

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DEL PUERTO DE GRAN ESCALA EN EL PUERTO DE SAN ANTONIO



0. INTRODUCCIÓN



EMPRESA PORTUARIA SAN ANTONIO (EPSA) es hoy el principal puerto en transferencia de carga a nivel nacional, manteniendo un crecimiento anual en el tráfico de contenedores, lo que ha impulsado el desarrollo de nuevas infraestructuras y equipamiento por parte de los concesionarios y EPSA.

Su cercanía a los principales centros productivos del país, tiempos de transporte, tráfico de carga y condiciones naturales, lo potencian como el gran puerto del área central de Chile en las próximas décadas.

Por todo ello EPSA ha realizado diversas acciones, para anticiparse a las necesidades futuras, como son:

- **Compra de 70 hectáreas de terrenos en el sector sur de las actuales instalaciones**
- **Inicio de las obras de la Plataforma Logística Internacional San Antonio (PLISA) en dicho sector sur;**
- **Promoción del cambio del Plan Regulador Comunal**
- **Incorporación en su Plan Maestro del proyecto del Puerto de Gran Escala (PGE), con el objetivo de seguir potenciando el intercambio comercial de Chile en las próximas décadas.**

EPSA convocó una licitación pública para la realización del “Estudio de Factibilidad para el Desarrollo del Puerto de Gran Escala en el Puerto de San Antonio”, la cual se adjudicó a la empresa de ingeniería INTECSA-INARSA y que a continuación se presenta.

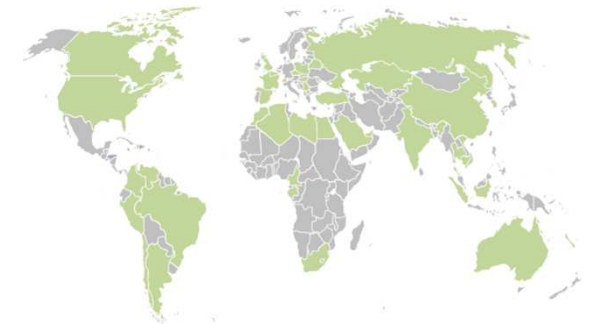
INTECSA-INARSA (SNC-LAVALIN ESPAÑA)

INTECSA-INARSA (SNC-Lavalin España) es una empresa de ingeniería con más de 45 años de experiencia que desarrolla su actividad en los campos de:

- ❖ **Infraestructuras del Transporte** (Carreteras, Ferrocarriles, Metros, Puertos...)
- ❖ **Agua** (Planificación hidrológica, Ingeniería hidráulica, Depuradoras, Desalinizadoras...)
- ❖ **Medioambiente** (Estudios de Impacto, Costas y Medio marino, Gestión de residuos...)
- ❖ **Arquitectura** (Edificación, Urbanismo...)
- ❖ **Ingeniería Industrial** (Plantas industriales, Petróleo & Gas, Instalaciones...)



Pertenece al **Grupo SNC-Lavalin**, uno de los grupos de ingeniería y construcción más importantes del mundo y un actor clave en materia de propiedad de infraestructuras y abastecimiento de servicios de operación y mantenimiento. Fundada en 1911, SNC-Lavalin tiene oficinas en 41 países y actualmente se encuentra activa en unos 100 países.



PUERTOS, MEDIO MARINO Y COSTAS

INTECOSA-INARSA desarrolla su actividad marítima y portuaria en tres sectores principales:

1.- PUERTOS

- 1.1 Consultoría (Planificación y Gestión portuarias)
- 1.2 Ingeniería (Estudios del medio y Diseño + Supervisión)

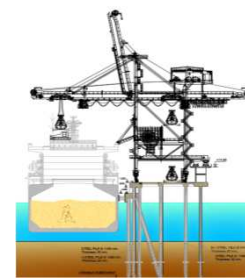
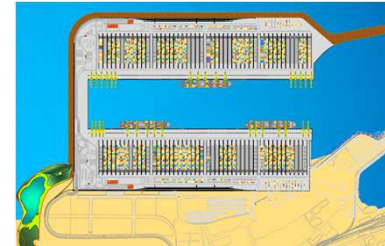
2.- MEDIO MARINO

- 2.1. Oceanografía (física y operacional)
- 2.2 Medioambiente marino (Recursos Naturales, Estudios ambientales y Supervisión ambiental de obras)

3.- COSTAS

- 3.1 Gestión Integrada de Zonas Costeras (GIZC)
- 3.2 Ingeniería costera (Procesos y Diseño + Supervisión)

La amplia gama de servicios que prestamos a nuestros clientes en estos sectores es realizada a diferentes niveles:



Estudios de pre-factibilidad y factibilidad
Trabajos de campo y de gabinete

Ingeniería Preliminar)
y de Detalle

Dirección y Supervisión de Obras

Gestión Integral de Proyectos

- 1. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE DEMANDA**
2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE
3. DESARROLLO POR FASES
4. ACCESO NÁUTICO Y ESTUDIO DE MANIOBRAS
5. ESTUDIO DE AGITACIÓN INTERIOR Y ANÁLISIS DE OPERATIVIDAD
6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE
7. ACCESO VIAL
8. ACCESO FERROVIARIO
9. MONTOS DE INVERSIÓN
10. PROGRAMA DE TRABAJOS
11. CONCLUSIONES

1. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE DEMANDA

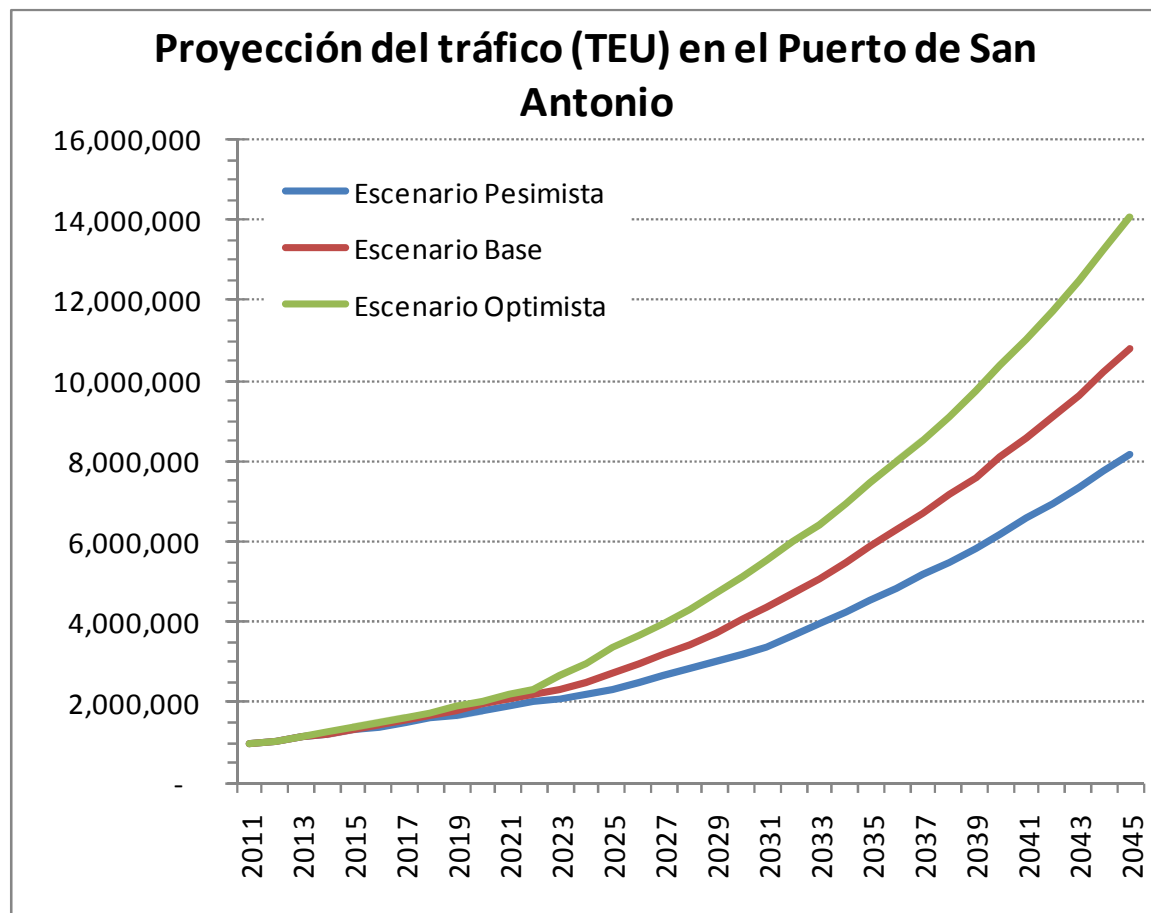
1.1. Principales Supuestos Utilizados

- Incremento del PIB: i) hasta el año 2014: 5 %; ii) entre 2014 y 2029 : del 5 % al 3% en el escenario base ($\pm 0,5\%$ en los escenarios optimista y pesimista); iii) entre 2029 y 2045 : del 3 % ($\pm 0,5$ %) al 2,5 % ($\pm 0,5$ %).
- Modelo elástico del crecimiento de la carga por sobre el crecimiento del PIB.

Crecimiento PIB	Crecimiento carga por sobre el PIB
Superior al 4%	3,5%
Entre -1% y 4%	2,0%
Inferior a -1%	-2,5%

- Distribución carga regional 50/50 entre los puertos de San Antonio y de Valparaíso hasta la saturación de este último, estimada en 2,35 MTEU (+ 15% si se efectúan mejoras operacionales).
- Utilizando los supuestos antes descritos se realizó una proyección de demanda de TEU para el Puerto de San Antonio hasta el año 2045.

1. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE DEMANDA

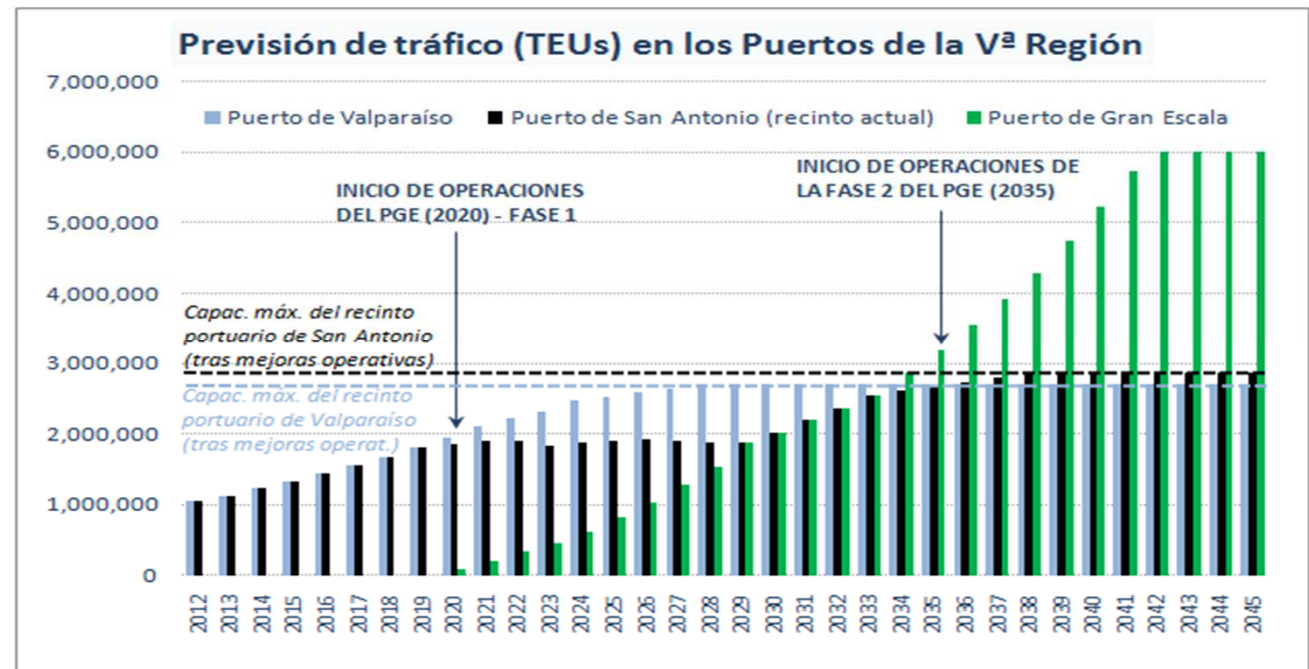


- La capacidad máxima del actual recinto del Puerto San Antonio (terminales de STI y Puerto Central) será de 2,49 MTEU, que quedará saturada en 2024 para el escenario base (si bien se considera que existe la posibilidad de incrementar hasta un 15 % si se efectúan mejoras operacionales).

1. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE DEMANDA

1.2. Distribución de la Carga del PGE. Desarrollo por fases

- Se considera que la Fase 1 del PGE se pondrá en operación antes que los actuales terminales se saturen, captando el 1er año el 5% de todo el tráfico contenedor del puerto, el 2º año el 10%, etc.

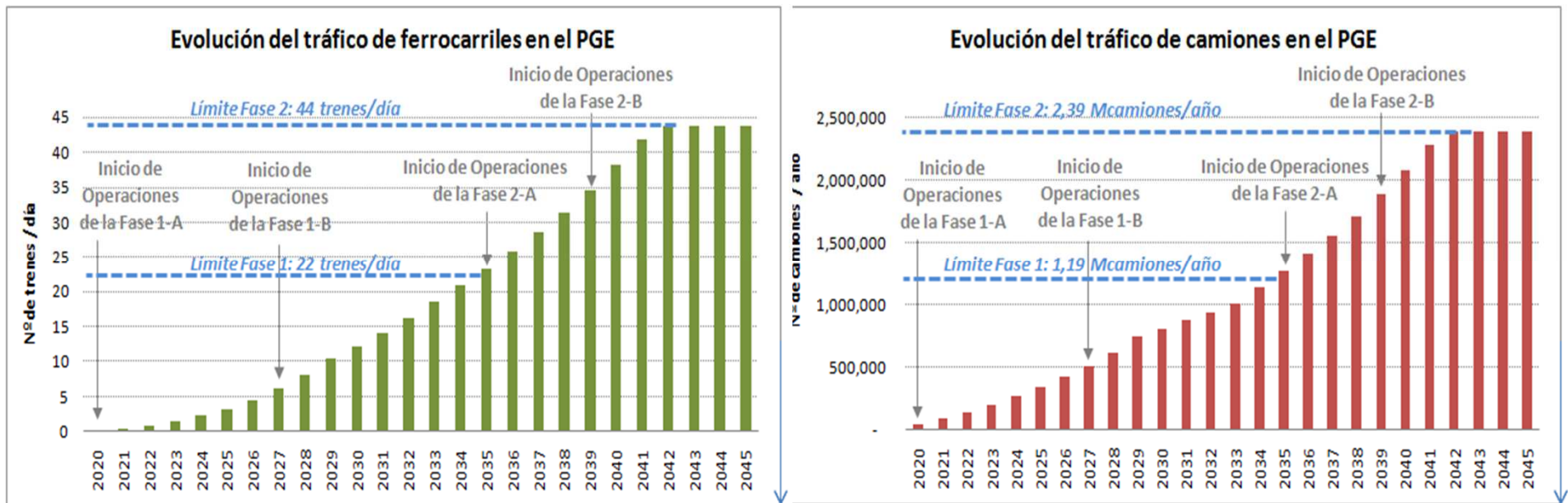


- La Fase 1 será subdividida en dos (1-A y 1-B) con capacidades de 1,5 MTEU/año.
- La Fase 2 del PGE se iniciará cuando se hayan superado los 3 MTEU/año y también podría ser subdividida en 2, si bien el PGE alcanzará el tráfico anual máximo de 6 MTEU/año 7 años después de la puesta en operación de la Fase 2.
- La curva correspondiente al PGE puede ser desplazada en el tiempo.

1. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE DEMANDA

1.3. Hipótesis para la estimación del tráfico carretero y FF.CC

- Tráfico de transbordo: 5 % del total
- Tráfico de importación / exportación: 55 % / 45 % del restante
- Relación contenedor / TEU: 1,65
- Porcentaje máximo de contenedores que serán transportados por tren: 30 %
- Porcentaje máximo de contenedores que serán transportados por carretera: 80 %
- Días de operación del ferrocarril: 312 días/año (6 días/semana)
- Capacidad de cada tren: 80 TEU (40 vagones)



1. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE DEMANDA
2. **ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE**
3. DESARROLLO POR FASES
4. ACCESO NÁUTICO Y ESTUDIO DE MANIOBRAS
5. ESTUDIO DE AGITACIÓN INTERIOR Y ANÁLISIS DE OPERATIVIDAD
6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE
7. ACCESO VIAL
8. ACCESO FERROVIARIO
9. MONTOS DE INVERSIÓN
10. PROGRAMA DE TRABAJOS
11. CONCLUSIONES

2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE

2.1. Conceptos generales sobre terminales

Un terminal portuario se puede considerar compuesto por cuatro subsistemas:

- Subsistema de carga y descarga de naves (línea de atraque).
- Subsistema de almacenamiento (patio de contenedores).
- Subsistema de recepción y entrega terrestre (*Gate House* y terminal ferroviario).
- Subsistema de interconexión (transporte interno).

2.2. Concepto de capacidad

La *capacidad óptima anual* de un terminal es el parámetro que interesa al planificador portuario. Cabe distinguir las siguientes

- Capacidad de la línea de atraque: es la capacidad de transferencia de la carga entre los modos de transporte marítimo (nave) y terrestre.
- Capacidad de almacenamiento temporal o de depósito en la explanada o patio.
- Capacidad del sistema de transporte interno: incluye el transporte terrestre entre los diversos subsistemas dentro del terminal.
- Capacidad de los sistemas de recepción y entrega y de los accesos terrestres, que corresponde a la recepción/evacuación de la mercancía.

2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE

2.3. Línea de atraque: carga/descarga de la nave

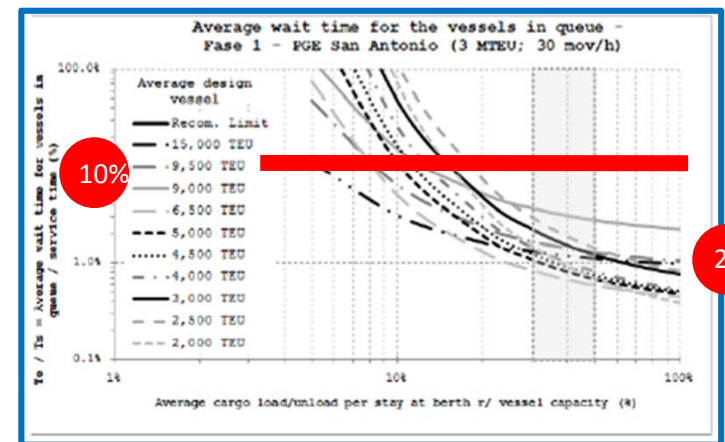
La capacidad de la línea de atraque viene definido por la siguiente expresión:

$$C = n \cdot \phi \cdot P \cdot t_{\text{año}}$$

donde:

- C es la capacidad anual del muelle o del terminal
- n es el número de atraques,
- ϕ es la tasa de ocupación de un atraque y que es función del número de puestos de atraque y de la calidad de servicio (es decir, relación entre el tiempo de espera y el tiempo de servicio: T_e/T_s). Conviene que $\phi < 60\%$ y $T_e/T_s < 10-15\%$.
- P es la productividad de la nave durante su estancia en el atraque (TEU/h)
- $t_{\text{año}}$ son las horas anuales en que el muelle está operativo.

Se ha efectuado un modelado numérico y para la longitud de atraque de diseño (1.780 m) y el tráfico de diseño (3 MTEU/a) se ha obtenido en el peor de los casos un grado de ocupación del 59,6 % y un tiempo de espera relativo del 3,7%, siendo los valores medios del 47 % y el 2 %.



