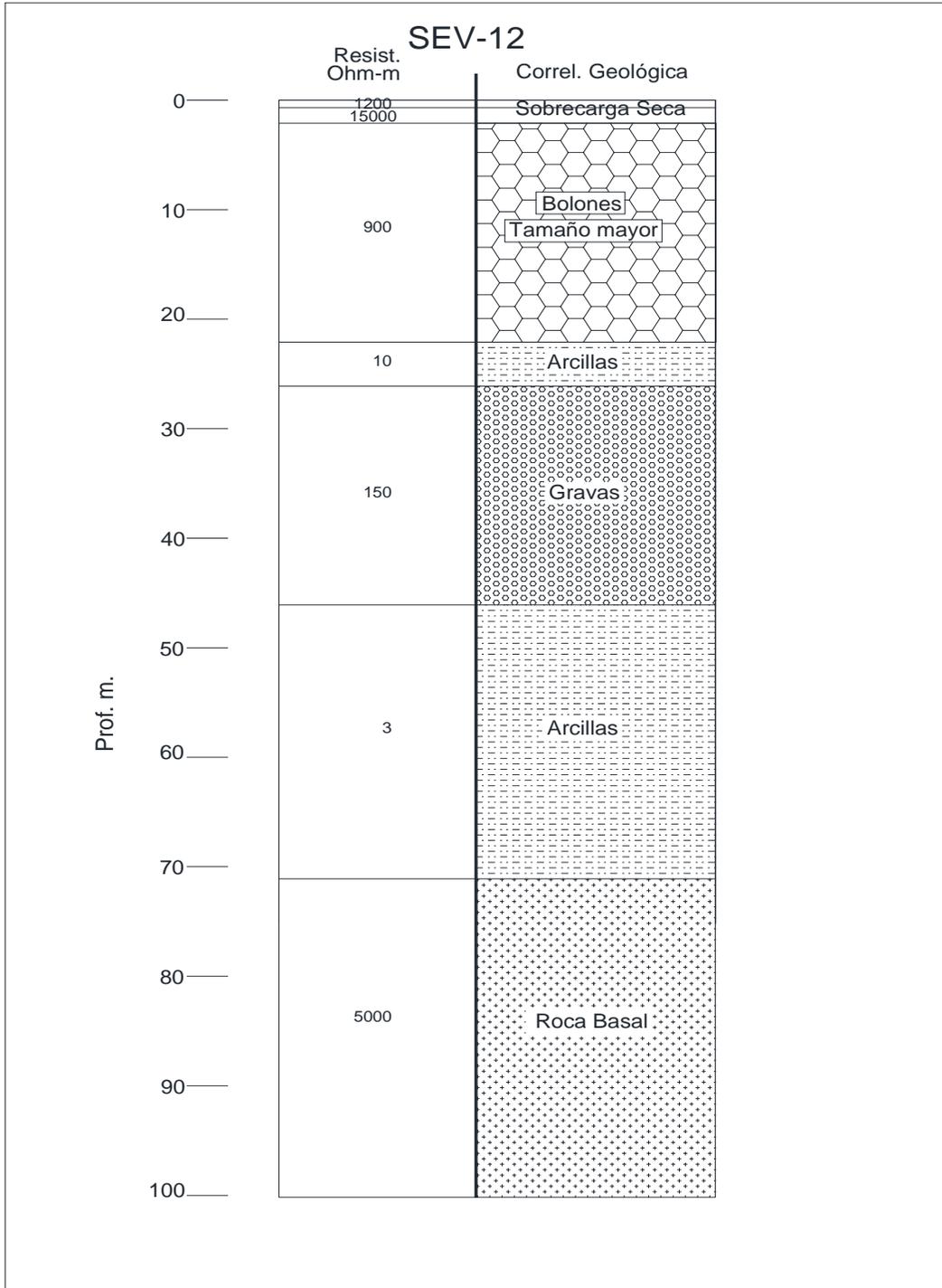
SEV-10 Coordenadas E 264.985, N 5.923.032.



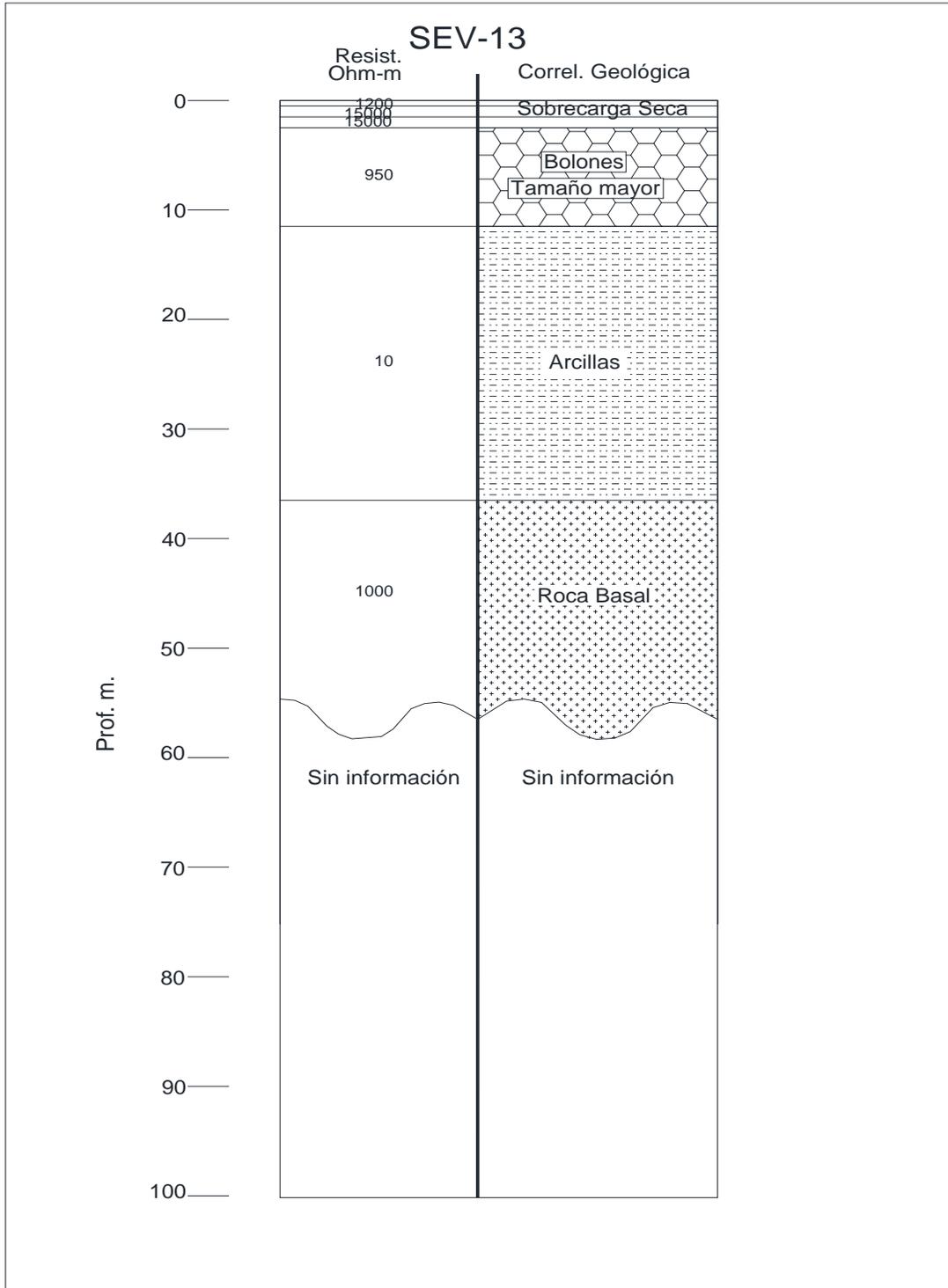
SEV-11 Coordenadas E 264.792, N 5.923.038



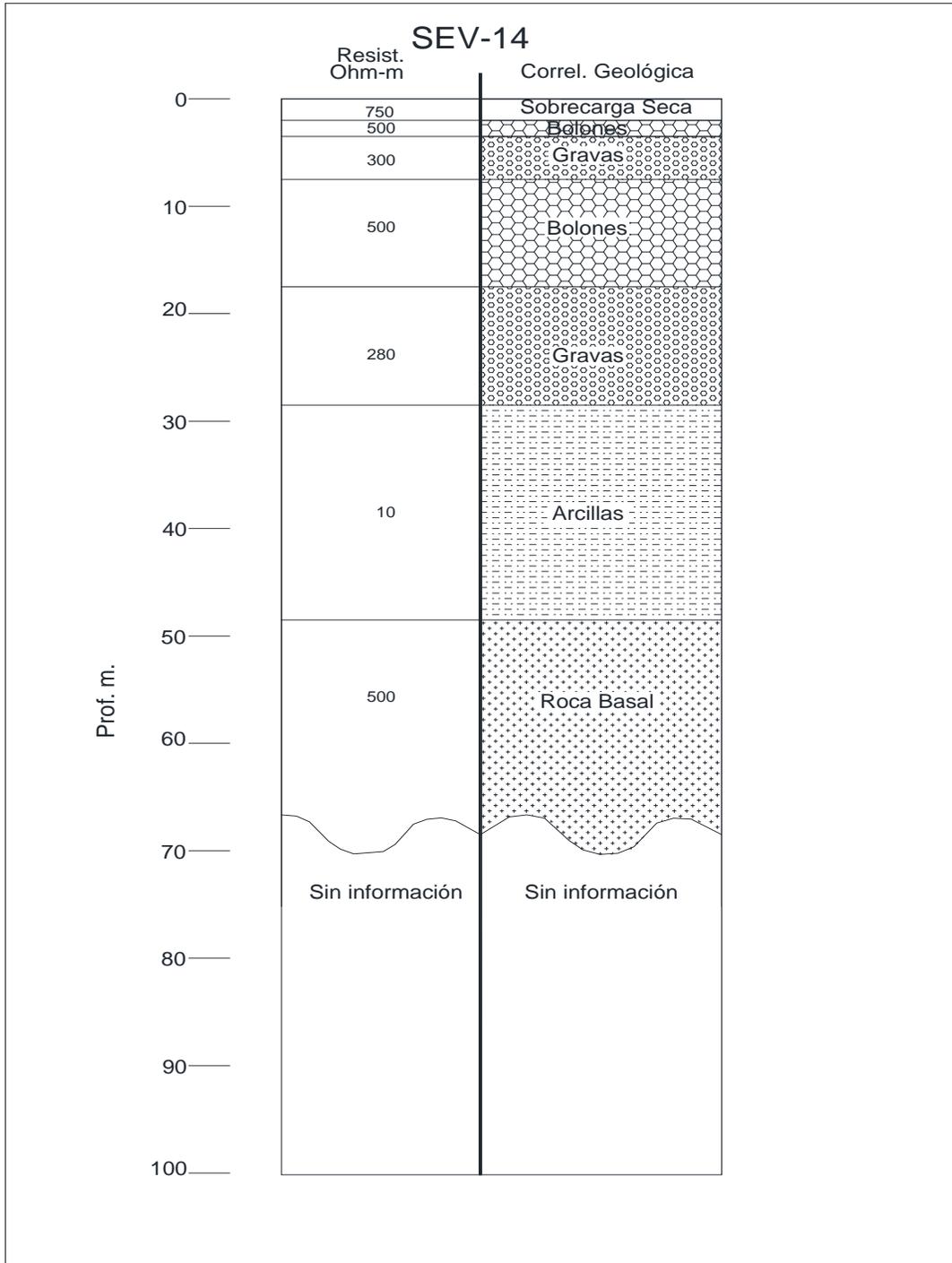
SEV-12 Coordenadas E 264.815, N 5.923.057.



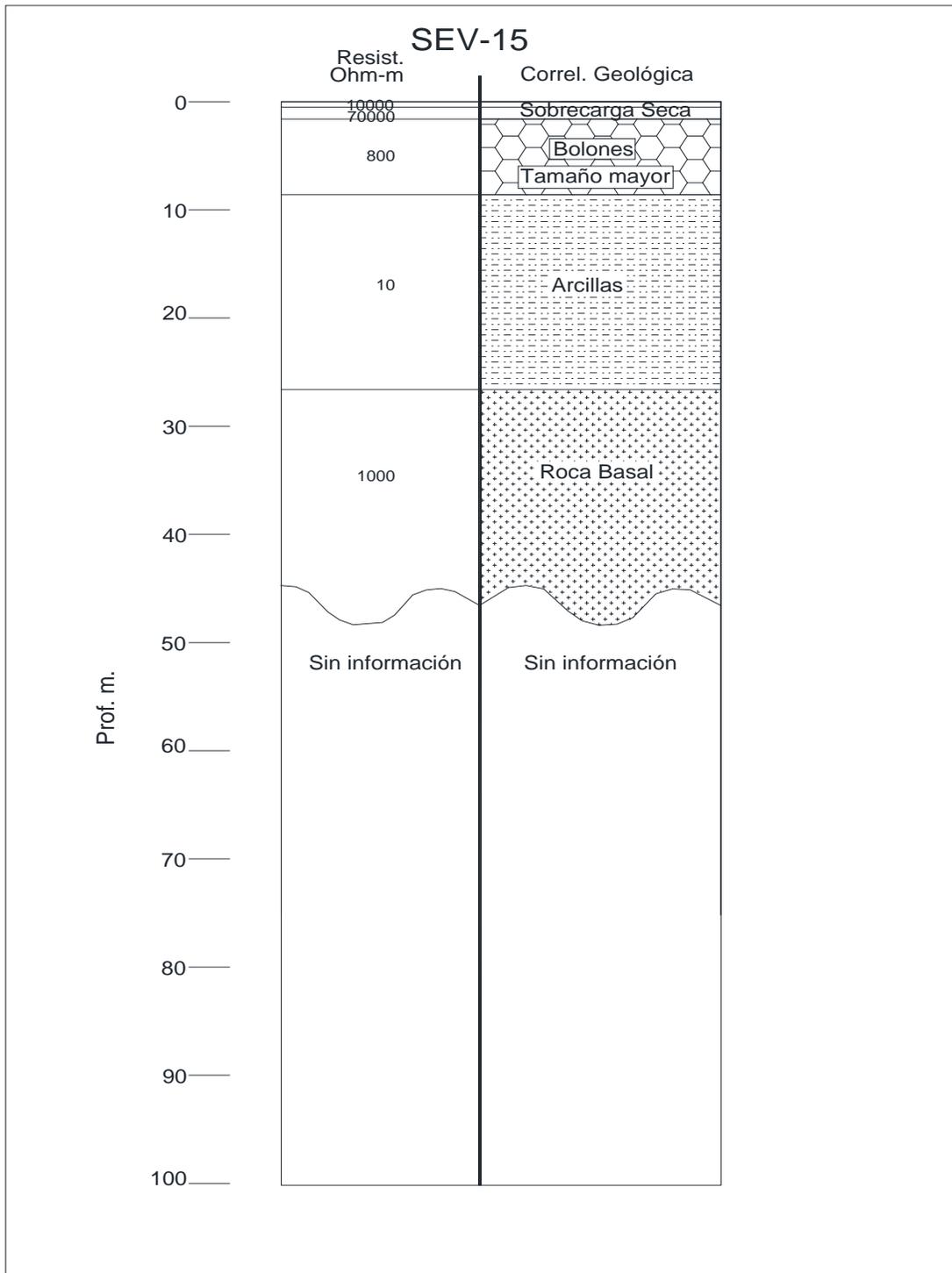
SEV-13 Coordenadas E 264.122, N 5.923.599.



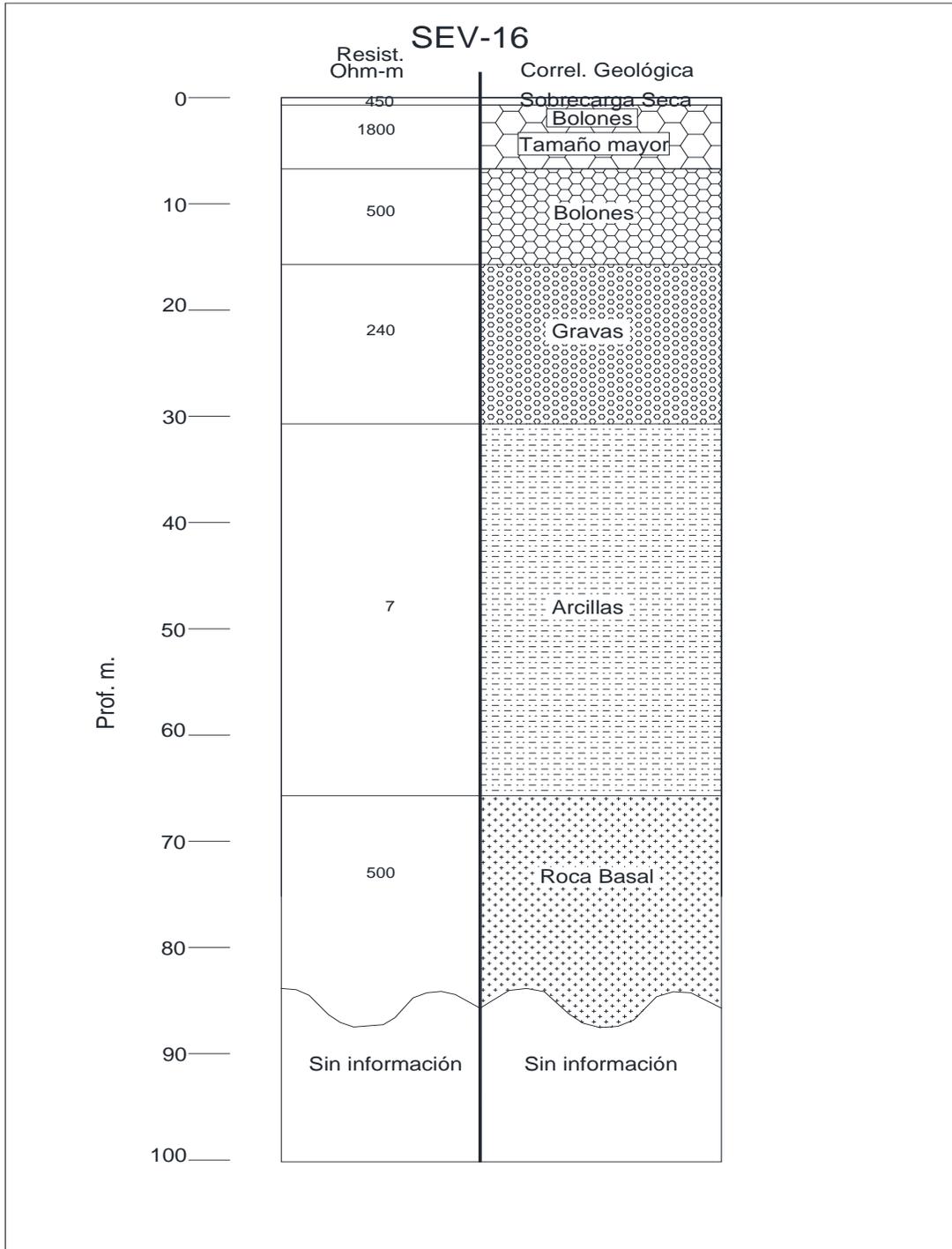
SEV-14 Coordenadas E 264.211, N 5.923.716.



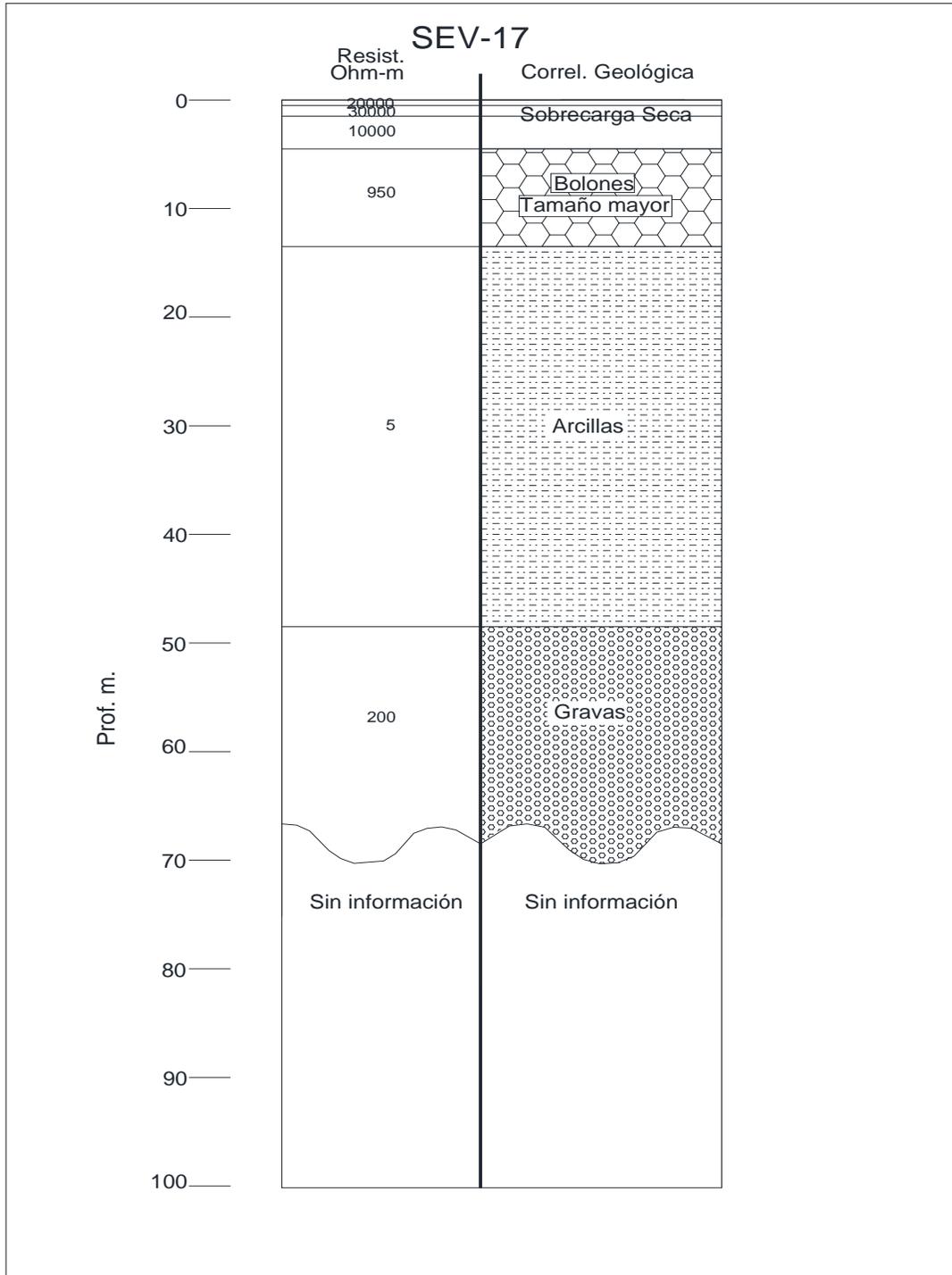
SEV-15 Coordenadas E 264.256, N 5.923.514.



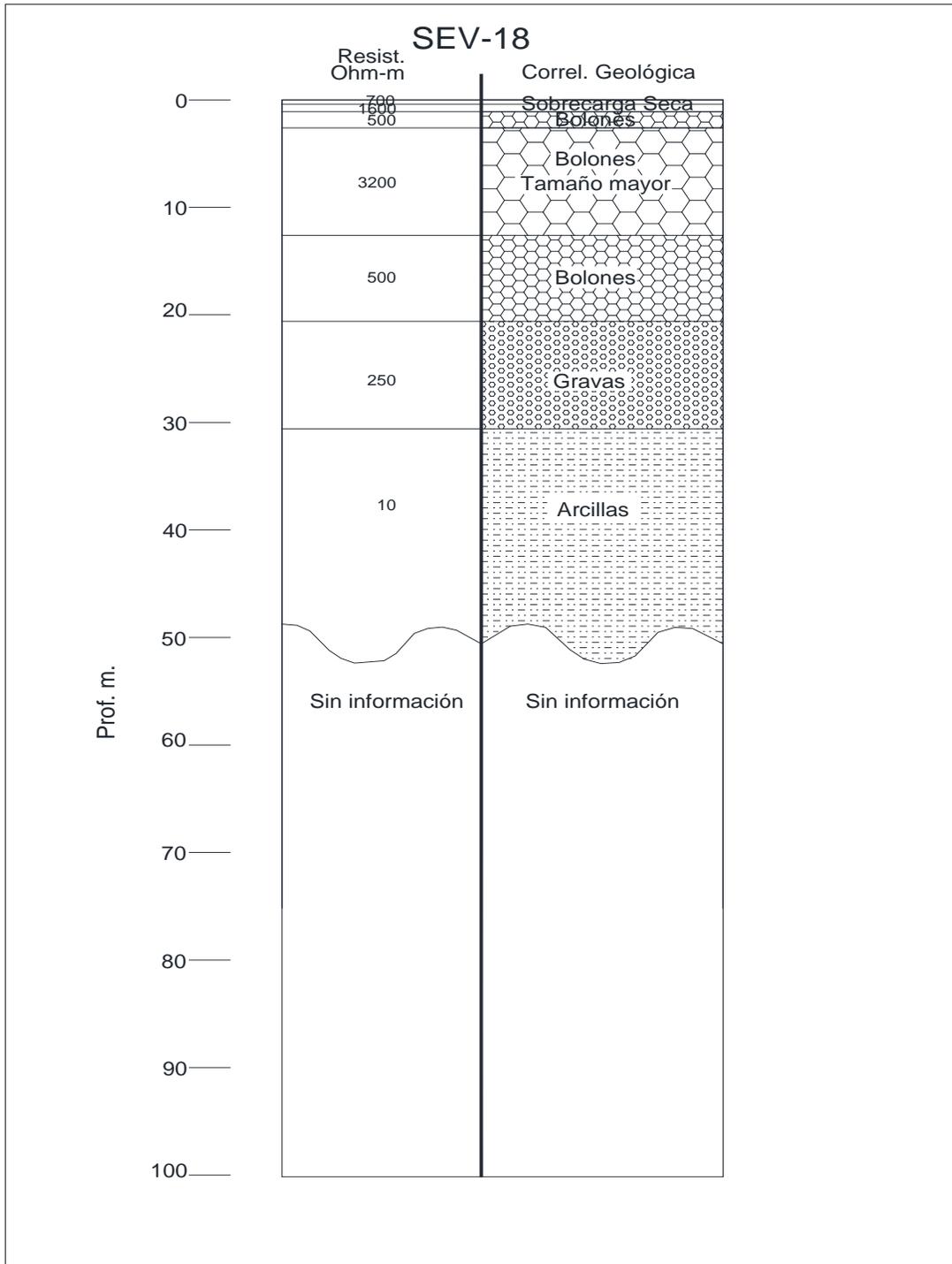
SEV-16 Coordenadas E 264.305, N 5.923.628.



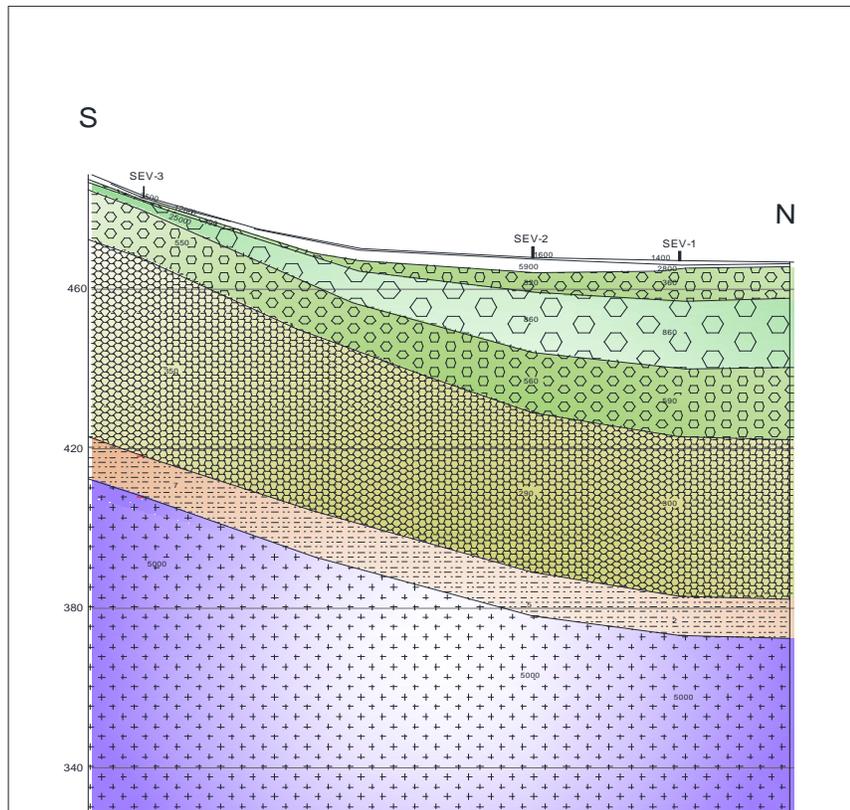
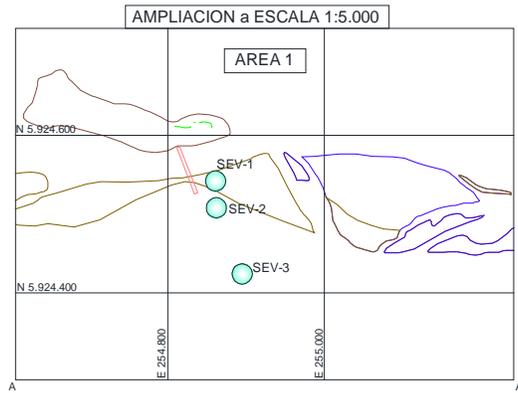
SEV-17 Coordenadas E 264.000, N 5.923.703.



SEV-18 Coordenadas E 264.088, N 5.923.769.

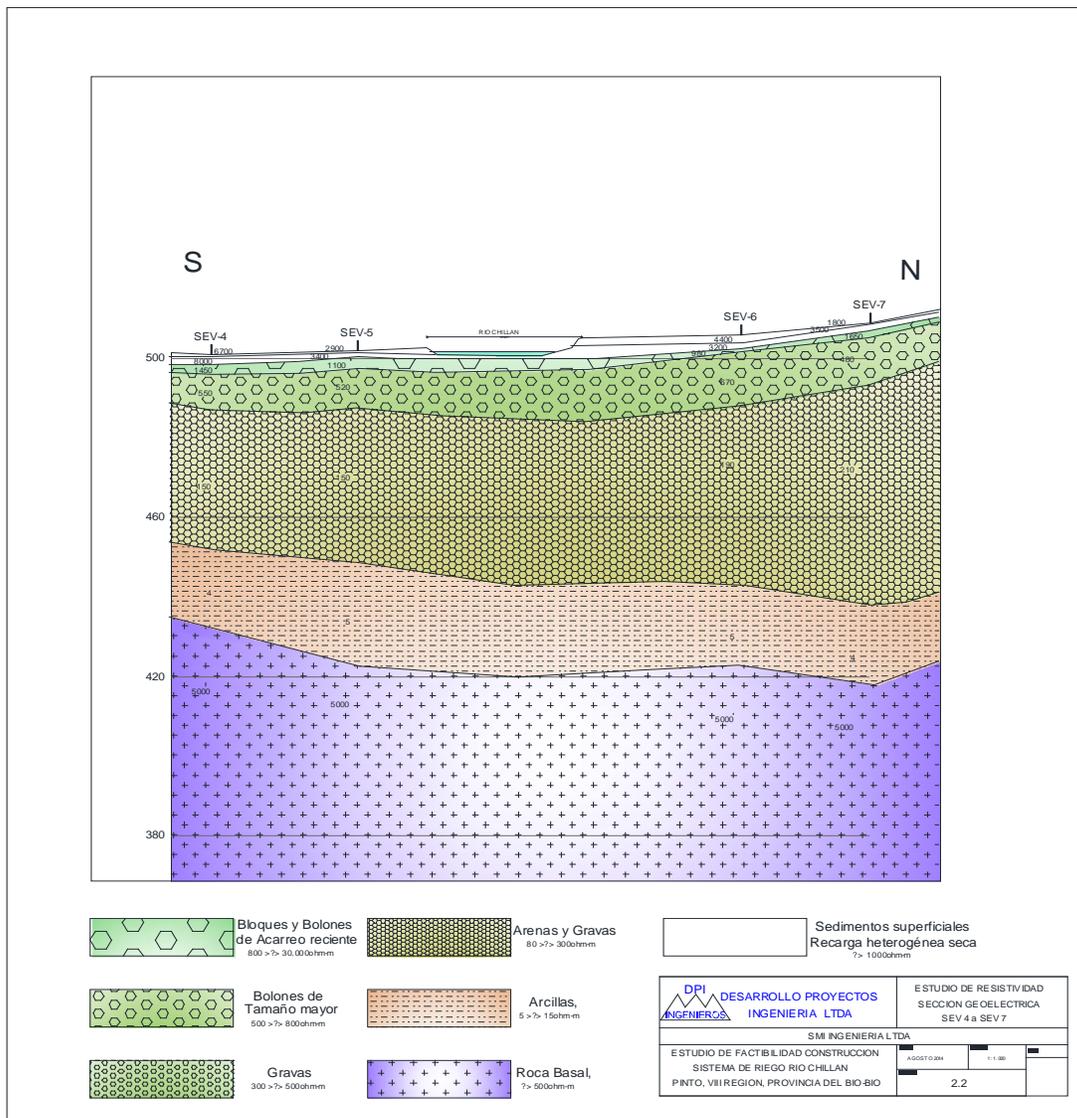
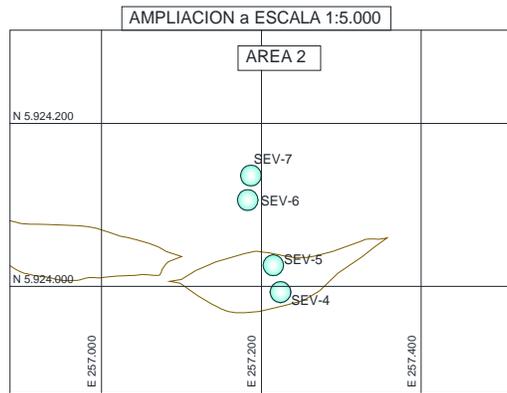


Área 1

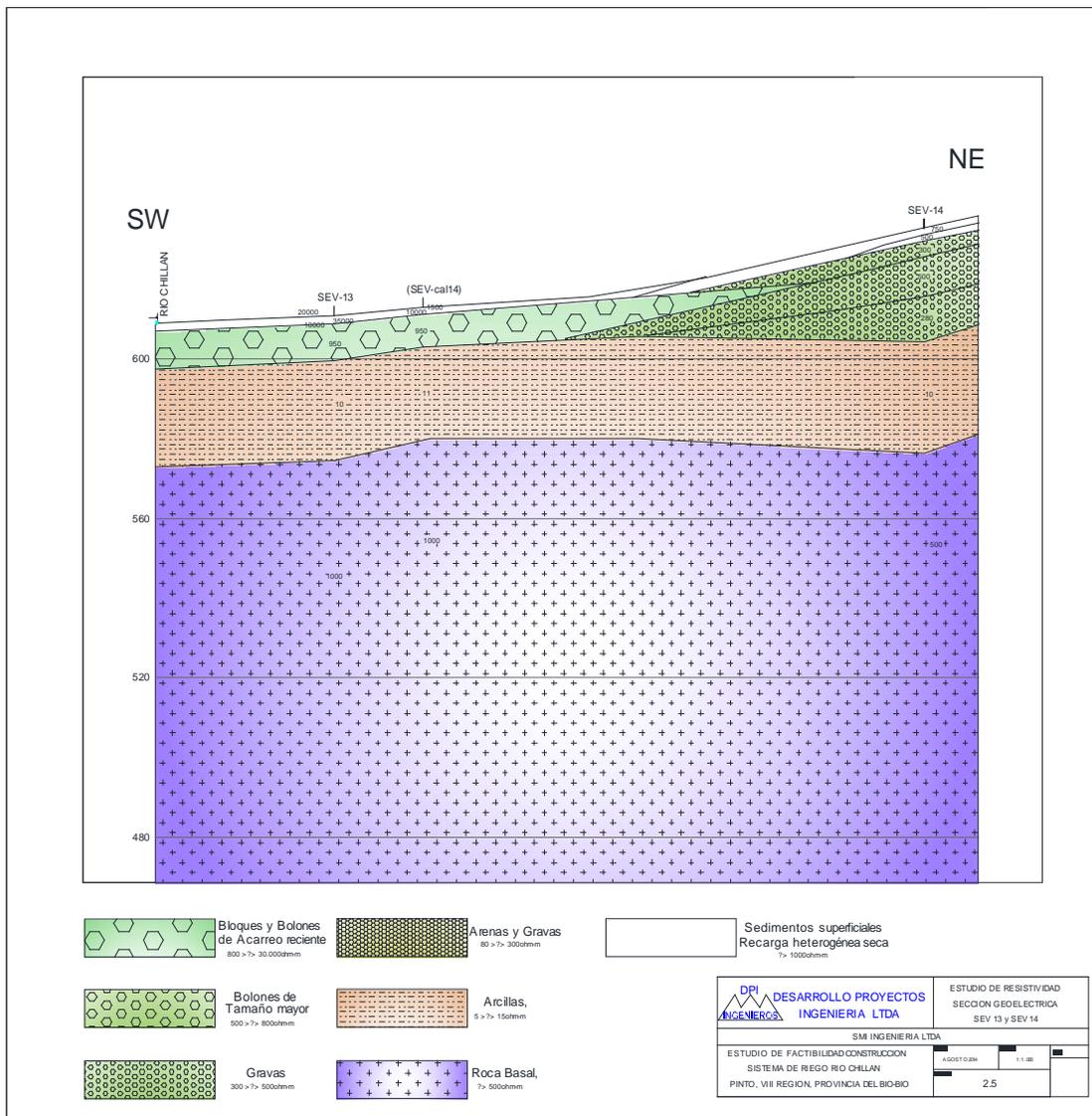


 DESARROLLO PROYECTOS INGENIERIA	E ESTUDIO DE RESISTIVIDAD SECCION GEOELECTRICA SEV 1 a SEV 3
	S M INGENIERIA LTDA E ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CONSTRUCCION SISTEMA DE RIEGO RIO CHILLAN P INTO, VII REGION, P PROVINCIA DEL B I O B I O
2.1	

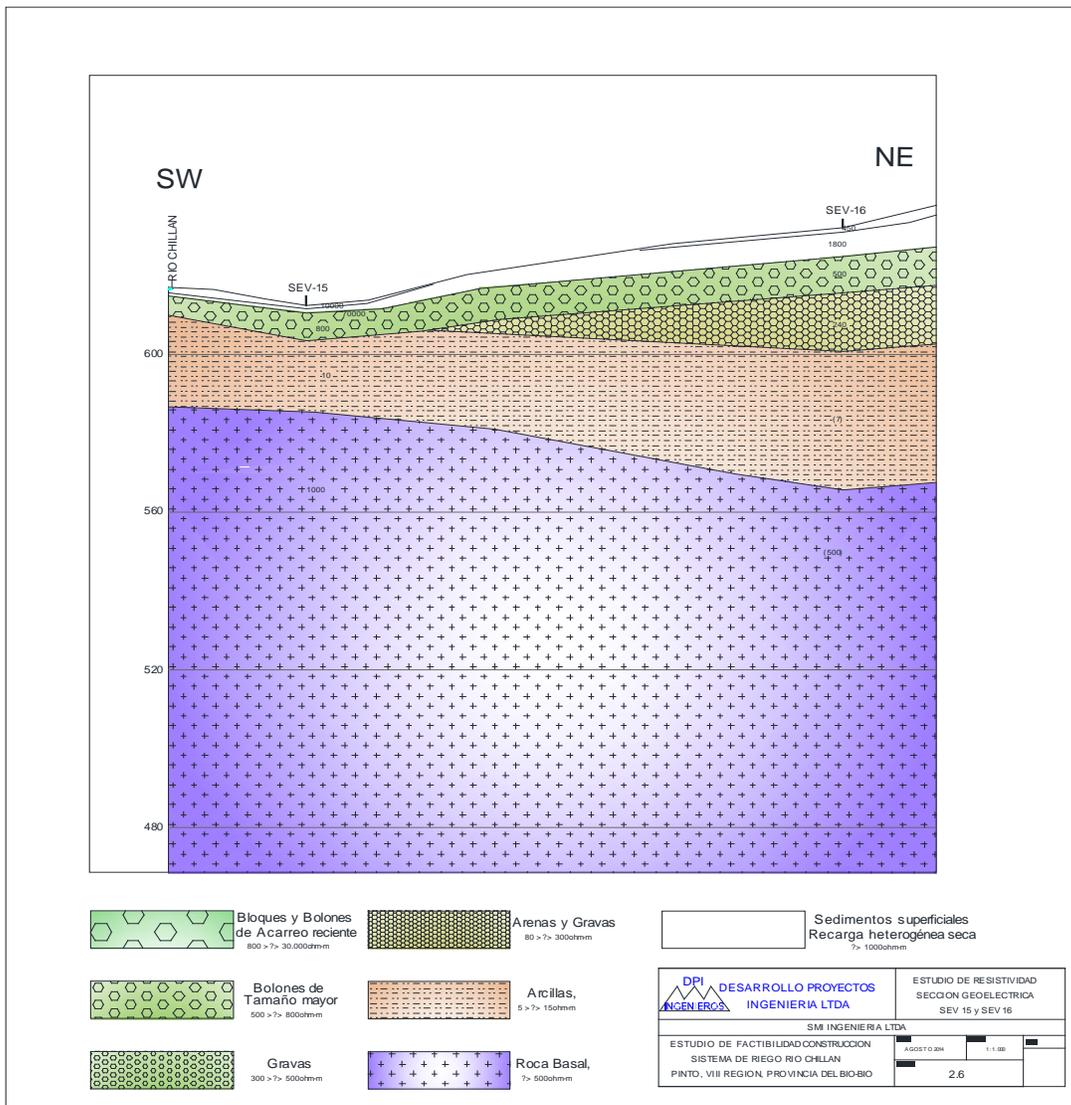
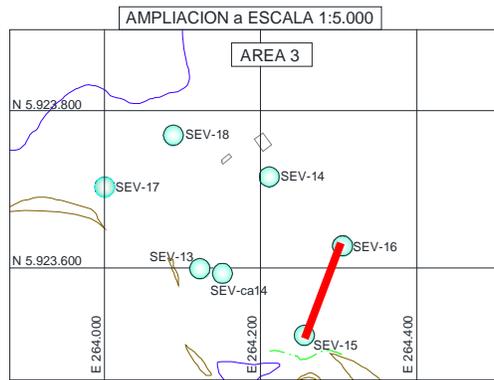
Área 2



