



RC 2018 xvii Reunión
del **CONCRETO**

El evento del Cemento, el Concreto y los Prefabricados



Muelle Boscoal en Buenaventura. Retos técnicos y logísticos en las obras marítimas y terrestres

*Jordan Lagnado
Soletanche Bachy
Colombia - Francia*

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Península de Aguadulce

Océano Pacífico

Aguadulce

Buenaventura

**Único puerto
colombiano de
comercio
internacional en el
Pacífico**

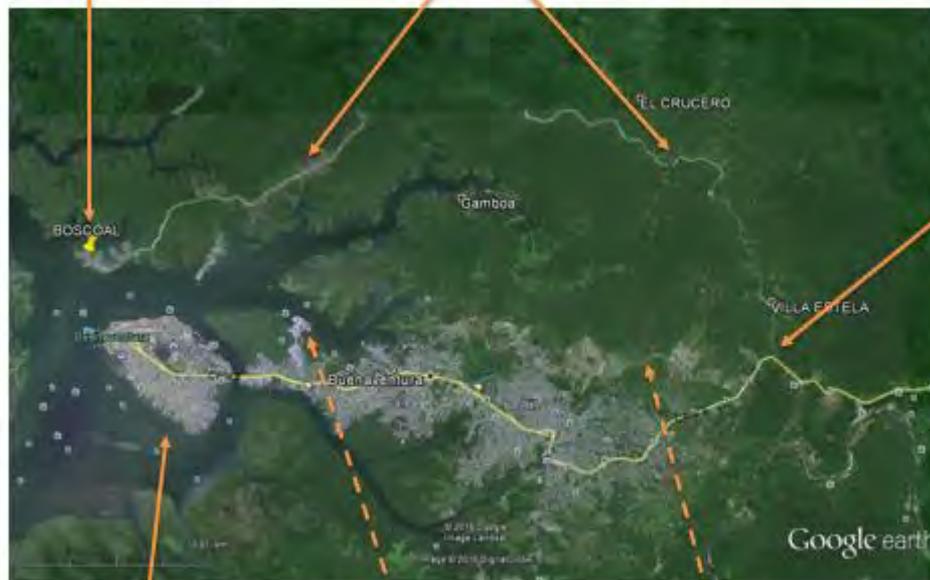
Ubicación Proyectos SPIA + BOSCOAL



UBICACIÓN

Península Aguadulce

Vía de acceso 21km



Sector "El Gallinero"

