




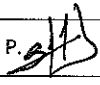

FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

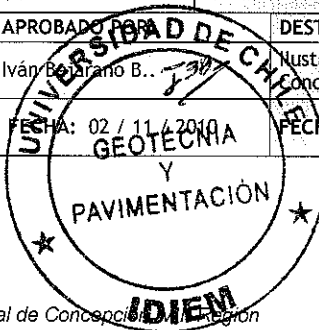
SIP - INFORME

INFORME N° 644.420 - A

**ANEXO A : ESTRATIGRAFÍA DE CALICATAS**  
**MECÁNICA DE SUELOS**

REVISIÓN 0

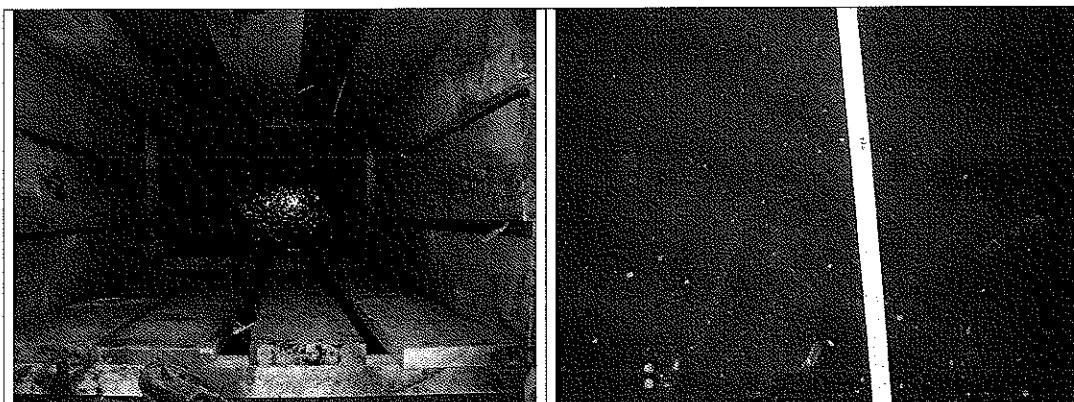
SECCIÓN INGENIERÍA Y PROSPECCIONES GEOTECNICAS		REF.: SIP.PRE.344/09	EJEMPLAR N°: 0	N° DE PÁGINAS: 22
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	DESTINATARIO:	
Roberto Olguín P. 	Marcelo Paredes P. 	Iván Bojarano B. 	Nuestra Municipalidad de Concepción	
FECHA : 02 / 11 / 2010	FECHA: 02 / 11 / 2010	FECHA: 02 / 11 / 2010	FECHA: 02 / 11 / 10	



Proyecto : Estadio Municipal Concepción, VIII Región  
 Informe N° : 644.420 - A  
 Fecha Estratigrafía : 11 / 09 / 2010  
 Calicata : C-1  
 Pared : Norte  
 Sector : Av. Collao – Concepción / Región del Bio Bio.

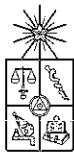
Horizonte N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción
1	0.00 – 0.12	0.12	Relleno artificial compuesto por maicillo.
2	0.12 – 3.70	3.58	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media a baja, compacidad media a baja, estructura homogénea, mal graduada. Se observan algunos restos de ladrillo en forma aislada.

Observaciones:  
 Se detecta napa a los 3.70m.



**Figura 1.** Fotografías de C-1. Pared Norte. Napa al fondo del pozo y arenas de color negruzco.

Foto de arenas entre cotas 2.00m a 2.40m desde nivel de boca de pozo.

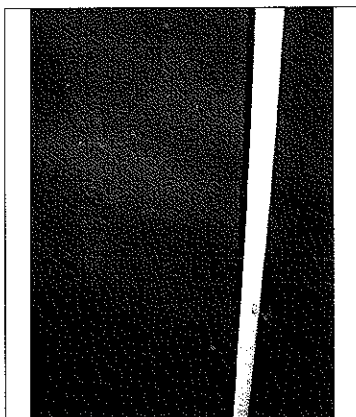


FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

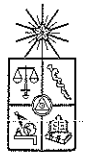
Proyecto : Estadio Municipal Concepción, VIII Región  
Informe N° : 644.420 - A  
Fecha Estratigrafía: 11 / 09 / 2010  
Calicata : C-1  
Pared : Sur  
Sector : Av. Collao – Concepción / Región del Bio Bio.

Horizonte N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción
1	0.00 – 0.12	0.12	Relleno artificial compuesto por maicillo.
2	0.12 – 2.70	2.58	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media a baja, compacidad media a baja, estructura homogénea, mal graduada. Se observan algunos restos de ladrillo en forma aislada.
3	2.70 – 3.20	0.50	Zapata de hormigón.
4	3.20 – +3.70	+0.50	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, compacidad media a baja, estructura homogénea, mal graduada.

Observaciones: Se detecta napa a los 3.70m.



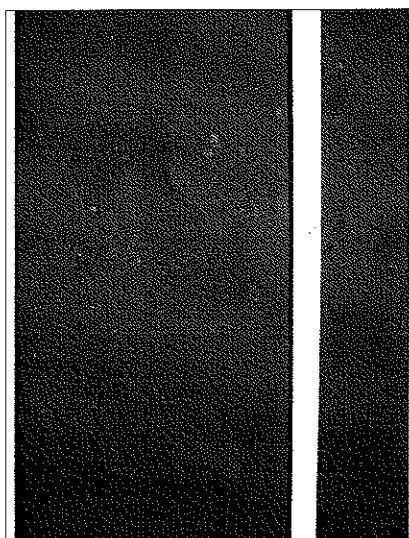
**Figura 2.** Fotografía de C-1. Pared Sur. Arenas de color negruzco.  
Foto entre cotas 1.60m a 2.00m desde nivel de boca de pozo.



Proyecto : Estadio Municipal Concepción, VIII Región  
Informe N° : 644.420 - A  
Fecha Estratigrafía : 11 / 09 / 2010  
Calicata : C-1  
Pared : Oeste  
Sector : Av. Collao – Concepción / Región del Bío Bío.

Horizonte N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción
1	0.00 – 0.12	0.12	Relleno artificial compuesto por maicillo.
2	0.12 – 2.70	2.58	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media a baja, compacidad media a baja, estructura homogénea, mal graduada. Se observan algunos restos de ladrillo en forma aislada.
3	2.70 – 3.20	0.50	Zapata de hormigón.
4	3.20 – +3.70	+0.50	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, compacidad media, estructura homogénea, mal graduada.

Observaciones: Se detecta napa a los 3.70m.



**Figura 3.** Fotografía de C-1. Pared Oeste. Arenas de color negruzco.  
Foto entre cotas 1.60m a 2.00m desde nivel de boca de pozo.

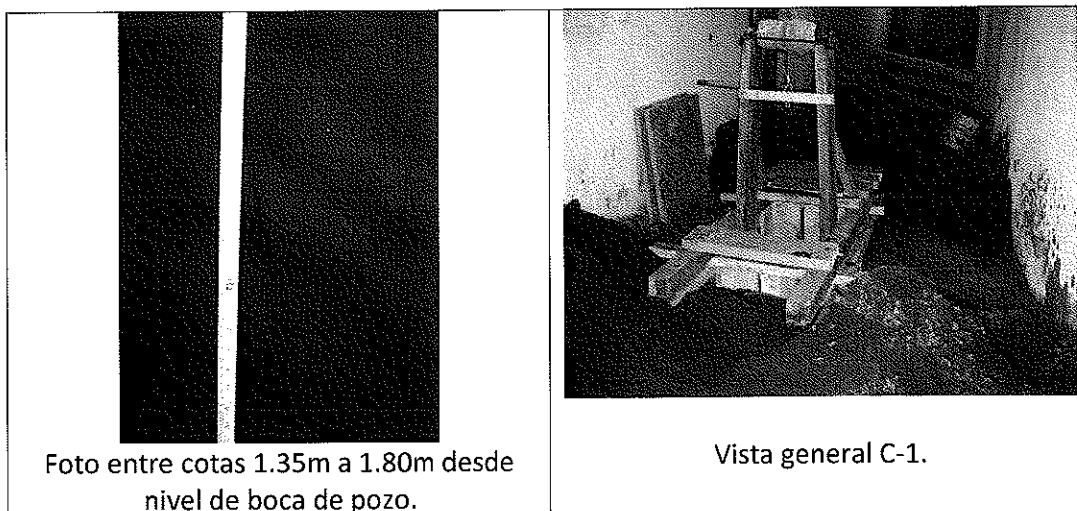


Proyecto : Estadio Municipal Concepción, VIII Región  
Informe N° : 644.420 - A  
Fecha Estratigrafía : 11 / 09 / 2010  
Calicata : C-1  
Pared : Este  
Sector : Av. Collao – Concepción / Región del Bio Bio.

Horizonte N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción
1	0.00 – 0.12	0.12	Relleno artificial compuesto por maicillo.
2	0.12 – 3.70	3.58	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media a baja, compacidad media a baja, estructura homogénea, mal graduada. Se observan algunos restos de ladrillo en forma aislada.

**Observaciones:**

Se detecta napa a los 3.70m.



**Figura 4.** Fotografías de C-1. Arenas de color negruzco de pared este (izq.) y vista general (derecha).

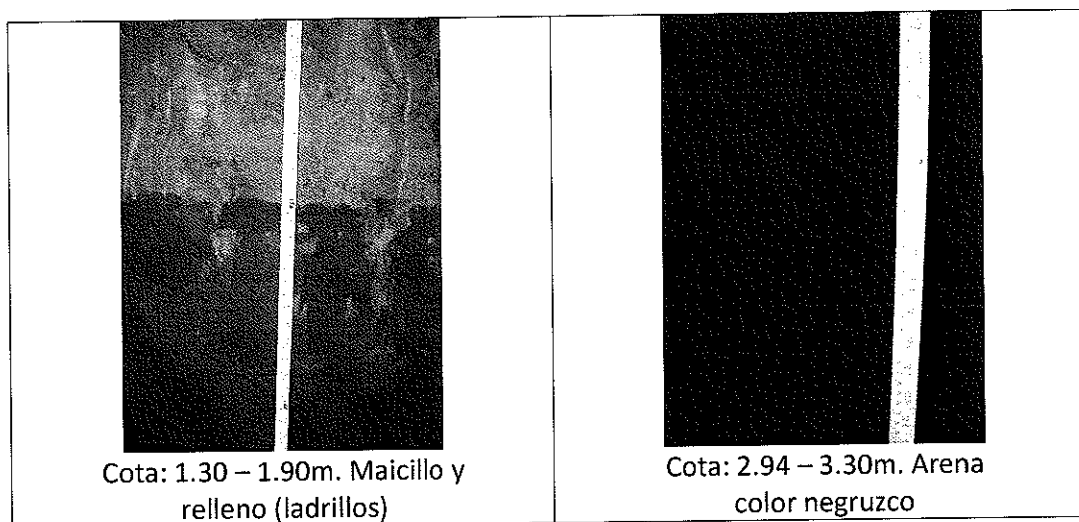


Proyecto : **Estadio Municipal Concepción, VIII Región**  
Informe N° : **644.420 - A**  
Fecha Estratigrafía : **10 / 09 / 2010**  
Calicata : **C-2**  
Pared : **Norte**  
Sector : **Av. Collao – Concepción / Región del Bio Bio.**

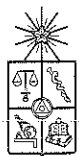
Horizonte N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción
1	0.00 – 0.12	0.12	Carpeta vegetal.
2	0.12 – 1.53	1.41	Relleno compuesto de ladrillos y concreto, maicillo, fierro, plástico, etc.
3	1.53 – 4.20	2.67	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media a baja, compacidad baja a media (aumentando en profundidad), estructura homogénea, mal graduada.

**Observaciones:**

Se detecta napa a los 4.20m.



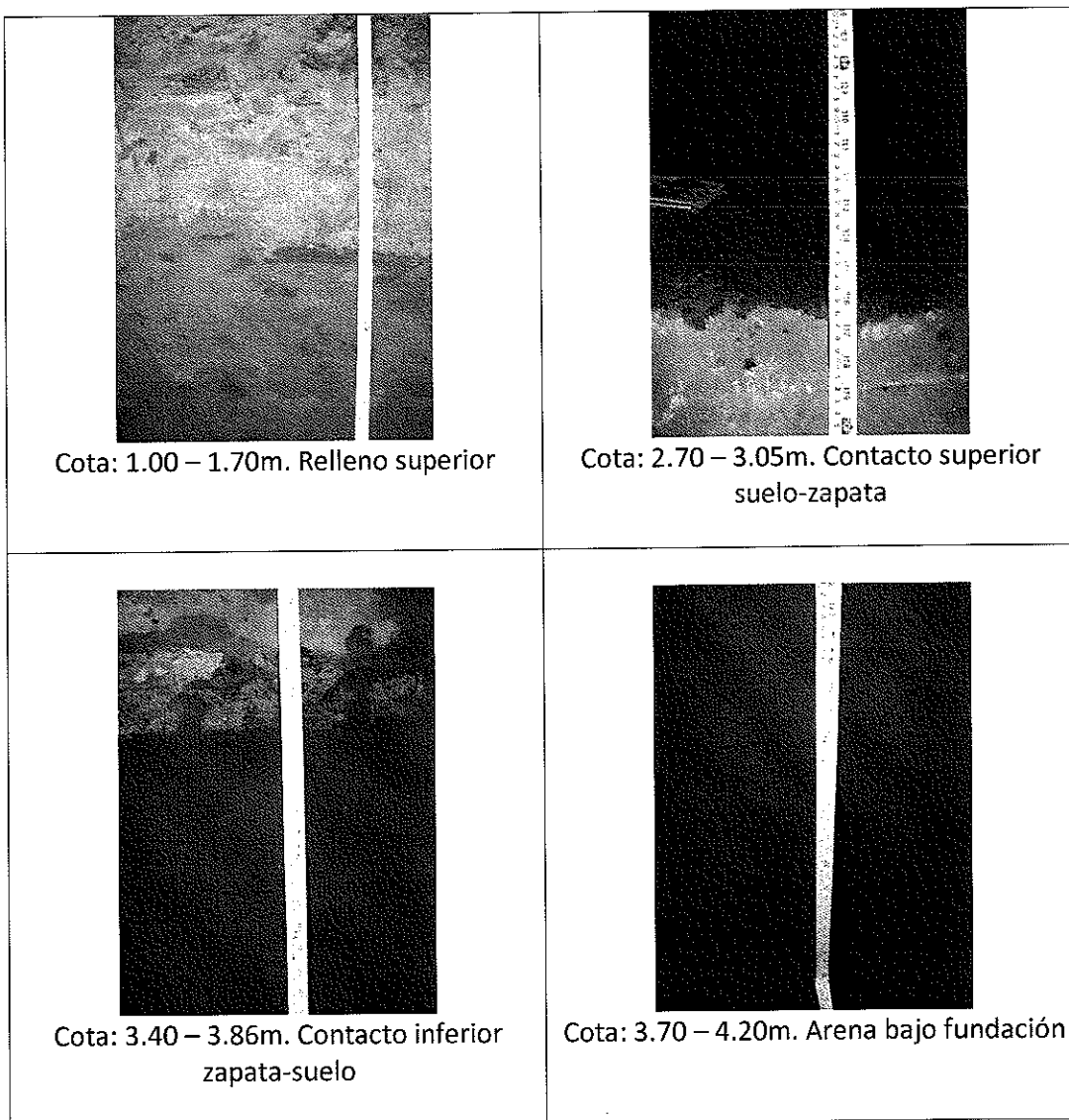
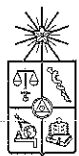
**Figura 5. Fotografías de C-2. Pared Norte.**



Proyecto : **Estadio Municipal Concepción, VIII Región**  
Informe N° : **644.420 - A**  
Fecha Estratigrafía : **10 / 09 / 2010**  
Calicata : **C-2**  
Pared : **Sur**  
Sector : **Av. Collao – Concepción / Región del Bio Bio.**

Horizonte N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción
1	0.00 – 0.17	0.17	Carpeta vegetal.
2	0.17 – 1.41	1.24	Relleno compuesto por escombros, ladrillos, maicillo, fierro, etc.
3	1.41 – 2.75	1.34	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media a baja, compacidad media a baja, estructura homogénea, mal graduada.
4	2.75 – 3.25	0.50	Zapata de hormigón.
5	3.25 – +4.20	+0.95	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, compacidad media, estructura homogénea, humedad media a baja, mal graduada.

Observaciones:  
Se detecta napa a los 4.20m.



**Figura 6.** Fotografías de C-2. Pared Sur.





FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

Proyecto : **Estadio Municipal Concepción, VIII Región**  
Informe N° : **644.420 - A**  
Fecha Estratigrafía: 10 / 09 / 2010  
**Calicata** : **C-2**  
**Pared** : **Oeste**  
Sector : **Av. Collao – Concepción / Región del Bio Bio.**

Horizonte N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción
1	0.00 – 0.15	0.15	Carpeta vegetal.
2	0.15 – 1.54	1.39	Relleno compuesto por escombros, ladrillos, maicillo, fierro, etc.
3	1.54 – 2.90	1.36	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media a baja, compacidad baja, estructura homogénea, mal graduada.
4	2.90 – 3.25	0.35	Zapata de hormigón.
5	3.25 – +4.20	+0.95	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, compacidad media, estructura homogénea, humedad media a baja, mal graduada.

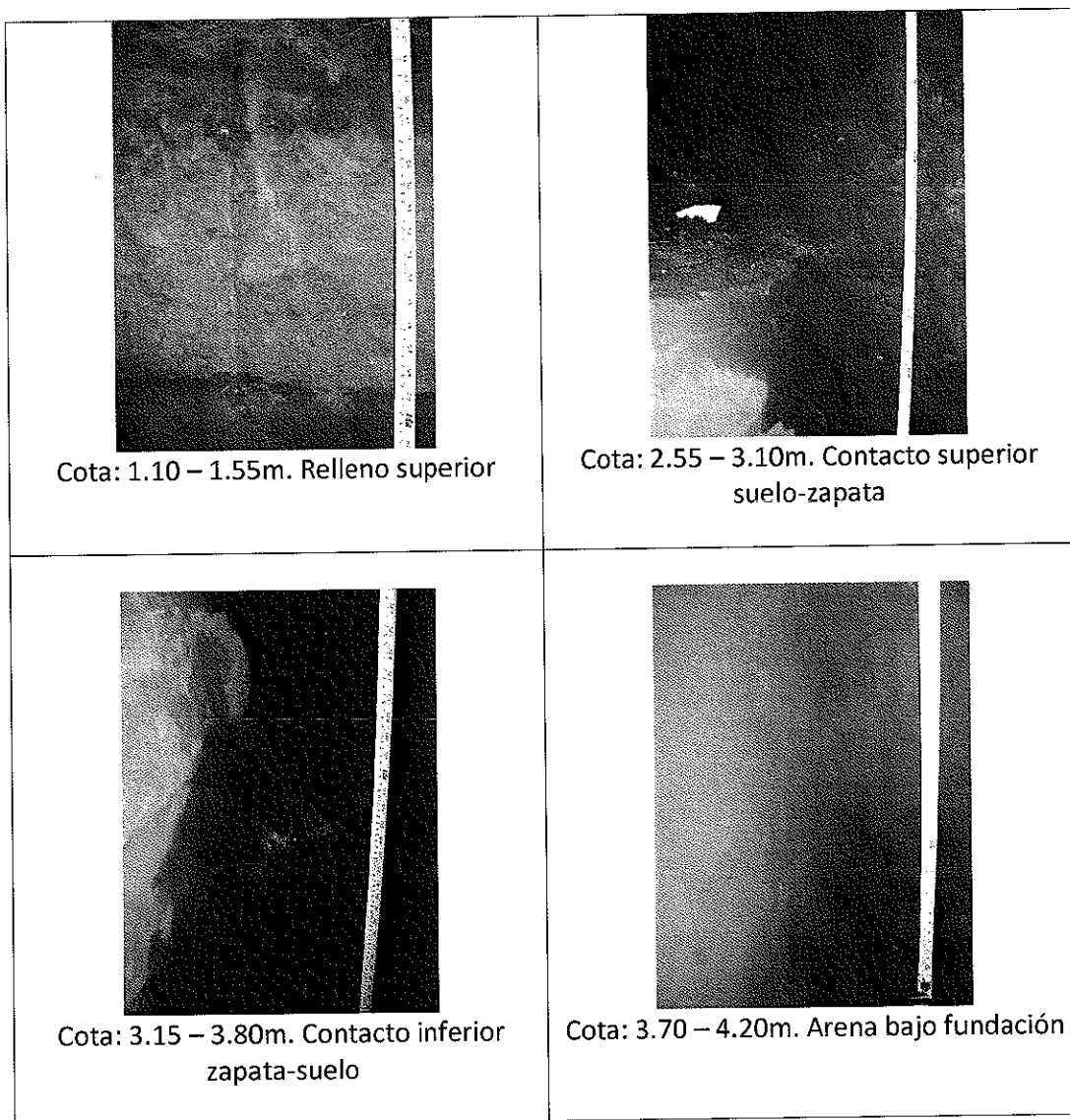
Observaciones:  
Se detecta napa a los 4.20m.



**fcfm**

FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

**ldiem**  
UN SIGLO DE CONFIANZA Y RESPALDO



**Figura 7.** Fotografías de C-2. Pared Oeste.

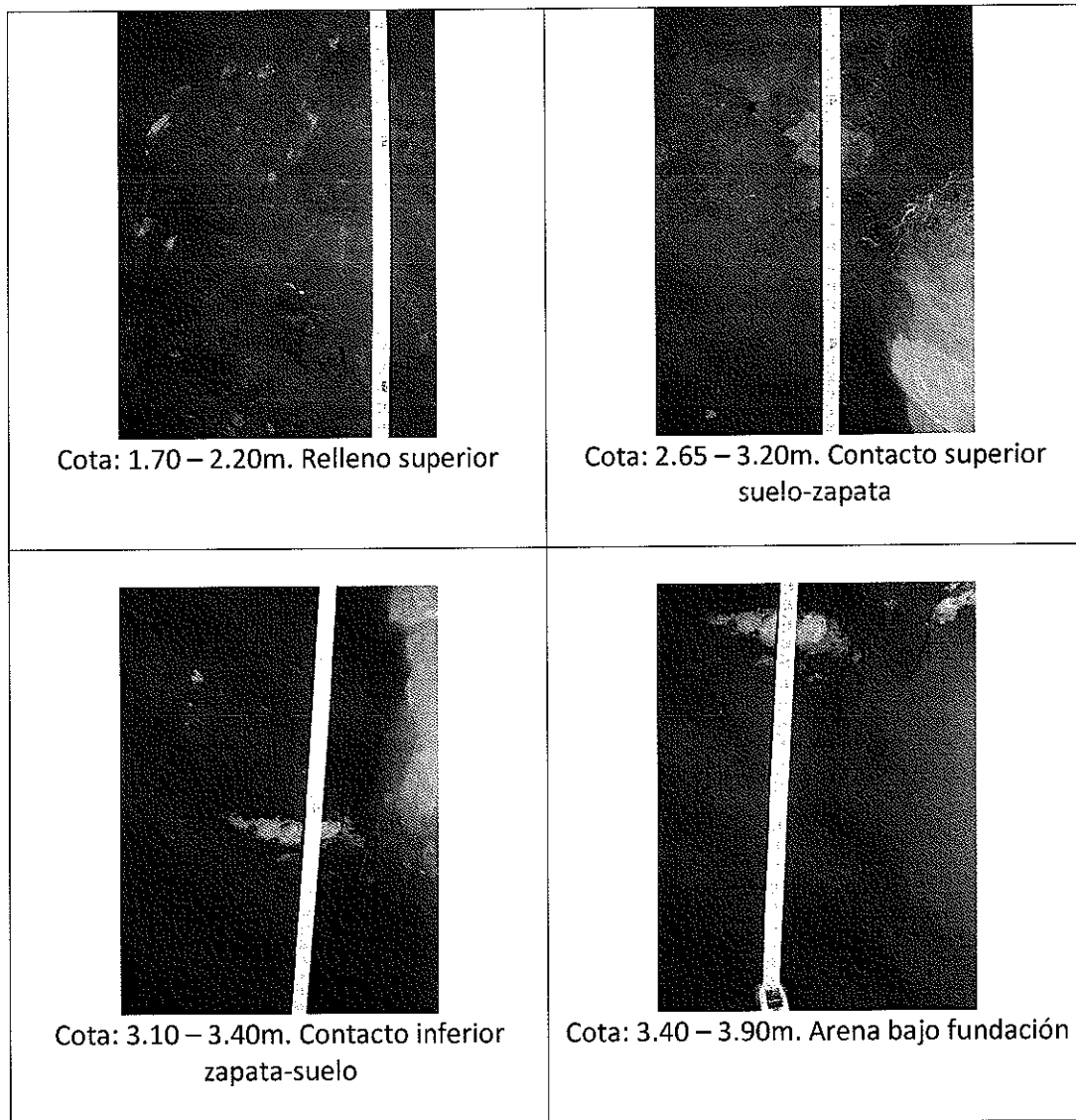
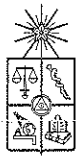
Proyecto : Estadio Municipal Concepción, VIII Región  
Informe N° : 644.420 - A  
Fecha Estratigrafía: 10 / 09 / 2010  
Calicata : C-2  
Pared : Este  
Sector : Av. Collao – Concepción / Región del Bío Bio.

Horizonte N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción
1	0.00 – 0.12	0.12	Carpeta vegetal.
2	0.12 – 1.54	1.42	Relleno compuesto por escombros, ladrillos, maicillo, fierro, etc.
3	1.54 – 2.90	1.36	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media a baja, compacidad media a baja, estructura homogénea, mal graduada.
4	2.90 – 3.25	0.35	Zapata de hormigón.
5	3.25 – +4.20	+0.95	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, compacidad media, estructura homogénea, humedad media a baja, mal graduada.

Observaciones: Se detecta napa a los 4.20m.



Vista General Calicata 2



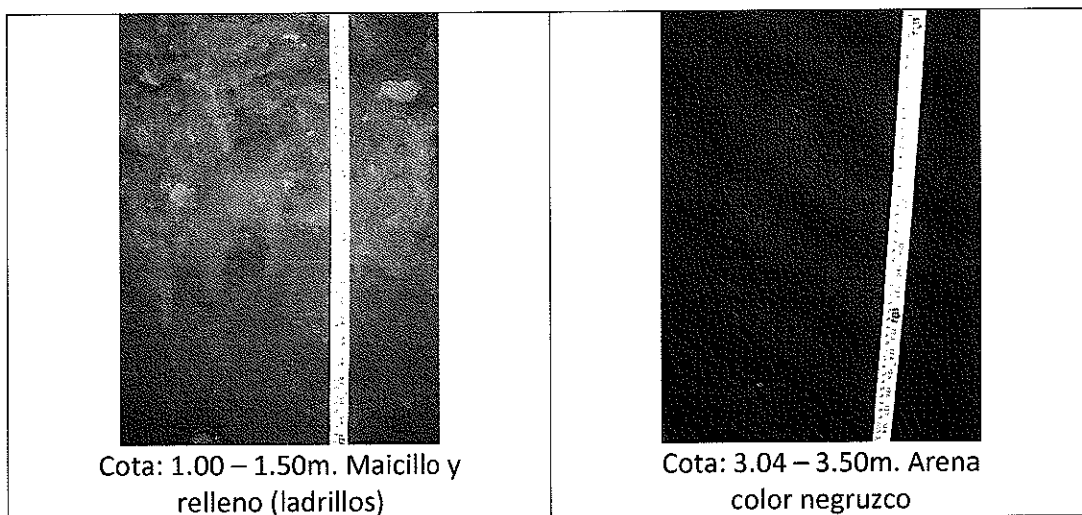
**Figura 8.** Fotografías de C-2. Pared Este.

Proyecto : Estadio Municipal Concepción, VIII Región  
Informe N° : 644.420 - A  
Fecha Estratigrafía : 10 / 09 / 2010  
Calicata : C-3  
Pared : Norte  
Sector : Av. Collao – Concepción / Región del Bio Bio.

Horizonte N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción
1	0.00 – 0.10	0.10	Carpeta vegetal.
2	0.10 – 1.24	1.14	Relleno artificial.
3	1.24 – 4.30	3.06	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media a baja, compacidad baja a media (aumentando en profundidad), estructura homogénea, mal graduada.

Observaciones:

Se detecta napa a los 4.30m.



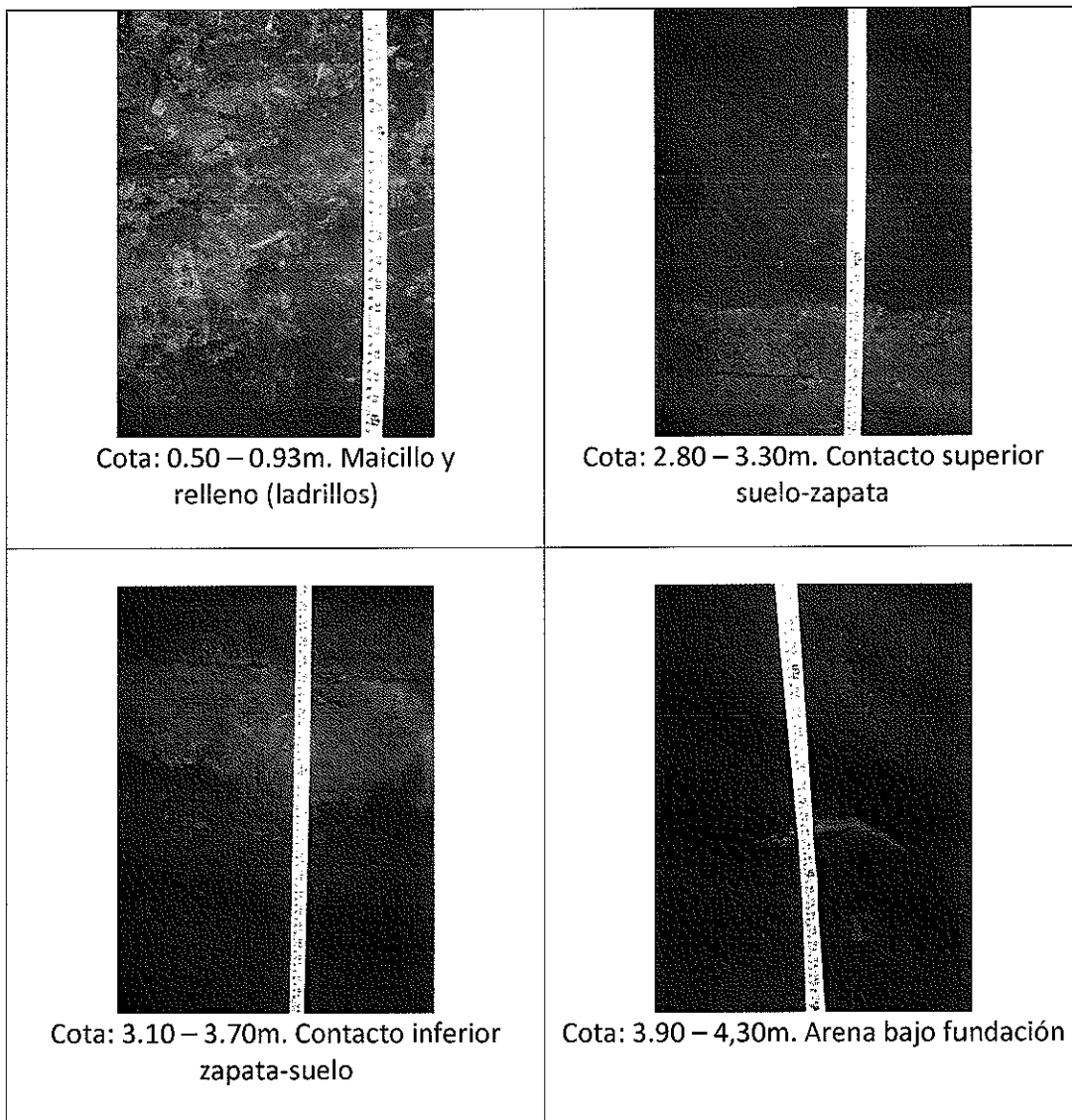
**Figura 9.** Fotografías de C-3. Pared Norte.