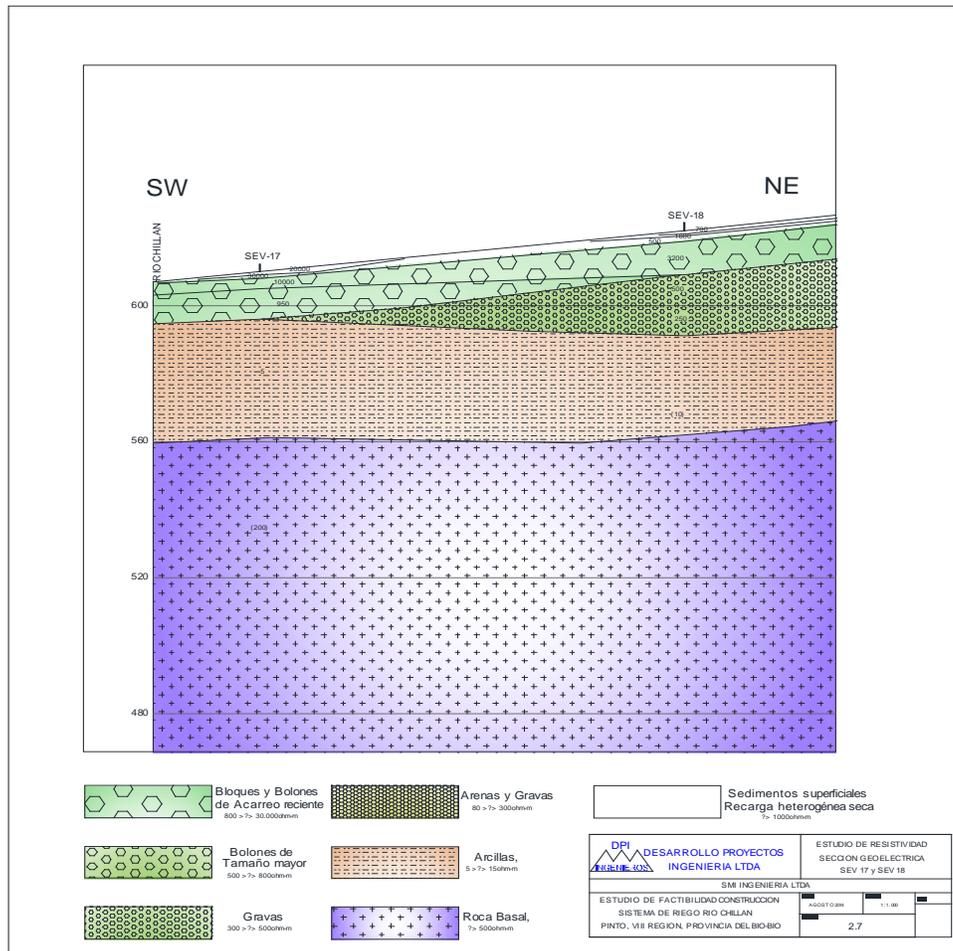
Área 3



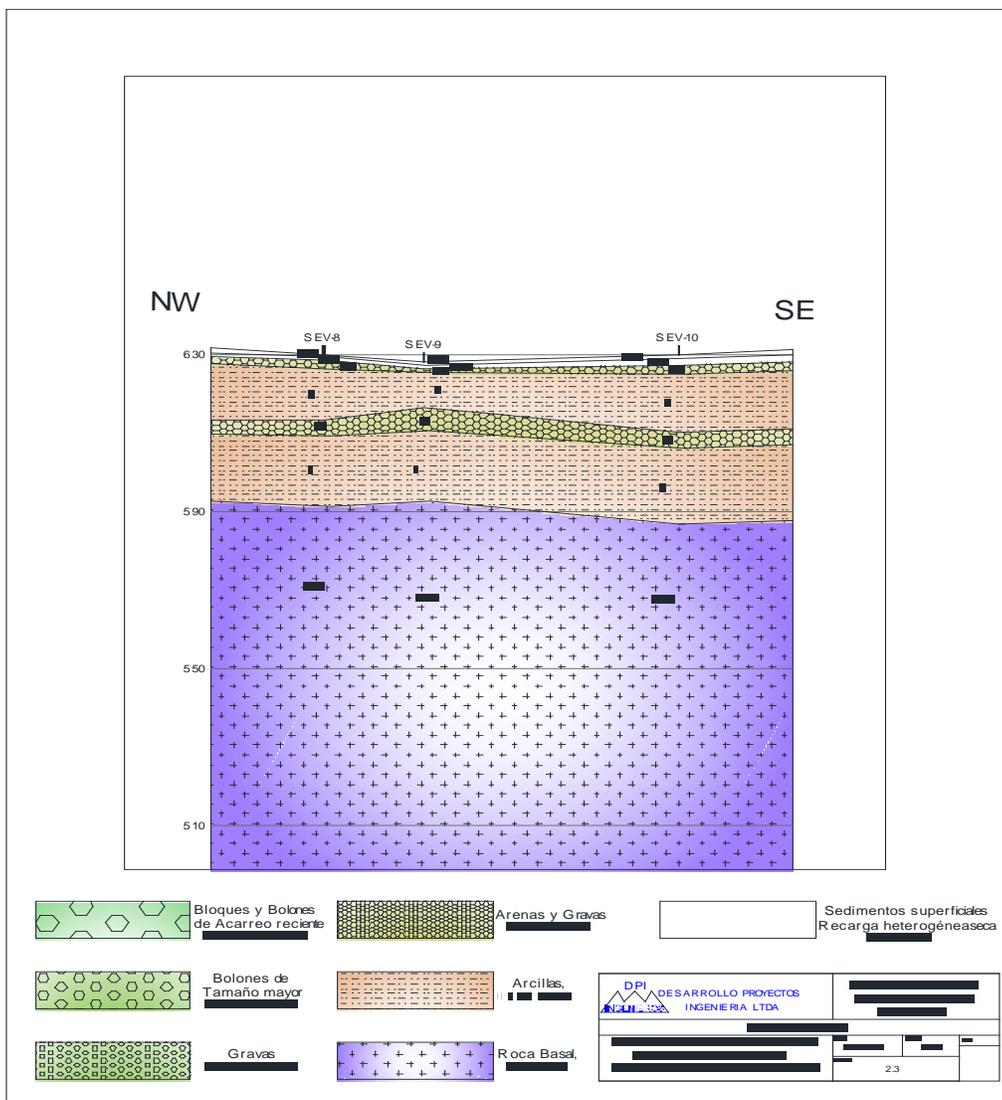
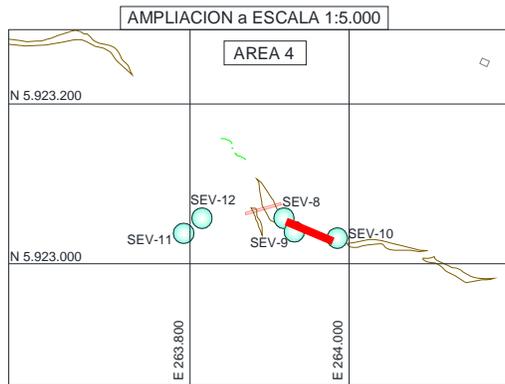
Área 3



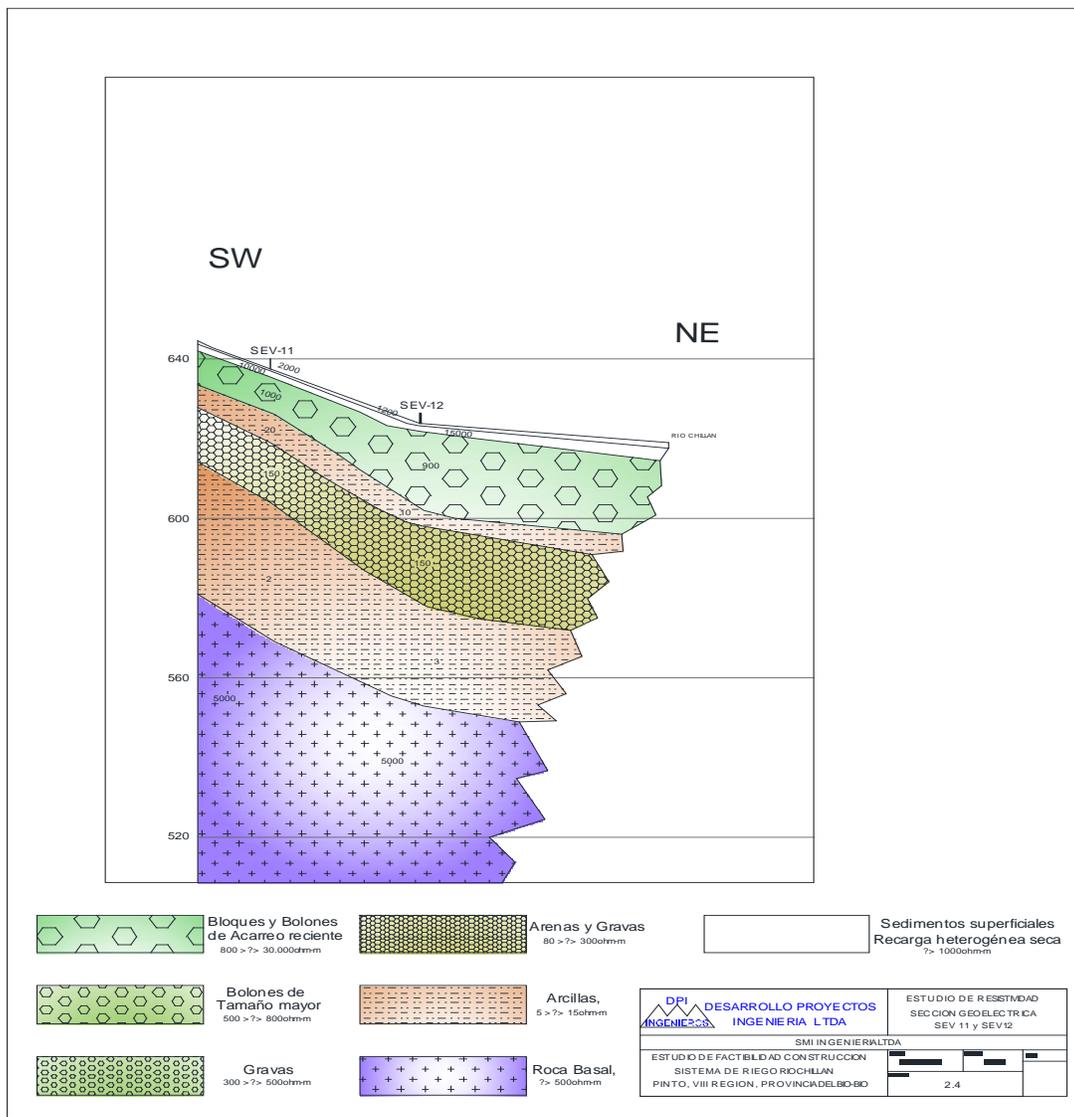
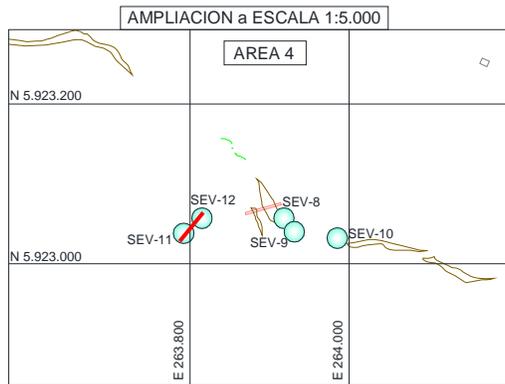
Área 3



Área 4



Área 4



ANEXO 3-4
SONDAJES MECÁNICOS Y ENSAYES

PROYECTO: RIO CHILLAN	COORDENADAS (U.T.M.)	COMENZADO: 18-01-2014	ESC. 1:100
CONTRATISTA: SONDEAL	NORTE: 5.923.983,073 INCLICR AL CENIT.: VERTICAL	TERMINADO 19-01-2014	
SONDAJE: S-1	ESTE: 262.617,51 AZIMUT: -	PROCESADO POR: H. DELUCCHI	
PROFUNDIDAD: 20.4m	COTA: 574.777 (m.s.n.m.) SITIO: LOS PELLINES	CLASIFICACION GEOLOGICA: H. DELUCCHI	

DATOS PERFORACION				PRUEBA INFILTRACION				COLUMN. LITOLOG.	MUEST. PARA ENSAYOS	DESCRIPCION LITOLOGICA	PARAMETROS GEOTECNICOS						OBS.					
PERDIDA AGUA (%)	PIEZM DIAM.	DIAMETRO PERF.	AVANCE ENTUB. CEMENT.	TIPO LUGEON							TESTIGO EXTR. (%)	RQD (%)	FF	ORIENT. c/r AL EJE	CALIDAD GEOTECNICA	RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE ESTIMADA (MPA)		METEORIZACION				
				LUGEON l/m/min	PERD. (lts.)	PRES. (kg/cm ²)	TIEMPO (min.)												TIPO MANDEL-LEFRANC			
				OPERAC. ESTAB.	DESC. (m)	TIEMPO (min.)	PERM. EQUIV.												ESCALA: I :MUY BUENA II :BUENA III :REGULAR IV :MALA V :MUY MALA VI :EXTREMADAMENTE MALA			
1																1						
2																2						
3																3						
4																4						
5																5						
6																6						
7																7						
8																8						
9																9						
10																10						
11																11						
12																12						
13																13						
14																14						
15																15						
16																16						
17																17						
18																18						
19																19						
20																20						
FIN SONDAJE										2000	2000	2000	FIN SONDAJE									



SONDAJE S1
SITIO 3 – LOS PELLINES
EJE PRESA

N: 5.923.983,073

E: 262.617,51

Cota: 574.777 m.s.n.m

Registro Geológico Geotécnico

Sondaje S1

De-A (m)	Longitud del tramo (cm)	Longitud recuperada (m)	Recuperación (%)	Recuperación RQD (cm)	RQD (%)
0-3,6	360	360	100	-	-
3,6-5,4	180	180	100	-	-
5,4-8,4	300	300	100	120	40
8,4-11,4	300	300	100	195	65
11,4-14,4	300	300	100	70	23
14,4-17,4	300	300	100	113	38
17,4-20,4	300	300	100	66	22

Descripción del Sondaje

S1

0.0 – 3.6	Suelo coluvio con presencia de limo arenoso, escasos bloques y clastos menores.
3.6 – 5.4	Brecha, alteración media a alta, clastos de 1 a 2 cm. Roca de color amarillento con una resistencia de 5 a 10 MPa.
5.4 - 20.4	Roca de color amarillento con una resistencia de 5 a 10 MPa.

Registro Fotográfico







EMBALSE CHILLÁN
(SITIO 3 - LOS PELLINES)

SONDAJE S1
CAJA 7 DE 7



Ensayos

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON (según ASTM D4630-96)						
DATOS DE CAMPO						
Diámetro del sondeo (mm):	86	En (m):	0,086			
Profundidad del nivel piezométrico (m):	6					
Diámetro interior de la tubería y varillaje (mm):	86	En (m):	0,086			
Altura del manómetro sobre suelo (m):	1,5					
Profundidad del tramo ensayado						
Superior (m):	5,00	Longitud (m):	5,00			
Inferior (m):	10,00	Prof.media (m):	7,50			
Duración del escalón (min.):	10	En (seg):	600			
Datos del ensayo						
Escalones de presión efectiva (Kpa) (2ª)	Volumen admitido (l)	Potencial en el tramo (m)	Duración (min)	Caudal (m³/s)	Absorción en tramo ensayado (l/m·min)	K (m/s) (Custodio y Llamas)
200,0	1,6	27,89	10	2,67E-06	3,200E-02	1,46E-08
400,0	2,3	48,29	10	3,83E-06	4,600E-02	1,20E-08
600,0	4,0	68,68	10	6,67E-06	8,000E-02	1,47E-08
800,0	6,6	89,08	10	1,10E-05	1,320E-01	1,87E-08
1000,0	8,4	109,47	10	1,40E-05	1,680E-01	1,94E-08
800,0	5,2	89,08	10	8,67E-06	1,040E-01	1,47E-08
600,0	3,3	68,68	10	5,50E-06	6,600E-02	1,21E-08
400,0	1,2	48,29	10	2,00E-06	2,400E-02	6,27E-09
200,0	0,6	27,89	10	1,00E-06	1,200E-02	5,43E-09
Resultados						
Volumen de agua inyectado a 800 Kpa aprox., (10 bar) (l):	8,4					
Duración del escalón, (min):	10					
Longitud del tramo ensayado, (m):	5,00					
Presión efectiva del escalón mayor, 800 Kpa aprox. (Kpa):	1000,0					
PERMEABILIDAD EN UNIDADES LUGEÓN	1,7	U.L.				
PERMEABILIDAD (González de Vallejo)	1,6800E-05	cm/s				
PERMEABILIDAD MEDIA (Custodio y Llamas)	1,4463E-08	K (m/s):				
Clasificación de macizos rocosos en función de la permeabilidad (Olalla y Sopena, 1991)						
TIPO DE MACIZO	U.L.	Presión (Kpa)				
Muy impermeable	0 - 1	1000				
Prácticamente impermeable	1 - 3	1000				
Permeable	> 3	1000				
	1,5 - 6	500				
Muy permeable	> 3	1000				
	> 6	500				
PERMEABILIDAD LUGEON						

$$\text{Permeabilidad (Custodio y Llamas, 1996)} \quad K = \frac{Q}{6,28 \cdot P \cdot l} \cdot \ln \frac{l}{r}$$

donde: Q, caudal. P, presión
l, longitud ensayada.
r, radio

Permeabilidad (González de Vallejo, 2002)

$$K_{U.L.} = \frac{V_{(l)}}{l_{(m)}} \cdot \frac{1000}{P_{(Kpa)}} \cdot \frac{10}{t_{(min)}} \quad 1 U.L. = 1 \frac{l}{m \cdot \text{min}} = 10^{-5} \frac{cm}{s}$$

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON (según ASTM D4630-96)

DATOS DE CAMPO			
Diámetro del sondeo (mm):	86	En (m):	0,086
Profundidad del nivel piezométrico (m):	8		
Diámetro interior de la tubería y varillaje (mm):	86	En (m):	0,086
Altura del manómetro sobre suelo (m):	1,5		
Profundidad del tramo ensayado			
Superior (m):	10,00	Longitud (m):	5,00
Inferior (m):	15,00	Prof. media (m):	12,50
Duración del escalón (min.):	10	En (seg):	600

Permeabilidad (Custodio y Llamas, 1996)
$$K = \frac{Q}{6.28 \cdot P \cdot l} \cdot L \ln \frac{l}{r}$$

donde: Q, caudal. P, presión
l, longitud ensayada.
r, radio

Permeabilidad (González de Vallejo, 2002)

$$K_{U.L} = \frac{V_{(t)}}{l_{(m)}} \cdot \frac{1000}{P_{(Kpa)}} \cdot \frac{10}{t_{(min)}} \quad 1.U.L = 1 \frac{l}{m \cdot min} = 10^{-5} \frac{cm}{s}$$

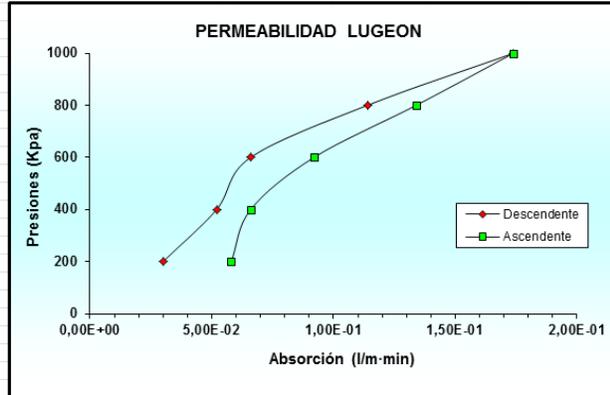
Datos del ensayo						
Escalones de presión efectiva. (Kpa) (2a)	Volumen admitido (l)	Potencial en el tramo (m)	Duración (min)	Caudal (m³/s)	Absorción en tramo ensayado (l/m-min)	K (m/s) (Custodio y Llamas)
200,0	2,9	29,89	10	4,83E-06	5,800E-02	2,45E-08
400,0	3,3	50,29	10	5,50E-06	6,600E-02	1,66E-08
600,0	4,6	70,68	10	7,67E-06	9,200E-02	1,64E-08
800,0	6,7	91,08	10	1,12E-05	1,340E-01	1,86E-08
1000,0	8,7	111,47	10	1,45E-05	1,740E-01	1,97E-08
800,0	5,7	91,08	10	9,50E-06	1,140E-01	1,58E-08
600,0	3,3	70,68	10	5,50E-06	6,600E-02	1,18E-08
400,0	2,6	50,29	10	4,33E-06	5,200E-02	1,31E-08
200,0	1,5	29,89	10	2,50E-06	3,000E-02	1,27E-08

Clasificación de macizos rocosos en función de la permeabilidad (Olalla y Sopeña, 1991)

TIPO DE MACIZO	U.L.	Presión (Kpa)
Muy impermeable	0 - 1	1000
Prácticamente impermeable	1 - 3	1000
Permeable	> 3	1000
	1,5 - 6	500
Muy permeable	> 3	1000
	> 6	500

Resultados	
Volumen de agua inyectado a 800 Kpa aprox., (10 bar) (l):	8,7
Duración del escalón, (min):	10
Longitud del tramo ensayado, (m):	5,00
Presión efectiva del escalón mayor, 800 Kpa aprox. (Kpa):	1000,0

PERMEABILIDAD EN UNIDADES LUGEÓN	1,7	U.L.
PERMEABILIDAD (González de Vallejo)	1,7400E-05	cm/s
PERMEABILIDAD MEDIA (Custodio y Llamas)	1,6686E-08	K (m/s):





INFORME DE ENSAYOS DE ROCA

Informe de Ensayo N° : 103.585 Orden de Trabajo N° : 033180/2014
 Proyecto u Obra : Embalse Río Chillán.
 Correlativo de Obra N° : 2
 Dirección de la Obra : Chillán.
 Mandante : LUIS SAN MARTÍN Y CÍA. LTDA.
 Dirección Mandante : Galvarino Gallardo N° 1576, Providencia.
 Solicitado por : Sr. Luis San Martín.
 Lugar de realización de los ensayos : Laboratorio Tecnolab Ltda.
 Fecha de emisión : 12/09/2014

A .- DOCUMENTACION UTILIZADA

Aprobación de los trabajos según Ensayos ejecutados	- Compresión sobre testigos de Roca
---	-------------------------------------

B .- INFORMACION REFERENTE A LA TOMA DE MUESTRA

Ubicación de la toma de muestra	Sondaje S2, Cota: 13,60 - 13,80 m.
Fecha de extracción de la muestra	23/04/2014
Número de testigos extraídos	1
Responsable del Muestreo	Sr. Cliente

C .- INFORMACION REFERENTE AL ENSAYO

Muestra N°	23507-1
Tipo de muestra	Roca
Tipo de preparación de la muestra	Aserrada y Refrentada
Resultado de las dimensiones:	
Diámetro del testigo (mm)	70
Altura del testigo (mm)	224
Altura de ensayo del testigo (mm)	85
Esbeltez	1,21

D .- RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de ensayo	Densidad aparente (kg/m3)	Sección de ensayo (cm2)	Carga máxima (kgf)	Tensión de rotura (kgf/cm2)
09-05-2014	2.350	38,42	11.942	311

E .- OBSERVACIONES O COMENTARIOS

Este informe anula y reemplaza al informe N°102.439 a solicitud del cliente se modifica nombre del proyecto.

(Firma manuscrita)
 Kricor Bzdigian K.
 Ingeniero Civil
 Gerente General
 Responsable Area Hormigón



- 1.- Los resultados informados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2.- El contenido del presente Informe de Ensayo no puede ser reproducido total ni parcialmente sin la expresa autorización escrita del laboratorio.

SONDAJE S2
SITIO 3 – LOS PELLINES
EJE PRESA

N: 5.924.002,39

E: 262.607,554

Cota: 572.858

Registro Geológico Geotécnico

Sondaje S2

De-A (m)	Longitud del tramo (cm)	Longitud recuperada (m)	Recuperación (%)	Recuperación RQD (cm)	RQD (%)
0-3,9	390	390	100	-	-
3,9-5,5	160	160	100	-	-
5,5-8,4	290	290	100	180	62
8,4-11,2	280	280	100	170	61
11,2-12,3	110	110	100	-	-
12,3-14,4	2670	2670	100	120	4
14,4-17,4	300	300	100	180	60
17,4-20,4	300	300	100	225	75

Descripción del Sondaje

S2

0.0 – 3.9	Material en parte fluvial con bloques de 12 cm máximo, presencia de limo arenoso y en los últimos 40 cm presencia de material arcilloso.
3.9 – 5.5	Roca brechosa gruesa, dura, resistencia de 50 a 80 MPa.
5.5 – 8.4	Roca brechosa, sectores de gruesos con finos.
8.4 – 11.2	Roca brechosa, sectores de gruesos con finos y poco alterada.
11.2 – 12.3	Sector posiblemente relleno de oquedad superficialmente. Presencia de limo arcilloso con pequeños trozos de material rocoso angular. No hay aspectos de movimiento tipo falla.
12.3 – 14.4	Se mantienen las condiciones del tramo anterior. Zona de mayor fracturamiento perpendicular al eje hasta los 13.3 m.
14.4 – 17.4	Se mantienen las condiciones del tramo anterior.
17.4 – 20.4	Se mantienen las condiciones del tramo anterior: Zona de mayor fracturamiento.

Registro Fotográfico







EMBALSE CHILLÁN
(SITIO 3 - LOS PELLINES)

SONDAJE S2
CAJA 7 DE 7



Ensayos

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON (según ASTM D4630-96)						
DATOS DE CAMPO						
Diámetro del sondeo (mm):	86	En (m):		0,086		
Profundidad del nivel piezométrico (m):	3,8					
Diámetro interior de la tubería y varillaje (mm):	86	En (m):		0,086		
Altura del manómetro sobre suelo (m):	1,5					
Profundidad del tramo ensayado						
Superior (m):	5,00	Longitud (m):		5,00		
Inferior (m):	10,00	Prof. media (m):		7,50		
Duración del escalón (min.):	10	En (seg):		600		
Datos del ensayo						
Escalones de presión efectiva (Kpa) (2a)	Volumen admitido (l)	Potencial en el tramo (m)	Duración (min)	Caudal (m³/s)	Absorción en tramo ensayado (l/m-min)	K (m/s) (Custodio y Llamas)
200,0	2,5	25,69	10	4,17E-06	5,000E-02	2,46E-08
400,0	3,1	46,09	10	5,17E-06	6,200E-02	1,70E-08
600,0	4,4	66,48	10	7,33E-06	8,800E-02	1,67E-08
800,0	4,9	86,88	10	8,17E-06	9,800E-02	1,42E-08
1000,0	5,8	107,27	10	9,67E-06	1,160E-01	1,36E-08
800,0	4,7	86,88	10	7,83E-06	9,400E-02	1,37E-08
600,0	3,9	66,48	10	6,50E-06	7,800E-02	1,48E-08
400,0	3,1	46,09	10	5,17E-06	6,200E-02	1,70E-08
200,0	1,9	25,69	10	3,17E-06	3,800E-02	1,87E-08
Resultados						
Volumen de agua inyectado a 800 Kpa aprox., (10 bar) (l):	5,8					
Duración del escalón, (min):	10					
Longitud del tramo ensayado, (m):	5,00					
Presión efectiva del escalón mayor, 800 Kpa aprox. (Kpa):	1000,0					
PERMEABILIDAD EN UNIDADES LUGEÓN	1,2	U.L.				
PERMEABILIDAD (González de Vallejo)	1,1600E-05	cm/s				
PERMEABILIDAD MEDIA (Custodio y Llamas)	1,5562E-08	K (m/s):				
Clasificación de macizos rocosos en función de la permeabilidad (Olalla y Sopeña, 1991)						
TIPO DE MACIZO	U.L.	Presión (Kpa)				
Muy impermeable	0 - 1	1000				
Prácticamente impermeable	1 - 3	1000				
Permeable	> 3	1000				
	1,5 - 6	500				
Muy permeable	> 3	1000				
	> 6	500				
PERMEABILIDAD LUGEON						
<p>El gráfico muestra la relación entre la absorción (l/m-min) en el eje X y la presión (Kpa) en el eje Y. Se muestran dos curvas: una descendente (rojo) y una ascendente (verde). La absorción aumenta con la presión, pero la curva ascendente muestra un comportamiento más complejo que la descendente.</p>						

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON (según ASTM D4630-96)

DATOS DE CAMPO			
Diámetro del sondeo (mm):	86	En (m):	0,086
Profundidad del nivel piezométrico (m):	18,8		
Diámetro interior de la tubería y varillaje (mm):	86	En (m):	0,086
Altura del manómetro sobre suelo (m):	1,5		
Profundidad del tramo ensayado			
Superior (m):	15,00	Longitud (m):	5,00
Inferior (m):	20,00	Prof. media (m):	17,50
Duración del escalón (min.):	10	En (seg):	600

Permeabilidad (Custodio y Llamas, 1996) $K = \frac{Q}{6.28 \cdot P \cdot l} \cdot L \ln \frac{l}{r}$
 donde: Q, caudal. P, presión
 l, longitud ensayada.
 r, radio

Permeabilidad (González de Vallejo, 2002)

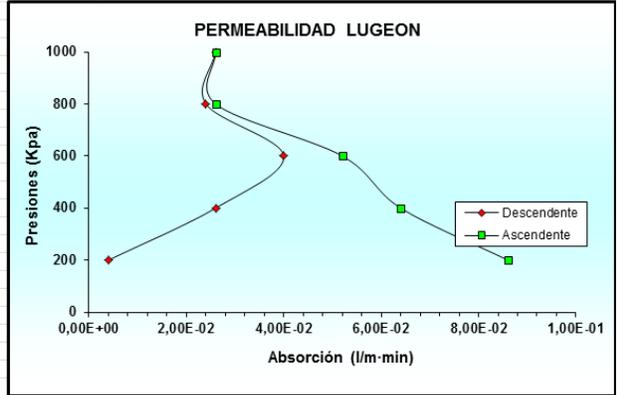
$$K_{U.L.} = \frac{V_{(l)}}{l_{(m)}} \cdot \frac{1000}{P_{(Kpa)}} \cdot \frac{10}{t_{(min)}} \quad 1.U.L = 1 \frac{l}{m \cdot min} = 10^{-5} \frac{cm}{s}$$

Datos del ensayo						
Escalones de presión efectiva. (Kpa) (2a)	Volumen admitido (l)	Potencial en el tramo (m)	Duración (min)	Caudal (m³/s)	Absorción en tramo ensayado (l/m-min)	K (m/s) (Custodio y Llamas)
200,0	4,3	39,39	10	7,17E-06	8,600E-02	2,76E-08
400,0	3,2	59,79	10	5,33E-06	6,400E-02	1,35E-08
600,0	2,6	80,18	10	4,33E-06	5,200E-02	8,19E-09
800,0	1,3	100,58	10	2,17E-06	2,600E-02	3,26E-09
1000,0	1,3	120,97	10	2,17E-06	2,600E-02	2,71E-09
800,0	1,2	100,58	10	2,00E-06	2,400E-02	3,01E-09
600,0	2,0	80,18	10	3,33E-06	4,000E-02	6,30E-09
400,0	1,3	59,79	10	2,17E-06	2,600E-02	5,49E-09
200,0	0,2	39,39	10	3,33E-07	4,000E-03	1,28E-09

Clasificación de macizos rocosos en función de la permeabilidad (Olalla y Sopena, 1991)		
TIPO DE MACIZO	U.L.	Presión (Kpa)
Muy impermeable	0 - 1	1000
Prácticamente impermeable	1 - 3	1000
	> 3	1000
Permeable	1,5 - 6	500
	> 3	1000
Muy permeable	> 3	1000
	> 6	500

Resultados	
Volumen de agua inyectado a 800 Kpa aprox., (10 bar) (l):	1,3
Duración del escalón, (min):	10
Longitud del tramo ensayado, (m):	5,00
Presión efectiva del escalón mayor, 800 Kpa aprox. (Kpa):	1000,0

PERMEABILIDAD EN UNIDADES LUGEÓN	0,3	U.L.
PERMEABILIDAD (González de Vallejo)	2,6000E-06	cm/s
PERMEABILIDAD MEDIA (Custodio y Llamas)	6,6262E-09	K (m/s):



PROYECTO: RIO CHILLAN	COORDENADAS (U.T.M.)	COMENZADO: 27-01-2014	ESC. 1:100
CONTRATISTA: SONDEAL	NORTE: 5.924.040,489 INCLOR AL CENT.: VERTICAL	TERMINADO: 29-01-2014	
SONDAJE: S-3	ESTE: 262.615,466 AZIMUT: -	PROCESADO POR: H. DELUCCHI	
PROFUNDIDAD: 20.0m	COTA: 570.001 (m.s.n.m.) SITIO: LOS PELLINES	CLASIFICACION GEOLOGICA: H. DELUCCHI	

DATOS PERFORACION				PRUEBA INFILTRACION				COLUMN. LITOLOG.	MUEST. PARA ENSAYOS	DESCRIPCION LITOLOGICA	PARAMETROS GEOTECNICOS					OBS.		
PERDIDA AGUA (%)	PIEZM DIAM.	DIAMETRO PERF.	AVANCE ENTUB. CEMENT.	TIPO LUGEON			TESTIGO EXTR. (%)				RQD (%)	FF	ORIENT. c/r AL EJE	CALIDAD GEOTECNICA	RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE ESTIMADA (MPa)		METEORIZACION	
				LUGEON l/m/min	PERD. (lts.)	PRES. (kg/cm ²)												TIEMPO (min.)
				TIPO MANDEL-LEFRANC														
OPERAC. ESTAB.	DESC. (m)	TIEMPO (min.)	PERM. EQUIV.															
1															1			
2															2			
3															3			
4															4			
5											II	50	BAJA		5			
6															6			
7															7			
8															8			
9															9			
10											IV	1	ALTA		10			
11											II	50	MEDIA		11			
12															12			
13											II-III	30-50	MEDIA BAJA		13			
14															14			
15											III	10	MEDIA ALTA		15			
16															16			
17											V	1	MUY ALTA		17			
18															18			
19											II	50	BAJA		19			
20															20			
FIN SONDAJE										2000	2000	2000	FIN SONDAJE					



SONDAJE S3
SITIO 3 – LOS PELLINES
EJE PRESA

N: 5.924.040,489

E: 262.615,466

Cota: 570.001

Registro Geológico Geotécnico

Sondaje S3

De-A (m)	Longitud del tramo (cm)	Longitud recuperada (m)	Recuperación (%)	Recuperación RQD (cm)	RQD (%)
0-1,2	120	120	100	20	17
1,2-3,5	230	230	100	190	83
3,5-10	650	650	100	65	10
10-12	200	200	100	163	82
12-14,4	240	240	100	17	7
14,4-16,8	240	240	100	165	69
16,8-20	320	320	100	47	15

Descripción del Sondaje

S3

0.0 – 1.2	Posible coluvio, material de clastos de diferentes tipos de rocas volcánicas. Duros, frescos, sin recuperación de matriz ligante. Longitud máxima 20cm.
1.2 – 9.0	Roca brechosa, aspectos fluidales, fracturada, caras de fracturas irregulares, con patinas de oxido de fierro. Roca dura, alteración grado medio.
9 – 9.7	Igual tipo de roca. Zona débil, con roca alterada, en parte terrosa, baja resistencia, baja resistencia, muy fracturada.
9.7 - 12	Brecha con aspecto fluidal, bajo grado de alteración y fracturamiento. Caras de fracturas con patinas de oxido de fierro. Resistencia estimada de 50 MPa.
12 - 13.7	Caras de fracturas irregulares, con patinas de oxido de fierro. Roca dura, alteración grado medio.
13.7 – 15.1	Brecha descolorida, en parte roca tobacea, alterada pero no reblandecida, fracturada, resistencia de 10 MPa.
15.1 – 16.8	Caras de fracturas irregulares, con patinas de oxido de fierro. Roca dura, alteración grado medio.
16.8 – 16.9	Posible falla, roca blanda, descolorida, arcillada.
16.9 - 20	Caras de fracturas irregulares, con patinas de oxido de fierro. Roca dura, alteración grado medio.

Registro Fotográfico









EMBALSE CHILLÁN
(SITIO 3 - LOS PELLINES)

SONDAJE S3
CAJA 7 DE 7

0087

20100

Ensayos

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON (según ASTM D4630-96)						
DATOS DE CAMPO						
Diámetro del sondeo (mm):	76	En (m):	0,076			
Profundidad del nivel piezométrico (m):	1					
Diámetro interior de la tubería y varillaje (mm):	76	En (m):	0,076			
Altura del manómetro sobre suelo (m):	0,4					
Profundidad del tramo ensayado						
Superior (m):	5,00	Longitud (m):	5,00			
Inferior (m):	10,00	Prof. media (m):	7,50			
Duración del escalón (min.):	10	En (seg):	600			
Datos del ensayo						
Escalones de presión efectiva (Kpa) (2a)	Volumen admitido (l)	Potencial en el tramo (m)	Duración (min)	Caudal (m³/s)	Absorción en tramo ensayado (l/m-min)	K (m/s) (Custodio y Llamas)
200,0	3,2	21,79	10	5,33E-06	6,400E-02	3,80E-08
400,0	4,5	42,19	10	7,50E-06	9,000E-02	2,76E-08
600,0	5,2	62,58	10	8,67E-06	1,040E-01	2,15E-08
800,0	7,3	82,98	10	1,22E-05	1,460E-01	2,28E-08
1000,0	10,5	103,37	10	1,75E-05	2,100E-01	2,63E-08
800,0	6,4	82,98	10	1,07E-05	1,280E-01	2,00E-08
600,0	4,0	62,58	10	6,67E-06	8,000E-02	1,66E-08
400,0	3,9	42,19	10	6,50E-06	7,800E-02	2,39E-08
200,0	2,1	21,79	10	3,50E-06	4,200E-02	2,50E-08
Clasificación de macizos rocosos en función de la permeabilidad (Olalla y Sopena, 1991)						
TIPO DE MACIZO	U.L.	Presión (Kpa)				
Muy impermeable	0 - 1	1000				
Prácticamente impermeable	1 - 3	1000				
Permeable	> 3	1000				
	1,5 - 6	500				
Muy permeable	> 3	1000				
	> 6	500				
Resultados						
Volumen de agua inyectado a 1000 Kpa aprox., (10 bar) (l):	10,5					
Duración del escalón, (min):	10					
Longitud del tramo ensayado, (m):	5,00					
Presión efectiva del escalón mayor, 1000 Kpa aprox. (Kpa):	1000,0					
PERMEABILIDAD EN UNIDADES LUGEÓN	2,1	U.L.				
PERMEABILIDAD (González de Vallejo)	2,1000E-05	cm/s				
PERMEABILIDAD MEDIA (Custodio y Llamas)	2,3693E-08	K (m/s):				
PERMEABILIDAD LUGEON						

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON (según ASTM D4630-96)

DATOS DE CAMPO			
Diámetro del sondeo (mm):	76	En (m):	0,076
Profundidad del nivel piezométrico (m):	1		
Diámetro interior de la tubería y varillaje (mm):	76	En (m):	0,076
Altura del manómetro sobre suelo (m):	0,4		
Profundidad del tramo ensayado			
Superior (m):	15,00	Longitud (m):	5,00
Inferior (m):	20,00	Prof. media (m):	17,50
Duración del escalón (min.):	10	En (seg):	600

Permeabilidad (Custodio y Llamas, 1996) $K = \frac{Q}{6,28 \cdot P \cdot l} \cdot Ln \frac{l}{r}$

donde: Q, caudal. P, presión
l, longitud ensayada.
r, radio

Permeabilidad (González de Vallejo, 2002)

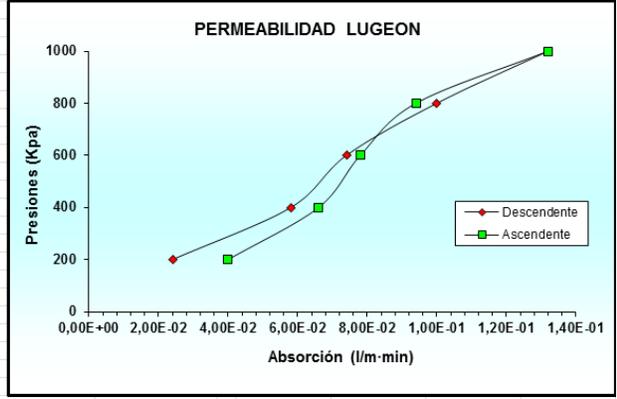
$$K_{U.L.} = \frac{V_{(i)}}{l_{(m)}} \cdot \frac{1000}{P_{(Kpa)}} \cdot \frac{10}{t_{(min)}} \quad 1.U.L = 1 \frac{l}{m \cdot min} = 10^{-5} \frac{cm}{s}$$

Datos del ensayo						
Escalones de presión efectiva. (Kpa) (2a)	Volumen admitido (l)	Potencial en el tramo (m)	Duración (min)	Caudal (m³/s)	Absorción en tramo ensayado (l/m-min)	K (m/s) (Custodio y Llamas)
200,0	2,0	21,79	10	3,33E-06	4,000E-02	2,38E-08
400,0	3,3	42,19	10	5,50E-06	6,600E-02	2,03E-08
600,0	3,9	62,58	10	6,50E-06	7,800E-02	1,61E-08
800,0	4,7	82,98	10	7,83E-06	9,400E-02	1,47E-08
1000,0	6,6	103,37	10	1,10E-05	1,320E-01	1,65E-08
800,0	5,0	82,98	10	8,33E-06	1,000E-01	1,56E-08
600,0	3,7	62,58	10	6,17E-06	7,400E-02	1,53E-08
400,0	2,9	42,19	10	4,83E-06	5,800E-02	1,78E-08
200,0	1,2	21,79	10	2,00E-06	2,400E-02	1,43E-08

Clasificación de macizos rocosos en función de la permeabilidad (Olalla y Sopeña, 1991)		
TIPO DE MACIZO	U.L.	Presión (Kpa)
Muy impermeable	0 - 1	1000
Prácticamente impermeable	1 - 3	1000
Permeable	> 3	1000
	1,5 - 6	500
Muy permeable	> 3	1000
	> 6	500

Resultados	
Volumen de agua inyectado a 1000 Kpa aprox., (10 bar) (l);	6,6
Duración del escalón, (min);	10
Longitud del tramo ensayado, (m);	5,00
Presión efectiva del escalón mayor, 1000 Kpa aprox. (Kpa);	1000,0

PERMEABILIDAD EN UNIDADES LUGEON	1,3	U.L.
PERMEABILIDAD (González de Vallejo)	1,3200E-05	cm/s
PERMEABILIDAD MEDIA (Custodio y Llamas)	1,6943E-08	K (m/s):



SONDAJE S4
SITIO 3 – LOS PELLINES

N: 5.923.924,006

E: 262.767,669

Cota:587.553

Registro Geológico Geotécnico

Sondaje S4

De-A (m)	Longitud del tramo (cm)	Longitud recuperada (m)	Recuperación (%)	Recuperación RQD (cm)	RQD (%)
0 - 5,4	540	540	100	-	-
5,4 - 6,2	80	80	100	-	-
6,2 - 25	1880	1880	100	-	-

Descripción del Sondaje S4

0.0 – 5.4	Suelo limoso vegetal. Presencia escasas gravas hasta 3”.
5.4 - 6.2	Gravas redondeadas de 10 cm de diámetro máximo
6.2 – 25	Posible zona de relleno correspondiente a material fluvio glacial. Presencia de clastos dentro de la matriz de limo.