Vía hacia Cali

Isla Cascajal
Puerto histórico

Terminal TC BUEN

Vía Alternativa

UBICACIÓN

Canal de acceso 31 km

Península Aguadulce



UBICACIÓN

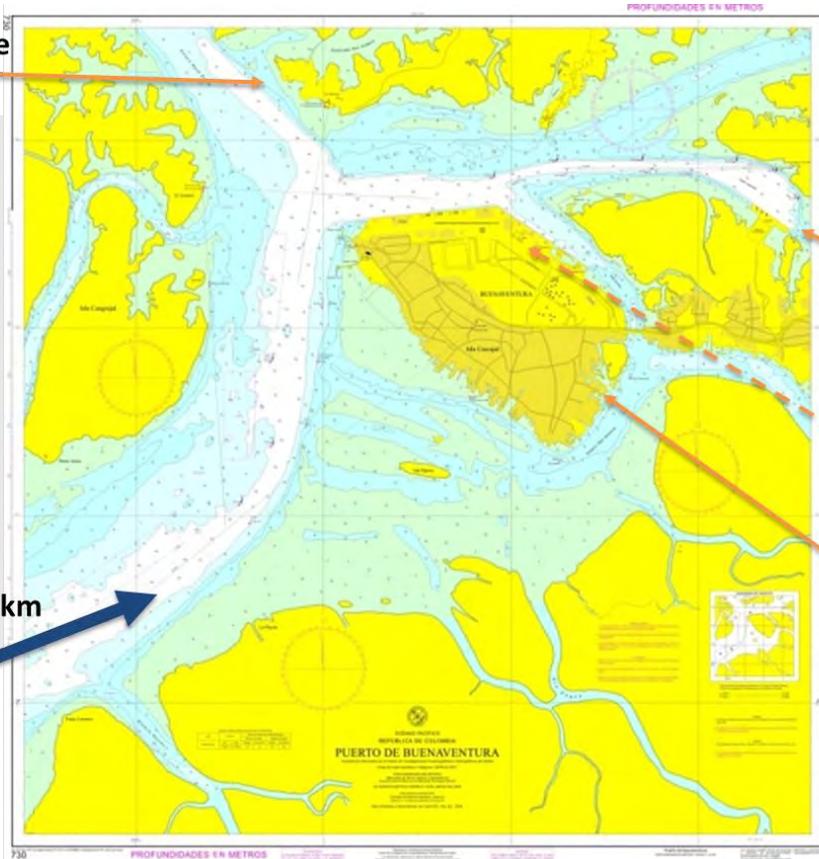
Península Aguadulce

Canal de acceso 30 km

Terminal TC BUEN

Sociedad Portuaria SPB

Isla Cascajal
Puerto histórico



DESCRIPCIÓN

- Península Aguadulce: 2km de largo x 500m
- Concesión a nombre de SPIA
- **Terminal de Contenedores SPIA 1ª fase:**
 - 600,000 TEUs / año, zona de 15ha
 - Muelle 600m (2 puestos) y pasarela 180m
 - Dragado -14,50m (3 M m3)
 - Obra de vía de acceso 21km
 - Obra de movimiento de tierra (2,5 M m3) + mejoramiento de suelo (165 000m2)
 - Obra de infraestructura del Patio del Terminal (pavimentos, servicios subterráneos)
 - Obra de edificaciones
- **Terminal de granos y carbón BOSCOAL**
 - Muelle 250 metros para atender buques PANAMAX
 - Pasarela de acceso 200m
 - Area inicial 6,5Ha (a partir de 2,9Ha de zona emergida)
 - Patio de carbón -> 2 M de ton / año (90,000 ton de almacenamiento)
 - Bodega de harina y subproductos 5,000 m2
 - 4 Silos de granos 7,000 ton
 - Patio para carga general 1,8 ha
 - Vía de acceso propia de 800m (2,5ha)

