



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

SOLICITANTE: CONSTRUCTORA MANZANO Y ASOCIADOS

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS
INFORME: EMS 313 - 2013/01**

PROYECTO: COLEGIO ADVENTISTA TALCAHUANO

“ESCUELA PARTICULAR N° 19 ADVENTISTA”

RBD 4779 DE LA COMUNA DE TALCAHUANO

LOCALIZACIÓN: CALLE COLÓN 1165, TALCAHUANO

COMUNA: TALCAHUANO

PROVINCIA: CONCEPCIÓN

REGIÓN: BÍO BÍO

Concepción, Diciembre de 2013

7515

1



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terraonda@terraonda.cl

INDICE

1.0 INTRODUCCIÓN.....	Pag 3
2.0 ANTECEDENTES.....	Pag 4
3.0 METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	Pag 4
4.0 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO.....	Pag 5
5.0 FUNDACIONES DEL COLEGIO.....	Pag 7
6.0 ANTECEDENTES PARA EL DISEÑO DE LAS FUNDACIONES.....	Pag 11
7.0 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS GENERALES.....	Pag 16
8.0 ANEXO 1, RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN, SONDAJES.....	Pag 18
9.0 ANEXO 2, FOTOGRAFÍAS DE LOS TRABAJOS DE EXPLORACIÓN.....	Pag 25
10.0 ANEXO 3, RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.....	Pag 35



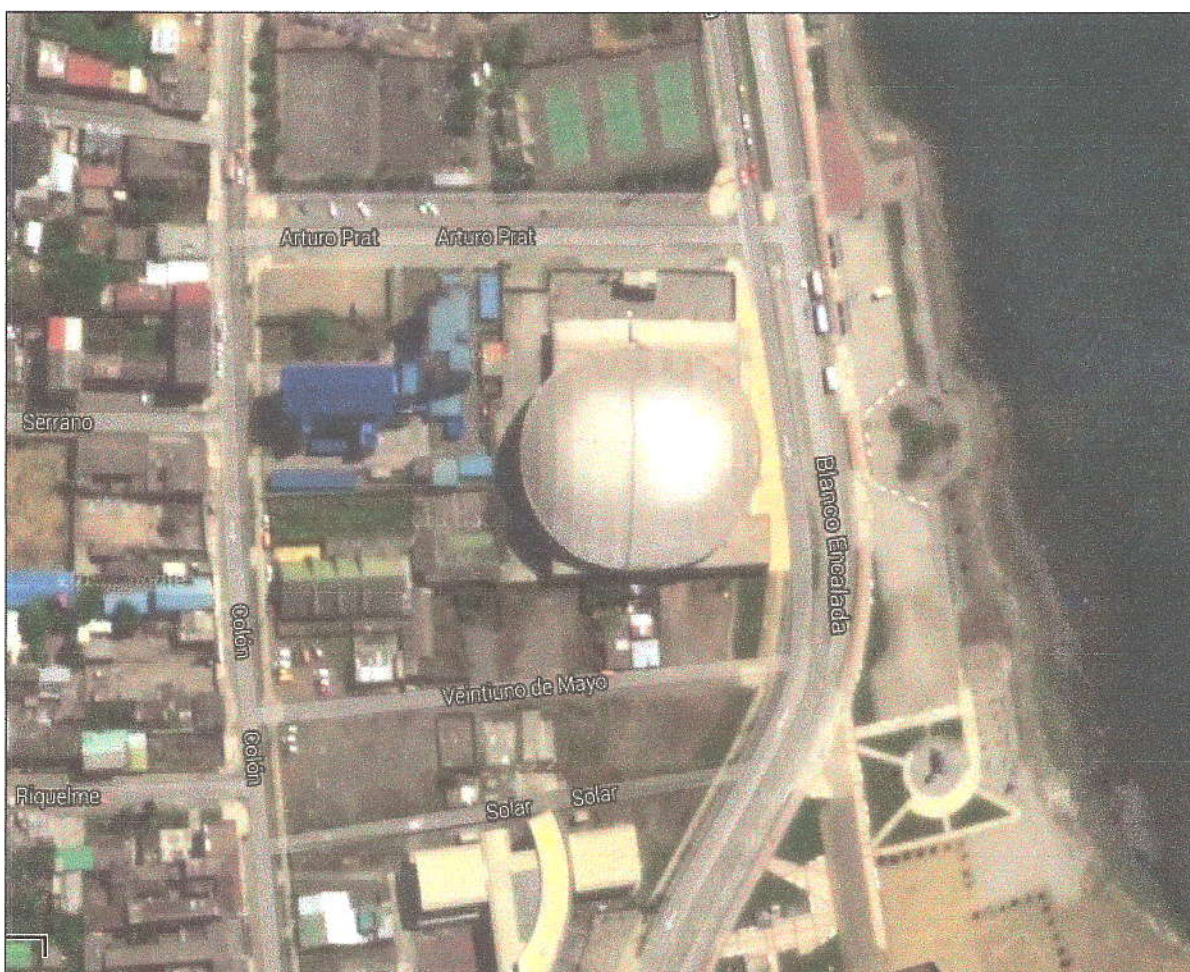
Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS
PROYECTO: COLEGIO ADVENTISTA TALCAHUANO
"ESCUELA PARTICULAR N° 19 ADVENTISTA"
TALCAHUANO, VIII REGIÓN DEL BÍO BÍO

1.0 INTRODUCCION

El presente informe geotécnico fue realizado a petición de **Constructora Manzano y Asociados** y tiene por objeto dar recomendaciones para el dimensionamiento de las fundaciones de la estructura contemplada en el **Proyecto: Colegio Adventista Talcahuano, "Escuela Particular N° 19 Adventista"**, que se pretende llevar a cabo en un terreno localizado en calle Colón 1165 de la comuna de Talcahuano, perteneciente a la provincia de Concepción, en la VIII Región del Bío Bío. En la figura 1.0.1 se aprecia el lugar donde se llevará a cabo este Proyecto

Figura 1.0.1. Terreno para el Proyecto "Colegio Adventista Talcahuano"





Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

Este estudio contiene la información recabada en la campaña de exploración efectuada en el terreno señalado anteriormente, así como los resultados de los ensayos realizados a las muestras de suelo obtenidas en dicha campaña. Con la información anterior y el análisis de ingeniería correspondiente se procedió a la determinación de los parámetros geomecánicos característicos del subsuelo existente en este sector, lo que finalmente permitirá al Ingeniero Calculista el diseño del sistema de fundación considerado en este proyecto.

2.0 ANTECEDENTES

Los trabajos de exploración en terreno se efectuaron mediante sondajes de percusión con cuchara partida, conocida como Prueba de Penetración Estándar (Standard Penetration Test o SPT); el detalle y alcance de este trabajo se indican en la Tabla 1. Los resultados de esta investigación se muestran en el Anexo 1, “Resultados de la Exploración, Sondajes”.

Imágenes de los trabajos de exploración se muestran en el Anexo 2, “Fotografías de los Trabajos de Exploración”.

Las muestras obtenidas en las prospecciones fueron cuidadosamente almacenadas y posteriormente transportadas al laboratorio para ser sometidas a ensayos normalizados; los resultados de éstos se muestran en el Anexo 3 del informe final, “Resultados de los Ensayos de Laboratorio”.