Registro Fotográfico











EMBALSE CHILLÁN
(SITIO 3 - LOS PELLINES)
SONDAJE S4
CAJA 9 DE 9



29.00

29.00



INFORME DE ENSAYOS DE ROCA

Informe de Ensayo N° : 103.455 Orden de Trabajo N° : 033074/2014
 Proyecto u Obra : Embalse Río Chillán.
 Correlativo de Obra N° : 1
 Dirección de la Obra : Chillán.
 Mandante : LUIS SAN MARTÍN Y CIA. LTDA.
 Dirección Mandante : Galvarino Gallardo N°1576, Providencia.
 Solicitado por : Sr. Luis San Martín.
 Lugar de realización de los ensayos : Laboratorio Tecnolab Ltda.
 Fecha de emisión : 10/09/2014

A .- DOCUMENTACION UTILIZADA

Aprobación de los trabajos según Ensayos ejecutados	- Compresión sobre testigos de Roca
---	-------------------------------------

B .- INFORMACION REFERENTE A LA TOMA DE MUESTRA

Ubicación de la toma de muestra	Sondaje S 5 muestra tomada entre los 13,14 mts. y los 13,70 mts. de profundidad. Profundidad total del sondaje 25,20 mts. coordenadas 5.924.103 N y 262.544 E.
Fecha de extracción de la muestra	25/08/2014
Número de testigos extraídos	1
Responsable del Muestreo	Sr. Cliente

C .- INFORMACION REFERENTE AL ENSAYO

Muestra N°	964-1
Tipo de muestra	Testigo de Roca
Tipo de preparación de la muestra	Aserrada
Resultado de las dimensiones:	
Diámetro del testigo (mm)	71
Altura del testigo (mm)	99
Altura de ensayo del testigo (mm)	99
Esbeltez	1,39

D .- RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de ensayo	Densidad aparente (kg/m3)	Sección de ensayo (cm2)	Carga máxima (kgf)	Tensión de rotura (kgf/cm2)
09-09-2014	2.280	39,49	9.316	236

E .- OBSERVACIONES O COMENTARIOS


 Kricor Bzdigian K.
 Ingeniero Civil
 Gerente General
 Responsable Area Hormigón



1.- Los resultados informados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
 2.- El contenido del presente Informe de Ensayo no puede ser reproducido total ni parcialmente sin la expresa autorización escrita del laboratorio.

PROYECTO 14-0065
PRESA PINTO
SMI

ENSAYOS LUGEON Y LEFRANC DE LOS
SONDEOS S5 y S6

PROYECTO
MANDANTE
SONDEO
ENSAYO
TRAMO
LONGITUD TRAMO ENSAYADO

14-0065 PRESA PINTO
 SMI
 S5
 LEFRANC CARGA VARIABLE
 Z=3 hasta Z=6
 3 metros

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE (con; h/d > 4)

DATOS DEL SONDEO

Diámetro interior de la entubación o del sondeo (mm): d	98
Profundidad del nivel freático (m): F	0,00
Altura de agua sobre el terreno cuando se inicia la recuperación (m): I	1,00

PROFUNDIDAD DEL TRAMO ENSAYADO

Superior (m): L	3,00	Longitud ensayada (m): h	3,00
Inferior (m): P	6,00		

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo (min.): t	60,0	Tiempo (s):	3600
Profundidad inicial (m.): Hi			1,00
Profundidad final (m.): Hf			0,15
Diámetro interior de la entubación(m): de			0,098
Diámetro interior del sondeo (m): d			0,086

Tiempo (min.)	Intervalo de tiempo (min.)	Descenso acumulado del nivel (cm)	Descenso del nivel (cm)	Altura del nivel (m)
0	0	0,0	0,0	1,00
1	1	13,0	13,0	0,87
2	1	22,0	9,0	0,78
3	1	23,0	1,0	0,77
4	1	27,0	4,0	0,73
5	1	30,0	3,0	0,70
6	1	33,0	3,0	0,67
7	1	35,0	2,0	0,65
10	3	43,0	8,0	0,57
14	4	49,0	6,0	0,51
18	4	56,0	7,0	0,44
22	4	57,0	1,0	0,43
26	4	59,0	2,0	0,41
30	4	64,0	5,0	0,36
36	6	68,0	4,0	0,32
42	6	73,5	5,5	0,27
48	6	77,0	3,5	0,23
54	6	82,0	5,0	0,18
60	6	85,0	3,0	0,15

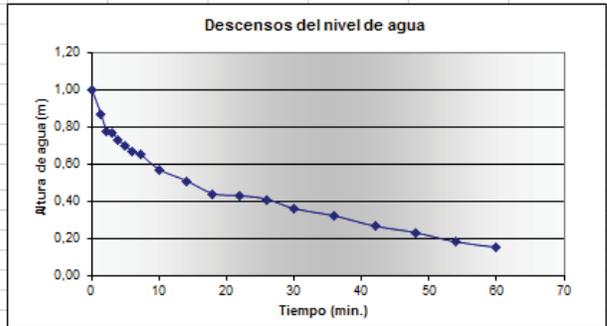
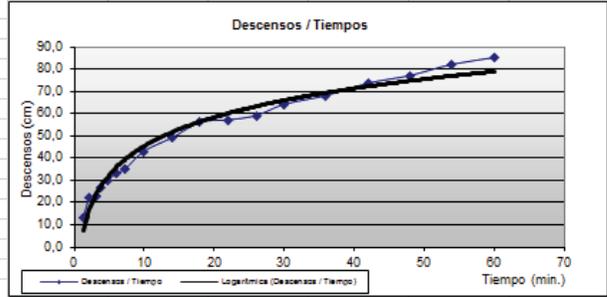
RESULTADOS

PERMEABILIDAD LEFRANC	K (m/s) =	8,9522E-07
-----------------------	-----------	------------

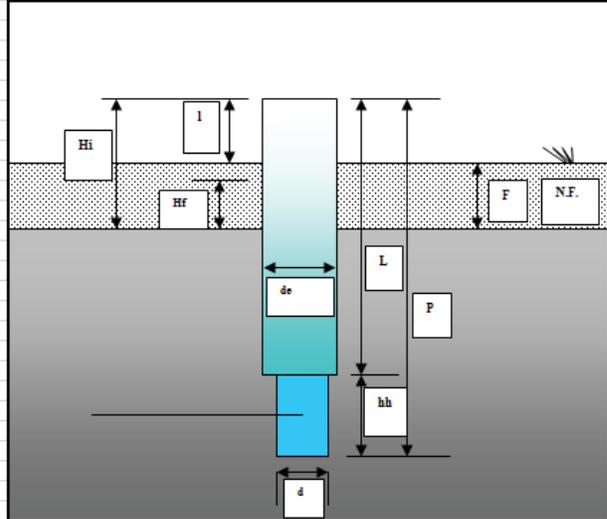
Jiménez Salas (1981).

para h/d > 4:

$$K = \frac{(d_e)^2 \cdot \ln\left(\frac{2h}{d}\right)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot \ln \frac{H_i}{H_f}$$



ESQUEMA DEL ENSAYO



PROYECTO
MANDANTE
SONDEO
ENSAYO
TRAMO
LONGITUD TRAMO ENSAYADO

14-0065 PRESA PINTO
 SMI
 S5
 LUGEON
 Z=9 hasta Z=14
 5 metros

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON (según ASTM D4630-96)

DATOS DE CAMPO

Diámetro del sondeo (mm):	86	En (m):	0,086
Profundidad del nivel piezométrico (m):	0		
Diámetro interior de la tubería y varillaje (mm):	86	En (m):	0,086
Altura del manómetro sobre suelo (m):	1,5		
Profundidad del tramo ensayado			
Superior (m):	9,00	Longitud (m):	5,00
Inferior (m):	14,00	Prof. media (m):	11,50
Duración del escalón (min.):	10	En (seg):	600

Permeabilidad (Custodio y Llamas, 1996) $K = \frac{Q}{6.28 \cdot P \cdot l} \cdot \ln \frac{l}{r}$

donde: Q, caudal. P, presión
 l, longitud ensayada.
 r, radio

Permeabilidad (González de Vallejo, 2002)

$K_{U.L.} = \frac{V_{(t)}}{l_{(m)}} \cdot \frac{1000}{P_{(kpa)}} \cdot \frac{10}{t_{(min)}} \quad 1.U.L = \frac{l}{m \cdot min} = 10^{-5} \frac{cm}{s}$

Datos del ensayo

Escalones de presión efectiva. (Kpa)	Volumen admitido (l)	Potencial en el tramo (m)	Duración (min)	Caudal (m³/s)	Absorción en tramo ensayado	K (m/s) (Custodio y Llamas)
200,0	28,0	21,89	10	4,33E-05	5,200E-01	3,00E-07
400,0	29,0	42,29	10	4,83E-05	5,800E-01	1,73E-07
600,0	31,0	62,68	10	5,17E-05	6,200E-01	1,25E-07
800,0	36,0	83,08	10	6,00E-05	7,200E-01	1,09E-07
1000,0	42,0	103,47	10	7,00E-05	8,400E-01	1,02E-07
800,0	40,0	83,08	10	6,67E-05	8,000E-01	1,22E-07
600,0	38,0	62,68	10	6,33E-05	7,600E-01	1,53E-07
400,0	34,0	42,29	10	5,67E-05	6,800E-01	2,03E-07
200,0	28,0	21,89	10	4,67E-05	5,600E-01	3,23E-07

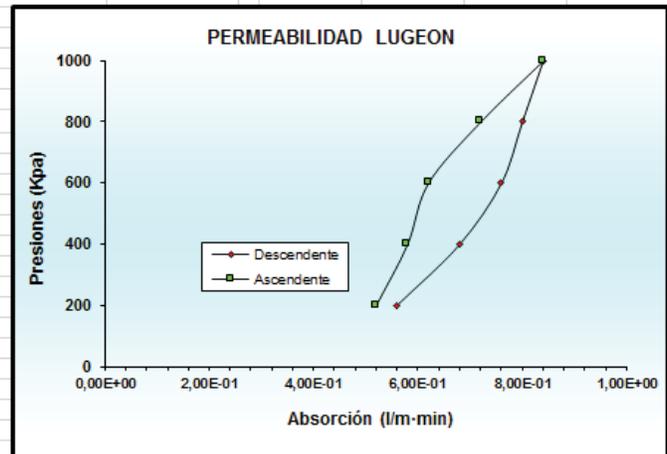
Clasificación de macizos rocosos en función de la permeabilidad (Olalla y Sopeña, 1991)

TIPO DE MACIZO	U.L.	Presión (Kpa)
Muy impermeable	0 - 1	1000
Prácticamente impermeable	1 - 3	1000
Permeable	> 3	1000
	1,5 - 6	500
Muy permeable	> 3	1000
	> 6	500

Resultados

Volumen de agua inyectado a 800 Kpa aprox., (10 bar) (l);	42,0
Duración del escalón, (min);	10
Longitud del tramo ensayado, (m);	5,00
Presión efectiva del escalón mayor, 800 Kpa aprox. (Kpa);	1000,0

PERMEABILIDAD EN UNIDADES LUGEÓN	8,4	U.L.
PERMEABILIDAD (González de Vallejo)	8,4000E-05	cm/s
PERMEABILIDAD MEDIA (Custodio y Llamas)	1,4748E-07	K (m/s);



PROYECTO
MANDANTE
SONDEO
ENSAYO
TRAMO
LONGITUD TRAMO ENSAYADO

14-0065 PRESA PINTO
 SMI
 S5
 LUGEON
 Z=14 hasta Z=19
 5 metros

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON (según ASTM D4630-96)

DATOS DE CAMPO

Diámetro del sondeo (mm):	86	En (m):	0,086
Profundidad del nivel piezométrico (m):	0		
Diámetro interior de la tubería y varillaje (mm):	86	En (m):	0,086
Altura del manómetro sobre suelo (m):	1,5		
Profundidad del tramo ensayado			
Superior (m):	14,00	Longitud (m):	5,00
Inferior (m):	19,00	Prof.media (m):	16,50
Duración del escalón (min.):	10	En (seg):	600

Permeabilidad (Custodio y Llamas, 1996) $K = \frac{Q}{6.28 \cdot P \cdot l} \cdot L_n \frac{l}{r}$

donde: Q, caudal. P, presión
 l, longitud ensayada.
 r, radio

Permeabilidad (González de Vallejo, 2002)

$K_{U.L.} = \frac{V_{(t)}}{l_{(m)}} \cdot \frac{1000}{P_{(Kpa)}} \cdot \frac{10}{t_{(min)}} \quad 1.U.L = 1 \frac{l}{m \cdot min} = 10^{-5} \frac{cm}{s}$

Datos del ensayo

Escalones de presión efectiva. (Kpa)	Volumen admitido (l)	Potencial en el tramo (m)	Duración (min)	Caudal (m³/s)	Absorción en tramo ensayado	K (m/s) (Custodio y Llamas)
200,0	236,0	21,89	10	3,93E-04	4,720E+00	2,72E-06
400,0	312,0	42,29	10	5,20E-04	6,240E+00	1,86E-06
600,0	427,0	62,68	10	7,12E-04	8,540E+00	1,72E-06
400,0	372,0	42,29	10	6,20E-04	7,440E+00	2,22E-06
200,0	271,0	21,89	10	4,52E-04	5,420E+00	3,12E-06
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

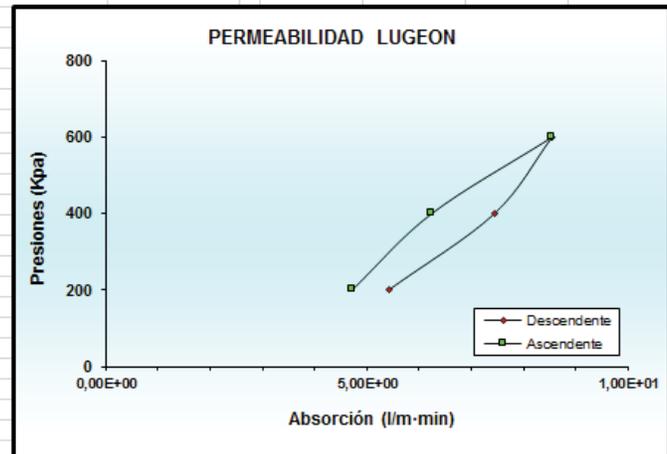
Clasificación de macizos rocosos en función de la permeabilidad (Olalla y Sopena, 1991)

TIPO DE MACIZO	U.L.	Presión (Kpa)
Muy impermeable	0 - 1	1000
Prácticamente impermeable	1 - 3	1000
Permeable	> 3	1000
	1,5 - 6	500
Muy permeable	> 3	1000
	> 6	500

Resultados

Volumen de agua inyectado a 600 Kpa aprox., (10 bar) (l);	427,0
Duración del escalón, (min);	10
Longitud del tramo ensayado, (m);	5,00
Presión efectiva del escalón mayor, 600 Kpa aprox. (Kpa);	600,0

PERMEABILIDAD EN UNIDADES LUGEÓN	142,3	U.L.
PERMEABILIDAD (González de Vallejo)	1,4233E-03	cm/s
PERMEABILIDAD MEDIA (Custodio y Llamas)	2,2681E-06	K (m/s);



PROYECTO
MANDANTE
SONDEO
ENSAYO
TRAMO
LONGITUD TRAMO ENSAYADO

14-0065 PRESA PINTO
 SMI
 S5
 LUGEON
 Z=19 hasta Z=24
 5 metros

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON (según ASTM D4630-96)

DATOS DE CAMPO

Diámetro del sondeo (mm):	86	En (m):	0,086
Profundidad del nivel piezométrico (m):	0		
Diámetro interior de la tubería y varillaje (mm):	86	En (m):	0,086
Altura del manómetro sobre suelo (m):	1,5		
Profundidad del tramo ensayado			
Superior (m):	19,00	Longitud (m):	5,00
Inferior (m):	24,00	Prof.media (m):	21,50
Duración del escalón (min.):	10	En (seg):	600

Permeabilidad (Custodio y Llamas, 1996) $K = \frac{Q}{6.28 \cdot P \cdot l} \cdot L n \frac{l}{r}$

donde: Q, caudal. P, presión
 l, longitud ensayada.
 r, radio

Permeabilidad (González de Vallejo, 2002)

$K_{U.L.} = \frac{V_{(t)}}{l_{(m)}} \cdot \frac{1000}{P_{(Kpa)}} \cdot \frac{10}{t_{(min)}} \quad 1.U.L = 1 \frac{l}{m \cdot min} = 10^{-5} \frac{cm}{s}$

Datos del ensayo

Escalones de presión efectiva. (Kpa)	Volumen admitido (l)	Potencial en el tramo (m)	Duración (min)	Caudal (m³/s)	Absorción en tramo ensayado	K (m/s) (Custodio y Llamas)
200,0	278,0	21,89	10	4,63E-04	5,560E+00	3,21E-06
400,0	398,0	42,29	10	6,63E-04	7,960E+00	2,38E-06
600,0	472,0	62,68	10	7,87E-04	9,440E+00	1,90E-06
400,0	362,0	42,29	10	6,03E-04	7,240E+00	2,16E-06
200,0	266,0	21,89	10	4,43E-04	5,320E+00	3,07E-06
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

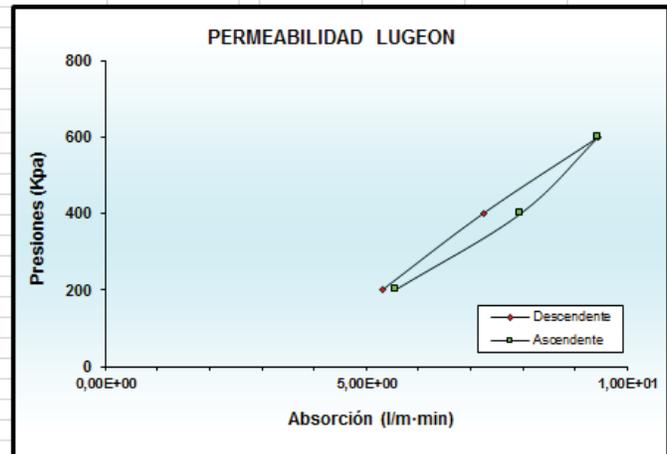
Clasificación de macizos rocosos en función de la permeabilidad (Olalla y Sopena, 1991)

TIPO DE MACIZO	U.L.	Presión (Kpa)
Muy impermeable	0 - 1	1000
Prácticamente impermeable	1 - 3	1000
Permeable	> 3	1000
	1,5 - 6	500
Muy permeable	> 3	1000
	> 6	500

Resultados

Volumen de agua inyectado a 600 Kpa aprox., (10 bar) (l);	472,0
Duración del escalón, (min);	10
Longitud del tramo ensayado, (m);	5,00
Presión efectiva del escalón mayor, 600 Kpa aprox. (Kpa);	600,0

PERMEABILIDAD EN UNIDADES LUGEÓN	157,3	U.L.
PERMEABILIDAD (González de Vallejo)	1,5733E-03	cm/s
PERMEABILIDAD MEDIA (Custodio y Llamas)	2,5346E-06	K (m/s);



SONDAJE S5
SITIO 3 – LOS PELLINES

N: 5.924.128

E: 262.644

Cota: 624

Registro Geológico Geotécnico

Sondaje S5

De-A (m)	Longitud del tramo (cm)	Longitud recuperada (m)	Recuperación (%)	RQD (%)
0-2,4	240	240	100	-
2,4-4,8	200	200	100	-
4,8-7,2	240	240	100	-
7,2-10,2	300	300	100	76
10,2-13,20	300	300	100	85
13,2-16,2	300	300	100	100
16,2-19,20	300	300	100	41
19,20-22,20	300	300	100	39
22,20-25,20	300	300	100	85

Descripción del Sondaje

S5

Profundidad (m)	Descripción geológica
Inicio – 3,80m	Suelo limoso junto a arcilla de alta plasticidad, color café. Presencia de raicillas
3,80- 6,80	Posible material de ceniza de color claro, blanquizco. Material se presenta hojoso, muy blando, liviano. Muy buena recuperación, baja resistencia estimada en 0.1 MPa. Grado de descomposición alto
6,80- 16,40	Roca basal del tipo brecha volcánica gruesa. Resistencia estimada en 40- 50 MPa, grado de descomposición bajo. Entre 12,0 y 12,2m se presenta una zona de falla con roca molida, arcillosa, caras muy claras, angulado respecto al eje del sondaje
16,40- 18,50	Zona de roca brechosa con varios planos de cizalle, roca alterada y en parte molida. Baja resistencia y grado de descomposición medio a alto
18,50- 19,80	Roca basal del tipo brecha con clastos medios a pequeños, color oscuro con grado de alteración medio y en partes alto. Resistencia estimada en 10 MPa
19,80- 21,60	Roca muy alterada. En parte molida. Posible falla. Bajo a muy bajo grado de resistencia. Posible falla
21,60- 25,20	Roca basal del tipo brecha volcánica gruesa. Resistencia estimada en 40- 50 MPa, grado de descomposición bajo.
25,20	Fin del sondaje

Registro Fotográfico



EMBALSE CHILLÁN
(SITIO 3 - LOS PELLINES)

SONDAJE S5
CAJA 3 DE 9



EMBALSE CHILLÁN
(SITIO 3 - LOS PELLINES)

SONDAJE S5
CAJA 4 DE 9



EMBALSE CHILLÁN
(SITIO 3 - LOS PELLINES)

SONDAJE S5
CAJA 5 DE 9



EMBALSE CHILLÁN
(SITIO 3 - LOS PELLINES)

SONDAJE S5
CAJA 6 DE 9





EMBALSE CHILLÁN
(SITIO 3 – LOS PELLINES)

SONDAJE S5
CAJA 9 DE 9



PROYECTO
MANDANTE
SONDEO
ENSAYO
TRAMO
LONGITUD TRAMO ENSAYADO

14-0065 PRESA PINTO
 SMI
 S6
 LEFRANC CARGA VARIABLE
 Z=3 hasta Z=6
 3 metros

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE (con; h/d >4)

DATOS DEL SONDEO

Diámetro interior de la entubación o del sondeo (mm): d	98
Profundidad del nivel freático (m): F	1,20
Altura de agua sobre el terreno cuando se inicia la recuperación (m): l	1,00

PROFUNDIDAD DEL TRAMO ENSAYADO

Superior (m): L	3,00	Longitud ensayada (m): h	3,00
Inferior (m): P	6,00		

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo (min.): t	30,0	Tiempo (s):	1800
Profundidad inicial (m.): Hi			2,20
Profundidad final (m.): Hf			0,40
Diámetro interior de la entubación(m): de			0,098
Diámetro interior del sondeo (m): d			0,086

Tiempo (min.)	Intervalo de tiempo (min.)	Descenso acumulado del nivel (cm)	Descenso del nivel (cm)	Altura del nivel (m):
0	0	0,0	0,0	2,20
1	1	46,0	46,0	1,74
2	1	58,0	12,0	1,62
3	1	66,0	8,0	1,54
4	1	78,0	12,0	1,42
5	1	85,0	7,0	1,35
6	1	101,0	16,0	1,19
7	1	122,0	21,0	0,98
10	3	133,0	11,0	0,87
14	4	146,0	13,0	0,74
18	4	157,0	11,0	0,63
22	4	168,0	11,0	0,52
26	4	175,0	7,0	0,45
30	4	180,0	5,0	0,40

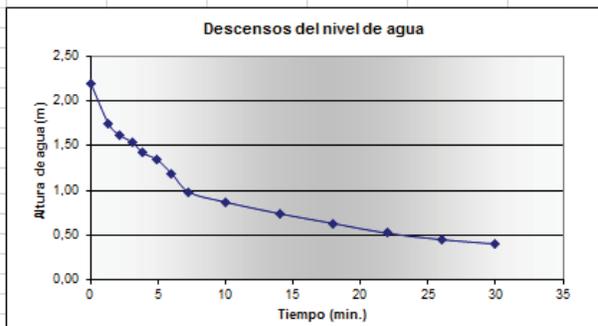
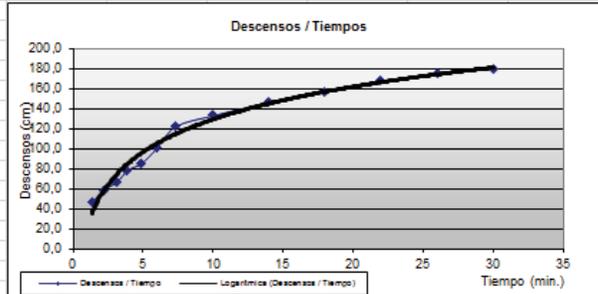
RESULTADOS

PERMEABILIDAD LEFRANC	K (m/s) =	1,6089E-06
-----------------------	-----------	------------

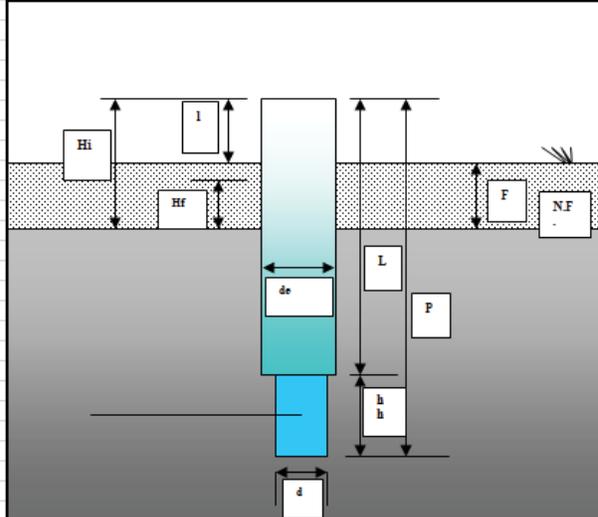
Jiménez Salas (1981).

para h/d > 4:

$$K = \frac{(d_e)^2 \cdot \ln\left(\frac{2h}{d}\right)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot \ln \frac{H_i}{H_f}$$



ESQUEMA DEL ENSAYO



PROYECTO
MANDANTE
SONDEO
ENSAYO
TRAMO
LONGITUD TRAMO ENSAYADO

14-0065 PRESA PINTO
 SMI
 S6
 LEFRANC CARGA VARIABLE
 Z=13 hasta Z=15
 2 metros

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE (con; h/d >4)

DATOS DEL SONDEO

Diámetro interior de la entubación o del sondeo (mm): d	98
Profundidad del nivel freático (m): F	1,20
Altura de agua sobre el terreno cuando se inicia la recuperación (m): l	1,50

PROFUNDIDAD DEL TRAMO ENSAYADO

Superior (m): L	13,00	Longitud ensayada (m): h	2,00
Inferior (m): P	15,00		

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo (min.): t	10,0	Tiempo (s):	600
Profundidad inicial (m): Hi			2,70
Profundidad final (m): Hf			0,12
Diámetro interior de la entubación(m): de			0,098
Diámetro interior del sondeo (m): d			0,086

Tiempo (min.)	Intervalo de tiempo (min.)	Descenso acumulado del nivel (cm)	Descenso del nivel (cm)	Altura del nivel (m):
0	0	0,0	0,0	2,70
1	1	32,0	32,0	2,38
2	1	48,0	16,0	2,22
3	1	61,0	13,0	2,09
4	1	69,0	8,0	2,01
5	1	76,0	7,0	1,94
6	1	85,0	9,0	1,85
7	1	91,0	6,0	1,79
8	1	96,0	5,0	1,74
9	1	102,0	6,0	1,68
10	1	108,0	6,0	1,62

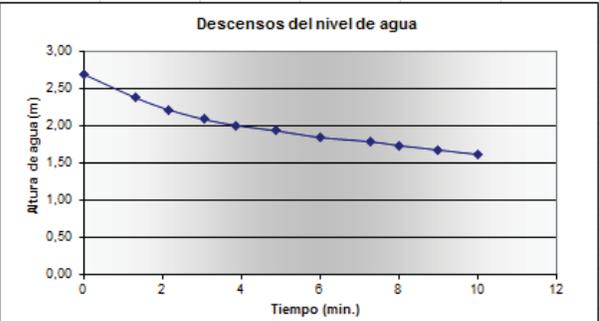
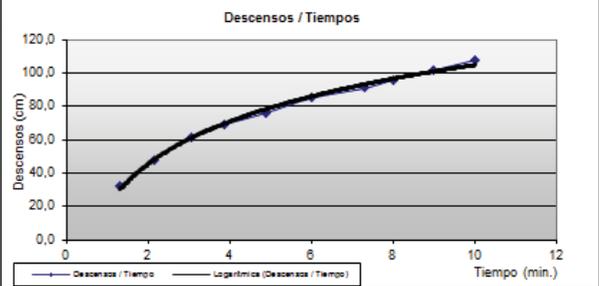
RESULTADOS

PERMEABILIDAD LEFRANC	K (m/s) =	1,1960E-05
-----------------------	-----------	------------

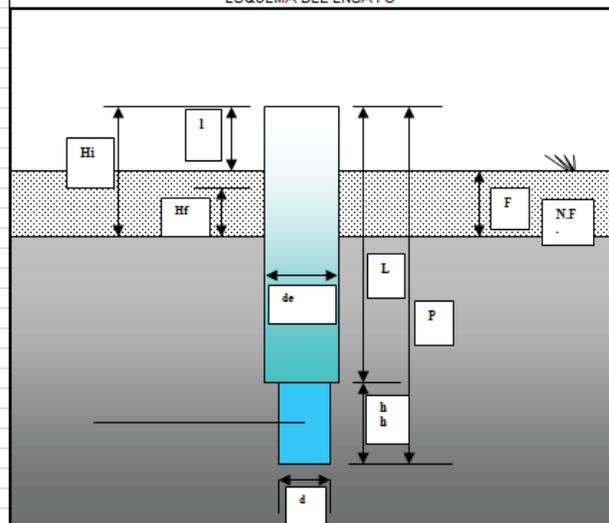
Jiménez Salas (1981).

para h/d > 4:

$$K = \frac{(d_e)^2 \cdot \text{Ln} \left(\frac{2h}{d} \right)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot \text{Ln} \frac{H_i}{H_f}$$



ESQUEMA DEL ENSAYO



PROYECTO: RIO CHILLAN	COORDENADAS (U.T.M.)	COMENZADO: 30-07-2014	ESC. 1:100
CONTRATISTA: SONDEAL	NORTE: 5.924.103	INCLOR AL CENIT.: -	
SONDAJE: S-6	ESTE: 262.635	AZIMUT: -	
PROFUNDIDAD: 25.0m	COTA: 609 (m.s.n.m.)	SITIO: LOS PELLINES	
		TERMINADO: 5-08-2014	
		PROCESADO POR: H. DELUCCHI	
		CLASIFICACION GEOLOGICA:	H. DELUCCHI

DATOS PERFORACION				PRUEBA INFILTRACION				PARAMETROS GEOTECNICOS						OBS.				
PERDIDA AGUA (%)	PIEZM DIAM.	DIAMETRO PERF.	AVANCE ENTUB. CEMENT.	TIPO LUGEON				COLUMN. LITOLÓG.	MUEST. PARA ENSAYOS	DESCRIPCION LITOLÓGICA	TESTIGO EXTR. (%)	RQD (%)	FF		ORIENT. c/r AL EJE	CALIDAD GEOTECNICA	RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE ESTIMADA (MPa)	METEORIZACION
				LUGEON l/m/min	PERD. (lts.)	PRES. (kg/cm²)	TIEMPO (min.)											
				TIPO MANDEL-LEFRANC														
OPERAC. ESTAB.	DESC. (m)	TIEMPO (min.)	PERM. EQUIV.							ESCALA:								
														I :MUY BUENA II :BUENA III :REGULAR IV :MALA V :MUY MALA VI :EXTREMADAMENTE MALA				
1																		1
2																		2
3																		3
4																		4
5																		5
6																		6
7																		7
8																		8
9																		9
10																		10
11																		11
12																		12
13																		13
14																		14
15																		15
16																		16
17																		17
18																		18
19																		19
20																		20
21																		21
22																		22
23																		23
24																		24
25																		25
FIN SONDAJE										FIN SONDAJE								



SUELO LIMOSO JUNTO A ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR CAFE, PRESENCIA DE RAICILLAS

POSIBLE ROCA BASAL MUY ALTERADA Y DESCOMPUESTA EN PARTE EN PARTE SE RECUPERA SOLO ARENA DEBIDO A LA MOLIENDA DEBIDO A LA OPERACION DE BARRENADO. MUY BAJA RESISTENCIA. TROZOS DE MATERIAL ROCOSO HETEROGENEO LO QUE SEÑALA PRESENCIA DE ZONACIONES EN UNA POSIBLE BRECHA ENTRE LOS 20.4 Y 22.6 SE PRESENTA UN TROZO DE BRECHA NO ALTERADO QUE NO CORRESPONDE A UN BLOQUE POR LO QUE SE MUESTRA EN SUS BORDES. TROZO TIENE RQD DE 55%

1.6x10⁻⁸ m/s

1.2x10⁻⁸ m/s

IV 1-5 ALTA

SONDAJE S6
SITIO 3 – LOS PELLINES

N: 5.924.103

E: 262.635

Cota: 609 m.s.n.m

Registro Geológico Geotécnico

Sondaje S6

De-A (m)	Longitud del tramo (cm)	Longitud recuperada (m)	Recuperación (%)	RQD (%)
0-2,4	240	240	100	-
2,4-4,8	240	240	100	-
4,8-7,8	300	300	100	-
7,8-10,8	300	300	100	0
10,8-13,8	300	300	100	0
13,8-16,8	300	300	100	0
16,8-19,8	300	300	100	0
19,8-22,8	300	300	100	56 (tramo 20,4- 22,6m)
22,8-25,80	300	300	100	0

Descripción del Sondaje S6

Profundidad (m)	Descripción geológica
Inicio – 7,80m	Suelo limoso junto a arcilla de alta plasticidad, color café. Presencia de raicillas
7,80- 25,00	Posible roca basal muy alterada y descompuesta en parte. En parte se recupera solo arena debido a la molienda debido a la operación de barrenado. Muy baja resistencia. Trozos de material rocoso heterogéneo lo que señala presencia de zonaciones en una posible brecha Entre los 20,4 y 22,6 se presenta un trozo de brecha no alterado que no corresponde a un bloque por lo que se muestra en sus bordes. Trozo tiene RQD de 55%
25,00	Fin del sondaje

Registro Fotográfico



EMBALSE CHILLÁN
(SITIO 3 – LOS PELLINES)

SONDAJE S6
CAJA 3 DE 9



EMBALSE CHILLÁN
(SITIO 3 – LOS PELLINES)

SONDAJE S6
CAJA 4 DE 9





EMBALSE CHILLÁN
(SITIO 3 - LOS PELLINES)

SONDAJE S6
CAJA 7 DE 9



EMBALSE CHILLÁN
(SITIO 3 - LOS PELLINES)

SONDAJE S6
CAJA 8 DE 9



EMBALSE CHILLÁN
(SITIO 3 - LOS PELLINES)

SONDAJE S6
CAJA 9 DE 9



FOTOGRAFÍAS MONOLITOS
SONDAJES

Ubicación Sondajes



Fotografía N°1 Monolito Sondaje S-1



Fotografía N°2 Monolito Sondaje S-1



Fotografía N°3 Monolito Sondaje S-3



Fotografía N°4 Monolito Sondaje S-4



Fotografía N°5 Monolito Sondaje S- 4



En el sondaje S – 2 ubicado en la rivera sur del río, no fue posible realizar la construcción de un monolito ya que este está ubicado en la orilla del camino público.

Además, en los sondajes S – 5 y S – 6 ubicados en la rivera norte del río, tampoco fue posible realizar los monolitos, debido a las malas condiciones climáticas cuando se realizaron los trabajos y la dificultad en el acceso a dicha zona.

ANEXO 3-5
CALICATAS Y ENSAYES

PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-01
Coordenadas UTM E249549, N5927911	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.35 Arenas limosas y algo de gravas. Color café oscuro a negro. Se observan raicillas hasta los 0.50 m. Humedad media, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 2". Granulometría estimada: arenas 65%, limo 30%, gravas 5%. De 1.35 a 3.00 m Limo arenoso con presencia de gravas. Color café amarillento. Humedad media, consistencia muy alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 5". Granulometría estimada: Limo 45%, arenas 45%, gravas 10%.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 0.00 a 1.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: ML
Clasificación AASHTO: A-4

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-02
Coordenadas UTM E247955, N5930130	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.90 m Arenas limosas y grava dispersa. Color café claro. Se observan raicillas y raíces. Humedad media, compacidad alta. Granulometría estimada: arena 70%, limo 20%, grava 10%. De 1.90 a 3.00 m. Arenas limosas y gravosas. Color café oscuro. Humedad alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de partícula de 5". Granulometría estimada: Arena 60%, limo 25%, gravas 25%. Filtración de agua a los 2.00 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
 Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



Muestra de 2.00 a 3.00 m.

PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-03
Coordenadas UTM E247971, N5930116	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 2.20 m Arenas limosas con gravas y bolones dispersos. Color café claro. Humedad alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo 4". Granulometría estimada: arena 55%, limo 20%, gravas 20%, bolones 5%. De 2.20 a 3.00 m Gravas arenosas con limo y bolones dispersos. Color café. Humedad muy alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 6". Granulometría estimada: gravas 50%, arena 35%, limo 10%, bolones 5%. Filtración de agua a los 1.00 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GW-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-04
Coordenadas UTM E245783, N5931986	Profundidad: 3 metros

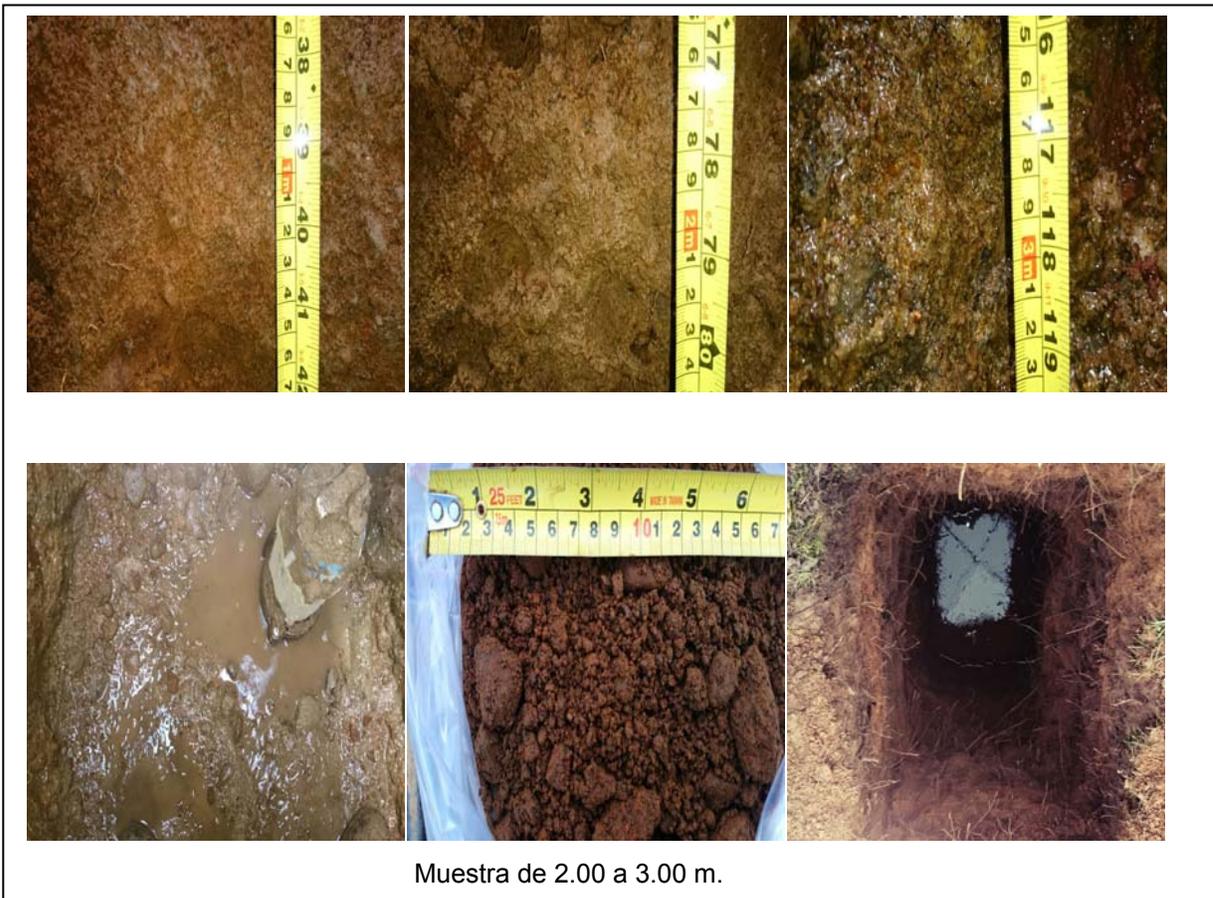
- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.50 m Arenas limosas con algo de gravas. Color café claro. Se observan raicillas. Humedad alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 3". Granulometría estimada: arena 65%, limo 20%, gravas 15%. De 0.50 a 3.00 m Arenas limoarcillosas con algo de gravas. Color café oscuro a rojizo. Humedad muy alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 4". Granulometría estimada: arena 55%, finos (limo-arcilla) 20%, gravas 15%. Filtración de agua a los 1.80 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-05
Coordenadas UTM E241379, N5934570	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 3.00 m Arenas gravosas y bolones, presencia de limo. Color café claro. Presencia de raicillas hasta 0.50 m. Humedad alta, compacidad alta. Partículas redondeadas y subredondeadas, tamaño máximo de 8". Granulometría estimada: arena 55%, gravas 35%, limo 15%, bolones 5%. Filtración de agua al 1.50 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-06
Coordenadas E246.555, N5.931.518	Profundidad :3 metros

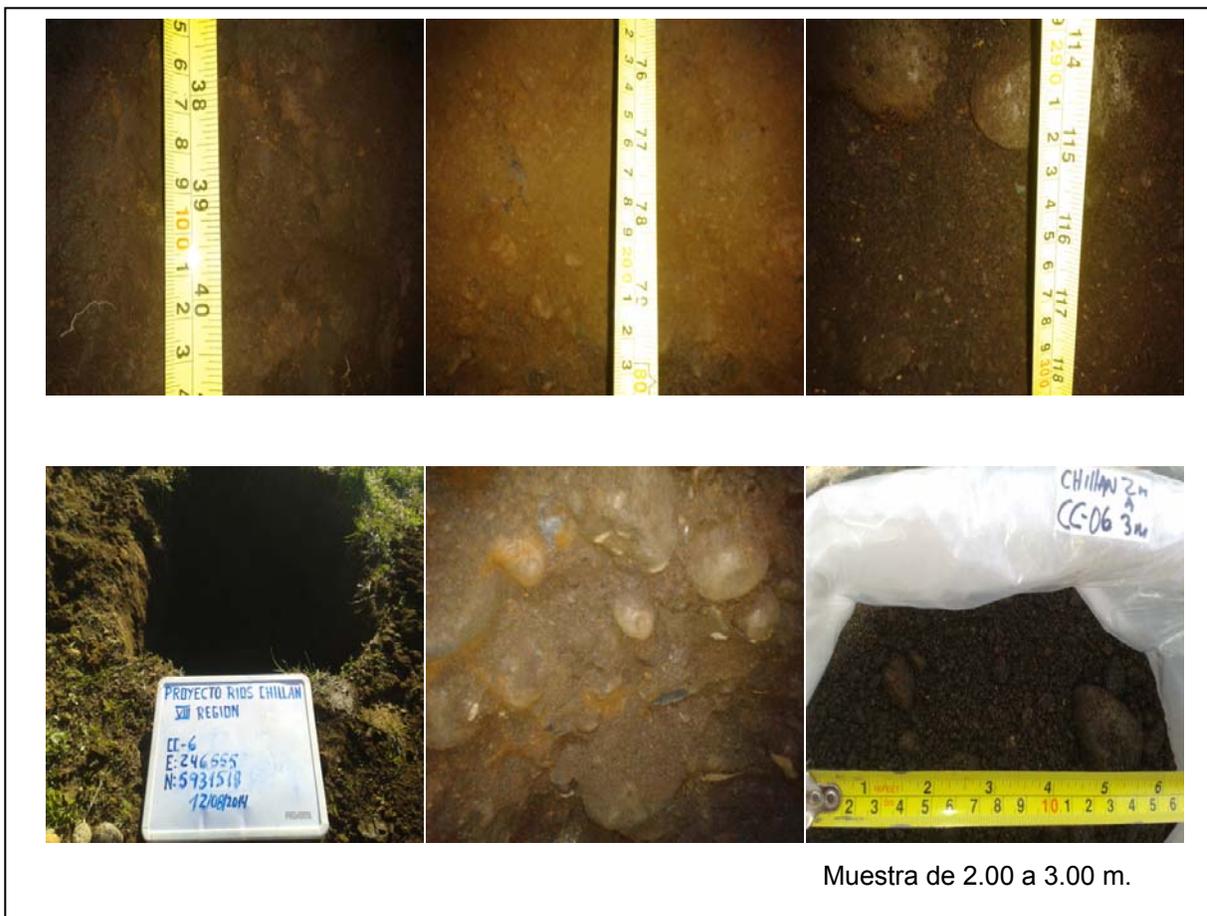
- Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.50 m Arenas limosas. Color café oscuro a negro. Se observan raicillas. Humedad alta, compacidad alta. Granulometría estimada: arena 60%, limo 40%. De 1.50 a 3.00 m Arenas gravosas con algo de limo, bolones y arcilla dispersa. Color gris amarillento. Humedad alta, plasticidad baja, compacidad media. Partículas subredondeadas. Tamaño máximo de partícula de 12", Granulometría estimada: arena 60%, gravas 20% limo 10%, bolones 5%, arcilla <5 %.

- Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- REGISTRO FOTOGRAFICO:**



Muestra de 2.00 a 3.00 m.

PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-07
Coordenadas UTM E246677, N5931762	Profundidad: 1.80 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 3.00 m Gravas arenosas y bolones. Color café oscuro. Humedad muy alta, compactidad media-alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 7". Granulometría estimada: grava 50%, arena 40%, bolones 10%. Filtración de agua a partir del 1.80 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 0.00 a 1.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GW-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**

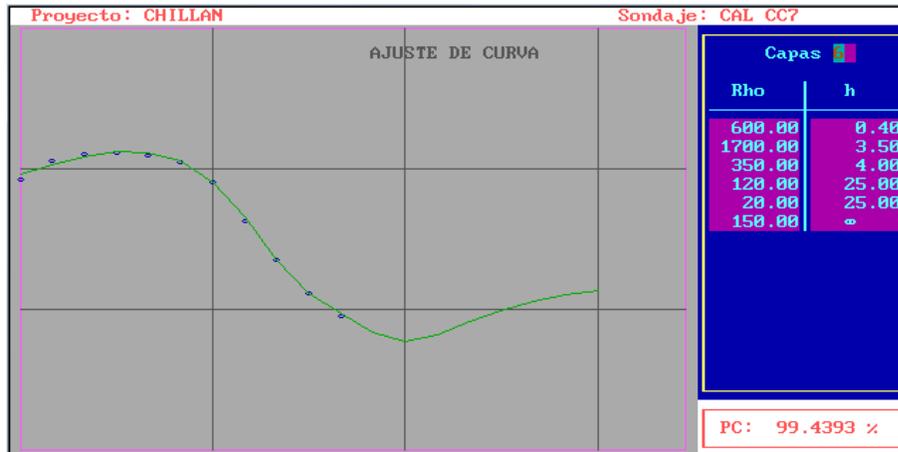


Fondo de la calicata.

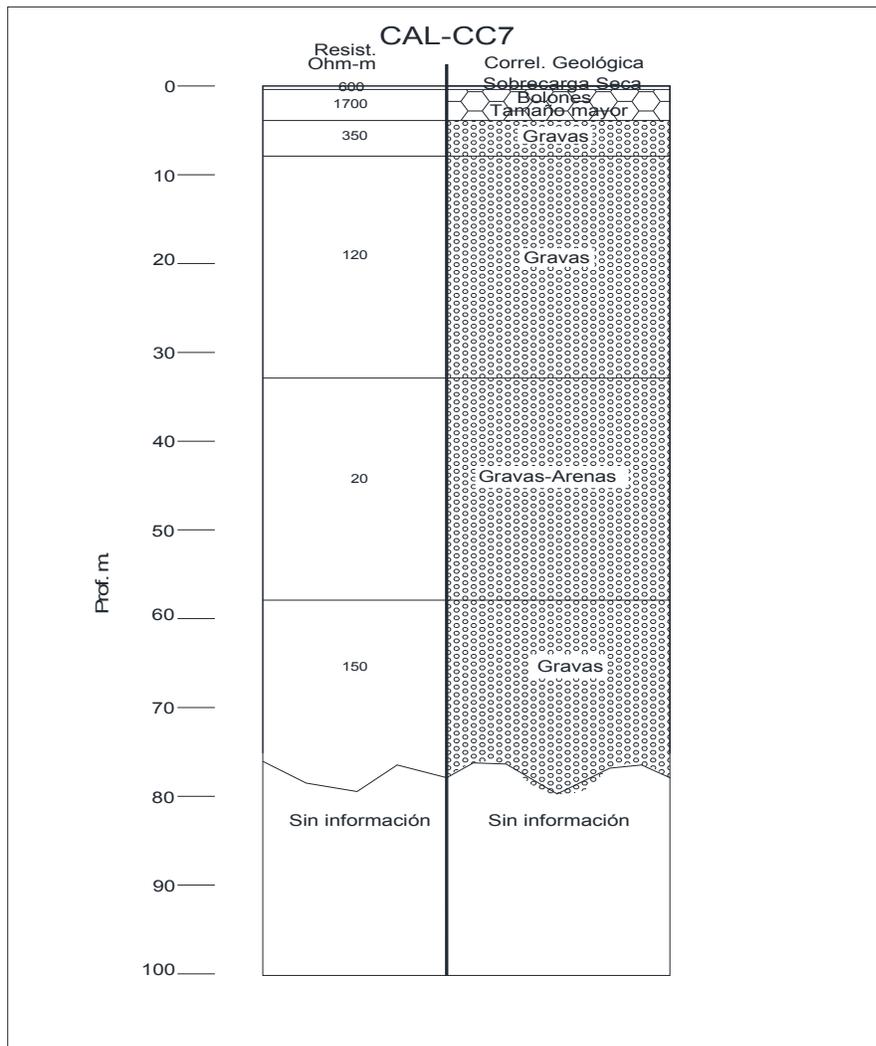


Muestra de 0.00 a 1.00 m.

- SEV COMPLEMENTARIO



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-08
Coordenadas UTM E241897, N5934226	Profundidad:3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 3.00 Arenas limosas con gravas, arcilla dispersa. Color café claro a color café oscuro. Humedad media a alta según aumenta la profundidad, compacidad alta. Se observan raicillas hasta los 0.20 m. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 3". Granulometría estimada: arena 55%, limo 20%, gravas 15%, arcilla 10%. Filtración de agua a los 1.80 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: SC-SM
Clasificación AASHTO: A-4

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-09
Coordenadas E244494, N 5933122	Profundidad:3 metros

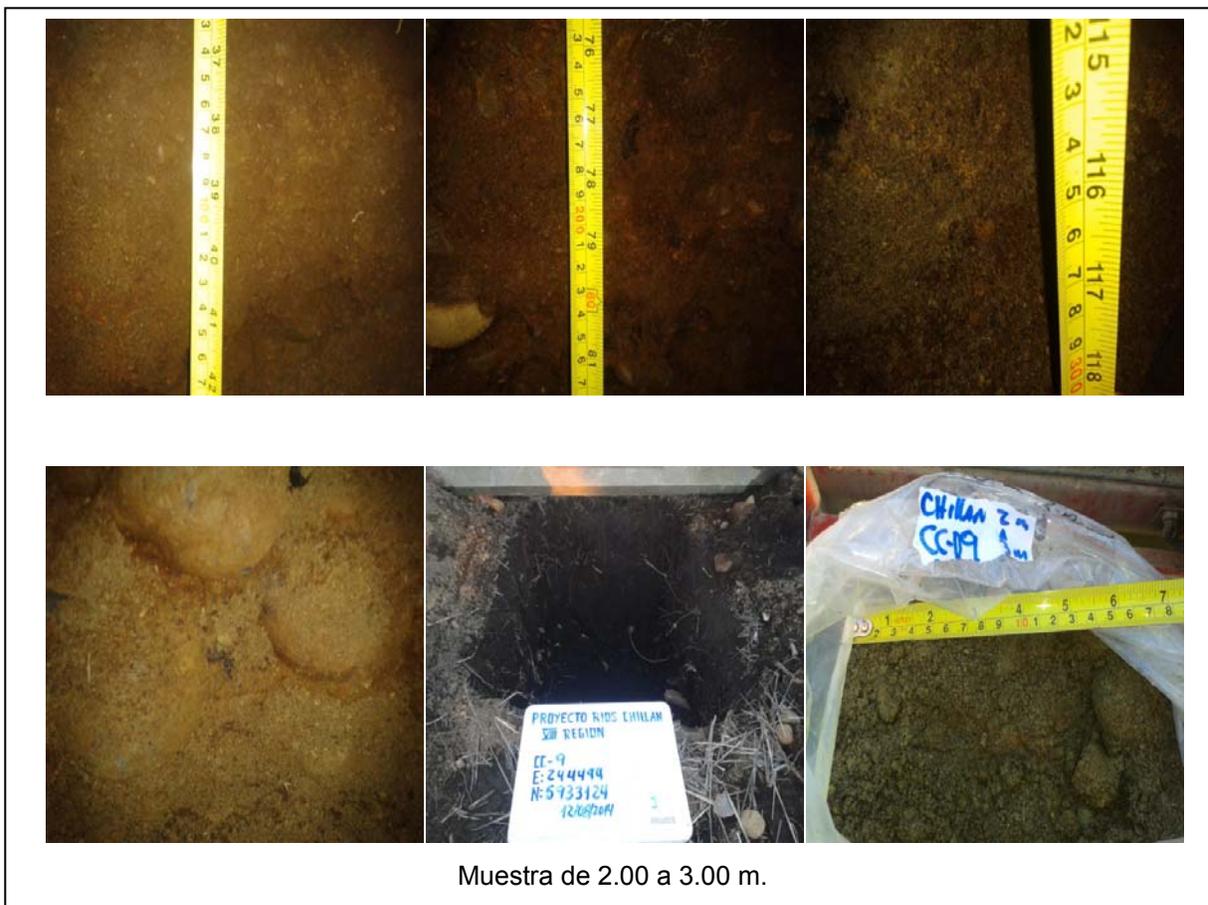
- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.90 m Arenas limosas. Color café oscuro. Se observan raicillas. Humedad alta, compacidad alta. Granulometría estimada: arena 60%, limo 40%. De 0.90 a 3.00 m Arenas gravosas con limo, presencia de bolones y más raicillas. Color grisáceo. Humedad alta, consistencia. Partículas redondeadas y subredondeadas. Se observan algo de meteorización en los bolones. Granulometría estimada: arena 55%, grava 35%, limo 15%, bolones 5%.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: SM
Clasificación AASHTO: A-1-b

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-10
Coordenadas UTM E240829, N5935102	Profundidad:2.50 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 2.50 m Arenas limosas con gravas y arcilla. Color café claro a amarillento. Humedad alta, compacidad media-alta según aumenta la profundidad. Se observan raicillas hasta los 2.00 m. Partículas subangulares, tamaño máximo de 3". Granulometría estimada: arena 55%, limo 25%, arcilla 10%, gravas 10%. Filtración de agua a los 1.50 m de profundidad, se cierra calicata a los 2.50 m y se realiza SEV complementario.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 1.00 a 2.00 metros**

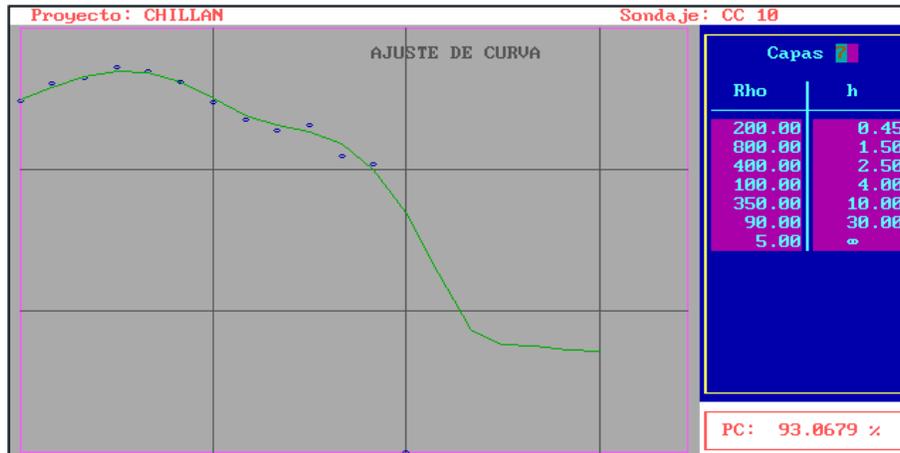
Clasificación U.S.C.S: SM
Clasificación AASHTO: A-2-7

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**

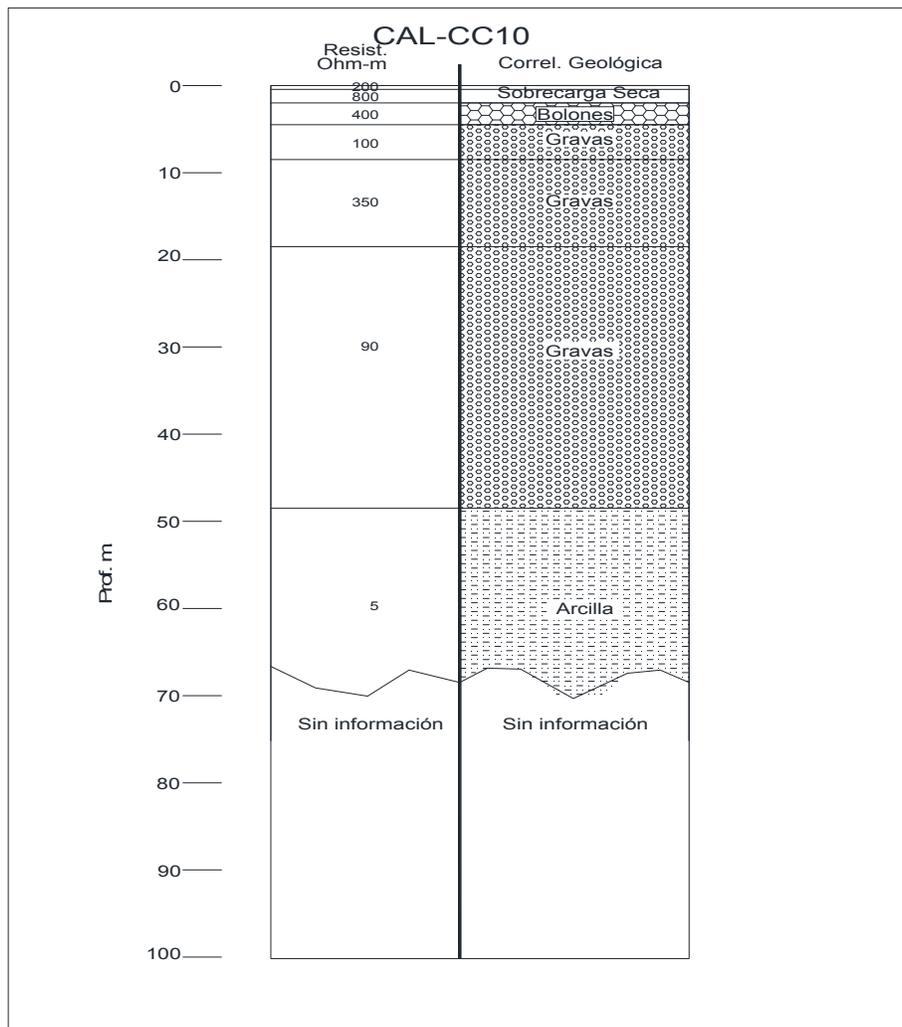


Muestra de 1.00 a 2.00 m.

- SEV COMPLEMENTARIO



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-11
Coordenadas UTM E238072, N5936863	Profundidad:3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.45 m Arenas gravosas y limosas, con presencia de bolones. Color café oscuro. Se observan raicillas. Humedad alta, compacidad media. Partículas redondeadas y subredondeadas, tamaño máximo de 6". Granulometría estimada: arena 45%, gravas 25%, limo 25%, 5% bolones. De 1.45 a 3.00 m Gravas arenosas y limosas. Color café claro a amarillento. Humedad muy alta, compacidad media-baja. Partículas subangulares, tamaño máximo de 3". Granulometría estimada: gravas 50%, arena 25%, limo 25%. Filtración de agua a partir de los 2.00 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-12
Coordenadas E238072, N5936863	Profundidad:3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.40 m Arenas limosas con algo de gravas y bolones dispersos. Color café. Se observan raicillas. Humedad alta, compacidad media. Partículas gravosas subredondeadas. Tamaño máximo de partícula 8". De 0.40 a 1.60 m Arenas limoarcillosas con presencia de gravas y bolones. Color café rojizo. Humedad alta, compacidad alta, plasticidad baja. Granulometría estimada: arena 40%, limo 20%, arcilla 15%, gravas 20%, bolones 5%. De 1.60 a 3.00 m Gravas arenosas limoarcillosa con presencia de bolones. Color café amarillento. Humedad alta, plasticidad baja, compacidad alta. Tamaño máximo de partícula 12". Partículas subredondeadas. Agua a partir de 1.50 m.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-13
Coordenadas UTM E 236601, N 5938213	Profundidad:3 metros

- Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.40 Arenas limosas con presencia gravas y bolones. Color café oscuro. Se observan raicillas. Humedad media, compacidad media. Tamaño máximo de partícula de 6". Partículas redondeadas. De 0.40 a 3.00 m Gravas arenosas con limo y bolones. Color gris oscuro. Humedad media, compacidad media-alta. Partículas sub-redondeadas. Tamaño máximo de partícula de 16". Granulometría estimada: grava 50%, arena 35%, limo 10%, bolones 5. Filtración de agua a 1.50 m de profundidad.

- Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GW-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-14
Coordenadas E233468, N5939721	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.60 m Arenas limosas con presencia de gravas. Color café oscuro a negro. Se observan raicillas. Humedad media, compacidad media. Tamaño máximo de partícula de 2". Partículas subredondeadas. De 0.60 a 2.00 m Arenas limoarcillosas con presencia de gravas y bolones. Color café ocre. Humedad media, plasticidad media, compacidad alta. Partículas subredondeadas y sub-angulares. Tamaño máxima de partícula de 6". Granulometría estimada: arene 40%, limo 30%, arcilla 10%, gravas 5% y bolones 5%. De 2.00 a 3.00 Gravas arenosas y limosas con presencia de arcilla y bolones dispersos. Color amarillento. Humedad alta, plasticidad baja, compacidad alta. Partículas subredondeadas. Tamaño máximo de partícula 9". Granulometría estimada: grava 45%, arena 35%, limo 10%, bolones 5%, arcilla 5%.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-15
Coordenadas E234324, N5939476	Profundidad:3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.60 m Arenas limosas. Color café oscuro. Se observan raicillas. Humedad media, compacidad media. De 0.60 a 3.00 m Arenas limosas y gravosas. Color gris claro a levemente oscuro. Humedad media-alta, compacidad alta. Partículas redondeadas. Tamaño máximo de partícula de 12". Granulometría estimada arena 35%, limo 30%, gravas 30% y bolones 5%. Filtración de agua a 1.50 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: SM
Clasificación AASHTO: A-1-b

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-16
Coordenadas E232215, N5940452	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.60 m Arenas limosas con presencia de gravas. Color café oscuro. Se observan raicillas. Humedad media, compacidad media. Partículas redondeadas. Tamaño máximo de partícula de 3". De 0.60 a 3.00 m Gravas arenosas con algo de limo y bolones. Color gris. Humedad alta, compacidad media. Partículas subredondeadas. Granulometría estimada: grava 45%, arena 40%, limo 10%, bolones 5%. Filtración de agua a 1.80 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-17
Coordenadas E230101, N5941003	Profundidad: 3 metros

- Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 2.00 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Color gris oscuro. Humedad media-alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas. Tamaño máximo de partícula de 13". Granulometría estimada: arena 45% limo 40%, grava 15%, bolones 5%. Desde 2.00 a 3.00 m Gravas arenosas con algo de limo y bolones. Color gris oscuro. Humedad alta, compacidad media color gris oscuro. Partículas subredondeadas. Tamaño máximo de 14". Granulometría estimada: grava 45%, arena 40%, bolones 5%, limo 10%, Filtración de agua a 2.20 m de profundidad.

- Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GW-GM
 Clasificación AASHTO: A-1-a

- REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-18
Coordenadas E229036, N5941552	Profundidad:3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.60 m Gravas arenosas con presencia de limo y bolones. Se observan raicillas. Color café oscuro. Humedad media, compacidad media. Partículas subredondeadas. Tamaño máximo de partícula de 7". De 0.60 a 1.30 m Limo arenoso con gravas. Color café oscuro. Humedad media consistencia alta. Partículas subredondeadas. Tamaño máximo de partícula de 1". Granulometría estimada: limo 50%, arena 40%, grava 10%. De 1.30 a 3.00 m Arenas limoarcillosas. Color café amarillento. Humedad alta, plasticidad media, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 7". Granulometría estimada: arena 40%, limo 35%, arcilla 25%.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: SC-SM
Clasificación AASHTO: A-4

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



Muestra de 2.00 a 3.00 m.

PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-19
Coordenadas E230424, N5940853	Profundidad: 3 metros

- Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.75 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Color gris oscuro. Se observan raicillas. Humedad media, compacidad media. Partículas subredondeadas. Tamaño máximo de partícula de 9". Granulometría estimada: arena 60%, limo 30%, grava 5%, bolones 5%. De 0.75 a 3.00 m Gravas arenosas con presencia de limo y bolones. Humedad alta, compacidad media. Tamaño máximo de partícula de 10". Partículas subredondeadas. Granulometría estimada: grava 50%, arena 35%, limo 10%, bolones 5%, Filtración de agua a los 2.00 m de profundidad.

- Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
 Clasificación AASHTO: A-1-a

- REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-20
Coordenadas E230756, N5941019	Profundidad:3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.00 m Arenas limosas con presencia de arcilla. Color café oscuro a negro. Se observan raicillas. Humedad media, compacidad media. Granulometría estimada: arena 60%, limo 35%, arcilla 5%. De 1.45 a 2.30 Arenas limoarcillosas con presencia de gravas y bolones. Color café amarillento. Humedad alta, plasticidad media, compacidad alta. Partículas redondeadas. Tamaño máximo de partícula de 8". Granulometría estimada: arena 40% limo 30%, arcilla 10 %, grava 15%, bolones 5%. De 2.30 a 3.00 m Arenas arcillosas con presencia de limo y gravas. Humedad alta, plasticidad media-alta, compacidad alta. Color café amarillento. Granulometría estimada: arena 55%, limo 25%, arcilla 10%, gravas 10%.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: SM
Clasificación AASHTO: A-2-4

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-21
Coordenadas UTM E232960, N5940754	Profundidad:3 metros

- Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.10 m Gravas arenosas con presencia de limo y bolones. Color café claro. Se observan raicillas. Humedad media, compacidad media. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de partícula 5". Granulometría estimada: grava 40%, arena 35%, limo 20%, bolones 5%. De 1.10 a 2.30 m Arenas gravosas con presencia de limo y bolones. Color café claro. Humedad alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 12". Granulometría estimada: arena 50%, grava 40%, limo 12%, bolones 3%. De 2.30 a 3.00 m Limo arenoso y arcilloso con gravas. Color café rojizo. Humedad alta, plasticidad media, consistencia alta. Partículas redondeadas, tamaño máximo de 3". Granulometría estimada: limo 45%, arena 10%, arcilla 15%, gravas 15%, limo 15%.

- Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: ML
Clasificación AASHTO: A-4

- REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-22
Coordenadas UTM E233313, N5940668	Profundidad:3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.40 Arenaslimosas con presencia de gravas y bolones. Color café oscuro. Se observan raicillas. Humedad media, compacidad media. Partículas redondeadas y subredondeadas, tamaño máximo de 5". Granulometría estimada: arena 50%, limo 35%, gravas 10%, bolones 5%. De 0.40 a 3.00 m Gravas limoarcillosas y arena. Color café amarillento. Se mantiene la presencia de raicillas hasta los 3 m de profundidad. Humedad media-alta, compacidad alta, plasticidad baja. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de partícula de 8". Aumento del porcentaje en material grueso con la profundidad. Granulometría estimada: gravas 45%, arena 15%, limo 15%, arcilla 10%, gravas 10%.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-23
Coordenadas UTM E233209, N5940691	Profundidad:3 metros

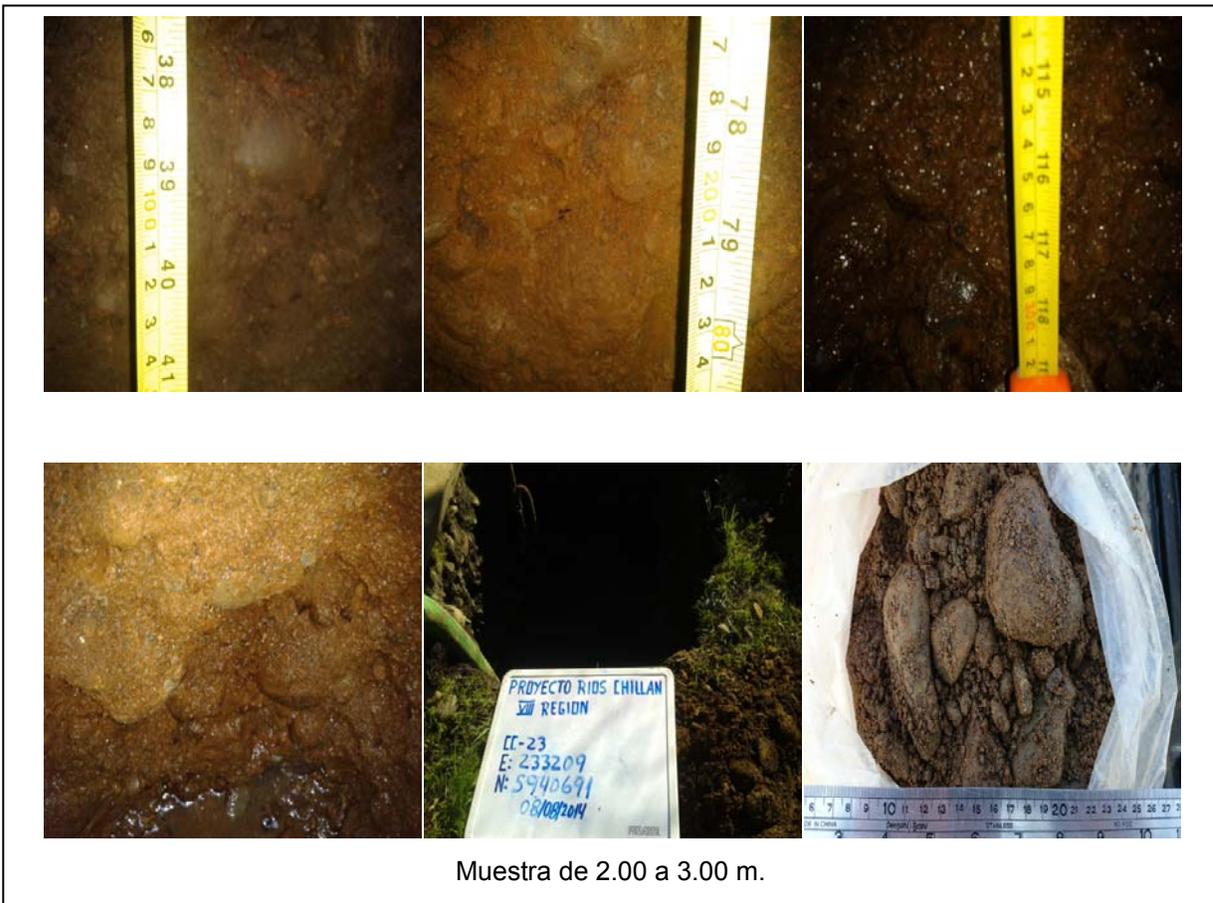
- Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.00 m Arenas gravosas con presencia de limo y bolones. Color gris oscuro a negro. Se observan raicillas. Humedad alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 10". Granulometría estimada: arena 45% grava 40%, limo 10%,bolones 5%. De 1.00 a 3.00 m Gravas arenosas con presencia de arcilla, limo y bolones. Color café amarillento. Humedad muy alta, compacidad media, plasticidad baja, Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 10". Granulometría estimada: arena 40%, gravas 30%, arcilla 10%, limo 15%, bolones 5%. Filtración de agua a la profundidad de 1.30 m.

- Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GW-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-24
Coordenadas UTM E234695, N5940223	Profundidad:3 metros

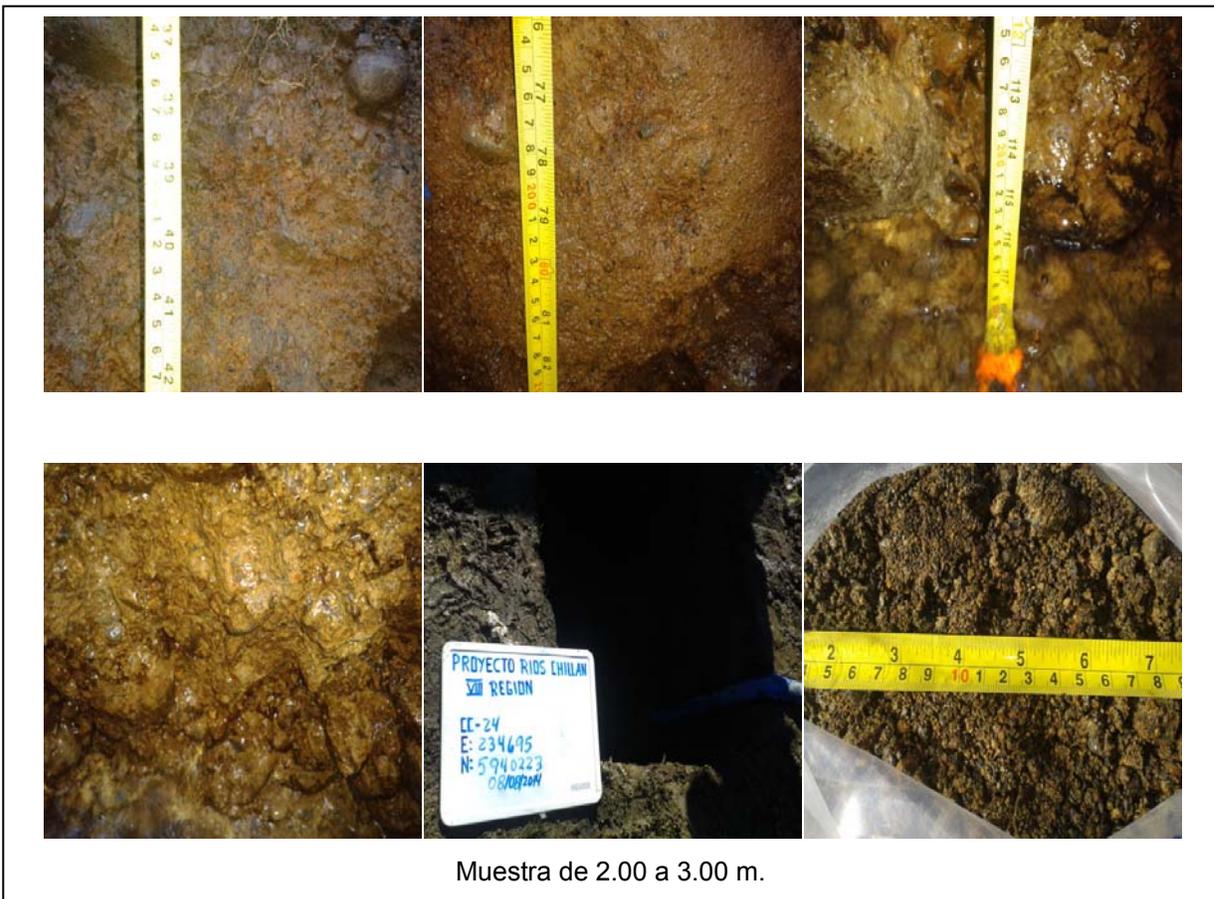
- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.95 m Arenas gravosas y limosas con presencia de bolones. Color negro. Se observan raicillas. Humedad alta, compacidad media. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de partícula de 9". Granulometría estimada: arena 40%, limo 20%, gravas 30% y bolones 10%. De 0.95 a 3.00 m Gravas arenosas y limo arcillosas con bolones. Color café amarillento. Humedad alta a muy alta, compacidad media, plasticidad media. Partículas subredondeadas-subangulares, tamaño máximo de 10". Granulometría estimada: gravas 60%, arena 30% arcilla 5%, limo 10%, bolones 5%. Filtración de agua a partir de 1.45 m.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-25
Coordenadas UTM E242184, N5935095	Profundidad:3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.60 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones dispersos. Color de gris oscuro a negro. Se observan raicillas. Humedad alta, compacidad media. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 10". Granulometría estimada: arena 60%, limo 30%, grava 5%, bolones 5%. De 1.60 a 3.00 m Gravas arenosas con presencia de bolones y limo. Color gris oscuro. Humedad muy alta, compacidad media. Partículas redondeadas, tamaño máximo de 9". Granulometría estimada: Gravas 50%, arena 30%, limo 10%, bolones 10%. Material muy lavado. Filtración de agua a los 1.80 m.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-26
Coordenadas UTM E237502, N5938744	Profundidad:3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

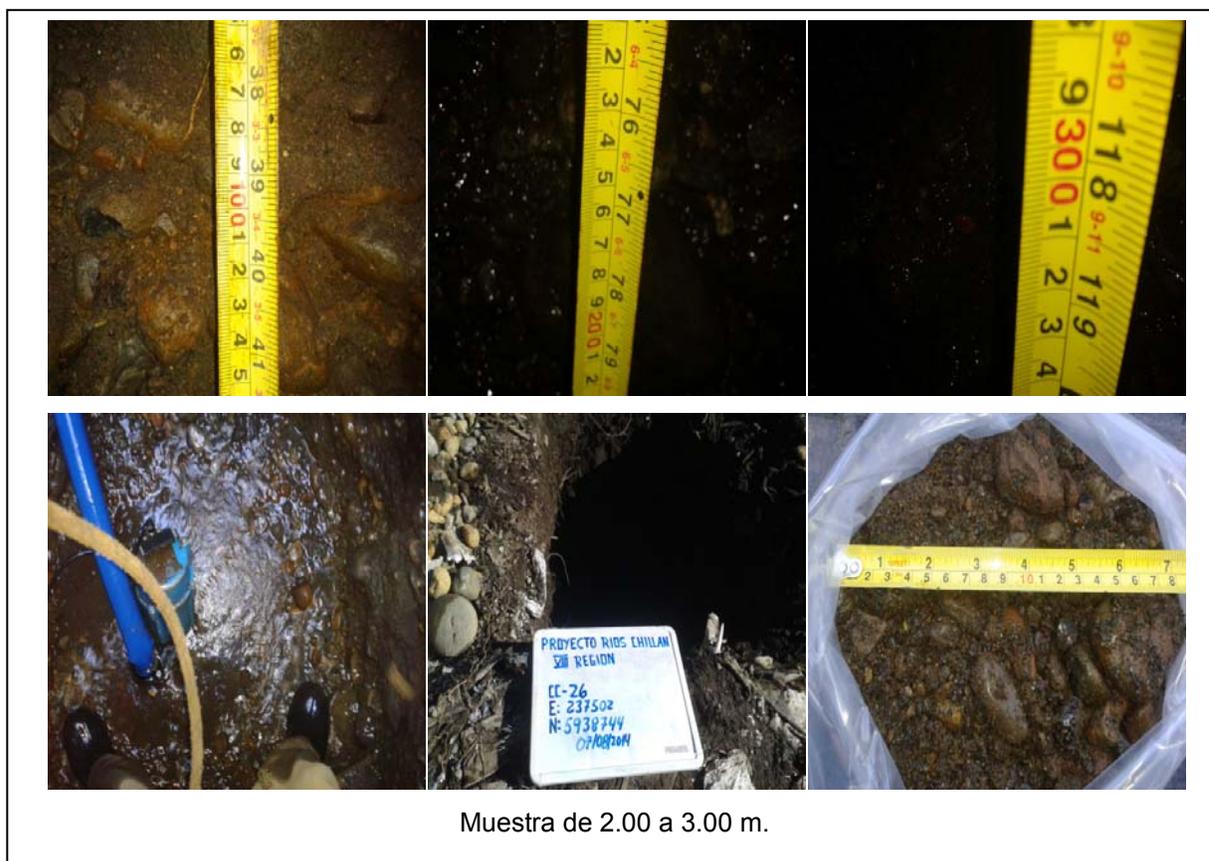
De 0.00 a 3.00 m Arenas limosas y gravosas con presencia de bolones y arcilla. Color café oscuro a negro. Se observan raicillas. Humedad muy alta, compacidad media. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 9". Granulometría estimada: Arena 50%, limo 20%, gravas 20%, arcilla 5% y bolones 5%. De 0.90 a 3.00 m Gravas arenosas con presencia de limo y bolones y arcilla dispersos. Color de café claro a amarillento en distintos tramos. Humedad muy alta, plasticidad baja, compacidad alta. Partículas redondeadas, tamaño máximo de 9". Granulometría estimada: gravas 45%, arena 35%, limo 10%, bolones 5%, arcilla 5%. Filtración de agua a partir de los 0.80 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM

Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-27
Coordenadas UTM E231319, N5943129	Profundidad:3 metros

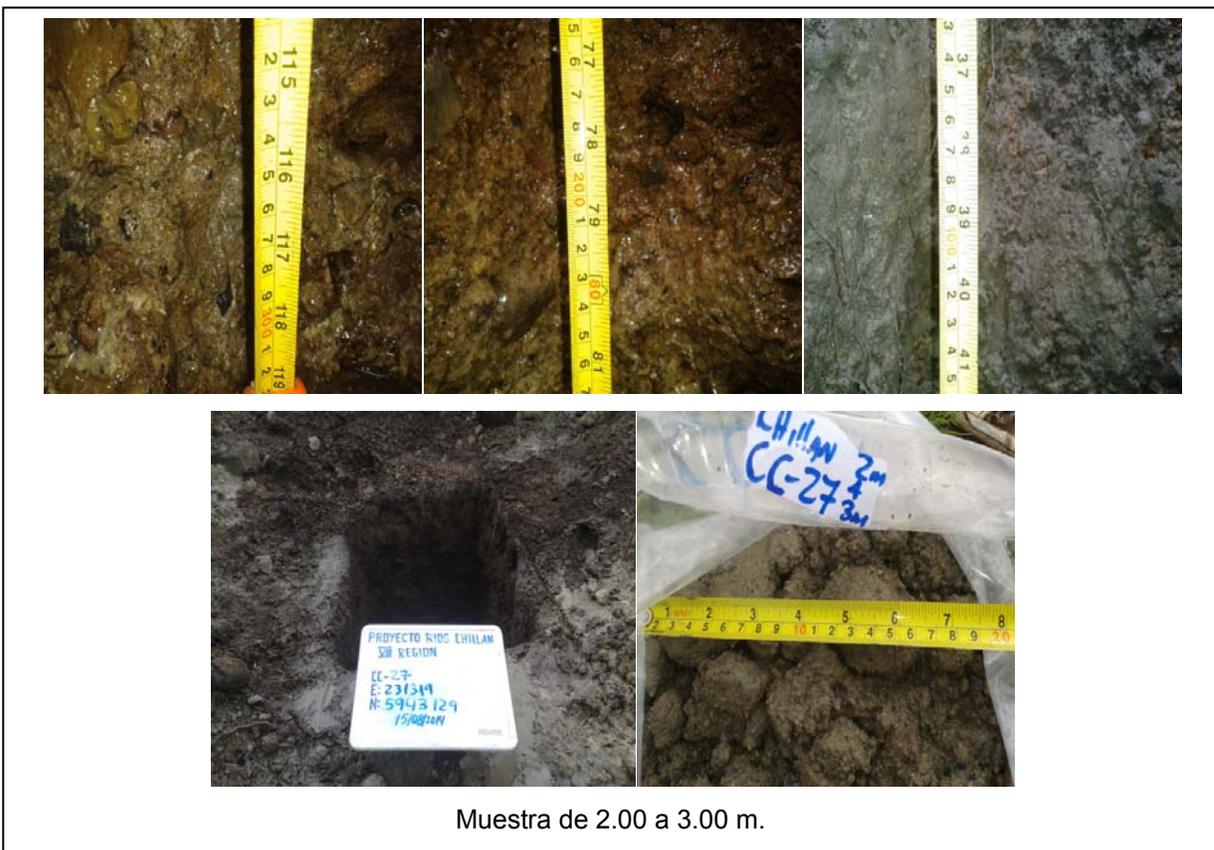
- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.10 m Arenas limosas con gravas y arcilla dispersa. Color café a amarillento. Se observan raicillas. Humedad alta, plasticidad baja, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de partícula 4". Granulometría estimada: arena 50%, limo 40%, arcilla 5%, gravas 5%. De 1.10 a 3.00 m Gravas arenosas con arcilla y limo, bolones dispersos. Color amarillento que pasa a beige en profundidad. Humedad muy alta, plasticidad media, compacidad alta. Partículas redondeadas y subredondeadas, tamaño máximo de 5". Granulometría estimada: grava 40%, arena 30%, arcilla 15%, limo 10%, bolones 5%. Filtración de agua a 1.20 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-28
Coordenadas UTM E241169, N5936605	Profundidad:3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.80 Arenas limosas (limo plástico), con presencia de gravas y bolones. Color café oscuro a negro. Se observan raicillas. Humedad alta, plasticidad media, consistencia alta. Partículas subredondeadas tamaño máximo de 10". Granulometría estimada: arena 45%, limo 35%, gravas 15%, bolones 5%. De 0.80 a 3.00 m Gravas arenosas con presencia de limo y bolones. Color café oscuro a negro. Humedad muy alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 10". Olor fuerte a agua descompuesta. Granulometría estimada: grava 45%, arena 40%, limo 10%, bolones 5%. Filtración de agua a los 0.80 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



Muestra de 2.00 a 3.00 m.

PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-29
Coordenadas UTM E242059, N5935762	Profundidad:3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.60 m Arenas gravosas con presencia de limo y bolones. Color café. Se observan raicillas. Humedad media, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 6". Granulometría estimada: arena 50%, gravas 30%, limo 10% y bolones 5%.

De 0.60 a 3.00 m Gravas arenosas con presencia de limo y bolones. Color café oscuro. Se siguen observando raicillas hasta los 3.00 m. Humedad de alta a muy alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas y tamaño máximo de 7". Granulometría estimada: grava 45%, arena 40%, limo 10%, bolones 5. Filtración de agua a los 2.20 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GW-GM
 Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-30
Coordenadas UTM E242766, N5935373	Profundidad:3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.50 m Arenas gravosas y limosas. Color café oscuro. Se observan raicillas. Humedad muy alta, compacidad media. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 5". Granulometría estimada: arena 50%, grava 25%, limo 25%. De 1.50 a 3.00 m Gravas arenosa, presencia de limo y bolones. Color café claro. Se observan raicillas. Humedad muy alta, compacidad media-alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 10". Granulometría estimada: gravas 45%, arena 35%, limo 15%, bolones 5%. Filtración de agua a los 1.50 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-31
Coordenadas UTM E247368, N5930932	Profundidad:3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.50 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Color café claro. Se observan raicillas. Humedad media-alta, compacidad media. Partículas redondeadas y subredondeadas, tamaño máximo de 10". Granulometría estimada: arena 45%, limo 20%, grava 15%, bolones 5%. De 0.50 a 3.00 Gravas arenosas con presencia de limo y de bolones. Color café oscuro. Se siguen observando raicillas. Humedad alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 18". Granulometría estimada: gravas 45%, arena 40%, limo 10%, bolones 5%. Filtración de agua a los 1.50 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-32
Coordenadas UTM E248024, N5930342	Profundidad:3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.40 m Arenas limosas con presenciade gravas.Color café oscuro. Se observan raicillas. Humedad media-alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 3". Granulometría estimada: arena 55%, limo 25%, gravas 20%.De 0.40 a 3.00 m Gravas arenosas y limosas con bolones. De color café a negro. Se mantienen las raicillas. Humedad alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas y subangulares, tamaño máximo de 14".Granulometría estimada: gravas 40%, arena 35%, limo 20%, bolones 5%.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GW-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-33
Coordenadas UTM E249263, N5929874	Profundidad:3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.00 m Arenaslimosas con algo de gravas y bolones. Color gris oscuro. Se observan raicillas. Humedad alta, compacidad media. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 20". Granulometría estimada: arena 80%, limo 10%, gravas 5%, bolones 6%. Desde 1.00 a 3.00 m Gravas arenosas con limo y presencia de algún bolón. Color café. Se siguen observando raicillas. Humedad alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 18". Granulometría estimada: gravas 40%, arena 30%, bolones 20%, limo 10%. Filtración de agua a los 2.20 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GW
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-34
Coordenadas UTM E 246145, N 5936580	Profundidad: 3 metros

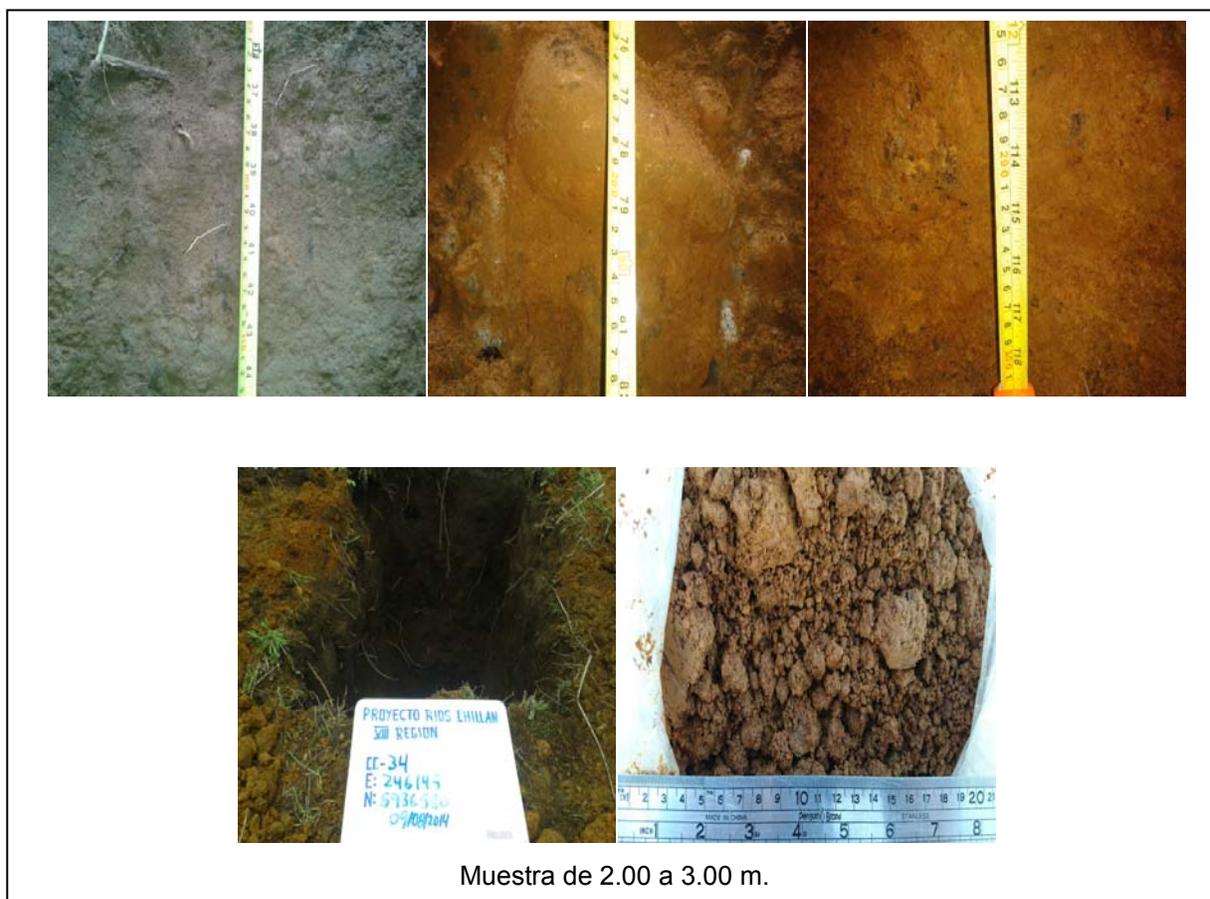
- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.70 m Arenas limosas. Color negro. Se observan raicillas. Humedad alta, consistencia alta. Granulometría estimada: arena 80%, limo 20%. De 0.70 a 3.00 m Gravas limoarcillosas y bolones dispersos. Color café amarillento. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 8". Humedad alta, consistencia alta, plasticidad media. Granulometría estimada: grava 40%, limo 35%, arcilla 10%, arena 10%, bolones 5%.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GW
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



Muestra de 2.00 a 3.00 m.

PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-35
Coordenadas UTM E247084, N5932904	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

DE 0.00 a 0.70 Arenas limosas y algo de arcilla. Color café. Se observan raicillas. Humedad alta, compacidad alta, plasticidad media. Granulometría estimada: arena 60%, limo 35%, arcilla 5%. De 0.70 a 3.00 m Gravaslimoarcillosas con arena y bolones. Color café amarillento a rojizo. Se mantienen las raicillas hasta el fondo de la calicata. Humedad alta, compacidad alta, plasticidad media. Partículas subredondeadas y subangulares, tamaño máximo de 8". Granulometría estimada: gravas 40%, arcilla 25%, limo 20%, arena 10%, bolones 5%.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-2-7

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-36
Coordenadas UTM E 250371 N5927637	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.30 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Color gris blanquecino. Se observan raicillas. Humedad alta, compacidad media. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 8". De 0.30 a 3.00 m Gravas arenosas con presencia de bolones. Color gris blanquecino a gris oscuro. Humedad muy alta, compacidad media. Partículas redondeadas y subredondeadas, tamaño máximo de 24". Granulometría estimada: gravas 50%, arena 30%, bolones 20%. Filtración de agua a los 1.70 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-37
Coordenadas UTM E250449, N5927982	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.00 m limo arenoso con presencia dispersa de gravas y bolones. Color café oscuro. Se observan raicillas. Humedad alta, compacidad media-alta. Partículas redondeadas, tamaño máximo de 23". Granulometría estimada: limo 45%, arena 35%, gravas 10%, bolones 5%. De 1.00 a 3.00 m Gravas arenosas con bolones y presencia de limo. Color café amarillento. Humedad alta, compacidad alta. Partículas redondeadas y subredondeadas, tamaño máximo de 12". Granulometría estimada: gravas 45%, arena 35%, limo 10%, bolones 10%. Filtración de agua a los 1.90 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-38
Coordenadas UTM E 252146, N5926417	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.70 Arenas limosas con presencia dispersa de gravas, bolones y arcilla. Color café rojizo. Se observan raicillas. Humedad media, compacidad media. Partículas redondeadas, tamaño máximo de 11". De 0.70 a 3.00 m Arenas limoarcillosas con presencia de gravas y bolones. Color café amarillento. Humedad alta-muy alta, compacidad media, plasticidad media. Partículas redondeadas, tamaño máximo de 11". Granulometría estimada: arena 35%, limo 30%, arcilla 15%, grava 15%, bolones 5%. Filtración de agua a los 1.50 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: SM
Clasificación AASHTO: A-2-4

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



Muestra de 2.00 a 3.00 m.

PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-39
Coordenadas UTM E 249451, N5931806	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.30m Arenas limosas. Color café oscuro. Se observan raicillas. Humedad baja, compacidad media. Granulometría estimada: arena 65%, limo 35%. De 1.30 a 3.00m Gravas arenosas y limoarcillosas con presencia de bolones. Se mantiene la presencia de raicillas hasta los 3.00 m. Color café amarillento. Humedad alta, plasticidad media, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 10". Granulometría estimada: gravas 40%, arena 35%, limo 15%, arcilla 15%, bolones 5%.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



Muestra de 2.00 a 3.00 m.

PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-40
Coordenadas UTM E 245235, N5934422	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.45m Arenas gravosas con limo y bolones. Color café amarillento. Se observan raicillas. Humedad alta, compacidad media. Partículas redondeadas, tamaño máximo de partícula de 10". Granulometría estimada: arenas 40%, gravas 35%, limo 15%, bolones 10%. De 1.45 a 3.00 m Arenas gravosas y bolones, presencia de arcillas. Color café rojizo. Humedad muy alta, compacidad alta, plasticidad baja. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de partícula de 8". Granulometría estimada: arena 45%, grava 20%, limo 15%, arcilla 15%, bolones 5%. Filtración de agua a los 1.80 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: SM
Clasificación AASHTO: A-2-4

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-41
Coordenadas UTM E 245483, N 5932559	Profundidad: 3 metros

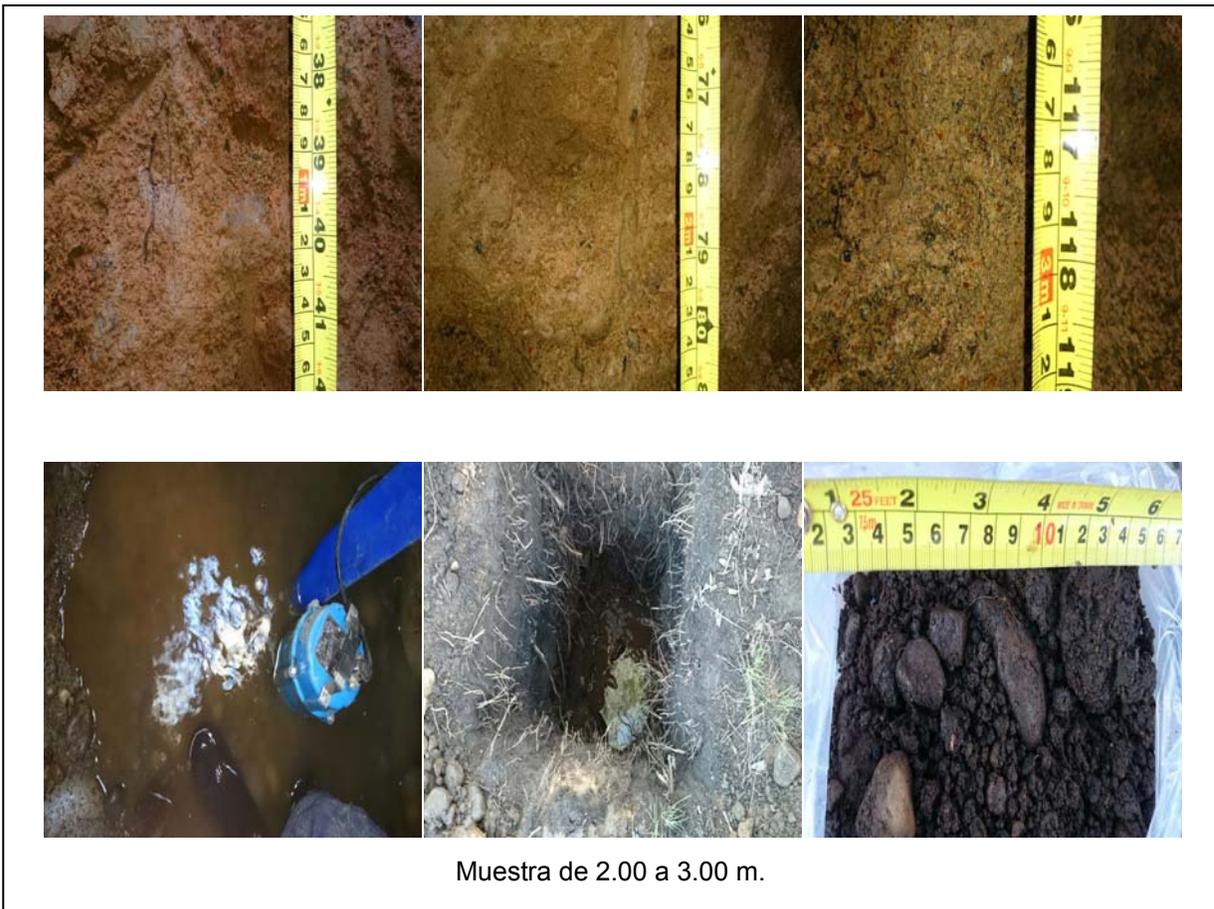
- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 2.15 Arenas limosas con gravas. Color café claro. Humedad media, compacidad alta. Raicillas hasta los 1.50 m. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 5". Granulometría estimada: arenas 55%, limo 35%, gravas 15%. De 2.15 a 3.00 m Gravas arenosas con algo de arcilla. Color café oscuro a negro. Humedad muy alta, compacidad media-alta, plasticidad media. Partículas subangulares, tamaño máximo de 5". Granulometría estimada: gravas 50%, arena 40%, limo 5%, arcilla 5%. Filtración de agua a los 1.40 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

- Clasificación U.S.C.S: GM
- Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-42
Coordenadas UTM E 239532, N 5936157	Profundidad: 3 metros

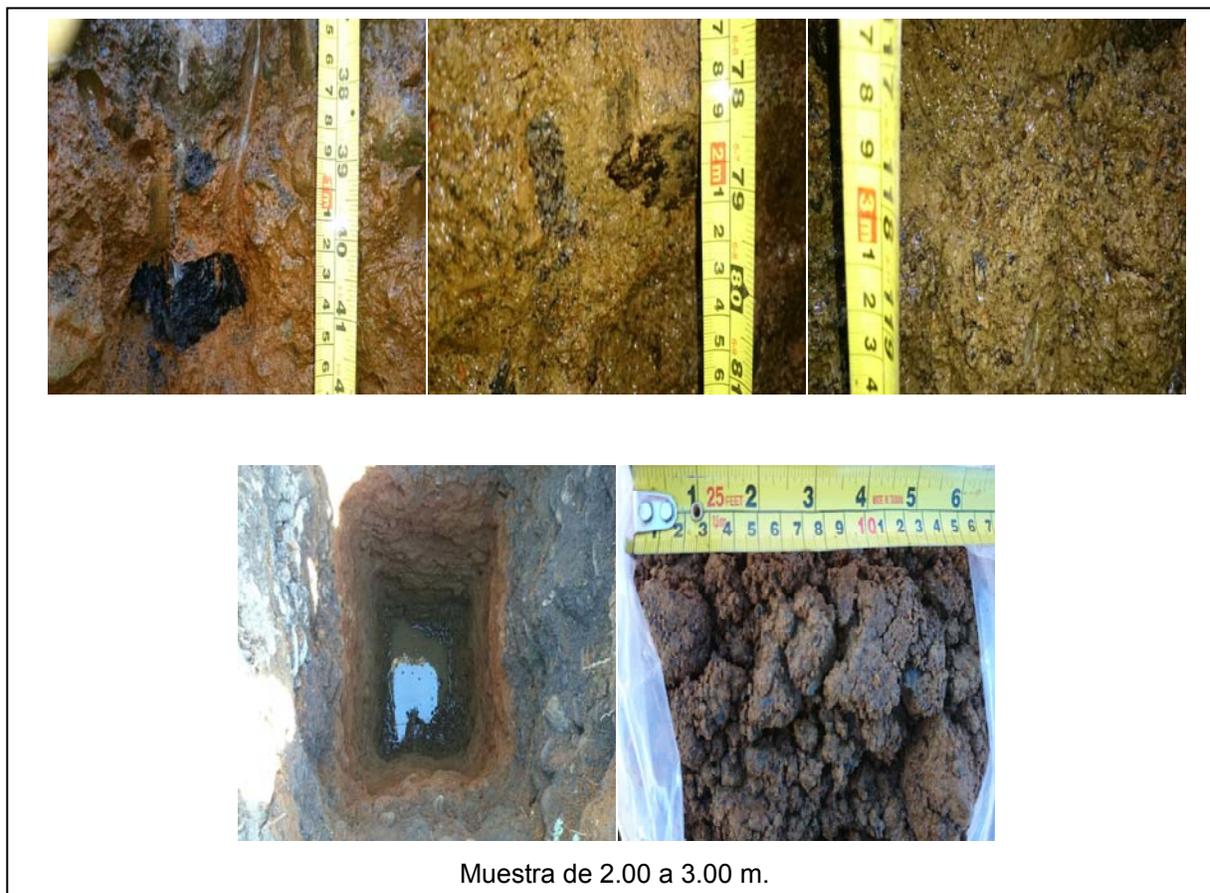
- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.75 Arenas limosas. Color café oscuro. Se observan raicillas. Humedad media, compacidad media. Granulometría estimada: arenas 60%, limo 45%. De 0.75 a 3.00 m Arenas limosas con algo de gravas y arcilla. Color café rojizo. Humedad muy alta, compacidad alta, plasticidad baja. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 3". Granulometría estimada: arenas 60%, gravas 15%, finos (arcilla-limo) 25%. Filtración de agua a la profundidad de 1.80 m.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: SM
Clasificación AASHTO: A-2-4

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-43
Coordenadas UTM E 247624, N 5930517	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.30 m Arenas limosas con presencia de gravas. Color café oscuro. Se observan raicillas. Humedad media, compacidad media-alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 2". De 1.30 a 3.00 m Gravas arenosas y bolones, presencia de arcilla. Color café oscuro a rojizo en profundidad. Humedad alta, compacidad alta, plasticidad baja. Partículas subredondeadas y subangulares, tamaño máximo de 8". Granulometría estimada: gravas 45%, arenas 40%, bolones 10% y arcilla 5%. Filtración de agua a 2.00 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-44
Coordenadas UTM E 246258, N 5931435	Profundidad: 3 metros

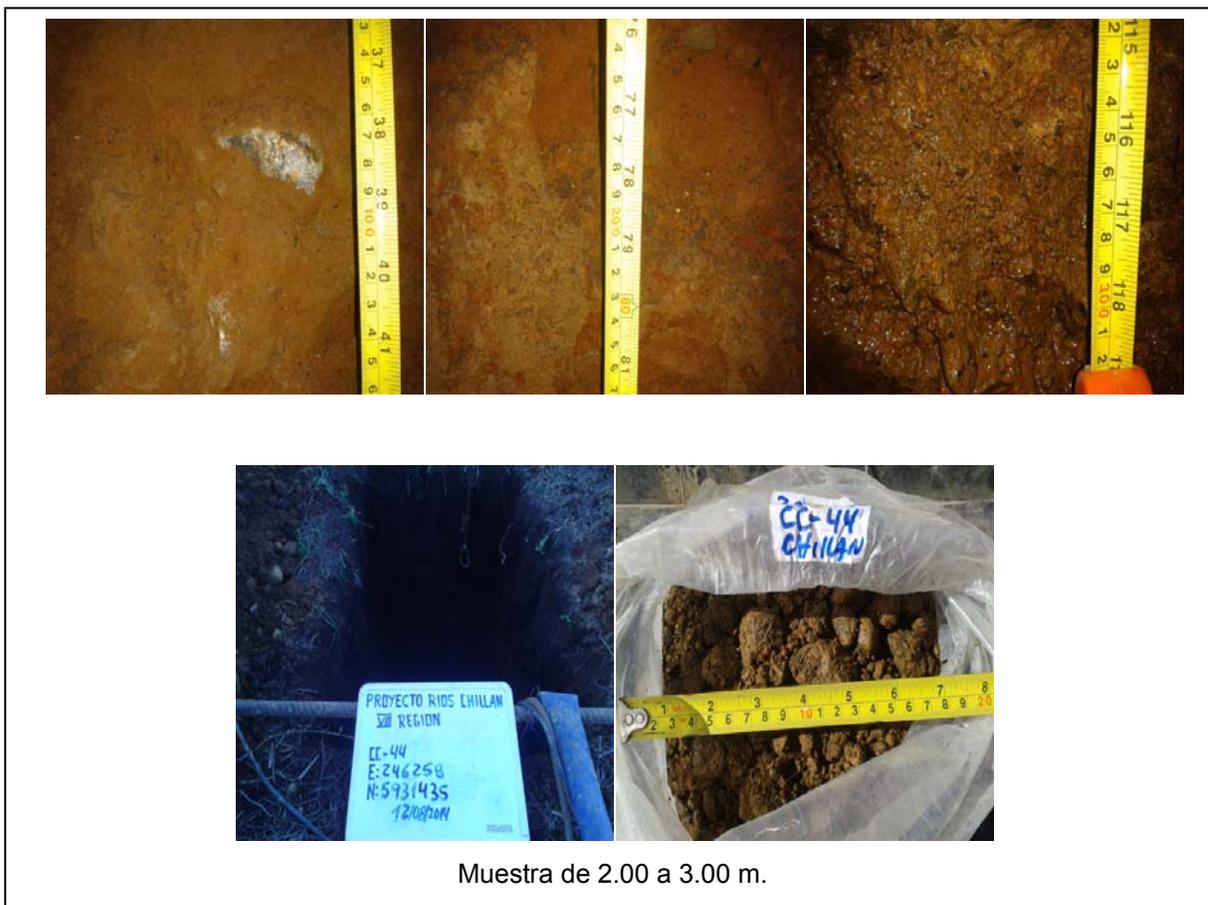
- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.50 m Arenas limosas con presencia dispersa de gravas. Color café oscuro a negro. Se observan raicillas. Humedad alta, compacidad alta. Granulometría estimada: arenas 60%, limo 30%, gravas 20%. De 0.50 a 3.00 m Arenas limoarcillosas con gravas y bolones. Color café claro. Humedad alta, compacidad alta, plasticidad media. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 9". Granulometría estimada: arenas 45%, limo 20%, arcilla 15%, gravas 15%, bolones 5%. Filtración de agua a los 1.80 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: SM
Clasificación AASHTO: A-2-5

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-45
Coordenadas UTM E 235335, N 5939280	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

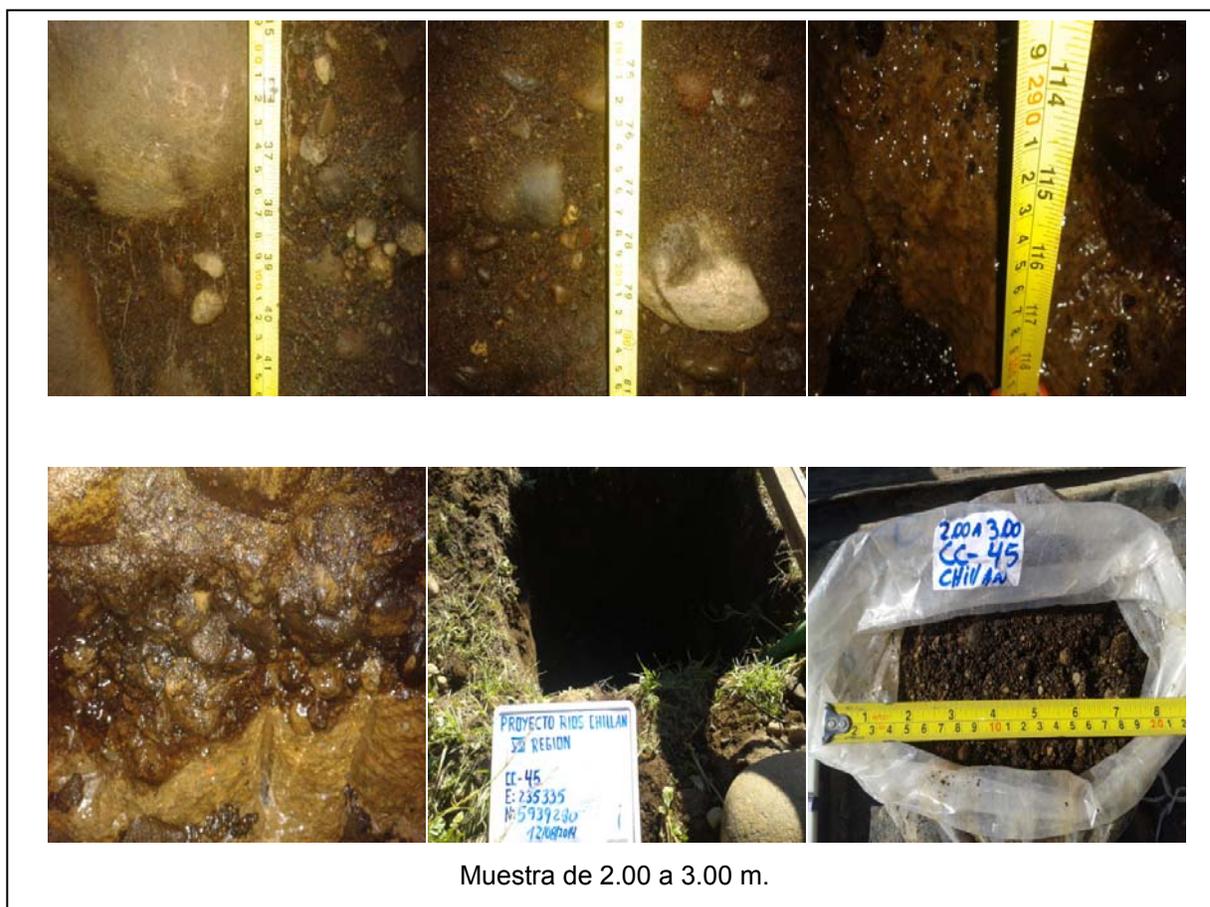
De 0.00 a 0.70 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Se observan raicillas. Color café oscuro. Humedad alta, compacidad media. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 11". Granulometría estimada: arenas 50%, limo 30%, gravas 10% y bolones 10%. De 0.70 a 3.00 m Gravas arenosas con presencia de limo y bolones dispersos. Color café oscuro. Humedad alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 8". Granulometría estimada: gravas 50%, arena 30%, limo 15%, bolones 5%. Filtración de agua a 1.80 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM

Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-46
Coordenadas UTM E 234085, N 5940036	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.80 m Arenas limosas con presencia de arcilla, gravas y bolones. Color café oscuro a negro. Presencia de raicillas. Humedad alta, compacidad media. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 8". Granulometría estimada: arenas 60%, limo 20%, gravas 15%, bolones 5%. De 0.80 a 3.00 m Gravas arenosas con presencia de limo, arcilla y bolones. Color café amarillento. Humedad alta, plasticidad media, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 14". Granulometría estimada: gravas 40%, arena 35%, limo 10%, arcilla 10%, bolones 5maxima 17". Filtración de agua a los 2.20 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-47
Coordenadas UTM E 214450, N 5940087	Profundidad: 3 metros

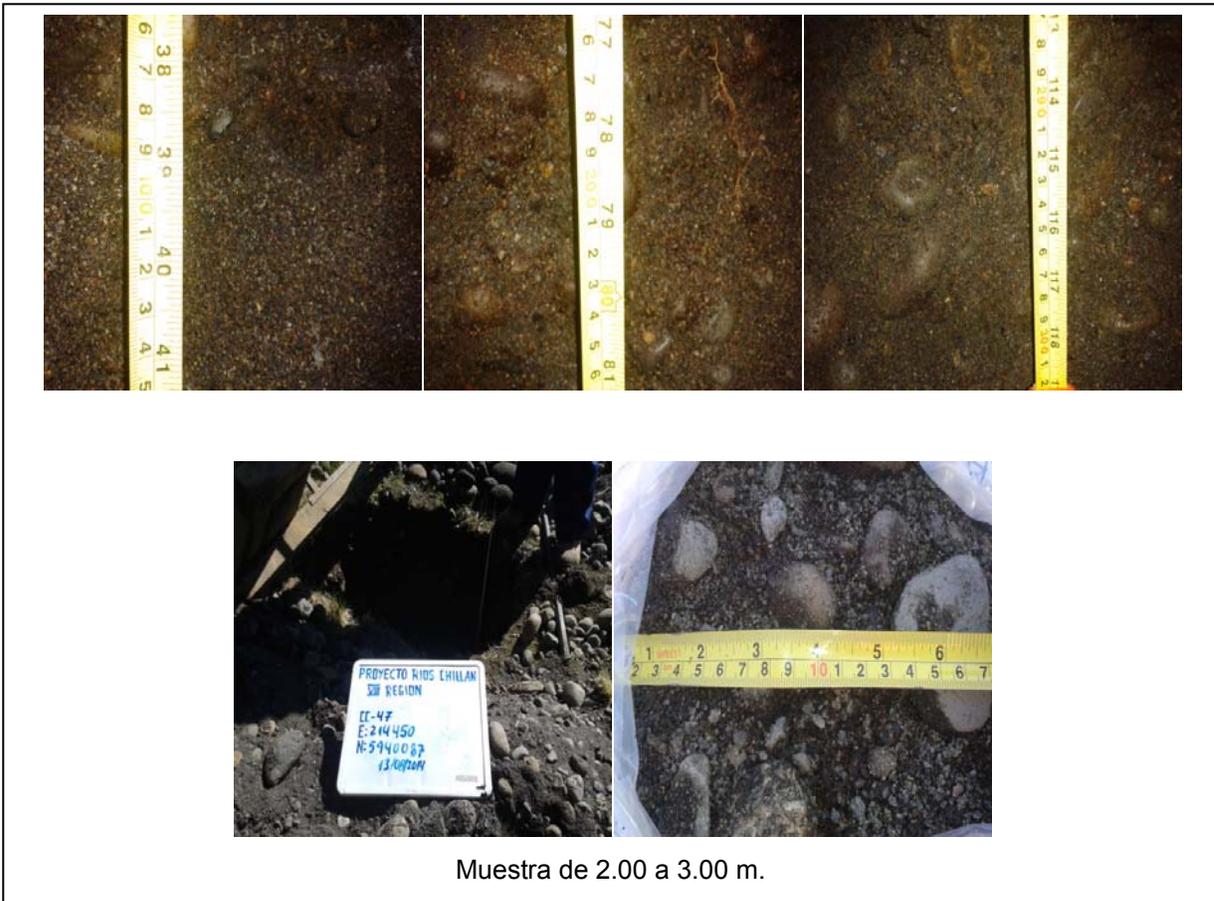
- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.30 Arenas limosas con presencia de gravas. Color café oscuro. Presencia de raicillas. Humedad media a alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 3". Granulometría estimada: arenas 70%, limo 20%, gravas 10%. De 0.30 a 3.00 m Gravas arenolimosas con presencia de bolones. Color café oscuro. Compacidad alta, humedad alta. Partículas redondeadas y subredondeadas, tamaño máximo de 7". Granulometría estimada: gravas 55%, arena 35%, bolones 5%, limo 5%.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GW-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-48
Coordenadas UTM E 214450, N 5940087	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.50 m Arenas limosas con presencia de gravas dispersas. Color café oscuro. Presencia de raicillas. Humedad alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 3". Granulometría estimada: arena 55%, limo 40%, grava 10%. De 1.50 a 3.00 m Arenas limosas con presencia de gravas y arcilla dispersa. Humedad muy alta, plasticidad baja, compacidad media. Olor fuerte, agua descompuesta. Color café amarillento rojizo. Partículas subangulares, tamaño máximo de 3". Granulometría estimada: arena 60%, limo 35%, arcilla 10%, gravas 5%. Filtración de agua a 1.20 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: SM
Clasificación AASHTO: A-2-5

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-49
Coordenadas UTM E 214198, N 5940020	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.60 m Arenas gravosas con presencia de limo y bolones. Color café. Presencia de raicillas. Humedad media a alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 6". Granulometría estimada: arena 50%, gravas 35%, limo 15% y bolones 5%.

De 0.60 a 3.00 m Gravas arenosas con presencia de limo y bolones. Color café oscuro. Se mantiene la presencia de raicillas hasta los 3.00 m. Humedad alta, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 7". Granulometría estimada: grava 55%, arena 30%, limo 15% y bolones 5%. Filtración de agua a la profundidad de 2.20 m.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GW-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Calicata CC-50
Coordenadas UTM E 222907, N 5939640	Profundidad: 3 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 0.50 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Color café oscuro. Se observan raicillas. Humedad media, compacidad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 3". Granulometría estimada: arena 65%, limo 20%, gravas 10%, bolones 5%. Desde 0.50 a 3.00 m Gravas arenosas con presencia de limo y bolones. Color café oscuro. Raicillas hasta los 3.00 m. Humedad media a alta, compacidad alta. Partículas subangulares, tamaño máximo de 10". Granulometría estimada: gravas 55%, arena 35%, limo 15%, bolones 5%. Filtración de agua a los 2.50 m de profundidad.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 2.00 a 3.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GW-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos N° 403	

Proyecto :
Dirección :
Cliente : DPI Ltda.

IDENTIFICACION

Muestra N°	1	1	1	1	1	1	1	1
Calicata / Sondaje	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08
Cota (m)								
Profundidad Desde	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	4,00	0,00	1,00
Hasta	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	5,00	1,00	2,00
Lugar de Extracción								

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

Tamiz	Bolones > 8"							
GRAVAS								
5"								
4"								
3"			100,00					
2"			97,00	100,00				100,00
1 1/2"	100,00		92,00	93,00		100,00		91,00
1"	93,00	100,00	86,00	82,00	100,00	83,00		83,00
3/4"	78,00	94,00	72,00	75,00	89,00	71,00		75,00
3/8"	57,00	83,00	66,00	63,00	75,00	61,00		64,00
ARENA								
N° 4	49,00	74,00	48,00	46,00	62,00	47,00	100,00	52,00
N°10	31,00	52,00	31,00	33,00	42,00	33,00	75,00	37,00
N°40	27,00	29,00	24,00	22,00	23,00	21,00	54,00	29,00
N°200	9,00	14,00	9,00	10,00	15,00	8,00	39,00	13,00

Coefficiente Uniformidad								
Diametro Efectivo (mm)								

RELACION DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)			9,5	8,3		9,4		
Peso Espec. (Nch 1532)	2,711	2,722	2,723	2,716	2,700	2,718	2,699	2,725
D.M.C.5 (kg/m3)								
Humedad Optima (%)								
CBR al 95 % de DMC5 a 2"								
Grado de Saturac. Sr (%)								
Densidad Máxima (kg/m3)								
Densidad Mínima (kg/m3)								

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	19	25	18	19	17	19	18	19
Limite Plastico WP	0	21	0	0	0	0	0	0
Indice de Plasticidad IP	NP							
Indice Liquido IL								
Lim. de Contrac. Posible								
Indice de Compres. Posible								

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GW - GM	SC - SM	GP - GM	GP - GM	SC - SM	GW - GM	SM	GM
Clasificacion AASHTO	A - 1 - a	A - 1 - b	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - b	A - 1 - a	A - 4	A - 1 - a
Indice de Grupo								
Densidad Natural (kg/m3)								

OBSERVACIONES


LABORATORIO ANDINO S.A.
 RUC: 76.765.230-5



CLASIFICACIÓN DE SUELO

1 de 1

Informe de Suelos N° 404

Proyecto :
Dirección :
Cliente : DPI Ltda.