ANTES

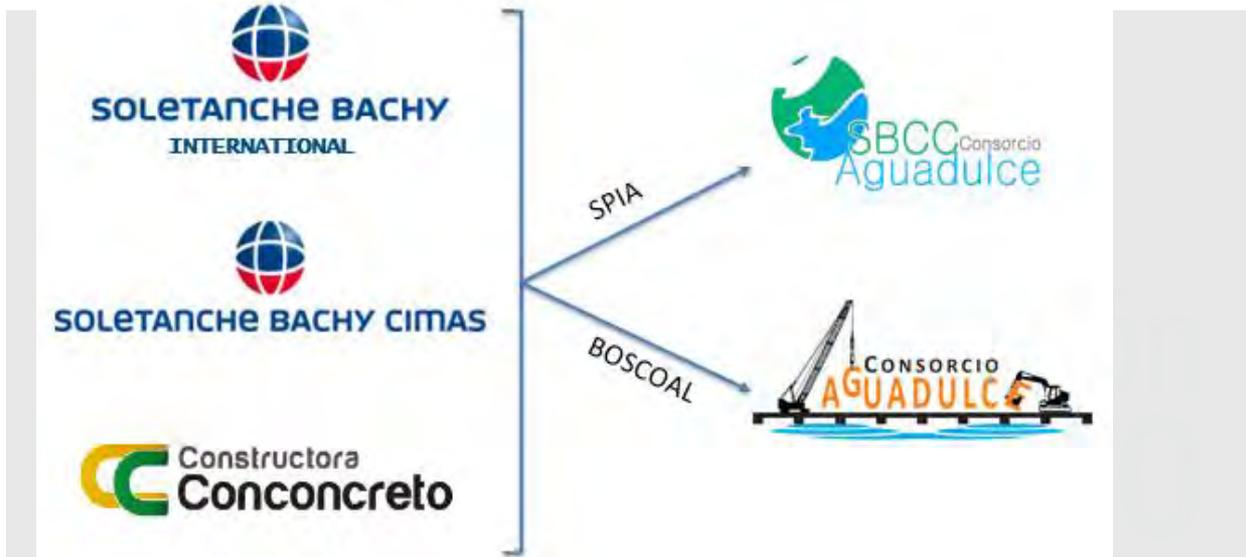
DESPUÉS



**PENÍNSULA
AGUADULCE**

CONSORCIOS

- Contratos: Diseño y construcción a precio global (LUMP SUM)



- Diseñador:  BergerABAM

Sostenibilidad

¡La Gente! Nuestra base del éxito



Cumplimiento con los acuerdos de consulta previa empleando localmente, entre comunidades del área de influencia del proyecto, **100%** de la mano de obra no calificada y **50%** mínimo de la mano de obra calificada.



Capacitación y entrenamiento del personal local para beneficio en la obra pero con el objetivo de **generar capacidades** para su futuro profesional a largo plazo.

RETOS

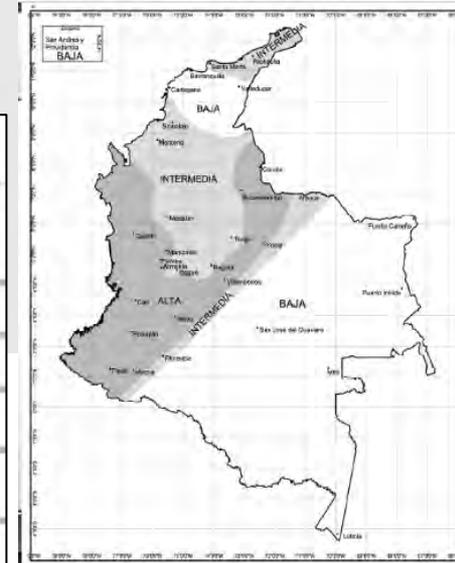
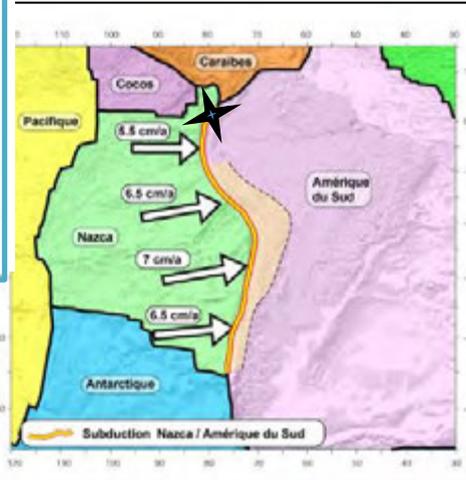
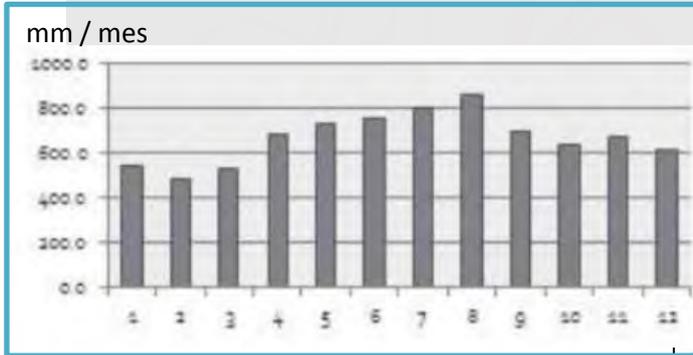


Condiciones Climáticas

Alta pluviosidad y con una amplitud importante de marea del orden de 4.5m.