En la tabla 2.0.1 se detallan las exploraciones geotécnicas efectuadas en terreno.

Tabla 2.0.1. Exploraciones geotécnicas

Exploración	Profundidad proyectada, m	Fecha de ejecución	Localización	Estructura proyectada
Sondaje N°1	31.0	07 de Septiembre de 2012	Ver fotos en Anexo 2	Edificio de 5176.08 m², de hormigón armado y de cuatro pisos, con destino establecimiento educacional
Sondaje N°2	5.0	17 de Diciembre de 2013	Ver fotos en Anexo 2	
Sondaje N°3	5.0	17 de Diciembre de 2013	Ver fotos en Anexo 2	

3.0 METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1 Exploración del subsuelo

Considerando las características geológicas del subsuelo existente en el sector donde se emplazará el edificio y los requerimientos de Ingeniería, se programó la investigación geotécnica mediante tres sondajes de percusión con cuchara normal de profundidades señaladas en la tabla 2.0.1.

El equipo para la ejecución de las pruebas de percusión con cuchara normal o estándar está conformado por un huinche con motor bencinero marca Kohler, un trípode para el levante de barras de perforación AW y revestimiento de 3 pulgadas, cañerías de 2 pulgadas para el



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

avance mediante inyección de agua y un martinete de 63.5 kg (peso normalizado), el cual se deja caer desde una altura de 76 cm (altura normalizada), golpeando una cabeza metálica adosada a las barras y éstas a un tubo bipartido de 2 pulgadas de diámetro, conocido como cuchara normal o estándar y que permite la obtención de muestras mediante su avance por percusión.

La prueba de percusión con cuchara normal, ensayo conocido como SPT (Standard Penetration Test), se efectuó de acuerdo a las especificaciones indicadas en la **Norma ASTM D-1586** y consiste en penetrar un tubo muestreador bipartido, de 2 pulgadas de diámetro, con un martinete de 63.5 kg dejado caer desde una altura de 76 cm, con lo cual se miden los números de golpes necesarios para avanzar 15 cm en el terreno, hasta completar tres avances con un total de 45 cm. El índice de penetración estándar (Nspt) corresponde a la suma de golpes necesarios para perforar los últimos 30 cm ($N_2 + N_3$); los golpes necesarios para avanzar los primeros 15 cm (N_1) se desprecian ya que se consideran, por norma, como no representativos debido a su alteración producto de los trabajos de perforación.

3.2 Ensayos de laboratorio

Las muestras de suelo ingresadas al laboratorio del Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales (IDIEM) de la Universidad de Chile, fueron sometidas a los siguientes análisis, según normas NCh y ASTM vigentes:

- Granulometría (Norma LNV 105-2003)
- Peso específico (Normas ASTM D-4253 y ASTM D-4254)
- Límite líquido (Norma NCh 1515/1 Of. 1979)
- Límite plástico (Norma NCh 1515/2 Of. 1979)
- Índice de plasticidad
- Clasificación según el sistema unificado (USCS)
- Clasificación según el sistema AASHTO
- Contenido de agua (humedad) natural (Norma NCh 1515 Of. 1979)

4.0 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

A partir de los resultados de las pruebas efectuadas en terreno y de los ensayos realizados en laboratorio, es posible señalar las siguientes características generales del subsuelo explorado:

4.1 Clasificación según Decreto Supremo 61 del 13 de Diciembre de 2011

En atención al Decreto Supremo (DS) 61 del 13 de Diciembre de 2011, se pueden considerar las siguientes clasificaciones:



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

Zonificación sísmica:

La estructura quedará localizada en la **zona 3** (comuna de Talcahuano, Región del Bío Bío).

Tipo de suelo:

La estructura será emplazada sobre un suelo **tipo D** (considerando la información entregada por los sondeos ejecutados en el terreno).

De acuerdo a lo anterior, la aceleración efectiva (A_0) que depende de la zonificación sísmica asume el siguiente valor:

$$A_0 = 0.40 \text{ g}$$

Asimismo, los parámetros que dependen del tipo de suelo tienen los valores que se muestran en la tabla 4.1.1.

Tabla 4.1.1. Parámetros sísmicos

S	T_0 segundos	T' segundos	n	P
1.20	0.75	0.85	1.80	1.0

Considerando que es un suelo tipo D, las velocidades de propagación de las ondas de corte (V_s) estarán comprendidas entre:

$$180\text{m/s} \leq V_s \leq 350 \text{ m/s}$$

4.2 Trabajabilidad de los suelos

Los materiales encontrados en el subsuelo explorado son trabajables con retroexcavadora y manualmente; por lo tanto, pueden ser clasificados como de Categoría A.

4.3 Presencia de agua subterránea

La tabla 4.3.1 muestra la cota a la cual se detectó agua subterránea en la prospección.

Tabla 4.3.1. Presencia de agua subterránea

Exploración	Profundidad, m	Fecha de ejecución
Sondaje N° 1	2.9	07 de Septiembre de 2012
Sondaje N°2	4.8	17 de Diciembre de 2013
Sondaje N°3	3.8	17 de Diciembre de 2013

Observaciones:

- La profundidad está referida a la superficie del terreno existente al momento de realizar la exploración.
- Esta información refleja una situación particular de los días en que se ejecutó el sondeo, la que puede experimentar cambios debido a la presencia de lluvias o ausencia de las mismas.



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

4.4 Alcances de las exploraciones

Es importante señalar que los resultados obtenidos en los sondeos son representativos exclusivamente de los puntos donde se efectuaron las exploraciones geotécnicas y no necesariamente de todo el terreno contemplado para este proyecto.

5.0 FUNDACIONES DEL COLEGIO

5.1 Tipo de fundación

Para el Proyecto “Colegio Adventista Talcahuano” se contempla la construcción de un edificio de 5176.08 m², de hormigón armado y de cuatro pisos, el cual deberá estar apoyado sobre **zapatas corridas** y cuyas dimensiones serán determinadas por el Ingeniero Calculista a partir de la capacidad de soporte admisible dada en el numeral 6.2.

5.2 Sello de fundación

El **sello de fundación** será determinado a partir del análisis de estabilidad general de la estructura; sin embargo, dadas sus características y las condiciones del terreno, se recomienda que no sea inferior a **1.5 metros**, medido desde la superficie del terreno.

