

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES

**“AMPLIACIÓN PUERTO DE SAN ANTONIO CON RELLENOS  
ESPECIALES COMPACTADOS DINÁMICAMENTE”**

Memoria de titulación presentada por:

**Matías Nicolás Olguín Pimentel**

Como requisito parcial para optar al título de:

**Constructor Civil**

Profesor Guía:

**Miguel Petersen**

Septiembre, 2016



## Dedicatoria

*<<¿Y qué has **ap**rendido después  
de tanto dolor, de tantas traiciones?>>*

*Entonces respondí:*

*<<aprendí a siempre sonreír>>...*

BLASTER

Para mi Madre, mi Padre, mi Hermano y Dios.

Pilares fundamentales en mi vida

## Resumen Ejecutivo

El presente trabajo pretende mostrar cómo se llevan a cabo los rellenos especiales compactados dinámicamente en la ampliación del Puerto de San Antonio Fase 1A-1B.

El enfoque técnico que se pretende exponer es:

- Técnica empleada
- Avance
- Costos

La compactación por impacto se realiza para lograr la compactación necesaria para prevenir la licuación sísmica del relleno y del suelo subyacente. Esta se aplicará con el nivel de terreno entre las cotas +2.0 y +3.0 m NRS.

El equipo de compactación por impacto está formado por una grúa, una torre y un gancho de liberación de carga de accionamiento neumático. La torre, de sección tronco piramidal, es una estructura enrejada de acero, cuya base es de sección rectangular de 5.0 x 9.5 metros. La maza será izada por el hinchante principal de la grúa, el que tiene una capacidad de levante de 100 toneladas, con una velocidad de izamiento de aproximadamente 15 metros por minuto. El gancho de liberación de carga, será accionado por el operador de la grúa.

Los puntos a compactar están definidos mediante un sistema de coordenadas locales. La malla de impactos tiene 32 metros de longitud y un ancho que varía de 40 a 44 metros. Para la Fase I de golpes se estableció una malla ortogonal con espacios de 8 metros. Para la Fase II de golpes se ha establecido una segunda malla con igual espaciamiento, desfasada en 4 metros en ambas direcciones con respecto a la malla de la Fase I.

## ABSTRACT

The following work pretends to demonstrate how is going to be executed the specialized packings dynamically compacted in the extension of the Port of San Antonio in the 1A-1B phase.

The technical approach pretended to expose is:

- Used Technique
- Progress
- Cost

The compactation by impact is realized to obtain the necessary compactation to prevent the seismic liquation of the filling and the underlying soil. This method is applicate in a ground level between +2.0 and +3.0 (m) NRS.

The impact compactation gear is made by a crane, a tower and a liberation charge hook with neumatic drive. The tower is a pyramidal trunk with a steel lattice, and his base is a rectangular section of 5.0 x 9.5 meters. The mace is hoisted by the principal winch of the crane, who has the lift power of 100 tons, with a lift speed of 15 meters per minute. The liberation charge hook is actuated by the crane operator.

The compaction sites are defined by a local coordinate system. The impact grid line has 32 meters length and a width from 40 to 44 meters. For hit Phase I, it stablished and orthogonal grid with spaces between 8 meters. For hit Phase II, it stablished a second grid with same spaces out of phase in 4 meters in both directions respected to the hit phase I.

## INDICE DE CONTENIDOS

1.0	<b>Introducción</b>	1
2.0	<b>Bases teóricas Generales</b>	2
○ 2.1	<b>Suelos Licuables</b>	2
▪ 2.1.1	<b>Asentamiento de las Explanadas por Reconsolidación de Suelos Naturales Licuados y Efectos de la Licuación Profunda en la Superficie.</b>	
▪ 2.1.2	<b>Asentamientos por Eyección de Suelo</b>	
▪ 2.1.3	<b>Corrimiento Lateral de Suelos (Lateral Spreading)</b>	
3.0	<b>Metodología Compactación por Impacto</b>	6
○ 3.1.	<b>Equipos para la Compactación por Impacto</b>	7
▪ 3.1.1	<b>Equipos de Compactación</b>	
▪ 3.1.2	<b>Equipos para el control de la Compactación Dinámica</b>	
▪ 3.1.2	<b>Equipos de apoyo a la compactación</b>	
4.0	<b>Procedimientos generales en Cancha de Prueba</b>	8
○ 4.1	<b>Ubicación de Cancha de Prueba</b>	8
○ 4.2	<b>Malla de Impactos</b>	8
○ 4.3	<b>Aplicación de Impactos</b>	9
○ 4.4	<b>Energía de Compactación</b>	9
○ 4.5	<b>Estudio de Penetración de la Maza</b>	10
▪ 4.5.1	<b>Penetración de la Maza v/s Nº de Impactos</b>	
▪ 4.5.2	<b>Penetración de la Maza v/s Altura de Caída</b>	
○ 4.6	<b>Relleno de Cavidades producidas por los Impactos y Compactación</b>	11
○ 4.7	<b>Control de Compactación en la Cancha de Prueba</b>	
▪ 4.7.1	<b>Control de Penetración de la Maza</b>	
▪ 4.7.2	<b>Sondajes Geotécnicos</b>	
▪ 4.7.3	<b>Control Topográfico</b>	
5.0	<b>Secuencia de Trabajos en Cancha de Prueba</b>	14
○ 5.1	<b>Trabajos Iniciales</b>	14
▪ 5.1.1	<b>Compactación Tradicional</b>	
▪ 5.1.2	<b>Trabajos Topográficos</b>	
▪ 5.1.3	<b>Sondajes geotécnicos</b>	
▪ 5.1.4	<b>Control de Energía de Compactación</b>	
▪ 5.1.5	<b>Pruebas de Penetración de la Maza</b>	
○ 5.2	<b>Fase I de Compactación</b>	15
▪ 5.2.1	<b>Compactación por Impacto</b>	

▪ 5.2.2	Sondajes Geotécnicos, Fase I	
○ 5.3	Fase II de Compactación	16
▪ 5.3.1	Compactación por Impacto	
▪ 5.3.2	Sondajes Geotécnicos, Fase II	
6.0	Criterios Preliminares de Aceptación de la Compactación	16
7.0	Resultados Cancha de Prueba	17
○ 7.1	Metodología a seguir	17
▪ 7.1A	Compactación dinámica Nueva Explanada	
▪ 7.1B	Compactación dinámica Explanada Existente	
8.0	Avance	28
9.0	Seguridad, Salud y Medio Ambiente	30
9.0	Costo	32
10.0	Imágenes de apoyo	34
11.0	Conclusión	38
12.0	Referencias	39
	Anexos	40

## ✓ 1.0 Introducción

Puerto Central S.A., empresa Concesionaria del Puerto de San Antonio, contrató a la empresa Constructora Belfi S.A. (BELFI) ingeniería, suministro y construcción de la obra "Terminal Costanera Espigón".

El proyecto del nuevo Muelle Costanera considera una explanada a ganar al mar con relleno granular, que termina en un muro de contención y un talud de inclinación 1:1,8 (V:H), que será protegido con una escollera de rocas de cantera. El muro permite conectar la explanada con el muelle a través de una losa de traspaso. El muelle marginal está conformado por pilotes de acero y un tablero de hormigón armado.

El presente trabajo pretende mostrar cómo se lleva a cabo la faena de *Compactación Dinámica*, en la ampliación del Puerto de San Antonio, específicamente en las Fases 1A y 1B.

El enfoque técnico que se pretende exponer será:

- Técnica empleada
- Avance
- Costos

El proyecto considera utilizar las áreas de explanada de la Fase 1A y 1B, para el acopio de contenedores y reefers, almacenamiento de vehículos, tránsito de grúas RTG (grúas pórtico sobre neumáticos) y otros equipos pesados, por lo que la cimentación que debe presentar el área, debe cumplir con un correcto desempeño.

La compactación por impacto se realiza para transmitir al suelo el nivel de compactación necesaria, de esta forma, prevenir la licuación sísmica del relleno y del suelo subyacente.

A grandes rasgos, el fenómeno de licuación sísmica es propio de suelos granulares saturados de baja a mediana compacidad, esto explica que al momento de ocasionado un movimiento sísmico, el suelo manifiesta una significativa pérdida de la resistencia al corte. Lo que afecta la estabilidad de la obra y además generar asentamientos inadmisibles.

Con la aplicación de la *Compactación Dinámica*, se estima que la compacidad del suelo será suficiente como para prevenir la licuación sísmica y la consiguiente pérdida de la capacidad de soporte en toda el área de la Fase 1A y 1B (Figura N° 1).

## ✓ 2.0 Bases teóricas Generales

### 2.1 Suelos Licuables

La licuación es un fenómeno que afecta a los suelos granulares sueltos saturados. Se define como una importante pérdida de la resistencia al corte, esto al aumentar significativamente la presión de poros. Las partículas de los suelos tienden a acomodarse a una configuración más densa durante el sismo, transfiriendo la presión de contacto entre granos hacia los intersticios del suelo lleno de agua, el cual no tiene la capacidad de resistir esfuerzos de corte. Debido a que producto del dinamismo de las sollicitaciones cíclicas, al suelo no le es posible liberar esa presión desarrollada, incrementado progresivamente a medida que se desarrolla el sismo, finalmente se llega a una condición en que los esfuerzos de corte efectivos disminuyen al punto en que son inferiores a los esfuerzos solicitantes.

Esta condición entre los esfuerzos resistentes y solicitantes gatilla lo que se conoce como "*Falla de Flujo por Licuación*", masivas deformaciones plásticas del suelo, que se extienden hasta que las sollicitaciones de corte se equiparan a las resistencias residuales del suelo licuado.

Asociado a este fenómeno, se debe esperar una pérdida de la capacidad de carga del suelo, asentamientos, un aumento en los empujes contra elementos de contención, entre otros.

Estos suelos granulares sueltos que tienden a presentar *Fallas de Flujo por Licuación*, se caracterizan por tener un comportamiento *contractivo*. Sin embargo, también existe un fenómeno que aplica a los suelos granulares saturados en estados más densos, denominado *Movilidad Cíclica*. Este fenómeno se caracteriza por no tener una completa inversión entre el esfuerzo efectivo resistente y los solicitantes, sino que puntualmente alcanzan magnitudes similares, donde el suelo presenta cierto ablandamiento o fluencia. Dichos suelos se caracterizan por tener un comportamiento dilatante.

La licuación se define como el aumento progresivo de la presión del agua intersticial, dentro de los suelos granulares bajo acción sísmica, de manera que el esfuerzo efectivo se reduce eventualmente a cero y el depósito se comporta como un líquido. Fenómenos relacionados con los suelos licuables son la movilidad

cíclica y el corrimiento lateral, esto ocurre en suelos arenosos y en limos no plásticos, saturados o parcialmente saturados.

En la Fase 1A – 1B, del Puerto de San Antonio, los suelos de la explanada pueden experimentar asentamientos por vibración y asentamientos por licuación, esto depende si se trata de suelos no saturados o saturados respectivamente.

En las zonas de licuación de un suelo, se pueden presentar dos fenómenos:

- *Cambio de volumen por reacomodo de las partículas*
- *Eyección de material a la atmosfera*

### **2.1.1 Asentamiento de las Explanadas por Reconsolidación de Suelos Naturales Licuados y Efectos de la Licuación Profunda en la Superficie**

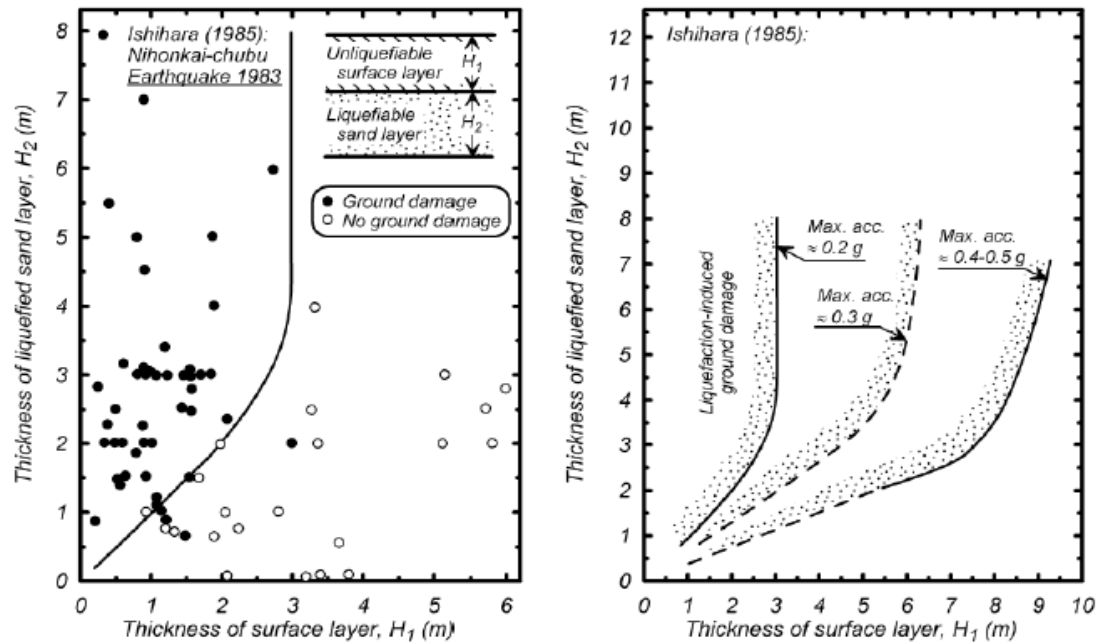
#### **Asentamientos**

Después de la licuación, los suelos podrán densificarse disminuyendo su volumen, producto de la redistribución de vacíos y por el reacomodo de partículas. Ishihara y Yoshimine (1992) proponen metodologías para estimar los asentamientos por licuación de los suelos saturados

Considerando que el tratamiento de compactación dinámica tiene un alcance limitado en profundidad, quedarán suelos licuables debajo de los suelos compactados. El alcance del tratamiento de compactación dinámica generalmente no supera los 10 metros, e incluso inferior, se debe tener esto en cuenta, considerando el hecho de tener estructuras aledañas.

## Efectos Superficiales

Ishihara en 1985, propuso una relación entre las profundidades de estratos no licuables superficiales y estratos licuables Subyacentes a fin de definir si se observarían daños a nivel superficial. Los ábacos a continuación indican lo propuesto por Ishihara:



*Combinación de espesores de estratos superficiales no licuables, Estratos licuables en profundidad y aceleraciones máximas de superficie para distinguir en la evidencia o no de daño superficial (Ishihara, 1985).*

De acuerdo con lo propuesto por Ishihara, dada la combinación de espesores licuables bajo los estratos mejorados no licuables de la explanada, no se debería observar daños en la superficie por efecto de la licuación.

### 2.1.2 Asentamientos por Eyección de Suelo

Las capas de suelo muy suelto que experimentan licuación, tienden a moverse hacia la atmósfera, esto es, al experimentar licuación se movilizan a sectores con menor presión. Evidencia de esto son los denominados volcanes de arena.

Los factores que favorecen estos asentamientos son:

- La presión de sobrecarga.
- Presión de las estructuras superficiales.
- Estratigrafía del sitio.
- Cercanía de las capas licuables a la superficie.
- Discontinuidades presentes en la superficie asociadas a desplazamientos laterales en el terreno.
- Magnitud y duración del sismo.

Una apropiada compactación dinámica en las áreas de la explanada existente y explanada nueva permitiría mitigar asentamientos por eyección de suelo.

### 2.1.3 Corrimiento Lateral de Suelos (Lateral Spreading)

En superficies que presentan algún grado de inclinación y capas de suelo débiles o que pierdan resistencia al corte por efecto sísmico, el corrimiento lateral es común, esto generado por efecto sísmico.

El fenómeno se presenta como desplazamiento en sentido de la pendiente, generalmente en dirección hacia el mar, y sus efectos evidencian grietas en dirección perpendicular a la pendiente. Esto puede traer daños menores a las estructuras de pavimentos de las explanadas.

### ✓ 3.0 Metodología Compactación por Impacto

La compactación por impacto tiene como objetivo *mitigar el riesgo de licuación del suelo, controlar los asentamientos sísmicos y evitar las pérdidas transitorias de la capacidad de soporte.*

Para definir las características de la *Compactación por Impacto* se efectuará una cancha de prueba que se ubicará de acuerdo a lo indicado en la *Figura N° 2*. En la zona de la *Cancha de Prueba N° 1*, los rellenos tienen un espesor máximo de aproximadamente 7 metros. En la cancha de prueba, se establecerá el número preliminar de golpes por punto y la cantidad preliminar de fases que se deberá aplicar para lograr la compactación necesaria para prevenir la licuación sísmica del relleno. Inicialmente se considera la aplicación de dos fases de impactos. Sin embargo, de no ser alcanzados los requerimientos de compactación, se podrá aplicar fases adicionales o un mayor número de impactos por punto en cada fase. Los impactos serán aplicados con la superficie del terreno entre las cotas + 2,00 y + 3,00 m NRS.

La eficiencia del tratamiento de compactación por impactos será verificada en la cancha de pruebas mediante la ejecución de sondajes de control efectuados después de aplicar cada una de las fases. Si los resultados de estos sondajes indican que se ha alcanzado los requerimientos de compactación, la metodología utilizada en la cancha de prueba podrá extenderse al resto de la explanada existente. En el resto de la explanada, debe efectuarse al menos 1 sondaje de control de compactación por cada 2500 m<sup>2</sup> de superficie compactada.

No obstante se aplique la recomendación de compactación descrita, y de acuerdo con las especificaciones del proyecto, en los casos en los cuales los resultados de algún sondaje de control indique que no se ha alcanzado el objetivo, en toda el área de la explanada representada por ese sondaje, se deberá aplicar una fase adicional de impactos. Especial atención se deberá colocar en las zonas con alto riesgo de licuación.

### ✓ 3.1. Equipos para la Compactación por Impacto

#### 3.1.1 Equipos de Compactación

Los equipos de compactación que serán utilizados, permiten la caída libre de una masa de aproximadamente 30 Toneladas, desde una altura de hasta 25 metros, lo que representa una energía máxima de golpe de 750 T-m.

El equipo de compactación dinámica está formado por una grúa, una torre y un gancho de liberación de carga de accionamiento neumático.

La torre, de sección tronco piramidal, es una estructura enrejada de acero, cuya base es de sección rectangular de 5,0 x 9,5 metros. Su altura es de 30 metros y permite dejar caer la masa desde una altura máxima de 25 metros.

La masa será izada por el huiñche principal de la grúa, el que tiene una capacidad de levante de 150 toneladas, con una velocidad de izamiento de aproximadamente 15 metros por minutos

La grúa que permitirá izar y trasladar la torre y la masa, será una Grúa 150 ton Manitowoc 3900.

#### 3.1.2 Equipos para el control de la Compactación Dinámica

Para el control de la Compactación se utilizarán los siguientes equipos:

- Equipo topográfico.
  - Trazar los puntos de compactación en la explanada.
- Sonda rotatoria para ejecución de sondajes geotécnicos, con ensayos SPT.
  - Antes y después de la fase de compactación.

### 3.1.2 Equipos de Apoyo a la Compactación

Además de los equipos de compactación propiamente tales, serán necesarios los siguientes equipos de apoyo:

- Cargador Frontal o Retroexcavadora para ir rellenando las cavidades dejadas por los impactos.
- Camiones Tolva para llevar material de aporte.
- Rodillo vibratorio de peso estático no inferior a 10 Toneladas para la compactación de la superficie.

## ✓ 4.0 Procedimientos generales en Cancha de Prueba

### 4.1 Ubicación de Cancha de Prueba

En las *Figuras 2 y 3* se muestra la ubicación de la *Cancha de Prueba*. En las *Figuras 4 y 5* se muestra perfiles estratigráficos transversales a lo largo de los bordes de la cancha de prueba.

### 4.2 Malla de Impactos

La malla de impactos de la cancha de prueba propuesta tiene 32 metros de longitud y un ancho que varía de 40 a 44 metros. Esta malla se muestra en la *Figuras 2 y 6*, y abarca la compactación dinámica completa que se efectuará en ese sector de la nueva explanada, de manera que, al final de la compactación de la cancha de prueba, se habrá concluido también con la compactación de ese tramo de la nueva explanada.