Alta sismicidad

Factor 0,4g Peak Ground Acceleration (PGA) at Contengency Level Event (CLE)
 Definición de niveles de daños OLE / CLE



RETOS



Tiempos de Ejecución

- La **operación temprana** de la terminal
- **Simultaneidad** de las obras con la operación temprana del puerto.
- Entrega del muelle y pasarela 5 meses **antes** de la fecha contractual gracias a nuevas técnicas constructivas implementadas.

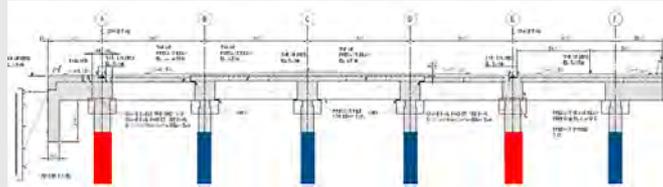


Nuevas Técnicas en Muelle

- **Simplificación** de la estructura del muelle y de su método constructivo
- El **nuevo diseño** permite además aliviar la estructura y entonces resistir mejor a los sismos.
- Ejecutar el primer muelle abierto en el pacífico colombiano con base en una **solución** de pilotes metálicos hincados.
- Diseño sísmico de muelle

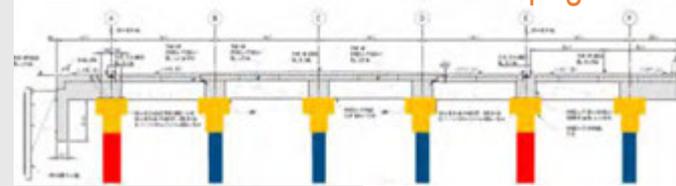


Pilotes Metálicos

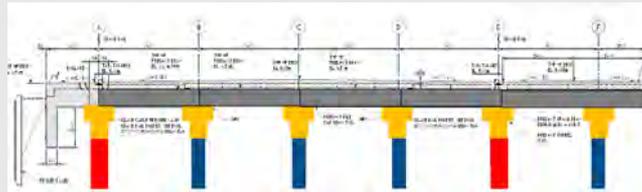


Capiteles

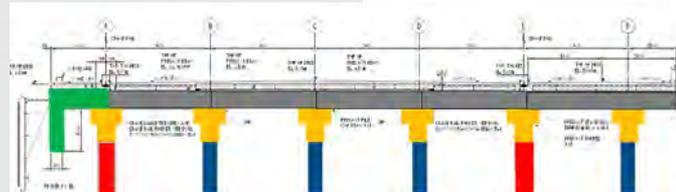
Forma de «Corcho de Champagne»



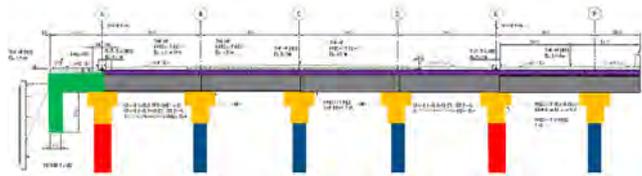
Vigas Prefabricadas



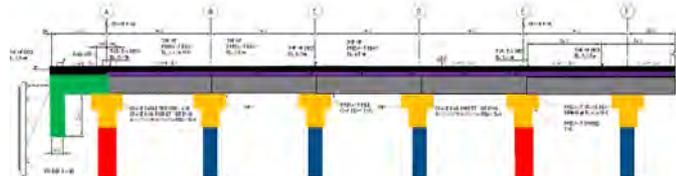
Vigas Voladizas Porta Defensas



Prelosas Prefabricadas



Losa de Compresión



Retos Técnicos/Constructivos

Pilotaje, pilote hasta 50m



Retos Técnicos/Constructivos

Pilotaje : Prueba de carga estática (1200 T)



Uso de Elementos Prefabricados

Durante la ejecución del proyecto se utilizaron **1.247** unidades de elementos prefabricados entre vigas, prelosas y capiteles, un total de **9.000 m³** de concreto y **1.400** toneladas de acero.