5.3 Sello de excavación y tratamiento del suelo de fundación

Considerando las características geomecánicas del subsuelo en el sector explorado, se recomienda efectuar el siguiente tratamiento bajo las fundaciones del colegio:

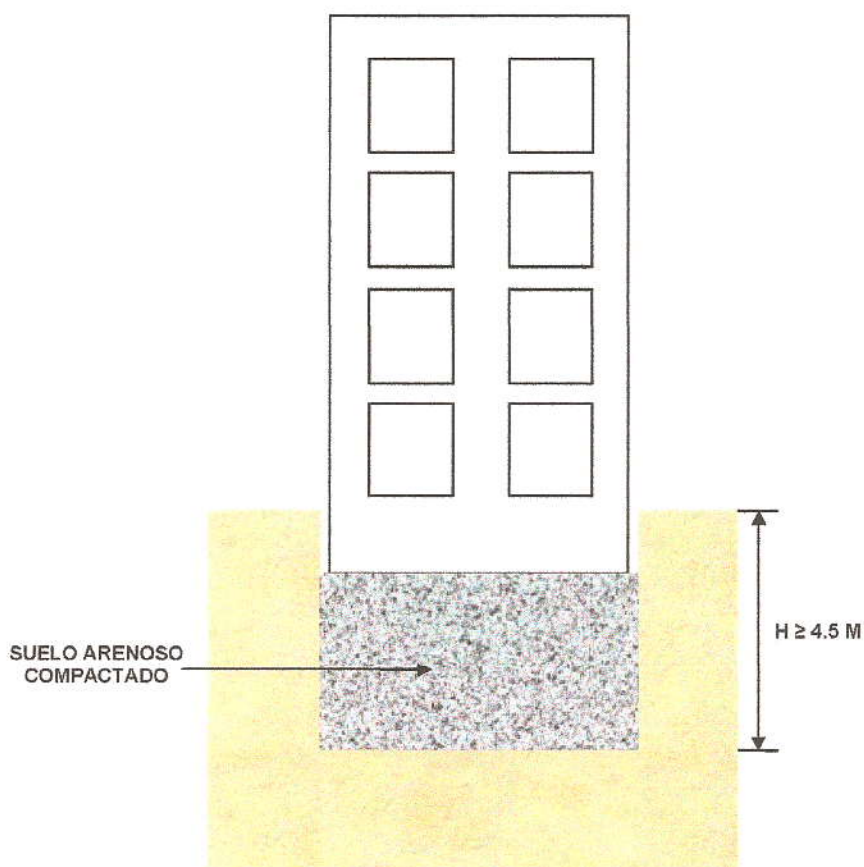
- Extracción general (en toda el área de emplazamiento del edificio) del material existente hasta una profundidad no inferior a **4.5 metros**, lo que corresponde al **sello de excavación**.
- Compactación del sello de excavación con rodillo liso o placa vibratoria, con un mínimo de 7 pasadas por punto y de acuerdo a las especificaciones entregadas en el numeral 7.1 del presente informe.
- Colocación de arena en forma compactada y hasta alcanzar el sello de fundación de esta estructura. Este mejoramiento tendrá un espesor total que dependerá finalmente de la profundidad a la cual quede desplantado el edificio, un sobre ancho de al menos 30 cm. por cada lado del cimiento y deberá efectuarse de acuerdo a las especificaciones entregadas en el numeral 7.2.
- Colocación de un emplantillado de hormigón pobre de espesor total no inferior a 5 centímetros.

En la figura 5.3.1 se aprecia el tratamiento del subsuelo a efectuarse bajo las fundaciones del colegio.



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

Figura 5.3.1. Tratamiento del subsuelo de fundación



5.4 Alternativa de mejoramiento del suelo de fundación

Otra alternativa para mejorar el suelo de fundación hasta los 4.5 metros de profundidad es la densificación de estos materiales mediante **Pilas de Agregado Compactado Impact®**, que es muy similar al sistema de pilotes pero las cargas inducidas por la estructura son transmitidas al subsuelo por columnas de material granular compactado.

Las dimensiones de estas fundaciones dependerán finalmente de la capacidad de soporte admisible entregada más adelante, de la estructuración del edificio y de las cargas (estáticas y dinámicas) que éste inducirá al terreno.

A continuación, se explica en detalle esta alternativa de fundación profunda y su método constructivo.

Procedimiento Instalación Pilas de Agregado Compactado Impact®

El sistema Impact corresponde a un mejoramiento de suelo a través de Pilas de Agregado Compactado, las cuales se van densificando por capas mediante un mandril apisonador guiado, vibrado e hincado por un martillo. El sistema genera pilas de agregado rígidas



capaces de atraer tanto esfuerzos normales como de corte (en eventos sísmicos), produciéndose por el proceso constructivo una deformación lateral capaz de generar empuje pasivo en el suelo. El efecto combinado de la rigidez con las líneas drenantes, permiten la mitigación de la licuefacción (si es que existe), así como también un aumento en la capacidad de soporte del suelo y control de asentamientos.

Las Pilas de Agregado Compactado instaladas usando el Sistema Impact® se construyen primero hincando en el suelo un apisonador de 14 pulgadas de diámetro y un tubo hueco especialmente diseñados, usando una fuerza estática grande aumentada por una energía de impacto dinámica vertical. Los elementos Impact® pueden típicamente extenderse hasta los 18 metros debajo de la superficie de trabajo. A continuación, se entrega la secuencia constructiva:

1. Una vez revisada y chequeada la máquina y sus componentes se procederá a la construcción de la pila Impact.
2. Se debe determinar la pila a ejecutar, con el apoyo de replanteo topográfico de la constructora.
3. Una vez determinada la pila, proceder con el pre-barrenado (si se requiere), que consiste en ablandar el terreno con ayuda de la maquina Lodrill.
4. Terminado el pre-barrenado, se procederá al posicionamiento de la máquina Impact en el sector a perforar.
5. Se debe apoyar el mast, donde se encuentra la pila en cuestión
6. Posterior al posicionamiento del mast se debe bajar el balde del carguío de material, para poder mantenerlo lleno.
7. Luego se debe bajar el mandrill hasta llegar a unos 10 cm sobre el pre-barrenado.
8. Después se debe elevar el balde lleno de material (gravilla $\frac{3}{4}$) para cargar el buzón del martillo.
9. El ayudante debe verificar que la gravilla fluya de forma correcta por el mandrill, y dar la señal al operador.
10. Posterior a este paso se iniciará el proceso de hincado del suelo a mejorar.
11. Se debe llegar perforando hasta que el sistema impact presente rechazo en el terreno, o bien hasta la profundidad de diseño.
12. Llegado hasta la profundidad deseada, se procederá nuevamente a cargar material para la construcción de la pila (este paso se repetirá hasta el término de la construcción de la pila).