Para la Fase I de golpes se ha establecido una malla ortogonal con espacios de 8 metros. Los puntos de impacto son mostrados en las *Figuras 2 y 6*

Para la Fase II de golpes se ha establecido una segunda malla con igual espaciamiento, desfasada en 4 metros en ambas direcciones con respecto a la malla de la fase I.

Los impactos de la línea más cercana al borde de la explanada existente, se ubicarán a distancias menores que el resto de la grilla, ajustándose así al contorno de la nueva explanada.

El área de la cancha de prueba a compactar ha sido dividida en dos sectores, en función del espesor de los rellenos. Estos sectores han sido denominados como *Sector 1* y *Sector 2*. El *Sector 1* corresponde al que fue el sector más profundo, donde se tiene mayor altura de relleno, y limita con el *Sector 2* donde el veril existente antes del relleno correspondía a la cota – 3 m NRS. Esta división de sectores se muestra en las *Figuras 2 y 6*.

Dependiendo de los resultados de la cancha de prueba, ambos sectores podrían ser sometidos a tratamientos de compactación diferentes.

#### **4.3 Aplicación de Impactos**

Inicialmente, se considera la aplicación de dos fases de impactos. Sin embargo, de no ser alcanzados los requerimientos de compactación, se podrá aplicar fases adicionales o un mayor número de impactos por punto en cada fase.

Los impactos serán aplicados con la superficie del terreno entre las cotas +2,00 y +3,00 m NRS.

Antes de iniciar la compactación por impactos, la superficie del terreno debe ser compactada mediante 5 pasadas de rodillo vibratorio con peso estático no inferior a 10 toneladas.

Antes de aplicar los impactos se deberá efectuar un levantamiento topográfico de toda la cancha de prueba.

#### **4.4 Energía de Compactación**

La energía de compactación a aplicar dependerá del espesor del suelo granular a compactar. La máxima energía a aplicar por golpe será de 750 T-m, con una altura de caída máxima de 25 metros. Ello representa una profundidad máxima teórica a compactar comprendida entre 8 y 10 metros.

#### **4.5 Estudio de Penetración de la Masa**

Previo al inicio de las fases de compactación de la cancha de prueba, se realizará las siguientes pruebas:

- 1- Pruebas de Penetración de la masa en función del número de golpes aplicados.
- 2- Pruebas de Penetración de la masa en función de la altura de caída.

Estas pruebas aportarán antecedentes para un eventual ajuste de la energía de compactación a aplicar en la Cancha de Prueba.

Las pruebas de penetración de la masa se realizarán en puntos de la malla de impacto a definir en terreno, en torno al punto inicial de cada sector.

##### **4.5.1 Penetración de la Masa v/s N° de Impactos**

En primer término se realizará las pruebas de penetración de la masa en función del número de golpes aplicados, manteniendo constante la altura de caída de la masa. Estas pruebas se efectuarán, en 2 puntos representativos del *Sector 1*, con altura de caída de 20 y 25 metros, respectivamente.

En cada uno de los puntos de estudio se aplicará hasta un máximo de 6 impactos en un mismo punto de la malla. La prueba en el punto de estudio se dará por terminada al registrar, en dos impactos consecutivos, penetraciones de la masa menor o iguales a 0.10 metros o, al aplicar el número máximo de impactos. Se registrará, para cada punto en estudio, el número de impactos aplicados (Nia).

Se establecerá la curva de variación de la penetración de masa en función del número de impactos correspondiente.

##### **4.5.2 Penetración de la Masa v/s Altura de Caída**

La prueba de penetración de la masa en función de la altura de caída, se ejecutará para un número de impactos fijos, Nif (inicialmente 3).

Se considera ejecutar dos pruebas en el Sector 1 y dos pruebas en el Sector 2, de acuerdo a lo indicado en la tabla N°1:

Tabla N°1: Prueba de Penetración de la masa

Sector N°	Prueba N°	Impactos N°	Altura de Caída (m)	Energía por Impacto (T-m)
1	I-1	3	25	750
	I-2	3	20	600
2	II-1	3	20	600
	II-2	3	15	450

*En función de los resultados que se obtenga, se podrá modificar las alturas de caída.*

#### 4.6 Relleno de Cavidades producidas por los Impactos y Compactación

Después de cada Fase, se rellenarán todas las cavidades dejadas por el proceso de compactación por impactos. También se rellenará cada vez que se requiera por necesidades de tránsito u operación.

Además se rellenará toda cavidad antes de aplicar el impacto siguiente, si su profundidad excede de 0.6 metros en promedio.

Después de cada Fase de impactos, y en especial después de la última fase, se deberá efectuar una compactación general de toda la superficie con rodillo vibratorio. Esta compactación se efectuará mediante un mínimo de 5 pasadas con un rodillo vibratorio con peso estático no inferior a 10 toneladas.

#### **4.7 Control de Compactación en la Cancha de Prueba**

El control de la compactación en las canchas de prueba se realizará mediante:

- Control de Penetración de la Masa
- Sondajes Geotécnicos
- Control Topográfico de la Superficie

##### **4.7.1 Control de Penetración de la Masa**

Por cada impacto aplicado se determinará la penetración media de la masa. Esta penetración será determinada topográficamente con un instrumento instalado fuera del área de influencia de los impactos y registrando la penetración del centro de la masa.

La penetración de la masa se registrará en el formulario de Control de Compactación.

Además se registrará cualquier situación anómala que se presente, como por ejemplo:

- Inclinación aproximada de la masa
- Grietas en superficie del terreno
- Agua en el fondo de la cavidad producida por el impacto
- Depresión o solevantamiento del suelo circundante al área de impacto.

##### **4.7.2 Sondajes Geotécnicos**

Se considera la ejecución de 6 sondajes para el control de la compactación de la cancha de prueba. En estos sondajes se ejecutará ensayos de penetración, SPT, seguidos de la determinación del torque, SPT-T. Los ensayos SPT-T serán efectuados cada 0,5 metros de penetración. Los ensayos SPT se ejecutarán de acuerdo con las norma ASTM D 1586-84. La medida del torque se efectuará de acuerdo con el procedimiento descrito por Luciano Decourt, (Geotechnical Site Characterization, ISC 1998). Los sondeos serán perforados hasta alcanzar la cota -12 m NRS.

Los sondajes SF0-I serán hechos antes de la Fase I de compactación, los sondajes SF1-I serán efectuados después de completada la fase I, y a su vez, los sondajes SF2-I serán hechos después de completada la Fase II de compactación. En el caso de requerirse una tercera fase de impactos, se efectuará una serie adicional de sondajes (SF3-I).

Si algún sondaje geotécnico detecta suelo muy grueso que impidan el avance o la correcta ejecución de los ensayos SPT, será cambiado de ubicación y re-perforado completamente.

Las muestras serán obtenidas con la cuchara normal, simultáneamente con la realización de ensayos de penetración estándar. Muestras representativas de los suelos serán sometidas a ensayos rutinarios de clasificación en laboratorio.

#### **4.7.3 Control Topográfico**

##### **Superficie del Terreno**

Constituye un antecedente importante para la evaluación del resultado de la compactación en la cancha de prueba, la disminución de volumen del material que ha sido compactado. Por ello, se considera determinar la topografía inicial y final del área compactada

##### **Efecto en los Pilotes Cercanos**

Si al momento de efectuar la compactación dinámica existen pilotes ya hincados en la cercanía, se deberá monitorear el eventual desplazamiento lateral de los pilotes a fin de evitar que se exceda el límite admisible, se podrá modificar el impacto por golpe, dando más golpes con menor energía, o se podrá desplazar los puntos de compactación.

## ✓ 5.0 **Secuencia de Trabajos en Cancha de Prueba**

Los trabajos a ejecutar en la cancha de prueba se realizarán de acuerdo a la siguiente secuencia general:

### 5.1 **Trabajos Iniciales**

#### 5.1.1 **Compactación Tradicional**

Toda el área de la cancha de prueba será compactada mediante rodillo vibratorio, previo a la compactación dinámica. Se aplicará un mínimo de 5 pasadas de rodillo vibratorio de 10 toneladas o superior.

#### 5.1.2 **Trabajos Topográficos**

Se establecerá el sistema de ejes ortogonales, distanciados en 4 metros que permitan identificar cada punto de impacto a aplicar sobre toda el área a compactar. El sistema de ejes está indicado en las *Figuras 3, 4, 5, 6* y las mallas de impacto que coinciden con dicho sistema de ejes.

Se trazará las mallas de impacto correspondientes a cada Fase de compactación, tal como se señala en las *Figuras 3, 4, 5 y 6*.

#### 5.1.3 **Sondajes geotécnicos**

Se ejecutará los 2 sondajes geotécnicos especificados para conocer el grado de compacidad inicial del subsuelo.

#### 5.1.4 **Control de Energía de Compactación**

Previo a la aplicación de los impactos se controlará el peso de la masa y se establecerá un sistema de control de las diferentes alturas de caída de la masa, mediante marcas en el cable de izamiento.

### **5.1.5 Pruebas de Penetración de la Masa**

Se ejecutará las pruebas de *Penetración de la Masa*, descritas en el punto 4.4 anteriormente mencionado. A partir de los resultados obtenidos en estas pruebas se establecerá en terreno un criterio preliminar que permitirá definir el número mínimo de golpes a aplicar en cada fase de impacto de la cancha de prueba.

## **5.2 Fase I de Compactación**

### **5.2.1 Compactación por Impacto**

La energía a aplicar en los impactos de la *Fase I* deberá ser la máxima que permitan los equipos, se aplicará la cantidad de impactos por puntos correspondientes a la primera fase de compactación, se controlará topográficamente la penetración de la masa después de cada impacto.

En cada impacto se observará y registrará todo hecho relevante como: grietas en la superficie del terreno, hundimientos y/o solevantamientos, presencia de agua en el fondo de la cavidad, etc.

Se rellenará con grava arenosa hasta la superficie del terreno, según se describe en el punto 4.5.

### **5.2.2 Sondajes Geotécnicos, Fase I**

Se ejecutarán 2 sondajes geotécnicos especificados para conocer el cambio de grado de compacidad del subsuelo, por efecto de la Fase I de compactación.

### 5.3 Fase II de Compactación

#### 5.3.1 Compactación por Impacto

La energía a aplicar en los impactos de la *Fase II* será establecida en terreno a partir de la interpretación preliminar de los resultados obtenidos de los Trabajos Iniciales y de Fase I de compactación. Se aplicará la cantidad de impactos por punto correspondientes a la segunda fase de compactación. Se controlará topográficamente la penetración de la masa después de cada impacto.

En cada impacto se observará y registrará todo hecho relevante como: grietas en la superficie del terreno, hundimientos y/o solevantamientos, presencia de agua en el fondo de la cavidad, etc.

Entre cada impacto, la cavidad resultante se rellenará con grava arenosa a ras con la superficie del terreno.

#### 5.3.2 Sondajes Geotécnicos, Fase II

Se ejecutarán 2 sondajes geotécnicos especificados para conocer el cambio en el grado de compacidad inicial del subsuelo, por efecto de la *Fase II* de compactación

### ✓ 6.0 Criterios Preliminares de Aceptación de la Compactación

Se establecerá un criterio de aceptación de la compactación dinámica, basado en el *Índice de Penetración Estándar (SPT)*, medido en los sondajes de control. Inicialmente se estima que el valor del SPT medido deberá cumplir con la siguiente relación:

$$N_{spt} > 15 + 1,9 z$$

Donde  $z$  es la profundidad en metros, medida desde la superficie del terreno.

Si no se logra el objetivo de compactación, todo el sector representado por el sondaje geotécnico de control, deberá ser compactado mediante una fase adicional de impactos.

## ✓ 7.0 Resultados Cancha de Prueba

La cancha fue dividida en 2 sectores, según altura de relleno a compactar. El *Sector 1* correspondió al sector con mayor altura de relleno, más cercano al prisma de contención y el *Sector 2*, al de menor altura de relleno, más cercano a la explanada existente.

En ambos sectores de la cancha de prueba, la compactación dinámica se efectuó en dos fases de impacto. Para la Fase I de la compactación, se siguió métodos distintos en ambos sectores. En el *Sector 1*, en cada lugar de golpeo, se aplicó 4 golpes con altura de caída de 20 metros y luego 2 golpes con altura de caída de 25 metros. La energía de impacto fue de 600 T-m y 750 T-m, respectivamente. A su vez, en el *Sector 2*, en todos los puntos de impactos se aplicó 6 golpes con energía de 600 T-m.

En base a los sondajes de control efectuados antes y después de la Fase I de golpeo, para la fase II, se recomendó aplicar 3 golpes con altura de 20 metros y 2 golpes con altura de caída de 25 metros en ambos sectores.

Una vez finalizada la Fase II de compactación, los sondajes de control indicaron que en ambos sectores, la energía de compactación aplicada fue apropiada, lográndose en general alcanzar el nivel de compactación necesario.

En la *Figura 2* se muestra la malla de puntos de aplicación de impactos para las Fases I y II.

### 7.1 Metodología a seguir

La metodología empleada en la cancha de prueba, será aplicada para toda el área restante de la Nueva Explanada y Explanada Existente de la Fase 1A y 1B del proyecto.

La metodología a seguir es la siguiente:

#### Fase I

- Para sectores con altura de relleno mayor a 5 metros: 4 golpes de 20 metros + 2 golpes de 25 metros
- Para sectores con menos de 5 metros de relleno: 6 golpes de 20 metros

## Fase II

- Todos los sectores: 3 golpes de 20 metros + 2 golpes de 25 metros.

No obstante se aplique la recomendación de compactación descrita, y de acuerdo con las especificaciones del proyecto, en los casos en los cuales los resultados de algún sondaje de control indiquen que no se ha podido alcanzar el objetivo, en toda el área de la explanada representada por ese sondaje, se deberá aplicar una fase adicional de impactos, en necesidad de mayor compactación.

### 7.1A Compactación Dinámica Nueva Explanada

#### Sondajes de Control

Para evaluar la efectividad de la compactación se efectúa un sondaje de control por cada 2500 m<sup>2</sup> de superficie compactada.

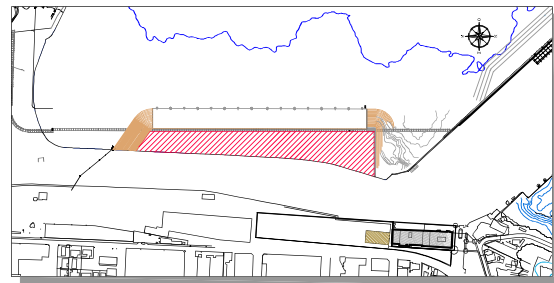
Los sondajes realizados fuera del área correspondiente a la Cancha de Prueba N°1, son los denominados SF2-3, SF2-4 y SF2-5. Las coordenadas y cotas de estos sondajes, son mostradas en la tabla N°2 y fueron determinadas por Belfi S.A.

Tabla N°2: Coordenada de Sondajes (Figura 1)

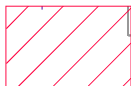
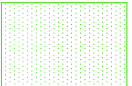

SONDAJE	COORDENADAS UTM		COTA m NRS.
	NORTE	ESTE	
SF2-3	6280127,7	257175,5	+ 2,7
SF2-4	6280071,7	157175,4	+ 2,4
SF2-5	6279991,7	257175,2	+ 2,1

La ubicación de los sondajes está mostrada en la figura 1. Los resultados de terreno de los sondajes están presentados en el Anexo A tablas 1 a 3.

Los índices de Penetración Estándar medidos en los sondajes de control, están mostrados en los gráficos 1, 2 y 3 respectivamente. En estos gráficos se ha incluido además, la línea correspondiente al criterio de Aceptación de la Compactación, establecida en las Especificaciones.



**SIMBOLOGIA**

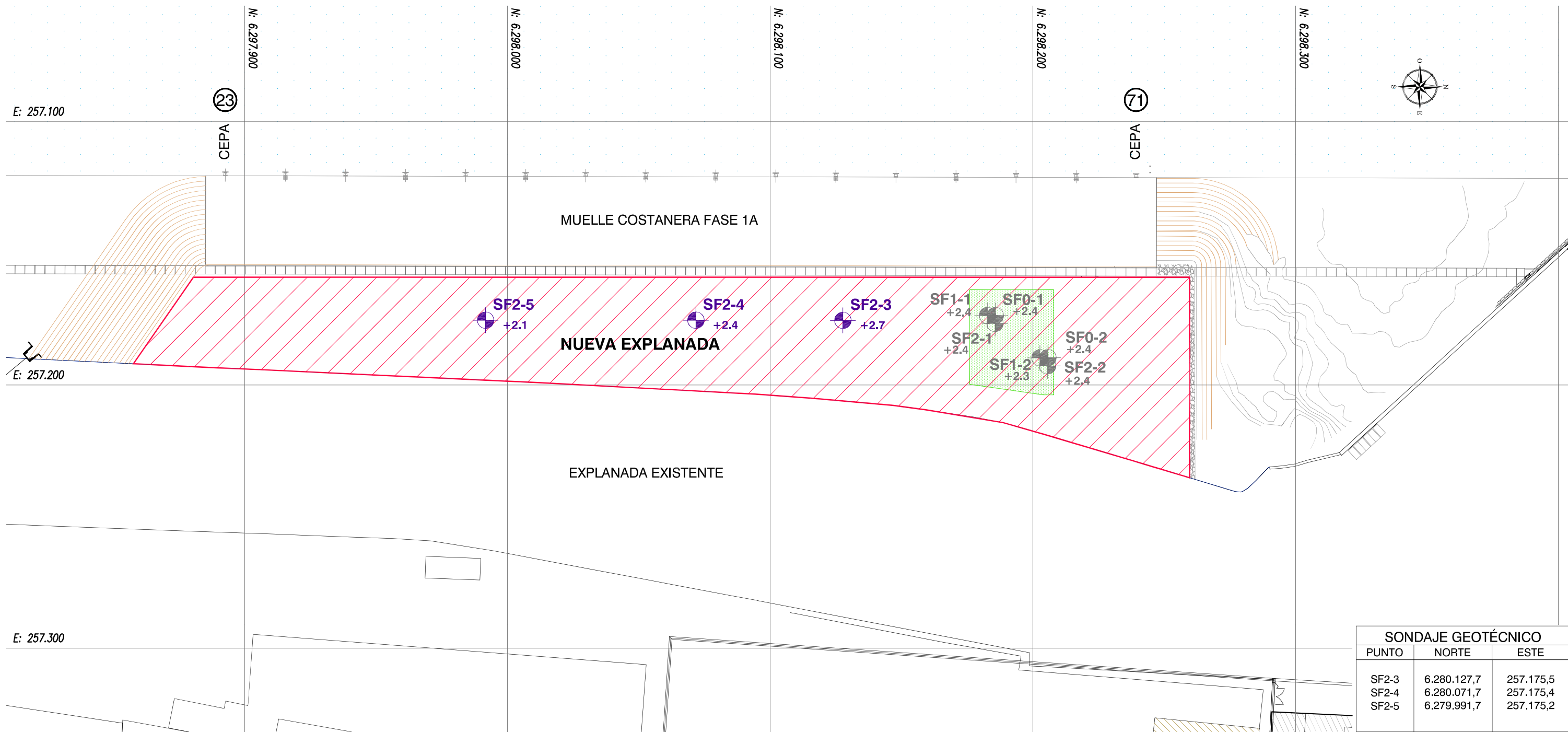
 AREA DE MEJORAMIENTO POR IMPACTO
  AREA CANCHA DE PRUEBA
  SONDAJE CONTROL DE COMPACTACION



**TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO**

Doc.: 3479-GI/41/11-RCD-0

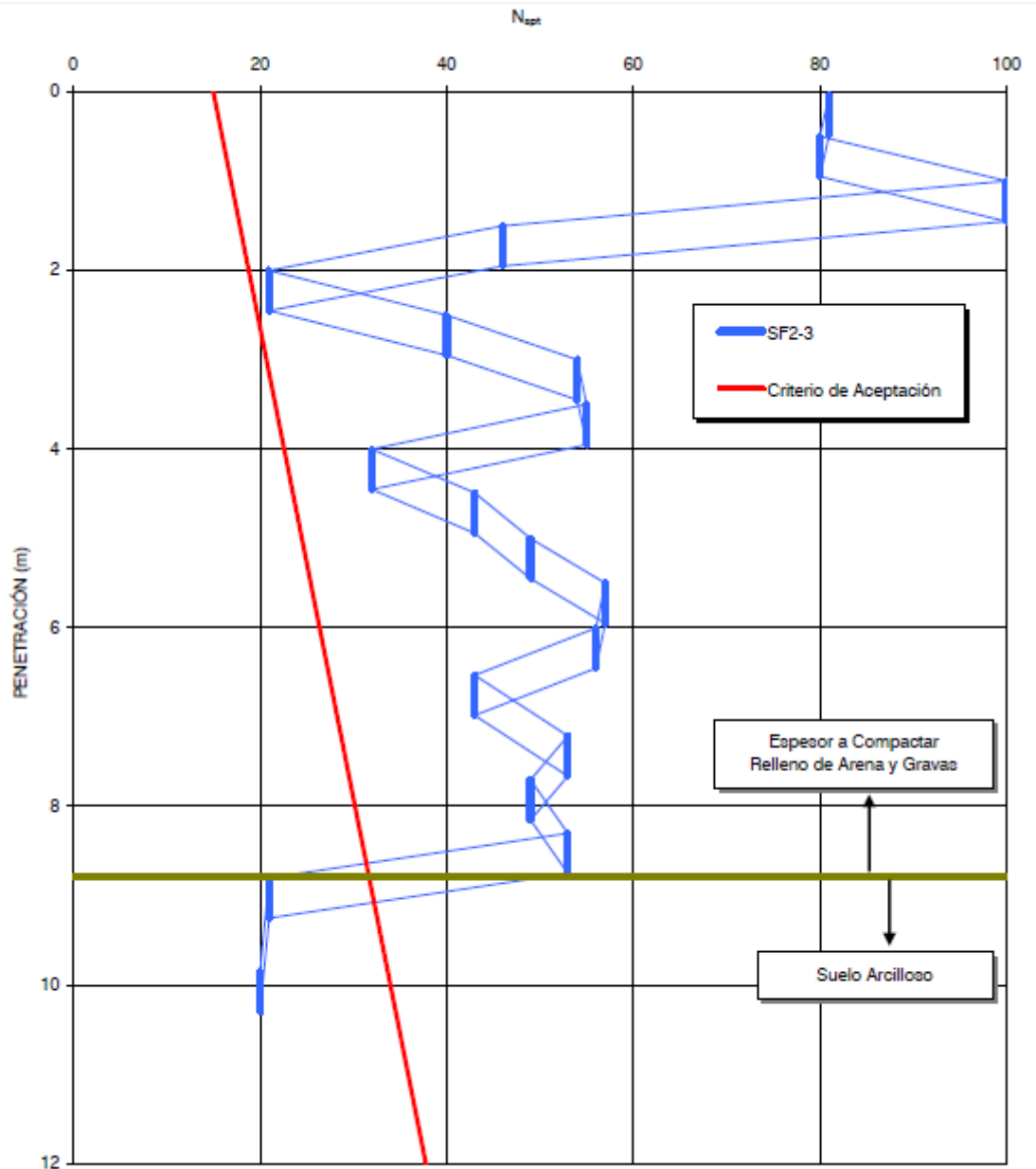
Informe de Avance Compactación por Impacto  
Nueva Explanada - Muelle Costanera Fase 1A



SONDAJE GEOTÉCNICO		
PUNTO	NORTE	ESTE
SF2-3	6.280.127,7	257.175,5
SF2-4	6.280.071,7	257.175,4
SF2-5	6.279.991,7	257.175,2

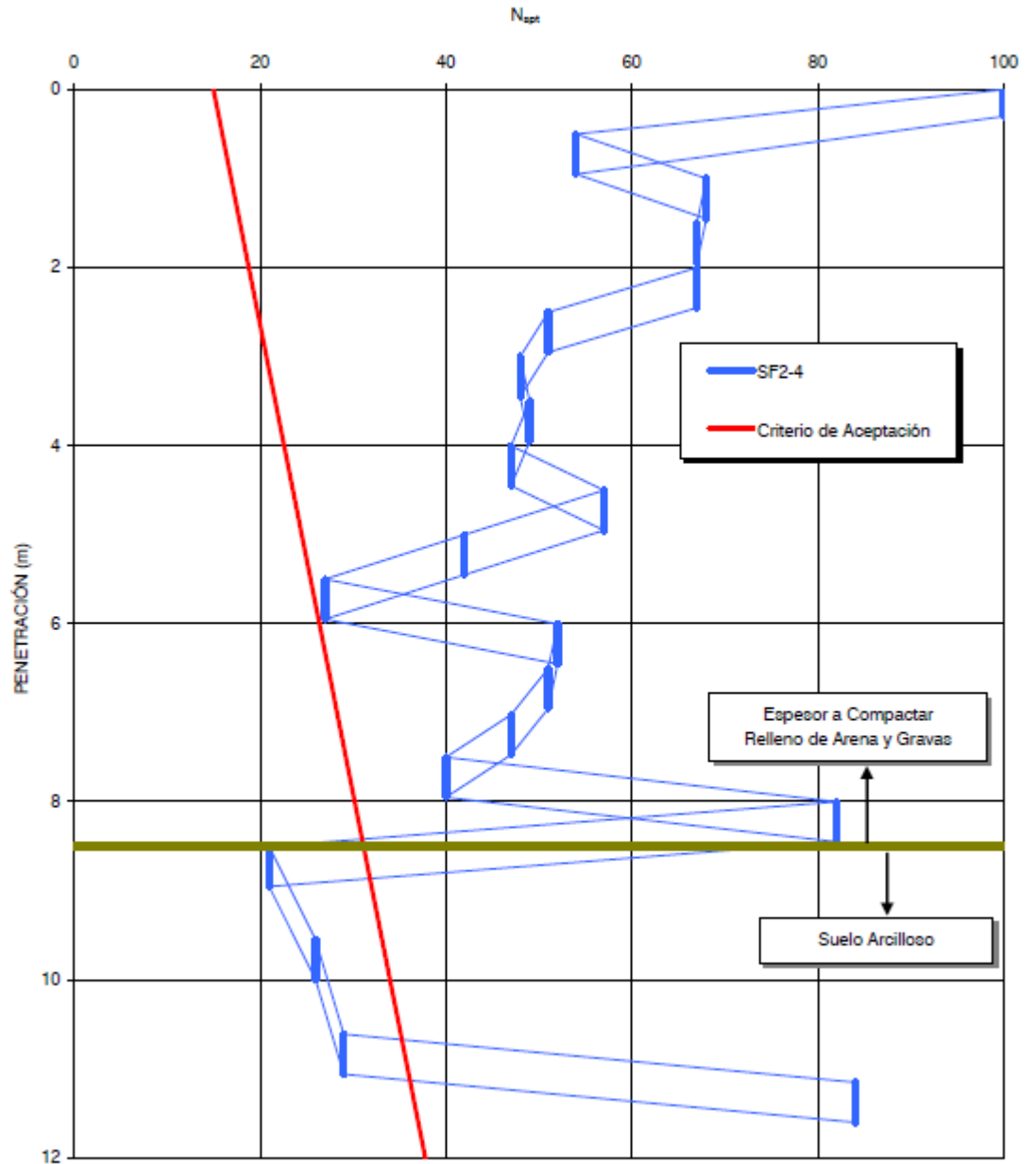
**UBICACIÓN SONDAJES DE CONTROL DE COMPACTACIÓN  
NUEVA EXPLANADA FASE 1A**

Gráfico 1:



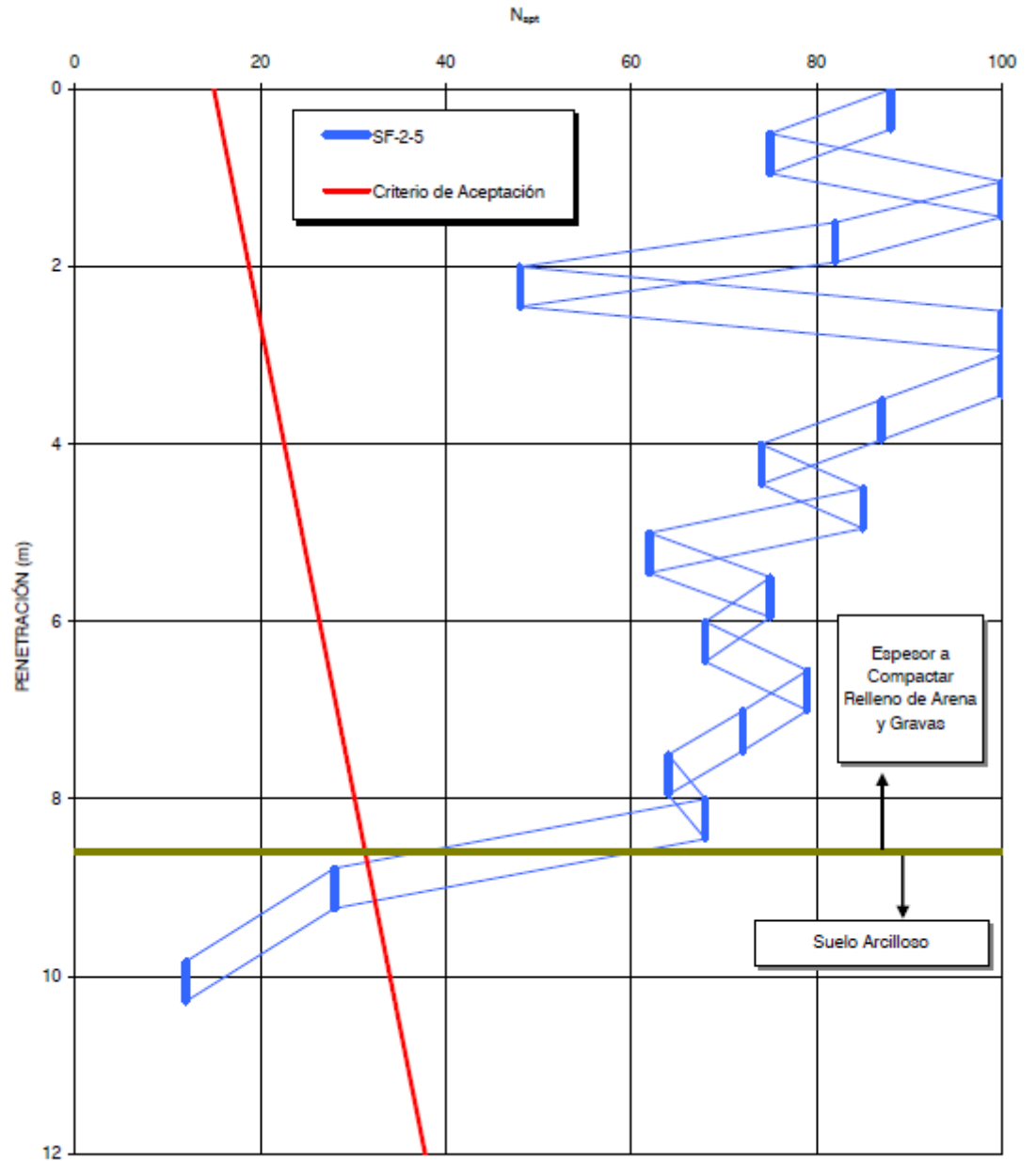
SONDAJES CONTROL DE COMPACTACIÓN DINÁMICA SF2-3

Gráfico 2:



SONDAJES CONTROL DE COMPACTACIÓN DINÁMICA SF2-4

Gráfico 3:



SONDAJES CONTROL DE COMPACTACIÓN DINÁMICA SF2-5

## **Comentario de resultados**

De acuerdo con lo observado en los gráficos 1, 2 y 3, en las áreas controladas, el relleno alcanzó satisfactoriamente los requisitos establecidos para el Índice de Penetración.

### **7.1B Compactación dinámica Explanada Existente**

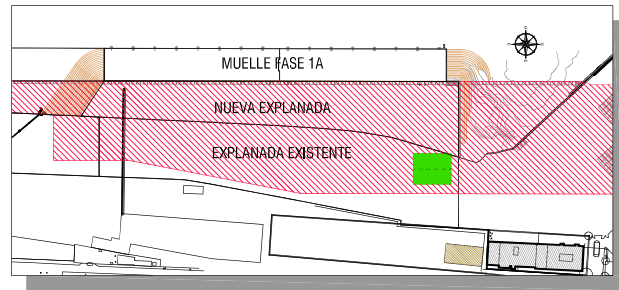
#### **Sondajes de Control**

Para evaluar la efectividad de la compactación, se efectuó un sondaje previo y uno después de cada una de las fases de compactación.

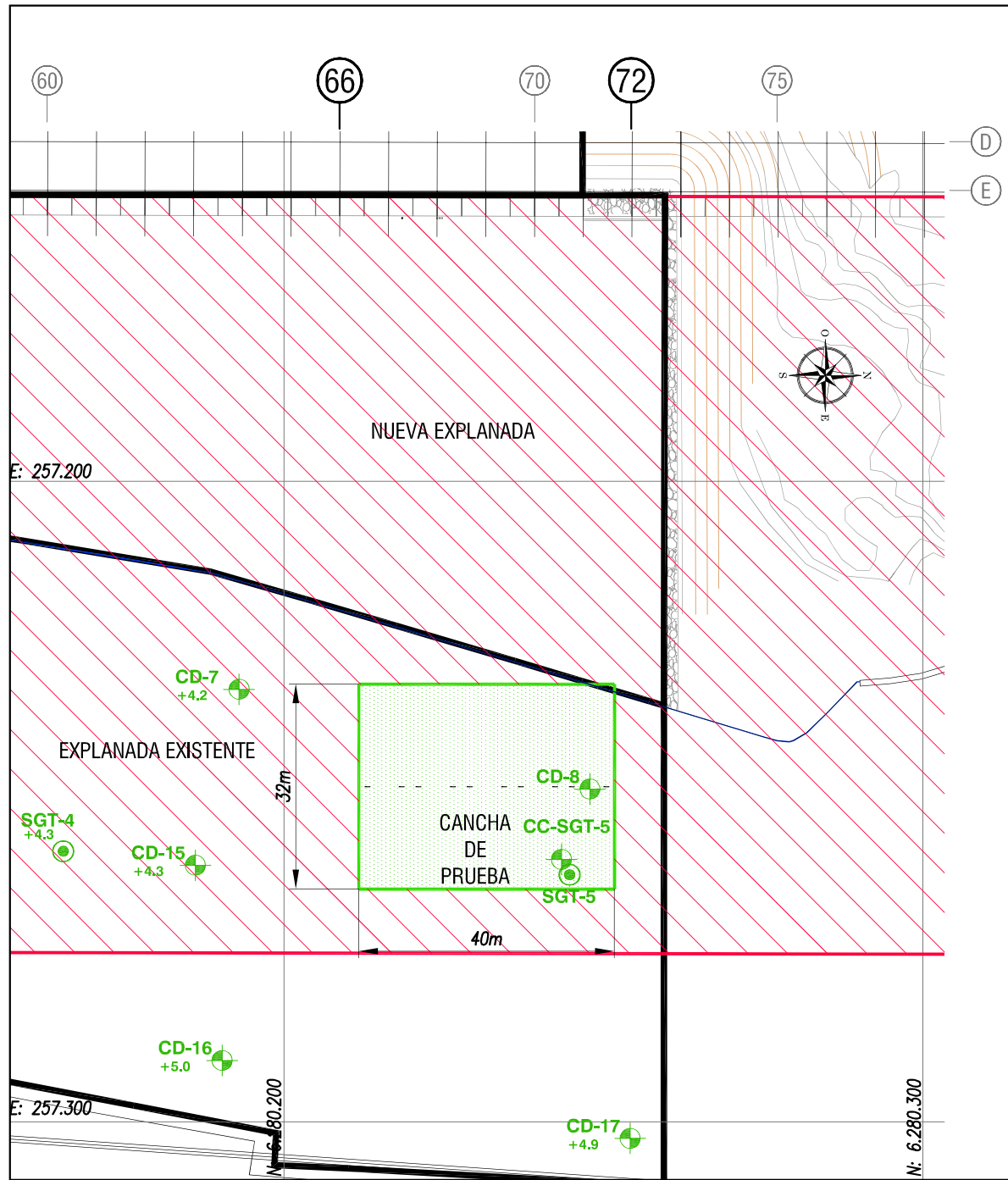
Los sondajes previos fueron denominados SCE0-I y SCE0-II. Los sondajes ejecutados una vez finalizada la segunda fase, SCE2-I y SCE2-II. Los resultados de terreno y laboratorio de estos sondajes están mostrados a continuación.

El sondaje SCE0-II, de evaluación de las condiciones previas a la compactación, correspondió al sondaje SGT-5, efectuado previamente en el marco de la investigación geotécnica de la Explanada Existente.

Los índices de Penetración Estándar medidos,  $N_{spt}$ , están mostrados gráficamente en los gráficos 4 y 5 a continuación.



- SIMBOLOGIA**
- AREA DE COMPACTACION POR IMPACTO
  - CANCHA DE PRUEBA
  - SONDAJE GEOVENOR-2014
  - CONO DINAMICO GEOVENOR-2014



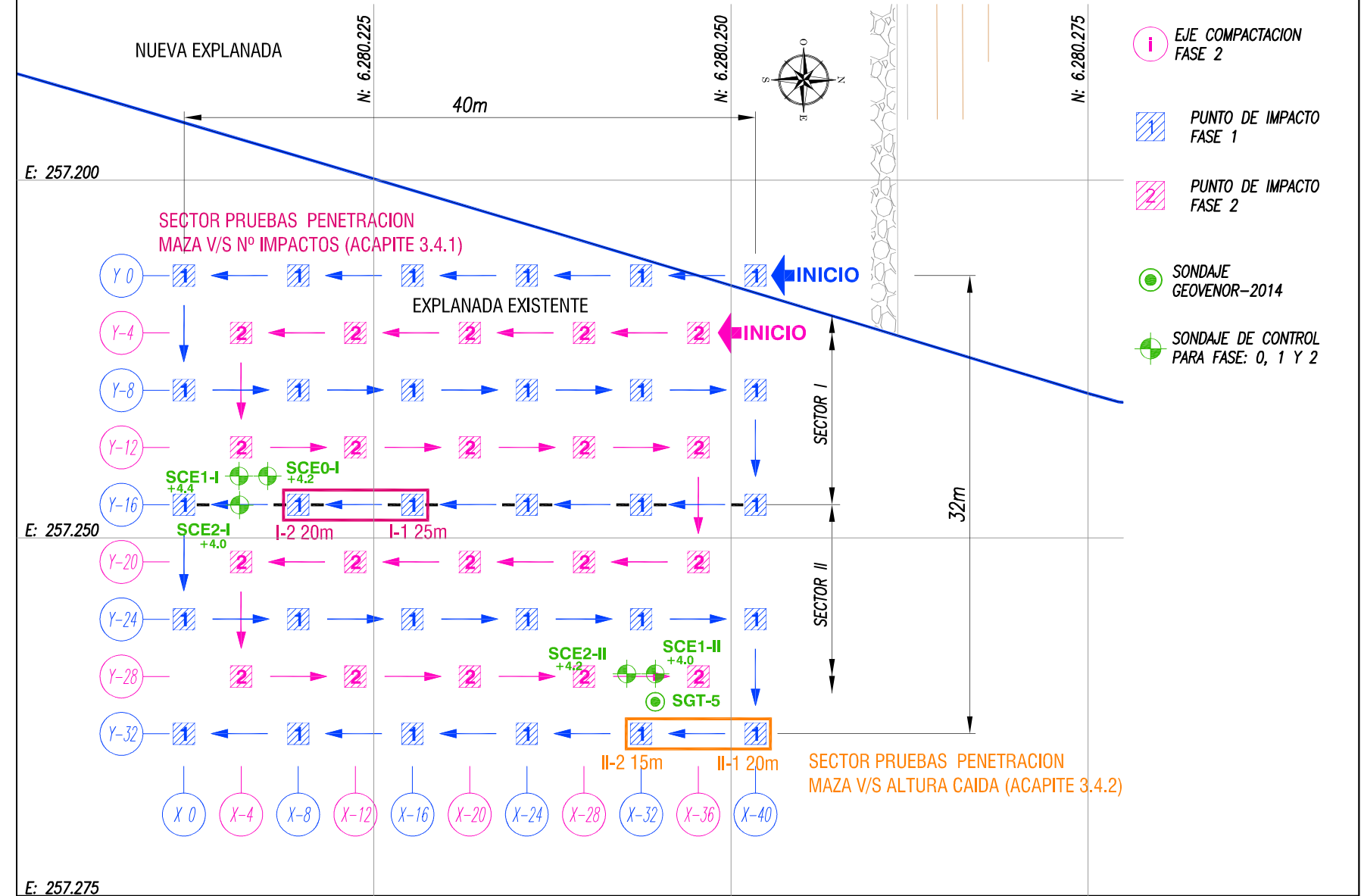
**TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO**