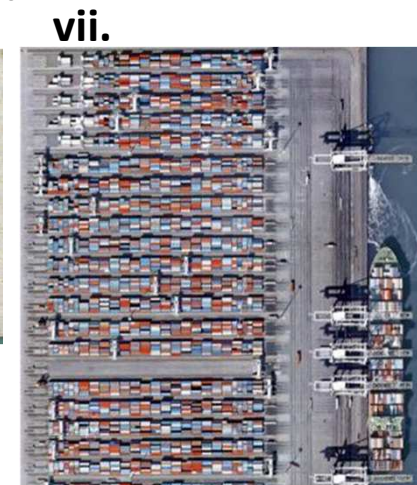
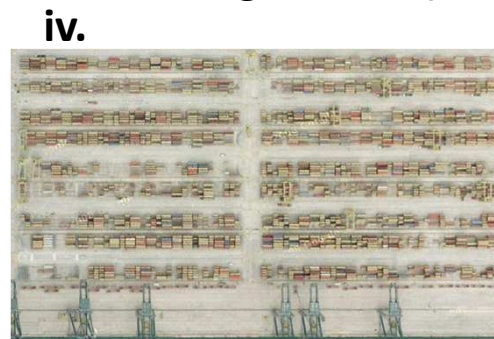
2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE

2.4. Patio de contenedores: zona de almacenamiento

2.4.1. Descripción de los sistemas de operación en patio existentes

a) PRINCIPALES TIPOLOGÍAS

- i. Terminal con Carretillas
- ii. Terminal con *Reach Stackers*
- iii. Terminal con *Straddle Carriers*
- iv. Terminal con *Rubber Tyred Gantry Cranes (RTG)*
- v. Terminal con *Rail Mounted Gantry Cranes (RMG)*
- vi. Terminal con *Overhead Bridge Cranes (OHBC)*
- vii. Terminal semiautomático con *Automated Stacking Cranes (ASC)*

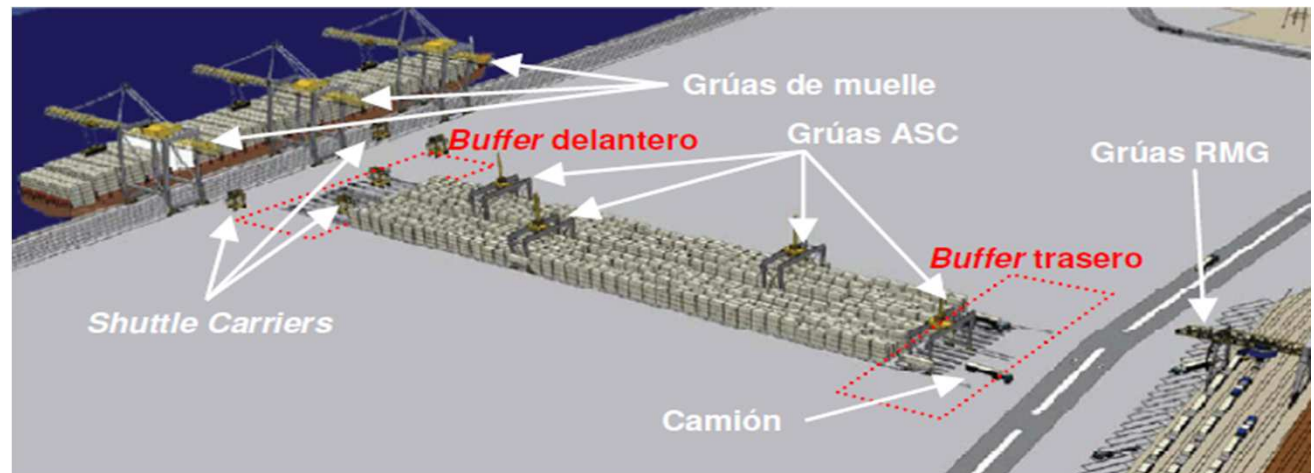


2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE

b) COMPARATIVA DE LAS DIFERENTES OPCIONES

Tras un estudio comparativo analizando la optimización de los espacios, los aspectos medioambientales, los costes de inversión y de O&M, se concluyó que el sistema óptimo para el PGE era el de terminales semiautomáticos, debido a:

- Minimización del espacio requerido.
- Mayor eficiencia operacional en el patio.
- Reducción en la emisión de CO2 y ruido.
- Reducción del riesgo de accidentes.
- Incremento de la productividad de las grúas de muelle.
- Reducción de los costos de explotación.
- En conclusión: se puede atender naves de mayor capacidad con altos estándares de rendimiento.



2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE

2.4.2. Capacidad de almacenamiento

En el caso de los terminales de contenedores una fórmula para el cálculo de la capacidad anual de almacenamiento del patio (en TEU o contened./año), C, es:

$$C = n_{\text{calles,secos}} \cdot N_{H,\text{secos}} \cdot 365 \cdot \frac{K_o}{K_p} \cdot \frac{H_{\text{secos}}}{T_{\text{secos}}} + n_{\text{calles,reefer}} \cdot N_{H,\text{reefer}} \cdot 365 \cdot \frac{K_o}{K_p} \cdot \frac{H_{\text{reefer}}}{T_{\text{reefer}}}$$

- N_H es el número de *slots* (posiciones de contenedor) [se han diseñado calles con un ancho de 9 slots y una longitud de 30 slots de contenedores secos y 24 para reefers (es decir, 270 y 216 slots por calle)].
- K_o y K_p son los factores operacional y de punta o de seguridad (que dependen del sistema de operación del patio) [se ha tomado un valor $K_o/K_p = 0,65$, valor ligeramente conservador].
- H es la altura máxima de apilado de contenedores [se han considerado $H_{\text{seco}} = 5$ para y $H_{\text{reefer}} = 4$].
- T_{seco} es el *dwell time* o tiempo medio de estancia de los contenedores secos y T_{reefer} de los refrigerados [se ha considerado $T_{\text{seco}} = 5$ días y $T_{\text{reefer}} = 3$ días].

Puede observarse que se ha distinguido entre carga seca y refrigerada (un 17,5% del total).

De este modo se obtienen las siguientes capacidades:

Terminal 1 $C_1 = 39 \cdot 270 \cdot 365 \cdot 0,65 \cdot 5/5 + 8 \cdot 216 \cdot 365 \cdot 0,65 \cdot 4/3 = 2.498.242 + 546.624 = 3.044.866$ TEU/año

Terminal 2 $C_2 = 40 \cdot 270 \cdot 365 \cdot 0,65 \cdot 5/5 + 8 \cdot 216 \cdot 365 \cdot 0,65 \cdot 4/3 = 2.562.300 + 546.624 = 3.108.924$ TEU/año

2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE

2.5. Interconexión: transporte interno

Se ha escogido la solución con *Shuttle Carriers*, ya que permiten la separación completa de las operaciones de transporte y de carga/descarga de las grúas de muelle STS y de patio ASC (*decoupling*). De este modo las grúas STS y ASC pueden ir depositando sobre el pavimento los contenedores independientemente de la presencia de los SC que los pueden recoger minutos después y viceversa.



2.6. Gate House y Terminal ferroviario: entrega y recepción terrestre

2.6.1. *Gate House*: entrada y salida de camiones

Se han considerado los siguientes elementos:

- 1er portal por el que el camión pasa sin pararse y en el que mediante lecturas RFID (*Radio Frequency Identification*) se capturan las imágenes para la inspección de posibles daños y se verifican los datos del contenedor y camión.
- *Pre-Gate* (o segunda puerta), donde además es sometido a la verificación del EIR (*Equipment Interchange Receipt*) y camión recibe las indicaciones sobre la siguiente operación.
- *Gate* (o tercera puerta) donde solamente se efectuará una verificación de la identificación antes de dejarle acceder al terminal.

2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE

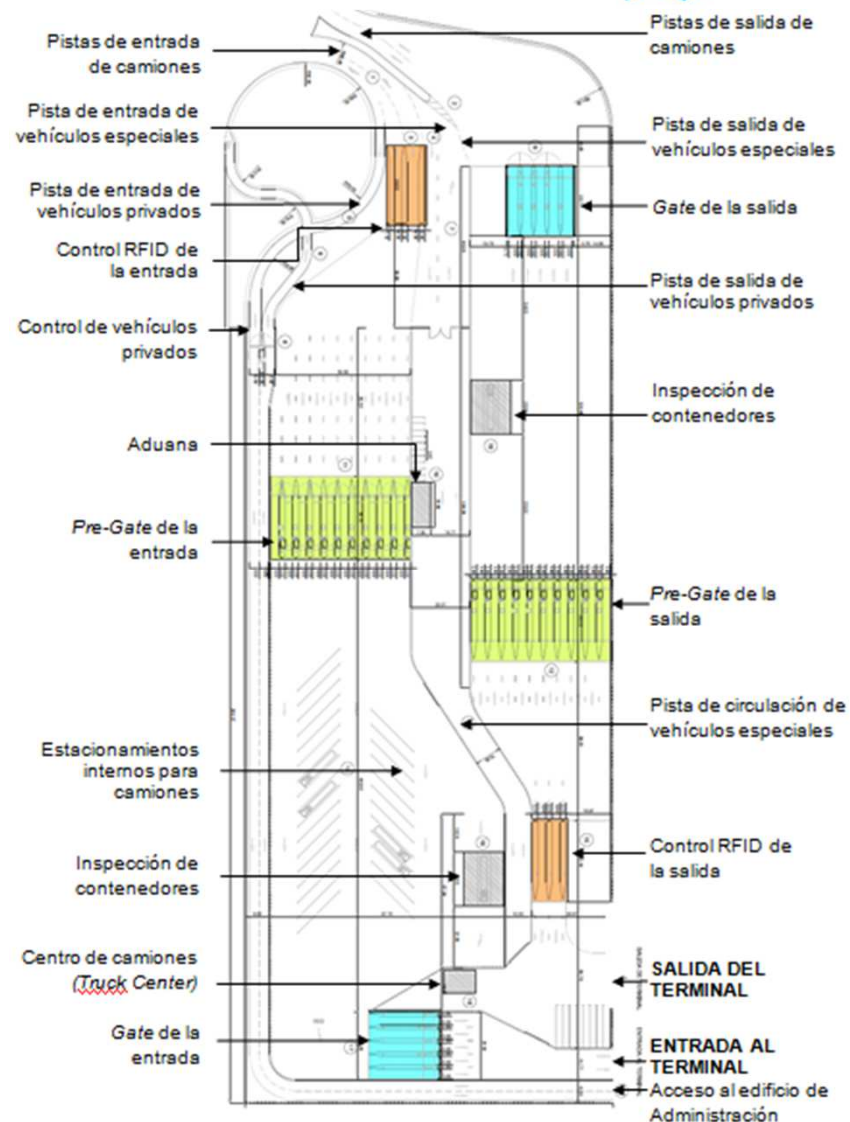
Se ha efectuado la modelización del proceso de llegada/salida de camiones para determinar el nº de pistas necesario, suponiendo que:

- Sólo un 30% de los camiones entran y salen con carga.
- El Gate funcionará 6 d/sem y 12h/d.