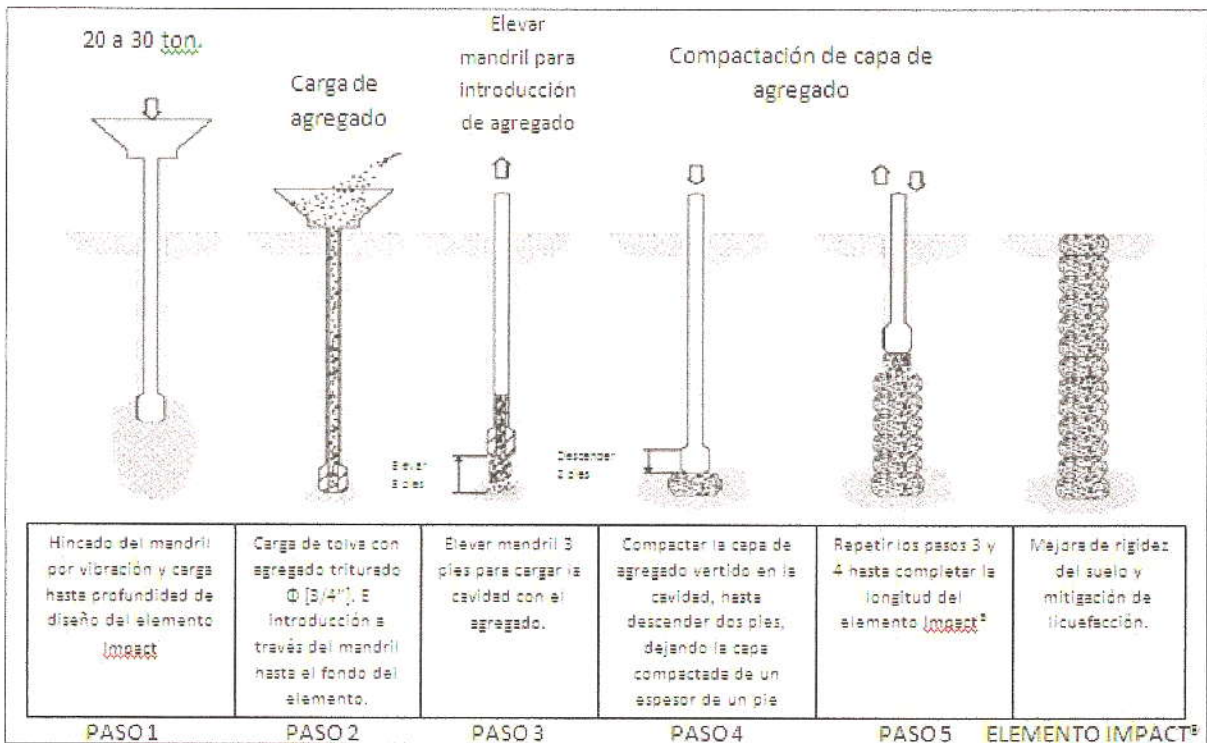
Terrasonda

Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

13. Para que la construcción de la pila sea la adecuada se debe levantar 4 pies y compactar 3 pies (este paso se repite hasta el término de la pila). Este proceso constructivo se podrá variara según comportamiento del suelo. El ingeniero acreditado de Emin Sistemas Geotécnicos S.A será la persona que de visto bueno.
14. Terminada la construcción de la pila se debe levantar el mandrill y dejar caer el material que se encuentra en éste.
15. Se debe asegurar el mandrill para cualquier movimiento a ejecutar.
16. Asegurado el mandrill se debe recoger el balde y llevarlo a su posición inicial (parte superior del Mast) para el traslado a otra pila.
17. Posterior a esto se debe posicionar en otro elemento a perforar.
18. Al final de la jornada se debe dejar el capacho apoyado en el suelo y el mast en posición vertical también apoyado en suelo firme.

A continuación, se muestra una figura con la secuencia constructiva:

Figura 5.4.1. Secuencia constructiva de Pilas de Agregado Compactado Impact®





Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

Equipos para instalación Pilas de Agregado Compactado Impact®

Los equipos necesarios que se requieren para la realización de las Pilas de Agregado Compactado Impact® son la máquina Impact, una prebarrenadora con hélice continua CFA y un mini cargador o retroexcavadora.

Máquina Impact:

Para la ejecución de las Pilas de Agregado Compactado se requiere de una máquina tipo excavadora John Deere 450 de 48 Tons. de peso operacional, la cual consta de un riel vertical con un martillo vibratorio que se desplaza a través de él. El martillo sostiene al mandril, otorgándole el vibrado y carga vertical suficiente para hincarlo y lograr la compactación necesaria en la pila de agregado. El árido es incorporado por la parte superior del mandril, el cual incorpora el árido compactado al suelo con un diámetro final construido de 20" (50.8 cm.).

Equipo Prebarrenador:

Previo a la ejecución de las pilas se debe realizar un pre-barrenado de la plataforma existente (si es que se requiere, esto es si las condiciones de suelo no permiten el hincado libre del mandril del equipo Impact), para lo cual se utiliza una equipo que posee una hélice continua tipo CFA.

Minicargador o similar:

La función del minicargador o similar es cargar con árido la parte superior de la tolva del mandril a través del auto cargador.

6.0 ANTECEDENTES PARA EL DISEÑO DE LAS FUNDACIONES

6.1 Expresiones para la determinación de la capacidad de soporte

Para fundaciones clasificadas como zapatas corridas, la capacidad de soporte del suelo de fundación puede determinarse a partir de la expresión propuesta por Terzaghi:

$$Q_f = \gamma D_f N_q + 0.5 \gamma' B N_\gamma + c N_c$$

Donde se tiene para esta expresión:

- Q_f : capacidad de soporte del suelo
- γ : densidad total del suelo sobre el nivel de sello de fundación
- γ' : densidad total del suelo bajo el nivel de sello de fundación
- c : cohesión del suelo
- B : ancho de la fundación
- D_f : profundidad de empotramiento
- N_γ , N_q y N_c : coeficientes que dependen del ángulo de fricción



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

Para fundaciones clasificadas como zapatas aisladas de forma rectangular, la capacidad de soporte del suelo de fundación puede determinarse a partir de la expresión propuesta por Hansen:

$$Q_f = \gamma D_f N_q (1 + 0.2B/L) + 0.5 \gamma' B N_\gamma (1 - 0.3B/L) + c N_c$$

Donde se tiene para esta expresión:

- Q_f : capacidad de soporte del suelo
- γ : densidad total del suelo sobre el nivel de sello de fundación
- γ' : densidad total del suelo bajo el nivel de sello de fundación
- c : cohesión del suelo
- B : ancho de la fundación
- L : largo de la fundación
- D_f : profundidad de empotramiento
- N_γ, N_q y N_c : coeficientes que dependen del ángulo de fricción

Las expresiones anteriores corresponden a la capacidad última del terreno antes de fallar debido a esfuerzos de corte generados dentro de la masa de suelo. Para el diseño de las fundaciones se emplea la capacidad de soporte admisible, la que se obtiene dividiendo estas expresiones por un factor de seguridad no inferior a 3. En el caso de solicitaciones dinámicas (sismo), el valor obtenido para cargas estáticas puede ser aumentado hasta en un 30%.

$$Q_{adm} = (1/3) \{ \gamma D_f N_q + 0.5 \gamma' B N_\gamma + c N_c \}$$

$$Q_{adm} = (1/3) \{ \gamma D_f N_q (1 + 0.2B/L) + 0.5 \gamma' B N_\gamma (1 - 0.3B/L) + c N_c \}$$

6.2 Capacidad de soporte admisible del suelo de fundación

Se recomiendan las siguientes presiones de contacto para las fundaciones del colegio:

Cargas normales : $Q_{adm} = 21 \text{ (t/m}^2\text{)}$

Cargas normales + eventuales: $Q_{adm \text{ din}} = 27 \text{ (t/m}^2\text{)}$

El Ingeniero Calculista tiene que diseñar el sistema de fundación considerando la capacidad de soporte señalada anteriormente; es decir, debe asegurarse que las presiones que la fundación transmita al suelo no excedan el valor admisible, pero adicionalmente, tienen que ser tales que los asentamientos totales, diferenciales y giros que produzcan sean tolerables por la estructura apoyada en este cimiento.

Para esfuerzos estáticos toda el área basal de la fundación tendrá que comprimir al suelo soportante; para esfuerzos estáticos más dinámicos (sismo) al menos 80% del área basal deberá comprimir al suelo de apoyo.