IDENTIFICACION

Muestra N°	1	1	1	1	1	1	1
Calicata / Sondaje	C-09	C-10	C-11	C-12	C-13	C-14	C-15
Cota (m)							
Profundidad Desde	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	1,00	4,00
Hasta	2,00	5,00	2,00	5,00	2,00	2,00	5,00
Lugar de Extracción							

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

Tamiz	Bolones > 8"						
GRAVAS	5"						
	4"					100,00	
	3"		100,00			94,00	
	2"	100,00	95,00			89,00	
	1 1/2"	89,00	91,00	100,00		78,00	
	1"	73,00	83,00	94,00	100,00	68,00	
	3/4"	61,00	69,00	92,00	91,00	55,00	
	3/8"	49,00	65,00	86,00	82,00	43,00	
	N° 4	41,00	46,00	78,00	72,00	37,00	100,00
	N° 10	30,00	32,00	52,00	65,00	29,00	76,00
ARENA	N° 40	21,00	22,00	37,00	41,00	19,00	53,00
	N° 200	11,00	8,00	15,00	29,00	8,00	34,00
				34,00	14,00		

Coefficiente Uniformidad
Diametro Efectivo (mm)

RELACION DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Neh 1515)		9,7	9,7	19,6		9,1	19,4
Peso Espec. (Neh 1532)	2,724	2,721	2,714	2,689	2,721	2,712	2,693
D.M.C.s (kg/m ³)							
Humedad Optima (%)							
CBR al 95 % de DMCs a 2"							
Grado de Saturac. Sr (%)							
Densidad Máxima (kg/m ³)							
Densidad Mínima (kg/m ³)							

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	18	19	19	29	19	23	29
Limite Plastico WP	0	0	0	22	0	20	24
Indice de Plasticidad IP	NP	NP	NP	7	NP	3	5
Indice Liquido IL							
Lim. de Contrac. Posible							
Indice de Compres. Posible							

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GP - GM	GW - GM	SM	SC - SM	SM	GW - GM	SM
Clasificacion AASHTO	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - b	A - 2 - 4	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 2 - 4
Indice de Grupo				0			
Densidad Natural (kg/m ³)							

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A.
 RUC: 78.765.230-5



CLASIFICACIÓN DE SUELO

1 de 1

Informe de Suelos N° 405

Proyecto :
 Dirección :
 Cliente : DPI Ltda.

IDENTIFICACION

Muestra N°	1	1	1	1	1	1	
Calicata / Sondaje	C-16	C-17	C-18	C-19	C-20	C-21	
Cota (m)							
Profundidad Desde	5,00	1,00	4,00	1,00	1,00	0,00	
Hasta	6,00	2,00	5,00	2,00	2,00	1,00	
Lugar de Extracción							

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

Tamiz	Bolones > 8"						
GRAVAS	5"						
	4"						
	3"	100,00					
	2"	87,00					
	1 1/2"	81,00	100,00	100,00			
	1"	73,00	90,00	93,00	100,00	100,00	100,00
ARENA	3/4"	64,00	73,00	82,00	92,00	89,00	93,00
	3/8"	57,00	65,00	71,00	83,00	74,00	81,00
	N° 4	48,00	56,00	58,00	68,00	62,00	69,00
	N°10	32,00	39,00	39,00	49,00	43,00	41,00
	N°40	24,00	28,00	24,00	31,00	29,00	23,00
	N°200	12,00	12,00	11,00	18,00	17,00	17,00

Coefficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						

RELACION DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	7,2		8,7			9,3	
Peso Espec. (Nch 1532)	2,711	2,722	2,722	2,701	2,700	2,718	
D.M.C.S (kg/m ³)							
Humedad Optima (%)							
CBR al 95 % de DMCs a 2"							
Grado de Saturac. Sr (%)							
Densidad Máxima (kg/m ³)							
Densidad Mínima (kg/m ³)							

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	19	18	19	22	23	19	
Limite Plastico WP	0	0	0	19	19	0	
Indice de Plasticidad IP	NP	NP	NP	3	4	NP	
Indice Liquido IL							
Lim. de Contrac. Posible							
Indice de Compres. Posible							

CLASIFICACION

Clasificación U.S.C.S.	GP - GM	GP - GM	SP - SM	SM	SC - SM	SP - SM	
Clasificación AASHTO	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - b	A - 1 - b	A - 1 - a	
Indice de Grupo							
Densidad Natural (kg/m ³)							

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A.
 RUC: 76.765.230-5



CLASIFICACIÓN DE SUELO

1 de 1

Informe de Suelos N° 406

Proyecto : Fecha Inicio de Muestreo
Dirección : Fecha Término de Ensayos
Cliente : DPI Ltda.

IDENTIFICACION

Muestra N°	1	1	1	1			
Calicata / Sondaje	C-22	C-23	C-24	C-25			
Cota (m)							
Profundidad Desde	0,00	0,00	0,00	1,00			
Hasta	1,00	1,00	1,00	2,00			
Lugar de Extracción							

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

Tamiz	Bolones > 8"						
GRAVAS	5"						
	4"						
	3"						
	2"						
	1 1/2"	100,00		100,00			
ARENA	1"	89,00		92,00	100,00		
	3/4"	72,00	100,00	83,00	91,00		
	3/8"	64,00	95,00	71,00	83,00		
	N° 4	51,00	83,00	62,00	72,00		
	N°10	42,00	69,00	55,00	56,00		
	N°40	31,00	55,00	37,00	39,00		
N°200	16,00	43,00	21,00	21,00			

Coefficiente Uniformidad							
Diametro Efectivo (mm)							

RELACION DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)							
Peso Espec. (Nch 1532)	2,721	2,699	2,706	2,709			
D.M.C.S (kg/m ³)							
Humedad Optima (%)							
CBR al 95 % de DMCS a 2"							
Grado de Saturac. Sr (%)							
Densidad Máxima (kg/m ³)							
Densidad Mínima (kg/m ³)							

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	19	25	19	23			
Limite Plastico WP	0	21	0	20			
Indice de Plasticidad IP	NP	4	NP	3			
Indice Liquido IL							
Lim. de Contrac. Posible							
Indice de Compres. Posible							

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GM	SC - SM	SM	SM			
Clasificacion AASHTO	A - 1 - b	A - 4	A - 1 - b	A - 1 - b			
Indice de Grupo				0			
Densidad Natural (kg/m ³)							

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A.
 RUC 76.765.230-5

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos N° 509	

Proyecto : Rio Chillan
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón

IDENTIFICACION

Muestra N°	CC-01	CC-02	CC-03	CC-04	CC-05	CC-06
Lugar de Muestreo	Rio Chillan	Rio Chillan	Rio Chillan	Rio Chillan	Rio Chillan	Rio Chillan
Profundidad	Desde	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Hasta	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	Cota Muestreo					

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

Tamiz	Bolones > 8"					
	5"					
	4"					
	3"					
GRAVAS	2 1/2"			100,00		
	2"				100,00	
	1 1/2"		100,00	72,00	84,00	100,00
	1"		100,00	81,00	63,00	72,00
	3/4"		81,00	73,00	55,00	64,00
ARENA	3/8"		63,00	57,00	46,00	53,00
	N° 4	100,00	45,00	42,00	32,00	42,00
	N°10	91,00	28,00	31,00	21,00	34,00
	N°40	83,00	16,00	19,00	16,00	21,00
	N°200	64,00	9,00	8,00	8,00	12,00
Coeficiente Uniformidad						
Diámetro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	3,5	85,0	8,4	8,4	8,5	7,9
Peso Espec. (Nch 1532)	2,711	2,711	2,712	2,705	2,702	2,712
D.M.C. (kg/m³)						
Humedad Óptima (%)						
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

Límite Líquido WL	19	19	19	19	23	19
Límite Plástico WP	0	0	0	0	20	0
Índice de Plasticidad IP	NP	NP	NP	NP	3	NP
Índice Líquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Índice de Compres. Posible						

CLASIFICACION

Clasificación U.S.C.S.	ML	GP - GM	GW - GM	GP - GM	GP - GM	GP - GM
Clasificación AASHTO	A - 4	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a
Índice de Grupo	1				0	

OBSERVACIONES


LABORATORIO ANDINO S.A.
 RUC: 78.765.230-5

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos N° 510	

Proyecto : Río Chillan
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón

IDENTIFICACION

Muestra N°		CC-07	CC-08	CC-09	CC-10	CC-11	CC-12
Lugar de Muestreo		Río Chillan					
Profundidad	Desde	0,00	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00
	Hasta	1,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00
	Cota Muestreo						

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

Tamiz	Bolones > 8"	CC-07	CC-08	CC-09	CC-10	CC-11	CC-12
GRAVAS	5"						
	4"						
	3"						
	2 1/2"					100,00	
	2"					87,00	
	1 1/2"	100,00	100,00	100,00		81,00	100,00
	1"	83,00	97,00	96,00		73,00	79,00
	3/4"	68,00	94,00	91,00		64,00	61,00
	3/8"	56,00	89,00	85,00		57,00	53,00
ARENA	N° 4	46,00	82,00	79,00	100,00	48,00	42,00
	N°10	29,00	71,00	54,00	79,00	32,00	31,00
	N°40	18,00	59,00	38,00	52,00	24,00	16,00
	N°200	8,00	42,00	14,00	34,00	12,00	7,00
Coeficiente Uniformidad							
Diametro Efectivo (mm)							
Fracción > a 0,08 mm (%)							

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	7,2	16,4	7,4	21,3	7,2	9,1
Peso Espec. (Nch 1532)	2,721	2,701	2,713	2,697	2,711	2,706
D.M.C.S (kg/m³)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMC5 a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m³)						
Densidad Mínima (kg/m³)						
Densidad Natural (kg/m³)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	18	27	19	46	19	24
Limite Plastico WP	0	20	0	28	0	21
Indice de Plasticidad IP	NP	7	NP	18	NP	3
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres. Posible						

CLASIFICACION

Clasificación U.S.C.S.	GW - GM	SC - SM	SM	SM	GP - GM	GP - GM
Clasificación AASHTO	A - 1 - a	A - 4	A - 1 - b	A - 2 - 7	A - 1 - a	A - 1 - a
Indice de Grupo		0		2		0

OBSERVACIONES


LABORATORIO ANDINO S.A
 RUC 78785320 E

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos Nº 511	

Proyecto : Río Chillan
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón

IDENTIFICACION

Muestra Nº	CC-13	CC-14	CC-15	CC-16	CC-17	CC-18
Lugar de Muestreo	Río Chillan					
Profundidad						
Desde	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Hasta	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Cota Muestreo						

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

Tamiz	Bolones > 8"					
	5"					
	4"			100,00		
	3"			95,00		
	2 1/2"		100,00	87,00		
GRAVAS	2"		98,00	78,00	100,00	
	1 1/2"	100,00	100,00	92,00	63,00	100,00
	1"	83,00	82,00	86,00	58,00	97,00
	3/4"	71,00	75,00	81,00	51,00	93,00
ARENA	3/8"	61,00	63,00	77,00	45,00	88,00
	Nº 4	47,00	46,00	69,00	39,00	84,00
	Nº10	33,00	33,00	51,00	31,00	69,00
	Nº40	21,00	22,00	38,00	24,00	52,00
	Nº200	8,00	10,00	16,00	11,00	37,00
Coefficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACION DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	9,1	8,4	11,3	6,1	7,7	12,9
Peso Espec. (Nch 1532)	2,719	2,716	2,702	2,715	2,703	2,709
D.M.C.s (kg/m ³)						
Humedad Óptima (%)						
CBR al 95 % de DMCs a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m ³)						
Densidad Mínima (kg/m ³)						
Densidad Natural (kg/m ³)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	18	19	19	18	19	25
Limite Plastico WP	0	0	0	0	0	20
Indice de Plasticidad IP	NP	NP	NP	NP	NP	5
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres. Posible						

CLASIFICACION

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

OBSERVACIONES


LABORATORIO ANDINO S.A.
 RUC: 78.765.230-5

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos N° 512	

Proyecto : Rio Chillan
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón

IDENTIFICACION

Muestra N°	CC-19	CC-20	CC-21	CC-22	CC-23	CC-24
Lugar de Muestreo	Rio Chillan	Rio Chillan	Rio Chillan	Rio Chillan	Rio Chillan	Rio Chillan
Profundidad	Desde	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Hasta	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	Cota Muestreo					

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

Tamiz	Bolones > 8"	CC-19	CC-20	CC-21	CC-22	CC-23	CC-24
5"							
4"							
3"							
2 1/2"							
GRAVAS	2"				100,00		100,00
	1 1/2"	100,00			86,00	100,00	88,00
	1"	87,00	100,00		71,00	91,00	73,00
	3/4"	71,00	98,00		62,00	76,00	64,00
	3/8"	66,00	91,00		53,00	61,00	54,00
ARENA	N° 4	48,00	85,00	100,00	42,00	49,00	43,00
	N°10	33,00	68,00	88,00	34,00	34,00	35,00
	N°40	25,00	52,00	73,00	16,00	19,00	19,00
	N°200	10,00	33,00	52,00	7,00	8,00	10,00
Coefficiente Uniformidad							
Diametro Efectivo (mm)							
Fracción > a 0,08 mm (%)							

RELACION DE PESO Y VOLUMEN

	CC-19	CC-20	CC-21	CC-22	CC-23	CC-24
% W Natural (Nch 1515)	6,3	18,7	21,6	8,7	8,2	8,5
Peso Espec. (Nch 1532)	2,715	2,712	2,687	2,713	2,704	2,716
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

	CC-19	CC-20	CC-21	CC-22	CC-23	CC-24
Limite Liquido WL	19	23	29	24	19	19
Limite Plastico WP	0	21	23	21	0	0
Indice de Plasticidad IP	NP	2	6	3	NP	NP
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Possible						

CLASIFICACION

	CC-19	CC-20	CC-21	CC-22	CC-23	CC-24
Clasificacion U.S.C.S.	GP - GM	SM	ML	GP - GM	GW - GM	GP - GM
Clasificacion AASHTO	A - 1 - a	A - 2 - 4	A - 4	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a
Indice de Grupo		0	1	0		

OBSERVACIONES


 LABORATORIO ANDINO S.A.

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos N° 513	

Proyecto : Río Chillan
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón

IDENTIFICACION

Muestra N°	CC-25	CC-26	CC-27	CC-28	CC-29	CC-30
Lugar de Muestreo	Río Chillan					
Profundidad	Desde	2,00	2,00	2,00	0,00	2,00
	Hasta	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00
Cota Muestreo						

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

Tamiz	Bolones > 8"					
GRAVAS	5"					
	4"				100,00	
	3"		100,00		93,00	100,00
	2 1/2"	100,00	89,00		81,00	90,00
	2"	91,00	73,00		76,00	71,00
	1 1/2"	81,00	61,00	100,00	95,00	64,00
	1"	72,00	54,00	82,00	82,00	53,00
ARENA	3/4"	61,00	43,00	75,00	71,00	48,00
	3/8"	53,00	38,00	63,00	62,00	41,00
	N° 4	42,00	29,00	46,00	45,00	35,00
	N°10	34,00	21,00	33,00	33,00	23,00
	N°40	21,00	16,00	22,00	21,00	16,00
	N°200	11,00	7,00	11,00	11,00	7,00

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

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	8,3	7,6	8,1	6,9	6,4	6,6
Peso Espec. (Nch 1532)	2,721	2,709	2,709	2,717	2,718	2,713
D.M.C.S (kg/m³)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMC5 a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m³)						
Densidad Mínima (kg/m³)						
Densidad Natural (kg/m³)						

CONSTANTES HIDRICAS

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

CLASIFICACION

Clasificación U.S.C.S.	GP - GM	GP - GM	GP - GM	GP - GM	GW - GM	GP - GM
Clasificación AASHTO	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a
Indice de Grupo						

OBSERVACIONES


 LABORATORIO ANDINO S.A.

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos N° 514	

Proyecto : Rio Chillan
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón

IDENTIFICACION

Muestra N°	CC-31	CC-32	CC-33	CC-34	CC-35	CC-36
Lugar de Muestreo	Rio Chillan					
Profundidad Desde	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Hasta	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Cota Muestreo						

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2005)

Tamiz	Bolones > 8"					
5"						
4"		100,00				
3"	100,00	92,00				
2 1/2"	98,00	86,00	100,00		100,00	100,00
2"	92,00	79,00	89,00		96,00	95,00
1 1/2"	86,00	72,00	73,00	100,00	89,00	84,00
1"	78,00	63,00	63,00	87,00	78,00	76,00
3/4"	69,00	56,00	56,00	78,00	67,00	64,00
3/8"	55,00	43,00	49,00	59,00	53,00	56,00
N° 4	43,00	36,00	41,00	46,00	45,00	43,00
N°10	32,00	29,00	36,00	31,00	32,00	31,00
N°40	21,00	19,00	24,00	19,00	22,00	24,00
N°200	12,00	8,00	11,00	11,00	11,00	12,00

Coefficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fración > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1519)	6,9	5,9	6,7	11,3	10,2	8,1
Peso Espec. (Nch 1532)	2,718	2,714	2,714	2,702	2,714	2,706
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	19	19	23	42	19
Limite Plastico WP	0	0	0	20	31	0
Indice de Plasticidad IP	NP	NP	NP	3	11	NP
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres. Posible						

CLASIFICACION

Clasificación U.S.C.S.	GP - GM	GW - GM	GP - GM	GP - GM	GP - GM	GP - GM
Clasificación AASHTO	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 2 - 7	A - 1 - a
Indice de Grupo					0	

OBSERVACIONES


LABORATORIO ANDINO S.A.
 RUC: 78.765.230-5

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos N° 515	

Proyecto : Rio Chillan
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón

IDENTIFICACION

Muestra N°	CC-37	CC-38	CC-39	CC-40	CC-41	CC-42
Lugar de Muestreo	Rio Chillan	Rio Chillan	Rio Chillan	Rio Chillan	Rio Chillan	Rio Chillan
Profundidad	Desde	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Hasta	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	Cota Muestreo					

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 9, 8.102.1-2003)

Tamiz	Bolones > 8"					
GRAVAS	5"					
	4"					
	3"					
	2 1/2"				100,00	
	2"			100,00		99,00
	1 1/2"	100,00		89,00	100,00	93,00
	1"	83,00		75,00	92,00	82,00
ARENA	3/4"	72,00		67,00	87,00	72,00
	3/8"	64,00	100,00	54,00	81,00	63,00
	N° 4	56,00	87,00	49,00	75,00	53,00
	N°10	42,00	76,00	37,00	65,00	41,00
	N°40	34,00	59,00	29,00	56,00	33,00
	N°200	22,00	42,00	18,00	46,00	24,00
		13,00	31,00	11,00	32,00	14,00
Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACION DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)						
Peso Espec. (Nch 1532)	8,2	16,7	8,3	11,8	7,9	13,5
D.M.C. (kg/m³)	2,719	2,704	2,708	2,694	2,703	2,695
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						
Limite Plastico WP	19	19	18	24	19	20
Indice de Plasticidad IP	0	0	0	21	0	0
Indice Liquido IL	NP	NP	NP	3	NP	NP
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres. Posible						

CLASIFICACION

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

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A.



CLASIFICACIÓN DE SUELO

1 de 1

Informe de Suelos Nº 516

Proyecto : Río Chillan
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón

IDENTIFICACION

Muestra Nº	CC-43	CC-44	CC-45	CC-46	CC-47	CC-48
Lugar de Muestreo	Río Chillan	Río Chillan	Río Chillan	Río Chillan	Río Chillan	Río Chillan
Profundidad	Desde	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Hasta	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	Cota Muestreo					

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

Tamiz	Bolones > 8"					
GRAVAS	5"					
	4"					
	3"					
	2 1/2"			100,00		
	2"			93,00	100,00	100,00
	1 1/2"	100,00		87,00	99,00	100,00
	1"	81,00		79,00	83,00	87,00
	3/4"	72,00	100,00	64,00	71,00	71,00
	3/8"	63,00	88,00	56,00	58,00	59,00
	Nº 4	47,00	73,00	42,00	48,00	46,00
ARENA	Nº10	35,00	59,00	31,00	37,00	32,00
	Nº40	24,00	38,00	23,00	24,00	21,00
	Nº200	11,00	19,00	10,00	11,00	8,00
Coefficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fración > a 0,08 mm (%)						

RELACION DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	7,6	13,4	7,7	6,5	7,3	9,4
Peso Espec. (Nch 1532)	2,708	2,706	2,717	2,706	2,711	2,718
D.M.C.5 (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	41	19	19	19	42
Limite Plastico WP	0	33	0	0	0	33
Indice de Plasticidad IP	NP	NP	NP	NP	NP	9
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Possible						

CLASIFICACION

Clasificación U.S.C.S.	GP - GM	SM	GP - GM	GP - GM	GW - GM	SM
Clasificación AASHTO	A - 1 - a	A - 2 - 5	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 2 - 5
Indice de Grupo		0				

OBSERVACIONES

Rafael Alarcón
LABORATORIO ANDINO S.A.



CLASIFICACIÓN DE SUELO

1 de 1

Informe de Suelos N° 517

Proyecto : Río Chillan
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : 22/08/2014

IDENTIFICACION

Muestra N°	CC-49	CC-50				
Lugar de Muestreo	Río Chillan	Río Chillan				
Profundidad						
Desde	2,00	2,00				
Hasta	3,00	3,00				
Cota Muestreo						

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

Tamiz	Bolones > 8"					
	5"					
	4"					
	3"		100,00			
	2 1/2"		97,00			
GRAVAS	2"	100,00	87,00			
	1 1/2"	91,00	74,00			
	1"	82,00	66,00			
	3/4"	71,00	53,00			
	3/8"	58,00	46,00			
ARENA	N° 4	44,00	32,00			
	N°10	31,00	28,00			
	N°40	20,00	15,00			
	N°200	9,00	7,00			
Coefficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACION DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	9,7	9,7				
Peso Espec. (Nch 1532)	2,721	2,714				
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	19				
Limite Plastico WP	0	0				
Indice de Plasticidad IP	NP	NP				
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres. Posible						

CLASIFICACION

Clasificación U.S.C.S.	GW - GM	GW - GM				
Clasificación AASHTO	A - 1 - a	A - 1 - a				
Indice de Grupo						

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A.
 RUC: 76.765.230-5

ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO CALICATAS

Índice

1	CALICATAS.....	2
2	ESTUDIO ESTRAGIGRAFICO	3
3	CALICATAS ZONA INUNDACION.....	4

ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO CALICATAS

1 CALICATAS

La ejecución de calicatas es una técnica de prospección de profundidad media-baja, muy empleada para el reconocimiento geotécnico y edafológico de suelo, principalmente para el estudio de suelos granulares.

Para este estudio se han realizado 75 calicatas. Estas a su vez se subdividen en dos grupos, el primero de 25, localizadas en la zona de inundación del río y el segundo de 50 pertenecientes a los canales del río, en esta etapa solo se presentan las calicatas de la zona de embalse. Sus coordenadas UTM son las siguientes:

Tabla 1-1 Coordenadas Calicatas

ZONA DE INUNDACION	COORDENADAS UTM	
Nº DE CALICATA	ESTE	NORTE
C-01	254889	5924540
C-02	254991	5924469
C-03	257203	5924139
C-04	257209	5924101
C-05	257245	5923983
C-06	257255	5923948
C-07	257612	5924112
C-08	257627	5924026
C-09	257425	5924048
C-10	257447	5923883
C-11	264028	5923686
C-12	264127	5923791
C-13	264113	5923536

ZONA DE INUNDACION	COORDENADAS UTM	
C-14	264151	5923593
C-15	264186	5923724
C-16	264287	5923574
C-17	264378	5923421
C-18	264449	5923520
C-19	264768	5923062
C-20	264814	5923029
C-21	264952	5923040
C-22	265009	5923072
C-23	265051	5923077
C-24	265043	5923050
C-25	265009	5923072

2 ESTUDIO ESTRAGIGRAFICO

En cada calicata se ha llevado a cabo una descripción visual o registro de estratigrafía y toma de muestras correspondiente.

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

- Identificación geológica del material.
- Identificación y variación de color del material (sin utilización de la tabla Munsell).
- Variación de la consistencia/compacidad de los materiales en profundidad.
- Variación en el tamaño de las partículas tanto en la horizontal como en la vertical.
- Presencia y variación de la humedad.
- 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 registro fotográfico de cada calicata.

Las calicatas de la zona de inundación en las que no se alcanzó la profundidad requerida se encuentran completadas con SEV.

3 CALICATAS ZONA INUNDACION

PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-01
Coordenadas UTM E 254889, N 5924469	Profundidad: 2.50 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 2.50 m Gravas arenosas con algo de limo y bolones. Color café oscuro. Mala graduación. Humedad media, compacidad media a alta, aumento con la profundidad. Aumento en gravas y bolones. Finalizada 2.50 m por presencia de bolones de gran tamaño. Se realizó SEV complementario. Granulometría estimada: gravas 55%, arena 30%, limo 10%, bolones 5%.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 1.00 a 2.00 metros**

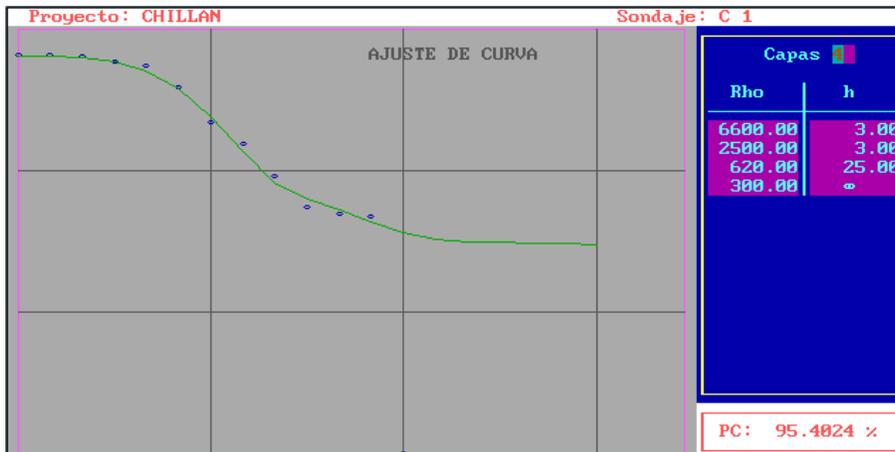
Clasificación U.S.C.S: GW - GM

Clasificación AASHTO: A - 1 - a

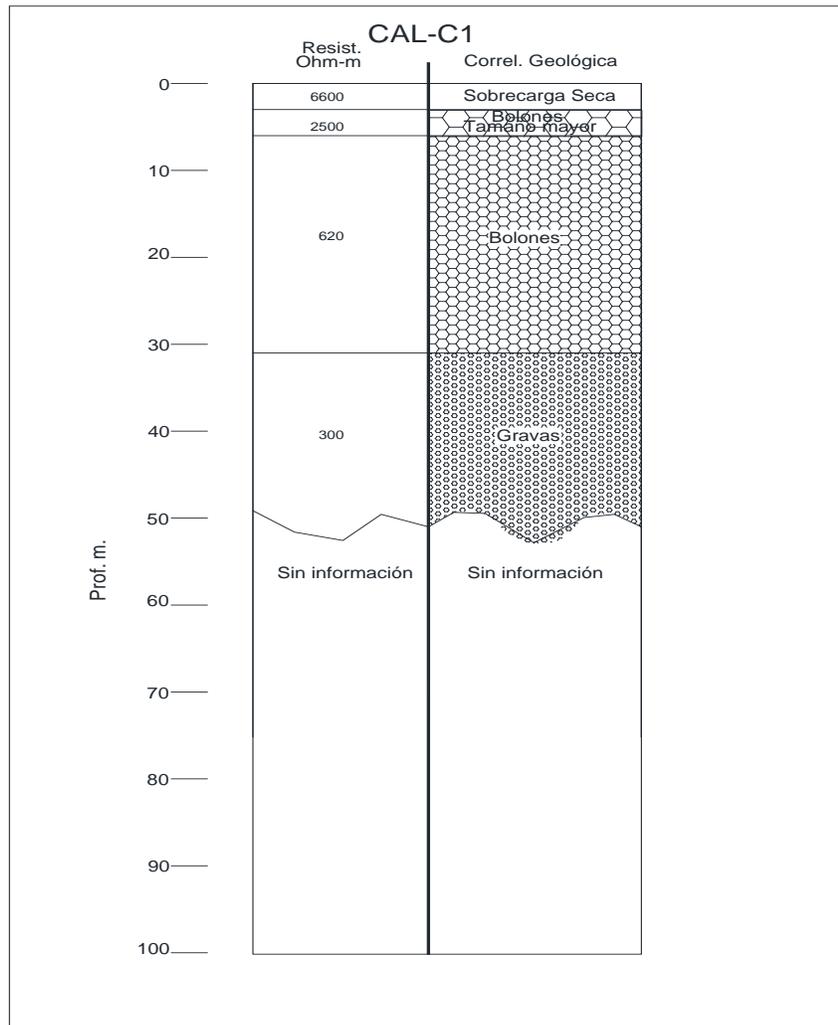
- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



- **SEV COMPLEMENTARIO A LA CALICATA C-01**



- **INTERPRETACION GEOLOGICA**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-02
Coordenadas UTM E254991, N 5924469	Profundidad:2.40 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 2.40 m Arenas limoarcillosas y algo de gravas. Color café claro. Mal graduadas. Humedad media, compacidad alta. Partículas subredondeadas,tamaño máximo de partícula de 3". Humedad media, consistencia alta. Partículas subangulares. Finalización de calicata por presencia de bolones de gran tamaño. Granulometría estimada: arena 55%, finos (limo-arcilla) 15%, gravas 10%. Se realiza SEV complementario.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 1.00 a 2.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: SC-SM

Clasificación AASHTO: A-1-b

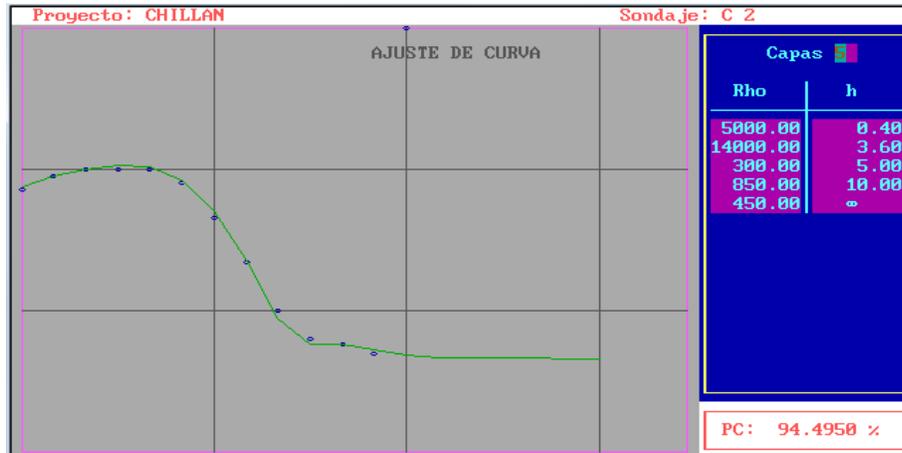
- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



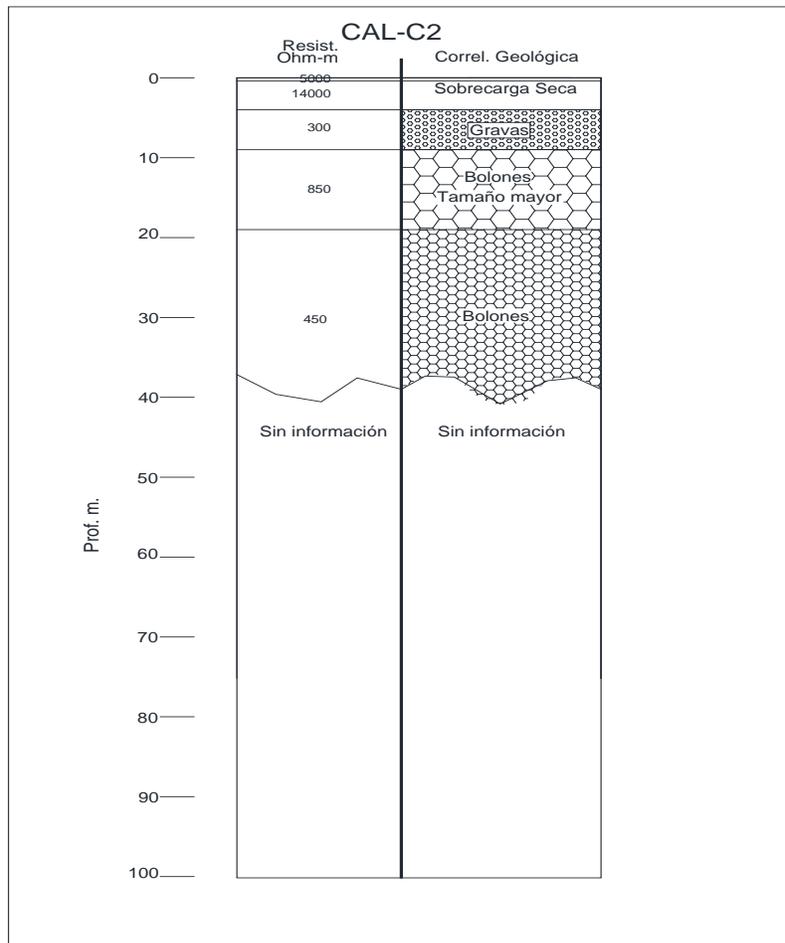
Fondo de la calicata

Muestra de 1.00 a 2.00 metros.

- SEV COMPLEMENTARIO A LA CALICATA C-02



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-03
Coordenadas UTM E257203, N5924139	Profundidad :2.20 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 2.20 m Gravas arenosas con algo de limo. Color café oscuro. Partículas subangulares, tamaño máximo de partícula de 2". Mal graduadas. Compacidad alta, humedad media-alta. Finalización de calicata a 2.20 m por filtración de agua. Granulometría estimada: gravas 45%, arena 40%, limo 10%, bolones 5%. Se realiza SEV complementario.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 1.00 a 2.00 metros**

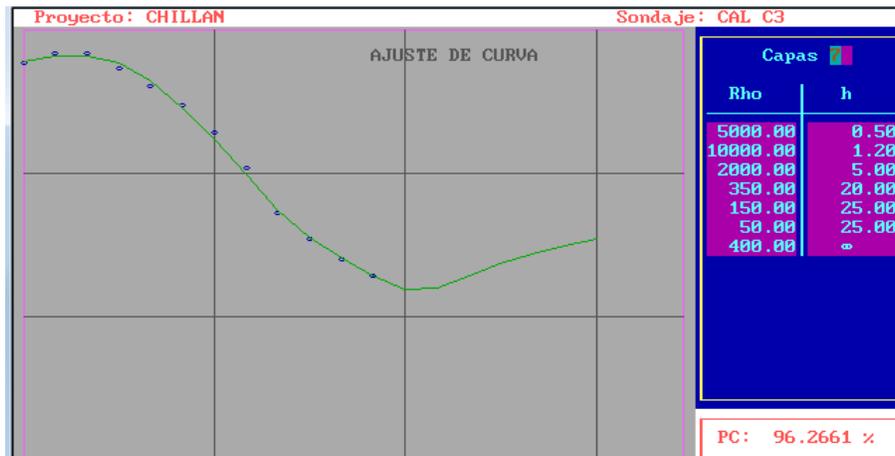
Clasificación U.S.C.S:GP-GM
Clasificación AASHTO:A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**

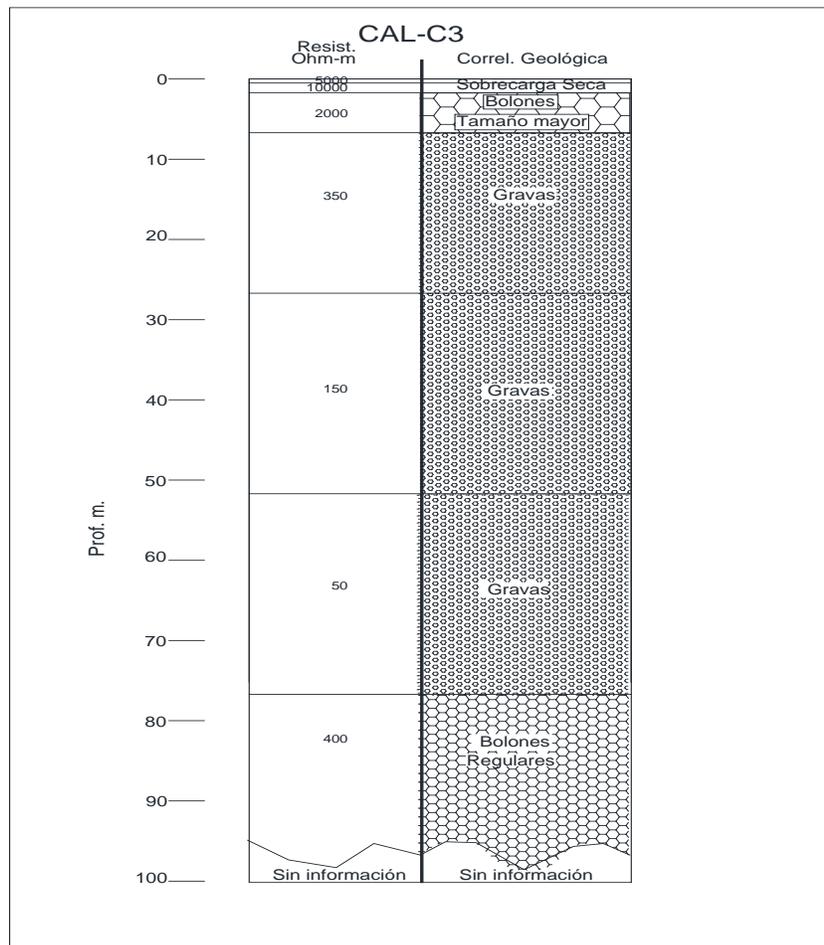


Fondo de la calicata Muestra 1.00 a 2.00 metros.

- SEV COMPLEMENTARIO A LA CALICATA C-03



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-04
Coordenadas UTM E257209, N5924101	Profundidad:2.00 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 2.00 m Gravasarenolimosas con presencia de bolones de gran tamaño. Color café claro. Mal graduadas. Partículas subangulares, tamaño máximo de partícula >19". Compacidad media, humedad alta. Granulometría estimada: gravas 50%, arena 30%, limo 10%, bolones 10%. Finalización de la calicata a 2.00 m por filtración de agua y bolones de gran tamaño. Se realiza SEV complementario.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 1.00 a 2.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**

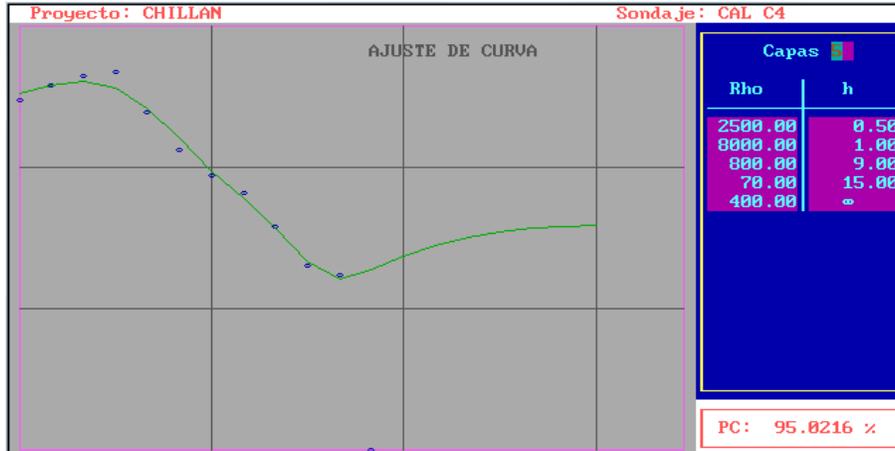


Fondo de la calicata. Napa de agua.

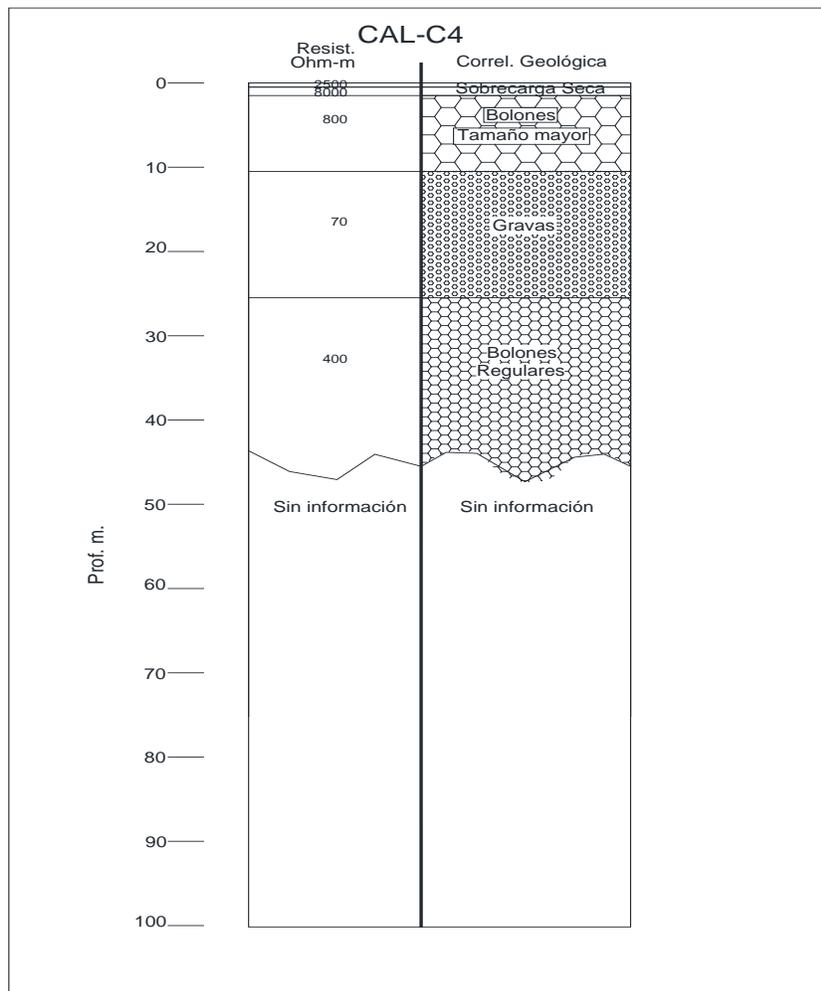


Muestra de 1.00 a 2.00 metros.

- SEV COMPLEMENTARIO A LA CALICATA C-04



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-05
Coordenadas UTM E257249, N5923998	Profundidad:1.40 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.40 m Arenas limosas con gravas y bolones, presencia limo disperso. Color café oscuro los primeros 10 cm, mayor presencia de limo. Color negro de 0.10 a 1.40 m. Compacidad media, humedad media. Partículas gravosas y bolones subredondeadas, tamaño máximo de 8". Granulometría estimada: arena 55%, gravas 25%, limo 15%, bolones 5%. Finalización de calicata por presencia de bolones de gran tamaño. Se realiza SEV complementario.