Doc.: 3486-GI/41/11-RCD-0

Resultados Compactación por Impacto

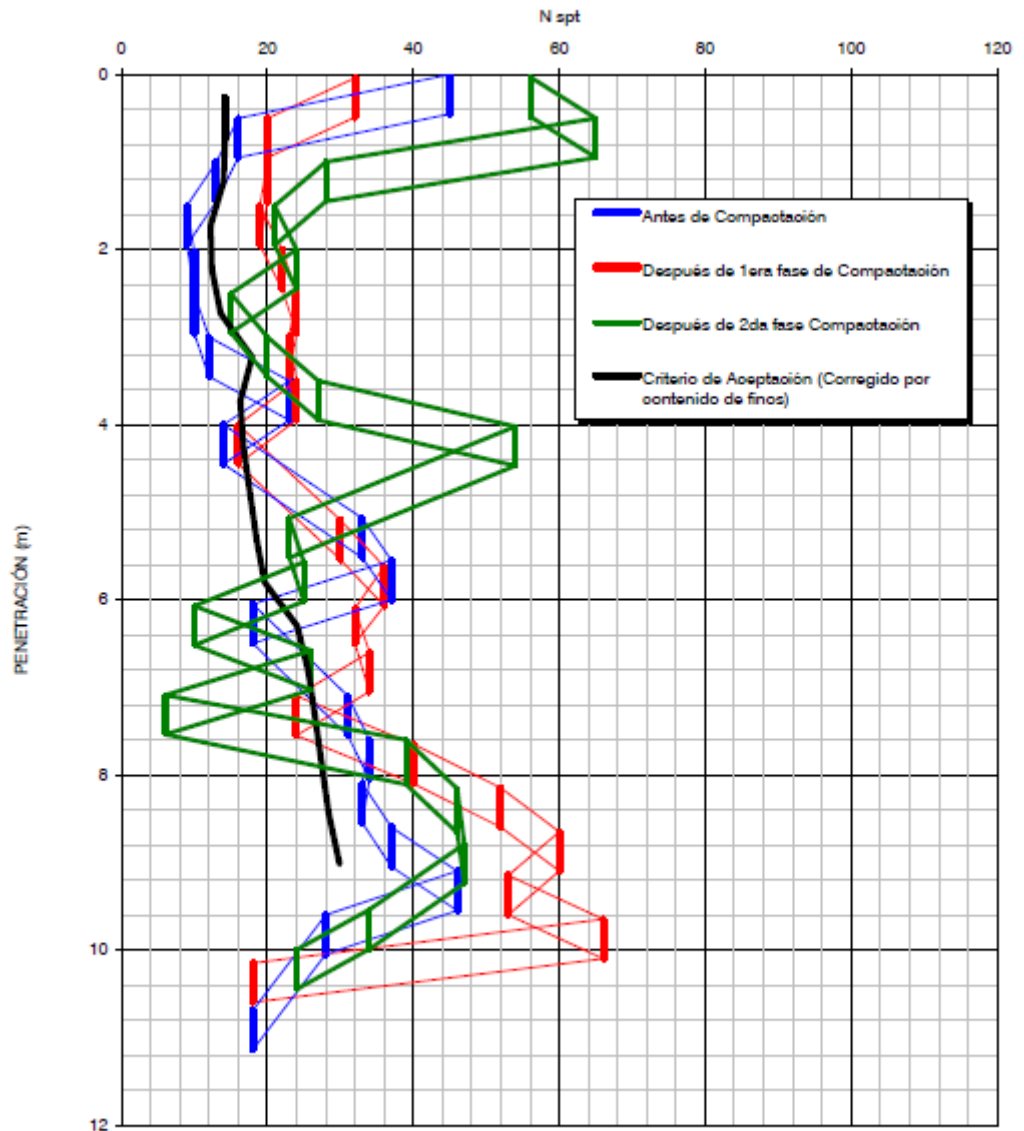
Cancha de Prueba Explanada Existente- Muelle Costanera Fase 1A

PUNTO	NORTE	ESTE
SCE0-I	6.280.217,6	257.245,7
SCE1-I	6.280.215,6	257.245,7
SCE2-I	6.280.215,6	257.247,7
SCE0-II	SGT-5	
SCE1-II	6.280.244,7	257.259,5
SCE2-II	6.280.242,7	257.259,5



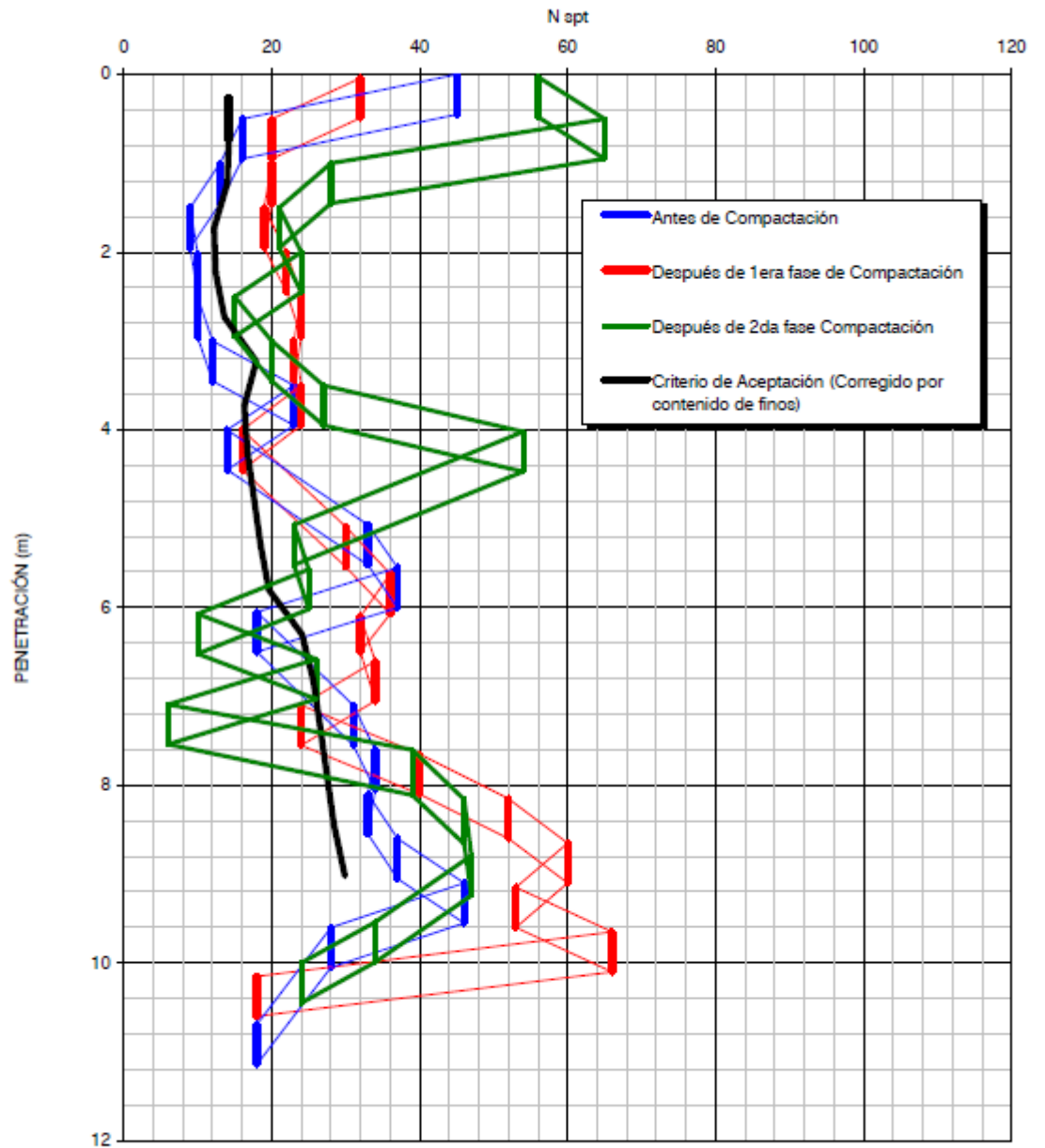
**UBICACION DE CANCHA DE PRUEBA  
SONDAJES DE CONTROL DE COMPACTACIÓN**

Gráfico 4:



SONDAJE CANCHA DE PRUEBA SCE0-I, SCE1-I y SCE2-I

Gráfico 5:



SONDAJE CANCHA DE PRUEBA SCE0-I, SCE1-I y SCE2-I

## **Comentario de resultados**

De acuerdo con lo observado en los gráficos 4 y 5, una vez finalizadas las dos fases de compactación, el material de relleno cumplió satisfactoriamente con los requisitos establecidos para el Índice de Penetración Estándar, lográndose alcanzar el nivel de compactación necesario.

Se debe mencionar, que entre los 6 y los 9 metros de profundidad, ya en el suelo natural, se observa una considerable dispersión en los valores SPT entre los diferentes sondajes, incluyendo valores que caen a la izquierda de la línea de aceptación. Esta dispersión se explica por la presencia de lentes aislados de limo o de arenas muy limosas, que en general, no corresponden a suelos susceptibles de licuar. Bajo los 9 metros se detectó el estrato de arcilla de consistencia rígida.

De acuerdo a lo anterior, para toda el área restante de la explanada existente, se recomienda aplicar la misma metodología de compactación utilizada en la Cancha de Prueba, así alcanzar de forma satisfactoria el criterio de aceptación definitivo.

No obstante, se aplique la recomendación de compactación descrita, y de acuerdo con las especificaciones del proyecto, en los casos en los cuales los resultados de algún sondaje de control indique que no se ha alcanzado el objetivo, en toda el área de la Explanada Existente representada por ese sondaje, se deberá aplicar una fase adicional de impactos, en función de la necesidad de mayor compactación.

## ✓ 8.0 Avance

El avance en esta faena viene dado por factores directamente relacionados a la cantidad de golpes por día; a los posibles problemas que pudiesen ocurrir con la grúa al momento del levante o caída del dado y a condiciones climáticas que impidan el correcto funcionamiento o la correcta aplicación de la compactación.

En primera instancia, dependiendo del sector que se esté golpeando (*Explanada Nueva o Explanada Existente*) dependerá la cantidad de puntos que se pueda realizar, esto debido a la variación en la cantidad de golpes y la altura de caída del dado.

Al trabajar en la Explanada Nueva, en donde las fases de aplicación de golpeo son: Fase I, 4 golpes con altura de caída de 20 metros y 2 golpes con altura de caída de 25 metros; y Fase II, 3 golpes con altura de caída de 20 metros y 2 golpes con altura de caída de 25 metros, es posible realizar un total de 15 puntos por día.

Al trabajar en la Explanada Existente, donde la Fase I consta de 6 golpes con altura de caída de 20 metros, y la Fase II de 3 golpes con altura de caída de 20 metros y 2 golpes con altura de caída de 25 metros, es posible realizar un total de 20 golpes por día.

Además de la cantidad de golpes que varía entre cada sector de golpeo, influye también el relleno de cavidades que experimenta cada explanada (existente o nueva) al momento de caer el dado. En ese sentido dependerá de cómo se encuentre el material que reciba el golpe, la profundidad de la cavidad que deje el dado, y la cantidad de relleno que se debe reponer en el tiempo de avance de la compactación.

Otro factor que afecta el avance de la Compactación Dinámica, será los posibles problemas mecánicos que experimente la grúa. De presentarse este tipo de problemas, la faena puede detenerse por un par de días hasta que los mecánicos en faena puedan solucionar la falla, y tener la disponibilidad de hacerlo, debido a que tienen programadas mantenciones rutinarias de la mayoría de la maquinaria en faena.

Por último, las condiciones climáticas también juegan un rol dentro del avance en la compactación, ya que no se puede realizar bajo un clima lluvioso o con el terreno saturado en agua. De realizarse se corre el riesgo de proyección excesiva de partículas de alto impacto y a altas velocidades, por lo mismo siempre es necesario delimitar el área de trabajo.

Una vez que se entregada un área para realizar las fases de compactación, concretadas las 5 pasadas de rodillo, se procede a replantear la grilla de compactación (adjunta en anexos), se debe seguir por fase cada secuencia de golpes, Fase I y Fase II, dependiendo del sector en que se esté trabajando.

El método de control de impactos, se realiza manualmente a través de “registros de compactación”, en los cuales se debe indicar:

- Punto compactado
- Coordenadas del punto
- Cota de terreno
- Fase de compactación
- Altura de caída de la masa
- Profundidad de la masa
- Ancho de cráter
- Inclinación de la Masa
- Observaciones

## ✓ 9.0 Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Como en toda faena de construcción, siempre será necesario el uso de elementos de protección personal, más aún al trabajar dentro de una obra portuaria, que maneja sus protocolos y hace respetarlos a cabalidad. Dentro de los elementos de protección personal que debe emplear cada trabajador, enfatizando esto en la faena de compactación dinámica tenemos:

- Casco de seguridad
- Zapatos de seguridad
- Guantes de cuero
- Lentes de seguridad
- Arnés de seguridad
- Chaleco reflectante
- Tapones auditivos

El análisis de riesgos que conlleva la faena de compactación dinámica se enumera de la siguiente forma, riesgos que son inherentes a este tipo de compactación:

- Aplastamiento
- Carga suspendida
- Atrapamiento
- Caída de materiales
- Desestabilización de la torre
- Exposición a ruidos
- Proyección de partículas

Dentro de los protocolos de la empresa, existen pautas que ayudan a reducir los riesgos asociados de la faena, dentro de estas pautas se encuentran las siguientes guías:

- Previo a los trabajos, todo el personal debe recibir una charla de seguridad diaria, en la que se destaque los riesgos inherentes de la faena de compactación dinámica y su forma de control.
- Se deberá confeccionar un Análisis de Riesgos de Trabajo (ART), en la que debe evidenciarse la secuencia lógica del trabajo, riesgos asociados y medidas preventivas del trabajo, con el objeto de disminuir u eliminar dichos riesgos.

- Instruir al personal en lo referente al procedimiento de trabajo.
- Preparar el área de trabajo despejando todo obstáculo que impida o dificulte el desplazamiento durante el montaje.
- Delimitar el área de trabajo.
- Colocar malla de protección alrededor de la torre para evitar proyección de partículas.
- Instalar señalización de advertencia.

Por último el cuidado medio ambiental ya es parte de la forma de trabajo de cualquier empresa, siguiendo la línea de eso, es necesario tomar medidas de control ambiental para, de esta forma, asegurar el cumplimiento de la normativa vigente. Las medidas de control a tomar en cuenta son las siguientes:

- Evitar el derrame de hidrocarburos y materiales contaminantes en los sectores donde se efectuará la compactación, siendo necesario preparar convenientemente el área antes de comenzar los trabajos.
- Los restos de escombros generados serán acopiados para posteriormente ser enviados a vertederos autorizados.
- La actividad de compactación se realizará en horario restringido, de 7 a 21 horas según establece la Resolución de Calificación Ambiental RCA 51/2013.

✓ 9.0 Costo

<u>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</u>				
DESC:	<i>Compactacion por Impacto</i>	CANTIDAD :	<b>60067</b>	
		UNIDAD :	<i>m2</i>	
	DESCRIPCION	UNID	CANT/RENDIM	P.TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>				
	Capataz OO.CC.	Hd	R	285,6
	M1ø OO.CC.	Hd	R	412,6
	Aydte. OO.CC.	Hd	R	299,1
	Sodador plancha	Hd	R	129,0
			Subtotal	1.126,3
				16,2 %
<b>EQUIPOS Y MAQUINARIA</b>				
	Soldadora electrica	dia	R	20,5
	Rodillo 10 ton Hamm	hr	R	305,2
	Cargador Volvo L-90	hr	R	821,8
	Grua 150 ton Manitowoc 3900	hr	R	2.451,3
			Subtotal	3.598,7
				51,9 %
<b>MATERIALES</b>				
	Torre compactacion	c/u	R	703,8
	Dado Compact. Dinamica	un	R	246,9
	Soldadura 70xx	kg	R	8,2
			Subtotal	958,9
				13,8 %
<b>SUBCONTRATOS</b>				
	Med. cancha prueba	gl	R	720,2
	Piezometros	gl	R	535,0
			Subtotal	1.255,2
				18,1 %
	COSTO DIRECTO UNITARIO DEL ITEM			6.939,11
	VALOR TOTAL DE ITEM			\$ 416.804.913
	PRECIO UNITARIO DEL ITEM			6.939

El costo total de la faena de compactación dinámica alcanza la suma de \$416.804.913, valor que refleja en primera instancia lo especializado de una empresa para desarrollar dicho método, además de restringir la entrada de cualquier empresa a realizar este tipo de compactación.

El costo de esta faena se divide en 4 ítems, *Mano de Obra, Equipos y Maquinarias, Materiales y Subcontratos (laboratorio que realizó las mediciones antes y después de cada fase de compactación)*.

En la mano de obra se cuenta con un capataz de la cuadrilla, un maestro primera, un ayudante y un soldador el cual desempeña labores en caso de reparación de la estructura de la torre o cualquier tipo de soldadura que requiera la faena, no se considera al operador de la grúa porque este viene por concepto aparte dentro de los costos de la totalidad de la obra a realizar. Este ítem se lleva el 16% del costo de la faena.

Dentro de los equipos y maquinarias que se emplean está un rodillo de 10 toneladas para la preparación del área a compactar, un cargador frontal para el relleno de cavidades, una grúa estructural que porta la estructura metálica y el dado de compactación. Dentro de esta distribución de costos, son los Equipos y Maquinarias las que se llevan un poco más del 50% del costo, esto debido a la envergadura de la obra a realizar, más de 60000 metros cuadrados de superficie a compactar dinámicamente.

Por otro lado, los materiales empleados en la compactación se llevan casi el 14% del costo de la partida, en estos se encuentra la torre de compactación, el dado de hormigón y el tipo de soldadura que se emplea.

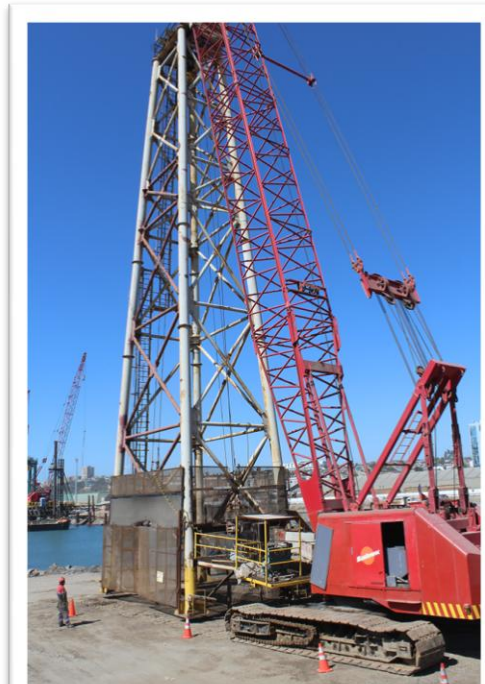
Por último los sub-contratos, que corresponden a la empresa encargada de certificar el correcto desempeño y corroborar que la compactación dinámica cumpla su objetivo se llevan un 18% del costo de la compactación dinámica.

Se debe dejar en claro que los valores presentados, son aplicables netamente a obras con la extensión ya mencionada, estos pueden variar al ampliar o disminuir la superficie a compactar, en ese caso se debe hacer un nuevo estudio en el precio de la partida.