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

6.3 Coeficiente de balasto

El coeficiente de balasto se obtiene de la teoría de la elasticidad y a través de la siguiente expresión, propuesta por Skempton (1951):

$$K = E_s / \{ B \cdot (1 - \nu^2) \cdot I_p \}$$

Donde:

B : ancho de la fundación

ν : módulo de Poisson del suelo

I_p : coeficiente de forma

E_s : módulo de deformación del suelo

El módulo E_s se puede determinar mediante variadas expresiones empíricas en función del Índice de Penetración Estándar. De esta manera, se escogió la siguiente:

$$E_s = 6 \cdot (N + 6), \quad N \leq 15$$

$$E_s = 6 \cdot (N + 6) + 20, \quad N > 15$$

Para la determinación del coeficiente de balasto se consideraron los siguientes valores del módulo de Poisson y factor de forma:

$$\nu = 0.3$$

$$I_p = 0.8$$

Considerando un índice de penetración estándar $N_{SPT} = 30$ golpes/pie del mejoramiento con arena proyectado bajo las fundaciones, se tiene el siguiente módulo de deformación del suelo:

$$E_s = 236 \text{ kg/cm}^2$$

Luego, el coeficiente de balasto es el que se indican a continuación:

$$K = 324/B \text{ (kg/cm}^3\text{)}$$

B: ancho de la zapata en cm.

Para el diseño de fundaciones considerando esfuerzos dinámicos (sismo), se puede emplear el siguiente coeficiente de reacción:

$$K_{din} = 3 K$$



6.4 Propiedades del suelo de fundación

Para el mejoramiento con arena recomendado bajo la fundaciones, se pueden considerar las propiedades geomecánicas que se indican en la tabla 6.4.1.

Tabla 6.4.1. Propiedades del suelo de fundación

Clasificación USCS	SP; SP-SM
Módulo de Poisson	0.30
Módulo de Elasticidad	236 kg/cm ²
Angulo de fricción	35°
Cohesión	0.0 kg/cm ²
Densidad total	1.8 t/m ³

6.5 Empujes sobre estructuras de retención

Con el propósito de calcular los esfuerzos que ejercerá lateralmente el suelo sobre las estructuras de retención que se emplearán para estabilizar las paredes de la excavación, es necesario determinar los coeficientes de empuje, los cuales se obtienen a partir de las siguientes expresiones:

Coeficiente de empuje lateral activo:

$$K_a = \tan^2 (45 - \phi/2)$$

Coeficiente de empuje lateral pasivo:

$$K_p = \tan^2 (45 + \phi/2)$$

Coeficiente de empuje lateral en reposo:

$$K_o = 1 - \sen \phi$$

Para los materiales de baja densidad existentes dentro de los primeros 4.5 metros de profundidad, se pueden considerar los coeficientes de empuje que se indican a continuación:

Coeficiente de empuje lateral activo : $K_a = 0.33$

Coeficiente de empuje lateral pasivo : $K_p = 3.00$

Coeficiente de empuje lateral en reposo: $K_o = 0.50$

A continuación, se presenta el diagrama de empujes para el diseño de una estructura de retención, en él se incluyen el empuje activo (estático) (Ea), producto del esfuerzo generado por la masa de suelo localizada detrás de la estructura, el empuje pasivo (Ep), debido al esfuerzo generado por la masa de suelo ubicada delante de la entibación y, finalmente, el empuje debido a una carga distribuida (sobrecarga) (Eq).

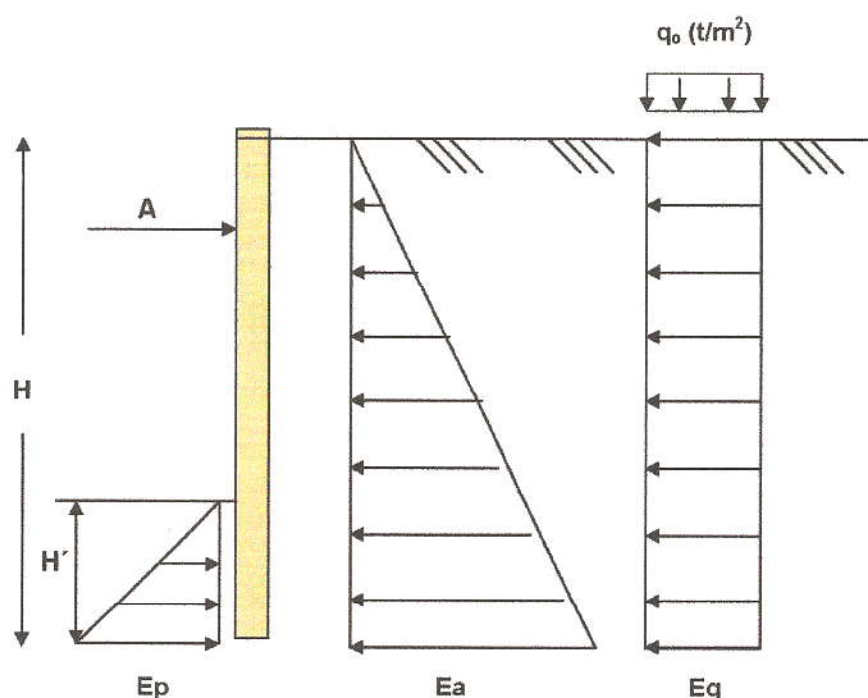


Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

Los valores de los empujes están dados en función de la altura y profundidad de empotramiento (H y H') de la entibación y las unidades de medida son metro, para las longitudes, y t/m^2 , para las presiones. Para el material localizado detrás de la estructura de retención se considera un peso unitario total (γ) igual a $1.6 t/m^3$.

Debido a los esfuerzos que se generarán en las paredes de estas excavaciones, las estructuras de retención podrán estar conformadas por perfiles H hincados adecuadamente en el subsuelo (opcionalmente apuntalados) y una pantalla de tablonos de espesor y longitud a determinar a partir de los empujes que se entregan a continuación. En la figura 6.5.1 se aprecia claramente el diagrama de empujes sobre una estructura de retención que podría emplearse en la excavación.

Figura 6.5.1. Diagrama de empujes sobre una estructura de retención



Donde:

H : altura de la tablestaca (m)

H' : profundidad de empotramiento (m)

A : apuntalamiento

$E_a = 0.53 H \quad t/m^2$, empuje activo (estático)

$E_q = 0.33 q_0 \quad t/m^2$, empuje por sobrecarga (estático)

$E_p = 4.80 H' \quad t/m^2$, empuje pasivo (estático)



7.0 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS GENERALES Y SU CONTROL DE CALIDAD

7.1 Especificaciones del sello de excavación y su control de calidad

En relación al sello de excavación, se deberá tener en consideración los requerimientos que se señalan a continuación:

- a) Deberá compactarse con rodillo liso o placa vibratoria y hasta lograr, como mínimo, un 95% de la Densidad Máxima Compactada Seca (D.M.C.S.), obtenida a partir del ensayo próctor modificado del suelo existente a esa cota. Este proceso será verificado por un laboratorio de mecánica de suelos competente, el cual controlará, como mínimo, una densidad por cada 250 m² de excavación para fundación.
- b) Si en algún sector específico del sello de excavación se detecta la presencia de un material que sea diferente al encontrado a esa cota en el sondaje (por ejemplo, suelo fino arcilloso o limoso, suelo orgánico, materia vegetal, basura, etc.), es necesario su reemplazo por un material granular colocado en capas compactadas y de acuerdo a los requerimientos planteados en el numeral 7.2.