Pilotaje

68 Pilotes Diám. = 1067
165 Pilotes Diám. = 914

Prelosas

704 Prelosas

Capiteles

91 Cap. 2,30 x 2,30
74 Cap. 1,50 x 2,30
34 Cap. 2,35 x 2,50
34 Cap. 2,50 x 2,50

Vigas

392 Vigas
17 Vigas porta defensas

RETOS



Disponibilidad de Áreas de Construcción y Ensamblaje





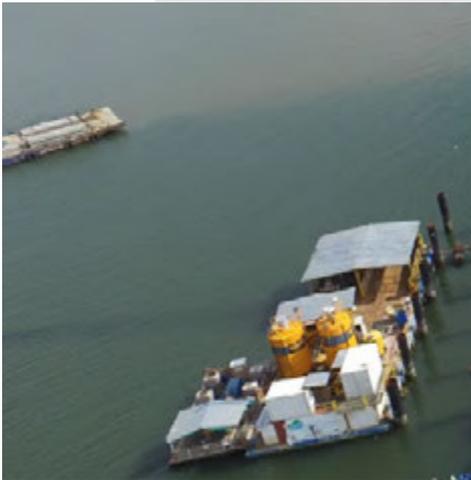
OBRA: Losa de compresión

Suministro de concreto

Nudos: planta flotante sobre barcaza

Topping: planta Argos en península,