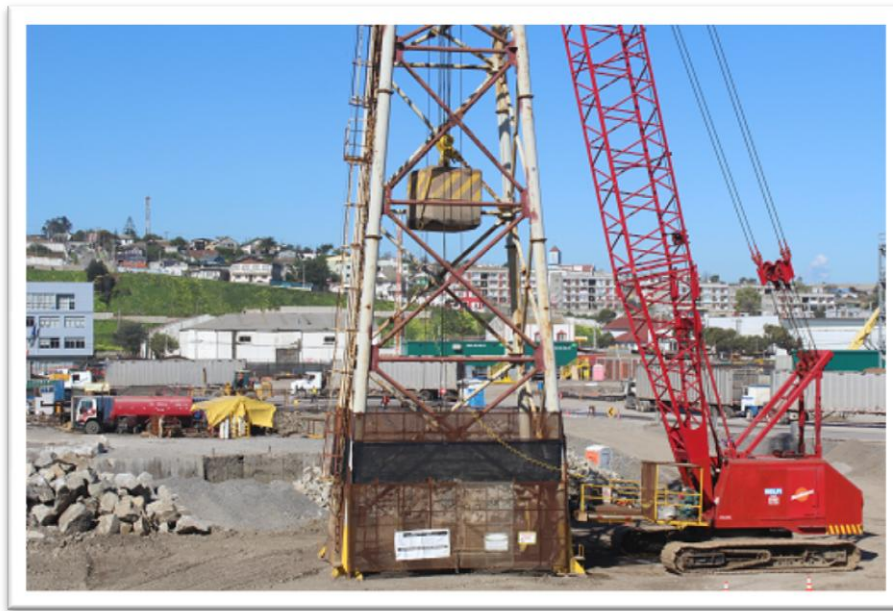
✓ 10 **Imágenes de apoyo**



*Imagen 1: Torre de compactación, 30 metros de altura, desde la cual se eleva el dado de hormigón a 25 y 20 metros de altura para dejarlo caer.*



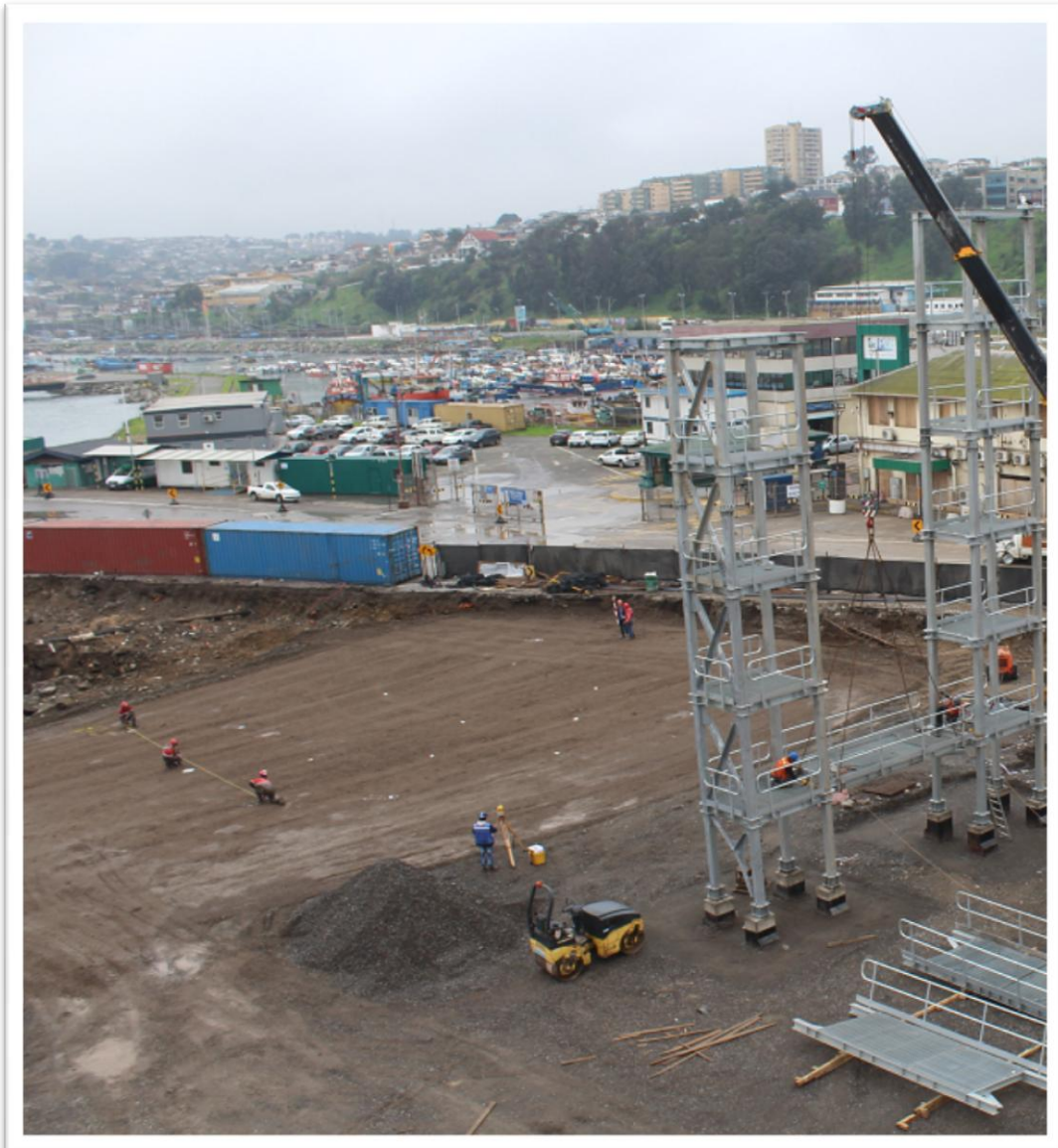
*Imagen 2: Torre de compactación 30 metros de altura, Grúa estructura 150 toneladas.*



*Imagen 3: Elevación del dado de compactación, a altura de 20 metros, para realizar golpeo de cancha*



*Imagen 4: Explanada existente Fase 1A*



*Imagen 5: Replanteo de puntos, por parte de topografía, para realizar fases de compactación dinámica*



*Imagen 6: Cavidad dejada por el dado después de una fase de impacto. Además se puede ver en la foto la reja de proyección de partículas que posee la torre.*

## ✓ 11 **Conclusión**

La compactación de cualquier terreno, consiste en aplicar energía al suelo, esto para eliminar los espacios de vacío que este contenga, de esta forma aumentar la densidad del suelo, en consecuencia, mejorar la capacidad de soporte y estabilidad. Al aumentar dichas propiedades, se reduce los asentamientos del terreno, la permeabilidad del suelo y la penetración del agua.

En sí, siempre será necesario, antes de comenzar cualquier obra de construcción, analizar el terreno en el que se trabaja, así ver la forma de mejorar las propiedades de este, aplicar una correcta compactación y tener una buena base sobre la cual construir.

La *Compactación dinámica*, tiene por objeto mitigar el riesgo de licuación del suelo, controlar los asentamientos sísmicos y evitar las pérdidas transitorias de la capacidad de soporte del suelo.

Debido a la presencia de rellenos granulares con bajo contenido de finos y con compacidad suelta en la Fase 1A-1B del Puerto de San Antonio, además que en condición saturada son potencialmente licuables ante sismos severos, se recomendó un correcto tratamiento de compactación, es por esto que se decide realizar dicho tratamiento con *Compactación por Impacto*, por el alcance que posee este tratamiento, de 8 a 10 metros de profundidad, con esto se asegura el aumento en la capacidad de soporte de la explanada del Puerto de San Antonio.

En fin, el tratamiento de *Compactación Dinámica* cumplió el objetivo de disminuir el riesgo de licuación del suelo y aumentar la capacidad de soporte de la explanada del Puerto de San Antonio, lo que se ve reflejado en las gráficas presentadas en el informe.

✓ 12 **Referencias**

**Documentos**

*Apunte de Clases Mecánica de Suelos I UTFSM. (Cátedra dictada por el Ingeniero Civil Especialista en Mecánica de Suelos Sr. Miguel Petersen)*

*Doc.: 3479-GI/41/11-RCD-0: Informe de Avance Compactación por Impacto Nueva Explanada - Muelle Costanera Fase 1A*

*Doc.: 3497-GE/26/11-PCP-0: Compactación por Impacto (Terminal de Contenedores Puerto de San Antonio)*

*3509\_MEM\_Sondajes de Verificación - Fase 1B - Rev 0 (Terminal de Contenedores Puerto de San Antonio)*

*Doc.: 3601-GE/26/11-RG-0: Resultados Exploración Geotécnica Explanada Existente Fase 1B Muelle Costanera*

*Ingeniería de detalles: Especificaciones Técnicas de Construcciones Marítimas Muelle Costanera – Fase 1 (S1186-2-ET-ES-201-R6)*

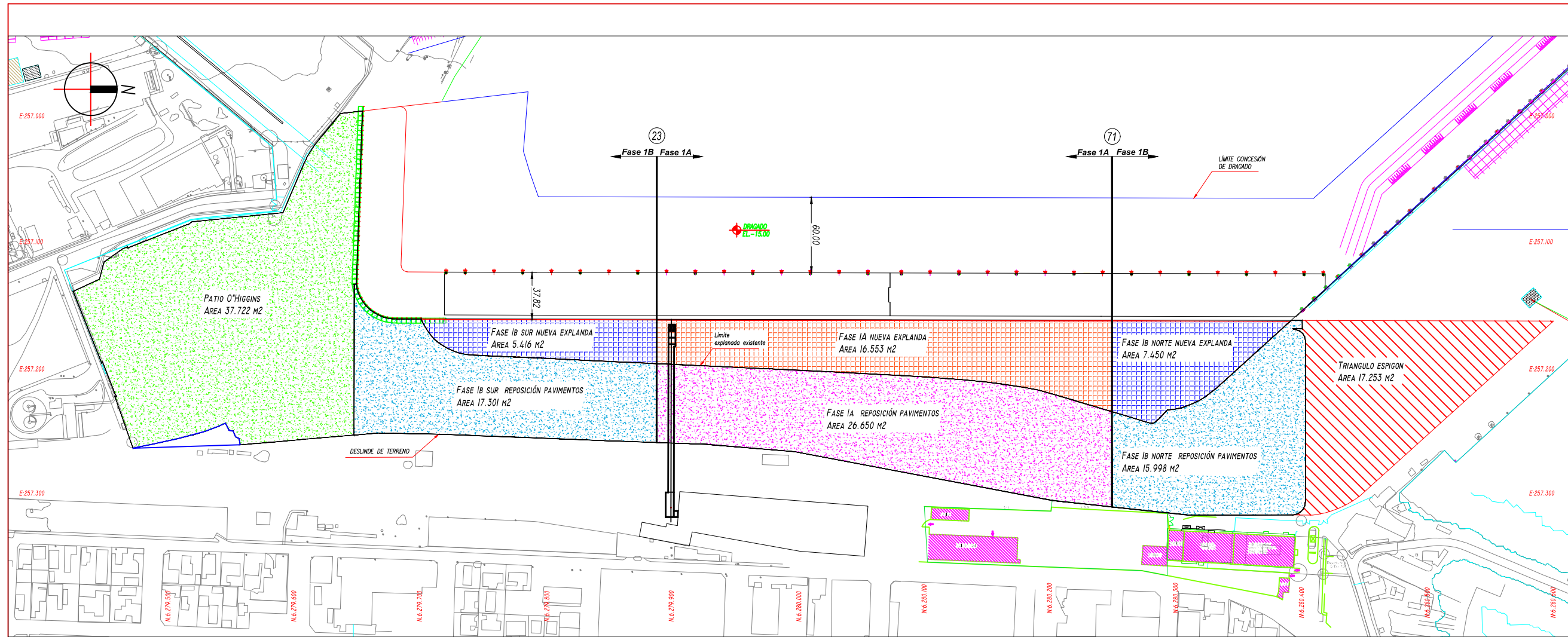
**Memorias**

Said Escolástico Merlez Rubia., Miguel Petersen., *“Consolidación instantánea de suelos licuables realizada en reconstrucción Puerto de San Antonio”*, Memoria para optar al título de Constructor Civil, Universidad Técnica Federico Santa María, Departamento de Obras Civiles, 1999

✓ **Anexo I**

*Figura 1: Planta de Superficie Fase 1A-1B.*

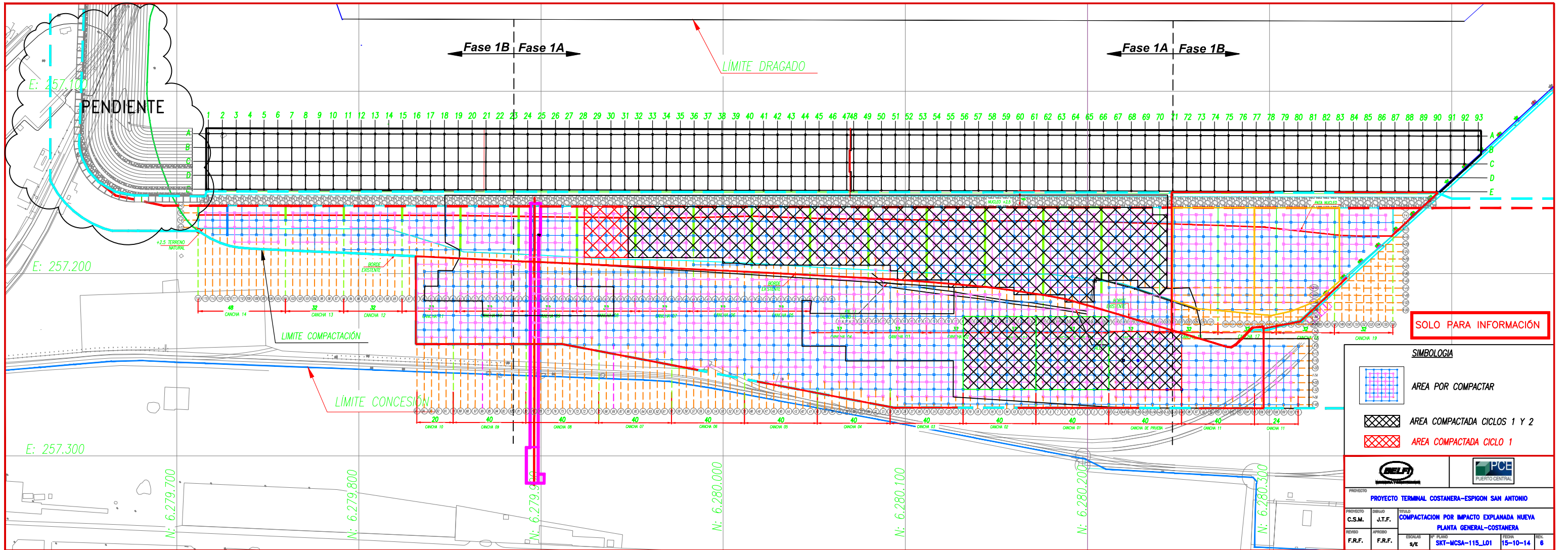
*Figura 2: Grilla de Golpeo Fase 1A-1B.*



Cuadro resumen de areas




Sector	Area (m2)
Patio O'Higgins	37.722
Nueva Explanada	29.419
Reposición Pavimentos	59.949
Triangulo Espigon	17.253
Total	144.343

			
<b>PROYECTO TERMINAL COSTANERA-ESPIGON SAN ANTONIO</b>			
PROYECTO	DIBUJO	TITULO	
	J.T.F.	<b>PLANTA UNIFICADA DE AREAS DE PAVIMENTOS          NUEVA EXPLANADA, REPOSICIÓN PAVIMENTOS,          TRIANGULO ESPIGON Y PATIO O'HIGGINS</b>	
REVISO	APROBO	ESCALAS	Nº PLANO
		S/E	SKT-MCSA-129_L03
		FECHA	REV.
		16-07-15	0



SOLO PARA INFORMACIÓN

**SIMBOLOGIA**

-  AREA POR COMPACTAR
-  AREA COMPACTADA CICLOS 1 Y 2
-  AREA COMPACTADA CICLO 1



			
PROYECTO <b>PROYECTO TERMINAL COSTANERA-ESPIGON SAN ANTONIO</b>			
PROYECTO	DISEÑO	TITULO	
C.S.M.	J.T.F.	<b>COMPACTACION POR IMPACTO EXPLANADA NUEVA</b>	
<b>PLANTA GENERAL-COSTANERA</b>			
REVISOR	APROBADO	ESCALA	FECHA
F.R.F.	F.R.F.	1/4"	15-10-14
		PLANO	REVISOR
		SKT-MCSA-115_L01	6