7.2 Especificaciones del mejoramiento con arena y su control de calidad

El mejoramiento del suelo de fundación con arena será efectuado de acuerdo a las especificaciones que se indican a continuación:

- a) Arena tipo Bío Bío, con un porcentaje de material fino (suelo que pasa por el Tamiz ASTM N° 200) no superior a 10%, libre de materia orgánica y restos vegetales y con un Índice de Plasticidad igual o inferior a 6%.
- b) El material tendrá que ser colocado en capas confinadas de espesor suelto no superior a 30 cm y compactado mediante el empleo de un rodillo vibratorio liso y con un mínimo de 7 pasadas por punto.
- c) Cada capa tendrá que ser densificada hasta obtener una Densidad Relativa (D.R.) no inferior a 80%, cuyos parámetros se obtienen a partir del ensayo de densidad máxima y mínima. Este proceso será controlado por un laboratorio de mecánica de suelos competente, el cual determinará, al menos, una densidad por capa y por cada 250 m² de mejoramiento bajo fundación.

7.3 Especificaciones del relleno de la excavación y su control de calidad


El relleno de la excavación podrá ejecutarse con las arenas existentes, siempre y cuando estén libres de gravas de tamaño superior a 3", basura o cualquier otro tipo de contaminación.

El material tendrá que ser depositado en capas confinadas de espesor suelto no superior a 30 cm y compactado mediante medios mecánicos (rodillo liso o placa vibratoria), con un mínimo de 7 pasadas por punto y hasta lograr una densidad no inferior a 92% de la Densidad Máxima Compactada Seca (D.M.C.S.), del ensayo próctor modificado. Este proceso será controlado por un laboratorio de mecánica de suelos competente, el cual verificará, como mínimo, una densidad por cada capa contemplada en el relleno.

Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

7.4 Especificaciones del agotamiento del nivel freático

Como los suelos encontrados en el sector explorado corresponden esencialmente a arenas, el método más apropiado para el agotamiento del nivel freático es el de "punteras", el cual consiste en la instalación de un cierto número de pozos de filtración de pequeño diámetro (2 a 2.5 pulgadas) espaciados entre sí 1 a 2 metros. Se dispone para cada pozo de un tubo ranurado en una longitud de aproximadamente un metro y que sirve como camisa del pozo y como tubo de succión; éstos se conectan por medio de unas tuberías verticales a una tubería colectora horizontal que lleva a una bomba. El agua fluye por gravedad hacia la puntera, cae en el espacio comprendido entre el filtro (tubo ranurado) y el exterior de la tubería de elevación hasta unos agujeros taladrados en el fondo de la misma y de allí va a la superficie, por la acción de la aspiración de la bomba.



Jorge Roa Bravo
Ingeniero Civil



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

ANEXO 1
RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN
SONDAJES



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

PERFIL ESTRATIGRÁFICO E ÍNDICE DE PENETRACIÓN SONDAJE N°1

Antecedentes:

Fecha de exploración: 07 de Septiembre de 2012

Nivel freático : 2.9 metros

Estratigrafía:

Estrato	Cotas límites (m)	Espesor (m)	Descripción del Material
1	0.0 a 0.3	0.3	Relleno artificial conformado por arena, trozos de ladrillo y escombros, bajo un mortero de 10 cm. de espesor; con humedad y densificación baja.
2	0.3 a 3.0	2.7	Limo arenoso de plasticidad baja, de color amarillo, humedad natural media y alta y compacidad suelta. Se observan lentes de carbón vegetal. Según USCS, este suelo clasifica como ML.
3	3.0 a 7.0	4.0	Arena fina, con limo y limosa, de color gris claro, humedad natural alta y compacidad media, densa y muy densa. Según USCS, este suelo clasifica como SP-SM y SM.
4	7.0 a 10.0	3.0	Roca arenisca de color gris, humedad natural alta y compacidad muy densa (material cementado).



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

Índice de penetración normal:

Profundidad m		Penetración Nº de golpes			
Desde	Hasta	N1	N2	N3	N
0.40	0.85	2	3	2	5
1.00	1.45	2	2	3	5
1.50	1.95	5	3	4	7
2.30	2.75	3	4	3	7
3.00	3.45	5	7	9	16
3.70	4.15	2	5	10	15
4.50	4.95	18	20	23	43
5.30	5.75	21	23	24	45
6.10	6.55	20	21	28	49
7.00	7.45	24	35	39	74
7.90	8.35	28	40	46	86
8.70	8.85	77/15	-	-	R
8.85	10.00	-	-	-	R

N1: Número de golpes necesarios para penetrar la Cuchara Normal los primeros 15 cm.

N2: Número de golpes necesarios para penetrar la Cuchara Normal los segundos 15 cm.

N3: Número de golpes necesarios para penetrar la Cuchara Normal los últimos 15 cm.

N: Número de golpes necesarios para penetrar la Cuchara Normal los 30 cm finales, (N2+N3).



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO E ÍNDICE DE PENETRACIÓN
 SONDAGE N° 2**

Antecedentes:

Fecha de exploración: 17 de Diciembre de 2013
 Nivel freático : 4.6 metros

Estratigrafía:

Estrato	Cotas límites (m)	Espesor (m)	Descripción del Material
1	0.0 a 2.2	2.2	Relleno artificial no controlado, conformado por un limo de plasticidad baja, arena limosa y restos orgánicos descompuestos; con humedad y densificación media.
2	2.2 a 4.0	1.8	Arena media, de color gris claro, humedad natural media y compacidad media y densa. Según USCS, este suelo clasifica como SP.
3	4.0 a 5.0	1.0	Arena gruesa, de color café claro, humedad natural alta y compacidad densa; se observa la presencia de gravas. Según USCS, este suelo clasifica como SP.



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

Índice de penetración normal:

Profundidad m		Penetración Nº de golpes			
Desde	Hasta	N1	N2	N3	N
0.00	0.45	3	3	5	8
0.90	1.35	6	6	9	15
1.70	2.15	8	11	12	23
2.60	3.05	5	11	15	26
3.55	4.00	12	19	20	39
4.55	5.00	15	11	19	30

N1: Número de golpes necesarios para penetrar la Cuchara Normal los primeros 15 cm.

N2: Número de golpes necesarios para penetrar la Cuchara Normal los segundos 15 cm.

N3: Número de golpes necesarios para penetrar la Cuchara Normal los últimos 15 cm.

N: Número de golpes necesarios para penetrar la Cuchara Normal los 30 cm finales, (N2+N3).



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO E ÍNDICE DE PENETRACIÓN
SONDAJE N° 3**

Antecedentes:

Fecha de exploración: 17 de Diciembre de 2013
Nivel freático : 3.8 metros

Estratigrafía:

Estrato	Cotas límites (m)	Espesor (m)	Descripción del Material
1	0.0 a 1.4	1.4	Relleno artificial no controlado, conformado por un limo de plasticidad baja; con humedad y densificación media.
2	1.4 a 3.1	1.7	Arena media, de color gris oscuro, humedad natural media y compacidad media y densa. Según USCS, este suelo clasifica como SP.
3	3.1 a 5.0	1.9	Arena media, limosa, de color gris oscuro, humedad natural media y alta y compacidad densa. Según USCS, este suelo clasifica como SM.