Bombeado hasta 320m

Laboratorios Soletanche Bachy - Argos

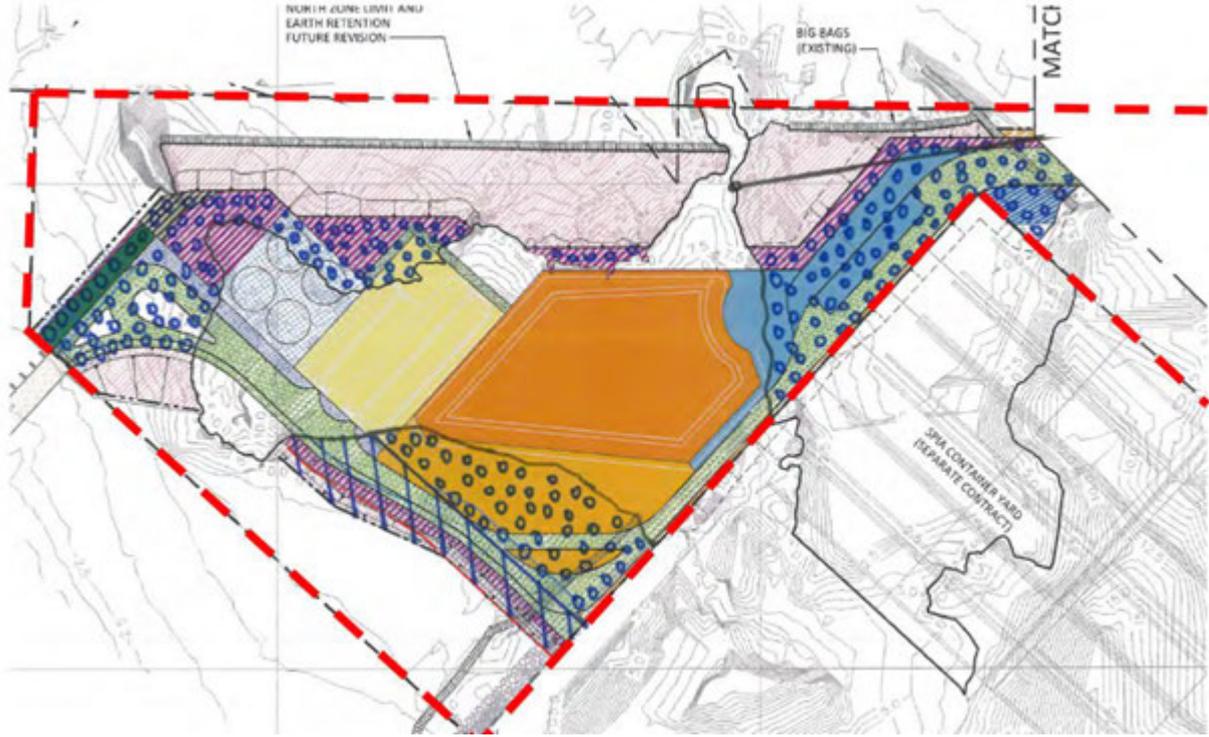


Durabilidad

Diseño estricto para considerar un medio ambiente agresivo

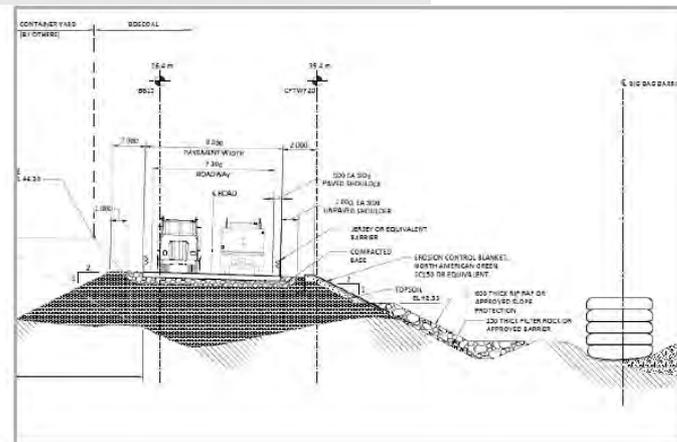
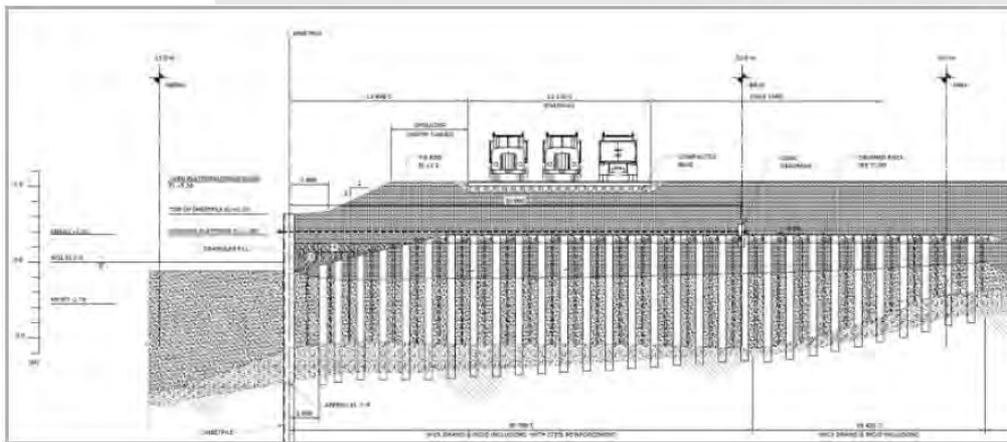
- Resistencia Mínima de Diseño $f'c=42\text{MPa}$
- Relación A/C 0.40
- Valor Máximo de Permeabilidad de 1,000 Coulombs a 90 días
- Uso de agregados inertes a reacción al alcali