Proyecto : **Estadio Municipal Concepción, VIII Región**  
Informe N° : **644.420 - A**  
Fecha Estratigrafía : **10 / 09 / 2010**  
Calicata : **C-3**  
Pared : **Sur**  
Sector : **Av. Collao – Concepción / Región del Bio Bio.**

Horizonte N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción
1	0.00 – 0.13	0.13	Carpeta vegetal.
2	0.13 – 1.20	1.07	Material de relleno.
3	1.20 – 3.20	2.00	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media a baja, compacidad media a baja, estructura homogénea, mal graduada.
4	3.20 – 3.60	0.40	Zapata de hormigón.
5	3.60 – +4.30	+0.70	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, compacidad media, estructura homogénea, humedad media, mal graduada.

Observaciones:  
Se detecta napa a los 4.30m.



**Figura 10.** Fotografías de C-3. Pared Sur.



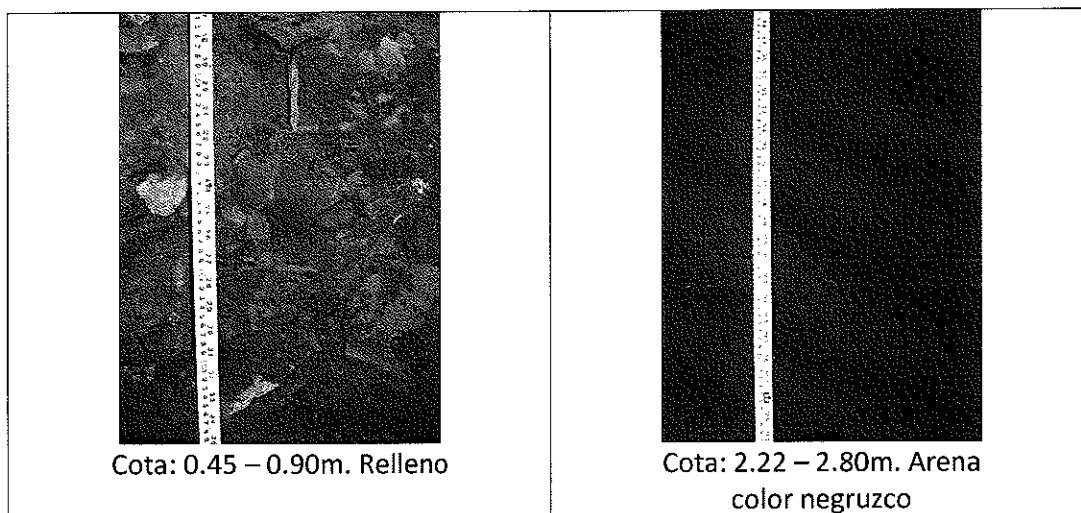
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

Proyecto : Estadio Municipal Concepción, VIII Región  
Informe N° : 644.420 - A  
Fecha Estratigrafía: 10 / 09 / 2010  
Calicata : C-3  
Pared : Oeste  
Sector : Av. Collao – Concepción / Región del Bio Bio.

Horizonte N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción
1	0.00 – 0.10	0.10	Carpeta vegetal.
2	0.10 – 1.24	1.14	Relleno artificial.
3	1.24 – 4.30	3.06	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media a baja, compacidad baja a media (aumentando en profundidad), estructura homogénea, mal graduada.

**Observaciones:**

Se detecta napa a los 4.30m.



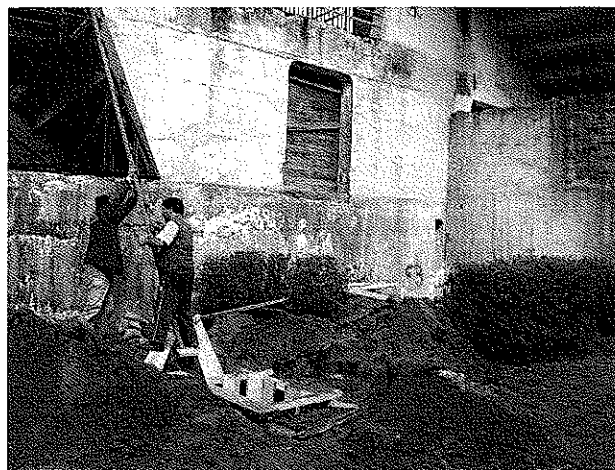
**Figura 11.** Fotografías de C-3. Pared Oeste.



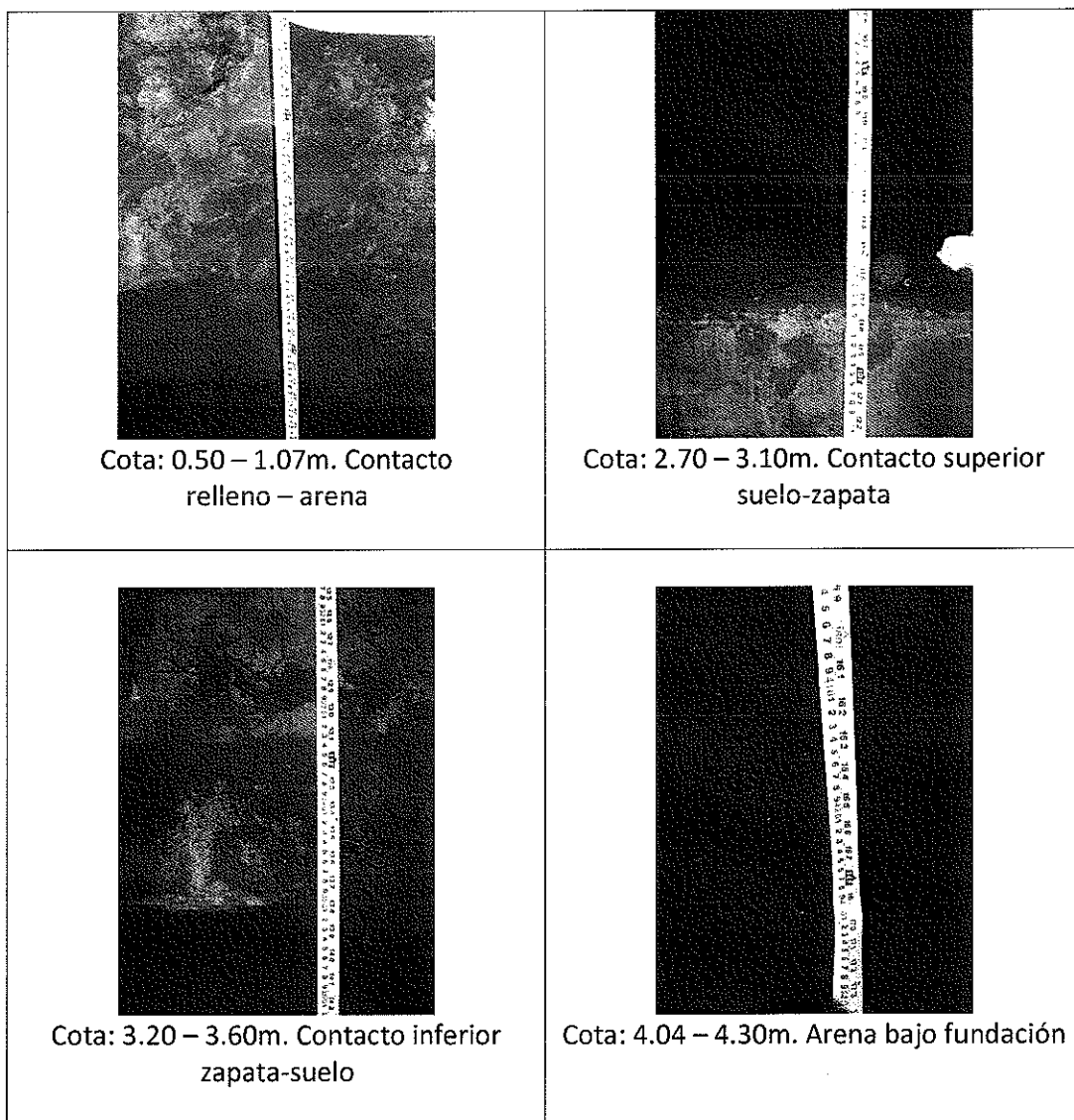
Proyecto : **Estadio Municipal Concepción, VIII Región**  
Informe N° : **644.420 - A**  
Fecha Estratigrafía: **10 / 09 / 2010**  
**Calicata** : **C-3**  
**Pared** : **Este**  
Sector : **Av. Collao – Concepción / Región del Bio Bio.**

Horizonte Nº	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción
1	0.00 – 0.12	0.12	Carpeta vegetal.
2	0.12 – 0.80	0.68	Material de relleno.
3	0.80 – 2.90	2.10	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media a baja, compacidad media a baja, estructura homogénea, mal graduada.
4	2.90 – 3.50	0.60	Zapata de hormigón.
5	3.50 – +4.30	+0.80	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, compacidad media, estructura homogénea, humedad media, mal graduada.

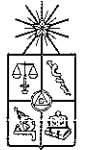
Observaciones: Se detecta napa a los 4.30m.



Vista General Calicata 3



**Figura 12.** Fotografías de C-3. Pared Este.

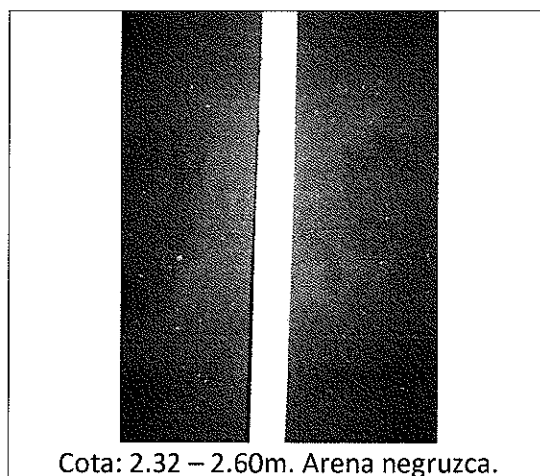


Proyecto : **Estadio Municipal Concepción, VIII Región**  
Informe N° : **644.420 - A**  
Fecha Estratigrafía: **11 / 09 / 2010**  
**Calicata** : **C-4**  
**Pared** : **Norte**  
Sector : **Av. Collao – Concepción / Región del Bio Bio.**

Horizonte N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción
1	0.00 – 0.10	0.10	Capa de maicillo.
2	0.10 – 3.60	3.50	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media a baja, compacidad baja a media, estructura homogénea, mal graduada. Tanto la humedad como la compacidad aumentan con la profundidad.

**Observaciones:**

Se detecta napa a los 3.60m.



**Figura 13.** Fotografía de C-4. Pared Norte.



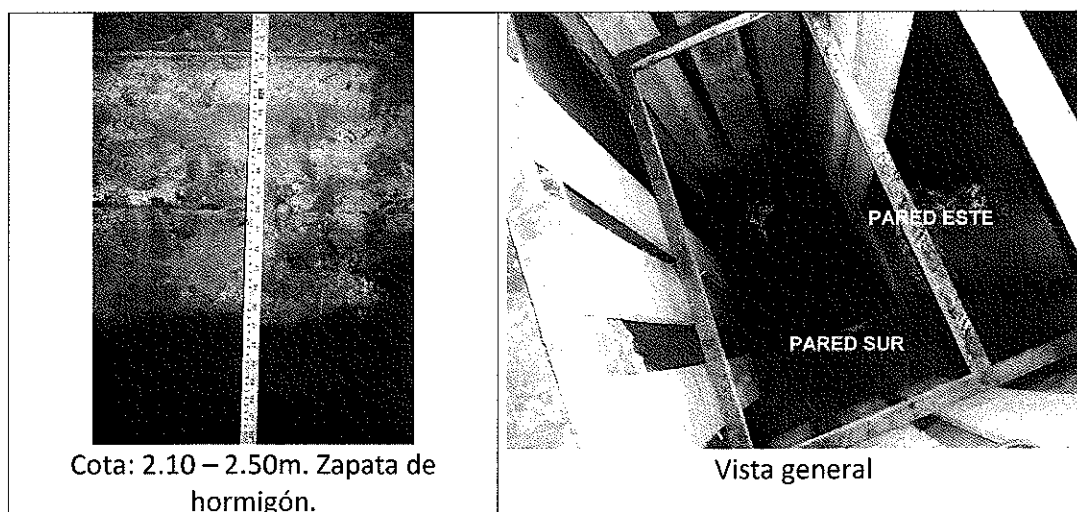
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



Proyecto : Estadio Municipal Concepción, VIII Región  
Informe N° : 644.420 - A  
Fecha Estratigrafía : 11 / 09 / 2010  
Calicata : C-4  
Pared : Sur  
Sector : Av. Collao – Concepción / Región del Bio Bio.

Horizonte N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción
1	0.00 – 0.10	0.10	Relleno artificial compuesto por maicillo.
2	0.10 – 2.10	2.00	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media a baja, compacidad media a baja, estructura homogénea, mal graduada. Se observan algunos restos de ladrillo en forma aislada.
3	2.10 – 2.60	0.50	Zapata de hormigón.
4	2.60 – +3.60	+1.00	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media, compacidad media, estructura homogénea, mal graduada.

Observaciones: Se detecta napa a los 3.60m.



**Figura 14.** Fotografías de C-4. Pared Sur y Vista General.



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

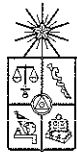


Proyecto : Estadio Municipal Concepción, VIII Región  
Informe N° : 644.420 - A  
Fecha Estratigrafía : 11 / 09 / 2010  
Calicata : C-4  
Pared : Oeste  
Sector : Av. Collao – Concepción / Región del Bío Bío.

Horizonte N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción
1	0.00 – 0.10	0.10	Capa de maicillo.
2	0.10 – 3.60	3.50	Arena limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media a baja, compacidad baja a media, estructura homogénea, mal graduada. Tanto la humedad como la compacidad aumentan con la profundidad.

Observaciones:

Se detecta napa a los 3.60m.



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

Proyecto : **Estadio Municipal Concepción, VIII Región**  
Informe N° : **644.420 - A**  
Fecha Estratigrafía: 11 / 09 / 2010  
**Calicata** : **C-4**  
**Pared** : Este  
Sector : **Av. Collao – Concepción / Región del Bio Bio.**

Horizonte N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción
1	0.00 – 0.10	0.10	Relleno artificial compuesto por maicillo.
2	0.10 – 2.10	2.00	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media a baja, compacidad media a baja, estructura homogénea, mal graduada. Se observan algunos restos de ladrillo en forma aislada.
3	2.10 – 2.50	0.40	Zapata de hormigón.
4	2.50 – +3.60	+1.10	Arena fina limosa, color negro, plasticidad nula, humedad media, compacidad media, estructura homogénea, mal graduada.

Observaciones:  
Se detecta napa a los 3.60m.



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



SIP - INFORME

INFORME N° 644.420 - A

## GEOTECNIA DEL SUELO DE FUNDACIÓN DEL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCIÓN

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

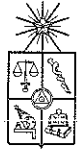
REVISIÓN 0

SECCIÓN INGENIERÍA Y PROSPECCIONES GEOTECNICAS		REF.: SIP.PRE.344/09	EJEMPLAR N°: 0	N° DE PÁGINAS: 35
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	DESTINATARIO:	
Roberto Olguín P.	Marcelo Paredes P.	Iván Bejarano B.	Ilustre Municipalidad de Concepción	
FECHA : 02 / 11 / 2010	FECHA: 02 / 11 / 2010	FECHA: 03 / 11 / 2010	FECHA: 04 / 11 / 2010	

Informe N° 644.420 – A

Estudio de Mecánica de Suelos – Geotecnia Suelo de Fundación Estadio Municipal Concepción

Página 1 de 35



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1.- ALCANCES.....</b>	<b>6</b>
<b>2.- ANTECEDENTES .....</b>	<b>7</b>
<b>3.- INTRODUCCION.....</b>	<b>8</b>
<b>4.- METODOLOGÍA DE TRABAJO. TERRENO, LABORATORIO Y GABINETE .....</b>	<b>9</b>
<b>5.- EXPLORACION GEOTÉCNICA .....</b>	<b>11</b>
<b>6.- MODELAMIENTO ESTRATIGRÁFICO DEL SUBSUELO .....</b>	<b>13</b>
<b>7.- ANÁLISIS DE ENSAYOS DE TERRENO Y LABORATORIO .....</b>	<b>15</b>
7.1.- Ensayos de Propiedades-Índice y de Estado de Compacidad de Suelos. ....	15
7.2.- Ensayos de Resistencia, Deformación y Permeabilidad de Suelos. ....	19
7.2.1.- Ensayos Triaxiales CIU. ....	19
7.2.2.- Ensayos de Compresión no Confinada .....	21
7.2.3.- Ensayos de Penetración Estándar SPT .....	21
7.2.4.- Ensayos Presiómetros de Menard.....	23
7.2.5.- Ensayos de Infiltración Lefranc.....	24
7.2.5.- Ensayos CBR.....	24
7.3.- Resumen de Resultados. ....	25
<b>8.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA Y CAPACIDAD DE SOPORTE .....</b>	<b>29</b>
8.1.- Parámetros de Resistencia y Deformación de los Suelos Existentes. ....	29
8.2.- Descripción del Sistema de Fundación Observado.....	29
8.3.- Capacidad de Soporte del Subsuelo. ....	30
8.4.- Constantes de Balasto.....	32
8.4.- Clasificación del Subsuelo Según NCh 433 – 96. ....	33
<b>9.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>34</b>

**ANEXO A: ESTRATIGRAFÍA DE CALICATAS**

**ANEXO B: INFORME SONDAJES GEOTÉCNICOS**

**ANEXO C: CERTIFICADOS ENSAYOS DE LABORATORIO**





## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación Estadio Municipal de Concepción (Ref: Google Maps).....	8
<b>Figura 2.</b> Visita inicial ubicación exploraciones. Vista desde tribuna de calle Tegalda.....	9
<b>Figura 3.</b> Visita inicial ubicación exploraciones. Vista desde tribuna oficial, al lado de cabinas radiales. ....	9
<b>Figura 4.</b> Esquema ubicación sondajes y calicatas.....	12
<b>Figura 5.</b> Perfiles Estratigráficos Sondajes.....	14
<b>Figura 6.</b> Toma de muestra inalterada de arena. Calicata 3.....	19
<b>Figura 7.</b> Resultados ensayos Triaxiales CIU. Calicata 3.....	20
<b>Figura 8.</b> Resultados ensayos compresión no confinada.....	21
<b>Figura 9.</b> Resultados ensayos SPT .....	22
<b>Figura 10.</b> Resultados ensayos Presiómetros Menard.....	24
<b>Figura 11.</b> Resumen Resultados Sondaje S-1.....	25
<b>Figura 12.</b> Resumen Resultados Sondaje S-2.....	26
<b>Figura 13.</b> Resumen Resultados Sondaje S-3.....	26
<b>Figura 14.</b> Resumen Resultados Sondaje S-4.....	27
<b>Figura 15.</b> Resumen Resultados Sondaje S-5.....	27
<b>Figura 16.</b> Resumen Resultados Sondaje S-6.....	28
<b>Figura 17.</b> Zapata de fundación en calicata C-3.....	30
<b>Figura 18.</b> Zapata de fundación en calicata C-4.....	30
<b>Figura 19.</b> Capacidad de Soporte Estática y Sísmica .....	31
<b>Figura 20.</b> Constante de Balasto Estática vertical, $k_v$ .....	32

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de las Prospecciones.....	12
Tabla 2. Modelo Estratigráfico Estadio Collao - Concepción .....	13
Tabla 3. Propiedades índice de muestras de sondajes. ....	16
Tabla 4. Propiedades índice de muestras de calicatas. ....	17
Tabla 5. Estado de Compacidad de Muestras de Calicatas. ....	18
Tabla 6. Muestreo inalterado para ensayos Triaxiales.....	19
Tabla 7. Resultados Ensayos Infiltración Lefranc. Sondaje 2. ....	24
Tabla 8. Resultados Ensayos CBR. ....	24
Tabla 9. Caracterización Geotécnica Suelo de Fundación .....	29

## GLOSARIO DE TERMINOS

Gs	:	Gravedad Específica de los Sólidos
LL	:	Límite Líquido
LP	:	Límite Plástico
IP	:	Índice de Plasticidad.
NP	:	No plástico.
DMCS	:	Densidad Máxima Compactada Seca del Proctor Modificado
GC	:	Grado de Compactación
DR	:	Densidad Relativa
USCS	:	United Soil Classification System
$W_{sat}$	:	Humedad de saturación de un suelo.



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



## 1.- ALCANCES

La Ilustre Municipalidad de Concepción ha solicitado a IDIEM - Universidad de Chile la revisión del actual estado estructural del estadio municipal de Concepción. Como disciplina integrante del análisis de ingeniería civil, este informe, realizado por la Sección de Ingeniería y Prospecciones Geotécnicas, aborda lo referente a la mecánica de suelos y fundaciones del recinto deportivo.

Los principales objetivos y alcances de este informe son:

- A través de prospecciones de terreno (sondajes y calicatas), junto a la realización de ensayos in-situ y de laboratorio, reconocer el subsuelo de fundación del estadio, observando el perfil estratigráfico y los tipos de suelos que lo constituyen.
- Con los datos obtenidos del punto anterior, caracterizar geotécnicamente los horizontes de suelo, determinando sus propiedades de resistencia, deformación, capacidad de soporte, constantes de balasto y capacidad de infiltración del subsuelo. Se entregará asimismo la clasificación de suelos según NCh 433 of 96.
- Reconocer la ubicación de la napa freática, de existir.
- Mediante la ejecución de calicatas, observar el estado de las fundaciones y el tratamiento efectuado en los sellos de fundación.
- Recomendar medidas técnicas y constructivas generales.

Las prospecciones de terreno (sondajes y calicatas) se desarrollaron entre el 27 de Agosto y el 16 de Septiembre de 2010.

## 2.- ANTECEDENTES

Entre los principales antecedentes utilizados en la elaboración de este informe se encuentran los siguientes:

- Lambe, William y Whitman, Robert (1998), "Mecánica de Suelos".
- Bowles, J. (1988). "Foundation Analysis and Design", 4<sup>th</sup> Edition.
- IDIEM (1997). "Fundaciones y Estabilidad de Obras de Tierra" Curso de Reciclaje.
- Instituto Nacional de Normalización, INN (2008). NCh 1508 of 2008 "Geotecnia – Estudio de Mecánica de Suelos".
- Ilustre Municipalidad de Concepción, (1961 en adelante). Planos de proyecto y construcción del Estadio Municipal, tanto en su etapa inicial como en remodelaciones posteriores.
- Ilustre Municipalidad de Concepción, (2009). "Bases: Estudio de Ingeniería Estructural Estadio Municipal de Concepción". Secretaría de Planificación Comunal.
- IDIEM (2009). Propuesta Técnica y Económica SIP.PRE 344 – 09, del 28 de Diciembre de 2009.
- Prospecciones geotécnicas: 6 sondajes de 12m de profundidad cada uno, y 4 calicatas de entre 3.60 y 4.20m de profundidad, efectuadas entre el 27 de Agosto y el 16 de Septiembre de 2010.
- Ensayos de terreno: penetración estándar SPT, infiltraciones tipo Lefranc y presiómetros Menard.
- Ensayos de laboratorio: clasificación USCS, peso unitario, humedad natural, Proctor Modificado, CBR, compresión no confinada, triaxiales CIU.



### 3.- INTRODUCCION

Este estudio surge a causa de la necesidad de la Ilustre Municipalidad de Concepción de conocer y constatar el actual estado estructural del Estadio Municipal, uno de los principales recintos deportivos y recreacionales de la capital de la región del Bío Bío. El estadio se ubica en Avenida Ignacio Collao n° 525, Concepción, tal como se muestra en la figura siguiente.



Figura 1. Ubicación Estadio Municipal de Concepción (Ref: Google Maps).

Es conocido que la inauguración del estadio corresponde al año 1962, lo que se condice con que los planos revisados sean de 1961. Asimismo, y de acuerdo a los antecedentes recopilados, desde la fecha de inauguración hasta ahora al recinto se le han realizado obras de mantención y remodelación (hall de acceso, camarines, casetas radiales y televisivas), no obstante lo cual, y dada la antigüedad de su estructura, resulta relevante desarrollar un estudio de evaluación estructural, más aún considerando la reciente ocurrencia del terremoto del 27 de Febrero de 2010, de magnitud 8.8.

En las siguientes páginas se desglosa el estudio de mecánica de suelos del estadio, identificando los tipos de suelos existentes en profundidad y determinando sus propiedades de resistencia y deformación. Se presentan asimismo ensayos orientados a determinar las propiedades de permeabilidad de los suelos.

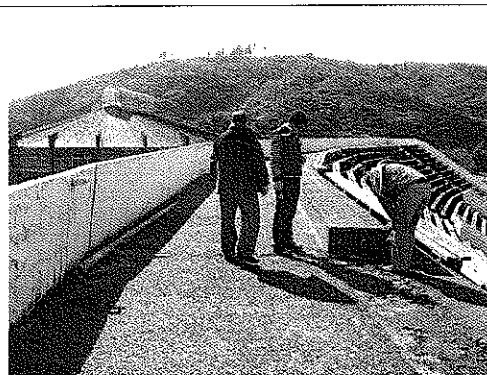
#### 4.- METODOLOGÍA DE TRABAJO. TERRENO, LABORATORIO Y GABINETE

Para llevar a cabo el estudio de mecánica de suelos, el trabajo fue dividido en cuatro partes principales:

- a) **Recopilación y Revisión de Antecedentes:** Se revisaron los antecedentes históricos existentes en la municipalidad de Concepción a fin de estudiar y comprender el sistema de fundaciones del estadio (tipo de fundaciones, y cotas de fundación y excavación), además de averiguar respecto a los parámetros de resistencia asignados al suelo durante la etapa de proyecto, en el año 1961.
- b) **Exploración Geotécnica (terreno):** Una vez realizada la recopilación y revisión de antecedentes, se efectuó una visita al recinto para definir in situ la ubicación de calicatas y sondajes. En total, se efectuaron 6 sondajes de 12m cada uno y 4 calicatas de entre 3,60m a 4,20m de profundidad (observando con estos pozos las fundaciones del estadio y los sellos de fundación), con ejecución de ensayos in-situ, estratigrafías y toma de muestras para ensayos de laboratorio. Las dos fotografías siguientes dan cuenta de la visita donde se definieron los puntos de exploración.



**Figura 2.** Visita inicial ubicación exploraciones. Vista desde tribuna de calle Teguvalda.



**Figura 3.** Visita inicial ubicación exploraciones. Vista desde tribuna oficial, al lado de cabinas radiales.

El detalle de la exploración geotécnica efectuada se presenta en el capítulo 5.

- c) **Ensayos de Laboratorio:** De los sondajes y calicatas se tomaron muestras alteradas e inalteradas de los suelos representativos existentes bajo el estadio municipal. A estas muestras se les realizaron ensayos en laboratorio de clasificación USCS (granulometría, límites de

Atterberg y gravedad específica de los sólidos), peso unitario y humedad natural, Proctor Modificado, CBR, compresión no confinada y ensayos triaxiales CIU. Los ensayos fueron realizados tanto en el laboratorio de IDIEM Santiago como en el del zonal de IDIEM en Concepción. El detalle de las muestras ensayadas y los resultados obtenidos se presenta en el capítulo 7.

- d) **Gabinete:** A partir de los resultados obtenidos de todas las etapas anteriores se desarrolló el informe en gabinete, determinando los perfiles estratigráficos del subsuelo, la caracterización geotécnica de los horizontes, determinación de la capacidad de soporte estática y sísmica, constantes de balasto, permeabilidad de los estratos, clasificación de suelo según NCh 433 – 96, y descripción de fundaciones observadas



## 5.- EXPLORACION GEOTÉCNICA

En este capítulo se detalla la exploración realizada en base a calicatas y sondajes, presentando las coordenadas UTM de cada punto de prospección.

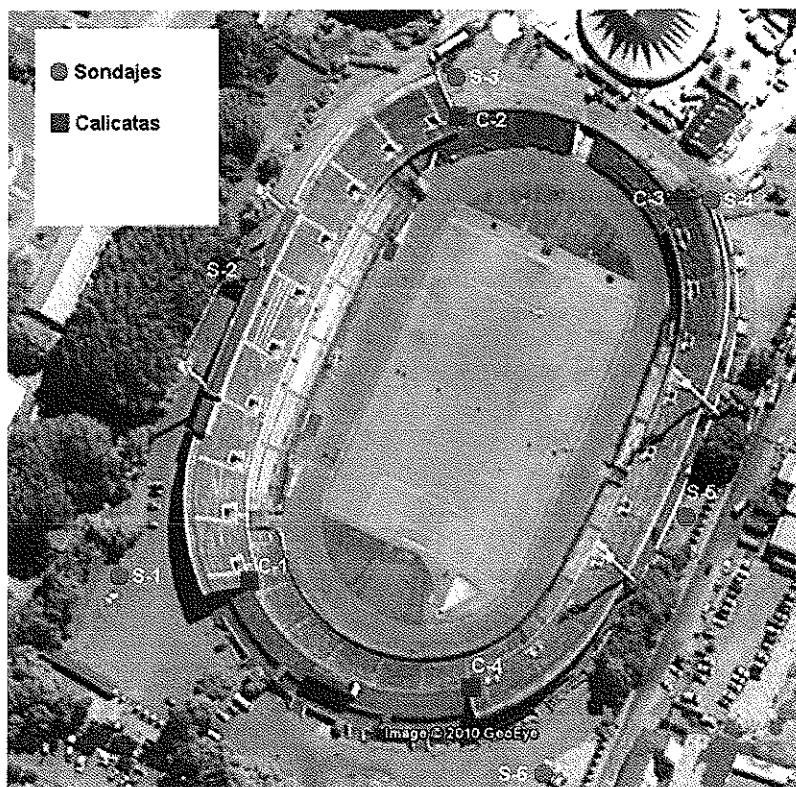
En total, se realizaron 6 sondajes a rotación diamantina diámetro HQ3, de 12m de profundidad cada uno, con ensayos de penetración estándar SPT (standard penetration test) en forma continua. Además, se tomaron muestras con tubo de pared delgada Shelby donde fue posible, junto con la ejecución de tres (3) ensayos presiométricos en el sondaje S-3 y dos (2) ensayos de infiltración tipo Lefranc en el sondaje S-2.