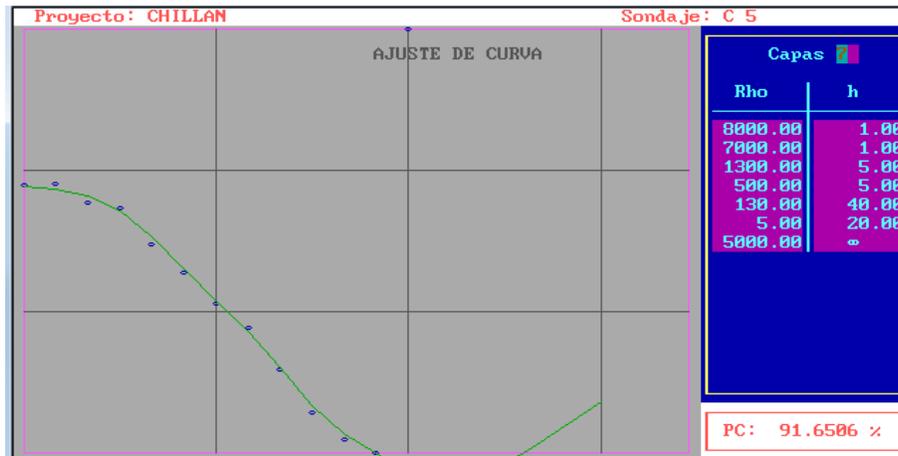
- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 0.00 a 1.00 metros**

Clasificación U.S.C.S:SC-SM
Clasificación AASHTO:A-1-b

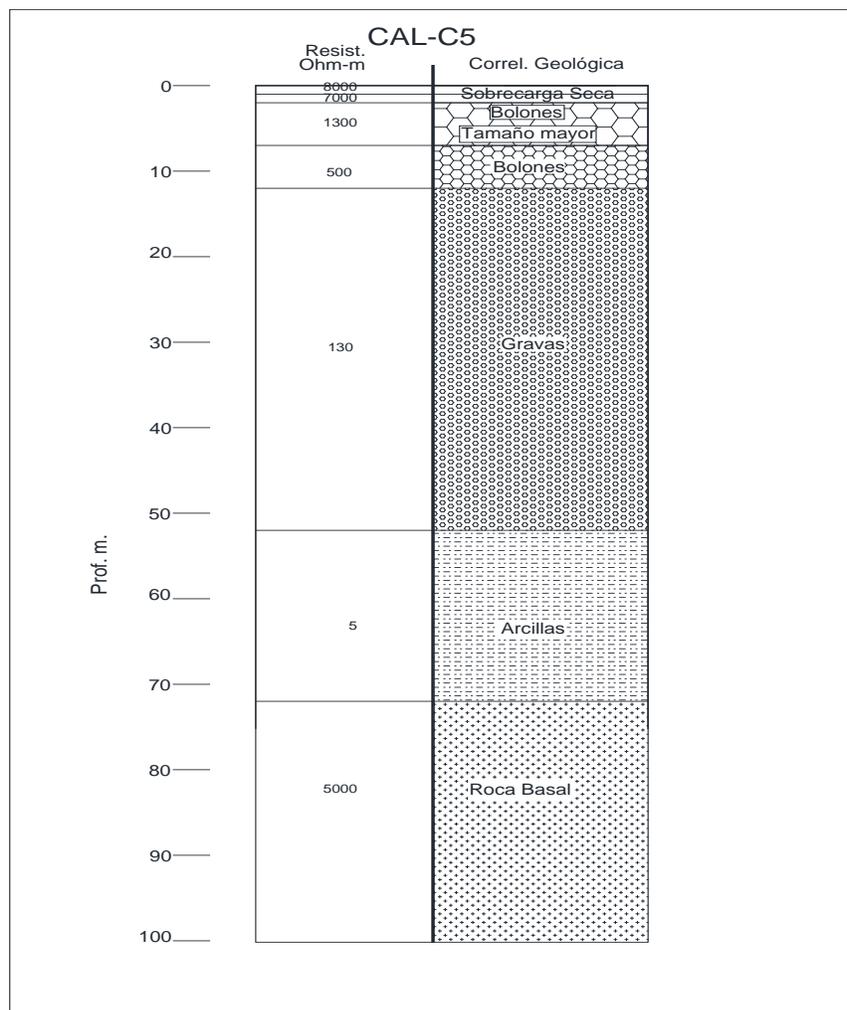
- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



- SEV COMPLEMENTARIO A LA CALICATA C-05



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-06
Coordenadas UTM E257255, N 5923948	Profundidad:6.00metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 3.20 Arenas gravosas. Color café oscuro. Compacidad media, humedad media alta. Mal graduadas. Tamaño de máximo de partícula 3", partículas subredondeadas. Granulometría estimada: arenas 45%, gravas 40%, limo 10%, bolones 5%. De 3.20 m a 6.00 m Gravas arenosas. Color café oscuro. Mal graduadas. Compacidad alta, humedad alta. Tamaño máximo de partícula 4", partículas subredondeadas-subangulares. Imposible realizar registro fotográfico de las paredes con huincha por entrada de agua, procedente del rio. Granulometría estimada: gravas 50%, arena 45%, limo 5%.No se considero el primer metro por corresponder a suelo.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 4.00 a 5.00 metros**

Clasificación U.S.C.S:GW-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-07
Coordenadas UTM E257612, N5924112	Profundidad: 1.20 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.20 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Color café claro. Mal graduadas. Compacidad media, humedad media. Se observan raíces hasta los 0.90 m. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de partícula (bolón) > 20". Aumento de la consistencia con la profundidad. Granulometría estimada: arenas 65%, limo 25%, gravas 10%. Se realiza SEV complementario al hallarse bolones de gran tamaño a partir del 1.20 m de profundidad.

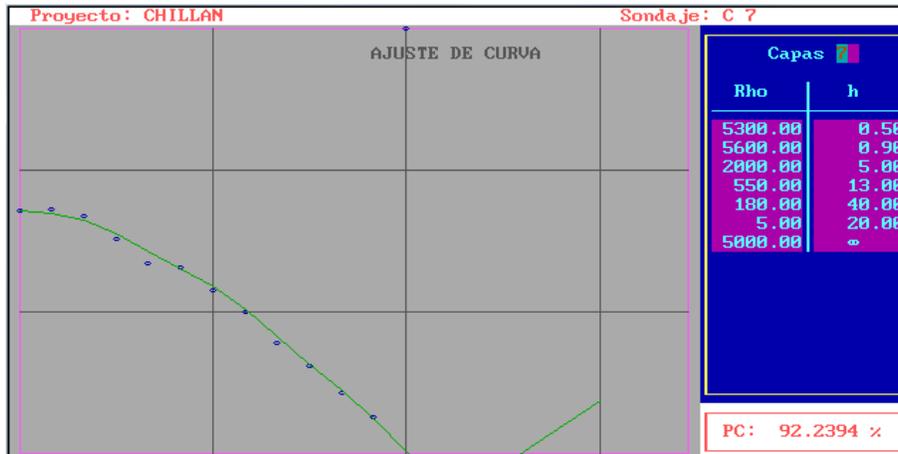
- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 0.00 a 1.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: SM
Clasificación AASHTO:A-4

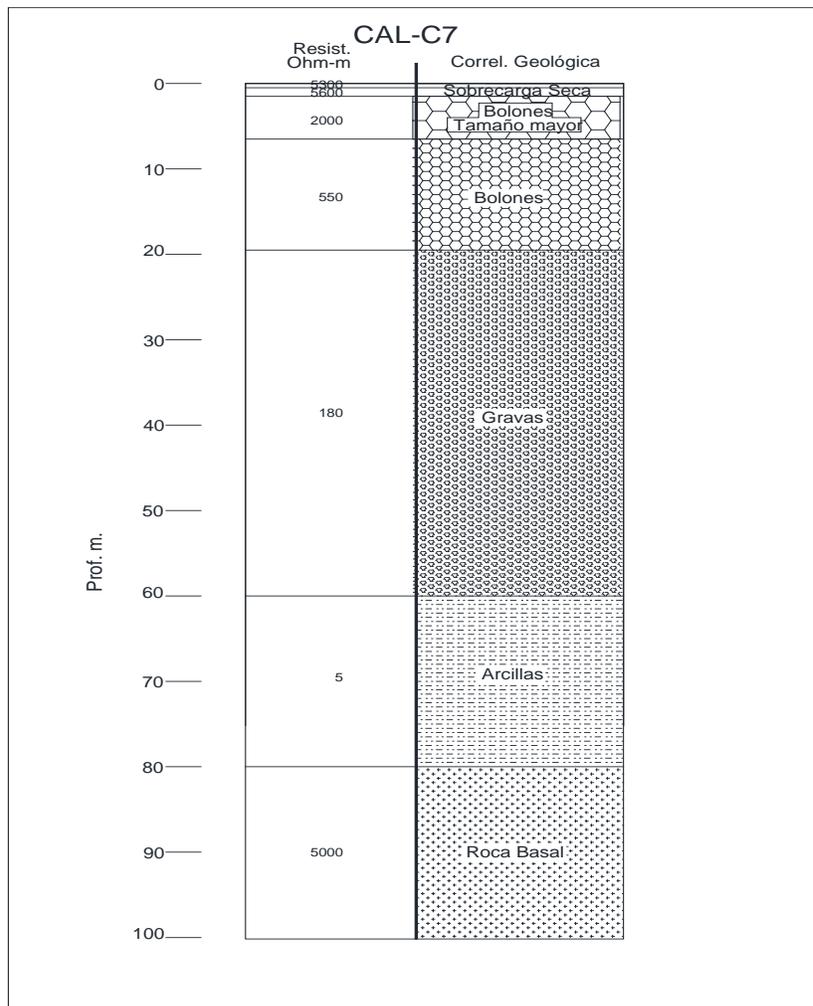
- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



- SEV COMPLEMENTARIO A LA CALICATA C-07



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-08
Coordenadas UTM E257627, N5924026	Profundidad:2.10 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 2.10 m Gravas arenolimosas y presencia de bolones. Color café. Se observan raicillas hasta los 0.40 m. Mal graduadas. Presencia de bolones en fondo de calicata. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de partícula (gravosa) de >20". Compacidad media, humedad media. Granulometría estimada: gravas 45%, arena 30%, limo 10%, bolones 10%. Finalización de calicata a 2.10 m, se realiza SEV complementario por presencia de bolones de gran tamaño.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 1.00 a 2.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



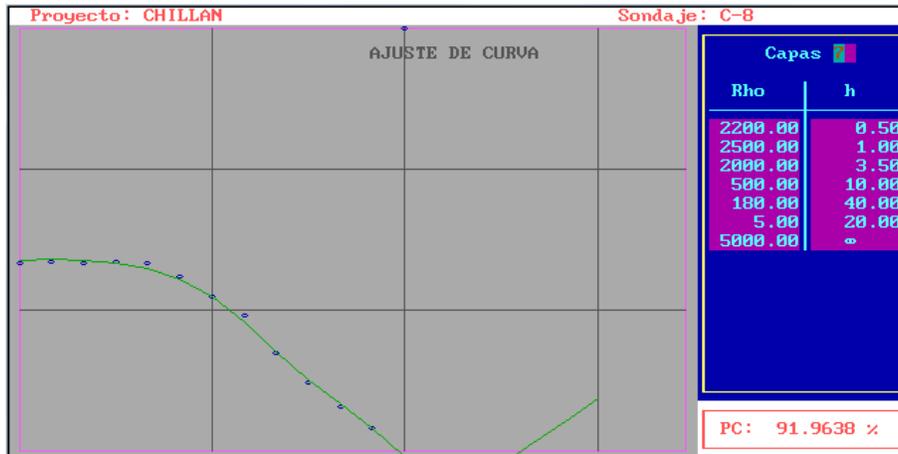
Fondo de la calicata, Bolones



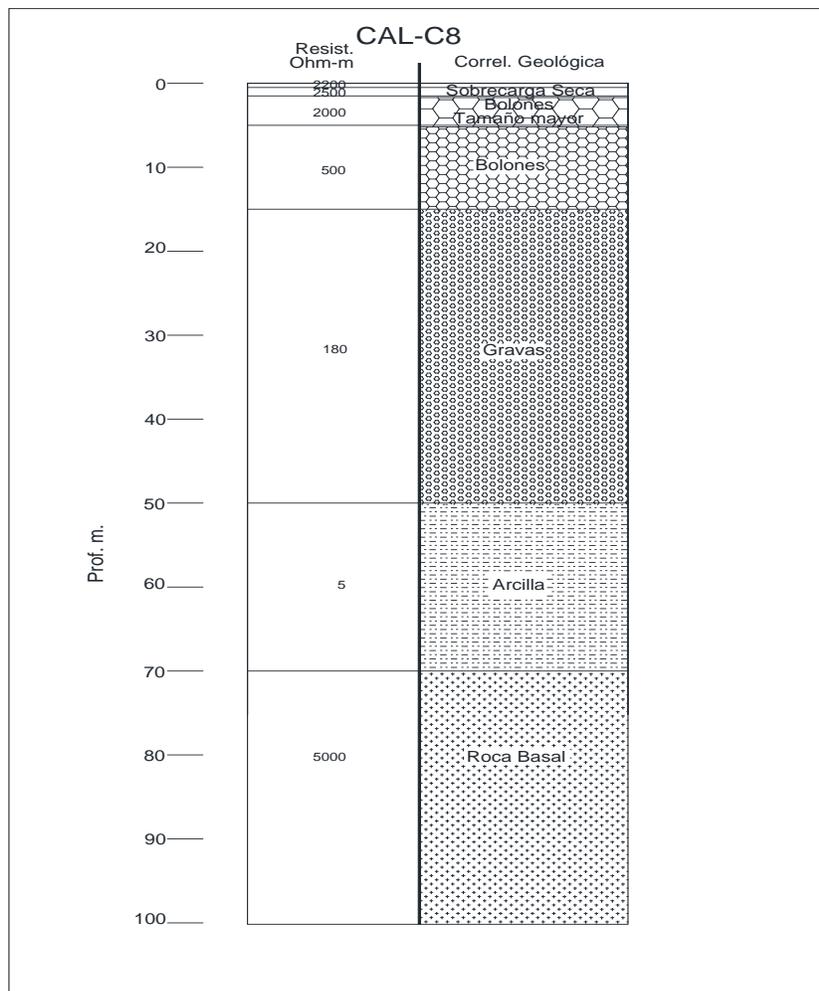
Muestra de 1.00 a 2.00 m.

Cierre de calicata.

- SEV COMPLEMENTARIO



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-09
Coordenadas UTM E257425, N5924048	Profundidad:2.00 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 2.00 m Gravas arenosas con algo de limo. Color café oscuro. Mal graduadas. Compacidad media, humedad media. Partículas subredondeadas. Partículas subredondeadas y redondeadas, tamaño máximo de partícula 6". Se observan raicillas hasta los 1.00 m. Granulometría estimada: grava 45%, arena 35%, limo 15%, bolones 5%. Finalización de la calicata a 2.00 m por presencia de bolones de gran tamaño, se realiza SEV complementario.

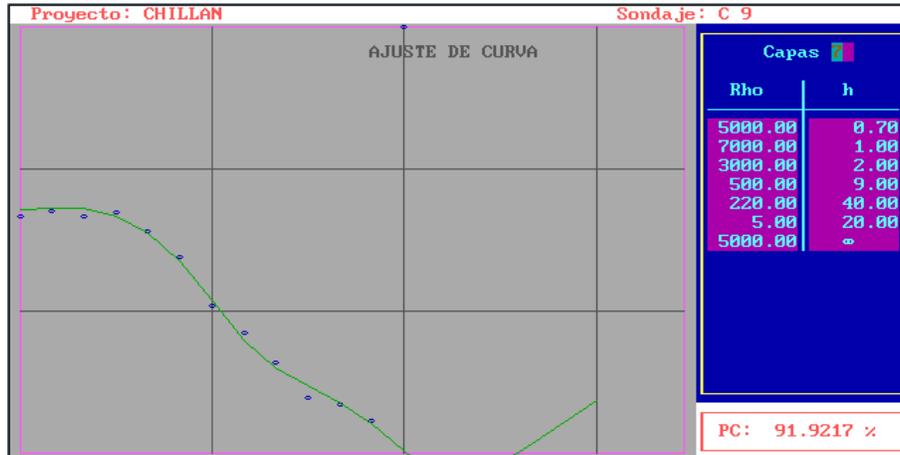
- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 1.00 a 2.00 metros**

Clasificación U.S.C.S:GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

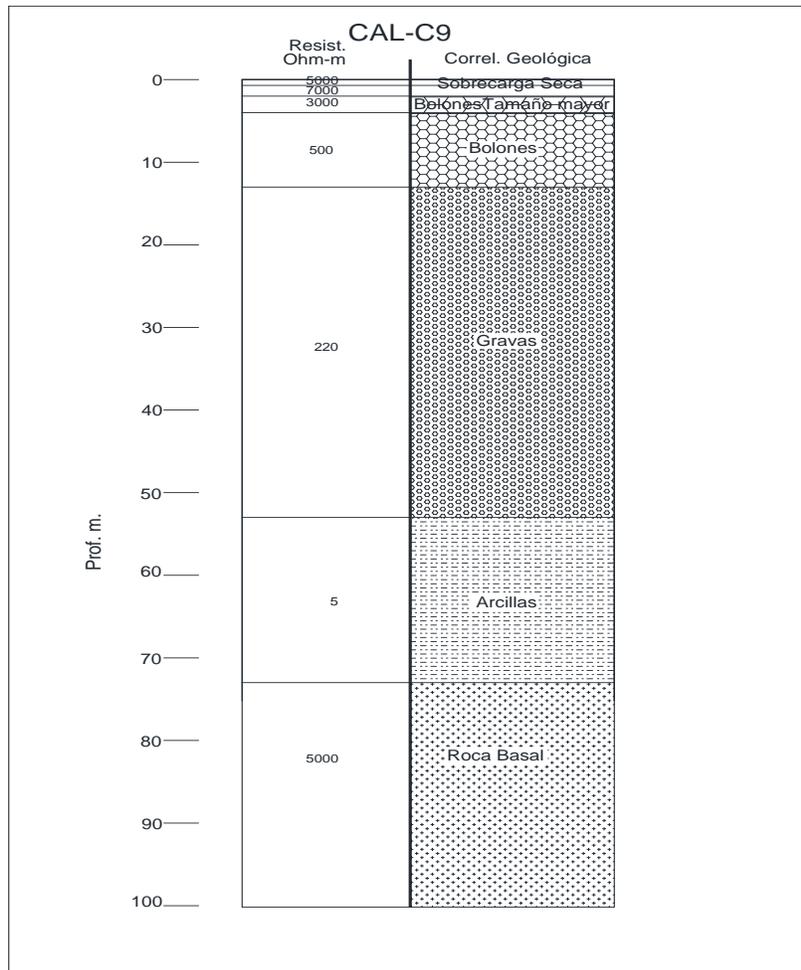
- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



- SEV COMPLEMENTARIO A LA CALICATA C-09



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-10
Coordenadas UTM E257447, N5923933	Profundidad:6.00metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 4.00 m Arenas limosas con algo de grava. Color café claro. Se observan raicillas y raíces. Mal graduadas. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 2". Compacidad media, humedad media. Granulometría estimada: arena 60%, limo 20%, gravas 10%, bolones 10%. De 4.00 a 6.00 m Gravas arenosas con limo y presencia de bolones. Color café oscuro. Mal graduadas. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de 12". Compacidad alta, humedad media. Granulometría estimada: gravas 45%, arena 35%, limo 15%, bolones 5%.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 4.00 a 5.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GW-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



Muestra de 4.00 a 5.00 m.

PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-11
Coordenadas UTM E264028, N5923686	Profundidad:6.00 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.00 m Arenas limosas y presencia de grava. Color café oscuro con zonas blanquecinas distribuidas de manera irregular. Mal graduadas. Compacidad media, humedad media. Se observan raicillas. Granulometría estimada: arena 70%, grava 20%, limo 10%. De 1.00 a 6.00 m Arenas gravosas y limosas con bolones de gran tamaño. Color café. Compacidad alta, humedad alta. Tamaño máximo de partícula de 11", partículas subredondeadas-subangulares. Mal graduadas. Granulometría estimada: arena 55%, limo 20%, grava 20%, bolones 5%.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 1.00 a 2.00 metros**

Clasificación U.S.C.S:SM
Clasificación AASHTO: A-1-b

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-12
Coordenadas UTM E264127, N5923791	Profundidad:6.00 metros

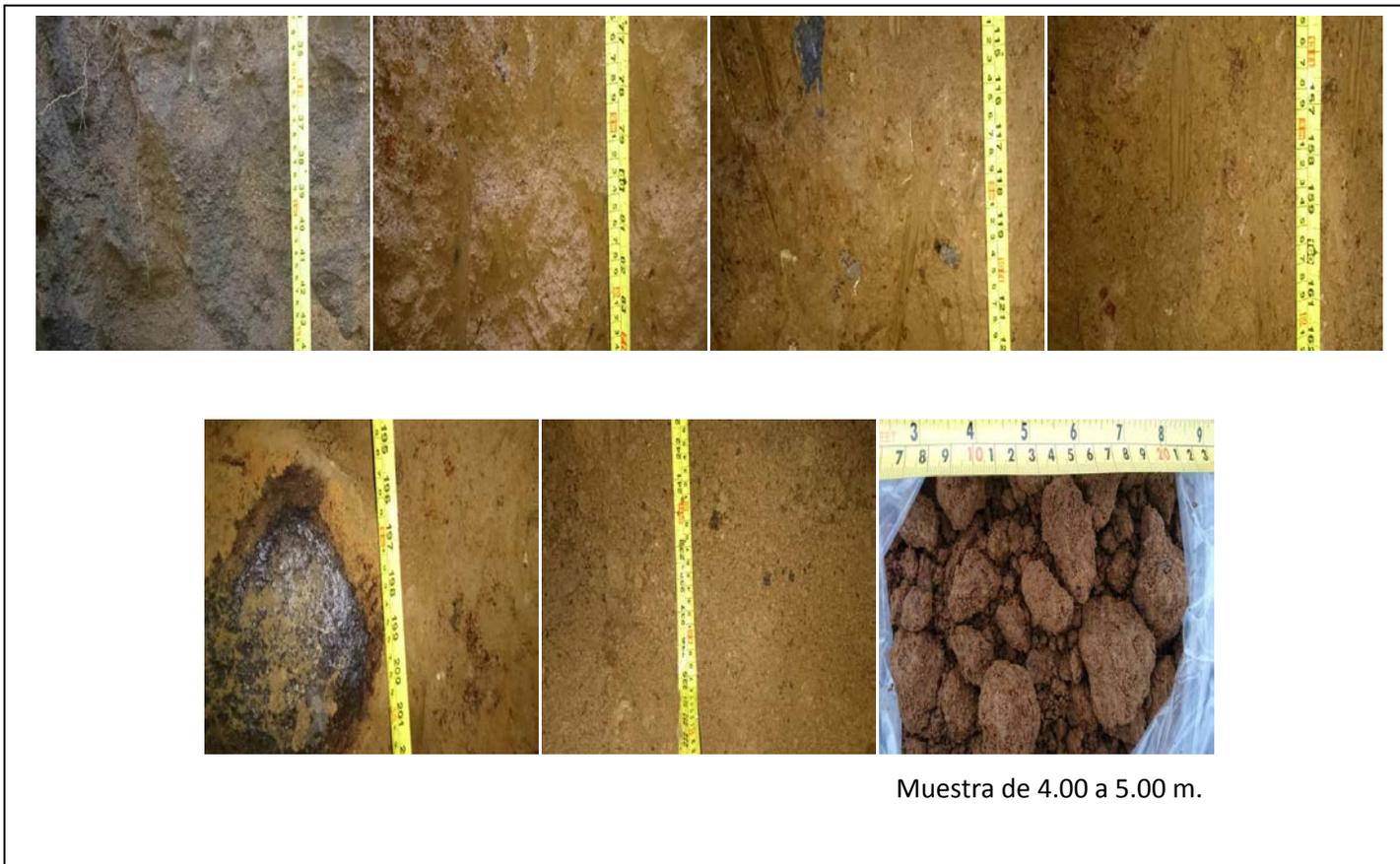
- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 2.00 m Arenas gravosas y algo de limo. Color café claro. Bien graduadas. Compacidad alta, humedad media. Partículas subredondeadas. Se observan raicillas hasta los 1.00 m. Granulometría estimada: arena 70%, gravas 15%, limo 15%. De 2.00 a 6.00 m Arenas limosas y presencia mínima de algo de arcilla. Color café a rojizo. Mal graduadas. Se observan terrones, apelmazamiento de las partículas. Tamaño máximo de partícula 4 cm, partículas subredondeadas. Compacidad alta, humedad media. Granulometría estimada: arena 55%, 20% limo, 15% arcilla, 10% grava.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 4.00 a 5.00 metros**

Clasificación U.S.C.S:SC-SM
Clasificación AASHTO: A-2-4

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-13
Coordenadas UTM E264113, N5923536	Profundidad:2.10 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 2.10 m Arenas limosas con gravas y bolones o bloques. Color café. Mal graduadas. Compacidad media, humedad baja. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de partícula de 18". Se observan raicillas hasta los 2.00 m. Granulometría estimada: arena 60%, limo 25%, grava 10%, bolones 5%. Finalización de calicata a 2.10 m por presencia de bolones de gran tamaño. Se realiza SEV complementario.

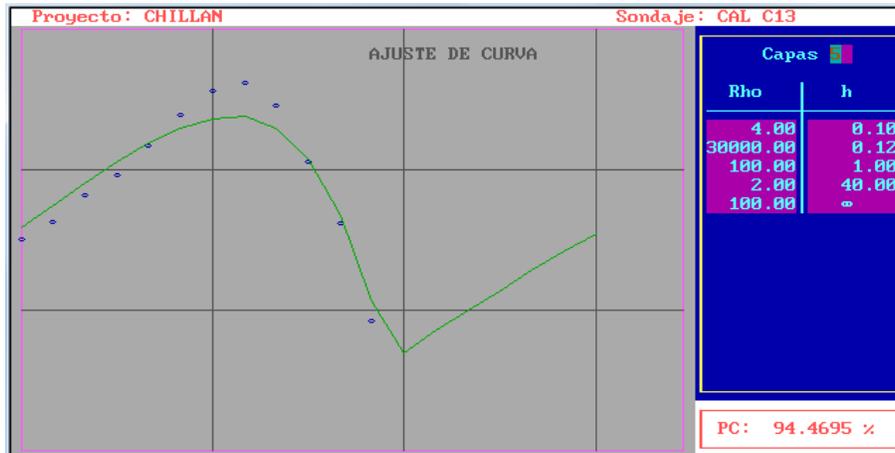
- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 1.00 a 2.00 metros**

Clasificación U.S.C.S:SM
Clasificación AASHTO: A-1-a

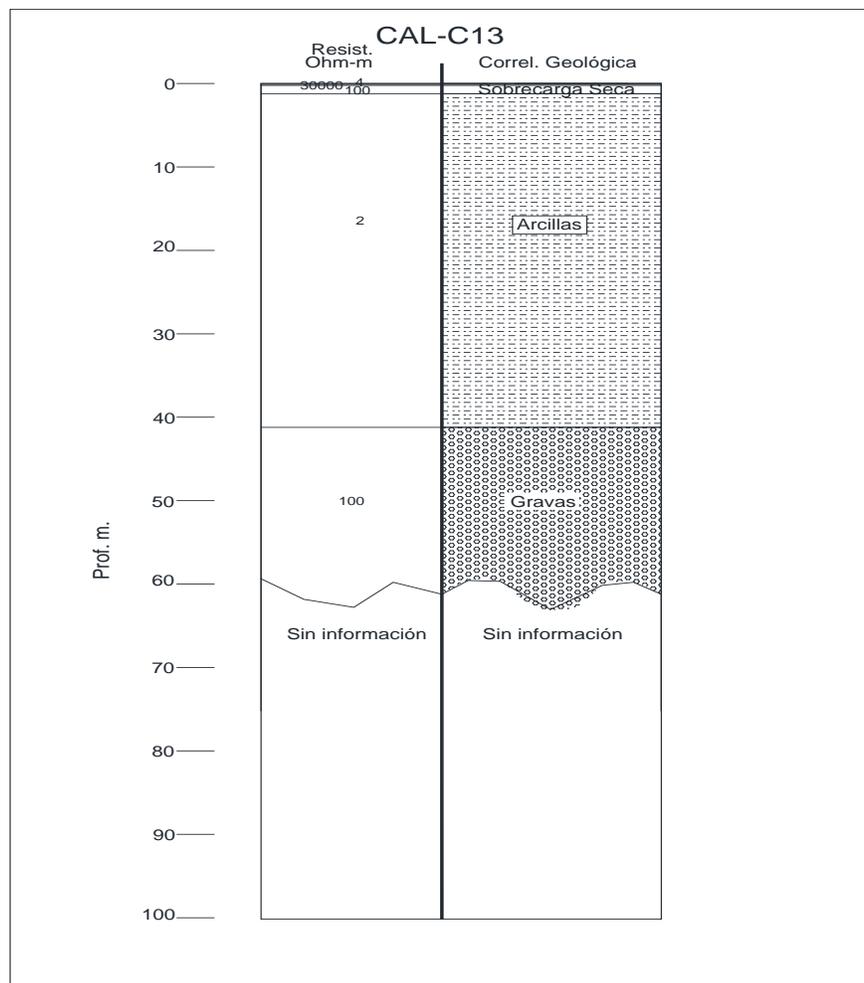
- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



- SEV COMPLEMENTARIO



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-14
Coordenadas UTM E264151, N5923593	Profundidad:2.60 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 2.60 m Gravas arenosas y presencia de bolones. Color café oscuro. Mal graduadas. Se observan raicillas hasta los 0.50 m. Compacidad alta, humedad baja-media. Partículas angulares y subangulares, tamaño máximo de partícula de 18". Granulometría estimada: gravas 45%, arena 35%, limo 10%, bolones 10%. Se finaliza la calicata a 2.60 m por presencia de bolones de gran tamaño. Se realiza SEV complementario.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 1.00 a 2.00 metros**

Clasificación U.S.C.S. GW-GM
Clasificación AASHTO A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



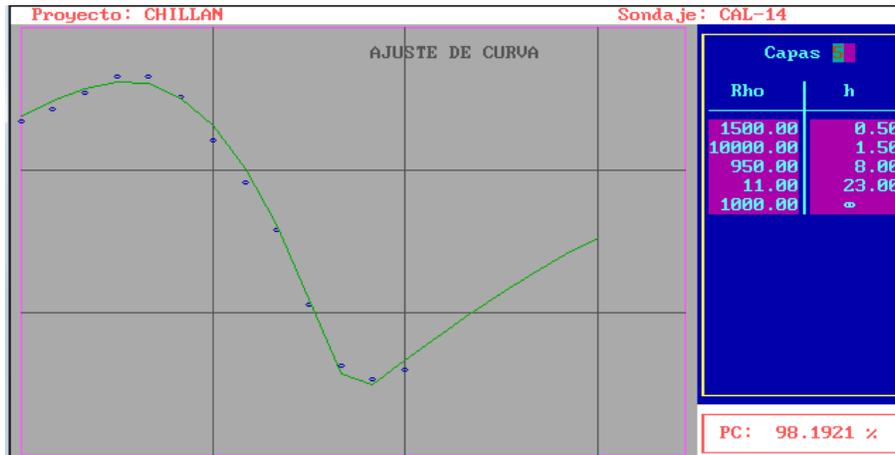
Fondo de la calicata



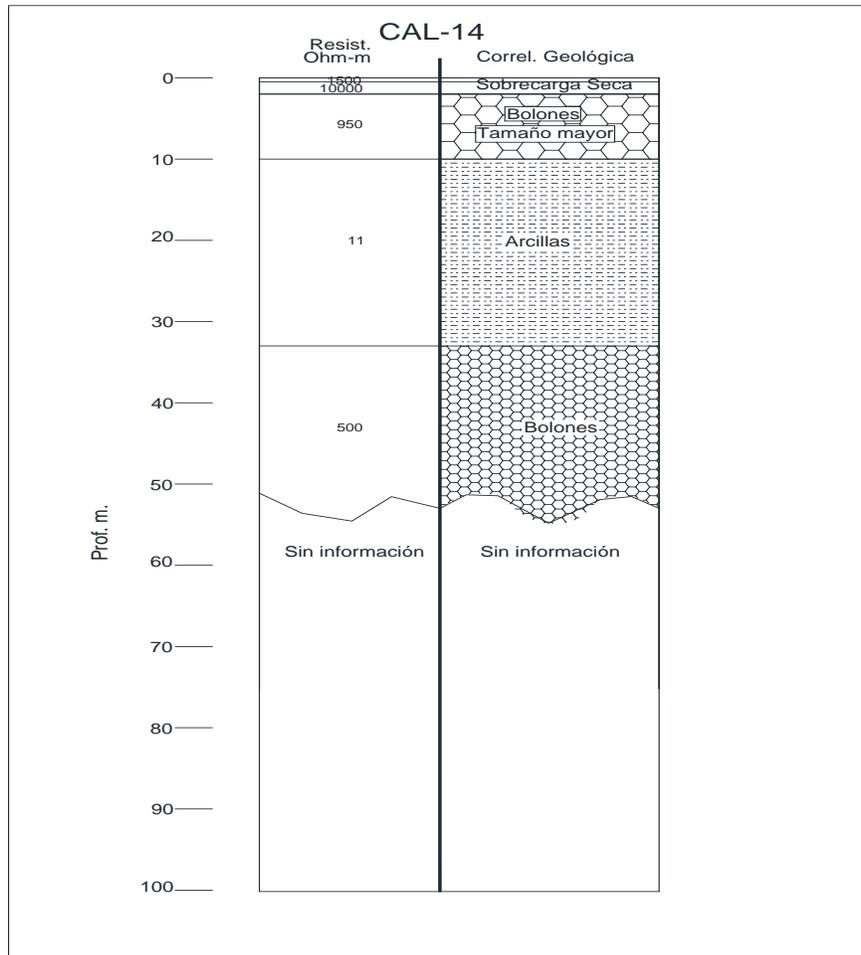
Muestra 1.00 a 2.00 m.

Cierre de la calicata

- SEV COMPLEMENTARIO A LA CALICATA C-14



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-15
Coordenadas UTM E264186, N5923724	Profundidad:6.00 metros

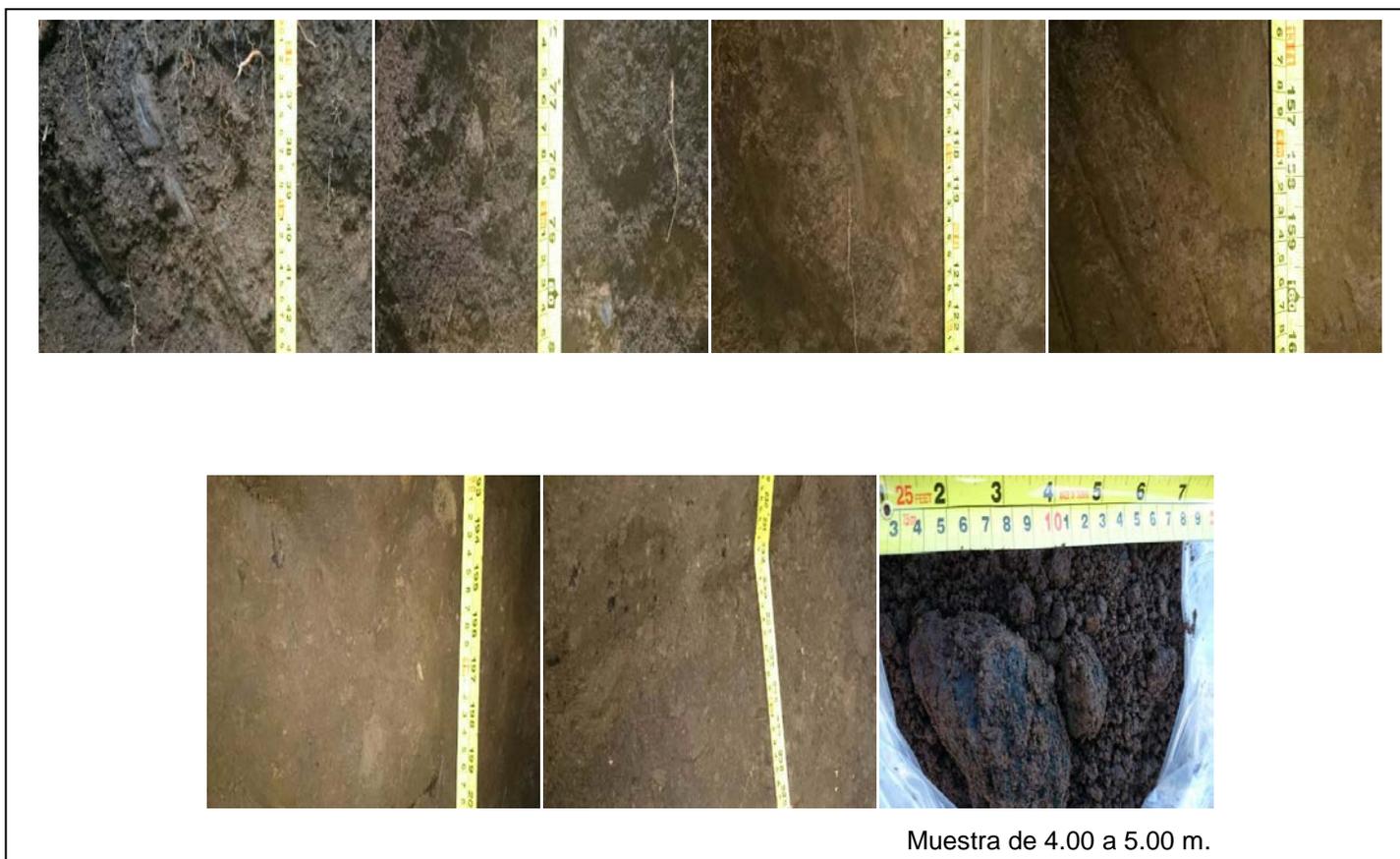
- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 6.00 m Arenas limosas con algo de gravas. Color café oscuro. Mal graduadas. Compacidad media-alta (aumenta con la profundidad), humedad media. Aumento de cantidad y de tamaño en las gravas con la profundidad, a partir de 3.90 presencia de bolones. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de partícula de 3". Se observan raicillas hasta el 2.50 m. Granulometría estimada: arena 70%, limo 20%, grava 8%, bolones 2%.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 4.00 a 5.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: SM
Clasificación AASHTO:A-2-4

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-16
Coordenadas UTM E264287, N5923574	Profundidad:6.00 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 6.00 Arenas gravosas que pasan en profundidad a gravas arenosas. Color café oscuro. Mal graduadas. Compacidad alta, humedad media-alta. Partículas gravosas angulares-subangulares, tamaño máximo de partícula 3". Granulometría estimada: arena 45%, grava 40%, 15% limo.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 5.00 a 6.00 metros**

Clasificación U.S.C.S. GP-GM
Clasificación AASHTO A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



Muestra de 5.00 a 6.00 m.

PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-17
Coordenadas UTM E264287, N 5923574	Profundidad:1.00 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.00 m Grava arenosa y bolones. Color café oscuro. Mal graduadas. Compacidad media, humedad alta. Partículas subredondeadas, tamaño máximo de partícula de >12". Granulometría estimada: grava 45%, arena 40%, limo 10%, bolones 5%. Filtración de agua a partir del 1.00 m de profundidad. Finalización de la calicata por presencia de bolones de gran tamaño. Se realiza SEV complementario.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 0.00 a 1.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GP-GM
Clasificación AASHTO: A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



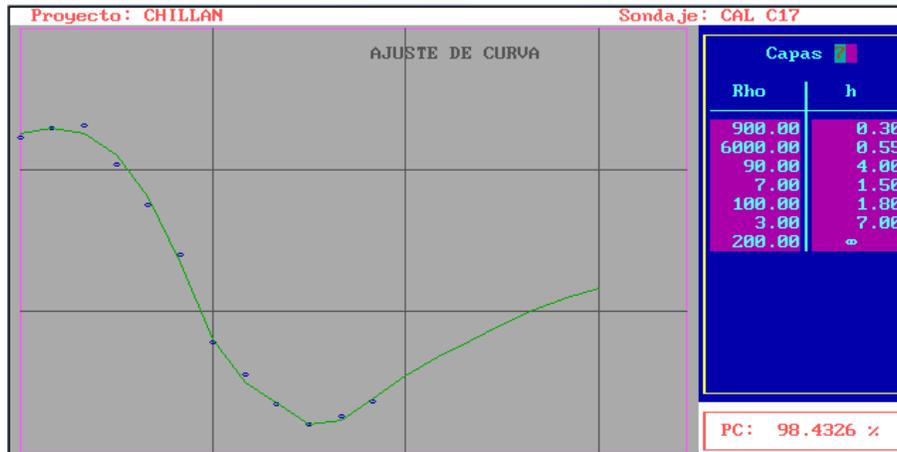
Fondo de la calicata.