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

Índice de penetración normal:

Profundidad m		Penetración Nº de golpes			
Desde	Hasta	N1	N2	N3	N
0.00	0.45	3	4	5	9
0.90	1.35	7	8	11	19
1.70	2.15	10	7	10	17
2.60	3.05	12	16	20	36
3.55	4.00	14	12	15	27
4.55	5.00	18	20	21	41

N1: Número de golpes necesarios para penetrar la Cuchara Normal los primeros 15 cm.

N2: Número de golpes necesarios para penetrar la Cuchara Normal los segundos 15 cm.

N3: Número de golpes necesarios para penetrar la Cuchara Normal los últimos 15 cm.

N: Número de golpes necesarios para penetrar la Cuchara Normal los 30 cm finales, (N2+N3).



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

ANEXO 2

FOTOGRAFÍAS DE LOS TRABAJOS DE EXPLORACIÓN



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl



FOTOGRAFIA 1: EJECUCIÓN DE SONDAJE N°1



FOTOGRAFIA 2: EJECUCIÓN DE SONDAJE N°1



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl



FOTOGRAFIA 3: EJECUCIÓN DE SONDAJE N°1



FOTOGRAFIA 4: EJECUCIÓN DE SONDAJE N°1



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl



FOTOGRAFIA 5: EJECUCIÓN DE SONDAJE N°1



FOTOGRAFIA 6: EJECUCIÓN DE SONDAJE N°1



FOTOGRAFIA 7: EJECUCIÓN DE SONDAJE N°2



FOTOGRAFIA 8: EJECUCIÓN DE SONDAJE N°2



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl



FOTOGRAFIA 9: EJECUCIÓN DE SONDAJE N°2



FOTOGRAFIA 10: EJECUCIÓN DE SONDAJE N°2



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl



FOTOGRAFIA 11: SUELO EXTRAÍDO DE SONDAJE N°2



FOTOGRAFIA 12: SUELO EXTRAÍDO DE SONDAJE N°2



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl



FOTOGRAFIA 13: EJECUCIÓN DE SONDAJE N°3



FOTOGRAFIA 14: EJECUCIÓN DE SONDAJE N°3

Terrasonda

Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl



FOTOGRAFIA 15: EJECUCIÓN DE SONDAJE N°3



FOTOGRAFIA 16: EJECUCIÓN DE SONDAJE N°3



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl



FOTOGRAFIA 17: SUELO EXTRAÍDO DE SONDAJE N°3



FOTOGRAFIA 18: SUELO EXTRAÍDO DE SONDAJE N°3



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

ANEXO 3

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Terrasonda

Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl



Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad del Bío-Bío



INstituto de Diagnóstico e Investigación del Medio Ambiente

INFORME DE ENSAYO DE AUTOCONTROL ZC-USU N° 184.242

UNIDAD DE MECÁNICA DE SUELOS



CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Concepción, 9 de Octubre de 2012

Cliente : SR. JORGE ROA BRAVO
 Dirección : WILLIAM CONDON N° 3076, FUNDO EL VENADO - COMUNA DE SAN PEDRO DE LA PAZ
 Destinatario : JAVIER ETCHEVERRY
 Proyecto/Obra : COLEGIO ADVENTISTA TALCAHUANO.
 Ubicación/Ciudad : CALLE COLÓN, TALCAHUANO, REGIÓN DEL BÍO BÍO
 Propietario :
 Constructor :

NORMAS / MÉTODOS DE REFERENCIA

8.102.1 MC V8, 2012; NCh 1515.Of1979; NCh 1517/1-2.Of1979; NCh 1532.Of1980; ASTM D 2487-06, ASTM D 3282-93(97)

IDENTIFICACIÓN ÍTEM DE ENSAYO

Id. Muestra : M-15633 (S-1,M-11;COTAS:7,90-8,35 m)
 Material (Inspección Visual) : ARENA ARCILLOSA

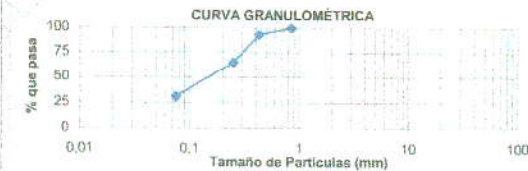
MUESTREO Y FECHAS ENSAYOS

Muestreo realizado por : CLIENTE
 Plan de Muestreo : CLIENTE INDICÓ CANT. MUESTRAS
 Fecha de recepción : 13/09/2012
 Lugar de Muestreo : SONDAJE N° 1
 Prec. de muestreo : CLIENTE INDICÓ UBICACIÓN
 Inicio ensayo : 24/09/2012
 Término ensayo : 27/09/2012
 Granulometría : 24/09/2012
 Den. Part Sólidas : 24/09/2012
 Humedad : 20/09/2012
 Límite Líquido : 25/09/2012
 Límite Plástico : 25/09/2012

RESULTADOS ENSAYOS

TAMICES ASTM	Abertura (mm)	% que pasa
3"	80,0	
2 1/2"	63,0	
2"	50,0	
1 1/2"	37,5	
1"	25,0	
3/4"	19,0	
3/8"	9,50	
N° 4	4,75	
N° 10	2,00	
N° 20	0,85	100
N° 40	0,425	93
N° 60	0,250	65
N° 200	0,075	31

Límite Líquido : 31
 Límite Plástico : 22
 Índice de Plasticidad : 10
 Dens. Partículas Sólidas (kg/dm³) : 2,54
 Humedad Natural (%) : 16,7
 (*)Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
 (*)Clasificación USCS : SC



Nota: Los antecedentes que se indican en el presente informe han sido proporcionados por el cliente. Este informe no debe ser reproducido excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de IDIEM. Para el ensayo de límite líquido, el tipo de acanalador implementado es el ASTM y el método usado es el mecánico. (*) Este ensayo se encuentra fuera del alcance de la acreditación LE 500. El presente informe sólo se refiere a los resultados de ensayos de muestras proporcionadas por el solicitante; en ningún caso avala la información correspondiente a la obra.

OBSERVACIONES:

- Boleta N°13965 / Código de obra: 184239 / Correíativo: 4

[Signature]

Reinaldo Martínez P.
Jefe de Sala



[Signature]

Luis Reyes D.
Jefe de Unidad

JMR



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

INFORME MECÁNICA DE SUELOS – CLASIFICACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Se determinó la granulometría, los límites líquido y plástico, peso específico, humedad natural y la clasificación a muestras de suelo, según los procedimientos señalados en las normas LNV 65-84, NCh 1517/1 Of. 79 y NCh 1517/2 Of. 79, NCh 1239 Of. 77, NCh 1117 Of. 77, NCh 1515 Of. 79 y USCS respectivamente.

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Proyecto	Colegio Adventista Talcahuano “Escuela Particular N°19 Adventista” RBD 4779 de la comuna de Talcahuano
Lugar de muestreo	Calle Colón N° 1165, Talcahuano, VIII Región del Bío Bío
Sondaje N °	2
Muestra N °	2
Cotas de muestreo m	0.90 – 1.35
Extracción de muestra	CN
Fecha de muestreo	17/12/2013
Material	Limo de plasticidad baja

3. RESULTADOS

3.1. Granulometría:

Tamiz ASTM	Muestra N° 2
N° 20	100
N° 40	97
N° 60	94
N° 200	89

3.2. Límites de consistencia, pesos específicos, humedad natural y clasificación:

Límites de consistencia	Muestra N° 2
Límite líquido %	39
Límite plástico %	26
Índice de plasticidad %	13
Peso específico	2.44
Humedad natural %	30.0

Clasificación USCS	ML
---------------------------	-----------



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

INFORME MECÁNICA DE SUELOS – CLASIFICACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Se determinó la granulometría, los límites líquido y plástico, peso específico, humedad natural y la clasificación a muestras de suelo, según los procedimientos señalados en las normas LNV 65-84, NCh 1517/1 Of. 79 y NCh 1517/2 Of. 79, NCh 1239 Of. 77, NCh 1117 Of. 77, NCh 1515 Of. 79 y USCS respectivamente.