Área de Corte y Relleno

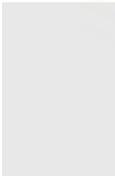


Sistemas de contención

- Corte a cota +5.30MSL y relleno
- Roca limosa → Estabilización con Cal: (4%) para llegar a UCS (7 days) 200KPa and 300KPa
- Inclusiones rígidas (concreto) para el mejoramiento de la capa superficial de lodo blando
- Rellenos en condiciones « secas » = luchar contra inundación
 - Del agua del mar (marea 4,50m)
 - Tablestacas definitivas = contención + protección de costa
 - Diques de bolsas geotextiles temporarias
 - Agua lluvia : drenaje y secuencia constructiva apropiados



DESCRIPCIÓN



AVANCE TERRESTRE ZONA SUR Y NORTE



Exceso de material no apto para llenos

Durante la obra, el volumen de suelo excavado no apto para llenos se multiplica por 3, pasando los 120,000m³. Trabajando de la mano con el cliente y ante la necesidad de tener un área adicional de patio para otros tipos de cargas, se toman las siguientes acciones:

1

Se **amplían** los depósitos

2

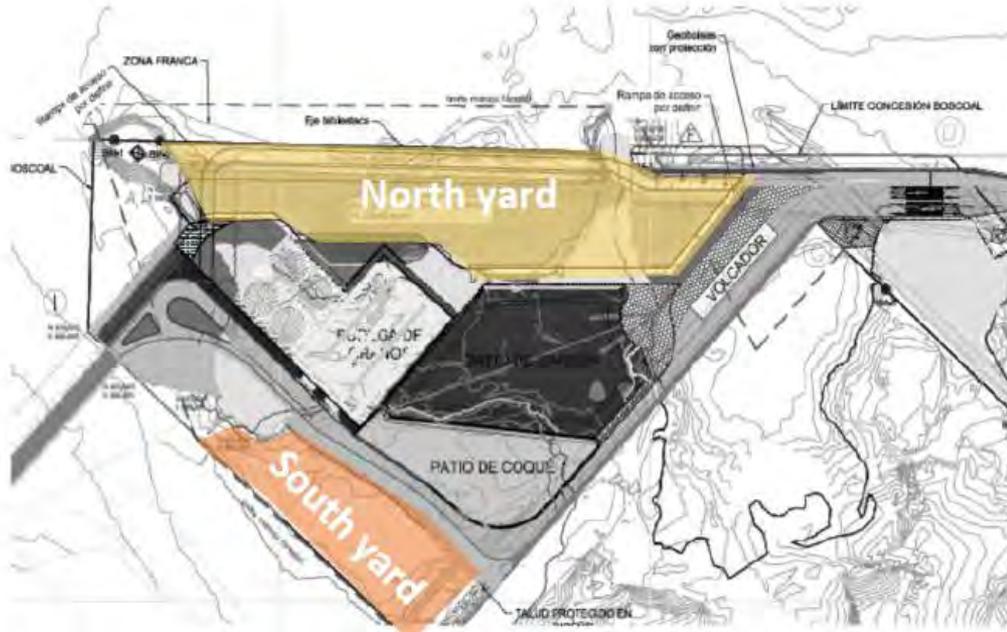
Se implementan **estructuras de contención adicionales**

3

Para transformar los depósitos en patios de capacidad portante 2 o 5 t/m², se utilizan técnicas de **mejoramiento de suelo** con drenes verticales con precarga en el patio Norte, o inclusiones rígidas de hasta 14m de profundidad en el patio Sur.