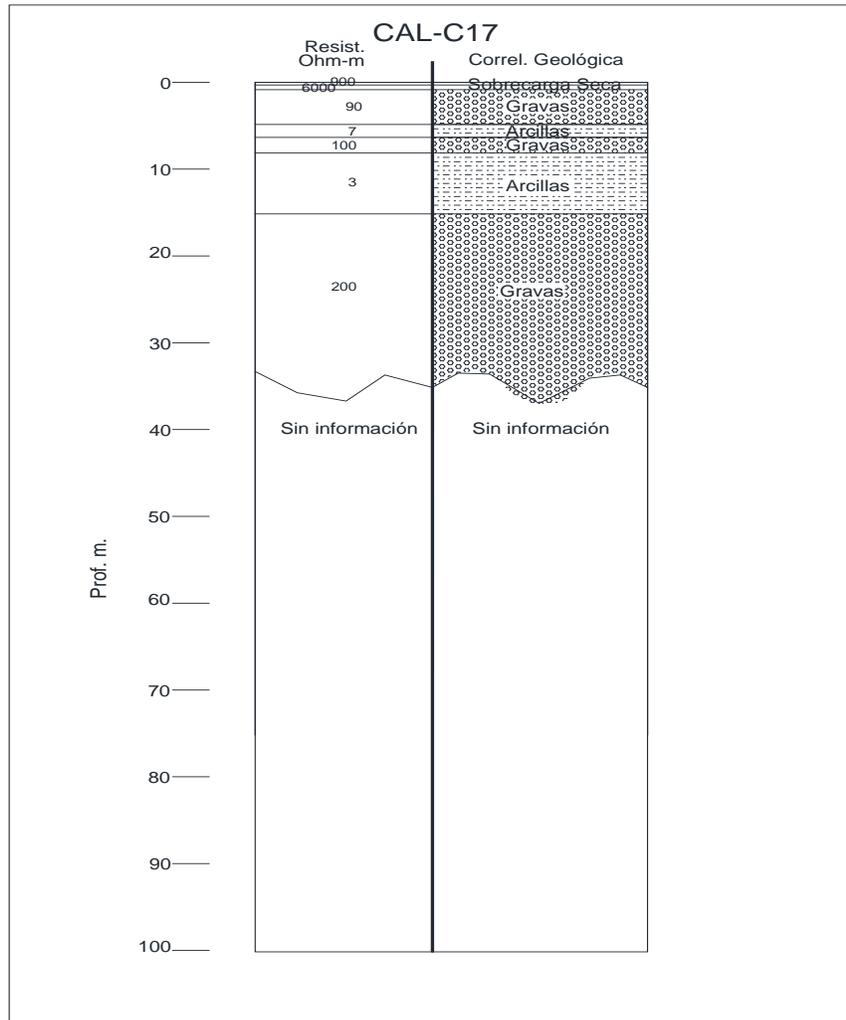
Muestra de 0.00 a 1.00 m.

Cierre de la calicata.

- SEV COMPLEMENTARIO A LA CALICATA C-17



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-18
Coordenadas UTM E264449, N 5923520	Profundidad:6.00 metros

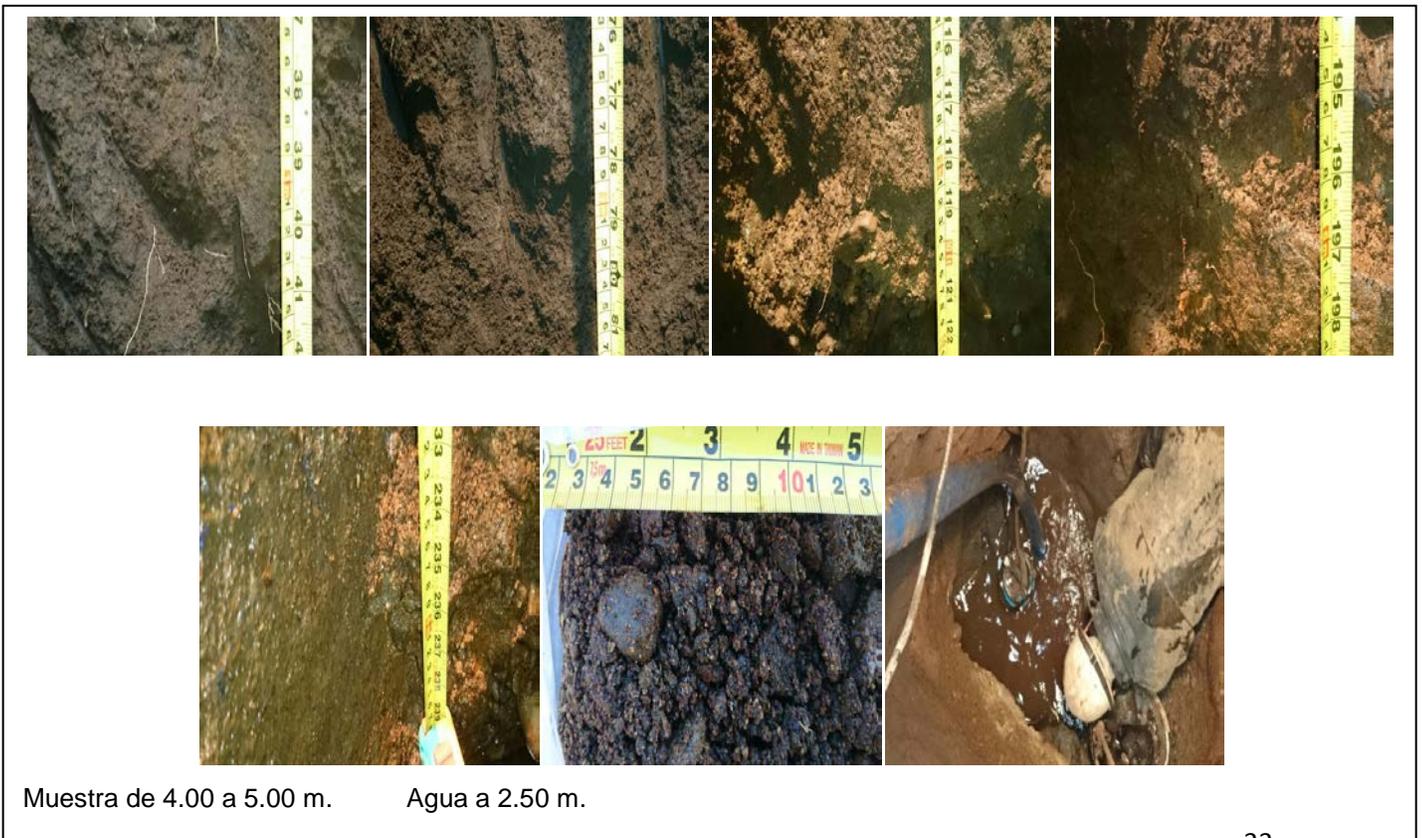
- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 2.00 m Arenas limosas con algo de gravas. Color café. Compacidad alta, humedad media. Mal graduadas. Se observan raicillas. Granulometría estimada: arena 65%, limo 25%, grava 10%. Filtración de agua a partir de los 2.50 m, se extrae con bomba de agua para continuar con la excavación. De 2.00 a 6.00 m Arenas gravosas y limosas. Color café oscuro. Bien graduadas. Compacidad alta, humedad alta, tamaño máximo de partícula 3", partículas subangulares. Granulometría estimada: arena 70%, gravas 20%, limo 10%.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 4.00 a 5.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: SP-SM
Clasificación AASHTO:A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-19
Coordenadas UTM E264768, N 5923062	Profundidad:3.50 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 3.50 m Arenas limosas con algo de gravas y bolones. Color café claro. Bien graduadas. Compacidad alta, humedad seca. Partículas subredondeadas, tamaño de partícula (bolón) > 18". Se observan raicillas hasta los 2.00 m. Granulometría estimada: arenas 65%, grava 25%, limo 10%. Finalización de la calicata a 3.50 m por presencia de bolones de gran tamaño. Se realiza SEV complementario.

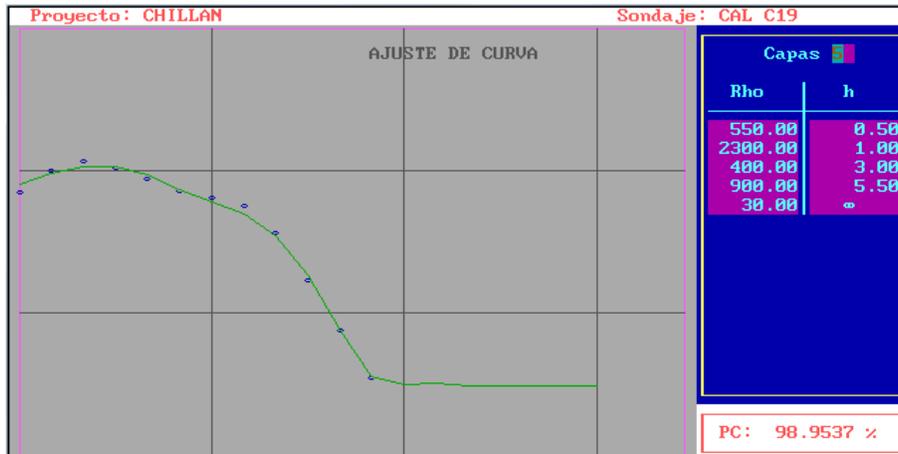
- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 1.00 a 2.00 metros**

Clasificación U.S.C.S:SM
Clasificación AASHTO: A-1-b

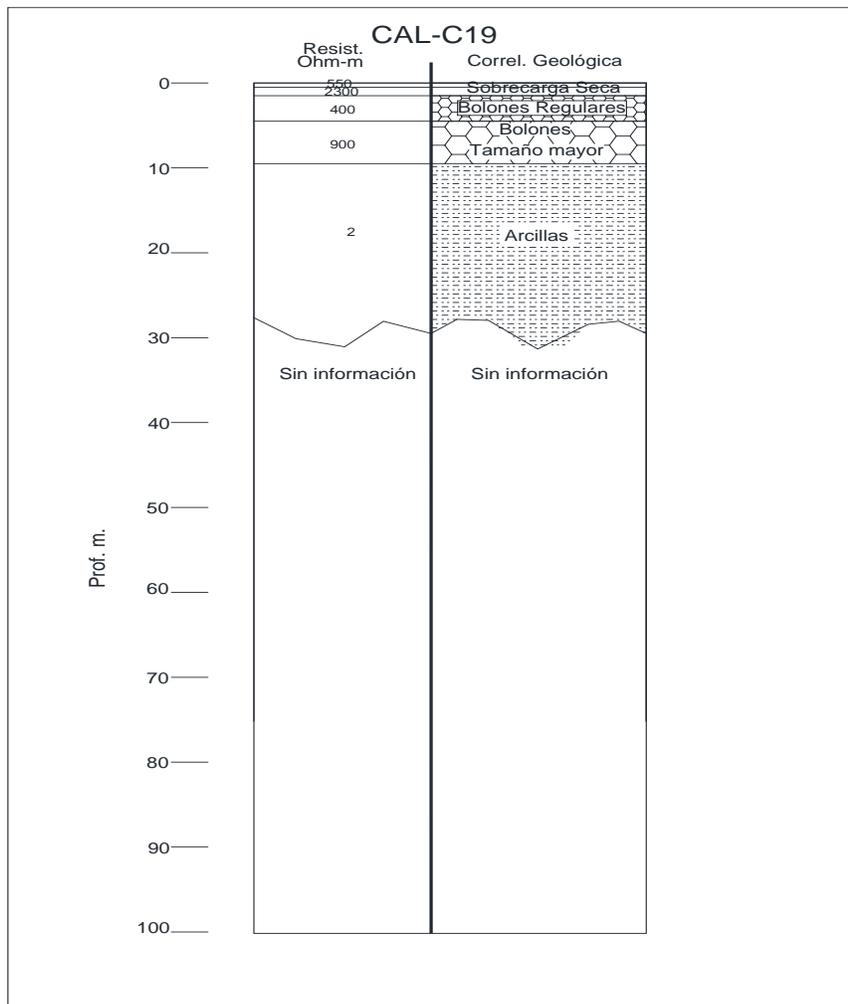
- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



- SEV COMPLEMENTARIO A LA CALICATA C-19



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-20
Coordenadas UTM E264814, N 5923029	Profundidad:2.50 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.00 m Arenas limosas con gravas. Color café claro. Mal graduadas. Compacidad media, humedad baja. Partículas subredondeadas. De 1.00 a 2.50 m Arenas con gravas y bolones y presencia de arcilla. Color café oscuro. Mal graduadas. Consistencia alta, humedad baja. Tamaño máximo de partícula 18", partículas subangulares. Granulometría estimada: arena 55%, limo 25%, arcilla 10%, grava 10%. Finalización de la calicata por presencia de bolones de gran tamaño. Se realiza SEV complementario.

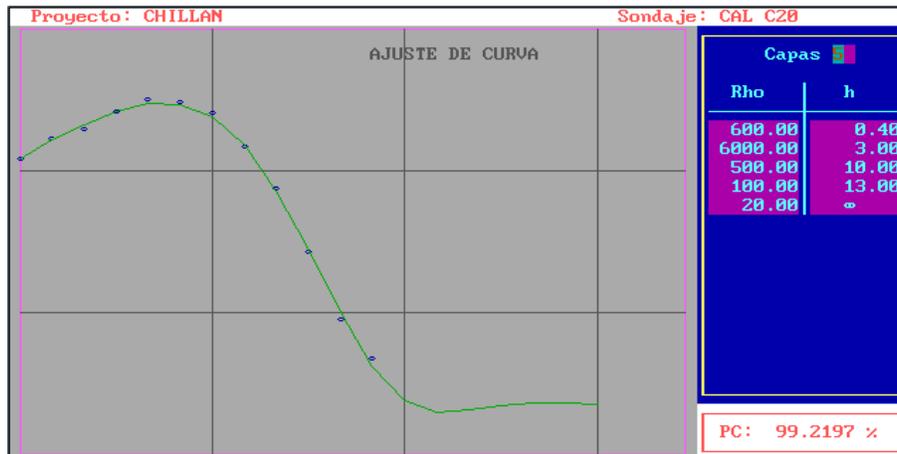
- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 1.00 a 2.00 metros**

Clasificación U.S.C.S. SC-SM
Clasificación AASHTO A-1-b

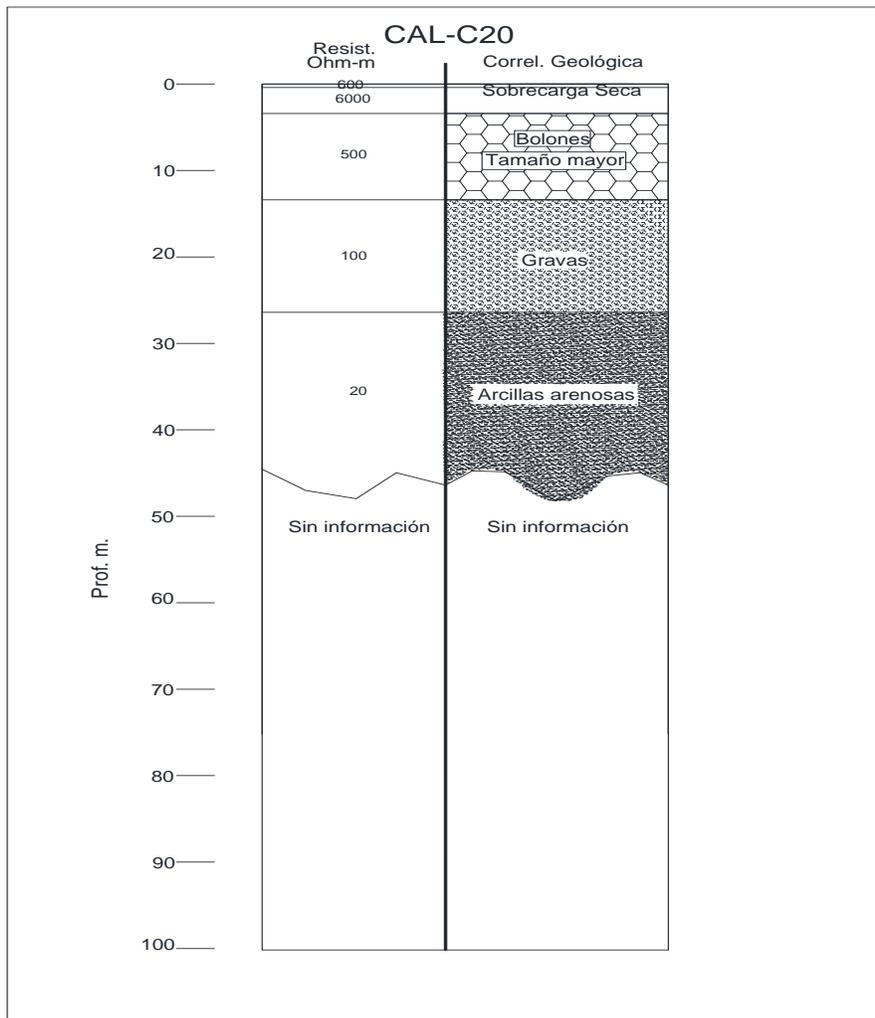
- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



- SEV COMPLEMENTARIO A LA CALICATA C-20



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-21
Coordenadas UTM E264952, N 5923040	Profundidad:1.50 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.50 m Arenas limosas con gravas y bolones. Color café claro. Bien graduadas. Compacidad alta, humedad baja. Partículas subredondeadas, tamaño de partícula >18". Se observan raicillas hasta el 1.50 m. Granulometría estimada: arena 75%, 20% limo, grava 10%, bolones 5%. Finalización de la calicata por presencia de bolones de gran tamaño. Se realiza SEV complementario.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 0.00 a 1.00 metros**

Clasificación U.S.C.S. SP-SM
Clasificación AASHTO A-1-a

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



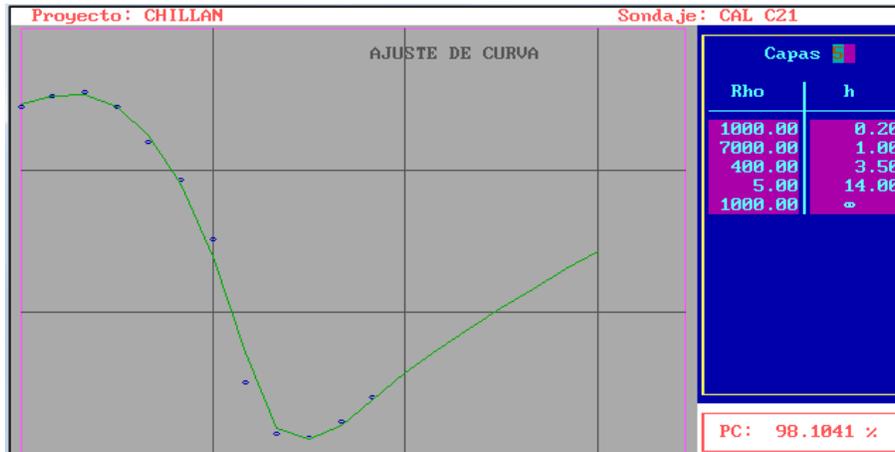
Bolones en el fondo de la calicata.



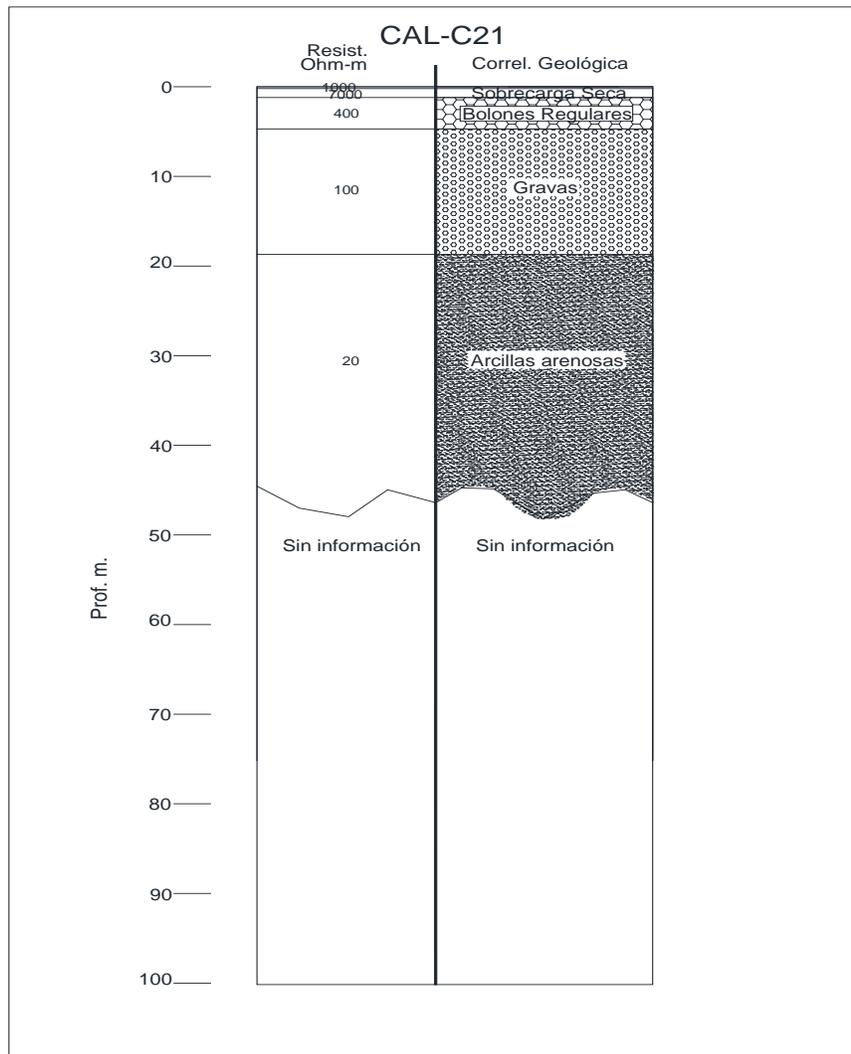
Muestra de 0.00 a 1.00 m.

Cierre de la calicata.

- SEV COMPLEMENTARIO A LA CALICATA C-21



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-22
Coordenadas UTM E265009, N 5923072	Profundidad: 1.40 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.40 m. Gravas arenolimosas y bolones. Color café claro. Bien graduadas. Compacidad alta, humedad baja. Partículas subredondeadas y subangulares, tamaño máximo de partícula >18". Se observan raicillas hasta 1.20 m. Granulometría estimada: grava 45%, arena 30%, limo 20%, bolones 5%. Finalización de la calicata por presencia de bolones de gran tamaño. Se realiza SEV complementario.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 0.00 a 1.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: GM
Clasificación AASHTO: A-1-b

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



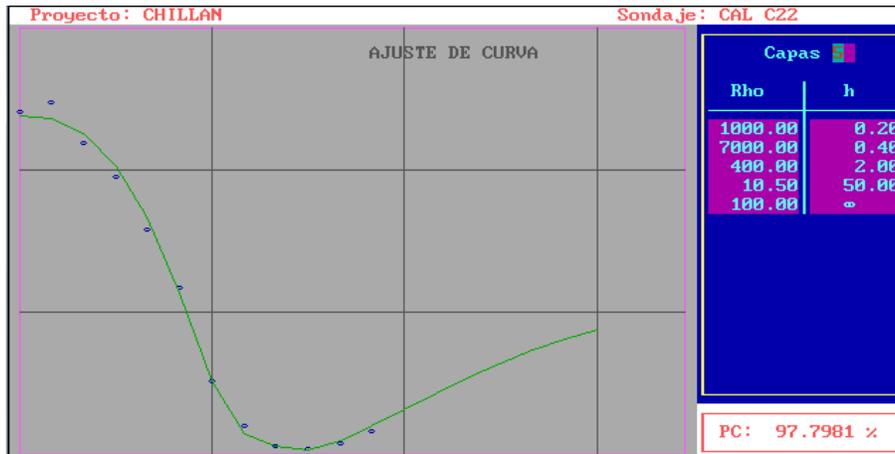
Bolones en el fondo de la calicata.



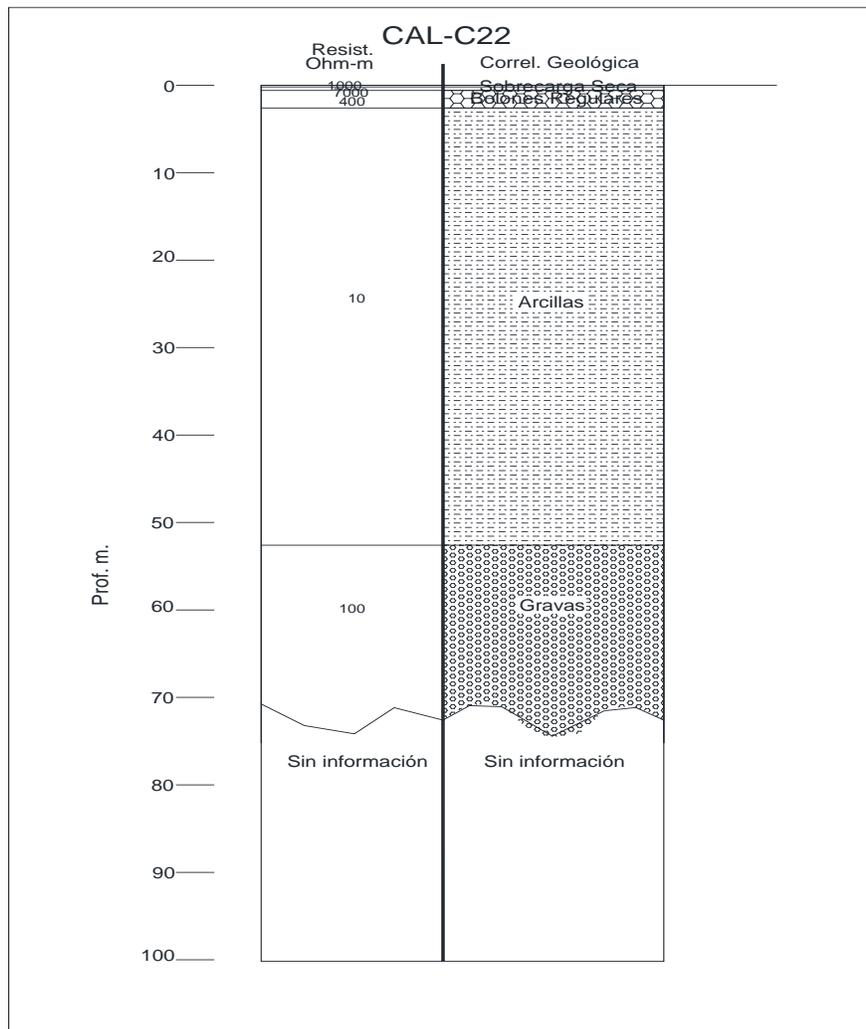
Muestra de 0.00 a 1.00 m.

Cierre de la calicata.

- SEV COMPLEMENTARIO A LA CALICATA C-22



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-23
Coordenadas UTM E265051, N 5923077	Profundidad:1.40 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.40 m. Arenas limosas con algo de gravas, posible presencia de arcilla. Color rojizo. Mal graduadas. Compacidad muy alta, humedad baja. Partículas gravosas subredondeadas. Se observan terrones, apelmazamiento de las partículas. Granulometría estimada: arena 50%, limo 20%, arcilla 10%, grava 5%. Finalización a 1.40 m de profundidad por compactación muy alta del terreno. Se realiza SEV complementario.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 0.00 a 1.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: SC-SM
Clasificación AASHTO:A-4

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**

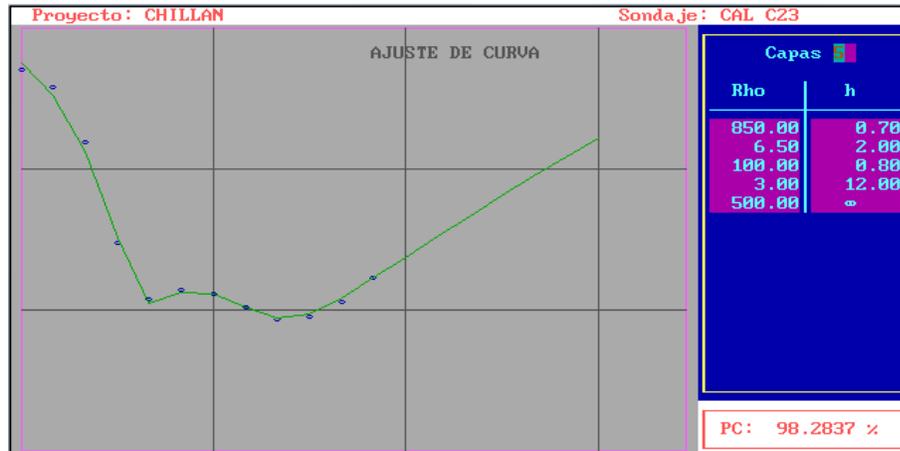


Muestra de 0.00 a 1.00 m.

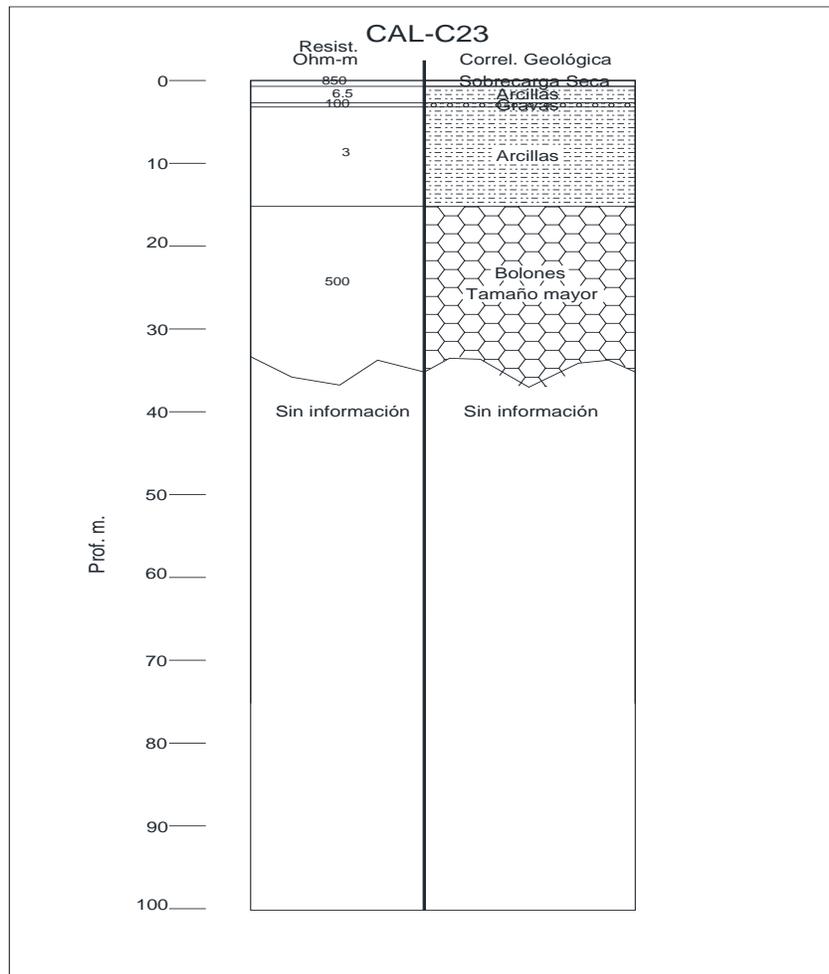


Cierre de la calicata.

- SEV COMPLEMENTARIO A LA CALICATA C-23



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-24
Coordenadas UTM E265043, N5923050	Profundidad: 1.00 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.00 m Arenas limosas con gravas y bolones. Color café oscuro. Bien graduadas. Compacidad alta, humedad baja. Partículas gravosas angulares y subangulares, tamaño máximo de partícula > 18". Se observan raicillas hasta los 0.50 m. Granulometría estimada: arena 60%, limo 20%, grava 15%, bolones 5%. Finalización de la calicata por presencia de bolones de gran tamaño. Se realiza SEV complementario.

- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 0.00 a 1.00 metros**

Clasificación U.S.C.S: SM
Clasificación AASHTO: A-1-b

- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



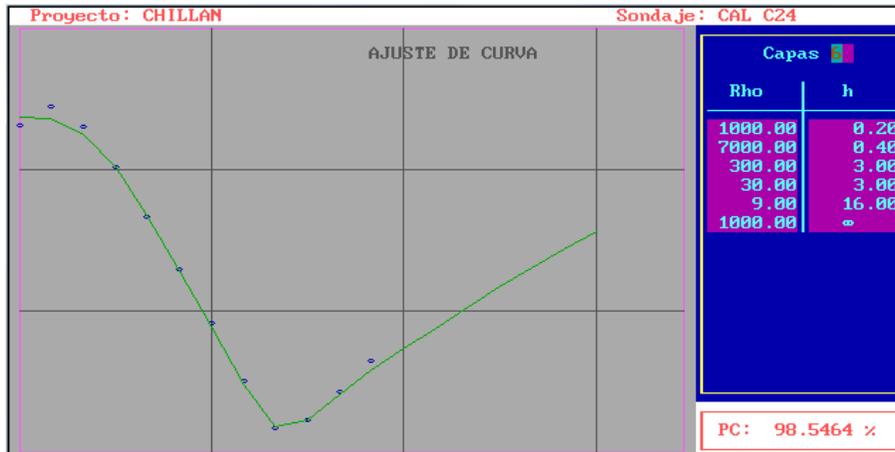
Bloques al fondo de la calicata.



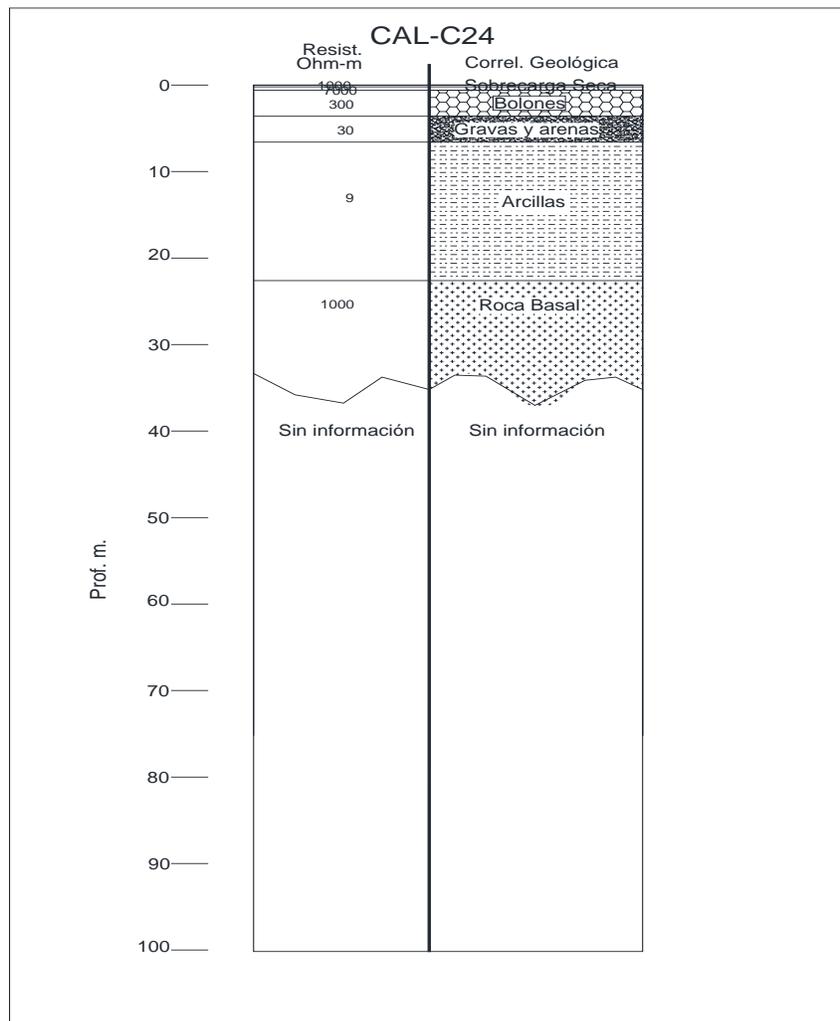
Muestra de 0.00 a 1.00 m.

Cierre de la calicata.

- SEV COMPLEMENTARIO A LA CALICATA C-24



- INTERPRETACION GEOLOGICA



PROYECTO EMBALSE RIO CHILLAN	Zona de inundación, Calicata C-25
Coordenadas UTM E265051, N 5923077	Profundidad:2.40 metros

- **Estratigrafía- Material identificado:**

De 0.00 a 1.40 m. Arenas gravosas y limosas. Color café oscuro. Bien graduadas. Compacidad media, humedad alta. Partículas subangulares, tamaño máximo de partícula >11". Granulometría estimada:arena 45%, grava 25%, limo 20%. De 1.40 a 2.40 m Arenas limoarcillosas. Color café rojizo. Mal graduadas. Compacidad alta, humedad media, plasticidad media.Granulometría estimada: arena 60%, limo 20%, arcilla 20%. Filtración de agua a partir de 1.90 m. Finalización de la calicata a 2.40 m por agua en el fondo. Se realiza SEV complementario.

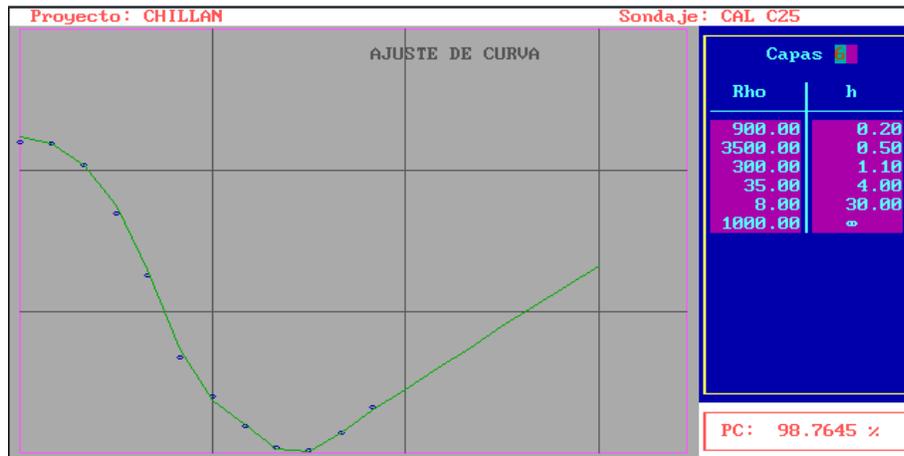
- **Análisis granulométrico y clasificación: Muestra de 1.00 a 2.00 metros**

Clasificación U.S.C.S:SM
Clasificación AASHTO: A-1-b

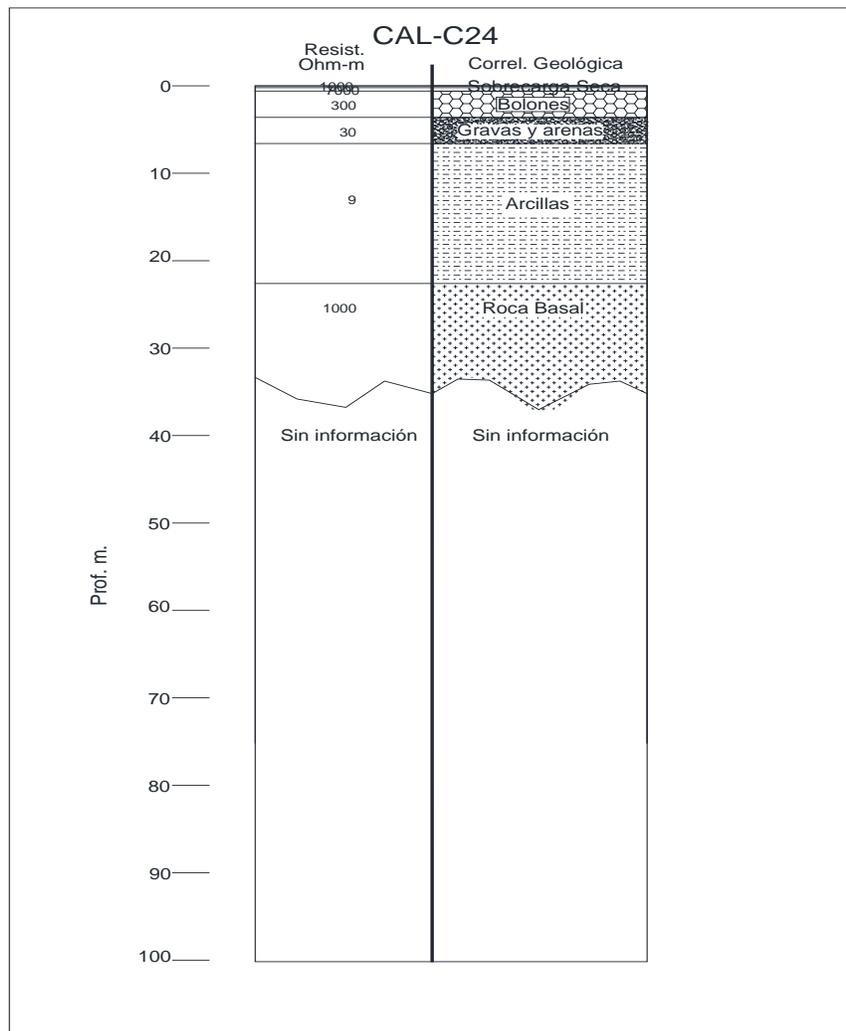
- **REGISTRO FOTOGRAFICO:**



- SEV COMPLEMENTARIO A LA CALICATA C-25



- INTERPRETACION GEOLOGICA



	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos N° 501	

Proyecto : Canal Villalon, Ovalle
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : 08/08/2014

IDENTIFICACION

Muestra N°	GIG1	GIG2				
Lugar de Muestreo	Rio Chillan	Rio Chillan				
	Lecho	Lecho				
Profundidad Desde	0,00	0,00				
Hasta	0,00	0,00				
Cota Muestreo						

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

Tamiz Bolones > 8"						
6"	100,00					
5"	94,00	100,00				
4"	86,00	91,00				
3"	79,00	77,00				
2 1/2"	71,00	72,00				
2"	66,00	62,00				
1 1/2"	58,00	56,00				
1"	46,00	44,00				
3/4"	39,00	39,00				
3/8"	34,00	31,00				
ARENA						
N° 4	27,00	25,00				
N°10	21,00	18,00				
N°40	15,00	11,00				
N°200	5,00	6,00				
GRAVAS						
Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	8,1	8,3				
Peso Espec. (Nch 1532)	2,719	2,708				
D.M.C.S (kg/m³)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMC5 a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m³)						
Densidad Mínima (kg/m³)						
Densidad Natural (kg/m³)						

CONSTANTES HIDRICAS

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

CLASIFICACION

Clasificación U.S.C.S.	GP - GM	GP - GM				
Clasificación AASHTO	A - 1 - a	A - 1 - a				
Indice de Grupo						

OBSERVACIONES


LABORATORIO ANDINO S.A
 RUC: 76.765.230-5