Asimismo, se realizaron 4 calicatas de entre 3,60m y 4,20m de profundidad, excavadas en sectores inmediatamente en contacto con las fundaciones del estadio a fin de observar sus dimensiones, el estado actual, y el suelo de fundación en contacto directo con las zapatas. Además, estos pozos cumplieron con la función de determinar el nivel de napa freática existente, complementando la información respectiva que entregaron los sondajes.

En la siguiente imagen se presenta la ubicación aproximada de todos los puntos de exploración. Asimismo, la Tabla 1 presenta las coordenadas UTM de los pozos y las elevaciones de las bocas de sondajes y calicatas.

Todos los sondajes se ubicaron por el perímetro del estadio.

Las calicatas C-1 y C-4 se ubicaron al interior del pasillo radial, a nivel ingreso a camarines, mientras que las C-2 y C-3 se ubicaron en el entorno del estadio, en posición similar a sondajes.



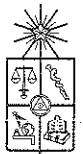
**Figura 4.** Esquema ubicación sondajes y calicatas.

**Tabla 1.** Coordenadas de las Prospecciones.

Prospección		Ubicación (datum WGS 84)		
		E	N	Elevación
Sondajes	S-1	676.160	5.923.735	100,080
	S-2	676.198	5.923.840	100,428
	S-3	676.281	5.923.902	99,623
	S-4	676.376	5.923.853	100,198
	S-5	676.346	5.923.726	100,295
	S-6	676.301	5.923.662	100,108
Calicatas	C-1	676.218	5.923.722	---
	C-2	676.291	5.923.879	100,398
	C-3	676.365	5.923.846	100,651
	C-4	676.292	5.923.681	---

Nota: Coordenadas con una precisión de entre 3m a 8m (navegador GPS)

Cota de elevación: sistema de coordenadas local, arbitrario.



## 6.- MODELAMIENTO ESTRATIGRÁFICO DEL SUBSUELO

A partir de los sondeos y las calicatas se obtiene el perfil estratigráfico que se detalla en las siguientes páginas. En términos generales, los 6 sondeos presentan una estratigrafía concordante con el tipo de suelo esperado para la ciudad de Concepción, observándose mayormente una arena fina a media limosa, color gris oscuro, de compactidad variable, aumentando con la profundidad. Se detectan lentes de limo de 1,0m de espesor promedio, consistente, a profundidades variables. Luego del modelo estratigráfico, se presentan los perfiles de suelo de cada sondeo.

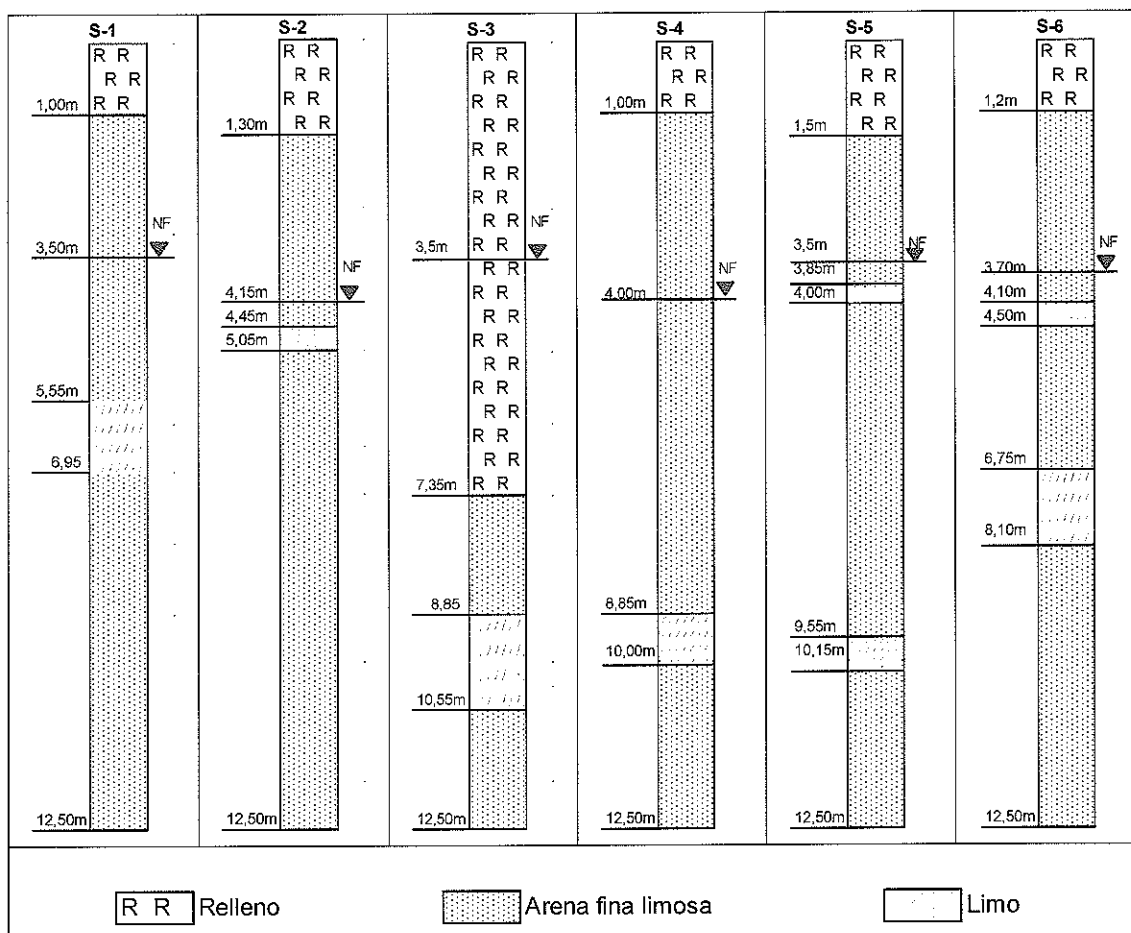
**Tabla 2.** Modelo Estratigráfico Estadio Collao - Concepción

<u>Horizonte</u> <u>N°</u>	<u>Cotas Límites</u> <u>(m)</u>	<u>Espesor</u> <u>(m)</u>	<u>Descripción</u>
1	0.00 – 1.50	1.50	Relleno artificial compuesto por maicillo, arcillas arenosas y arenas arcillosas, con restos de ladrillo.  En el S-3 se encuentra este relleno hasta la cota 7.35m.
2	1.50 – 12.50	11.00	Arena fina a muy fina limosa, micácea, de color gris oscuro, compactidad predominantemente media (con algunos lentes sueltos) entre 1.50m y 6.5m aproximadamente, y densa entre 6.5m y 12m de profundidad, humedad media a alta, estructura homogénea.  Se detecta un lente de limo de color gris oscuro negruzco, algo micáceo, plasticidad media, humedad alta, consistente, estructura homogénea. Los espesores de este estrato varían entre 0,60 y 1,50m., siendo localizado a profundidades variables en los 6 sondeos, destacando el lente detectado entre 8,85 y 10,50m en los sondeos 3, 4 y 5 (ver Figura 5).

### Observaciones:

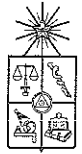
Cota 0 (boca de sondeos) = en torno a los 100,00m del levantamiento topográfico (ver Tabla 1).

Napa freática a los 3,50m (cota 96,500m del levantamiento topográfico).



**Figura 5. Perfiles Estratigráficos Sondajes**

El detalle con las estratigrafías de las calicatas puede ser revisado en el Anexo A, mientras que las de los sondajes se presentan en Anexo B.



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



## 7.- ANÁLISIS DE ENSAYOS DE TERRENO Y LABORATORIO

En este capítulo se presentan todos los resultados de los ensayos de laboratorio y terreno realizados, finalizando con un acápite donde se resumen las propiedades-índice, de resistencia y deformación en relación con los perfiles estratigráficos de las calicatas y los sondajes correspondientes.

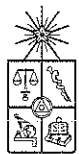
Para los ensayos de laboratorio, de las exploraciones se obtuvieron muestras alteradas e inalteradas, a las cuales se les realizaron ensayos de:

- Clasificación según USCS: granulometrías y límites de Atterberg.
- Gravedad Específica de los Sólidos.
- Peso unitario.
- Humedad natural.
- Densidad máxima y mínima en suelos arenosos, o Proctor Modificado en suelos con contenidos de finos mayor a 12%.
- Compresión no confinada.
- Triaxial CIU en muestras inalteradas.

### 7.1.- Ensayos de Propiedades-Índice y de Estado de Compacidad de Suelos.

En este acápite se presentan los resultados de los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Gravedad Específica de los Sólidos, densidad in-situ y de Densidad Máxima y Mínima.

En primer término se presentan los resultados de los ensayos sobre muestras obtenidas de los sondajes, para luego presentar aquellos de las muestras de calicatas.



**Tabla 3.** Propiedades índice de muestras de sondajes.

Sondaje	Prof. muestreo [m]	Clas. USCS	Gs	% finos bajo malla 200	LL / LP / IP
S-1	2.55 – 3.00	SM	2,80	33	NP
	5.55 – 6.00	ML	2,77	56	NP
	6.50 – 6.95	ML	2,78	100	NP
	7.55 – 8.00	SM	2,75	44	NP
	8.55 – 9.00	SP-SM	2,81	7	NP
	11.05 – 11.50	SP-SM	2,83	8	NP
S-2	2.05 – 2.50	SM	2,74	28	NP
	4.55 – 5.00	ML	2,79	56	NP
	6.55 – 7.00	SP-SM	2,82	11	NP
	9.50 – 10.00	SM	2,31*	47	73 / 38 / 35
	11.55 – 12.00	SP-SM	2,79	7	NP
S-3	2.05 – 2.50	GP-GM	2,64	5	NP
	4.05 – 4.50	SP	2,39*	6	NP
	5.50 – 6.00	SM	2,52	27	NP
	9.00 – 9.55	MH	2,48	84	52 / 34 / 18
	9.55 – 10.00	ML	2,56	98	39 / 27 / 12
	11.05 – 11.90	SP-SM	2,72	11	NP
S-4	2.30 – 2.75	SM	2,87	34	NP
	5.00 – 5.45	SM	2,83	18	NP
	6.90 – 7.35	SM	2,75	20	NP
	9.55 – 10.05	ML	2,47	62	NP
	11.05 – 11.50	SP-SM	2,81	10	NP
S-5	2.55 – 3.00	SM	2,72	17	NP
	5.55 – 6.00	SP-SM	2,72	7	NP
	7.95 – 8.40	SW-SM	2,81	10	NP
	9.55 – 10.00	ML	2,53	74	NP
	11.85 – 12.10	SM	2,82	4	NP

\*: Presencia de micas.

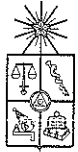
**Tabla 3.** Propiedades índice de muestras de sondajes. CONTINUACIÓN.

Sondaje	Prof. muestreo [m]	Clas. USCS	Gs	% finos bajo malla 200	LL / LP / IP
S-6	2.55 – 3.00	SM	2,75	21	NP
	4.55 – 5.00	SM	2,78	20	NP
	6.05 – 6.50	SM	2,73	24	NP
	7.00 – 7.30	ML	2,67	73	NP
	8.95 – 9.30	SM	2,74	23	NP
	9.35 – 9.80	SM	2,84	13	NP
	9.85 – 10.35	SW-SM	2,78	10	NP
	11.35 – 11.80	SM	2,79	13	NP

**Tabla 4.** Propiedades índice de muestras de calicatas.

Calicata	Prof. muestreo [m]	Clas. USCS	Gs	% finos bajo malla 200	LL / LP / IP
C-1	1.50 – 1.65	SM	2,77	31,2	NP
	3.94 – 4.40	SP-SM	2,78	11,3	NP
C-2	1.80 – 1.95	SM	2,78	14,8	NP
	3.86 – 4.01	SM	2,78	16,7	NP
C-3	1.60 – 1.75	SM	2,78	14,7	NP
	2.90 – 3.05	SP-SM	2,77	8,6	NP
	3.40 – 3.60	SM	2,77	13,4	NP
	3.67 – 3.87	SP-SM	2,79	7,4	NP
C-4	1.67 – 1.82	SM	2,76	31,6	NP
	3.09 – 3.24	SM	2,78	21,6	NP
	3.45 – 3.60	SM	2,77	15,8	NP

Asimismo, sobre muestras alteradas de arena obtenidas de las calicatas, se realizaron ensayos de Proctor Modificado, cuyos resultados se presentan en la siguiente tabla, en la cual también se muestran los resultados de densidad in-situ de la arena obtenidos mediante el método del cono de arena y, por consiguiente, el valor del grado de compactación.



**Tabla 5. Estado de Compacidad de Muestras de Calicatas.**

Calicata	Prof. muestreo [m]	Dens. Húmeda, [t/m <sup>3</sup> ]	Humedad Natural, [%]	Dens. Seca, [t/m <sup>3</sup> ]	DMCS, [t/m <sup>3</sup> ]	Humedad Optima, [%]	Grado Compactación, GC, [%]
C-1	1.67 – 1.82	1,68	11,3	1,51	1,78	15,0	85
C-2	1.80 – 1.95	1,57	18,4	1,33	1,66	17,0	80
	<b>3.86 – 4.01</b>	<b>1,72</b>	<b>25,5</b>	<b>1,37</b>	<b>1,61</b>	<b>12,5</b>	<b>85</b>
C-3	1.60 – 1.75	1,52	12,2	1,35	1,68	14,5	80
	2.90 – 3.05	1,59	7,4	1,48	1,68	14,5	88
	<b>3.40 – 3.60</b>	<b>1,75</b>	<b>18,9</b>	<b>1,47</b>	<b>1,68</b>	<b>14,5</b>	<b>88</b>
C-4	1.67 – 1.82	1,40	14,1	1,23	1,79	12,5	69
	<b>3.09 – 3.24</b>	<b>1,77</b>	<b>18,9</b>	<b>1,49</b>	<b>1,79</b>	<b>12,5</b>	<b>83</b>
	<b>3.45 – 3.60</b>	<b>1,93</b>	<b>27,5</b>	<b>1,52</b>	<b>1,79</b>	<b>12,5</b>	<b>85</b>

Observaciones:

- Las cotas destacadas corresponden a suelos bajo el sello de fundación observado en las calicatas. Al contrario, aquellas que no están destacadas, son los suelos sobre el nivel de sello de fundación.
- En la calicata 3 se ha supuesto que la DMCS del Proctor de la cota 3.40 – 3.60m es similar para las dos restantes cotas. Esto dada la similitud de los suelos existentes en profundidad (ver Tabla 4).
- En la calicata 4 se ha supuesto que la DMCS del Proctor de la cota 1.67 – 1.82m es similar para las dos restantes cotas. Esto dada la similitud de los suelos existentes en profundidad (ver Tabla 4).



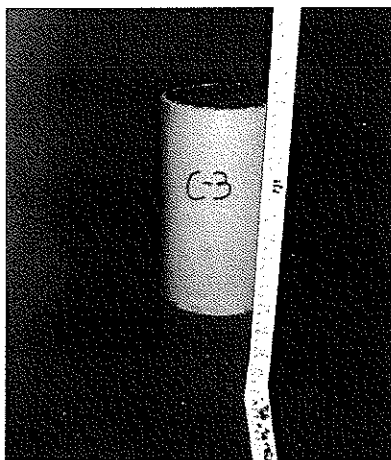
## 7.2.- Ensayos de Resistencia, Deformación y Permeabilidad de Suelos.

### 7.2.1.- Ensayos Triaxiales CIU.

De la calicata C-3 se tomaron muestras de arena alterada, bajo el sello de fundación, las que luego fueron remoldeadas en laboratorio para la realización de ensayos triaxiales CIU (cabe destacar que inicialmente se intentó tomar muestras inalteradas, como se muestra en Figura 6, pero al retirar el PVC en laboratorio, la falta de cohesión provocó el derrumbe de las arenas. También se ensayaron muestras de la C-1, pero estos resultados se descartaron debido a un erróneo remoldeo de muestras). Las cotas precisas de muestreo se presentan en la siguiente tabla, en donde también se señala el tipo de ensayo efectuado.

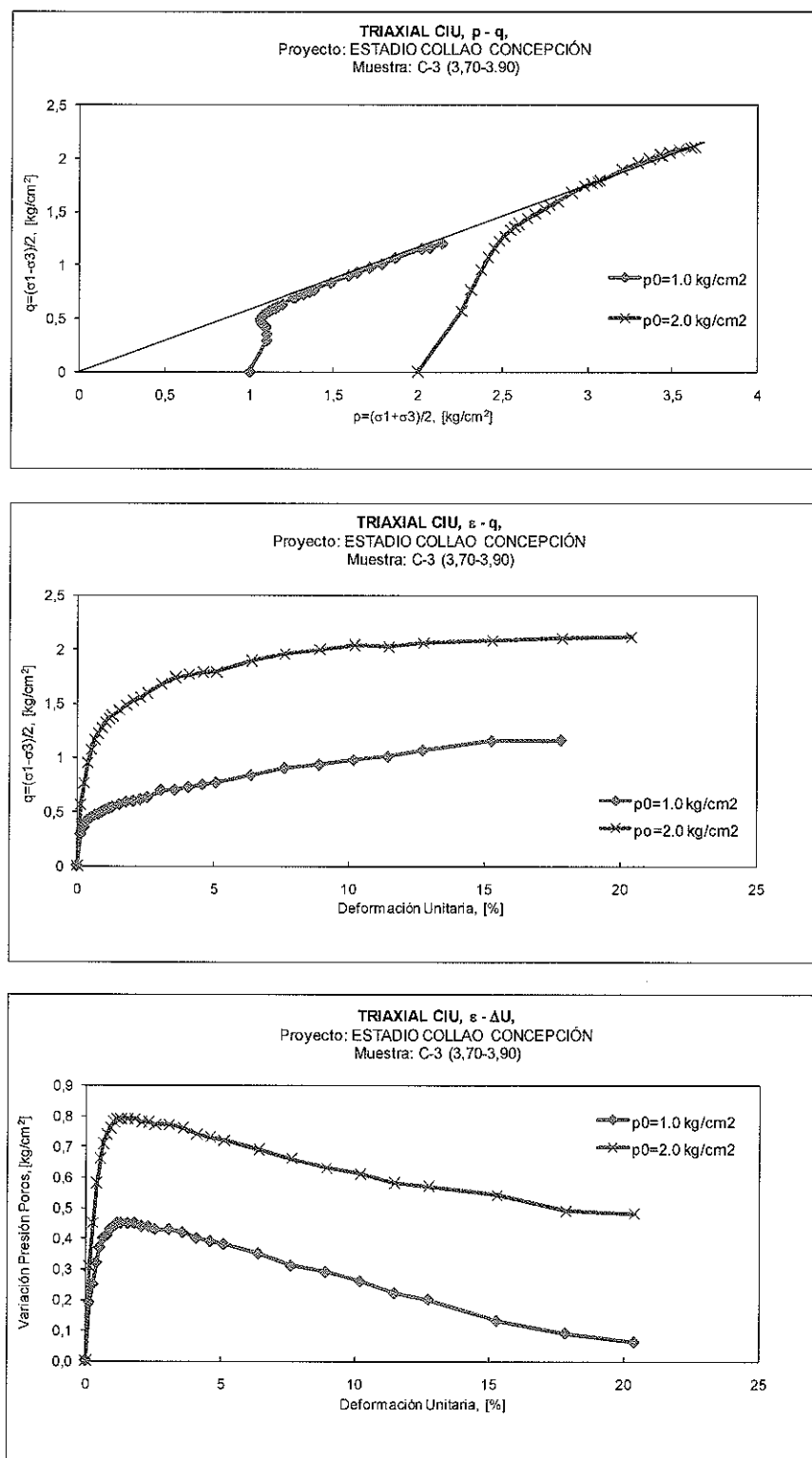
**Tabla 6.** Muestreo inalterado para ensayos Triaxiales.

Calicata	Prof. muestreo [m]	Tipo de Ensayo Triaxial	Densidad Seca Confección, [t/m <sup>3</sup> ]
C-3	3.67 – 3.87	CIU. 1 probeta 5x10cm consolidada isotrópicamente a 1,0 kg/cm <sup>2</sup> .	1,36
	3.77 – 3.97	CIU. 1 probeta 5x10cm consolidada isotrópicamente a 2,0 kg/cm <sup>2</sup> .	1,30



**Figura 6.** Toma de muestra inalterada de arena. Calicata 3.

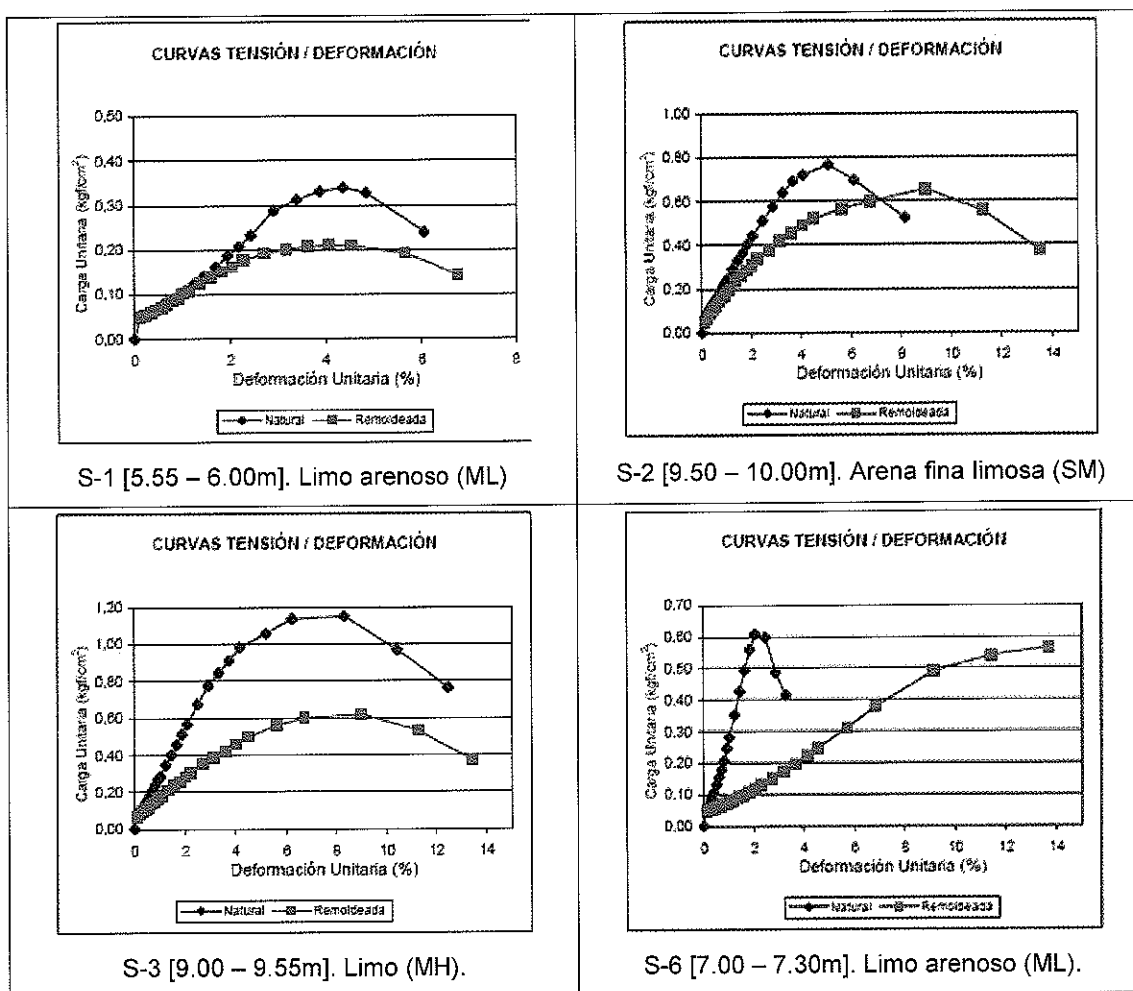
Los resultados de los ensayos se muestran en las siguientes figuras.



**Figura 7. Resultados ensayos Triaxiales CIU. Calicata 3.**

### 7.2.2.- Ensayos de Compresión no Confinada

De los estratos limosos y areno limosos detectados por los sondajes se tomaron muestras inalteradas mediante tubo de pared delgada Shelby, a las cuales se les efectuaron los ensayos de compresión no confinada que se muestran en la siguiente figura.



**Figura 8.** Resultados ensayos compresión no confinada.

### 7.2.3.- Ensayos de Penetración Estándar SPT

Durante la ejecución de los sondajes se efectuaron ensayos de penetración estándar SPT en forma continua, cuyos resultados se presentan en los siguientes gráficos. Se incluye el valor  $N_{160}$ , el que corresponde al número de golpes estandarizado a un confinamiento de  $1 \text{ kg/cm}^2$ . Asimismo, se ha visto que el valor del número de golpes que se mide en terreno equivale en buena forma al  $N_{60}$ .

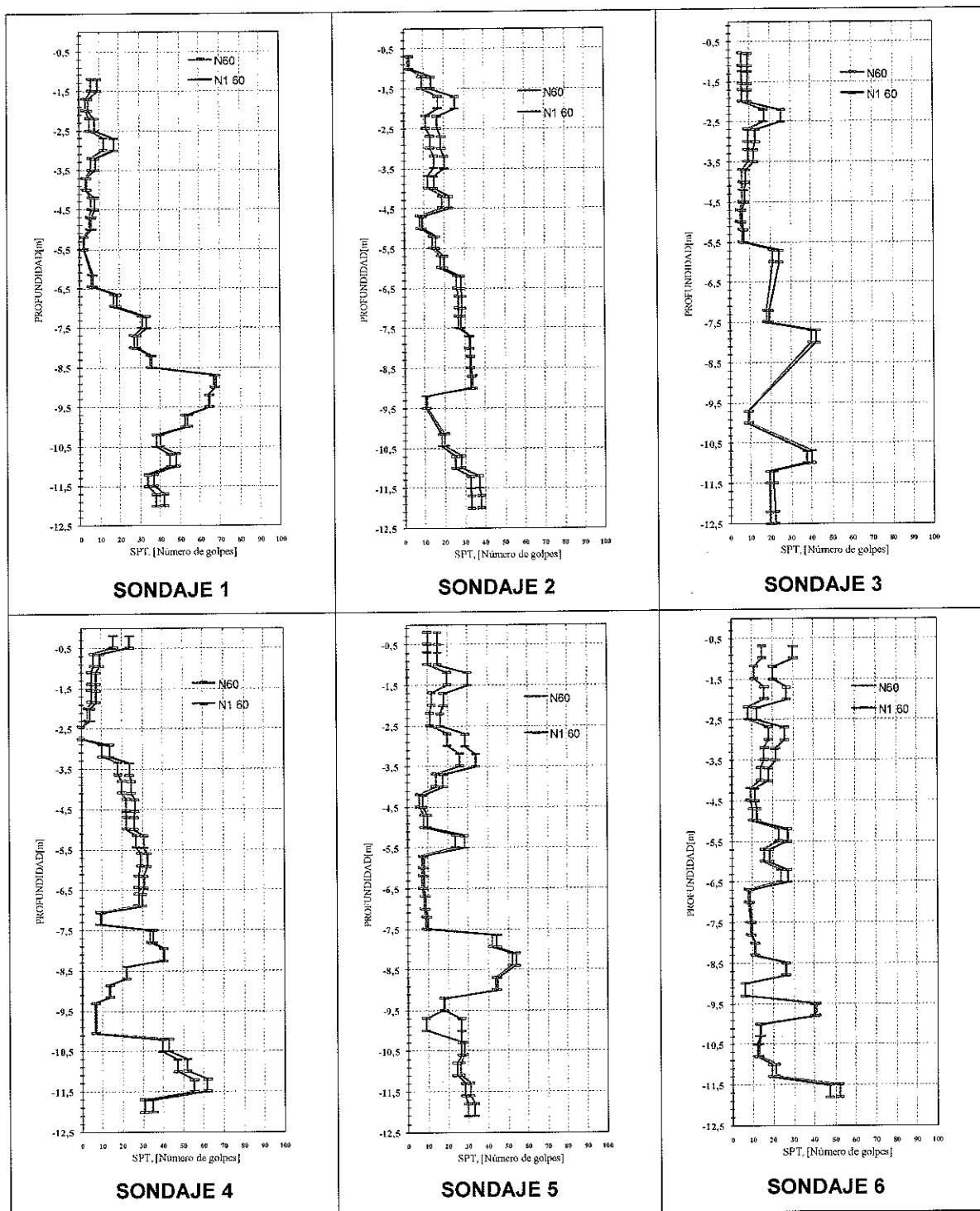


Figura 9. Resultados ensayos SPT

El detalle de estos ensayos puede ser consultado en el Anexo B. Cabe destacar que la arena limosa presenta una significativa cantidad de mica, lo que reduce el valor del número de golpes del ensayo.