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Proyecto	Colegio Adventista Talcahuano “Escuela Particular N°19 Adventista” RBD 4779 de la comuna de Talcahuano
Lugar de muestreo	Calle Colón N° 1165, Talcahuano, VIII Región del Bío Bío
Sondaje N °	2
Muestra N °	4
Cotas de muestreo m	2.60 – 3.05
Extracción de muestra	CN
Fecha de muestreo	17/12/2013
Material	Arena

3. RESULTADOS

3.1. Granulometría:

Tamiz ASTM	Muestra N° 4
N° 4	100
N° 10	92
N° 20	81
N° 40	30
N° 60	8
N° 200	1

3.2. Límites de consistencia, pesos específicos, humedad natural y clasificación:

Límites de consistencia	Muestra N° 4
Límite líquido %	-
Límite plástico %	-
Índice de plasticidad %	NP
Peso específico	2.64
Humedad natural %	9.8

Clasificación USCS	SP
---------------------------	-----------



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

INFORME MECÁNICA DE SUELOS – CLASIFICACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Se determinó la granulometría, los límites líquido y plástico, peso específico, humedad natural y la clasificación a muestras de suelo, según los procedimientos señalados en las normas LNV 65-84, NCh 1517/1 Of. 79 y NCh 1517/2 Of. 79, NCh 1239 Of. 77, NCh 1117 Of. 77, NCh 1515 Of. 79 y USCS respectivamente.

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Proyecto	Colegio Adventista Talcahuano “Escuela Particular N°19 Adventista” RBD 4779 de la comuna de Talcahuano
Lugar de muestreo	Calle Colón N° 1165, Talcahuano, VIII Región del Bío Bío
Sondaje N°	2
Muestra N°	6
Cotas de muestreo m	4.55 – 5.00
Extracción de muestra	CN
Fecha de muestreo	17/12/2013
Material	Arena

3. RESULTADOS

3.1. Granulometría:

Tamiz ASTM	Muestra N° 6
3/8"	100
N° 4	98
N° 10	92
N° 20	64
N° 40	15
N° 60	9
N° 200	5

3.2. Límites de consistencia, pesos específicos, humedad natural y clasificación:

Límites de consistencia	Muestra N° 6
Límite líquido %	-
Límite plástico %	-
Índice de plasticidad %	NP
Peso específico	2.63
Humedad natural %	28.4

Clasificación USCS	SP
---------------------------	-----------



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

INFORME MECÁNICA DE SUELOS – CLASIFICACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Se determinó la granulometría, los límites líquido y plástico, peso específico, humedad natural y la clasificación a muestras de suelo, según los procedimientos señalados en las normas LNV 65-84, NCh 1517/1 Of. 79 y NCh 1517/2 Of. 79, NCh 1239 Of. 77, NCh 1117 Of. 77, NCh 1515 Of. 79 y USCS respectivamente.

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Proyecto	Colegio Adventista Talcahuano "Escuela Particular N°19 Adventista" RBD 4779 de la comuna de Talcahuano
Lugar de muestreo	Calle Colón N° 1165, Talcahuano, VIII Región del Bío Bío
Sondaje N °	3
Muestra N °	2
Cotas de muestreo m	0.90 – 1.35
Extracción de muestra	CN
Fecha de muestreo	17/12/2013
Material	Limo de plasticidad baja

3. RESULTADOS

3.1. Granulometría:

Tamiz ASTM	Muestra N° 2
N° 20	100
N° 40	97
N° 60	95
N° 200	89

3.2. Límites de consistencia, pesos específicos, humedad natural y clasificación:

Límites de consistencia	Muestra N° 2
Límite líquido %	38
Límite plástico %	27
Índice de plasticidad %	11
Peso específico	2.43
Humedad natural %	27.8

Clasificación USCS	ML
---------------------------	-----------



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

INFORME MECÁNICA DE SUELOS – CLASIFICACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Se determinó la granulometría, los límites líquido y plástico, peso específico, humedad natural y la clasificación a muestras de suelo, según los procedimientos señalados en las normas LNV 65-84, NCh 1517/1 Of. 79 y NCh 1517/2 Of. 79, NCh 1239 Of. 77, NCh 1117 Of. 77, NCh 1515 Of. 79 y USCS respectivamente.

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Proyecto	Colegio Adventista Talcahuano “Escuela Particular N°19 Adventista” RBD 4779 de la comuna de Talcahuano
Lugar de muestreo	Calle Colón N° 1165, Talcahuano, VIII Región del Bío Bío
Sondaje N °	3
Muestra N °	4
Cotas de muestreo m	2.60 – 3.05
Extracción de muestra	CN
Fecha de muestreo	17/12/2013
Material	Arena

3. RESULTADOS

3.1. Granulometría:

Tamiz ASTM	Muestra N° 4
N° 10	100
N° 20	77
N° 40	18
N° 60	9
N° 200	5

3.2. Límites de consistencia, pesos específicos, humedad natural y clasificación:

Límites de consistencia	Muestra N° 4
Límite líquido %	-
Límite plástico %	-
Índice de plasticidad %	NP
Peso específico	2.68
Humedad natural %	5.9

Clasificación USCS	SP
---------------------------	-----------



Av. William Condon 3076, San Pedro de la Paz, Concepción. F: 2792718. terrasonda@terrasonda.cl

INFORME MECÁNICA DE SUELOS – CLASIFICACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Se determinó la granulometría, los límites líquido y plástico, peso específico, humedad natural y la clasificación a muestras de suelo, según los procedimientos señalados en las normas LNV 65-84, NCh 1517/1 Of. 79 y NCh 1517/2 Of. 79, NCh 1239 Of. 77, NCh 1117 Of. 77, NCh 1515 Of. 79 y USCS respectivamente.

2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Proyecto	Colegio Adventista Talcahuano “Escuela Particular N°19 Adventista” RBD 4779 de la comuna de Talcahuano
Lugar de muestreo	Calle Colón N° 1165, Talcahuano, VIII Región del Bío Bío
Sondaje N °	3
Muestra N °	6
Cotas de muestreo m	4.55 – 5.00
Extracción de muestra	CN
Fecha de muestreo	17/12/2013
Material	Arena limosa

3. RESULTADOS

3.1. Granulometría:

Tamiz ASTM	Muestra N° 6
N° 4	100
N° 10	98
N° 20	91
N° 40	68
N° 60	48
N° 200	15

3.2. Límites de consistencia, pesos específicos, humedad natural y clasificación:

Límites de consistencia	Muestra N° 6
Límite líquido %	-
Límite plástico %	-
Índice de plasticidad %	NP
Peso específico	2.64
Humedad natural %	24.7

Clasificación USCS	SM
---------------------------	-----------