Figura 3: Planta General Cancha de Prueba N°1

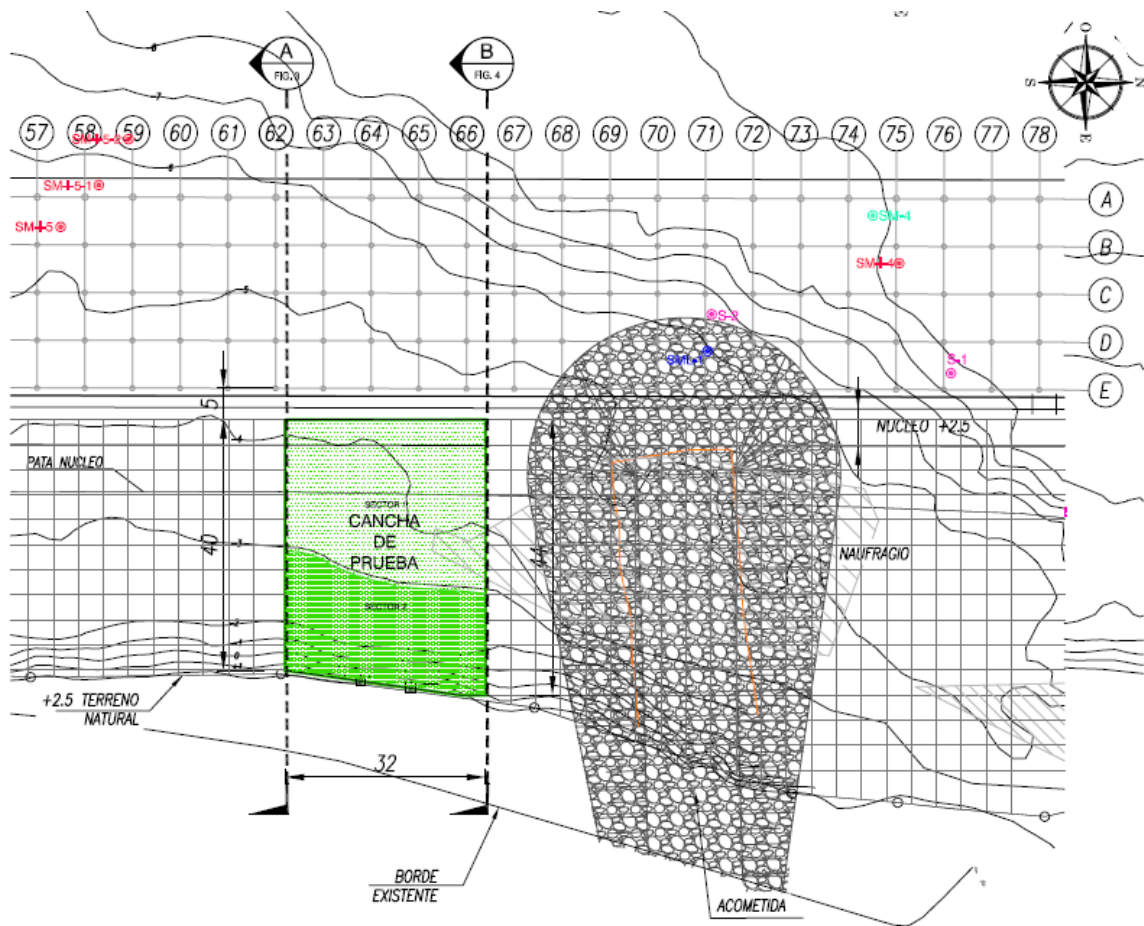
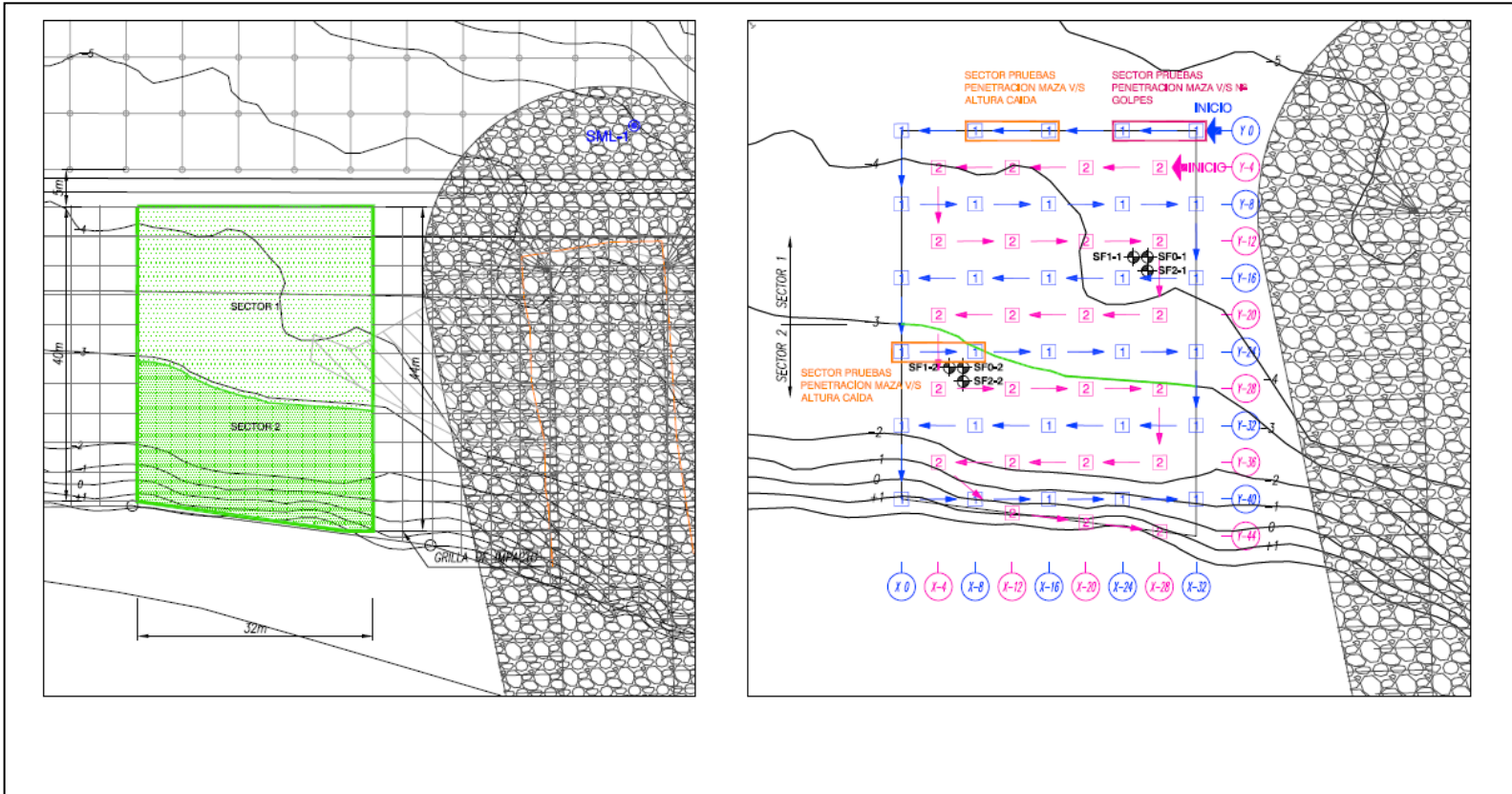


Figura 4: Ubicación Cancha de Prueba / Grilla de Compactación



SIMBOLOGIA			
	SONDAJE, GEOVENOR-2013		EJE COMPACTACION FASE 1
	AREA CANCHA DE PRUEBA		EJE COMPACTACION FASE 2
			PUNTO DE IMPACTO FASE 1
			PUNTO DE IMPACTO FASE 2
			SENTIDO DE LA SECUENCIA DE GOLPES
			SONDAJE DE CONTROL PARA FASE: 0, 1 Y 2

Figura 5: Perfil Estratigráfico Transversal 'A'

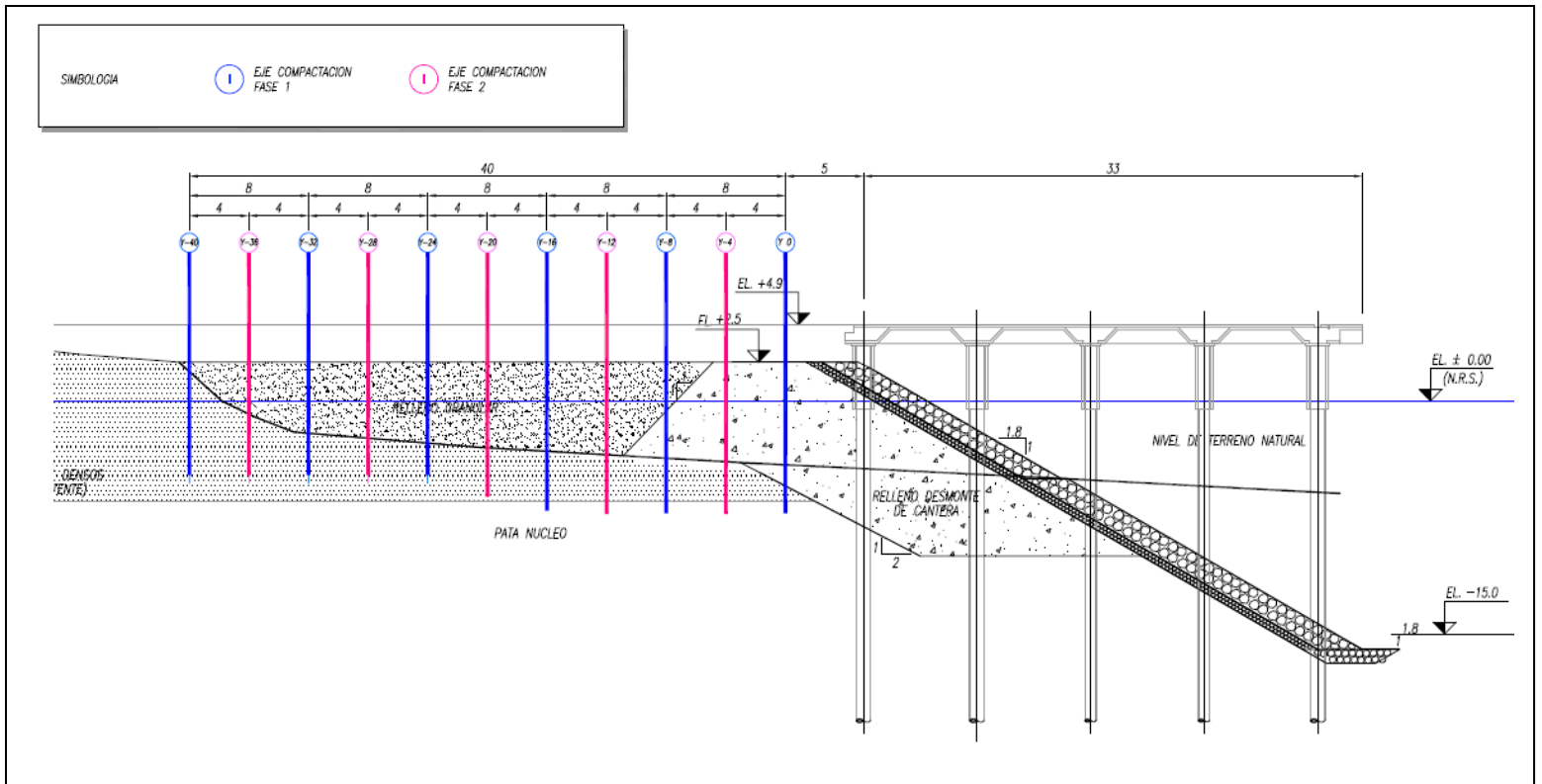
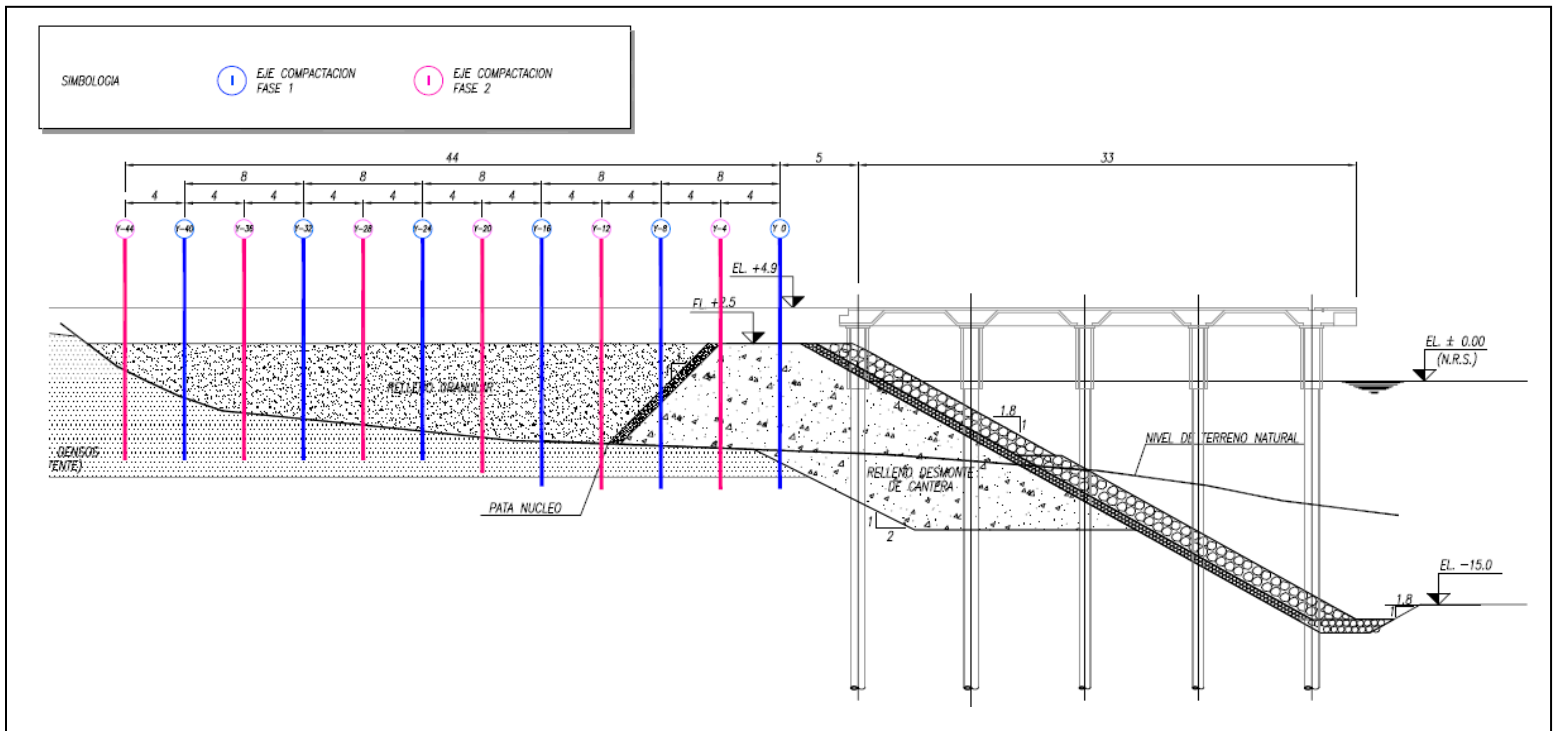




Figura 6: Perfil Estratigráfico Transversal 'B'





	<b>TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO</b>	
	Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0	
	<b>Resultados Reconocimiento Geotécnico Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera</b>	

## **A N E X O   A**

### **RESULTADOS TRABAJOS DE TERRENO**

#### **A1   Exploración del Subsuelo**



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0

Resultados Reconocimiento Geotécnico  
Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SCE0-I

COORDENADAS UTM:

NORTE : . 628 . 218

ESTE : 257 . 246

COTAS (mNRS)

Inicio +4,24

FECHA EJECUCIÓN:

INICIO: 22 / 08 / 2014

TERMINO: 26 / 08 / 2014

Termino -7,50

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR												L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)		
						N1				N2				N3									N
						CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL						
0,00	0,50	0,50	4,24 3,74	Relleno compuesto por arena fina con gravas de tamaño máximo 2 ½". Compacidad densa, color gris oscuro.	1	*CN1	3	5	6	14	7	9	8	24	8	7	6	21	45	45	100	0,00	0,45
					S/M	HQ3													0	0		0,45	0,50
0,50	3,95	3,45	3,74 0,29	Arena fina con algo de arcilla, compacidad suelta a media. Color gris oscuro.	2	*CN1	1	2	3	6	2	2	3	7	3	3	3	9	16	42	93	0,50	0,95
					S/M	HQ3													0	0		0,95	1,00
					3	*CN1	1	1	1	3	2	3	2	7	2	2	2	6	13	45	100	1,00	1,45
					4	HQ3													5	100		1,45	1,50
					5	*CN1	1	1	1	3	1	1	1	3	2	2	2	6	9	45	100	1,50	1,95
					S/M	HQ3													0	0		1,95	2,03
					6	*CN1	1	1	1	3	1	1	2	4	2	2	2	6	10	33	73	2,03	2,48
					S/M	HQ3													0	0		2,48	2,51
					7	*CN1	1	1	1	3	1	1	2	4	2	2	2	6	10	35	78	2,51	2,96
					S/M	HQ3													0	0		2,96	3,00
					8	*CN1	2	1	2	5	1	2	3	6	2	2	2	6	12	40	89	3,00	3,45
					9	HQ3													5	100		3,45	3,50
					10	*CN1	2	1	2	5	1	11	5	17	3	1	2	6	23	37	82	3,50	3,95



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0

Resultados Reconocimiento Geotécnico  
Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SCE0-I

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR											L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)		
						N1		N2		N3		N										
						CONTEO CADA 5cm	TOTAL	CONTEO CADA 5cm	TOTAL	CONTEO CADA 5cm	TOTAL											
3,95 5,07	1,12	0,29 -0,83	Arcilla de consistencia rígida con algo de arena y gravas, plasticidad media. Color gris oscuro.	11	HQ3													5	100		3,95	4,00
				12	*CN1	1	1	1	3	1	2	2	5	2	3	4	9	14	40	89	4,00	4,45
				S/M	HQ3													0	0		4,45	4,50
				13	SH1													47	94		4,50	5,00
				S/M	HQ3													0	0		5,00	5,07
5,07 8,10	3,03	-0,83 -3,86	Arena fina con lentes de arcilla, compacidad media a densa. Color gris oscuro.	14	*CN1	4	5	7	16	7	3	3	13	4	7	9	20	33	40	89	5,07	5,52
				S/M	HQ3													0	0		5,52	5,55
				15	*CN1	3	4	5	12	7	8	7	22	6	4	5	15	37	45	100	5,55	6,00
				S/M	HQ3													0	0		6,00	6,05
				16	*CN1	1	2	2	5	2	2	3	7	3	3	5	11	18	45	100	6,05	6,50
				S/M	HQ3													0	0		6,50	6,55
				S/M	SH1													0	0		6,55	7,05
				S/M	HQ3													0	0		7,05	7,10
				17	*CN1	2	2	3	7	3	5	5	13	5	6	7	18	31	42	93	7,10	7,55
S/M	HQ3													0	0		7,55	7,60				
18	*CN1	3	3	3	9	4	4	6	14	6	7	7	20	34	36	80		8,05	8,10			
																				S/M	HQ3	



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0

Resultados Reconocimiento Geotécnico  
Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SCE0-I

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR												L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)		
						N1				N2				N3									N
						CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL						
8,10	9,95	1,85	-3,86 -5,71	Arena fina, compacidad densa, color gris oscuro.	19	*CN1	3	4	5	12	5	4	6	15	5	6	7	18	33	42	93	8,10	8,55
					S/M	HQ3													0	0		8,55	8,60
					20	*CN1	2	4	4	10	4	5	6	15	7	7	8	22	37	42	93	8,60	9,05
					S/M	HQ3													0	0		9,05	9,10
					21	*CN1	4	5	5	14	7	7	7	21	8	8	9	25	46	18	40	9,10	9,55
					22	HQ3													5	100		9,55	9,60
					23	*CN1	1	1	6	8	6	5	3	14	4	4	6	14	28	45	100	9,60	10,05
9,95	11,74	1,79	-5,71 -7,50	Arcilla, consistencia rígida, plasticidad media, color gris.	24	HQ3													5	100		10,05	10,10
					25	SH1													54	100		10,10	10,64
					S/M	HQ3													0	0		10,64	10,69
					26	*CN1	1	2	2	5	2	2	3	7	3	4	4	11	18	45	100	10,69	11,14
					S/M	HQ3													0	0		11,14	11,20
					27	SH1													54	100		11,20	11,74
SIMBOLOGÍA					ENSAYO SPT												OTROS ENSAYOS						
S/M : Sin muestra recuperada					CN1 :Cuchara Normal 2,0"					N1 : Número de golpes para penetrar los primeros 15 cm.					CPT : Cono Estático								
L : Longitud de la Muestra					SH1 :Tubo Shelby 2,0"					N2 : Número de golpes para penetrar los segundos 15 cm.					* : Medición de Torque								
REC : Recuperación en %					HQ3 :Barril Testigo 61,1 mm					N3 : Número de golpes para penetrar los últimos 15 cm.					P : Presiómetro								
RQD : Índice Calidad de Roca										N : N2 + N3													





TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0

Resultados Reconocimiento Geotécnico  
Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SCE1-I

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR											L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)				
						N1		N2		N3		N												
						CONTEO CADA 5cm	TOTAL	CONTEO CADA 5cm	TOTAL	CONTEO CADA 5cm	TOTAL													
4,50	5,00	0,50	-0,14 -0,64	Arena fina algo limosa, compacidad media, color café amarillento.	16	SH1													45	100		4,50	4,95	
					S/M	HQ3													0	0		4,95	5,09	
5,00	8,15	3,15	-0,64 -3,79	Arena fina, compacidad media, cementación baja, color gris oscuro. Se observan lentes de arcilla y algunas gravas.	17	*CN1	5	5	3	13	3	3	4	10	6	7	7	20	30	38	84		5,09	5,54
					S/M	HQ3													0	0		5,54	5,62	
					18	*CN1	3	4	5	12	5	7	6	18	6	6	6	18	36	41	91		5,62	6,07
					S/M	HQ3													0	0		6,07	6,10	
					19	*CN1	1	1	2	4	3	3	5	11	6	7	8	21	32	37	82		6,10	6,55
					S/M	HQ3													0	0		6,55	6,60	
					20	*CN1	1	1	4	6	4	4	5	13	6	7	8	21	34	45	100		6,60	7,05
					S/M	HQ3													0	0		7,05	7,10	
					21	*CN1	1	1	1	3	3	3	4	10	4	4	6	14	24	17	38		7,10	7,55
					S/M	HQ3													0	0		7,55	7,65	
					22	*CN1	2	2	2	6	4	5	6	15	6	8	11	25	40	38	84		7,65	8,10
					S/M	HQ3													0	0		8,10	8,15	
8,15	10,15	2,00	-3,79 -5,79	Arena fina, compacidad densa, color gris oscuro. Se observan algunas gravas de cantos redondeados, tamaño máximo 2 1/2".	23	*CN1	1	1	4	6	6	6	9	21	9	10	12	31	52	36	80		8,15	8,60
					S/M	HQ3													0	0		8,60	8,65	
					24	*CN1	2	4	6	12	7	7	9	23	10	12	15	37	60	22	49		8,65	9,10
					S/M	HQ3													0	0		9,10	9,15	
					25	*CN1	1	1	4	6	5	5	7	17	9	12	15	36	53	8	18		9,15	9,60
					S/M	HQ3													0	0		9,60	9,65	
					26	*CN1	7	9	13	29	13	12	17	42	11	7	6	24	66	45	100		9,65	10,10
					27	HQ3													5	100		10,10	10,15	