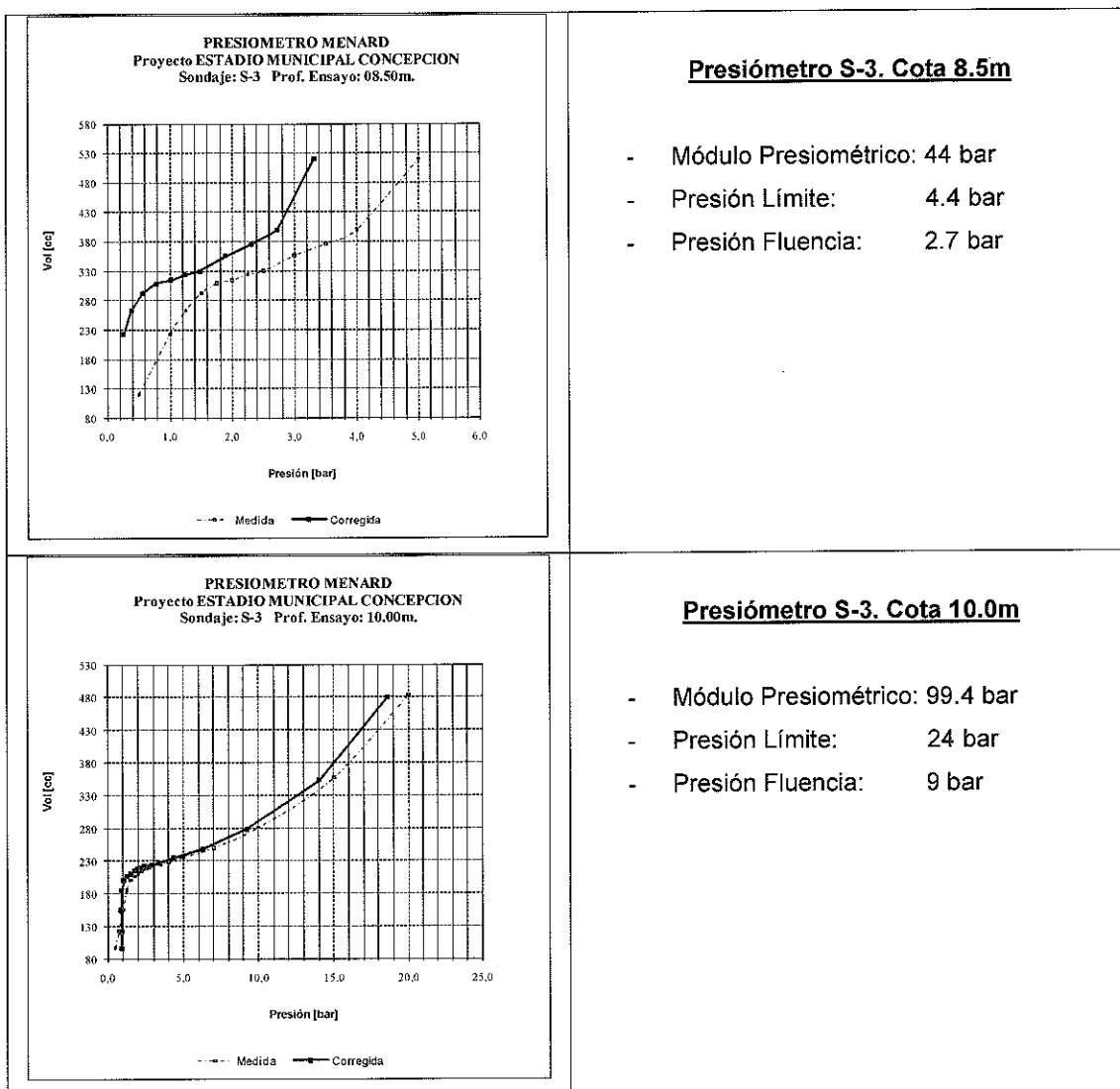


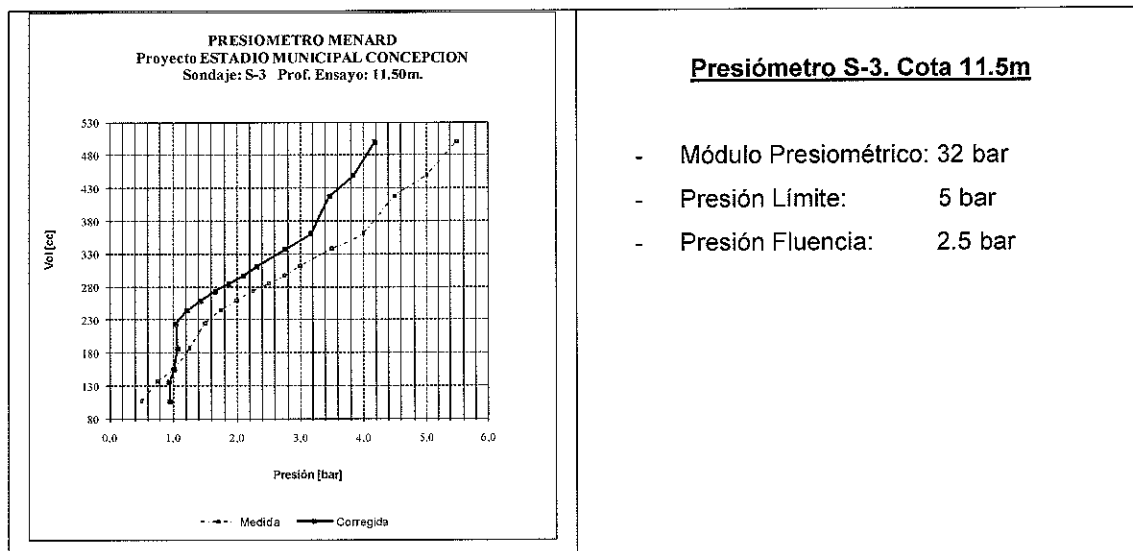
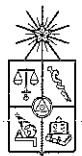
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

#### 7.2.4.- Ensayos Presiómetros de Menard

El Presiómetro de Menard es un ensayo que se realiza al interior de los sondeos, en suelo natural inalterado, y consiste básicamente en solicitar en forma cilíndrica al subsuelo mediante una sonda que al inflarse entra en contacto con las paredes del pozo. La sonda mide presión y volumen, a través de los cuales es posible determinar propiedades de deformación y resistencia del estrato ensayado.

Para este estudio se efectuaron 3 ensayos de presiográficos al interior del sondeo 3, en las arenas bajo el relleno. Los resultados se presentan en las siguientes gráficas.





**Figura 10.** Resultados ensayos Presiómetros Menard

El detalle de estos ensayos puede ser consultado en el Anexo B.

#### 7.2.5.- Ensayos de Infiltración Lefranc

Con el fin de obtener las propiedades de infiltración del subsuelo, se realizaron 2 ensayos de infiltración tipo Lefranc durante la ejecución del sondaje 2. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 7.** Resultados Ensayos Infiltración Lefranc. Sondaje 2.

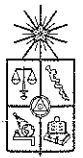
Cota ensayo [m]	Tipo suelo USCS	Permeabilidad Carga Constante, [cm/s]	Permeabilidad Carga Variable, [cm/s]
2.40 – 2.60	SM	$6.02 \times 10^{-5}$	$4.13 \times 10^{-5}$
6.40 – 6.70	SM	$1.30 \times 10^{-5}$	$7.25 \times 10^{-6}$

#### 7.2.5.- Ensayos CBR

Se realizaron 2 ensayos sobre muestras obtenidas de las calicatas, cuyos resultados se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 8.** Resultados Ensayos CBR.

Calicata	Prof. [m]	Clas. USCS	CBR
C2	3,86 – 4.01	SM	32
C4	3,09 – 3,24	SM	53



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



### 7.3.- Resumen de Resultados.

En este acápite se presentan en forma conjunta la mayoría de los resultados de los ensayos de terreno y laboratorio desglosados en los acápites anteriores.

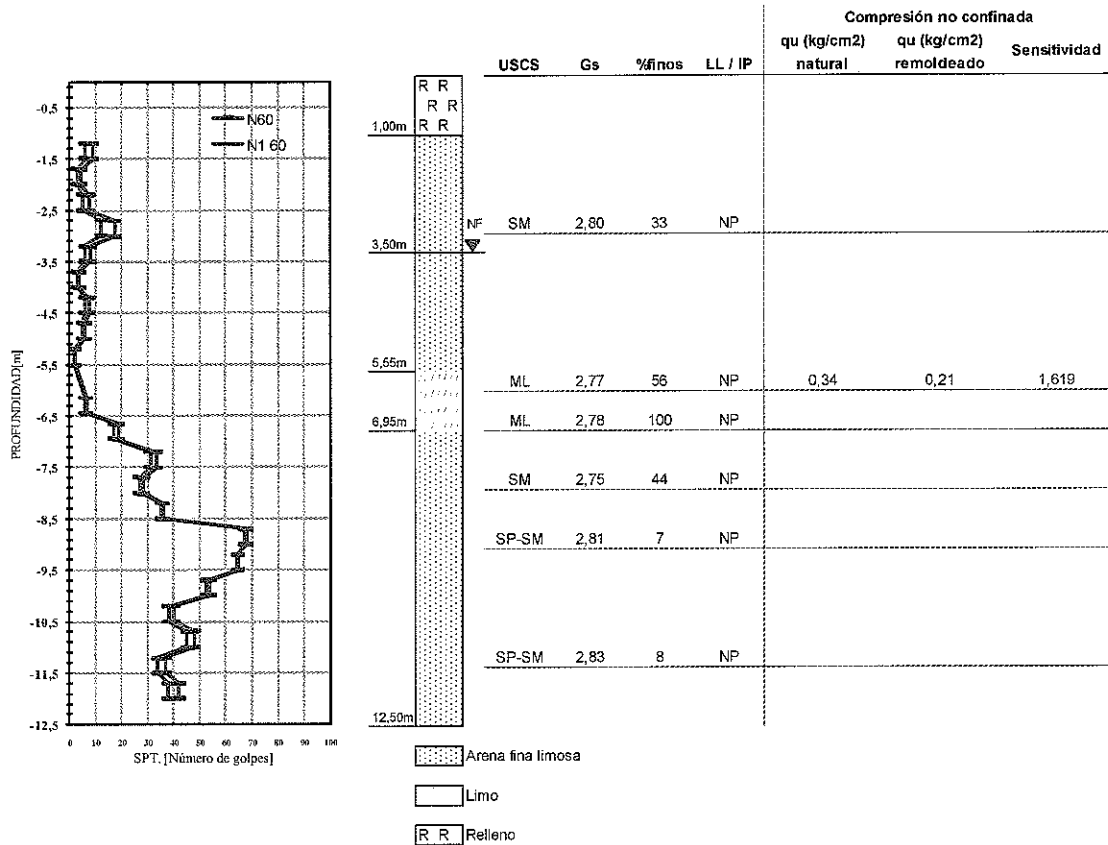
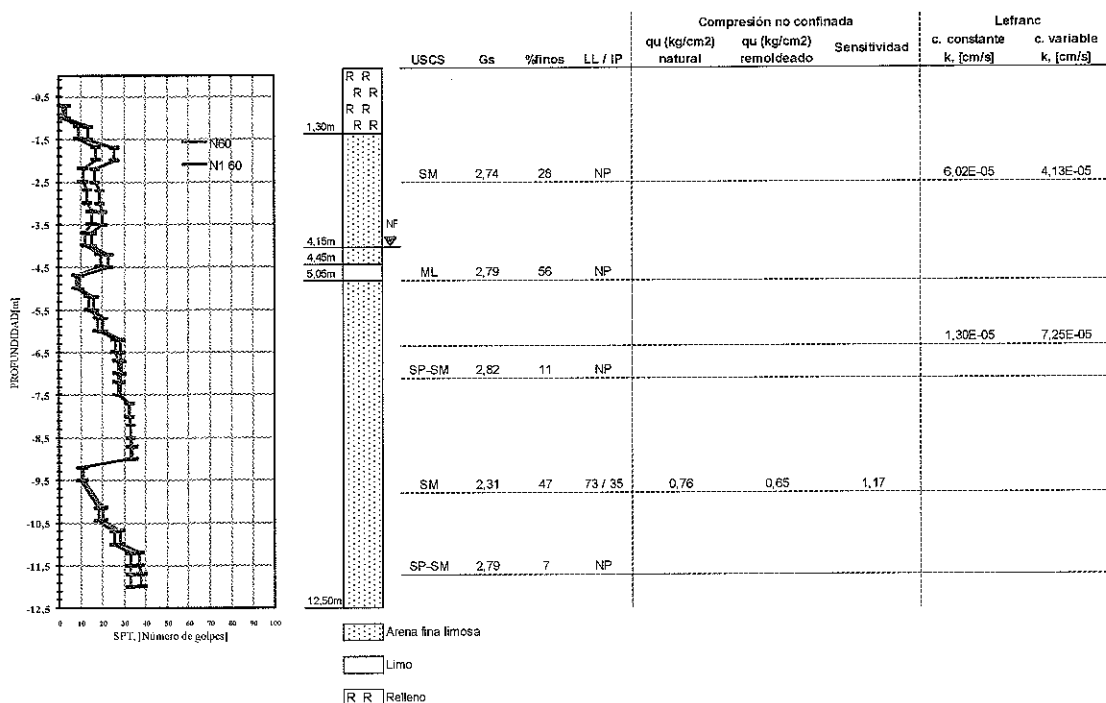
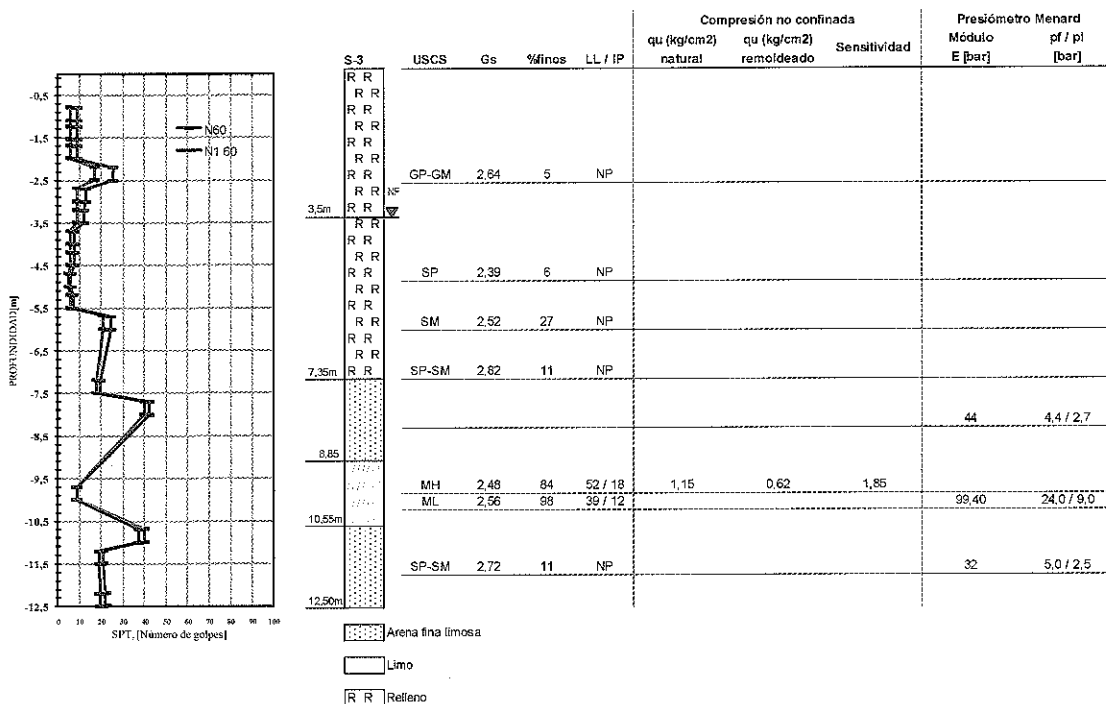


Figura 11. Resumen Resultados Sondaje S-1.



**Figura 12. Resumen Resultados Sondaje S-2.**



**Figura 13. Resumen Resultados Sondaje S-3.**



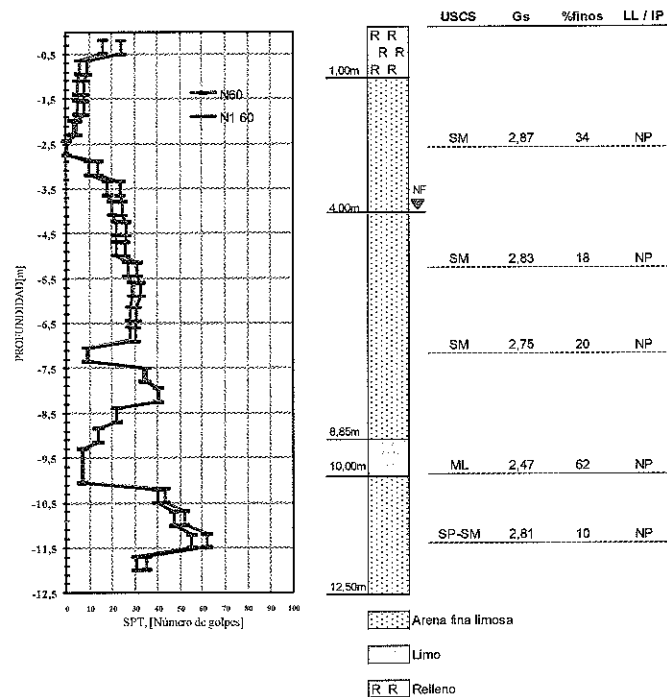


Figura 14. Resumen Resultados Sondaje S-4.

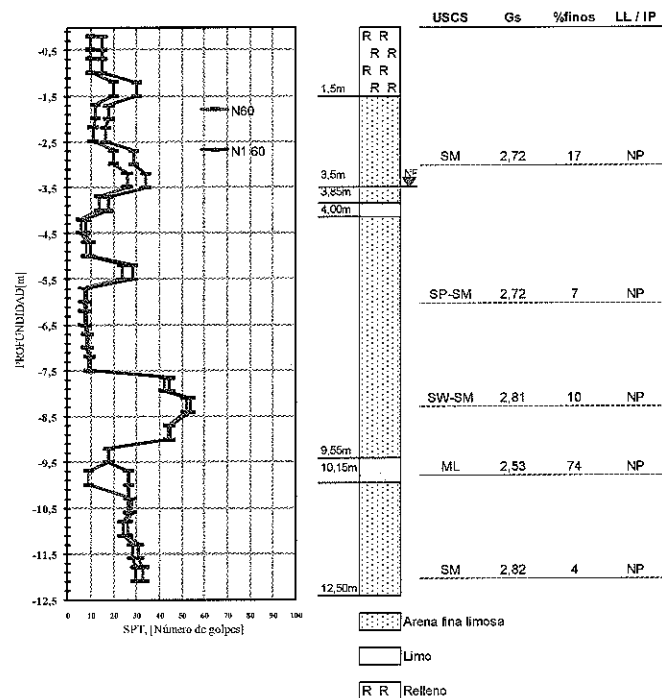
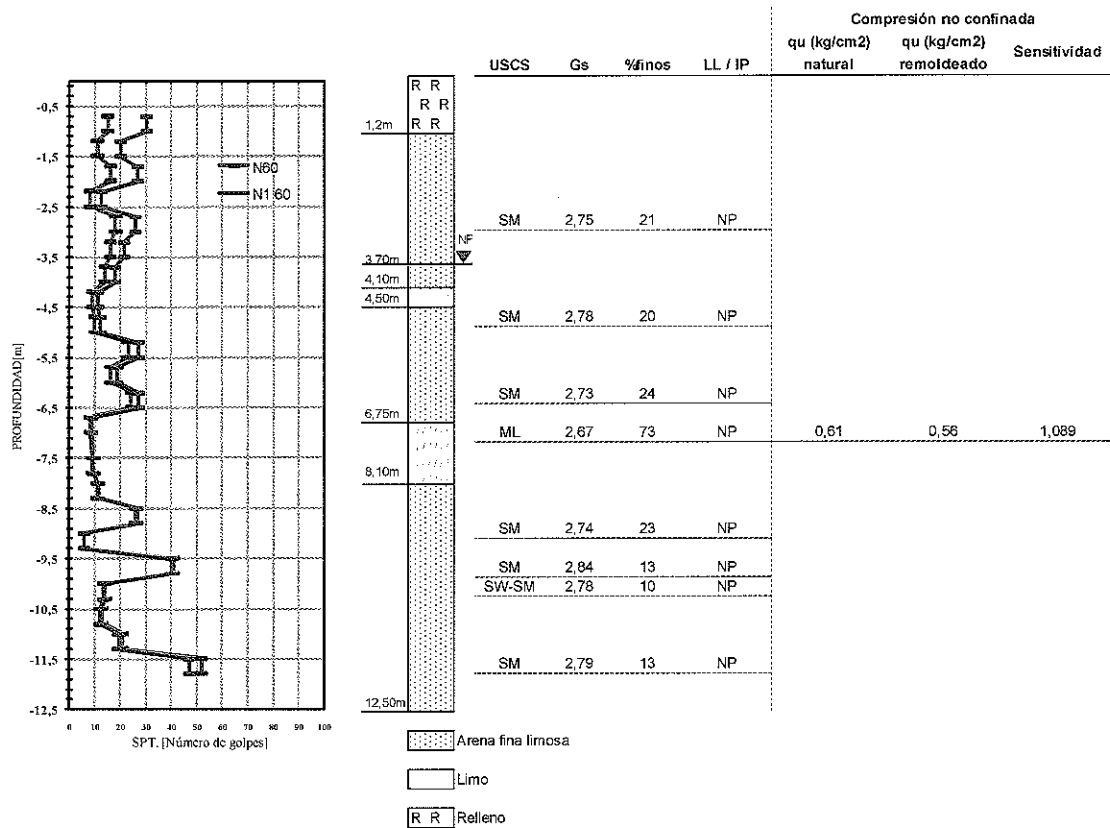
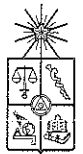


Figura 15. Resumen Resultados Sondaje S-5.



**Figura 16.** Resumen Resultados Sondaje S-6.



## 8.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA Y CAPACIDAD DE SOPORTE

### 8.1.- Parámetros de Resistencia y Deformación de los Suelos Existentes.

A partir de los ensayos de terreno y laboratorio efectuados, el suelo de fundación del Estadio Municipal de Concepción puede ser caracterizado de acuerdo a los siguientes parámetros:

**Tabla 9.** Caracterización Geotécnica Suelo de Fundación

Tipo Material	Densidad Húmeda (sat) $\gamma_{humeda}$ [ton/m <sup>3</sup> ]	Angulo de fricción $\phi$ [°]	Cohesión $c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Resistencia No Drenada $S_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Módulo de Deformación $E$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]
Arena limosa	1,75	30	0	---	150
Limo	1,80	25	0,10	0,30	80

### 8.2.- Descripción del Sistema de Fundación Observado.

A partir de la revisión de antecedentes, planos de fundaciones y las calicatas excavadas, se desprende que el sistema de fundaciones del estadio corresponde a zapatas corridas de hormigón armado bajo las galerías, siguiendo la forma anular del recinto, apoyadas directamente sobre el suelo areno limoso.

El ancho de las zapatas, observado a partir de los planos del estadio, varía entre 1,5m y 5,0m. Los espesores observados en las calicatas varían entre 40cm y 60cm.

El sello de fundación se ubica a aproximadamente 3,20m desde el nivel de boca de calicatas (cota 100 del levantamiento topográfico), es decir, aproximadamente en la cota 96,8 del levantamiento.

Finalmente, en las 4 calicatas excavadas se observa que las zapatas de fundación se encuentran en buen estado, sin presentar fisuras ni otro evento dañino. En las siguientes fotografías se muestran las fundaciones observadas en las calicatas C-3 y C-4.

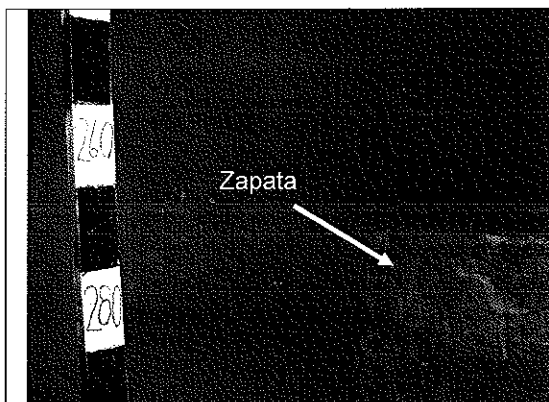
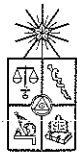


Figura 17. Zapata de fundación en calicata C-3.

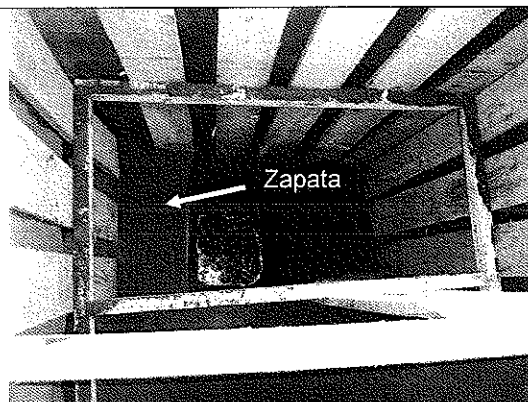


Figura 18. Zapata de fundación en calicata C-4.

### 8.3.- Capacidad de Soporte del Subsuelo.

Tanto para las fundaciones existentes como para el caso de proyectar nuevas estructuras con fundaciones superficiales, la capacidad de soporte estática y sísmica podrá obtenerse a partir del criterio de Terzaghi, para cargas drenadas<sup>1</sup>:

$$q_{ult} = C \cdot N_c + 0.5\gamma B N_\gamma + \gamma Z N_q$$

Donde:

$q_{ult}$	:	Capacidad última de soporte, [ton/m <sup>2</sup> ]
$C$	:	Cohesión, [ton/m <sup>2</sup> ]
$\gamma$	:	Densidad húmeda del subsuelo, [ton/m <sup>3</sup> ]
$B$	:	Ancho mínimo de la fundación.
$Z$	:	Cota del sello de fundación medido desde nivel de terreno.
$N_c, N_\gamma, N_q$	:	Factores de Terzaghi.

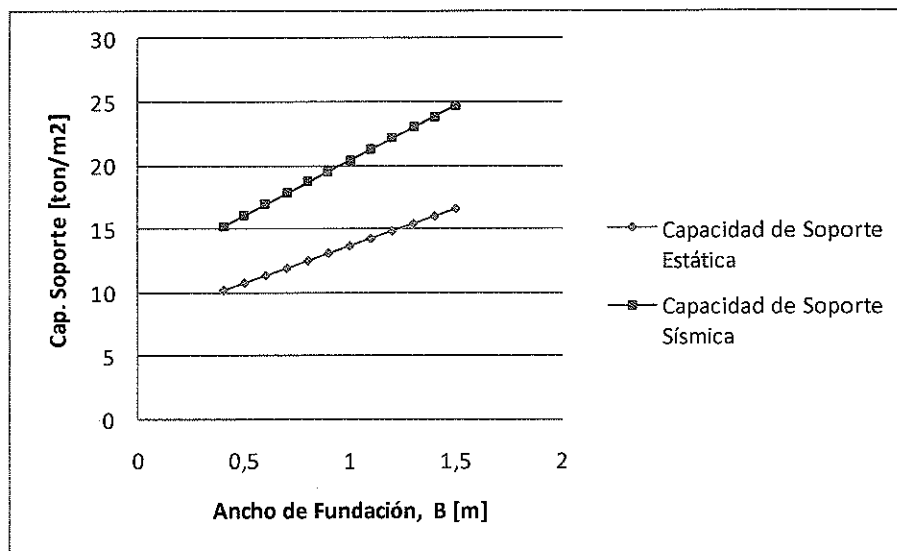
Considerando la caracterización geotécnica, las características del subsuelo de fundación y los siguientes factores de seguridad:

$$FS_{estática} = 3.0$$

$$FS_{sísmica} = 2.0$$

Se obtienen las capacidades de soporte (en función de B) que se recomiendan considerar para el estadio. Estas se presentan en el siguiente gráfico:

<sup>1</sup> A partir de los triaxiales se observó que el comportamiento dilatante de las probetas trae por consecuencia que el estado drenado controla la capacidad de soporte



**Figura 19.** Capacidad de Soporte Estática y Sísmica

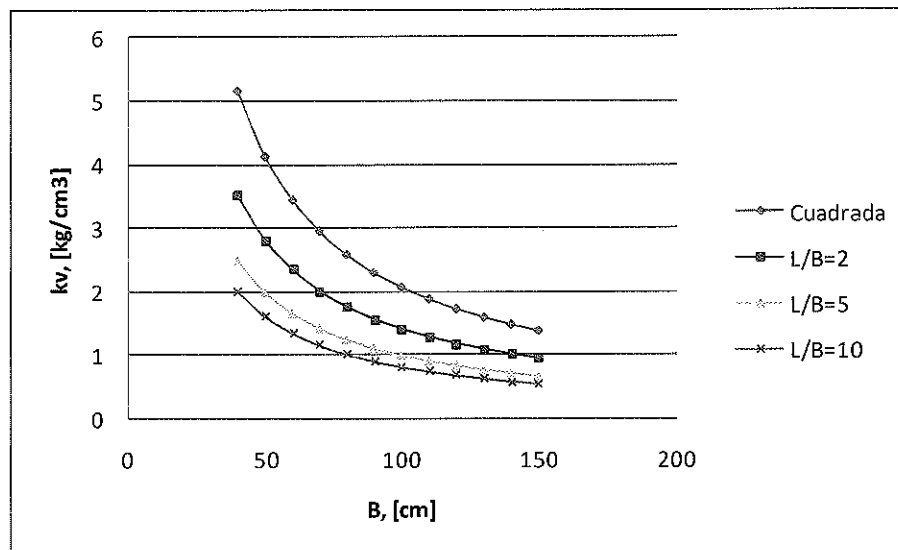
Consideraciones:

- Sólo aplicable para el caso en que el suelo constituyente del bulbo de carga generado por las fundaciones (cuya profundidad corresponde a  $2B$  desde nivel de sello de fundación) corresponda a arena limosa con valor de  $N_{spt}$  igual o mayor a 18. Si la compacidad de la arena es menor, se deberá implementar un sistema de compactación de suelo que garantice alcanzar al menos una densidad seca igual al 95% del Proctor Modificado o 80% de Densidad Relativa en todo el horizonte de suelo influenciado por la fundación a construir.
- Para fundaciones de anchos  $B$  mayores a los presentados en el gráfico, considerar la capacidad de soporte estimada para  $B=1,5m$ .
- Cualquier otra situación (fundaciones profundas, apoyadas sobre el lente de limo, u otras) deberá ser evaluada por un ingeniero especialista en mecánica de suelos.
- Para una determinada carga sobre las fundaciones se recomienda verificar deformaciones en base a lo que se presenta en el acápite 8.4.
- En cualquier caso, nuevas estructuras deberán fundarse bajo el relleno artificial, con un sello de fundación de al menos 0,60m dentro del estrato areno limoso.
- Se debe procurar que al menos el 80% de la superficie de la zapata quede en compresión.



#### 8.4.- Constantes de Balasto.

Considerando que futuras estructuras a construir queden fundadas sobre el horizonte de arena limosa, los valores de la constante de balasto vertical se obtienen mediante la teoría de deformaciones elásticas. Estos valores (en función del ancho menor B y el ancho mayor L), se presentan en el siguiente gráfico, tanto para zapatas rígidas cuadradas como para rígidas corridas.



**Figura 20.** Constante de Balasto Estática vertical,  $k_v$ .

Para el caso sísmico, la constante de balasto estática vertical deberá amplificarse al doble.

Para la obtención de la deformación aproximada utilizar:

$$\delta (cm) = \frac{\sigma \left( \frac{kg}{cm^2} \right)}{k_v \left( \frac{kg}{cm^2} \right)}$$

Donde:

- $\delta$  : Asentamiento esperado
- $\sigma$  : Carga vertical de la estructura sobre el suelo de fundación.
- $k_v$  : Constante de balasto vertical (Figura 20)

Por otra parte, la constante estática al giro de fundación depende de la constante de balasto vertical según la siguiente expresión:

$$K_{\theta \text{ estático}} = 2k_v$$

Para el caso sísmico, la constante de balasto al giro estática se deberá amplificar al doble.

#### 8.4.- Clasificación del Subsuelo Según NCh 433 – 96.

De acuerdo a las características del tipo del suelo existente, este clasifica como Tipo III según la norma chilena NCh 433 of 96,



## 9.- CONCLUSIONES

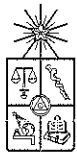
En base a lo expuesto en este informe, se concluye:

- El subsuelo de fundación del Estadio Municipal de Collao, hasta los 12m de profundidad prospectados, está constituido por una arena fina a media limosa, micácea, de color gris oscuro, de compacidad variable, de suelta a media en los primeros 6.50m a densa entre 6.50m y 12m. Este estrato se encuentra intercalado por un lente de limo arenoso, de espesor promedio 1,0m, detectado a distintas profundidades, destacando que en 3 de los 6 sondeos se detectó entre los 8.85 y 10.50m aprox.
- Se detectó napa freática a los 3.50m desde nivel de boca de las prospecciones (sondajes y calicatas).
- A partir de los ensayos de terreno y laboratorio, el subsuelo se caracterizó de acuerdo a los siguientes parámetros geotécnicos:

Tipo Material	Densidad Húmeda (sat) $\gamma_{humeda}$ [ton/m <sup>3</sup> ]	Angulo de fricción $\Phi$ [°]	Cohesión $c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Resistencia No Drenada $S_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Módulo de Deformación $E$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]
Arena limosa	1,75	30	0	---	150
Limo	1,80	25	0,10	0,30	80

- El subsuelo clasifica como tipo III según la NCh 433 – 96.
- A partir de las calicatas y los planos de fundaciones, se observó que éstas tienen el sello de fundación en torno a los 3.20m desde nivel de boca de pozo (cota 100 del levantamiento topográfico), están constituidas de hormigón, sin presentar agrietamientos visibles en los puntos observados. Según antecedentes, el ancho de estas zapatas varía entre 1,5m y 5,0m, y están dispuestas en forma corrida siguiendo la forma de las graderías del estadio.