Para la situación pésima y en el caso de 10 pistas en el Pre-Gate y de 5 pistas en el Gate, el tiempo medio en cola de un camión no superará los 2 minutos y el nº medio de camiones en dicha cola será de unos 11, valores totalmente aceptables.

Pero existen circunstancias que concentran la llegada de camiones en unas ciertas horas, lo que podría provocar colas superiores a las estimadas y que se traduciría en un cierto grado de colapso.

Por ello en el Sector Sur se prevé un parqueadero de camiones, al cual serán derivados cuando se detecten signos de saturación en la entrada de los terminales.



2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE



2.6.2. Terminal ferroviario

La conexión ferroviaria de los terminales portuarios se suele realizar en las zonas más alejadas del muelle donde se disponen diferentes vías con la máxima longitud de convoy de tren admitida en cada país.

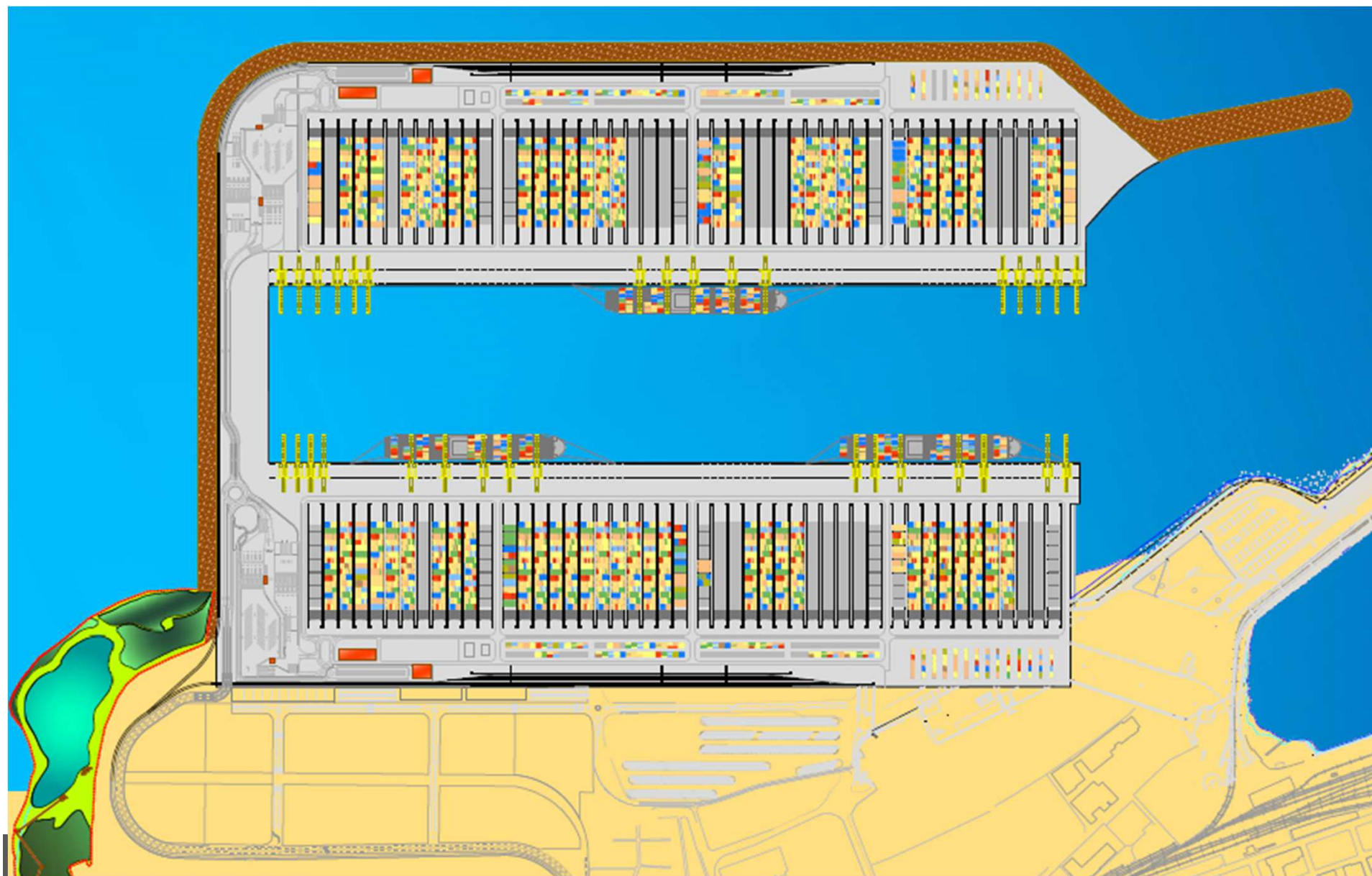
Esta zona funciona como un subterminal operado con unas máquinas que en el caso de tráficos importantes (como es el caso) son las grúas sobre rieles RMG o *Rail Mounted Gantry Cranes*. Los patrones de entrada y salida de los trenes suelen considerarse aleatorios y la capacidad está limitada al número de plazas en el buffer (en este caso nº de vías).

Se ha efectuado la modelización del proceso de llegada de trenes, tomando una longitud de trenes de 600 metros (la máxima en Chile actualmente) lo que significa una longitud de convoy de 40 vagones, con una capacidad máxima total de 80 TEU.

Los resultados indican que se deben disponer 3 grúas RMG en cada terminal, que deberá disponer 5 vías, cada una de las cuales será utilizada por 5 trenes cada día en la situación de tráfico máximo en el día *peak*. Además se dispondrá una sexta vía pasante que permitirá el tránsito de las locomotoras desde la cabeza de los trenes de entrada a su cola (o lo que es lo mismo, a la cabeza de los trenes de salida).

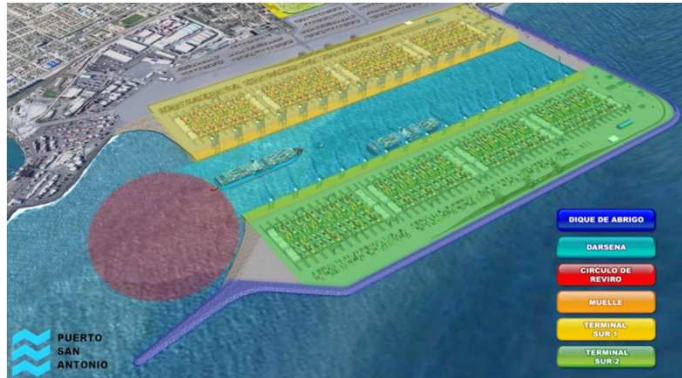
2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE

2.7. Layout del Puerto de Gran Escala



2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE

2.8. Imágenes del vídeo 3D del PGE



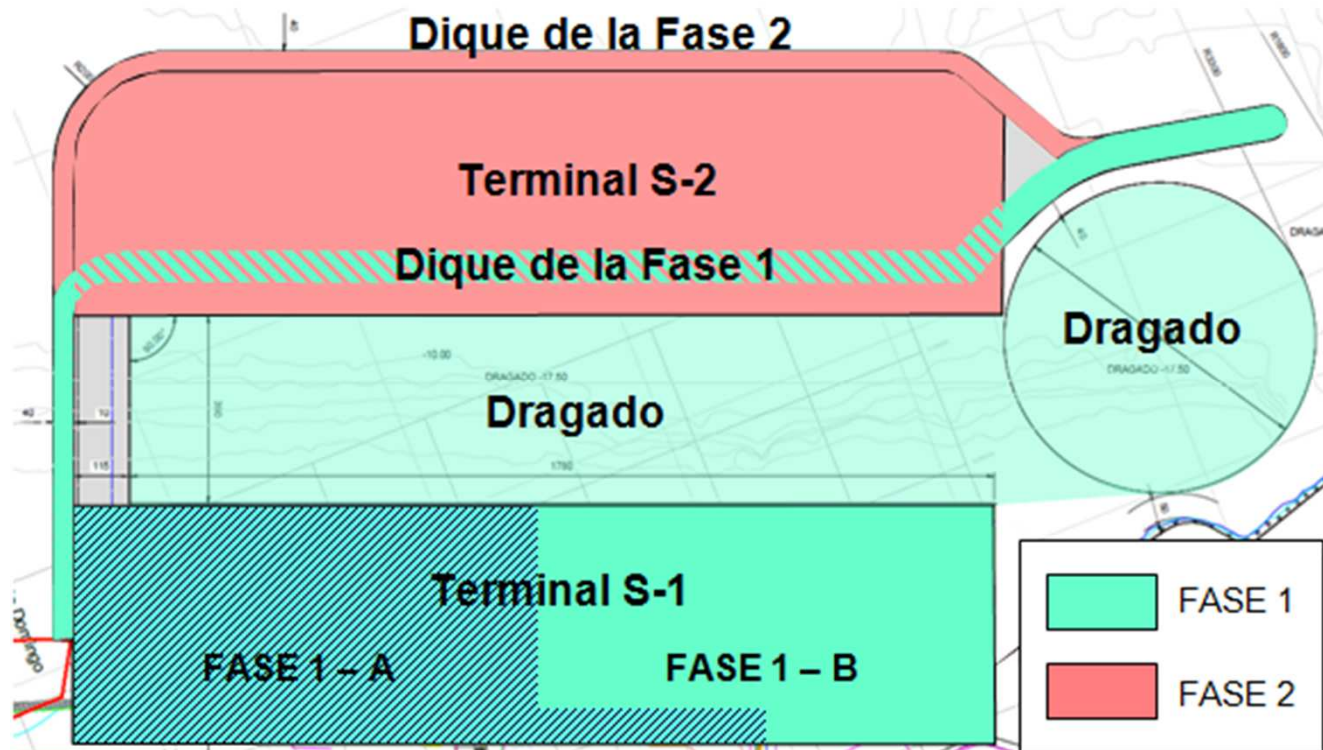
("clickar" para poner el vídeo en funcionamiento)

1. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE DEMANDA
2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE
- 3. DESARROLLO POR FASES**
4. ACCESO NÁUTICO Y ESTUDIO DE MANIOBRAS
5. ESTUDIO DE AGITACIÓN INTERIOR Y ANÁLISIS DE OPERATIVIDAD
6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE
7. ACCESO VIAL
8. ACCESO FERROVIARIO
9. MONTOS DE INVERSIÓN
10. PROGRAMA DE TRABAJOS
11. CONCLUSIONES

3. DESARROLLO POR FASES

El PGE será desarrollado por fases, conforme a la evolución del tráfico previsto, considerándose una primera división del PGE en dos etapas: Fase 1 y Fase 2.