Ampliación de depósitos y transformación a patios portuarios



Patio Norte

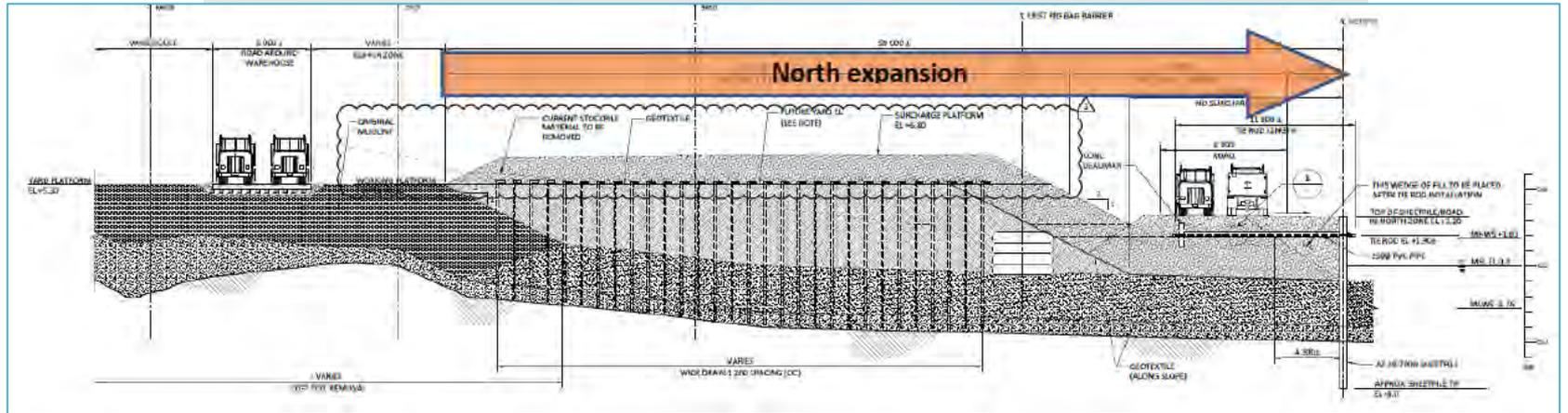
La técnica utilizada para el mejoramiento de suelos en esta zona fue los drenes verticales (wick drains)



Patio Sur

La técnica seleccionada para el control de asentamientos y aumento de capacidad portante corresponde a inclusiones rígidas de 42 cm de diámetro. El espaciamiento y longitud se definió de acuerdo a las condiciones de carga de cada zona y a la estratigrafía.

Patio Norte

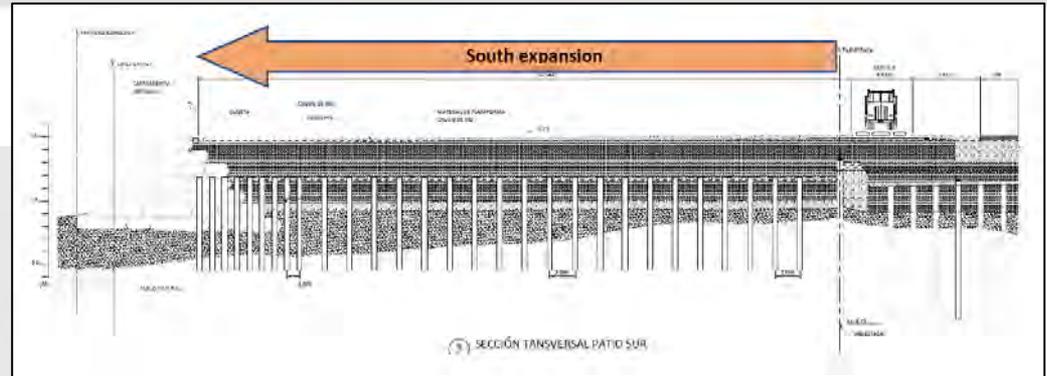


Patio Sur



Patio Sur

- Contención bordeando el límite de la concesión: Bolsas geotextiles de alta calidad con disposición facilitando la trabazon
- Bolsas rellenas del mismo material excedente no apto para estabilización con cal
- 190,000ml de inclusiones rígidas
- Deposito -> 1t/m² -> final 5t/m² + adoquin







Muchas gracias