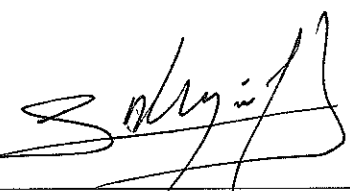
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

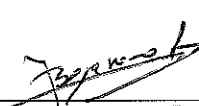


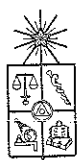
- En el informe se presentan criterios y fórmulas tanto para el cálculo de la capacidad de soporte del subsuelo como para estimar las constantes de balasto. En estos acápite se presentan las limitaciones y alcances de los criterios expuestos.
- Finalmente, se constata que los suelos areno limosos y limo arenosos son estables frente a la erosión y arrastre de finos que pudieran generarse por variaciones de nivel y flujos habituales de la napa subterránea. Lo observado en las calicatas y los sondeos dan cuenta de una napa freática sin indicios de subpresiones capaces de remover el subsuelo, tipo efecto sifón. Tampoco se encuentran huecos, cavernas u otras remociones en el suelo.

  
 Roberto Olguín P.  
 Ingeniero Geotécnico  
 IDIEM – Universidad de Chile



  
 Marcelo Paredes P.  
 Jefe Sección Ingeniería y  
 Prospecciones Geotécnicas  
 IDIEM – Universidad de Chile

  
 Iván Bejarano B.  
 Jefe Área Geotecnia y Pavimentos  
 IDIEM – Universidad de Chile



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



SIP - INFORME

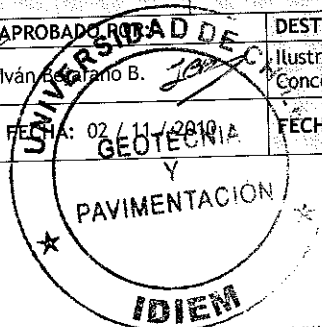
INFORME N° 644.420 - A

**ANEXO B : SONDAJES GEOTÉCNICOS**

**MECÁNICA DE SUELOS**

REVISIÓN 0

SECCIÓN INGENIERIA Y PROSPECCIONES GEOTECNICAS		REF.: SIP.PRE.344/09	EJEMPLAR N°: 0	N° DE PÁGINAS: 42
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	DESTINATARIO:	
Roberto Olguín P. <i>[Signature]</i>	Marcelo Paredes P. <i>[Signature]</i>	Iván Becerra B. <i>[Signature]</i>	Ilustre Municipalidad de Concepción	
FECHA : 02 / 11 / 2010	FECHA: 02 / 11 / 2010	FECHA: 02 / 11 / 2010	FECHA: 02 / 11 / 10	



**INFORME SONDAJES GEOTÉCNICOS**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE – ANGLOAMERICAN NORTE S.A.**  
Proyecto: Sondaje Geotécnico Molino N°3  
Mantos Blancos, Región de Antofagasta

**Tabla de contenido**

1. SONDAJES GEOTECNICOS .....	3
1.1. Sondaje N°1 .....	3
1.1.1. Estratigrafía .....	3
1.1.2. Resumen de muestreo y operación .....	5
1.1.3. Control de napa interior sondaje .....	6
1.1.4. Ensayos de Penetración Estándar (SPT) .....	7
1.2. Sondaje N°2 .....	8
1.2.1. Estratigrafía .....	8
1.2.2. Resumen de muestreo y operación .....	10
1.2.3. Control de napa interior sondaje .....	11
1.2.4. Ensayos de Penetración Estándar (SPT) .....	12
1.2.5. Ensayos de Infiltración Lefranc .....	12
1.3. Sondaje N°3 .....	15
1.3.1. Estratigrafía .....	15
1.3.2. Resumen de muestreo y operación .....	16
1.3.3. Control de napa interior sondaje .....	17
1.3.4. Ensayo de Penetración Estándar (SPT) .....	18
1.3.5. Presiómetros de Menard .....	19
1.4. Sondaje N°4 .....	28
1.4.1. Estratigrafía .....	28
1.4.2. Resumen de muestreo y operación .....	30
1.4.3. Control de napa interior sondaje .....	31
1.4.4. Ensayo de Penetración Estándar (SPT) .....	32
1.5. Sondaje N°5 .....	33
1.5.1. Estratigrafía .....	33
1.5.2. Resumen de muestreo y operación .....	35
1.5.3. Control de napa interior sondaje .....	36
1.5.4. Ensayo de Penetración Estándar (SPT) .....	37
1.6. Sondaje N°6 .....	38
1.6.1. Estratigrafía .....	38
1.6.2. Resumen de muestreo y operación .....	40
1.6.3. Control de napa interior sondaje .....	41
1.6.4. Ensayo de Penetración Estándar (SPT) .....	42

## 1. SONDAJES GEOTECNICOS

### 1.1. Sondaje N°1

#### 1.1.1. Estratigrafía

Proyecto : **Estadio Municipal de Concepción**  
 Inicio : 31-08-10  
 Fin : 06-09-10  
 Coordenadas : E: 676.164,746 / N: 5.923.745,482 Datum: WGS 84  
 Cota : 100,079

N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción estratigráfica
1	0,00 – 0,05	0,05	Capa vegetal.
2	0,05 – 1,15	1,10	Relleno compuesto por arena fina limosa color gris oscura, plasticidad baja, consistencia muy suelta, y escombros (ladrillos y gravas).
3	1,15 – 1,60	0,45	Arena fina algo limosa, color gris café oscuro, plasticidad nula, estructura homogénea, compacidad media, humedad media.
4	1,60 – 2,50	0,90	Arena muy fina de color gris oscuro, estructura homogénea, compacidad muy suelta, humedad media. Se observan algunas raíces.
5	2,50 – 3,30	0,80	Arena muy fina limpia, de color gris, estructura homogénea, compacidad media, humedad media a alta.
6	3,30 – 4,05	0,75	Arena muy fina, de color gris oscuro, estructura homogénea, compacidad muy suelta, humedad alta a saturada.
7	4,05 – 5,55	1,50	Arena muy fina algo limosa de color gris café oscuro, plasticidad nula, compacidad muy suelta, humedad saturada.
8	5,55 – 6,95	0,45	Limo arenoso a arena muy fina limosa, micácea, de color café, estructura homogénea, plasticidad nula, consistencia alta, humedad saturada.
9	6,95 – 7,50	1,05	Arena muy fina algo limosa de color gris oscuro, plasticidad nula, estructura homogénea, compacidad densa, humedad saturada.



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



Proyecto : **Estadio Municipal de Concepción (CONT. ESTRATIGRAFÍA)**  
 Inicio : 31-08-10  
 Fin : 06-09-10  
 Coordenadas : E: 676.164,746 / N: 5.923.745,482 Datum: WGS 84  
 Cota : 100,079

N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción estratigráfica
10	7,50 – 8,30	0,80	Arena fina limosa a limo arenoso, micáceo, color gris verdoso, plasticidad baja, compacidad media a densa, humedad saturada.
11	8,30 – 11,55	3,25	Arena fina, color gris oscuro, estructura homogénea, compacidad densa, humedad alta. Se observan pequeñas partículas de mica.
12	11,55 – 12,00	0,45	Arena fina de color gris oscuro, estructura homogénea, compacidad densa, humedad saturada. Se observan pequeñas partículas blancas tipo cuarzo o conchuela.

### **1.1.2. Resumen de muestreo y operación**

**Sondaje: N°1/ ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION**

[illegible]

Observaciones:

HQ3 : Muestreador HQ3.

SPT: Ensayo de penetración.

CA : Casing Advancer.

NQ3 : Muestreador NQ3.

BQ : Muestreador BQ

PW : Revestimiento PW

S/M : Sin muestra

SHELBY: Muestra tubo pared delgada

CZ : Corona Zapata

CE : Cuchara española

HW : Revestimiento HW

CL : Cuchara Limpiadora.

### 1.1.3. Control de napa interior sondaie

Sondaje: Nº1/ ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION

[illegible]

**Observaciones generales:**

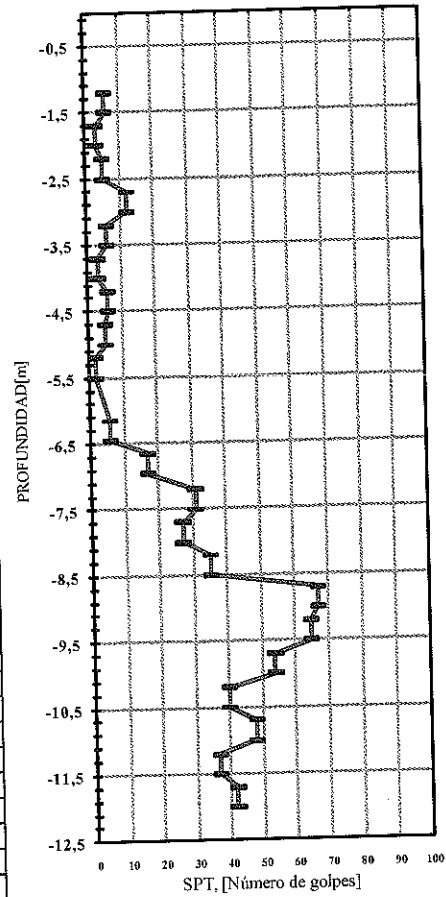
Control del nivel de agua al interior del sondaje post período de perforación.

La cota de napa está referida a la boca del sondaje.

#### 1.1.4. Ensayos de Penetración Estándar (SPT)

**ENSAYO DE PENETRACION STANDARD**  
**ASTM D 1586-84 (Reapproved 1992)**

Proyecto	ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION
Sondaje	S-1

[illegible][illegible]

Observaciones:

Observaciones:  
N1 = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los primeros 15 cm. iniciales.

N2= Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los segundos 15 cm. Intermedio.

N3 = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los terceros 15 cm. Finales.

Nf = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los últimos 30 cm. (N2+N3).

R = Rechazo, la cuchara no penetra y rebota con los golpes del martinete.





FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

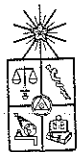


## 1.2. Sondaje N°2

### 1.2.1. Estratigrafía

Proyecto : **Estadio Municipal de Concepción**  
 Inicio : 12-09-10  
 Fin : 13-09-10  
 Coordenadas : E: 676.216,000 / N: 5.923.839,649 Datum: WGS 84  
 Cota : 100,428

N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción estratigráfica
1	0,00 – 0,10	0,10	Capa vegetal
2	0,10 – 1,30	1,20	Relleno compuesto por maicillo, arena arcillosa color amarillento claro, arenas y gravas color gris oscuro, compacidad suelta, humedad media.
3	1,30 – 4,45	3,15	Arena muy fina color café, estructura homogénea, compacidad suelta, humedad media.
4	4,45 – 5,05	0,60	Limo arenoso, color café oscuro, plasticidad baja a media, consistencia media, humedad media.
5	5,05 – 8,55	3,50	Arena muy fina, algo micácea, color gris café oscuro, estructura homogénea, compacidad media, humedad saturada.
6	8,55 – 9,05	0,50	Arena fina algo micácea, color gris negruzco, estructura homogénea, compacidad densa, humedad alta.
7	9,05 – 9,42	0,37	Arena muy fina limosa, color gris oscuro, plasticidad baja, consistencia media, humedad alta. Se observa materia orgánica intercalada y micas.
8	9,42 – 9,50	0,08	Arena muy fina limosa, color gris oscuro, olor algo orgánico, plasticidad baja a media, compacidad baja, humedad alta.
9	9,50 – 10,45	0,95	Arena muy fina limosa a limo arenoso, micáceo, color verde oscuro, plasticidad de los finos media a alta, compacidad baja, humedad alta.



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



Proyecto : **Estadio Municipal de Concepción (CONT. ESTRATIGRAFIA)**  
 Inicio : 12-09-10  
 Fin : 13-09-10  
 Coordenadas : E: 676.216,000 / N: 5.923.839,649 Datum: WGS 84  
 Cota : 100,428

Nº	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción estratigráfica
10	10,45 – 11,05	0,60	Arena media a gruesa, cuarzosa, algo micácea, color gris claro, compacidad densa, humedad alta.
11	11,05 – 12,00	0,95	Arena fina color negruzco, algo micácea, estructura homogénea, compacidad densa, humedad alta.

### 1.2.2. Resumen de muestreo y operación

**Sondaje: Nº2/ ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION**

[illegible]

Observaciones:

HQ3 : Muestreador HQ3.

SPT: Ensayo de penetración.

CA : Casing Advancer.

NQ3 : Muestreador NQ3.

BQ : Muestreador BQ

PW : Revestimiento PW

S/M : Sin muestra

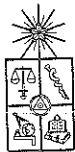
SHELBY: Muestra tubo pared delgada

CZ : Corona Zapata

CE : Cuchara española

HW : Revestimiento HW

CL : Cuchara Limpiadora.



### 1.2.3. Control de napa interior sondeaje

Sondaje: Nº2/ ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION

[illegible]

**Observaciones generales:**

Control del nivel de agua al interior del sondeaje post período de perforación.

La cota de napa está referida a la boca del sondaje.

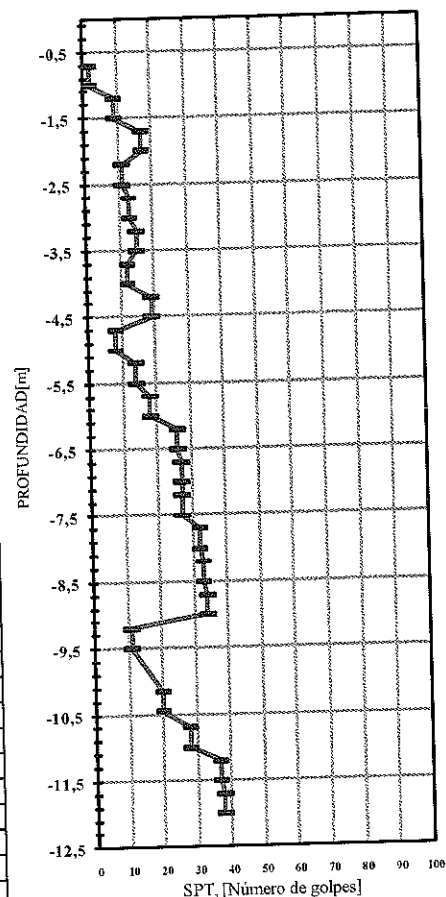
#### 1.2.4. Ensayos de Penetración Estándar (SPT)

## ENSAYO DE PENETRACION STANDARD

ASTM D 1586-84 (Reapproved 1992)

Proyecto **ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION**

Sondaje S-2

[illegible]

Observaciones:

Observaciones:  
N1= Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los primeros 15 cm. Iniciales.

N2 = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los segundos 15 cm. Intermedio.

N3 = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los tercetos 15 cm. Finales.

Nf = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los últimos 30 cm. (N2+N3).

R = Rechazo, la cuchara no penetra y rebota con los golpes del martinete.

### 1.2.5. Ensayos de Infiltración Lefranc

Página 12 de 42

Página 12 de 42  
Informe N° 644.420 - A : Anexo B Sondeos Geotécnicos Estadio Municipal de Concepción, VIII Región

Arica  
Calama  
Antofagasta  
Viña del Mar  
Santiago  
Concepción  
[www.idiem.cl](http://www.idiem.cl)

**ENSAYO PERMEABILIDAD IN\_SITU  
(Tipo Lefranc)**

Proyecto : ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION  
Sondaje : S - 2 Ensayo N° : 1  
Fecha Ensaye 12-09-2010

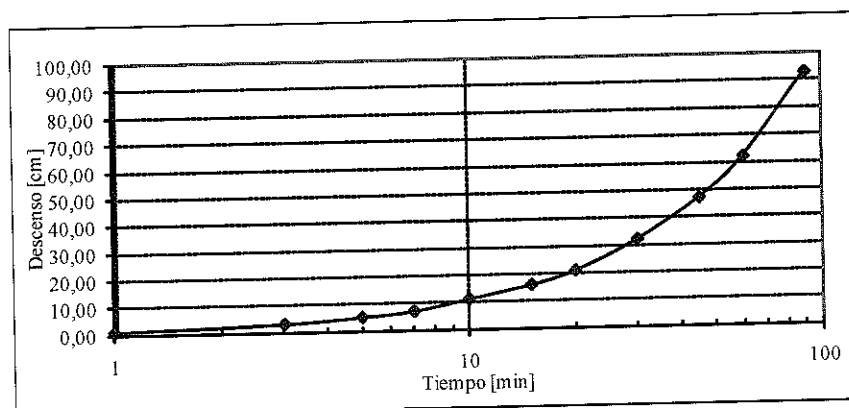
**DATOS DE ENSAYE**

Tramo Ensaye desde	[m]	2,20
Tramo Ensaye hasta	[m]	2,60
Longitud bajo la zapata	[m]	0,40
Longitud de Ensayo	[m]	0,35
Diámetro de Perforación	[m]	0,08890
Nivel de agua de sondaje antes de ensayo	[m]	1,10
Longitud del tubo sobre nivel de terreno	[m]	0,20
Coefficiente de Forma	[m]	1,07
Altura de Carga Inicial	[m]	2,60
Gasto Constante	[l/min]	0,100

Permeabilidad, k, para carga constante	[cm/s]	6,02E-05
--	--------	----------

Observaciones:

Cámara de ensayo sobre nivel de napa freática.  
Napa freática a 4,15m desde boca de sondaje.



Tiempo [min]	Descenso [cm]	Carga Hidráulica [m]	Coefficiente de Permeabilidad [cm/seg]
0	0,00	2,600	
1	1,00	2,590	3,74E-05
3	3,10	2,569	3,88E-05
5	5,10	2,549	3,85E-05
7	7,00	2,530	3,78E-05
10	11,10	2,489	4,24E-05
15	16,00	2,440	4,11E-05
20	21,00	2,390	4,09E-05
30	32,10	2,279	4,26E-05
45	47,20	2,128	4,32E-05
60	62,10	1,979	4,42E-05
90	93,10	1,669	4,78E-05



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



UN SIGLO DE CONFIANZA Y RESPALDO

# **ENSAYO PERMEABILIDAD IN\_SITU** **(Tipo Lefranc)**

Proyecto : ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION  
Sondaje : S - 2 Ensayo N° : 2  
Fecha Ensaye 12-09-2010

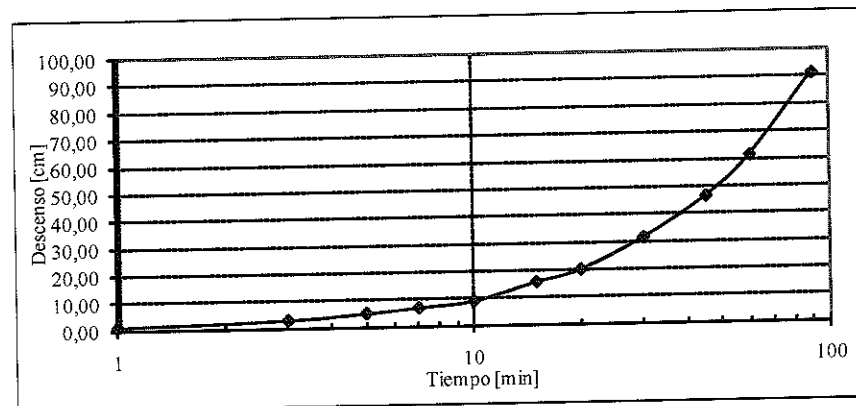
## **DATOS DE ENSAYE**

Tramo Ensaye desde	[m]	6,40
Tramo Ensaye hasta	[m]	7,00
Longitud bajo la zapata	[m]	0,60
Longitud de Ensayo	[m]	0,55
Diámetro de Perforación	[m]	0,05080
Nivel de agua de sondaje antes de ensayo	[m]	4,15
Longitud del tubo sobre nivel de terreno	[m]	0,20
Coefficiente de Forma	[m]	1,12
Altura de Carga Inicial	[m]	4,35
Gasto Constante	[l/min]	0,038

Permeabilidad, k, para carga constante	[cm/s]	1,30E-05
--	--------	----------

## Observaciones:

Cámara de ensayo bajo napa freática.  
Napa freática a 4,15m desde boca de sondaje.



Tiempo	Descenso	Carga Hidráulica	Coefficiente de Permeabilidad
[min]	[cm]	[m]	[cm/seg]
0	0,00	4,350	
1	1,10	4,339	7,61E-06
3	3,00	4,320	6,93E-06
5	5,10	4,299	7,09E-06
7	6,90	4,281	6,87E-06
10	9,00	4,260	6,28E-06
15	15,70	4,193	7,37E-06
20	20,10	4,149	7,11E-06
30	31,50	4,035	7,53E-06
45	46,40	3,886	7,53E-06
60	61,30	3,737	7,61E-06
90	91,20	3,438	7,86E-06



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



### 1.3. Sondaje N°3

#### 1.3.1. Estratigrafía

Proyecto : **Estadio Municipal de Concepción**  
 Inicio : 14-09-10  
 Fin : 15-09-10  
 Coordenadas : E: 676.287,945 / N: 5.923.899,099 Datum: WGS 84  
 Cota : 99,622

N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción estratigráfica
1	0,00 – 0,05	0,05	Capa vegetal.
2	0,05 – 7,40	7,35	Relleno artificial compuesto por arena limosa, media y gruesa, color variable (gris oscuro, gris verdoso), con restos de ladrillo, gravas, algo de mica, escombros (plástico y partículas de loza). Olor orgánico, compacidad del relleno baja. Entre cotas 6,50 – 7,40m se observan bolones de 8" y 5", de cantos angulares, con arena y madera.
3	7,40 – 8,85	1,45	Arena muy fina algo limosa, color gris oscuro, plasticidad baja a nula, compacidad media, humedad alta.
4	8,85 – 10,55	1,70	Limo de color gris oscuro, con capas de arena fina y mica intercaladas, plasticidad media, consistencia media, humedad alta.
5	10,55 – 10,75	0,20	Arena media cuarzosa con micas, color gris claro, estructura homogénea, compacidad densa, humedad alta.
6	10,75 – 12,05	1,30	Arena muy fina, con micas, color gris negruzco, estructura homogénea, compacidad densa, humedad alta.
7	12,05 – 12,50	0,45	Arena muy fina algo limosa, de color gris negruzco, plasticidad baja a nula, compacidad media, humedad alta. Se observan partículas de micas y conchuelas.



### 1.3.2. Resumen de muestreo y operación

**Sondaje: Nº3/ ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION**

[illegible]

Observaciones:

HQ3 : Muestreador HQ3.

SPT : Ensayo de penetración.

CA : Casing Advancer.

NQ3 : Muestreador NQ3.

BQ : Muestreador BQ

PW : Revestimiento PW

S/M : Sin muestra

SHELBY: Muestra tubo pared delgada

CZ : Corona Zapata

CE : Cuchara española

HW : Revestimiento HW

CL : Cuchara Limpiadora.

### 1.3.3. Control de napa interior sondaie

Sondaje: Nº3/ ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION

[illegible]

**Observaciones generales:**

Control del nivel de agua realizado durante el último día de perforación

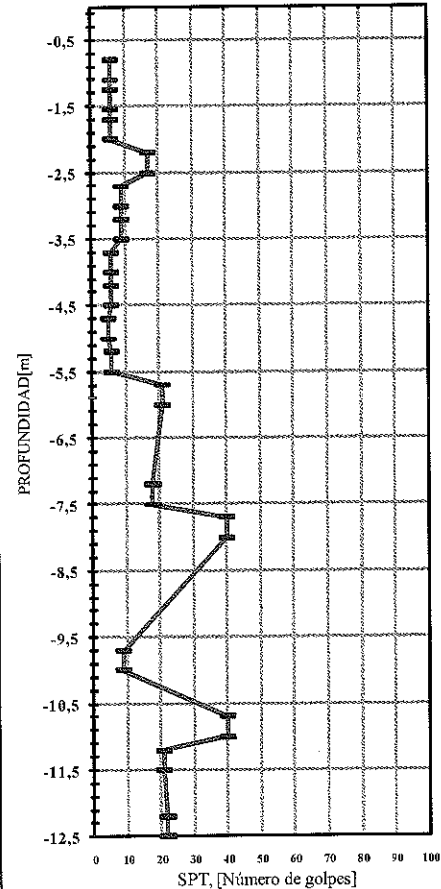
#### 1.3.4. Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

## ENSAYO DE PENETRACION STANDARD

ASTM D 1586-84 (Reapproved 1992)

Proyecto **ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION**

Sondaje S-3

[illegible]

Observaciones:

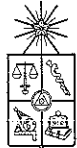
N1 = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los primeros 15 cm. Iniciales.

N2 = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los segundos 15 cm. Intermedio.

N3 = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los tercetos 15 cm. Finales.

Nf = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los últimos 30 cm. (N2+N3).

R = Rechazo, la cuchara no penetra y rebota con los golpes del martinete.



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

### 1.3.5. Presiómetros de Menard

## ENSAYO PRESIOMÉTRICO

### Determinación del Módulo Presiométrico y de las Presiones Límite y de Fluencia

#### DATOS

Proyecto	<b>ESTADIO MUNICIPAL DE COLLAO</b>		
Sondaje	<b>S-3</b>		
Profundidad	<b>8,50</b>	[m]	
Cotas cámara de ensayo	<b>8,00-9,00</b>	[m]	
Fecha	15-09-2010		
Número ensayo	1		

Sonda : CPV 1009

Calibración : 13-09-10 (1) L=33m (Aire); 14-09-10 (1) L=33m (Tubo)

#### DATOS DE ENSAYO

Razón de Poisson		v:	0,33
Volumen Corregido	Inicio fase pseudo-elástica	V0:	308,80 (cm <sup>3</sup> )
Volumen Corregido	Final fase pseudo-elástica	Vf:	399,20 (cm <sup>3</sup> )
Presión Corregida	Inicio fase pseudo-elástica	Po:	0,80 (bar)
Presión Corregida	Final fase pseudo-elástica	Pf:	2,70 (bar)
Variación de Presión		ΔP:	1,90 (bar)
Variación de Volumen		ΔV:	90,40 (cm <sup>3</sup> )
Deformación Volumétrica		Vm:	354,00 (cm <sup>3</sup> )
		Vs:	431,00 (cm <sup>3</sup> )
		Vc:	182,33 (cm <sup>3</sup> )

#### RESULTADOS

Presión Límite	Pl =	4,4 (bar)
Presión de Fluencia	Pf =	2,7 (bar)
Módulo Presiométrico	Em =	43,9 (bar)

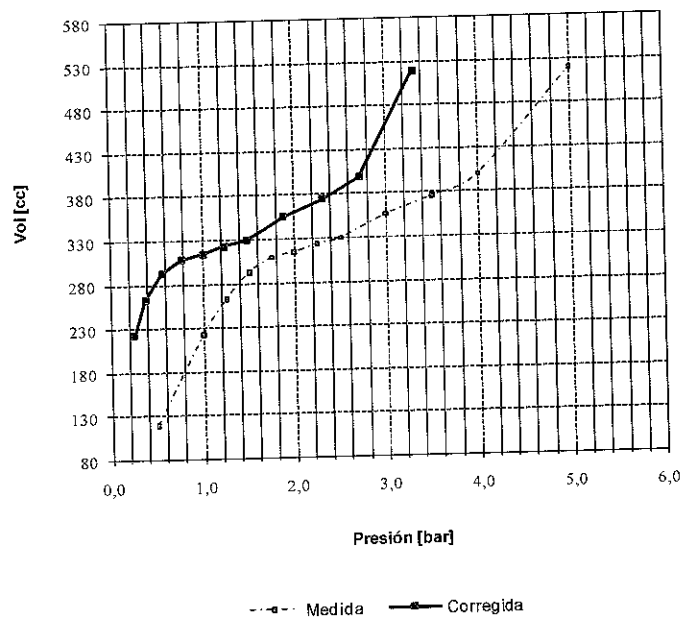


**fcfm**

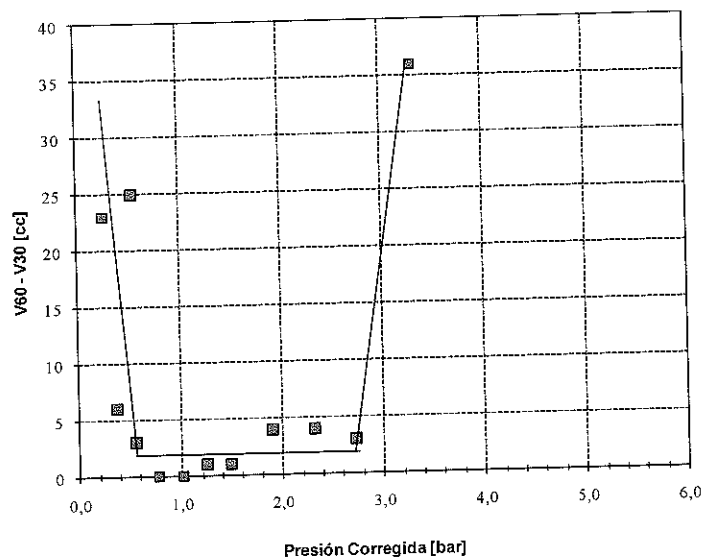
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