La Fase 1 a su vez se desarrollará en 2 etapas: 1-A y 1-B



1. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE DEMANDA
2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE
3. DESARROLLO POR FASES
4. **ACCESO NÁUTICO Y ESTUDIO DE MANIOBRAS**
5. ESTUDIO DE AGITACIÓN INTERIOR Y ANÁLISIS DE OPERATIVIDAD
6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE
7. ACCESO VIAL
8. ACCESO FERROVIARIO
9. MONTOS DE INVERSIÓN
10. PROGRAMA DE TRABAJOS
11. CONCLUSIONES

4. ACCESO NÁUTICO Y ESTUDIO DE MANIOBRAS

El diseño del PGE se ha realizado de manera tal que garantiza:

- Un correcto acceso náutico de las naves.
- Una correcta protección frente al oleaje exterior de modo que se asegura la carga y descarga de las naves en muelle la mayor parte del tiempo posible.

Por todo ello se han realizado sendos estudios para analizar ambos aspectos.

Por lo que respecta al ACCESO NÁUTICO se han efectuado los siguientes estudios:

- a) Definición de la nave de diseño
- b) El dimensionamiento analítico del acceso náutico y de sus zonas de navegación (canal, zona de reviro, dársena interior).
- c) Simulaciones numéricas de las maniobras de entrada y salida de la nave.

4.1. Nave de diseño

La nave de diseño es una nave portacontenedores de clase E, con una eslora de 397,7 m, una manga de 56,4 m, un calado de 15,5 m y una capacidad de 14.700 TEUs.

Asimismo se ha tenido en cuenta la siguiente generación de naves portacontenedores que en la actualidad están siendo construida: clase triple E, con una eslora de 400 m, una manga de 59 m, un calado de 15,5 m y una capacidad de 18.000 TEUs.

4. ACCESO NÁUTICO Y ESTUDIO DE MANIOBRAS

4.2. Acceso náutico. Dimensionamiento analítico

Se han seguido las indicaciones de la PIANC (*Approach channels. A Guide for design*) y de las ROM 3.1-99: 'Proyecto de la configuración marítima de los puertos: canales de acceso y áreas de flotación' para la definición de:

- Profundidades de la zona de navegación (canal, área de reviro, dársena...).
- Alineación y radio de giro del canal.
- Ancho del canal y de la dársena.
- Radio de la zona de reviro.
- Longitud de la línea de atraque.

4.3. Estudio de maniobras con modelo numérico

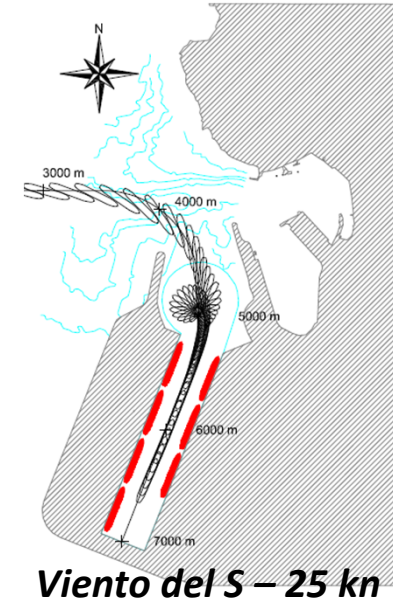
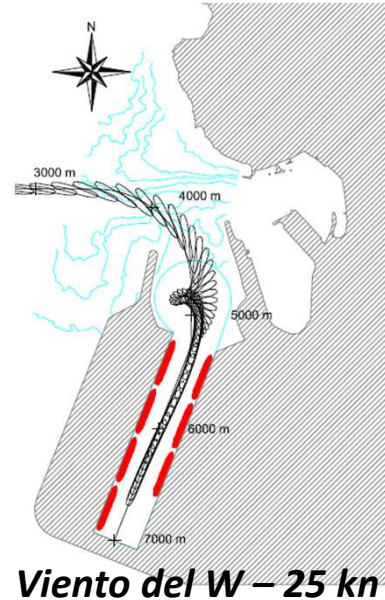
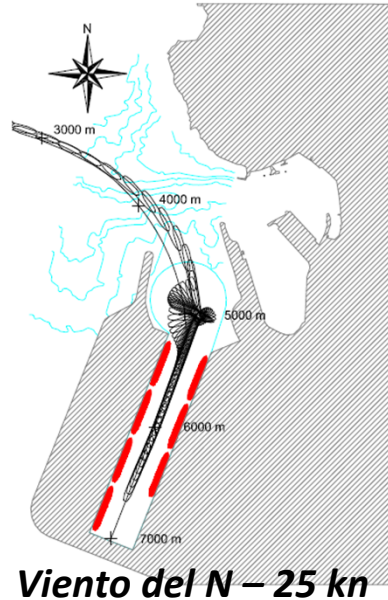
Se ha efectuado un estudio numérico de las maniobras de entrada y salida de la nave de diseño empleando el programa SHIPMA (Delft Hydraulics & MARIN).

Las 3 condiciones climáticas simuladas han sido: vientos del N, del W y del S con una velocidad de 25 nudos, un oleaje del W con una altura $H_s = 3$ m y un período de oleaje $T_p = 13$ s y una corriente del N de 0,6 nudos, todas ellas representativas de unas condiciones extremas con frecuencias medias de presentación inferiores a las 200 h/año (valor recomendado por la ROM 3.1 como máximo intervalo de inoperatividad de una bocana de un puerto).

4. ACCESO NÁUTICO Y ESTUDIO DE MANIOBRAS

Se han tenido en cuenta los remolcadores existentes actualmente en el Puerto de San Antonio (tiro de 50 toneladas). Para las 3 condiciones se han simulado las maniobras de entrada y de salida de la nave de diseño al PGE.

*Maniobras de
entrada con
reviro*



Las conclusiones son que para todas las condiciones meteorológicas analizadas el buque de diseño puede entrar o salir del PGE con total seguridad.

4.4. Consideraciones acerca de las naves clase triple E

La entrada/salida de este tipo de naves es viable para viento de hasta 15 nudos (probabilidad media de excedencia de 9,6 %). Para garantizar su acceso en condiciones pésimas se requeriría estudio en simulador de maniobras a tiempo real.

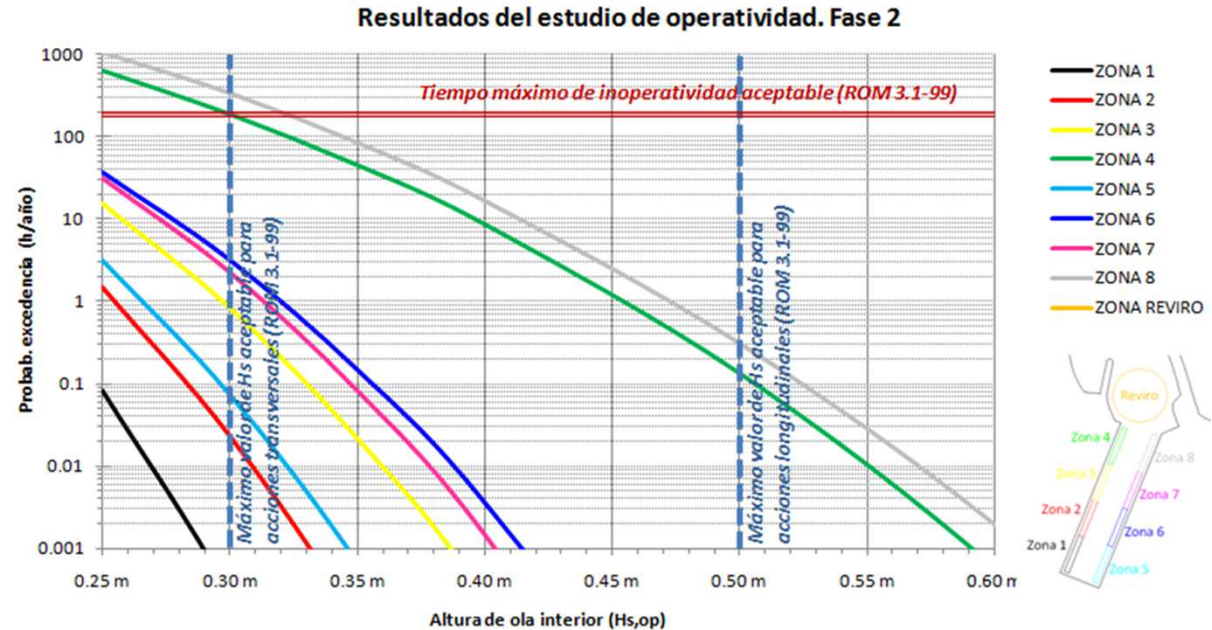
1. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE DEMANDA
2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE
3. DESARROLLO POR FASES
4. ACCESO NÁUTICO Y ESTUDIO DE MANIOBRAS
5. **ESTUDIO DE AGITACIÓN INTERIOR Y ANÁLISIS DE OPERATIVIDAD**
6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE
7. ACCESO VIAL
8. ACCESO FERROVIARIO
9. MONTOS DE INVERSIÓN
10. PROGRAMA DE TRABAJOS
11. CONCLUSIONES

5. ESTUDIO DE AGITACIÓN INTERIOR Y ANÁLISIS DE OPERATIVIDAD

El objeto es analizar los patrones de propagación del oleaje por el interior del PGE y obtener los coeficientes de atenuación del oleaje en las zonas de interés (atraques y círculo de reviro) para determinar de una manera estadística las probabilidades medias de excedencia de las máximas alturas de ola operativas en dichas zonas, es decir, los intervalos de inoperatividad (*'downtimes'*) y comprobar si cumplen los estándares establecidos que permitan la validación del layout.