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0

Resultados Reconocimiento Geotécnico  
Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SCE1-I

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR											L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)			
						N1			N2			N3			N								
						CONTEO CADA 5cm	TOTAL		CONTEO CADA 5cm	TOTAL		CONTEO CADA 5cm	TOTAL										
10,15	11,20	1,05	-5,79 -6,84	Arcilla, consistencia rígida, plasticidad media, color gris oscuro. Se observan algunas gravas pequeñas.	28	*CN1	2	2	2	6	3	3	3	9	3	3	3	9	18	34	76	10,15	10,60
					29	HQ3													5	100		10,60	10,65
					30	SH1													48	96		10,65	11,15
					31	HQ3													5	100		11,15	11,20
SIMBOLOGÍA				ENSAYO SPT											OTROS ENSAYOS								
S/M : Sin muestra recuperada				CN1 :Cuchara Normal 2,0"				N1 : Número de golpes para penetrar los primeros 15 cm.											CPT : Cono Estático				
L : Longitud de la Muestra				SH1 :Tubo Shelby 2,0"				N2 : Número de golpes para penetrar los segundos 15 cm.											* : Medición de Torque				
REC : Recuperación en %				HQ3 :Barril Testigo 61,1 mm				N3 : Número de golpes para penetrar los últimos 15 cm.											P : Presiómetro				
RQD : Índice Calidad de Roca								N : N2 + N3															



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0

Resultados Reconocimiento Geotécnico  
Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SCE1-II

COORDENADAS UTM:

NORTE : 6 . 280 . 245

ESTE : 257 . 260

COTAS (mNRS)

Inicio +4,00

FECHA EJECUCIÓN:

INICIO: 11 / 09 / 2014

TERMINO: 22 / 09 / 2014

Termino -6,67

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR											L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)			
						N1		N2		N3		N											
						CONTEO CADA 5cm	TOTAL	CONTEO CADA 5cm	TOTAL	CONTEO CADA 5cm	TOTAL												
0,00	0,50	0,50	4,00 3,50	Arena fina, compacidad densa, color gris oscuro. Se observan gravas de cantos redondeados tamaño máximo 2" .	S/M	HQ3												0	0	0,00	0,05		
					1	*CN1	3	3	6	12	6	8	8	22	8	9	9	26	48	15	33	0,05	0,50
0,50	5,00	4,50	3,50 -1,00	Arena fina con algunos lentes de limo, compacidad media, color gris oscuro.	2	*CN1	2	2	2	6	3	3	3	9	3	3	3	9	18	40	89	0,50	0,95
					3	HQ3												5	100	0,95	1,00		
					4	*CN1	3	3	4	10	4	3	3	10	4	4	4	12	22	35	78	1,00	1,45
					S/M	HQ3												0	0	1,45	1,50		
					5	*CN1	2	2	3	7	2	2	2	6	2	3	3	8	14	40	89	1,50	1,95
					6	HQ3												5	100	1,95	2,00		
					7	*CN1	1	1	1	3	1	2	2	5	1	1	2	4	9	38	84	2,00	2,45
					8	HQ3												3	60	2,45	2,50		
					9	*CN1	2	2	1	5	2	2	2	6	3	3	3	9	15	40	89	2,50	2,95
					10	HQ3												5	100	2,95	3,00		
					11	*CN1	1	2	2	5	2	2	4	8	5	6	6	17	25	37	82	3,00	3,45
					12	HQ3												5	100	3,45	3,50		
					13	*CN1	3	3	3	9	3	3	4	10	3	4	4	11	21	35	78	3,50	3,95
					14	HQ3												5	100	3,95	4,00		
					15	*CN1	3	2	3	8	3	4	4	11	4	4	4	12	23	35	78	4,00	4,45



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0

Resultados Reconocimiento Geotécnico  
Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SCE1-II

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR										L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)				
						N1		N2		N3		N											
						CONTEO CADA 5cm	TOTAL	CONTEO CADA 5cm	TOTAL	CONTEO CADA 5cm	TOTAL												
5,00	9,25	4,25	-1,00 -5,25	Arena fina algo limosa, compacidad media a densa, leve cementación, color gris oscuro.	16	HQ3													5	100		4,45	4,50
					17	*CN1	2	1	2	5	3	4	4	11	4	6	6	16	27	37	82	4,50	4,95
					18	HQ3													3	60		4,95	5,00
					19	*CN1	3	3	3	9	5	6	6	17	4	7	7	18	35	37	82	5,00	5,45
					20	HQ3													5	100		5,45	5,50
					21	*CN1	4	3	3	10	5	6	6	17	6	7	7	20	37	40	89	5,50	5,95
					22	HQ3													5	100		5,95	6,00
					23	*CN1	4	4	5	13	5	7	7	19	7	8	8	23	42	40	89	6,00	6,45
					24	HQ3													5	100		6,45	6,50
					25	*CN1	2	2	5	9	5	6	7	18	7	10	12	29	47	45	100	6,50	6,95
					S/M	HQ3													5	100		6,95	7,00
					26	*CN1	6	4	4	14	5	5	6	16	6	7	8	21	37	31	69	7,00	7,45
					S/M	HQ3													0	0		7,45	7,60
					27	*CN1	1	2	3	6	3	3	4	10	4	5	7	16	26	36	80	7,60	8,05
S/M	HQ3													0	0		8,05	8,10					
28	*CN1	16	9	8	33	7	7	6	20	8	8	11	27	47	45	100	8,10	8,55					
S/M	HQ3													0	0		8,55	8,66					
29	*CN1	6	7	6	19	10	12	12	34	12	16	18	46	80	45	100	8,66	9,11					
S/M	HQ3													0	0		9,11	9,15					



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0

Resultados Reconocimiento Geotécnico  
Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SCE1-II

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR												L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)			
						N1			N2			N3			N									
						CONTEO CADA 5cm	TOTAL		CONTEO CADA 5cm	TOTAL		CONTEO CADA 5cm	TOTAL											
9,25	10,67	1,42	-5,25 -6,67	Arcilla con algo de arena, consistencia rígida, media, color gris oscuro.	30	*CN1	6	16	18	40	8	8	7	23	5	5	6	16	39	33	73	9,15	9,60	
					S/M	HQ3													0	0		9,60	9,65	
					31	*CN1	1	2	1	4	2	2	3	7	3	3	4	10	17	45	100		9,65	10,10
					S/M	HQ3													0	0		10,10	10,15	
					32	SH1													52	100		10,15	10,67	
SIMBOLOGÍA				ENSAYO SPT												OTROS ENSAYOS								
S/M : Sin muestra recuperada				CN1 :Cuchara Normal 2,0"				N1 : Número de golpes para penetrar los primeros 15 cm.												CPT : Cono Estático				
L : Longitud de la Muestra				SH1 :Tubo Shelby 2,0"				N2 : Número de golpes para penetrar los segundos 15 cm.												* : Medición de Torque				
REC : Recuperación en %				HQ3 :Barril Testigo 61,1 mm				N3 : Número de golpes para penetrar los últimos 15 cm.												P : Presiómetro				
RQD : Índice Calidad de Roca								N : N2 + N3																



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0

Resultados Reconocimiento Geotécnico  
Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SCE2-I

COORDENADAS UTM:

NORTE : 6 . 280 . 216

ESTE : 257 . 248

LEVEL (mNRS)

Inicio +3,91

FECHA EJECUCIÓN:

INICIO: 09 / 10 / 2014

TERMINO: 13 / 10 / 2014

Termino -6,54

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR												L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)			
						N1				N2				N3									N	
						CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL							
0,00	1,00	3,91	2,91	Arena fina con gravas, compacidad densa, color gris oscuro. Gravas tamaño máximo 2".	1	CN1	3	5	6	14	6	8	9	23	11	11	11	33	56	45	100	0,03	0,48	
					S/M	HQ3													0	0	0,48	0,50		
					2	CN1	8	18	15	41	20	17	7	44	5	8	8	21	65	37	82	0,50	0,95	
					3	HQ3													5	100	0,95	1,00		
1,00	4,00	3,00	2,91	-0,09	Arena fina algo arcillosa, compacidad media, color gris oscuro. Se observa algunas gravas finas.	4	CN1	4	3	3	10	4	4	5	13	5	5	5	15	28	32	71	1,00	1,45
					S/M	HQ3													0	0	1,45	1,50		
					5	CN1	3	3	3	9	3	3	4	10	3	4	4	11	21	30	67	1,50	1,95	
					6	HQ3													5	100	1,95	2,00		
					7	CN1	2	2	3	7	3	3	4	10	5	4	5	14	24	36	80	2,00	2,45	
					8	HQ3													5	100	2,45	2,50		
					9	CN1	5	3	3	11	1	3	2	6	2	3	4	9	15	43	96	2,50	2,95	
					S/M	HQ3													0	0	2,95	3,00		
					10	CN1	3	4	3	10	3	3	3	9	3	4	4	11	20	38	84	3,00	3,45	
					S/M	HQ3													0	0	3,45	3,50		
					11	CN1	3	4	3	10	3	4	4	11	4	6	6	16	27	31	69	3,50	3,95	
					S/M	HQ3													0	0	3,95	4,02		



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0

Resultados Reconocimiento Geotécnico  
Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SCE2-I

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR												L (cm)	REC	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)		
						N1				N2				N3									N
						CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL						
4,00	6,07	2,07	-0,09 -2,16	Intercalaciones de arena fina de compactidad densa a media y arcilla con gravas de consistencia rígida, color gris oscuro. Gravas son de cantos subangulares.	12	CN1	1	3	4	8	11	19	10	40	5	4	5	14	54	38	84	4,02	4,47
					S/M	HQ3													0	0	4,47	4,50	
					13	SH1													20	40	4,50	5,00	
					S/M	HQ3													0	0	5,00	5,07	
					14	CN1	1	3	4	8	5	2	3	10	3	5	5	13	23	45	100	5,07	5,52
					15	HQ3													4	80	5,52	5,57	
					16	CN1	1(10)	-	1	2	4	3	3	10	5	5	5	15	25	31	69	5,57	6,02
					S/M	HQ3													0	0	6,02	6,07	
6,00	7,80	1,80	-2,09 -3,89	Arena fina limosa, compactidad suelta a media, color gris oscuro. Se observa gravas pequeñas de color blanco.	17	CN1	1(15)	-	-	1	1	1	1	3	2	2	3	7	10	28	62	6,07	6,52
					S/M	HQ3													0	0	6,52	6,58	
					18	CN1	1(10)	-	1	2	2	3	4	9	5	6	6	17	26	30	67	6,58	7,03
					S/M	HQ3													0	0	7,03	7,09	
					19	CN1	1(15)	-	-	1	1(15)	-	-	1	1	1	3	5	6	5	11	7,09	7,54
					S/M	HQ3													0	0	7,54	7,60	
7,80	10,00	2,20	-3,89 -6,09	Arena fina algo limosa, compactidad media a densa, color gris oscuro.	20	CN1	1	1	3	5	3	4	6	13	8	8	10	26	39	34	67	7,60	8,11
					S/M	HQ3													0	0	8,11	8,21	
					21	CN1	1	3	5	9	5	6	7	18	9	9	10	28	46	27	60	8,21	8,66
					S/M	HQ3													0	0	8,66	8,79	
					22	CN1	1	2	5	8	5	7	7	19	8	10	10	28	47	25	56	8,79	9,24
					S/M	HQ3													0	0	9,24	9,54	
					23	CN1	1	3	5	9	7	8	7	22	4	4	4	12	34	14	31	9,54	9,99
					S/M	HQ3													0	0	9,99	10,00	



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0

Resultados Reconocimiento Geotécnico  
Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SCE2-I

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR												L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)			
						N1				N2				N3									N	
						CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL							
10,00	10,45	0,45	-6,09 -6,54	Arcilla, plasticidad media, consistencia muy rígida, color gris oscuro.	24	CN1	1	1	2	4	3	3	4	10	4	4	6	14	24	45	100		10,00	10,45
SIMBOLOGÍA				ENSAYO SPT												OTROS ENSAYOS								
S/M : Sin muestra recuperada L : Longitud de la Muestra REC : Recuperación en % RQD : Índice Calidad de Roca				CN1 :Cuchara Normal 2,0" SH1 :Tubo Shelby 2,0" HQ3 :Barril Testigo 61,1 mm				N1 : Número de golpes para penetrar los primeros 15 cm. N2 : Número de golpes para penetrar los segundos 15 cm. N3 : Número de golpes para penetrar los últimos 15 cm. N : N2 + N3												CPT : Cono Estático * : Medición de Torque P : Presiómetro				



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0

Resultados Reconocimiento Geotécnico  
Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SCE2-II

COORDENADAS UTM:

NORTE : 6 . 280 . 243

ESTE : 257 . 260

COTAS (mNRS)

Inicio

+4,15

FECHA EJECUCIÓN:

INICIO: 06 / 10 / 2014

TERMINO: 08 / 10 / 2014

Termino

-5,89

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR												L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)			
						N1				N2				N3									N	
						CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL							
0,00	1,50	1,50	4,15	2,65	Arena fina con gravas, compacidad media, color café amarillento. Gravas de cantos redondeados, tamaño máximo 3½".	1	*CN1	0	1	2	3	2	3	4	9	4	4	5	13	22	30	67	0,00	0,45
					S/M	HQ3															0	0	0,45	0,50
					2	*CN1	1	1	2	4	4	3	2	9	3	3	5	11	20	40	89	0,50	0,95	
					S/M	HQ3															0	0	0,95	1,00
					3	*CN1	2	4	3	9	4	4	5	13	5	5	6	16	29	30	67	1,00	1,45	
					S/M	HQ3															0	0	1,45	1,50
1,50	4,60	3,10	2,65	-0,45	Arena fina, compacidad media, color gris oscuro. Se observan lentes de limo, color café.	4	*CN1	2	2	3	7	3	4	4	11	3	3	4	10	21	33	73	1,50	1,95
					S/M	HQ3															0	0	1,95	2,02
					5	*CN1	2	2	2	6	3	3	4	10	4	4	5	13	23	30	67	2,02	2,47	
					S/M	HQ3															0	0	2,47	2,50
					6	*CN1	2	2	1	5	2	3	3	8	3	4	4	11	19	30	67	2,50	2,95	
					S/M	HQ3															0	0	2,50	3,00
					7	*CN1	0	1	2	3	2	2	3	7	3	5	5	13	20	39	87	3,00	3,45	
					S/M	HQ3															0	0	3,45	3,50
					8	*CN1	1	2	2	5	3	3	4	10	4	4	5	13	23	37	82	3,50	3,95	
					9	HQ3															5	38	3,95	4,08
					10	*CN1	1	1	1	3	2	2	3	7	3	4	4	11	18	36	80	4,08	4,53	
					S/M	HQ3															0	0	4,53	4,65



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO



Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0

Resultados Reconocimiento Geotécnico  
Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SCE2-II

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR												L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)				
						N1				N2				N3									N		
						CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL								
4,60	9,37	4,77	-0,45 -5,22	Arena fina algo limosa, compacidad media a densa, color gris oscuro. Se observan algunas gravas t máx. 2" y cantos subredondeados.	11	*CN1	1	2	3	6	5	5	7	17	7	7	7	21	38	32	71	4,65	5,10		
					S/M	HQ3													0	0			5,10	5,15	
					12	*CN1	1	1	2	4	3	4	6	13	6	6	9	21	34	38	84			5,25	5,70
					S/M	HQ3													0	0			5,70	5,75	
					13	*CN1	5	5	6	16	6	5	6	17	6	7	9	22	39	39	87			5,75	6,20
					S/M	HQ3													0	0			6,20	6,25	
					14	*CN1	3	5	8	16	10	13	13	36	12	13	13	38	74	45	100			6,25	6,70
					S/M	HQ3													0	0			6,70	6,75	
					15	*CN1	7	7	8	22	8	7	7	22	9	8	9	26	48	18	40			6,75	7,20
					S/M	HQ3													0	0			7,20	7,25	
					16	*CN1	4	6	7	17	6	6	7	19	7	8	9	24	43	33	73			7,25	7,70
					S/M	HQ3													0	0			7,70	7,75	
					17	*CN1	4	5	5	14	5	5	6	16	6	7	7	20	36	29	64			7,75	8,20
					S/M	HQ3													0	0			8,20	8,28	
					18	*CN1	0	1	2	3	2	3	4	9	5	7	7	19	28	16	36			8,28	8,73
					S/M	HQ3													0	0			8,73	8,92	
					19	*CN1	1	2	4	7	7	10	19	36	29	33	28	90	>100	45	100			8,92	9,37
9,37	10,04	0,67	-5,22 -5,89	Arcilla de consistencia rígida, plasticidad media, color gris.	20	HQ3													9	41			9,37	9,59	
					21	*CN1	2	2	2	6	2	2	3	7	3	3	3	9	16	23	51			9,59	10,04
SIMBOLOGÍA					ENSAYO SPT												OTROS ENSAYOS								
S/M : Sin muestra recuperada					CN1 :Cuchara Normal 2,0"					N1 : Número de golpes para penetrar los primeros 15 cm.					CPT : Cono Estático										
L : Longitud de la Muestra					SH1 :Tubo Shelby 2,0"					N2 : Número de golpes para penetrar los segundos 15 cm.					* : Medición de Torque										
REC : Recuperación en %					HQ3 :Barril Testigo 61,1 mm					N3 : Número de golpes para penetrar los últimos 15 cm.					P : Presiómetro										
RQD : Índice Calidad de Roca										N : N2 + N3															

	<b>TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO</b>	
	Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0	
	<b>Resultados Reconocimiento Geotécnico Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera</b>	

## **A N E X O   B**

### **RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

#### **B1   Ensayos de Clasificación y Propiedades Índice**

---



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0

Resultados Reconocimiento Geotécnico  
Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera



RESULTADOS ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN Y PROPIEDADES INDICE SONDAJE SCE0-I

MUESTRA	Nº	1	3-A	3-B	5	7	10	14	16	17	19	21	23-A	23-B
Profundidad ( m )	De	0,00	1,00	1,25	1,50	2,51	3,50	5,07	6,05	7,10	8,10	9,10	9,60	9,95
	A	0,45	1,25	1,45	1,95	2,96	3,95	5,52	6,50	7,55	8,55	9,55	9,95	10,05

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN USCS

Designación de Tamíz o Malla	% en peso que pasa													
3" (76,2mm)														
1 1 / 2" (38,1mm)	100													
3 / 4" (19,1mm)	78													
3 / 8" (9,52mm)	60													
4 (4,75mm)	50	100		100						100		100		
10 (2,00mm)	43	99		98	100					99		96		
20 (0,85mm)	34	98	100	97	99			100	100	97	100	94	100	
40 (0,425mm)	26	94	97	93	97			97	99	85	96	89	89	
60 (0,250mm)	14	72	44	44	49			58	50	71	54	49	51	26
100 (0,150mm)	5	57	10	10	16			26	17	36	29	11	21	5
200 (0,075mm)	2	49	5	5	6			16	8	17	16	4	12	2
Límite Líquido			28											
Límite Plástico			16											
Índice Plasticidad	NP		12	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	7
Humedad ( % )	26,1	26,0	16,1	15,6	22,9	24,7	26,3	28,8	27,6	28,0	33,8	30,7	33,1	
Peso Específico														
Clasificación USCS	GP	SC	SP-SM	SP-SM	SP-SM	SM	SP-SM	SM	SM	SM	SP	SP-SM	SP	CL-ML

Observaciones	
---------------	--



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0

Resultados Reconocimiento Geotécnico  
Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera



RESULTADOS ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN Y PROPIEDADES INDICE SONDAJE SCE0-I

MUESTRA	Nº	26												
Profundidad ( m )	De	10,69												
	A	11,14												

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN USCS

Designación de Tamíz o Malla	% en peso que pasa													
3" (76,2mm)														
1 1 / 2" (38,1mm)														
3 / 4" (19,1mm)														
3 / 8" (9,52mm)														
4 (4,75mm)														
10 (2,00mm)														
20 (0,85mm)														
40 (0,425mm)														
60 (0,250mm)	100													
100 (0,150mm)	99													
200 (0,075mm)	98													
Límite Líquido	49													
Límite Plástico	27													
Índice Plasticidad	22													
Humedad ( % )	44,9													
Peso Específico														
Clasificación USCS	CL													