**Idiem**  
UN SIGLO DE CONFIANZA Y RESPALDO

**PRESIOMETRO MENARD**  
**Proyecto ESTADIO MUNICIPAL CONCEPCION**  
**Sondaje: S-3 Prof. Ensayo: 08.50m.**



**DIAGRAMA DE FLUENCIA**  
**Proyecto ESTADIO MUNICIPAL CONCEPCION**  
**Sondaje: S-3 Prof. Ensayo: 08.50 m.**

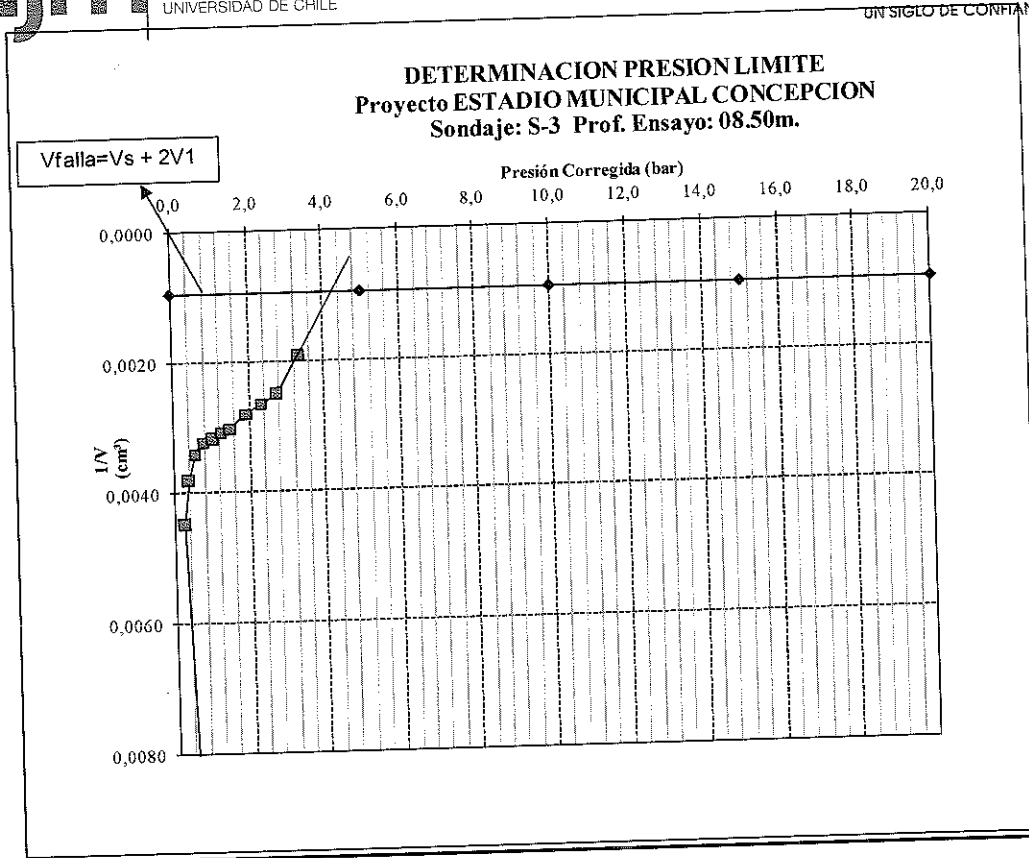


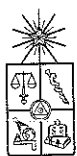


**fcfm**

FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

**Idiem**  
UN SIGLO DE CONFIANZA Y RESPALDO





FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



## ENSAYO PRESIOMÉTRICO

### Determinación del Módulo Presiométrico y de las Presiones Límite y de Fluencia

#### DATOS

Proyecto	<b>ESTADIO MUNICIPAL DE COLLAO</b>	
Sondaje	<b>S-3</b>	
Profundidad	<b>10,00</b>	[m]
Cotas cámara de ensayo	<b>9,55-10,55</b>	[m]
Fecha	15-09-2010	
Número ensayo	2	

Calibración : 13-09-10 (1) L=33m (Aire); 14-09-10 (1) L=33m (Tubo)  
Sonda : CPV 1009

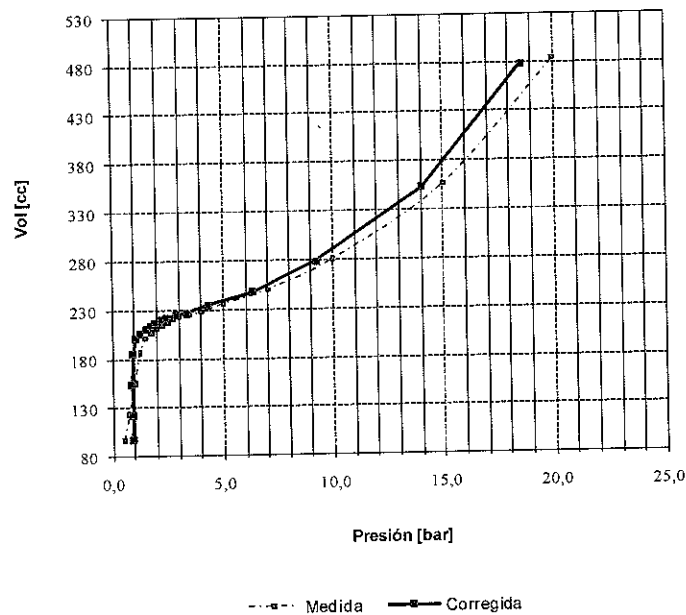
#### DATOS DE ENSAYO

Razón de Poisson		v:	0,33
Volumen Corregido	Inicio fase pseudo-elástica	V0:	206,60 (cm <sup>3</sup> )
Volumen Corregido	Final fase pseudo-elástica	Vf:	353,00 (cm <sup>3</sup> )
Presión Corregida	Inicio fase pseudo-elástica	Po:	1,30 (bar)
Presión Corregida	Final fase pseudo-elástica	Pf:	9,00 (bar)
Variación de Presión		ΔP:	7,70 (bar)
Variación de Volumen		ΔV:	146,40 (cm <sup>3</sup> )
Deformación Volumétrica		Vm:	279,80 (cm <sup>3</sup> )
		Vs:	431,00 (cm <sup>3</sup> )
		Vc:	182,33 (cm <sup>3</sup> )

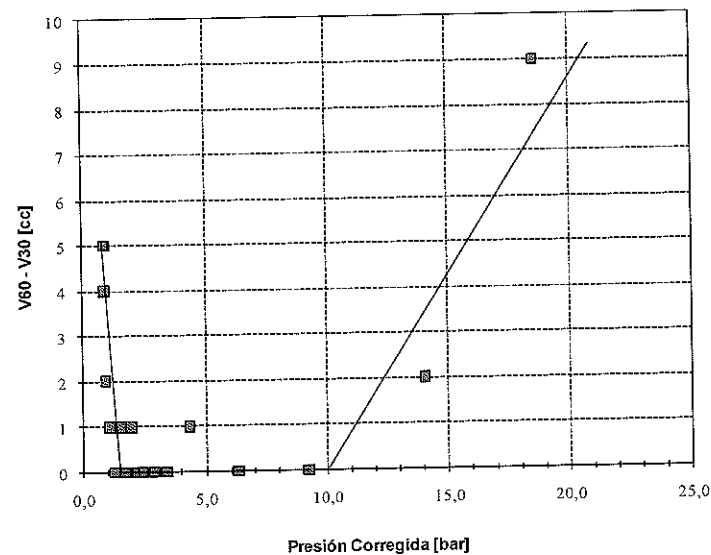
#### RESULTADOS

Presión Límite	Pl =	24,0 (bar)
Presión de Fluencia	Pf =	9,0 (bar)
Módulo Presiométrico	Em =	99,4 (bar)

**PRESIOMETRO MENARD**  
**Proyecto ESTADIO MUNICIPAL CONCEPCION**  
**Sondaje: S-3 Prof. Ensayo: 10.00m.**



**DIAGRAMA DE FLUENCIA**  
**Proyecto ESTADIO MUNICIPAL CONCEPCION**  
**Sondaje: S-3 Prof. Ensayo: 10.00 m.**





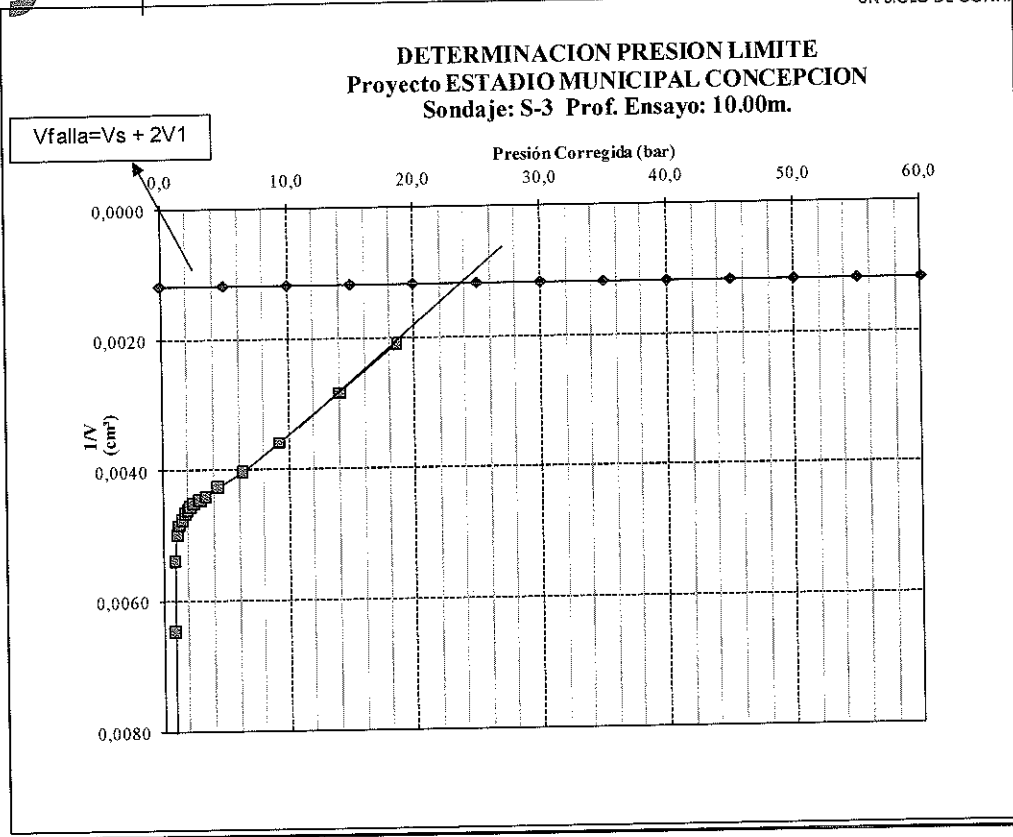


**fcfm**

FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

**Idiem**

UN SIGLO DE CONFIANZA Y RESPALDO





FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



## **ENSAYO PRESIOMÉTRICO**

### **Determinación del Módulo Presiométrico y de las Presiones Límite y de Fluencia**

#### **DATOS**

Proyecto	<b>ESTADIO MUNICIPAL DE COLLAO</b>		
Sondaje	<b>S-3</b>		
Profundidad	<b>11,50</b>	[m]	
Cotas cámara de ensayo	<b>10,05-12,05</b>	[m]	
Fecha	15-09-2010		
Número ensayo	3		

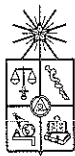
Calibración : 13-09-10 (1) L=33m (Aire); 14-09-10 (1) L=33m (Tubo)  
Sonda : CPV 1009

#### **DATOS DE ENSAYO**

Razón de Poisson		v:	0,33
Volumen Corregido	Inicio fase pseudo-elástica	V0:	224,70 (cm <sup>3</sup> )
Volumen Corregido	Final fase pseudo-elástica	Vf:	312,00 (cm <sup>3</sup> )
Presión Corregida	Inicio fase pseudo-elástica	Po:	1,00 (bar)
Presión Corregida	Final fase pseudo-elástica	Pf:	2,50 (bar)
Variación de Presión		ΔP:	1,50 (bar)
Variación de Volumen		ΔV:	87,30 (cm <sup>3</sup> )
Deformación Volumétrica		Vm:	268,35 (cm <sup>3</sup> )
		Vs:	431,00 (cm <sup>3</sup> )
		Vc:	182,33 (cm <sup>3</sup> )

#### **RESULTADOS**

Presión Límite	Pl =	5,0 (bar)
Presión de Fluencia	Pf =	2,5 (bar)
Módulo Presiométrico	Em =	32,0 (bar)



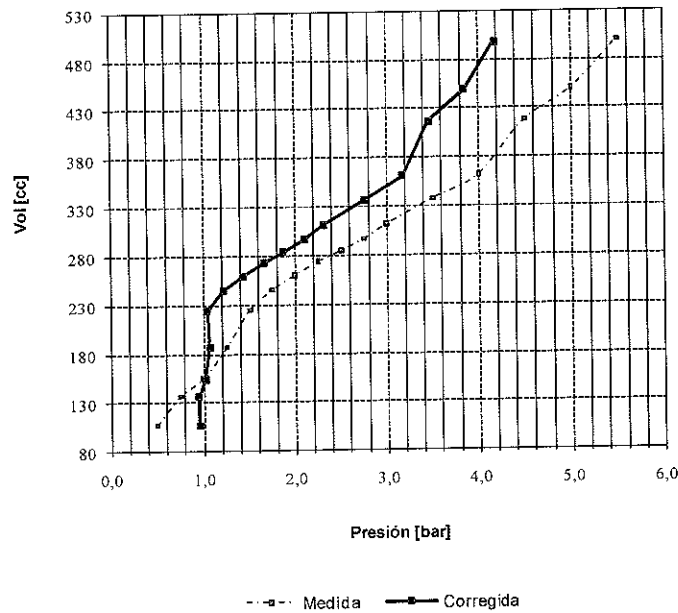
**fcfm**

FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

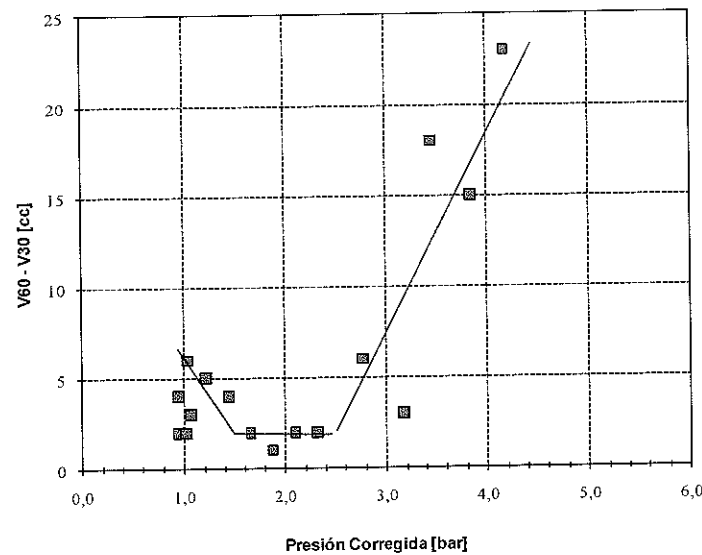
**Idiem**

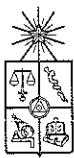
UN SIGLO DE CONFIANZA Y RESPALDO

**PRESIOMETRO MENARD**  
**Proyecto ESTADIO MUNICIPAL CONCEPCION**  
**Sondaje: S-3 Prof. Ensayo: 11.50m.**



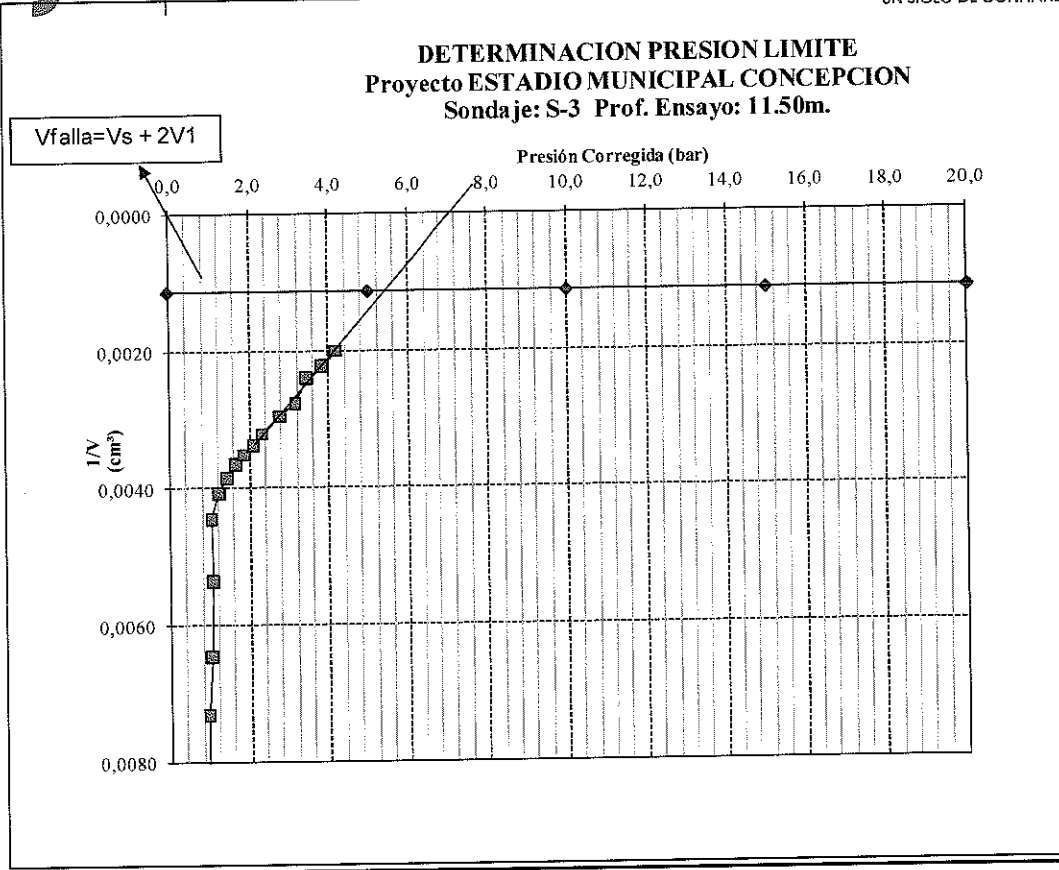
**DIAGRAMA DE FLUENCIA**  
**Proyecto ESTADIO MUNICIPAL CONCEPCION**  
**Sondaje: S-3 Prof. Ensayo: 11.50 m.**





FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

**Idiem**  
UN SIGLO DE CONFIANZA Y RESPALDO





FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

#### 1.4. Sondaje N°4



##### 1.4.1. Estratigrafía

Proyecto : **Estadio Municipal de Concepción**  
 Inicio : 27-08-10  
 Fin : 29-08-10  
 Coordenadas : E: 676.373,825 / N: 5.923.850,018 Datum: WGS 84  
 Cota : 100,198

N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción estratigráfica
1	0,00 – 0,05	0,05	Capa vegetal.
2	0,05 – 0,95	0,90	Relleno artificial compuesto por arena limosa, gravas, trozos de ladrillos, color gris café oscuro, plasticidad baja, compacidad suelta.
3	0,95 – 5,00	4,05	Arena fina, color gris oscuro, estructura homogénea, compacidad baja, humedad media.
4	5,00 – 6,45	1,45	Arena fina de color gris oscuro, con gravas de cantos angulares intercaladas y tamaño máximo 1", compacidad densa, humedad alta.
5	6,45 – 7,80	1,35	Arena muy fina de color gris oscuro, estructura homogénea, compacidad densa, humedad alta.
6	7,80 – 8,95	1,15	Arena muy fina de color gris negruzco, estructura homogénea, compacidad media, humedad alta. Se observa resto de materia orgánica.
7	8,95 – 9,85	0,90	Arcilla limosa de color gris oscuro, plasticidad media, consistencia media, humedad alta.
8	9,85 – 10,00	0,15	Limo algo arenoso micáceo, con algo de materia orgánica, color negruzco, plasticidad media a baja, consistencia media, humedad alta, olor orgánico.
9	10,00 – 10,55	0,55	Arena fina algo micácea, color gris oscuro, compacidad densa, humedad alta.



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



Proyecto : **Estadio Municipal de Concepción (CONT. ESTRATIGRAFÍA)**  
 Inicio : 27-08-10  
 Fin : 29-08-10  
 Coordenadas : E: 676.373,825 / N: 5.923.850,018 Datum: WGS 84  
 Cota : 100,198

Nº	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción estratigráfica
10	10,55 – 11,00	0,45	Arena fina con lente intercalado de limo, color gris oscuro, compacidad muy densa, humedad alta.
11	11,05 – 11,55	0,50	Arena fina limpia, color negruzco, compacidad muy densa, humedad alta.
12	11,55 – 12,00	0,45	Arena fina color gris oscuro, con partículas blancas tipo conchuela, compacidad densa, humedad alta.

#### 1.4.2. Resumen de muestreo y operación

**Sondaje: Nº4/ ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION**

[illegible]Observaciones:

HQ3 : Muestreador HQ3.

SPT : Ensayo de penetración.

CA : Casing Advancer.

NQ3 : Muestreador NQ3.

BQ : Muestreador BQ

PW : Revestimiento PW

S/M : Sin muestra

SHELBY: Muestra tubo pared delgada

CZ : Corona Zapata

CE : Cuchara española

HW : Revestimiento HW

CL : Cuchara Limpiadora.

### 1.4.3. Control de napa interior sondaje

**Sondaje: Nº4/ ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION**

[illegible]

**Observaciones generales:**

Control del nivel de agua al interior del sondaje post período de perforación.

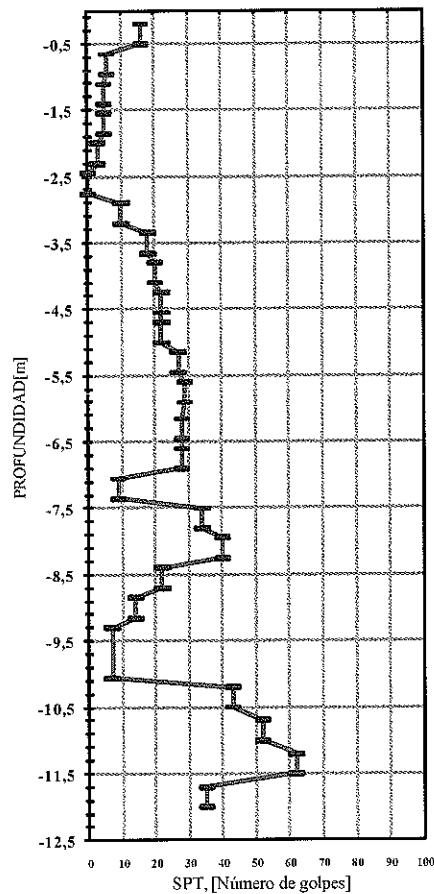


#### 1.4.4. Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

### ENSAYO DE PENETRACION STANDARD

ASTM D 1586-84 (Reapproved 1992)

Proyecto ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION  
Sondaje S-4

[illegible][illegible]

Observaciones:

N1 = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los primeros 15 cm. Iniciales.

N2 = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los segundos 15 cm. Intermedio.

N3 = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los terceros 15 cm. Finales.

Nf = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los últimos 30 cm. (N2+N3).

R = Rechazo, la cuchara no penetra y rebota con los golpes del martinete.

**1.5. Sondaje N°5****1.5.1. Estratigrafía**

Proyecto : **Estadio Municipal de Concepción**  
 Inicio : 06-09-10  
 Fin : 08-09-10  
 Coordenadas : E: 676.351,267 / N: 5.923.741,827 Datum: WGS 84  
 Cota : 100,296

N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción estratigráfica
1	0,00 – 0,05	0,05	Capa vegetal.
2	0,05 – 1,55	1,50	Relleno artificial compuesto por arena algo limosa, trozos de ladrillos, color variado, compacidad media.
3	1,55 – 2,50	0,95	Arena muy fina algo limosa, color gris oscuro, plasticidad baja a nula, estructura homogénea, compacidad media, humedad media.
4	2,50 – 3,85	1,35	Arena muy fina, color gris oscuro, estructura homogénea, compacidad densa, humedad alta.
5	3,85 – 4,00	0,15	Limo algo arenoso de color café oscuro, plasticidad baja, consistencia media, estructura homogénea, humedad alta.
6	4,00 – 5,25	1,25	Arena muy fina algo limosa, color café oscuro, plasticidad nula, estructura homogénea, humedad saturada.
7	5,25 – 5,55	0,30	Arena fina de color gris oscuro, estructura homogénea, compacidad densa, humedad saturada.
8	5,55 – 6,55	1,00	Arena muy fina, algo micácea, color gris café, compacidad suelta, humedad alta a saturada.
9	6,55 – 7,00	0,45	Arena fina de color gris oscuro, estructura homogénea, compacidad suelta, humedad saturada.

Proyecto : **Estadio Municipal de Concepción (CONT. ESTRATIGRAFIA)**  
 Inicio : 27-08-10  
 Fin : 29-08-10  
 Coordenadas : E: 676.351,267 / N: 5.923.741,827 Datum: WGS 84  
 Cota : 100,296

Nº	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción estratigráfica
10	7,00 – 8,55	1,55	Arena fina de color gris oscuro, con gravas intercaladas de 1", de cantos angulares, compacidad muy densa, humedad alta.
11	8,55 – 8,75	0,20	Arena fina, algo micácea, color gris café, estructura homogénea, compacidad muy densa, humedad alta.
12	8,75 – 9,35	0,60	Arena fina, algo micácea, color gris oscuro, estructura homogénea, compacidad muy densa, humedad alta.
13	9,55 – 10,15	0,60	Limo algo micáceo, color gris oscuro, plasticidad media a alta, estructura homogénea, consistencia media, humedad alta, olor orgánico.
14	10,15 – 10,40	0,25	Arena media a gruesa, cuarzosa, color gris oscuro, estructura homogénea, compacidad densa, humedad alta.
15	10,40 – 11,85	1,45	Arena media a gruesa, cuarzosa, color gris amarillo, estructura homogénea, compacidad densa, humedad alta. Se observan partículas de mica.
16	11,85 – 12,10	0,25	Arena fina a media, color negruzco, estructura homogénea, compacidad densa, humedad alta. Se observan granos de arena gruesa, intercalados.

### 1.5.2. Resumen de muestreo y operación

**Sondaje: Nº5/ ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION**

[illegible]

Observaciones:

HQ3 : Muestreador HQ3.

SPT : Ensayo de penetración.

CA : Casing Advancer.

NQ3 : Muestreador NQ3.

BQ : Muestreador BQ

PW : Revestimiento PW

S/M : Sin muestra

SHELBY: Muestra tubo pared delgada

CZ : Corona Zapata

CE : Cuchara española

HW : Revestimiento HW

CL : Cuchara Limpiadora.

### 1.5.3. Control de napa interior sondaje

**Sondaje: N°5/ ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION**

[illegible]

**Observaciones generales:**

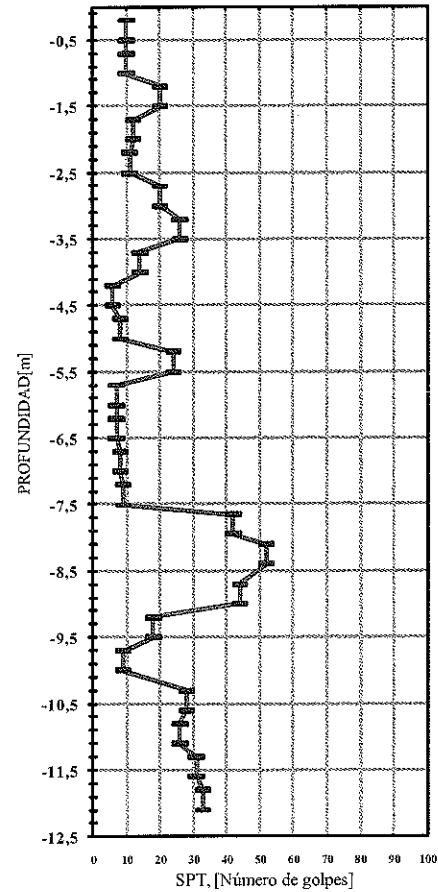
Control del nivel de agua al interior del sondaje durante y post período de perforación.

#### 1.5.4. Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

## ENSAYO DE PENETRACION STANDARD

ASTM D 1586-84 (Reapproved 1992)

Proyecto	ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION
Sondaje	S-5

[illegible][illegible]

Observaciones:

N1 = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los primeros 15 cm. Iniciales.

N2 = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los segundos 15 cm. Intermedio.

N3 = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los terceros 15 cm. Finales.

Nf = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los últimos 30 cm. (N2+N3).

R = Rechazo, la cuchara no penetra y rebota con los golpes del martinete.

## 1.6. Sondaje N°6

### 1.6.1. Estratigrafía

Proyecto : **Estadio Municipal de Concepción**  
 Inicio : 09-09-10  
 Fin : 10-09-10  
 Coordenadas : E: 676.300,176 / N: 5.923.666,665 Datum: WGS 84  
 Cota : 100,109

N°	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción estratigráfica
1	0,00 – 1,20	1,20	Relleno compuesto por una capa de maicillo inicial (entre 0.05m y 0.10m) , para luego encontrar mezclas de maicillo, arena y algo de arcillas, color amarillento. Compacidad media, humedad media. Se observan trozos de ladrillos y gravas.
2	1,20 – 4,10	2,90	Arena muy fina, limosa, color gris oscuro, plasticidad baja a nula, compacidad media, humedad media, estructura homogénea. Se observa una grava de canto redondeado de $\frac{3}{4}$ ".
3	4,10 – 4,50	0,40	Limo color café oscuro, compacidad baja, estructura homogénea, humedad alta, plasticidad baja.
4	4,50 – 5,00	0,50	Arena limosa de color café oscuro, compacidad media, estructura heterogénea, humedad alta.
5	5,00 – 6,75	1,75	Arena muy fina, algo limosa, color café oscuro, compacidad densa, estructura homogénea, humedad alta. Se observan partículas de mica.
6	6,75 – 7,30	0,55	Limo arenoso, color café oscuro, plasticidad media a baja, estructura homogénea, compacidad muy baja.
7	7,30 – 8,00	0,70	Limo, color café oscuro, plasticidad media, consistencia consistente, estructura homogénea.
8	8,00 – 8,85	0,85	Arena fina, color café oscuro, compacidad media, plasticidad baja a nula, estructura homogénea.
9	8,85 – 9,30	0,45	Arena fina de color gris negruzco, algo limosa, estructura homogénea, compacidad suelta, humedad saturada.



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



UN SIGLO DE CONFIANZA Y RESPALDO

Proyecto : **Estadio Municipal de Concepción (CONT. ESTRATIGRAFÍA)**  
 Inicio : 09-09-10  
 Fin : 10-09-10  
 Coordenadas : E: 676.300,176 / N: 5.923.666,665 Datum: WGS 84  
 Cota : 100,109

Nº	Cotas Límites (m)	Espesor (m)	Descripción estratigráfica
10	9,30 – 9,85	0,55	Arena media, color gris oscuro, compacidad densa, plasticidad nula, estructura homogénea con presencia de una pequeña gravilla de color blanco.
11	9,85 – 11,80	1,95	Arena media color gris negruzco, compacidad media, plasticidad nula, estructura homogénea.





### 1.6.2. Resumen de muestreo y operación

**Sondaje: Nº6/ ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION**

[illegible]

## Observaciones:

HQ3 : Muestreador HQ3.

SPT : Ensayo de penetración.

CA : Casing Advancer.

NQ3 : Muestreador NQ3.

BQ : Muestreador BQ

PW : Revestimiento PW

S/M : Sin muestra

SHELBY: Muestra tubo pared delgada

CZ : Corona Zapata

CE : Cuchara española

HW : Revestimiento HW

CL : Cuchara Limpiadora.

Sondaje: N°6/ ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION

[illegible]

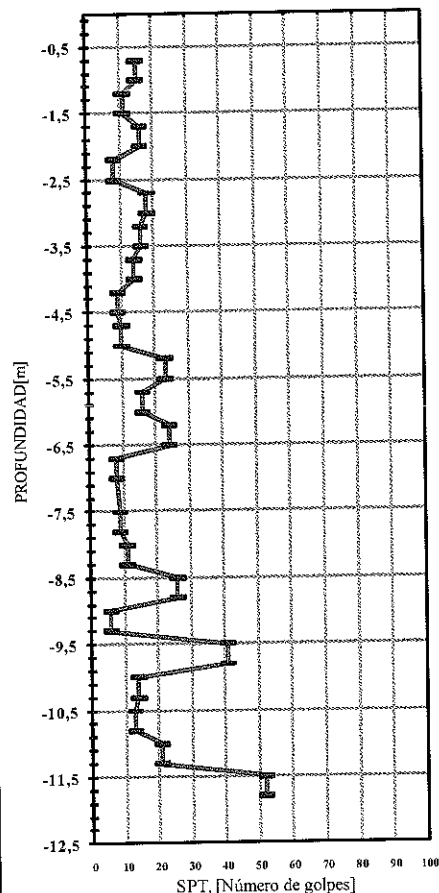
Control del nivel de agua al interior del sondeaje post período de perforación.