De acuerdo con la ROM 3.1-99 la máxima altura de ola operativa para la carga o descarga de contenedores es $H_s = 0,50$ m para oleaje longitudinal y $H_s = 0,30$ m para oleaje transversal. En la zona de reviro, la máxima altura de ola operativa es $H_s = 1,50 - 2,00$ m.

En todas las zonas se han obtenido intervalos de inoperatividad muy inferiores a los valores indicados en las ROM (200 h/año), lo que indica el elevado nivel de protección que ofrecerá el PGE a las naves atracadas y en la zona de reviro. Además el PGE no tiene efectos negativos sobre las actuales instalaciones portuarias.



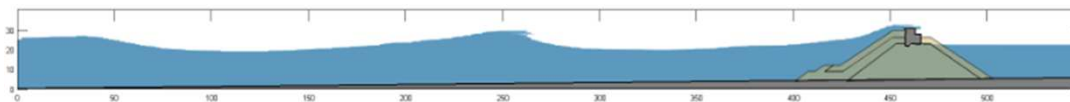
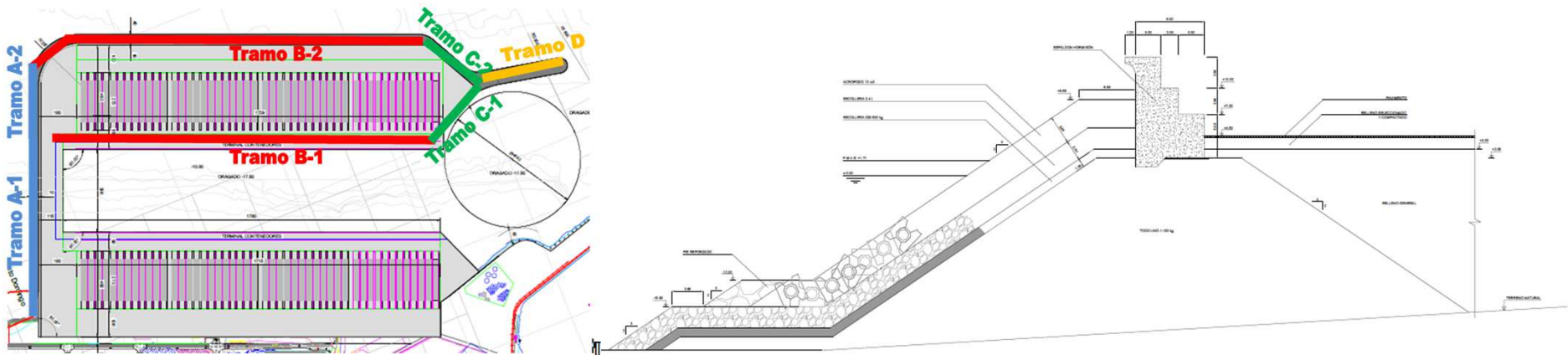
1. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE DEMANDA
2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE
3. DESARROLLO POR FASES
4. ACCESO NÁUTICO Y ESTUDIO DE MANIOBRAS
5. ESTUDIO DE AGITACIÓN INTERIOR Y ANÁLISIS DE OPERATIVIDAD
- 6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE**
7. ACCESO VIAL
8. ACCESO FERROVIARIO
9. MONTOS DE INVERSIÓN
10. PROGRAMA DE TRABAJOS
11. CONCLUSIONES

6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE

6.1. Obras de abrigo

Se ha realizado un estudio de soluciones para cada tramo del dique (ver figura izquierda), comparando dos tipologías de dique: i) vertical con cajones prefabricados de hormigón y ii) en talud, analizando varios tipos de bloques del manto principal (bloques en dos capas cúbicos y monocapa: acrópodos, Xbloc y coreloc).

La solución elegida es la de tipología en talud, con bloques acrópodos de 12 m³ colocados en una sola capa (ver figura derecha), por resultar más económico que el resto, al no tener patente en vigor. Solamente en el arranque (tramo A-1) se ha escogido la solución con bloques de hormigón de 12 t en manto bicapa.



("clickar" para poner el vídeo en funcionamiento)

6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE

6.2. Dragados y rellenos

El dragado considerado tiene como finalidad aumentar el calado de la dársena y del canal de navegación. A falta de un Estudio geotécnico de la zona de actuación y con la información disponible de la zona terrestre, se propone un talud 5H:1V.

El relleno general abarcará desde la cota del terreno existente hasta la cota +2,00 m (NRS). Los rellenos a ejecutar se realizarán siempre que sea posible con material procedente de dragado (arenas finas limosas con algo de grava a confirmar en Campaña geotécnica).

Se sugiere que el material sobrante del dragado de la Fase 1 (7,9 millones de m³) sea vertido en un recinto exterior al dique de abrigo de dicha fase, para reaprovecharlo como relleno del terminal 2.

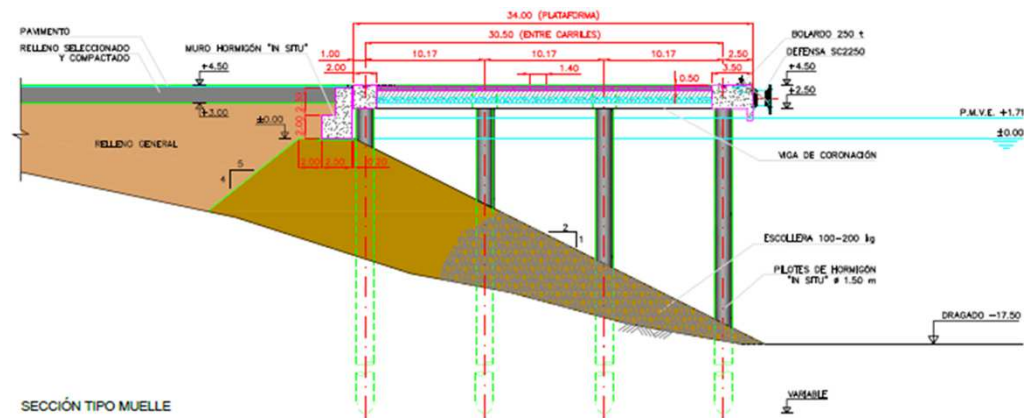
Asimismo se propone que el resto de material necesario para completar la explanada de la Fase 2 también sea de procedencia marítima (dragado), para abaratar costes.

El relleno ejecutado sufrirá un proceso de consolidación tanto durante la construcción como posteriormente. Con objeto de reducirlos y/o acelerarlos el relleno podrá ser sometido a un proceso de mejora (precarga, vibrocompactación, compactación dinámica...).

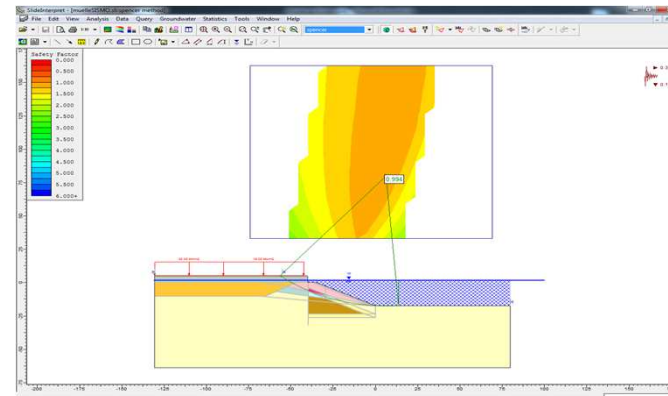
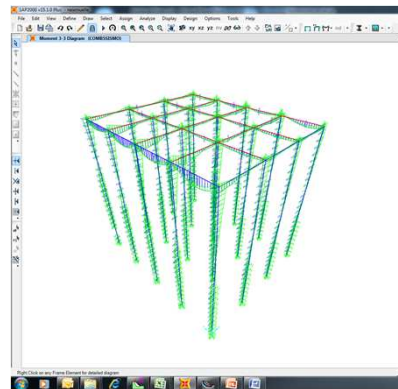
6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE

6.3. Muelles

Tras efectuar un análisis de posibles alternativas tipológicas (gravedad a base de cajones, tablestacas metálicas y pilotes), se ha optado por esta última debido a cuestiones constructivas, geotécnicas y operacionales. Esta tipología es la que reduce en mayor grado la agitación en el interior del puerto y la que mejor se comporta frente a condiciones sísmicas.



Se efectuaron cálculos estructurales y geotécnicos preliminares empleando modelos numéricos.