Observaciones	
---------------	--



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3575-GE/26/11-RG-0

Resultados Reconocimiento Geotécnico  
Cancha de Prueba Explanada Existente Fase 1A. Muelle Costanera





RESULTADOS ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN Y PROPIEDADES INDICE SONDAJE SCE2-I

MUESTRA	Nº	1	2	4	7	9	10	12	14	17	20	22	24
Profundidad ( m )	De	0,03	0,50	1,00	2,00	2,50	3,00	4,02	5,07	6,07	7,60	8,79	10,00
	A	0,48	0,95	1,45	2,45	2,95	3,45	4,47	5,52	6,52	8,11	9,24	10,45

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN USCS

Designación de Tamíz o Malla	% en peso que pasa												
3" (76,2mm)	100												
1 1 / 2" (38,1mm)	100	85											
3 / 4" (19,1mm)	76	56		100			100						
3 / 8" (9,52mm)	51	40		95	100		91		100				
4 (4,75mm)	39	32	100	91	98	88	100	98	100				
10 (2,00mm)	30	27	99	88	96	86	96	94	98		100		
20 (0,85mm)	22	22	99	86	95	83	90	90	96	100	99		
40 (0,425mm)	16	18	95	82	91	79	83	87	91	98	97		
60 (0,250mm)	8	9	51	58	62	42	57	73	61	48	49	100	
100 (0,150mm)	3	4	17	38	45	16	41	56	28	6	10	98	
200 (0,075mm)	1	2	8	30	40	9	34	47	9	1	5	96	
Límite Líquido				20	24			24					36
Límite Plástico				16	19			16					25
Índice Plasticidad	NP	NP	NP	4	5	NP	NP	8	NP	NP	NP	NP	11
Humedad ( % )	5,9	6,2	16,8	20,3	20,5	16,7	29,2	28,9	30,4	29,3	27,0	35,6	
Peso Específico													
Clasificación USCS	GP	GP	SP-SM	SC-SM	SC-SM	SP-SM	SM	SC	SP-SM	SP	SP-SM	CL-ML	



Observaciones	
---------------	--

	<b>TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO</b>	 <b>Geovenor</b> Ingenieros Geotécnicos
	<b>Doc.: 3479-GI/41/11-RCD-0</b>	
	<b>Informe de Avance Compactación por Impacto Nueva Explanada - Muelle Costanera Fase 1A</b>	

## **ANEXO A**

**Informe de Avance Sondajes de Control de Compactación  
Nueva Explanada – Muelle Costanera Fase 1A  
Doc.: 3576-GE/26/11-RG-0**

---

	<b>TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO</b>	
	<b>Doc.: 3576-GE/26/11-RG-0</b>	
	<b>Informe de Avance Sondajes de Control de Compactación Nueva Explanada - Muelle Costanera Fase 1A</b>	

## RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3576-GE/26/11-RG-0

Informe de Avance Sondajes de Control de Compactación  
Nueva Explanada - Muelle Costanera Fase 1A



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SF2-3

COORDENADAS UTM:

NORTE : 6 . 280 . 128

ESTE : 257 . 175

COTAS (mNRS)

Inicio +2,70

FECHA EJECUCIÓN:

INICIO: 08 / 07 / 2014

TERMINO: 11 / 07 / 2014

Termino -8,19

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR												L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)		
						N1				N2				N3									N
						CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL						
0,00	2,00	2,00	2,70 0,70	Gravas en matriz arenosa, compactidad muy densa, cantos redondeados, tamaño máximo 2 1/2".	1	*CN1	2	9	9	20	11	10	8	29	12	20	20	52	81	28	62	0,03	0,48
					S/M	HQ3														0	0	0,48	0,50
					2	*CN1	3	11	25	39	11	14	13	38	15	14	13	42	80	40	89	0,50	0,95
					S/M	HQ3														0	0	0,95	1,00
					3	*CN1	5	8	9	22	8	21	40	69	11	15	13	39	>100	23	51	1,00	1,45
					S/M	HQ3														0	0	1,45	1,50
					4	*CN1	5	9	8	22	7	11	7	25	7	7	7	21	46	24	53	1,50	1,95
					S/M	HQ3														0	0	1,95	2,00
2,00	6,00	4,00	0,70 -3,30	Gravas finas en matriz de arena media, compactidad densa, cantos redondeados, tamaño máximo 1 1/2".	5	*CN1	4	4	4	12	3	3	4	10	4	3	4	11	21	18	40	2,00	2,45
					S/M	HQ3														0	0	2,45	2,50
					6	*CN1	6	4	5	15	5	7	7	19	7	7	7	21	40	24	53	2,50	2,95
					S/M	HQ3														0	0	2,95	3,00
					7	*CN1	6	9	8	23	12	8	8	28	10	8	8	26	54	22	49	3,00	3,45
					S/M	HQ3														0	0	3,45	3,50
					8	*CN1	4	5	6	15	7	7	10	24	10	10	11	31	55	18	40	3,50	3,95
					S/M	HQ3														0	0	3,95	4,00
					9	*CN1	6	7	8	21	5	5	5	15	6	5	6	17	32	3	7	4,00	4,45
					S/M	HQ3														0	0	4,45	4,49
					S/M	*CN1	6	7	7	20	9	6	5	20	6	8	9	23	43	0	0	4,49	4,94
					S/M	HQ3														0	0	4,94	5,00
					10	*CN1	4	6	6	16	9	7	9	25	8	8	8	24	49	2	4	5,00	5,45



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3576-GE/26/11-RG-0

Informe de Avance Sondajes de Control de Compactación  
Nueva Explanada - Muelle Costanera Fase 1A



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SF2-3

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR										L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)			
						N1		N2		N3		N										
						CONTEO CADA 5cm	TOTAL	CONTEO CADA 5cm	TOTAL	CONTEO CADA 5cm	TOTAL											
6,00 8,80	2,80	-3,30 -6,10	Arena fina, compacidad densa, color gris oscuro. Se observa algunas gravas de canto redondeado y algo de conchuela.	S/M	HQ3														5,45	5,50		
				11	*CN1	4	8	8	20	9	9	11	29	12	8	8	28	57	18	40	5,50	5,95
				S/M	HQ3															5,95	6,00	
				12	*CN1	3	5	6	14	6	8	9	23	10	13	10	33	56	5	11	6,00	6,45
				S/M	HQ3															6,45	6,53	
				13	*CN1	2	2	4	8	4	5	8	17	7	8	11	26	43	39	87	6,53	6,98
				S/M	HQ3															6,98	7,21	
				14	*CN1	1	2	2	5	4	6	7	17	10	13	13	36	53	27	60	7,21	7,66
				S/M	HQ3															7,66	7,70	
				15	*CN1	1	1	2	4	4	7	7	18	9	11	11	31	49	35	78	7,70	8,15
8,80 10,89	2,09	-6,10 -8,19	Arcilla, consistencia rígida, plasticidad media, color gris.	S/M	HQ3													8,15	8,30			
				16	*CN1	1	3	3	7	3	6	9	18	10	12	13	35	53	17	38	8,30	8,75
				S/M	HQ3															8,75	8,80	
				17	*CN1	5	7	4	16	3	3	3	9	4	4	4	12	21	43	96	8,80	9,25
				18	HQ3													5	100	9,25	9,30	
				19	SH1													50	100	9,30	9,80	
				20	HQ3													5	100	9,80	9,85	
				21	*CN1	1	2	3	6	2	3	3	8	4	4	4	12	20	45	100	9,85	10,30
22	HQ3													5	100	10,30	10,35					
23	SH1													54	100	10,35	10,89					
SIMBOLOGÍA				ENSAYO SPT										OTROS ENSAYOS								
S/M	: Sin muestra recuperada	CN1	:Cuchara Normal 2,0"	N1 : Número de golpes para penetrar los primeros 15 cm.										CPT : Cono Estático								
L	: Longitud de la Muestra	SH1	:Tubo Shelby 2,0"	N2 : Número de golpes para penetrar los segundos 15 cm.										* : Medición de Torque								
REC	: Recuperación en %	HQ3	:Barril Testigo 61,1 mm	N3 : Número de golpes para penetrar los últimos 15 cm.										P : Presiómetro								
RQD	: Índice Calidad de Roca			N : N2 + N3																		



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3576-GE/26/11-RG-0

Informe de Avance Sondajes de Control de Compactación  
Nueva Explanada - Muelle Costanera Fase 1A



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SF2-4

COORDENADAS UTM:

NORTE : 6 . 280 . 072

ESTE : 257 . 175

COTAS (mNRS)

Inicio +2,40

FECHA EJECUCIÓN:

INICIO: 24 / 07 / 2014

TERMINO: 29 / 07 / 2014

Termino -9,20

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR												L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)		
						N1				N2				N3									N
						CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL						
0,00	1,00	1,00	2,40 1,40	Arena fina con abundantes gravas de cantos redondeados, compacidad muy densa. Color gris.	1	*CN1	4	9	17	30	20	30	35	85	-	-	-	-	>100	30	100	0,00	0,30
					2	HQ3													20	100	0,30	0,50	
					3	*CN1	6	13	8	27	5	7	8	20	10	14	10	34	54	18	40	0,50	0,95
					S/M	HQ3													0	0	0,95	1,00	
1,00	5,00	4,00	1,40 -2,60	Gravas con algo de arena, compacidad densa, cantos redondeados, tamaño máximo 2".	4	*CN1	4	5	4	13	5	14	7	26	11	14	17	42	68	10	22	1,00	1,45
					S/M	HQ3													0	0	1,45	1,50	
					5	*CN1	4	7	17	28	12	13	12	37	11	10	9	30	67	24	53	1,50	1,95
					S/M	HQ3													0	0	1,95	2,00	
					6	*CN1	5	13	14	32	14	13	10	37	10	10	10	30	67	12	27	2,00	2,45
					S/M	HQ3													0	0	2,45	2,50	
					7	*CN1	4	23	19	46	10	9	9	28	7	6	10	23	51	27	60	2,50	2,95
					S/M	HQ3													0	0	2,95	3,00	
					8	*CN1	10	10	10	30	9	8	6	23	8	7	10	25	48	28	62	3,00	3,45
					S/M	HQ3													0	0	3,45	3,50	
					9	*CN1	7	10	7	24	8	9	8	25	6	9	9	24	49	19	42	3,50	3,95
					S/M	HQ3													0	0	3,95	4,00	
					10	*CN1	10	8	8	26	8	8	8	24	7	8	8	23	47	45	100	4,00	4,45
					S/M	HQ3													0	0	4,45	4,50	



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3576-GE/26/11-RG-0

Informe de Avance Sondajes de Control de Compactación  
Nueva Explanada - Muelle Costanera Fase 1A



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SF2-4

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR											L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)					
						N1				N2				N3								N			
						CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm									TOTAL		
5,00	6,85	1,85	-2,60 -4,45	Arena fina de compacidad densa, color negro. Se observa algo de conchuela molida y gravas de cantos subangulares.	11	*CN1	4	8	7	19	8	10	12	30	7	10	10	27	57	45	100	4,50	4,95		
					S/M	HQ3															0	0	4,95	5,00	
					12	*CN1	30	24	22	76	13	7	5	25	5	5	7	17	42	45	100	5,00	5,45		
					S/M	HQ3																0	0	5,45	5,50
					13	*CN1	3	4	5	12	5	5	5	15	4	4	4	12	27	45	100	5,50	5,95		
					S/M	HQ3																0	0	5,95	6,00
					14	*CN1	3	7	7	17	8	8	8	24	9	9	10	28	52	22	49	6,00	6,45		
S/M	HQ3																0	0	6,45	6,50					
8,50	11,15	2,65	-6,10 -8,75	Arcilla, consistencia muy rígida, plasticidad media, color gris.	15	*CN1	7	7	10	24	12	18	9	39	4	4	4	12	51	30	67	6,50	6,95		
					S/M	HQ3															0	0	6,95	7,02	
					S/M	*CN1	5	6	6	17	7	9	10	26	7	7	7	21	47	0	0	7,02	7,47		
					S/M	HQ3																0	0	7,47	7,50
					16	*CN1	1	1	3	5	3	5	6	14	8	9	9	26	40	45	100	7,50	7,95		
					S/M	HQ3																0	0	7,95	8,00
					17	*CN1	1	1	3	5	5	8	12	25	19	20	18	57	82	45	100	8,00	8,45		
S/M	HQ3																0	0	8,45	8,50					
8,50	11,15	2,65	-6,10 -8,75	Arcilla, consistencia muy rígida, plasticidad media, color gris.	18	*CN1	3	3	3	9	3	3	3	9	4	4	4	12	21	45	100	8,50	8,95		
					S/M	HQ3															0	0	8,95	9,00	
					19	SH1																50	100	9,00	9,50
					S/M	HQ3																0	0	9,50	9,55
20	*CN1	1	3	3	7	3	5	4	12	4	4	6	14	26	45	100	9,55	10,00							
S/M	HQ3																0	0	10,00	10,06					



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3576-GE/26/11-RG-0

Informe de Avance Sondajes de Control de Compactación  
Nueva Explanada - Muelle Costanera Fase 1A



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SF2-4

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR										L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)				
						N1		N2		N3		N											
						CONTEO CADA 5cm		TOTAL	CONTEO CADA 5cm		TOTAL		CONTEO CADA 5cm		TOTAL								
11,15	11,60	0,45	-8,75 -9,20	Arena fina, compacidad muy densa, color gris oscuro.	21	SH1										46	92		10,06	10,56			
					S/M	HQ3									0	0		10,56	10,61				
					22	*CN1	1	2	2	5	1	2	3	6	5	6	12	23	29	45	100	10,61	11,06
					S/M	HQ3									0	0		11,06	11,15				
					23	*CN1	2	9	12	23	16	18	16	50	12	12	10	34	84	45	100	11,15	11,60

SIMBOLOGÍA				ENSAYO SPT						OTROS ENSAYOS	
S/M	: Sin muestra recuperada	CN1	:Cuchara Normal 2,0"	N1 : Número de golpes para penetrar los primeros 15 cm.						CPT : Cono Estático	
L	: Longitud de la Muestra	SH1	:Tubo Shelby 2,0"	N2 : Número de golpes para penetrar los segundos 15 cm.						* : Medición de Torque	
REC	: Recuperación en %	HQ3	:Barril Testigo 61,1 mm	N3 : Número de golpes para penetrar los últimos 15 cm.						P : Presiómetro	
RQD	: Índice Calidad de Roca			N : N2 + N3							



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3576-GE/26/11-RG-0

Informe de Avance Sondajes de Control de Compactación  
Nueva Explanada - Muelle Costanera Fase 1A



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SF2-5

COORDENADAS UTM:

NORTE : 6 . 279 . 992

ESTE : 257 . 175

COTAS (mNRS)

Inicio +2,14

FECHA EJECUCIÓN:

INICIO: 06 / 08 / 2014

TERMINO: 08 / 08 / 2014

Termino -9,46

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR												L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)		
						N1				N2				N3									N
						CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL						
0,00	4,50	4,50	2,14 -2,36	Arena fina con gravas, compacidad densa. Gravas de cantos redondeados, tamaño máximo 3".	1	CN1	5	12	18	35	16	12	20	48	16	13	11	40	88	22	49	0,00	0,45
					S/M	HQ3													0	0		0,45	0,50
					2	CN1	4	11	16	31	13	9	14	36	11	13	15	39	75	37	82	0,50	0,95
					S/M	HQ3													0	0		0,95	1,04
					3	*CN1	8	10	13	31	15	17	41	73	14	50	-	64(10)	>100	10	25	1,04	1,44
					S/M	HQ3													0	0		1,44	1,50
					4	*CN1	25	20	27	72	15	15	12	42	11	15	14	40	82	25	56	1,50	1,95
					S/M	HQ3													0	0		1,95	2,00
					5	*CN1	9	9	8	26	9	10	7	26	6	6	10	22	48	28	62	2,00	2,45
					S/M	HQ3													0	0		2,45	2,50
					6	*CN1	5	15	17	37	17	19	20	56	22	17	17	56	>100	5	11	2,50	2,95
					S/M	HQ3													0	0		2,95	3,00
					7	*CN1	9	11	14	34	13	11	18	42	15	14	32	61	>100	15	33	3,00	3,45
					S/M	HQ3													0	0		3,45	3,50
					8	*CN1	9	21	14	44	16	16	12	44	13	16	14	43	87	13	29	3,50	3,95
					S/M	HQ3													0	0		3,95	4,00
					9	*CN1	4	6	9	19	8	9	13	30	12	13	19	44	74	7	16	4,00	4,45
					S/M	HQ3													0	0		4,45	4,50



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3576-GE/26/11-RG-0

Informe de Avance Sondajes de Control de Compactación  
Nueva Explanada - Muelle Costanera Fase 1A



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SF2-5

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR												L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)		
						N1				N2				N3									N
						CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL						
4,50	8,93	4,43	-2,36 -6,79	Arena fina, compacidad muy densa, color gris oscuro. Se observa gravas de cantos redondeados, tamaño máximo 1½".	10	CN1	5	7	11	23	14	15	16	45	13	12	15	40	85	45	100	4,50	4,95
					S/M	HQ3													0	0		4,95	5,00
					11	*CN1	4	4	6	14	8	9	11	28	12	11	11	34	62	45	100	5,00	5,45
					S/M	HQ3													0	0		5,45	5,50
					12	*CN1	2	4	7	13	8	10	12	30	13	14	18	45	75	45	100	5,50	5,95
					S/M	HQ3													0	0		5,95	6,00
					13	*CN1	4	6	8	18	8	9	12	29	12	13	14	39	68	45	100	6,00	6,45
					S/M	HQ3													0	0		6,45	6,55
					14	*CN1	2	5	5	12	10	11	13	34	15	17	13	45	79	45	100	6,55	7,00
					S/M	HQ3													0	0		7,00	7,01
					15	*CN1	1	2	6	9	8	10	10	28	12	14	18	44	72	45	100	7,01	7,46
					S/M	HQ3													0	0		7,46	7,50
					16	*CN1	1	2	2	5	5	6	8	19	14	15	16	45	64	45	100	7,50	7,95
					S/M	HQ3													0	0		7,95	8,00
					17	*CN1	4	17	20	41	19	10	10	39	8	10	11	29	68	35	78	8,00	8,45
					18	HQ3													27	82		8,45	8,78



TERMINAL DE CONTENEDORES PUERTO SAN ANTONIO

Doc.: 3576-GE/26/11-RG-0

Informe de Avance Sondajes de Control de Compactación  
Nueva Explanada - Muelle Costanera Fase 1A



RESULTADOS EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. SONDAJE SF2-5

PROFUNDIDAD DESDE HASTA (m)	E (m)	COTAS DESDE HASTA (mNRS)	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	MUESTRA		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR											L (cm)	REC (%)	RQD (%)	PENETRACIÓN DESDE HASTA (m)			
						N1				N2				N3								N	
						CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm			TOTAL	CONTEO CADA 5cm									TOTAL
8,93	10,88	1,95	-6,79 -8,74	Arcilla, consistencia rígida, plasticidad baja, color gris.	19	*CN1	1	3	2	6	4	3	5	12	5	7	4	16	28	45	100	8,78	9,23
					S/M	HQ3													0	0	9,23	9,28	
					19	SH1													50	100	9,28	9,78	
					S/M	HQ3													0	0	9,78	9,83	
					20	*CN1	1	1	1	3	1	2	2	5	2	2	3	7	12	45	100	9,83	10,28
					S/M	HQ3													0	0	10,28	10,33	
					21	SH1													55	100	10,33	10,88	
SIMBOLOGÍA					ENSAYO SPT											OTROS ENSAYOS							
S/M : Sin muestra recuperada					CN1 :Cuchara Normal 2,0"					N1 : Número de golpes para penetrar los primeros 15 cm.					CPT : Cono Estático								
L : Longitud de la Muestra					SH1 :Tubo Shelby 2,0"					N2 : Número de golpes para penetrar los segundos 15 cm.					* : Medición de Torque								
REC : Recuperación en %					HQ3 :Barril Testigo 61,1 mm					N3 : Número de golpes para penetrar los últimos 15 cm.					P : Presiómetro								
RQD : Índice Calidad de Roca										N : N2 + N3													