#### 1.6.4. Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

### ENSAYO DE PENETRACION STANDARD

**ASTM D 1586-84 (Reapproved 1992)**

Proyecto	ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION, VIII REGION
Sondaje	S-6

[illegible]

Observaciones:

N1 = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los primeros 15 cm. Iniciales.

N2 = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los segundos 15 cm. Intermedio.

N3 = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los terceros 15 cm. Finales.

Nf = Número de golpes necesario para que la CUCHARA NORMAL avance los últimos 30 cm. (N2+N3).

R = Rechazo, la cuchara no penetra y rebota con los golpes del martinete.



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



SIP - INFORME

INFORME N° 644.420 - A

**ANEXO C : CERTIFICADOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

**MECÁNICA DE SUELOS**

**REVISIÓN 0**

SECCIÓN INGENIERIA Y PROSPECCIONES GEOTECNICAS		REF.: SIP.PRE.344/09	EJEMPLAR N°: 0	N° DE PÁGINAS: 26
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	DESTINATARIO:	
Sección Laboratorio Geotecnia	Roberto Olguín P.	Iván Bejarano B.	Ilustre Municipalidad de Concepción	
FECHA : 03 / 11 / 2010	FECHA: 03/ 11 / 2010	FECHA: 03 / 11 / 2010	FECHA: 04 / 11 / 10	

## **INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° 644.420-A DE MECANICA DE SUELOS**

Inscripción MINVU Res. Ex. N° 9111 del 21 de Diciembre del 2009

Inscripción MINVU Res. Ex. N° 5588 del 07 de Septiembre del 2010

<b>PROYECTO</b>	: ESTUDIO DE INGENIERIA ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
<b>Orden de Trabajo</b>	: 58-0000355-10-00
<b>Cliente</b>	: ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE CONCEPCION
<b>Dirección</b>	: O'HIGGINS 525, CONCEPCIÓN, VIII REGIÓN
<b>Destinatario</b>	: CARLOS MARIANGEL SANCHEZ
<b>Fecha Muestreo</b>	: 30 de Agosto al 12 de Septiembre de 2010
<b>Lugar de Muestreo</b>	: Estadio Municipal de Concepción (Técnico Germán Quintana)
<b>Fecha Recepción de Muestras</b>	: 21 de Septiembre de 2010
<b>Lugar de Ensayo</b>	: Plaza Ercilla N° 883, Santiago Centro.
<b>Fecha Inicio Trabajo</b>	: 14 de Octubre de 2010
<b>Fecha Término Trabajo</b>	: 28 de Octubre de 2010
<b>Fecha Emisión</b>	: 03 de Noviembre de 2010
<b>N° de Páginas</b>	: 26

### **1. Antecedentes Utilizados**

Informe de ensayos realizados según los siguientes documentos recibidos por la Sección Laboratorio de Geotecnia

- Aceptación de presupuesto SLG.PRE.AC

De acuerdo a esto, se ejecutaron los siguientes ensayos:

- |                       |                               |
|-----------------------|-------------------------------|
| - Granulometría       | - Proctor Modificado          |
| - Límite de Atterberg | - Densidad In-Situ            |
| - Clasificación USCS  | - Capacidad de soporte CBR    |
| - Peso Específico     | - Triaxial CIU probeta 5x10cm |

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM.  
Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 1 de 26



## 2. Identificación de muestras recepcionadas y ensayadas.

Las muestras recepcionadas y ensayadas corresponden al detalle indicado en la tabla N°1.  
La identificación fue dada por IDIEM, dado que la muestra ingreso sin nombre por parte del cliente. La toma de muestra se realizó según SLG-PP-01.

Tabla N°1.- Muestras recepcionadas y ensayadas

Identificación de Muestra	Calicata [N°]	Cotas [m]	Tipo	Recibida	Ensayada
C1-M1	---	1.67-1.82	P	X	X
C1-M2	---	1.50-1.65	P	X	X
C1-M3	---	3.94-4.40	NP	X	X
C1-M4	---	4.01-4.21	NP	X	X
C2-M1	---	1.80-1.95	P	X	X
C2-M2	---	1.80-1.95	P	X	X
C2-M3	---	3.86-4.01	P	X	X
C2-M4	---	3.86-4.01	P	X	X
C3-M1	---	1.60-1.75	P	X	X
C3-M2	---	1.60-1.75	P	X	X
C3-M3	---	2.90-3.05	P	X	X
C3-M4	---	2.90-3.05	P	X	X
C3-M5	---	3.40-3.55	P	X	X
C3-M6	---	3.40-3.60	P	X	X
C3-M8	---	3.77-3.97	NP	X	X
C3-M9	---	3.67-3.87	NP	X	X
C4-M1	---	1.67-1.82	P	X	X
C4-M2	---	1.67-1.82	P	X	X
C4-M3	---	3.09-3.21	P	X	X
C4-M4	---	3.09-3.24	P	X	X

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM.  
Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 2 de 26


Identificación de Muestra	Calicata [N°]	Cotas [m]	Tipo	Recibida	Ensayada
C4-M5	---	3.45-3.60	P	X	X
C4-M6	---	3.45-3.60	P	X	X

La definición del tipo de muestras corresponde a:


- P: muestra perturbada
- NP: muestra no perturbada en bloque inalterado
- SH: muestra tubo Shelby
- CN: muestra cuchara normal
- CD: muestra corona diamantina

Las muestras son almacenadas por IDIEM hasta 15 días luego de emitido este informe. Posterior a este tiempo serán eliminadas, a menos que exista una solicitud escrita del cliente para su resguardo y la ejecución de ensayos adicionales por un tiempo determinado.

La Clasificación USCS, Densidad In-Situ y Triaxial CIU, no se encuentran en el alcance de la Acreditación Le-304

  
**Alejandra Sánchez T.**  
Jefe Sección Laboratorio  
Geotecnia –IDIEM



  
**Iván Bejarano B.**  
Jefe Área Geotecnia y Pavimentación  
Geotecnia –IDIEM

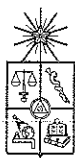
  
ETB/mip

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM. Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 3 de 26



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



# INFORME ENSAYOS DE CLASIFICACION DE MUESTRAS DE SUELO

Proyecto	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
Inf. Ensaye	Nº 644.420-A
Orden de Trabajo	58-0000355-10-00
Fecha Inicio	14-10-2010
Fecha Término	28-10-2010

## IDENTIFICACION.

Muestra	Nº
Cota	[m]

C1-M2	C1-M3	C2-M2	C2-M4
(1,50-1,65)	(3,94-4,40)	(1,80-1,95)	(3,86-4,01)

Partículas sobre 3"	[%]
---------------------	-----

0,0	0,0	0,0	0,0
-----	-----	-----	-----

## GRANULOMETRIA.

Tamaño de Partícula, mm	Designación Malla o Criba
63,500	2 1/2"
50,800	2"
38,100	1 1/2"
25,400	1"
19,000	3/4"
9,520	3/8"
4,760	Nº 4
2,000	Nº 10
0,840	Nº 20
0,420	Nº 40
0,250	Nº 60
0,106	Nº 140
0,074	Nº 200

% en peso que pasa			
100,0			
99,9			
99,7		100,0	
99,0	100,0	99,9	100,0
97,8	99,9	99,7	99,8
95,2	98,7	97,5	98,8
86,4	85,9	81,9	90,5
47,8	21,9	23,5	31,1
31,2	11,3	14,8	16,7

Límite Líquido
Límite Plástico
Índice de Plasticidad

-	-	-	-
-	-	-	-
NP	NP	NP	NP

Clasificación USCS
--------------------

SM	SP-SM	SM	SM
----	-------	----	----

## Referencias

1. Granulometría según SLG-PP-05 basado en 8.102.1 Suelos: Método para determinar la granulometría (LNV 105)
2. Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad según SLG-PP-08 basado en ASTM D4318-05
3. Muestras preparadas en la determinación de los Límites de Atterberg fue preparada húmeda.
4. Límite líquido realizado por método mecánico.
5. Clasificación USCS basado en SLG-PP-13 basado en ASTM D2487-06 e1.

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM. Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe Nº 644.420-A

Página 4 de 26



**INFORME ENSAYOS DE CLASIFICACION DE MUESTRAS DE SUELO**

<b>Proyecto</b>	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
<b>Inf. Ensayo</b>	N° 644.420-A
<b>Orden de Trabajo</b>	58-0000355-10-00
<b>Fecha Inicio</b>	14-10-2010
<b>Fecha Término</b>	28-10-2010

**IDENTIFICACION.**

Muestra	N°
Cota	[m]

C3-M2	C3-M4	C3-M6	C3-M9
(1,60-1,75)	(2,90-3,05)	(3,40-3,60)	(3,67-3,87)

Partículas sobre 3"	[%]
---------------------	-----

0,0	0,0	0,0	0,0
-----	-----	-----	-----

**GRANULOMETRIA.**

Tamaño de Partícula, mm	Designación Malla o Criba
63,500	2 1/2"
50,800	2"
38,100	1 1/2"
25,400	1"
19,000	3/4"
9,520	3/8"
4,760	N° 4
2,000	N° 10
0,840	N° 20
0,420	N° 40
0,250	N° 60
0,106	N° 140
0,074	N° 200

% en peso que pasa			
	100,0	100,0	
100,0	99,9	99,8	
99,8	99,8	99,7	100,0
99,3	99,7	99,4	99,9
98,5	99,2	98,9	99,5
92,0	89,5	92,2	86,0
67,3	53,1	64,0	45,4
24,4	13,9	20,9	11,5
14,7	8,6	13,4	7,4

Límite Líquido
Límite Plástico
Índice de Plasticidad

-	-	-	-
-	-	-	-
NP	NP	NP	NP

<b>Clasificación USCS</b>
---------------------------

<b>SM</b>	<b>SP-SM</b>	<b>SM</b>	<b>SP-SM</b>
-----------	--------------	-----------	--------------

**Referencias**

1. Granulometría según SLG-PP-05 basado en 8.102.1 Suelos: Método para determinar la granulometría (LNV 105)
2. Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad según SLG-PP-08 basado en ASTM D4318-05
3. Muestras preparadas en la determinación de los Límites de Atterberg fue preparada húmeda.
4. Límite líquido realizado por método mecánico.
5. Clasificación USCS basado en SLG-PP-13 basado en ASTM D2487-06 e1.

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM. Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 5 de 26

**INFORME ENSAYOS DE CLASIFICACION DE MUESTRAS DE SUELO**

<b>Proyecto</b>	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
<b>Inf. Ensaye</b>	Nº 644.420-A
<b>Orden de Trabajo</b>	58-0000355-10-00
<b>Fecha Inicio</b>	14-10-2010
<b>Fecha Término</b>	14-10-2010

**IDENTIFICACION.**

Muestra	Nº
Cota	[m]

C4-M2	C4-M4	C4-M6	
(1,67-1,82)	(3,09-3,24)	(3,45-3,60)	

Partículas sobre 3"	[%]
---------------------	-----

0,0	0,0	0,0	
-----	-----	-----	--

**GRANULOMETRIA.**

Tamaño de Partícula, mm	Designación Malla o Criba
63,500	2 1/2"
50,800	2"
38,100	1 1/2"
25,400	1"
19,000	3/4"
9,520	3/8"
4,760	Nº 4
2,000	Nº 10
0,840	Nº 20
0,420	Nº 40
0,250	Nº 60
0,106	Nº 140
0,074	Nº 200

% en peso que pasa			
		100,0	
100,0		99,6	
99,6		99,6	
99,3	100,0	99,3	
98,3	99,7	99,0	
96,8	99,5	98,4	
92,1	98,6	96,1	
80,6	88,0	82,9	
45,4	33,4	27,4	
31,6	21,6	15,8	

Límite Líquido
Límite Plástico
Índice de Plasticidad

-	-	-	
-	-	-	
NP	NP	NP	

<b>Clasificación USCS</b>
---------------------------

<b>SM</b>	<b>SM</b>	<b>SM</b>	
-----------	-----------	-----------	--

**Referencias**

1. Granulometría según SLG-PP-05 basado en 8.102.1 Suelos: Método para determinar la granulometría (LNV 105)
2. Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad según SLG-PP-08 basado en ASTM D4318-05
3. Muestras preparadas en la determinación de los Límites de Atterberg fue preparada húmeda.
4. Límite líquido realizado por método mecánico.
5. Clasificación USCS basado en SLG-PP-13 basado en ASTM D2487-06 e1.

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM. Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe Nº 644.420-A

Página 6 de 26

**INFORME DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO BAJO TAMIZ N° 4**

<b>Proyecto</b>	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
<b>Inf. Ensayo</b>	N° 644.420-A
<b>Orden de Trabajo</b>	58-0000355-10-00
<b>Fecha Inicio</b>	14-10-2010
<b>Fecha Término</b>	28-10-2010

**RESULTADOS DE ENSAYO**

Muestra	Cota [m]	Gs
C1-M2	(1,50-1,65)	2,77
C1-M3	(3,94-4,40)	2,78
C2-M2	(1,80-1,95)	2,78
C2-M4	(3,86-4,01)	2,78
C3-M2	(1,60-1,75)	2,78
C3-M4	(2,90-3,05)	2,77
C3-M6	(3,40-3,60)	2,77
C3-M9	(3,67-3,87)	2,79
C4-M2	(1,67-1,82)	2,76
C4-M4	(3,09-3,24)	2,78
C4-M6	(3,45-3,60)	2,77

**Referencias**

1. Determinación de Peso Específico bajo tamiz N° 4 según SLG-PP-09, basado en ASTM D854-06
2. Se utilizó el método seco para determinar el peso específico
3. El porcentaje de material que pasa el tamiz N° 4 es el indicado en el formulario de Clasificación USCS

**Observaciones**

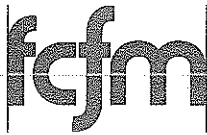
1. Peso específico informado a la temperatura de 20 °C
2. Se utilizó agua destilada en la ejecución del ensayo.

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM.  
Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 7 de 26



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



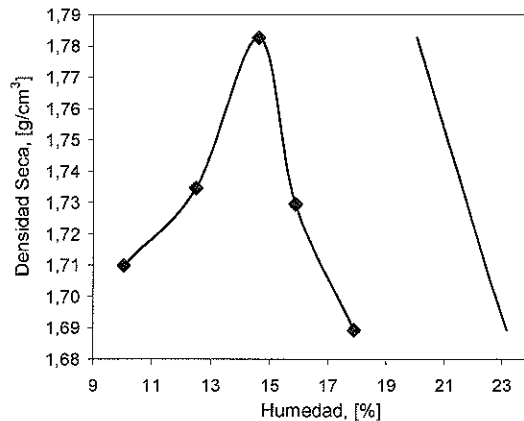
# **INFORME ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

<b>Proyecto</b>	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
<b>Inf. Ensayo</b>	Nº 644.420-A
<b>Orden de Trabajo</b>	58-0000355-10-00
<b>Fecha Inicio</b>	20-10-2010
<b>Fecha Término</b>	20-10-2010

<b>Muestra</b>	C1-M2 (1,50-1,65)
----------------	-------------------

## **ENSAYO**

Punto [Nº]	Densidad Húmeda [g/cm³]	Contenido Humedad [%]	Densidad Seca [g/cm³]	Humedad Saturación [%]
1	1,88	10,0	1,71	22,4
2	1,95	12,5	1,73	21,6
3	2,04	14,6	1,78	20,0
4	2,00	15,9	1,73	21,8
5	1,99	17,9	1,69	23,2



## **RESULTADOS**

D.M.C.S. [g/cm³]	1,78
Humedad óptima [%]	15,0
Peso específico	2,77

## **Referencias**

1. Proctor Modificado según SG-PP-17 basado en ASTM D1557-07

## **Observaciones**

1. Material acondicionado seco
2. Método de ensayo utilizado A
3. Porcentaje de material sobre 3/4" corresponde a 0%
4. Curva de saturación determinada con Gs bajo tamiz Nº4.
5. Peso específico determinado según ASTM D 854-06
6. La compactación es realizada con pisón manual

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM. Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe Nº 644.420-A

Página 8 de 26

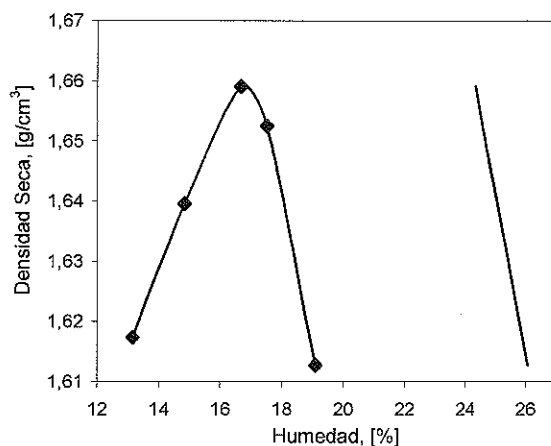
**INFORME ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

<b>Proyecto</b>	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
<b>Inf. Ensayo</b>	N° 644.420-A
<b>Orden de Trabajo</b>	58-0000355-10-00
<b>Fecha Inicio</b>	20-10-2010
<b>Fecha Término</b>	20-10-2010

<b>Muestra</b>	C2-M2 (1,80-1,95)
----------------	-------------------

**ENSAYO**

Punto [N°]	Densidad Húmeda [g/cm³]	Contenido Humedad [%]	Densidad Seca [g/cm³]	Humedad Saturación [%]
1	1,83	13,2	1,62	25,9
2	1,88	14,8	1,64	25,1
3	1,94	16,7	1,66	24,3
4	1,94	17,5	1,65	24,6
5	1,92	19,1	1,61	26,1



**RESULTADOS**

D.M.C.S.	[g/cm³]	1,66
Humedad óptima	[%]	17,0
Peso específico		2,78

**Referencias**

1. Proctor Modificado según SG-PP-17 basado en ASTM D1557-07

**Observaciones**

1. Material acondicionado seco
2. Método de ensayo utilizado A
3. Porcentaje de material sobre 3/4" corresponde a 0%
4. Curva de saturación determinada con Gs bajo tamiz N°4.
5. Peso específico determinado según ASTM D 854-06
6. La compactación es realizada con pisón manual

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM. Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 9 de 26

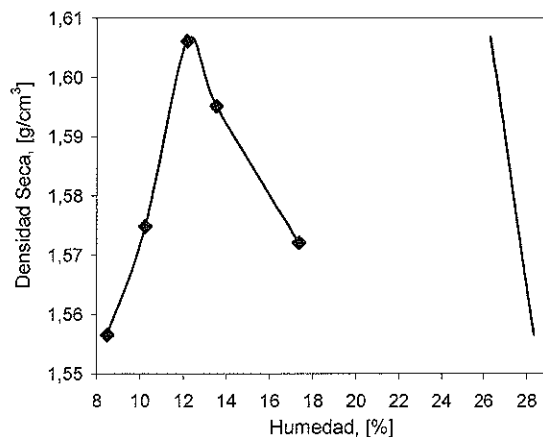
**INFORME ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

Proyecto	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
Inf. Ensayo	N° 644.420-A
Orden de Trabajo	58-0000355-10-00
Fecha Inicio	20-10-2010
Fecha Término	20-10-2010

Muestra	C2-M4 (3,86-4,01)
---------	-------------------

**ENSAYO**

Punto [N°]	Densidad Húmeda [g/cm³]	Contenido Humedad [%]	Densidad Seca [g/cm³]	Humedad Saturación [%]
1	1,69	8,5	1,56	28,3
2	1,74	10,3	1,57	27,6
3	1,80	12,2	1,61	26,4
4	1,81	13,5	1,60	26,8
5	1,84	17,4	1,57	27,7



**RESULTADOS**

D.M.C.S. [g/cm³]	1,61
Humedad óptima [%]	12,5
Peso específico	2,78

**Referencias**

1. Proctor Modificado según SG-PP-17 basado en ASTM D1557-07

**Observaciones**

1. Material acondicionado seco
2. Método de ensayo utilizado A
3. Porcentaje de material sobre 3/4" corresponde a 0%
4. Curva de saturación determinada con Gs bajo tamiz N°4.
5. Peso específico determinado según ASTM D 854-06
6. La compactación es realizada con pisón manual

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM. Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 10 de 26

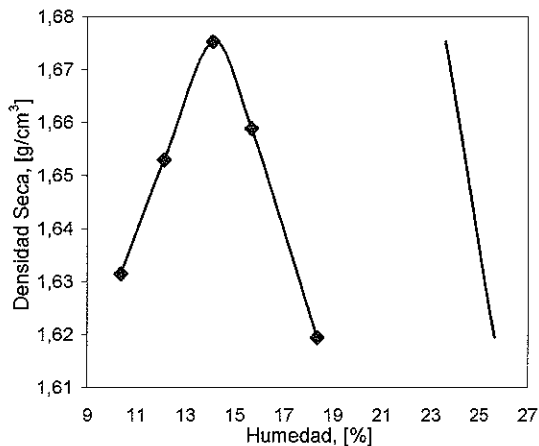
**INFORME ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

<b>Proyecto</b>	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
<b>Inf. Ensayo</b>	N° 644.420-A
<b>Orden de Trabajo</b>	58-0000355-10-00
<b>Fecha Inicio</b>	20-10-2010
<b>Fecha Término</b>	20-10-2010

<b>Muestra</b>	C3-M6 (3,40-3,60)
----------------	-------------------

**ENSAYO**

Punto [N°]	Densidad Húmeda [g/cm³]	Contenido Humedad [%]	Densidad Seca [g/cm³]	Humedad Saturación [%]
1	1,80	10,4	1,63	25,2
2	1,85	12,1	1,65	24,4
3	1,91	14,1	1,68	23,6
4	1,92	15,7	1,66	24,2
5	1,92	18,4	1,62	25,6



**RESULTADOS**

D.M.C.S. [g/cm³]	1,68
Humedad óptima [%]	14,5
Peso específico	2,77

**Referencias**

1. Proctor Modificado según SG-PP-17 basado en ASTM D1557-07

**Observaciones**

1. Material acondicionado seco
2. Método de ensayo utilizado A
3. Porcentaje de material sobre 3/4" corresponde a 0%
4. Curva de saturación determinada con Gs bajo tamiz N°4.
5. Peso específico determinado según ASTM D 854-06
6. La compactación es realizada con pisón manual

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM. Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 11 de 26



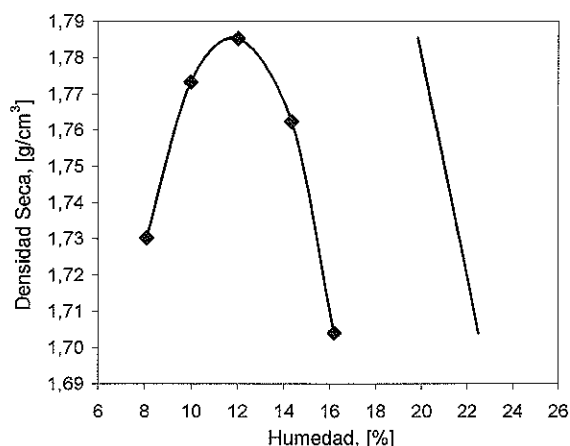
# INFORME ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

Proyecto	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
Inf. Ensaye	Nº 644.420-A
Orden de Trabajo	58-0000355-10-00
Fecha Inicio	20-10-2010
Fecha Término	20-10-2010

Muestra	C4-M2 (1,67-1,82)
---------	-------------------

## ENSAYO

Punto [Nº]	Densidad Húmeda [g/cm³]	Contenido Humedad [%]	Densidad Seca [g/cm³]	Humedad Saturación [%]
1	1,87	8,1	1,73	21,6
2	1,95	10,0	1,77	20,2
3	2,00	12,0	1,79	19,8
4	2,01	14,3	1,76	20,6
5	1,98	16,2	1,70	22,5



## RESULTADOS

D.M.C.S. [g/cm³]	1,79
Humedad óptima [%]	11,5
Peso específico	2,76

## Referencias

1. Proctor Modificado según SG-PP-17 basado en ASTM D1557-07

## Observaciones

1. Material acondicionado seco
2. Método de ensayo utilizado A
3. Porcentaje de material sobre 3/4" corresponde a 0%
4. Curva de saturación determinada con Gs bajo tamiz Nº4.
5. Peso específico determinado según ASTM D 854-06
6. La compactación es realizada con pisón manual

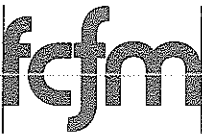
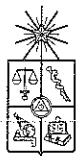
Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM. Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe Nº 644.420-A

Página 12 de 26





FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



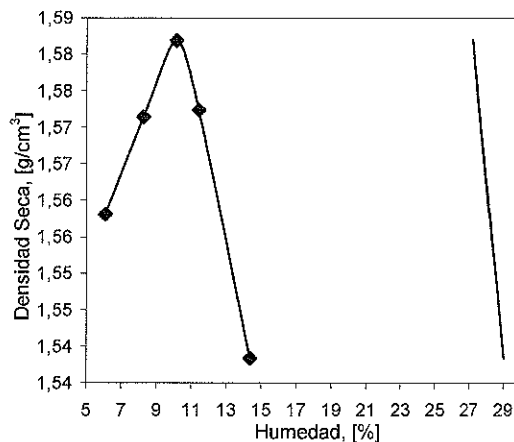
### INFORME ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

Proyecto	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
Inf. Ensayo	N° 644.420-A
Orden de Trabajo	58-0000355-10-00
Fecha Inicio	20-10-2010
Fecha Término	20-10-2010

Muestra	C4-M4 (3,09-3,24)
---------	-------------------

### ENSAYO

Punto [N°]	Densidad Húmeda [g/cm³]	Contenido Humedad [%]	Densidad Seca [g/cm³]	Humedad Saturación [%]
1	1,65	6,1	1,56	28,2
2	1,70	8,3	1,57	27,7
3	1,74	10,2	1,58	27,2
4	1,75	11,4	1,57	27,6
5	1,76	14,4	1,54	29,0



### RESULTADOS

D.M.C.S. [g/cm³]	1,58
Humedad óptima [%]	10,0
Peso específico	2,78

### Referencias

1. Proctor Modificado según SG-PP-17 basado en ASTM D1557-07

### Observaciones

1. Material acondicionado seco
2. Método de ensayo utilizado A
3. Porcentaje de material sobre 3/4" corresponde a 0%
4. Curva de saturación determinada con Gs bajo tamiz N°4.
5. Peso específico determinado según ASTM D 854-06
6. La compactación es realizada con pisón manual

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM. Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 13 de 26

**INFORME DENSIDADES DE TERRENO**

<b>Proyecto</b>	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
<b>Inf. Ensaye</b>	N° 644.420-A
<b>Orden de Trabajo</b>	58-0000355-10-00
<b>Fecha Inicio</b>	18-10-2010
<b>Fecha Término</b>	18-10-2010

**IDENTIFICACION**

<b>Densidad</b>	[N°]	1	2	3
<b>Fecha de control</b>		18-10-2010	18-10-2010	18-10-2010
<b>Ubicación</b>		C-1	C-2	C-2
<b>Espesor efectivo controlada</b>	[m]	0,15	0,15	0,15
<b>Cota</b>	[m]	(1,67-1,82)	(1,80-1,95)	(3,86-4,01)

**DENSIDAD DE TERRENO**

<b>Volumen controlado</b>	[cm³]	2326,4	2143,9	2393,9
<b>Densidad Húmeda</b>	[g/cm³]	1,680	1,573	1,723
<b>Humedad</b>	[%]	11,3	18,4	25,5
<b>Densidad Seca</b>	[g/cm³]	1,51	1,33	1,37
<b>Peso Especifico Volumétrico (sobretamaño)</b>		2,7	2,7	2,7
<b>Fracción sobre 3/4" (sobretamaño)</b>	[%]	0,00	0,00	0,00
<b>Densidad Seca Corregida</b>	[g/cm³]	1,51	1,33	1,37

**PROCTOR MODIFICADO**

<b>Densidad Seca Proctor</b>	[g/cm³]	-	-	-
<b>Humedad óptima</b>	[%]	-	-	-

**GRADO DE COMPACTACION**

<b>Referido a Proctor (sin corrección)</b>	[%]	-	-	-
<b>Referido a Proctor (con corrección)</b>	[%]	-	-	-

**Referencias**

1. Densidades de Terreno según SLG-PP-14 basado en ASTM D 1556 - 07
2. Peso Especifico Volumétrico según en SG-PP-10 basado en ASTM C127-04
3. Contenido de humedad determinado por método B

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM.  
Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 14 de 26

## INFORME DENSIDADES DE TERRENO

Proyecto	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
Inf. Ensaye	N° 644.420-A
Orden de Trabajo	58-0000355-10-00
Fecha Inicio	18-10-2010
Fecha Término	18-10-2010

### IDENTIFICACION

Densidad	[N°]	1	2	3
Fecha de control		18-10-2010	18-10-2010	18-10-2010
Ubicación		C-3	C-3	C-3
Espesor efectivo controlada	[m]	0,15	0,15	0,15
Cota	[m]	(1,690-1,75)	(2,90-3,05)	(3,40-3,55)

### DENSIDAD DE TERRENO

Volumen controlado	[cm³]	2056,1	2488,5	2326,4
Densidad Húmeda	[g/cm³]	1,519	1,593	1,750
Humedad	[%]	12,2	7,4	18,9
Densidad Seca	[g/cm³]	1,35	1,48	1,47
Peso Específico Volumétrico (sobretamaño)		2,7	2,7	2,7
Fracción sobre 3/4" (sobretamaño)	[%]	0,00	0,00	0,00
Densidad Seca Corregida	[g/cm³]	1,35	1,48	1,47

### PROCTOR MODIFICADO

Densidad Seca Proctor	[g/cm³]	-	-	-
Humedad óptima	[%]	-	-	-

### GRADO DE COMPACTACION

Referido a Proctor (sin corrección)	[%]	-	-	-
Referido a Proctor (con corrección)	[%]	-	-	-

### Referencias

1. Densidades de Terreno según SLG-PP-14 basado en ASTM D 1556 - 07
2. Peso Específico Volumétrico según en SG-PP-10 basado en ASTM C127-04
3. Contenido de humedad determinado por método B

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM.  
Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 15 de 26

**INFORME DENSIDADES DE TERRENO**

<b>Proyecto</b>	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
<b>Inf. Ensaye</b>	N° 644.420-A
<b>Orden de Trabajo</b>	58-0000355-10-00
<b>Fecha Inicio</b>	18-10-2010
<b>Fecha Término</b>	18-10-2010

**IDENTIFICACION**

Densidad	[N°]	1	2	3
Fecha de control		18-10-2010	18-10-2010	18-10-2010
Ubicación		C-4	C-4	C-4
Espesor efectivo controlada	[m]	0,15	0,15	0,15
Cota	[m]	(1,67-1,82)	(3,09-3,25)	(3,45-3,60))

**DENSIDAD DE TERRENO**

Volumen controlado	[cm³]	2077,8	2157,4	2468,2
Densidad Húmeda	[g/cm³]	1,401	1,773	1,932
Humedad	[%]	14,1	18,9	27,5
Densidad Seca	[g/cm³]	1,23	1,49	1,52
Peso Específico Volumétrico (sobretamaño)		2,7	2,7	2,7
Fracción sobre 3/4" (sobretamaño)	[%]	0,00	0,00	0,00
Densidad Seca Corregida	[g/cm³]	1,23	1,49	1,52

**PROCTOR MODIFICADO**

Densidad Seca Proctor	[g/cm³]	-	-	-
Humedad óptima	[%]	-	-	-

**GRADO DE COMPACTACION**

Referido a Proctor (sin corrección)	[%]	-	-	-
Referido a Proctor (con corrección)	[%]	-	-	-

**Referencias**

1. Densidades de Terreno según SLG-PP-14 basado en ASTM D 1556 - 07
2. Peso Específico Volumétrico según en SG-PP-10 basado en ASTM C127-04
3. Contenido de humedad determinado por método B

**Nota:**

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM.  
Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 16 de 26



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



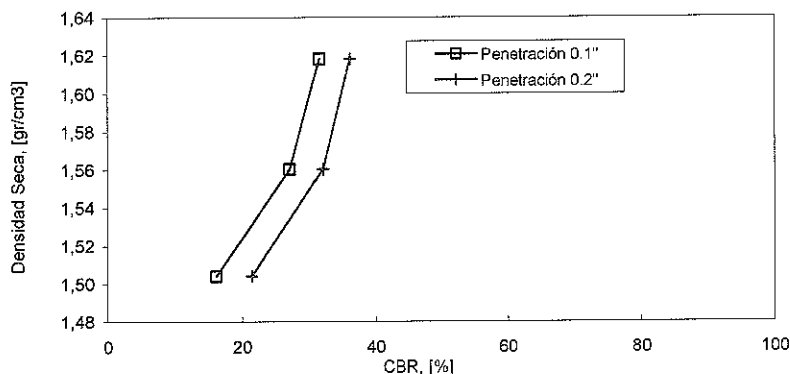
# INFORME ENSAYO CAPACIDAD DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

Proyecto	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
Inf. Ensayo	N° 644.420-A
Orden de Trabajo	58-0000355-10-00
Fecha Inicio	23-10-2010
Fecha Término	27-10-2010

Muestra	C2-M4 (3,86-4,01)
---------	-------------------

Molde	N°	Molde N° 1	Molde N° 2	Molde N° 3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Densidad Húmeda	[g/cm³]	1,81	1,75	1,69
Densidad Seca	[g/cm³]	1,62	1,56	1,50
Grado Compactación (*)	[%]	100	96	93
Humedad	[%]	12,0	12,2	12,4
Saturación Inicial	[%]	46,3	43,4	40,4
DESPUÉS DE LA INMERSIÓN				
Densidad Húmeda	[g/cm³]	1,96	1,93	1,90
Densidad Seca	[g/cm³]	1,62	1,56	1,50
Grado Compactación (*)	[%]	100	96	93
Humedad	[%]	21,5	24,1	26,1
Saturación Final	[%]	82,9	85,3	85,2
Hinchamiento	[%]	-0,1	-0,1	0,0

CBR para 0.1"	[%]	31,6	27,1	16,2
CBR para 0.2"	[%]	36,2	32,2	21,4



## Referencias

1. CBR según SG-PP-18 basado en ASTM D1883-05

## Observaciones

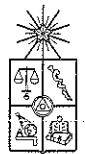
1. El ensayo fue realizado con material acondicionado seco y posteriormente sumergido.
2. Método empleado en la preparación de la muestra fue A según ASTM D 1557
3. Método de ensayo según Humedad Óptima según ASTM D 2216
4. Sobrecarga aplicada en el ensayo 5 kg.
5. Porcentaje de material sobre 3/4" corresponde a 0%
6. Saturación determinada con Gs bajo tamiz N°4.

## Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM. Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 17 de 26



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



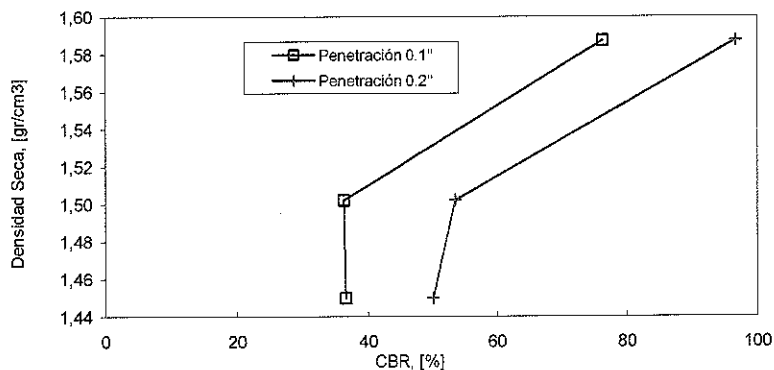
# INFORME ENSAYO CAPACIDAD DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

Proyecto	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
Inf. Ensaye	N° 644.420-A
Orden de Trabajo	58-0000355-10-00
Fecha Inicio	23-10-2010
Fecha Término	27-10-2010

Muestra	C4-M4 (3,09-3,24)
---------	-------------------

Molde	N°	Molde N° 1	Molde N° 2	Molde N° 3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Densidad Húmeda	[g/cm³]	1,74	1,65	1,60
Densidad Seca	[g/cm³]	1,58	1,50	1,45
Grado Compactación (*)	[%]	100	95	92
Humedad	[%]	9,9	10,0	10,3
Saturación Inicial	[%]	36,4	32,6	31,1
DESPUÉS DE LA INMERSIÓN				
Densidad Húmeda	[g/cm³]	1,87	1,79	1,70
Densidad Seca	[g/cm³]	1,59	1,50	1,45
Grado Compactación (*)	[%]	100	95	92
Humedad	[%]	18,2	19,5	17,5
Saturación Final	[%]	67,0	63,4	53,0
Hinchamiento	[%]	-0,2	-0,1	0,0

CBR para 0.1"	[%]	76,3	36,3	36,6
CBR para 0.2"	[%]	96,7	53,6	50,1



## Referencias

1. CBR según SG-PP-18 basado en ASTM D1883-05

## Observaciones

1. El ensayo fue realizado con material acondicionado seco y posteriormente sumergido.
2. Método empleado en la preparación de la muestra fue A según ASTM D 1557
3. Método de ensayo según Humedad Óptima según ASTM D 2216
4. Sobrecarga aplicada en el ensayo 5 kg.
5. Porcentaje de material sobre 3/4" corresponde a 0%
6. Saturación determinada con Gs bajo tamiz N°4.

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM. Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 18 de 26

**INFORME ENSAYO TRIAXIAL CIU (Según ASTM D4767-04)**

Proyecto	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
Inf. Ensaye	Nº 644.420-A
Orden de Trabajo	58-0000355-10-00
Fecha de Inicio	26-10-2010
Fecha de Término	26-10-2010
Muestra	C-1 M-3 (3,94-4,40)
Probeta	Nº 1

Altura Inicial de Confección	[cm]=	10,05
Diámetro Inicial de Confección	[cm]=	5,10
Variación Volumen drenado etapa consolidación	[cm³]=	1,20
Densidad Seca	[g/cm³]=	1,36
Humedad	[%]=	26,94
Contrapresión	[kg/cm²]=	4,00
Presión de Cámara	[kg/cm²]=	4,50
Velocidad Deformación Unitaria	[% / min]=	0,13

**Observaciones:**

$$q = (\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$$

$$p' = (\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$$

Ensaye efectuado en probeta REMOLDEADA  
y ensayada bajo condición saturada



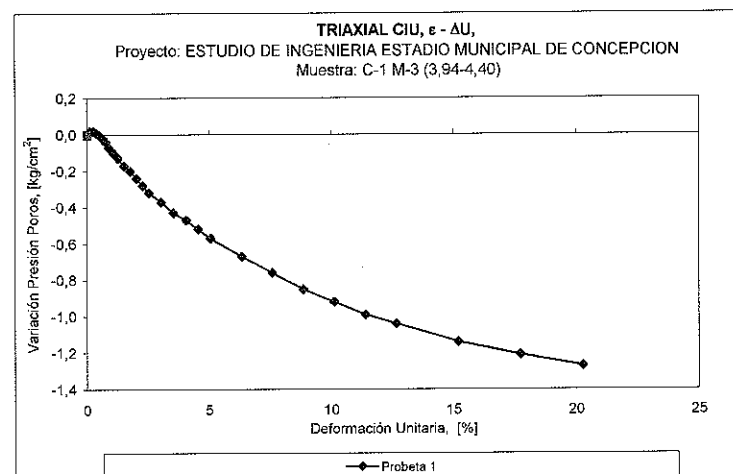
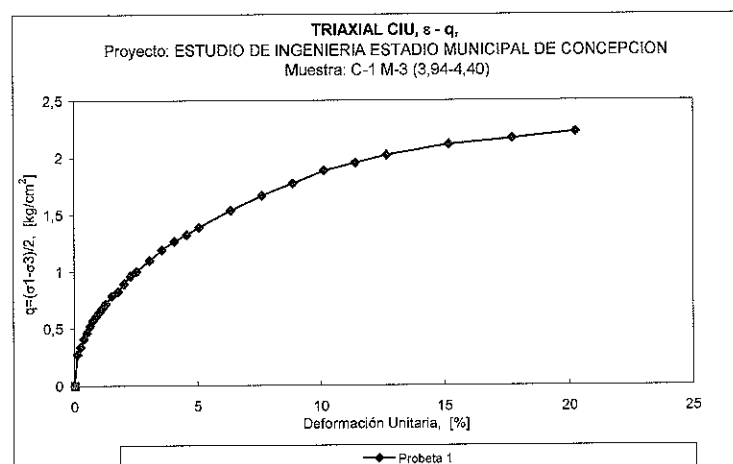
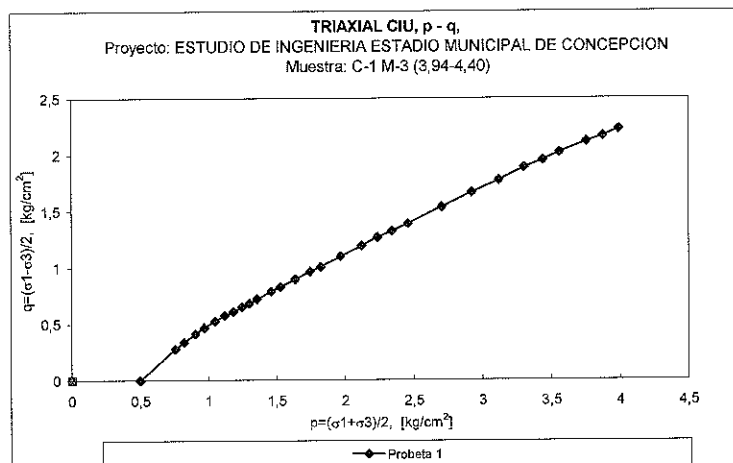
Deformación Unitaria [%]	Variación P. de Poros [kg/cm²]	$p'$ [kg/cm²]	$q$ [kg/cm²]
0,00	0,00	0,50	0,00
0,13	0,02	0,76	0,28
0,25	0,02	0,82	0,34
0,38	0,01	0,90	0,41
0,51	0,00	0,97	0,47
0,63	-0,02	1,04	0,52
0,76	-0,04	1,11	0,57
0,89	-0,07	1,18	0,61
1,01	-0,09	1,24	0,65
1,14	-0,11	1,29	0,68
1,27	-0,13	1,35	0,72
1,52	-0,17	1,46	0,79
1,77	-0,20	1,53	0,83
2,03	-0,24	1,64	0,90
2,28	-0,28	1,75	0,97
2,53	-0,32	1,82	1,00
3,04	-0,37	1,97	1,10
3,55	-0,43	2,12	1,19
4,05	-0,47	2,24	1,27
4,56	-0,52	2,34	1,32
5,06	-0,57	2,46	1,39
6,33	-0,67	2,71	1,54
7,60	-0,76	2,93	1,67
8,86	-0,85	3,12	1,77
10,13	-0,92	3,30	1,88
11,40	-0,99	3,44	1,95
12,66	-1,04	3,56	2,02
15,19	-1,14	3,76	2,12
17,73	-1,21	3,87	2,16
20,26	-1,27	3,99	2,22

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM.  
Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe Nº 644.420-A

Página 19 de 26



Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM.  
 Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 20 de 26





FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

**Idiem**  
UN SIGLO DE CONFIANZA Y RESPALDO

**SISTEMA NACIONAL  
DE ACREDITACION**  
INN - CHILE  
Acreditación LE 304

**INFORME ENSAYO TRIAXIAL CIU (Según ASTM D4767-04)**

Proyecto	ESTUDIO DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
Inf. Ensaye	Nº 644.420-A
Orden de Trabajo	58-0000355-10-00
Fecha de Inicio	26-10-2010
Fecha de Término	27-10-2010
Muestra	C-1 M-4 (4,01-4,21)
Probeta	Nº 1

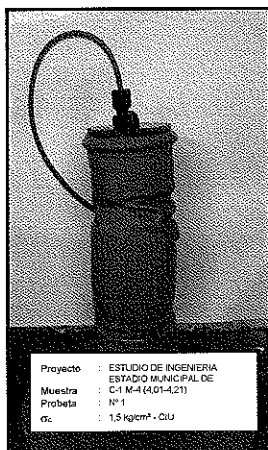
Altura Inicial de Confección	[cm]=	10,05
Diámetro Inicial de Confección	[cm]=	5,10
Variación Volumen drenado etapa consolidación	[cm³]=	4,50
Densidad Seca	[g/cm³]=	1,23
Humedad	[%]=	21,25
Contrapresión	[kg/cm²]=	4,00
Presión de Cámara	[kg/cm²]=	5,50
Velocidad Deformación Unitaria	[% / min]=	0,13

**Observaciones:**

$$q = (\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$$

$$p' = (\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$$

Ensaye efectuado en probeta REMOLDEADA  
y ensayada bajo condición saturada



Deformación Unitaria [%]	Variación P. de Poros [kg/cm²]	p' [kg/cm²]	q [kg/cm²]
0,00	0,00	1,50	0,00
0,13	0,24	1,57	0,31
0,25	0,36	1,52	0,38
0,38	0,47	1,47	0,44
0,51	0,55	1,42	0,47
0,64	0,58	1,39	0,47
0,76	0,63	1,35	0,48
0,89	0,68	1,31	0,49
1,02	0,70	1,28	0,48
1,15	0,72	1,27	0,49
1,27	0,74	1,25	0,49
1,53	0,77	1,23	0,50
1,78	0,80	1,19	0,49
2,04	0,83	1,16	0,49
2,29	0,87	1,11	0,48
2,55	0,88	1,09	0,47
3,06	0,91	1,05	0,46
3,56	0,93	1,02	0,45
4,07	0,96	0,97	0,43
4,58	0,98	0,93	0,41
5,09	1,01	0,89	0,40
6,36	1,02	0,86	0,38
7,64	1,03	0,83	0,36
8,91	1,06	0,81	0,37
10,18	1,07	0,80	0,37
11,46	1,00	0,87	0,37
12,73	0,98	0,89	0,37
15,28	0,98	0,87	0,35
17,82	0,97	0,90	0,37
20,37	0,97	0,90	0,37

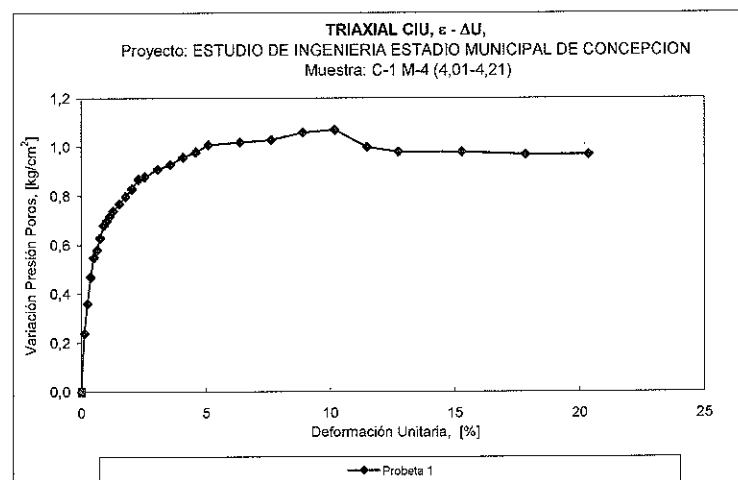
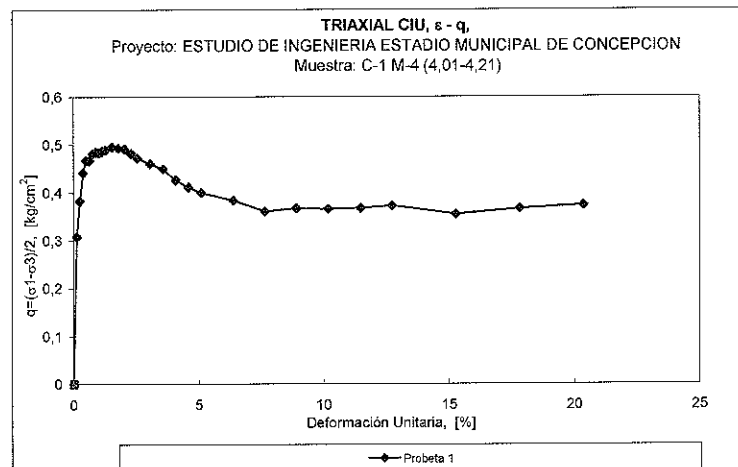
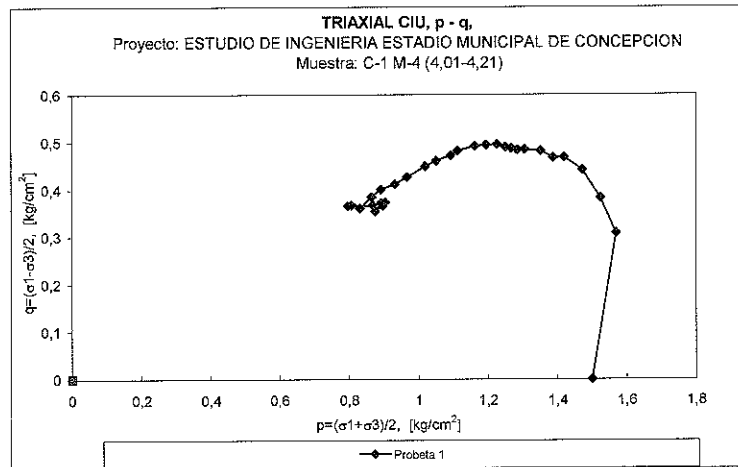
Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM.

Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe Nº 644.420-A

Página 21 de 26



Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM.  
 Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 22 de 26

Versión: 18 SLG - FOR - 72

Arica  
 Calama  
 Antofagasta  
 Viña del Mar  
 Santiago  
 Concepción  
[www.idiem.cl](http://www.idiem.cl)

**INFORME ENSAYO TRIAXIAL CIU (Según ASTM D4767-04)**

Proyecto	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
Inf. Ensayo	Nº 644.420-A
Orden de Trabajo	58-0000355-10-00
Fecha de Inicio	26-10-2010
Fecha de Término	27-10-2010
Muestra	C-3 M-8 (3,77-3,97)
Probeta	Nº 1

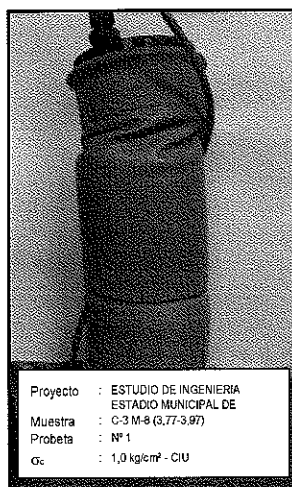
Altura Inicial de Confección	[cm]=	10,05
Diámetro Inicial de Confección	[cm]=	5,10
Variación Volumen drenado etapa consolidación	[cm³]=	4,00
Densidad Seca	[g/cm³]=	1,38
Humedad	[%]=	22,43
Contrapresión	[kg/cm²]=	4,00
Presión de Cámara	[kg/cm²]=	5,00
Velocidad Deformación Unitaria	[% / min]=	0,13

**Observaciones:**

$$q = (\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$$

$$p' = (\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$$

Ensayo efectuado en probeta REMOLDEADA  
y ensayada bajo condición saturada



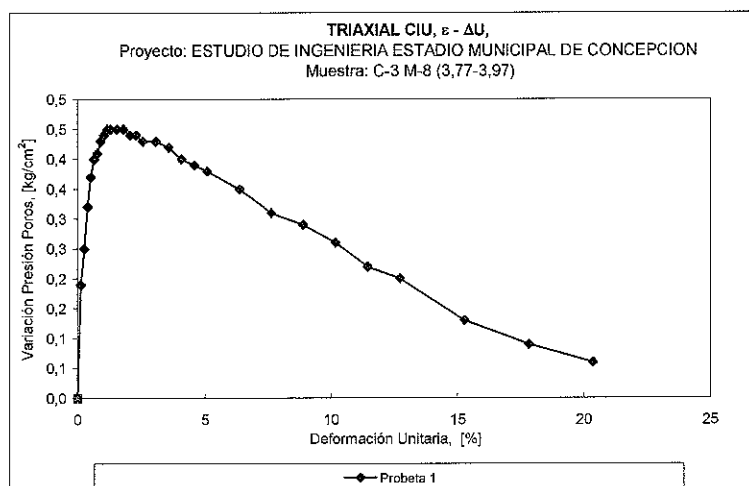
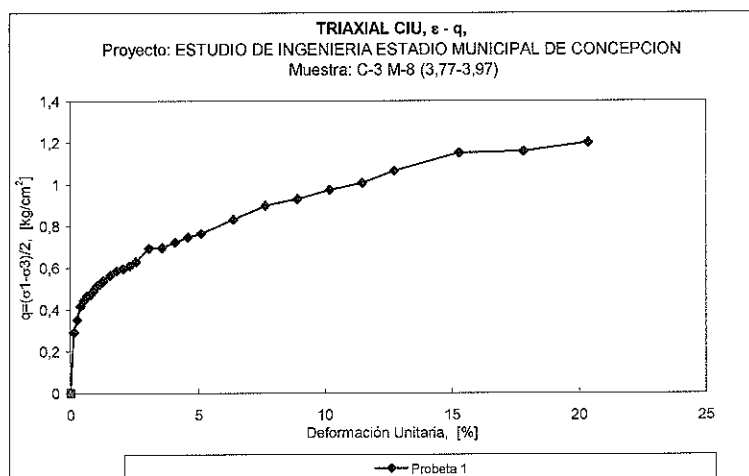
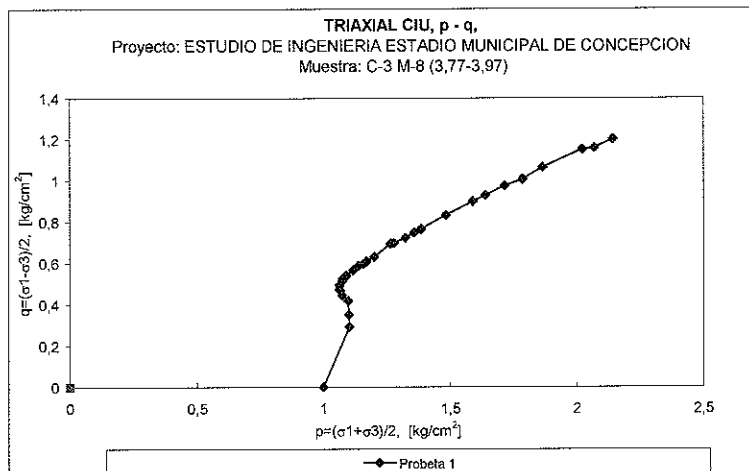
Deformación Unitaria [%]	Variación P. de Poros [kg/cm²]	$p'$ [kg/cm²]	$q$ [kg/cm²]
0,00	0,00	1,00	0,00
0,13	0,19	1,10	0,29
0,25	0,25	1,10	0,35
0,38	0,32	1,10	0,42
0,51	0,37	1,07	0,44
0,64	0,40	1,07	0,47
0,76	0,41	1,06	0,47
0,89	0,43	1,06	0,49
1,02	0,44	1,07	0,51
1,14	0,45	1,08	0,53
1,27	0,45	1,09	0,54
1,53	0,45	1,12	0,57
1,78	0,45	1,14	0,59
2,04	0,44	1,16	0,60
2,29	0,44	1,17	0,61
2,54	0,43	1,20	0,63
3,05	0,43	1,26	0,69
3,56	0,42	1,28	0,70
4,07	0,40	1,32	0,72
4,58	0,39	1,36	0,75
5,09	0,38	1,39	0,77
6,36	0,35	1,48	0,83
7,63	0,31	1,59	0,90
8,90	0,29	1,64	0,93
10,18	0,26	1,71	0,97
11,45	0,22	1,79	1,01
12,72	0,20	1,86	1,06
15,26	0,13	2,02	1,15
17,81	0,09	2,07	1,16
20,35	0,06	2,14	1,20

Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM.  
Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe Nº 644.420-A

Página 23 de 26



Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM. Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 24 de 26



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



# **INFORME ENSAYO TRIAXIAL CIU (Según ASTM D4767-04)**

Proyecto	ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCION
Inf. Ensaye	Nº 644.420-A
Orden de Trabajo	58-0000355-10-00
Fecha de Inicio	26-10-2010
Fecha de Término	27-10-2010
Muestra	C-3 M-9 (3,67-3,87)
Probeta	Nº 1

Altura Inicial de Confección	[cm]=	10,05
Diámetro Inicial de Confección	[cm]=	5,10
Variación Volumen drenado etapa consolidación	[cm³]=	4,80
Densidad Seca	[g/cm³]=	1,30
Humedad	[%]=	22,98
Contrapresión	[kg/cm²]=	4,00
Presión de Cámara	[kg/cm²]=	6,00
Velocidad Deformación Unitaria	[% / min]=	0,13

## **Observaciones:**

$$q = (\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$$

$$p' = (\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$$

Ensaye efectuado en probeta REMOLDEADA  
y ensayada bajo condición saturada



Deformación Unitaria [%]	Variación P. de Poros [kg/cm²]	p' [kg/cm²]	q [kg/cm²]
0,00	0,00	2,00	0,00
0,13	0,31	2,26	0,57
0,25	0,45	2,31	0,76
0,38	0,58	2,37	0,95
0,51	0,66	2,41	1,07
0,64	0,71	2,45	1,16
0,76	0,74	2,48	1,22
0,89	0,76	2,51	1,27
1,02	0,78	2,55	1,33
1,15	0,79	2,57	1,36
1,27	0,79	2,60	1,39
1,53	0,79	2,64	1,43
1,78	0,79	2,69	1,48
2,04	0,78	2,75	1,53
2,29	0,78	2,78	1,56
2,55	0,77	2,82	1,59
3,06	0,77	2,91	1,68
3,57	0,76	2,98	1,74
4,08	0,74	3,02	1,76
4,58	0,73	3,06	1,79
5,09	0,72	3,07	1,79
6,37	0,69	3,20	1,89
7,64	0,66	3,30	1,96
8,92	0,63	3,36	1,99
10,19	0,61	3,42	2,03
11,46	0,58	3,44	2,02
12,74	0,57	3,48	2,05
15,28	0,54	3,54	2,08
17,83	0,49	3,61	2,10
20,38	0,48	3,63	2,11

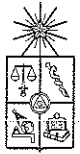
Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM.

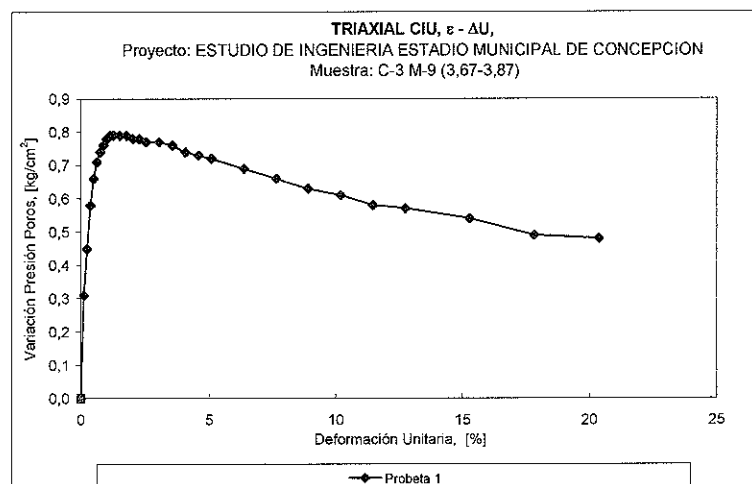
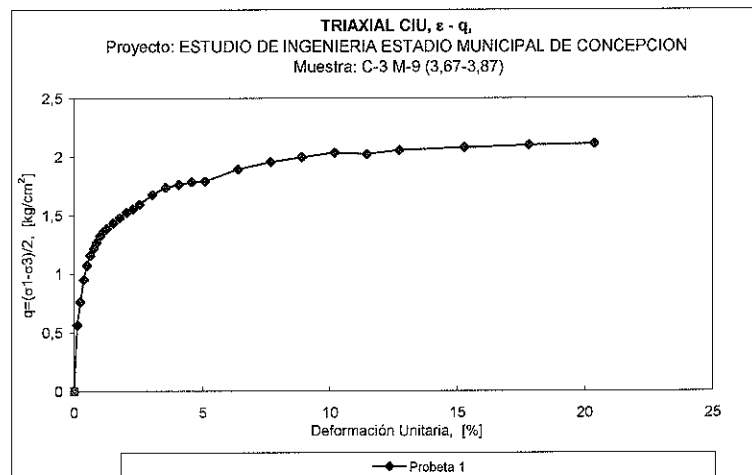
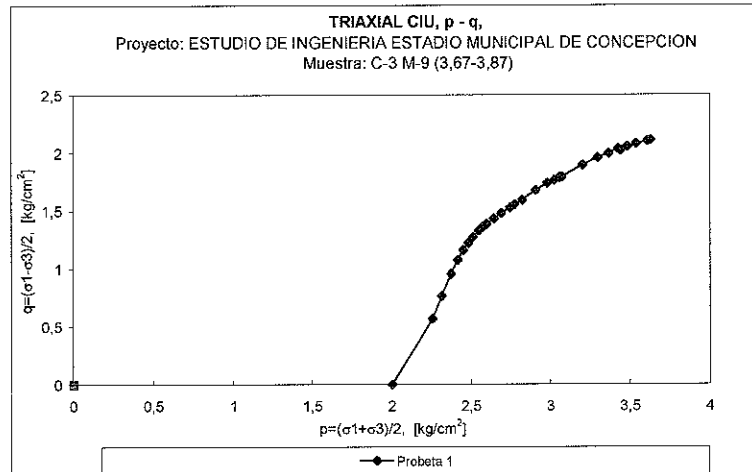
Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe Nº 644.420-A

Página 25 de 26



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

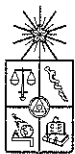


Nota:

La reproducción parcial del presente informe debe ser hecha con la autorización de la Sección Laboratorio de Geotecnia de IDIEM.  
Los resultados son aplicables sólo a las muestras ensayadas.

Informe N° 644.420-A

Página 26 de 26



FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



INFORME N° 644.420

ANEXO F

## ANEXO F: INFORME DE MECÁNICA DE SUELOS

ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL ESTADIO MUNICIPAL DE CONCEPCIÓN