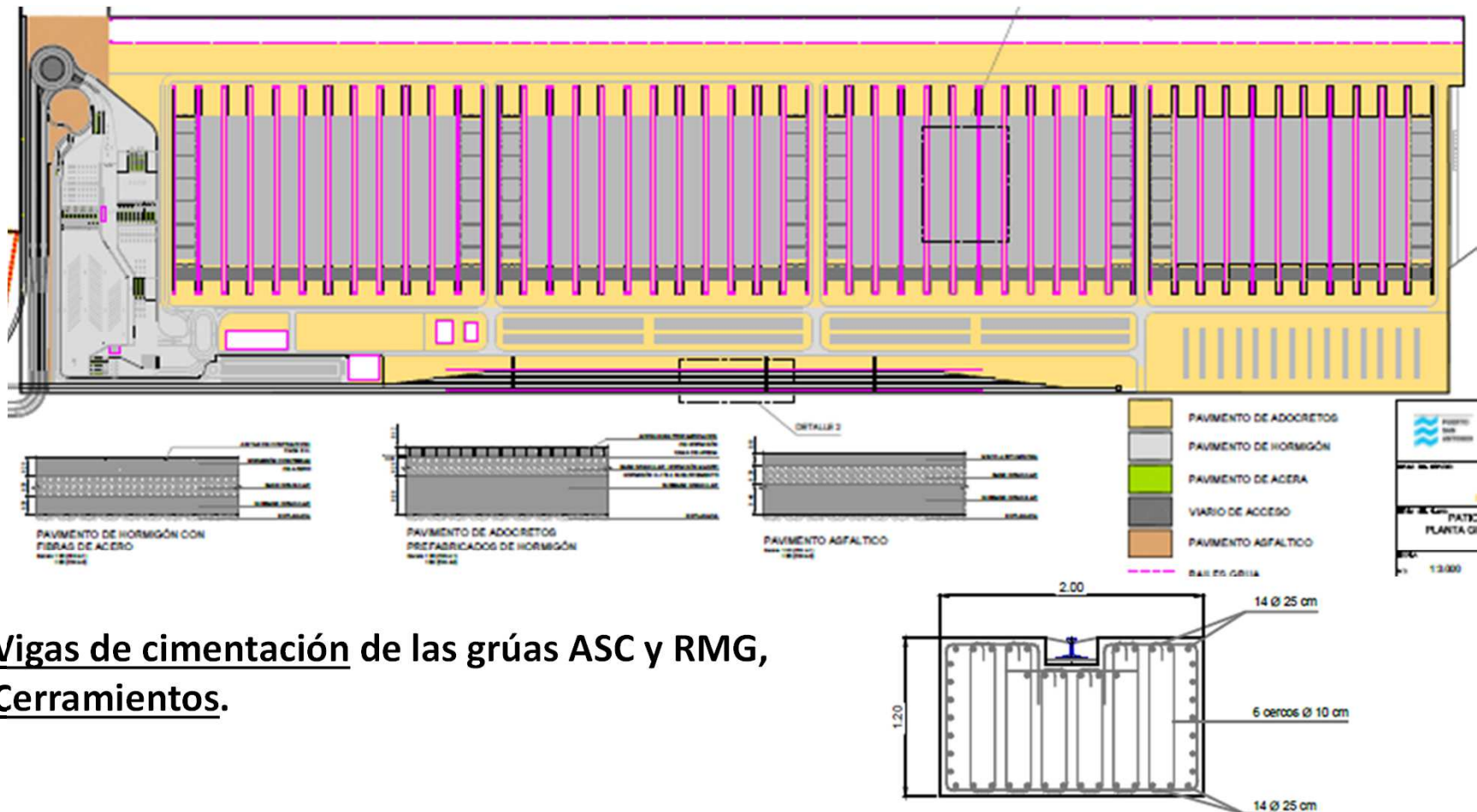


6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE

6.4. Patios y áreas de estacionamiento

Se ha efectuado el diseño previo de

- Sistema de drenaje de aguas pluviales.
- Pavimentos, considerándose un total de 4 tipos,



- Vigas de cimentación de las grúas ASC y RMG,
- Cerramientos.

6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE

6.5. Edificios administrativo y operativos

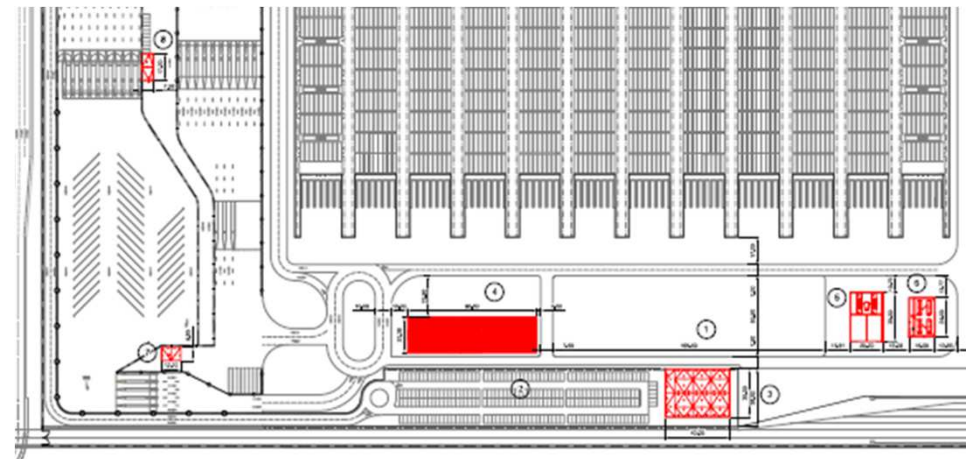
Se ha realizado la definición de requerimientos para los edificios con una definición aproximada de su planta, superficie y tipología constructiva. Y se ha determinado su ubicación más conveniente en los Terminales.

1. Edificios administrativos, necesarios para el correcto funcionamiento de la Terminal concesionada así como para controlar la entrada/salida de los contenedores.

- Edificio administrativo
- Edificio de aduanas
- Edificio de asistencia al camionero

2. Edificios operativos, necesarios para el parque de maquinaria interno del terminal semiautomático que ha de permanecer en perfecto funcionamiento.

- Taller de mantenimiento
- Estación de lavado
- Estación de combustible



6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE

6.6. Instalaciones

Se han considerado las siguientes:

- Red de electricidad y alumbrado. Teniendo en cuenta la demanda de potencia prevista (91,5 MVA, cuya distribución por fases se muestra en la Tabla), se ha proyectado el suministro eléctrico al PGE en Media Tensión, mediante dos acometidas independientes a una tensión de 23 kV y 50 Hz.

Terminal S-1			Terminal S-2	TOTAL PGE
Fase 1-A	Fase 1-B	Total		
26,4 MVA	24,2 MVA	50,6 MVA	51,0 MVA	91,5 MVA

También se han dimensionado las subestaciones, las canalizaciones en baja tensión y las torres y resto de dispositivos de iluminación de la explanada y viales

- Red de abastecimiento de agua potable a los centros de consumo.
- Red contra incendios, a base de una serie de hidrantes alrededor del patio de contenedores.
- Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) compuesto por una serie de cámaras fijas y móviles para salvaguardar la seguridad del terminal.
- Red de datos y comunicaciones que enlaza los diferentes edificios del terminal y resto de puntos de generación / recepción de la información.

1. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE DEMANDA
2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE
3. DESARROLLO POR FASES
4. ACCESO NÁUTICO Y ESTUDIO DE MANIOBRAS
5. ESTUDIO DE AGITACIÓN INTERIOR Y ANÁLISIS DE OPERATIVIDAD
6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE
- 7. ACCESO VIAL**
8. ACCESO FERROVIARIO
9. MONTOS DE INVERSIÓN
10. PROGRAMA DE TRABAJOS
11. CONCLUSIONES

7. ACCESO VIAL

7.1. Factibilidad territorial

La accesibilidad vial proyectada para el Puerto de San Antonio es la mostrada en la figura superior.

Inicialmente se consideraron dos propuestas de acceso (figura intermedia), compatibles con la vialidad prevista en el PRC:

- Segundo acceso sur (a través de la Av. La Playa)
- Acceso sur borde río (bordeando la ribera norte del río Maipo)

Se optó por la 1ª (por su su conectividad, factibilidad normativa, menor complejidad de construcción y menor costo), dejándose la 2ª para el medio/largo plazo.

En términos de uso de suelos ocupa las siguientes zonas : ZE4 (especial ecológica y natural) desde el Puente Barros Luco hasta el puente del ferrocarril, ZI1 (industrial) en Av. La Playa, ZD (deportiva) de manera tangencial y ZPE (portuaria).



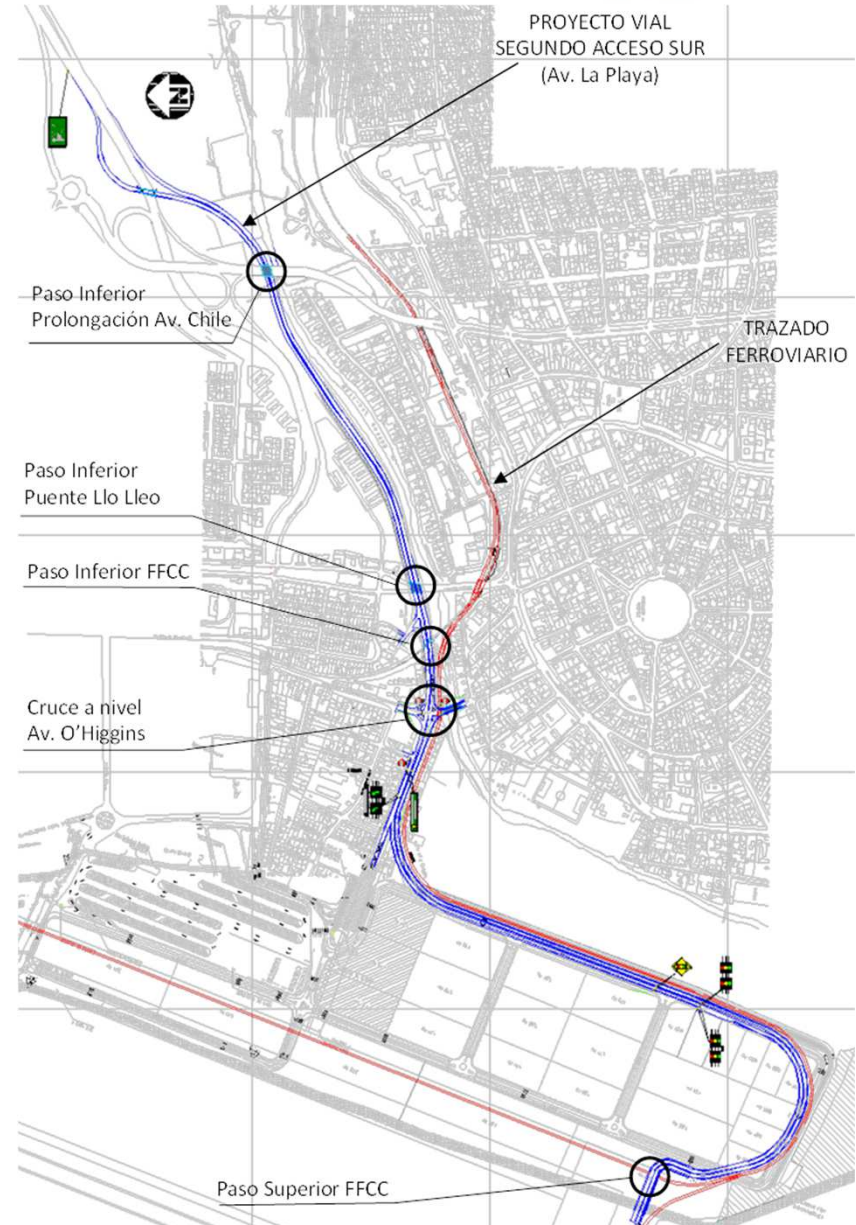
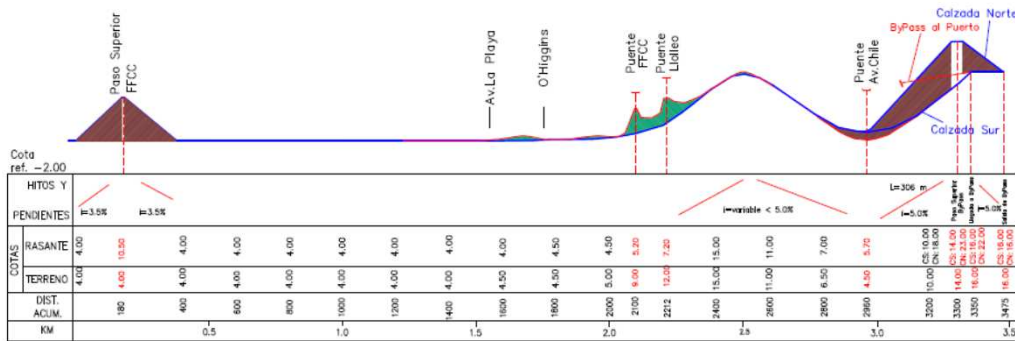
7. ACCESO VIAL

7.2. Desarrollo de la propuesta

Se ha definido su trazado (en planta y perfil) considerando las restricciones impuestas por la regulación territorial y otras condicionantes del espacio físico.

Se han establecido criterios de diseño y especificaciones técnicas simples para las vías y obras del acceso vial al PGE.

Del análisis de capacidad realizado en base a la proyección de los flujos estimados durante el horizonte del proyecto, se identificaron situaciones que requerirán obras adicionales para asegurar un adecuado nivel de servicio que fueron definidas de modo preliminar.



1. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE DEMANDA
2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE
3. DESARROLLO POR FASES
4. ACCESO NÁUTICO Y ESTUDIO DE MANIOBRAS
5. ESTUDIO DE AGITACIÓN INTERIOR Y ANÁLISIS DE OPERATIVIDAD
6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE
7. ACCESO VIAL
- 8. ACCESO FERROVIARIO**
9. MONTOS DE INVERSIÓN
10. PROGRAMA DE TRABAJOS
11. CONCLUSIONES

8. ACCESO FERROVIARIO

8.1. Factibilidad territorial

El actual acceso ferroviario al Puerto se produce a través de una vía de único sentido que entra desde Llo Lleo.

Cualquier acceso al PGE está bloqueada por espacios destinados en el PRC a desarrollo deportivo (ZD), que no permite la instalación de infraestructura ferroviaria, salvo una estrecha franja adyacente al costado sur de la Avenida de La Playa (Zona Industrial, ZI1) y los aledaños a los márgenes del estero Llo Lleo (Zona Especial 4, ZE4), que sí permiten el emplazamiento de vías férreas.

Se estudiaron 2 propuestas y se escogió la que pasa por la Estación de Llo Lleo, que en términos de uso de suelos ocupa las siguientes zonas : ZF (uso ferroviario), ZR3 (residencial) de manera menor y tangencial, ZI1 (industrial) en Av. La Playa, ZD (deportivo) de manera tangencial y ZPE (portuario).



8. ACCESO FERROVIARIO

8.2. Desarrollo de la propuesta

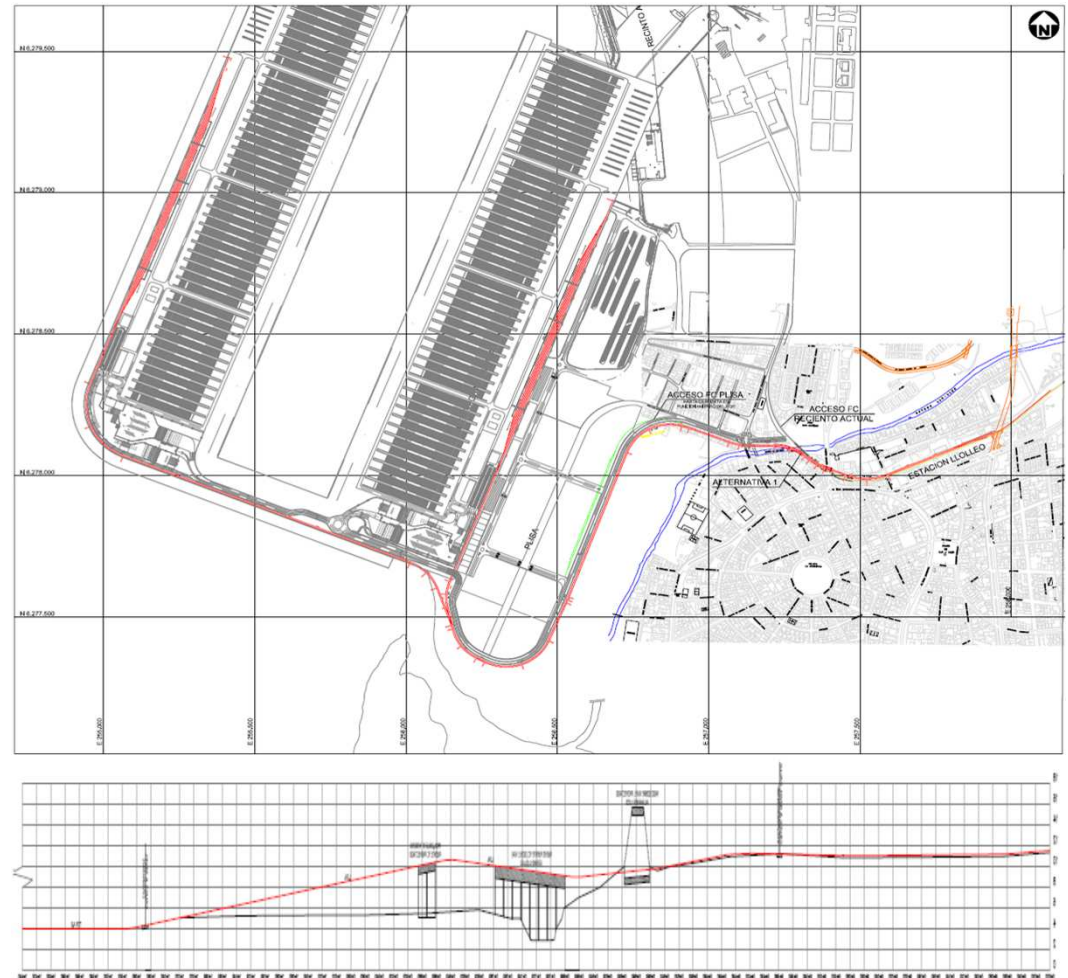
Se ha definido su trazado (en planta y perfil) considerando las restricciones impuestas por la regulación territorial y otras condicionantes del espacio físico.

Se han establecido criterios de diseño y especificaciones técnicas simples para las vías y resto de obras.

La alternativa seleccionada ha sido estructurada en cuatro etapas en función de la evolución del tráfico de trenes y que incluyen las vías de los terminales ferroviarios de los terminales S-1 y S- 2.

8.3. Conclusiones

La principal conclusión que puede extraerse es que con una inversión relativamente moderada, hasta un 30% de la carga del PGE podrá ser transportada por ferrocarril, con las consiguientes ventaja medio-ambientales y reducción de la congestión de las carreteras.



1. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE DEMANDA
2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE
3. DESARROLLO POR FASES
4. ACCESO NÁUTICO Y ESTUDIO DE MANIOBRAS
5. ESTUDIO DE AGITACIÓN INTERIOR Y ANÁLISIS DE OPERATIVIDAD
6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE
7. ACCESO VIAL
8. ACCESO FERROVIARIO
- 9. MONTOS DE INVERSIÓN**
10. PROGRAMA DE TRABAJOS
11. CONCLUSIONES

9. MONTOS DE INVERSIÓN

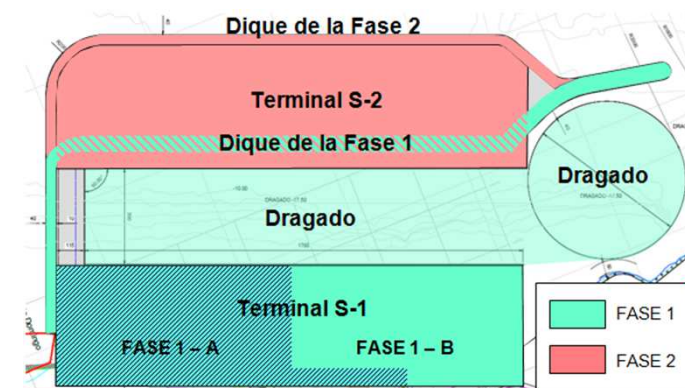
FASE 1-A: 1.002,1 millones de USD

FASE 1-B: 437,9 millones de USD

FASE 1 (1-A + 1-B): 1.440,0 millones de USD

FASE 2: 1.384,5 millones de USD

PGE TOTAL (FASE 1 + 2): 2.824,5 millones de USD



1. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE DEMANDA
2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE
3. DESARROLLO POR FASES
4. ACCESO NÁUTICO Y ESTUDIO DE MANIOBRAS
5. ESTUDIO DE AGITACIÓN INTERIOR Y ANÁLISIS DE OPERATIVIDAD
6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE
7. ACCESO VIAL
8. ACCESO FERROVIARIO
9. MONTOS DE INVERSIÓN
- 10. PROGRAMA DE TRABAJOS**
11. CONCLUSIONES

10. PROGRAMA DE TRABAJOS

Se han estudiado las diferentes actividades que deberán llevarse a cabo desde el momento en que el Ministerio tome la decisión de desarrollar el PGE en el Puerto de San Antonio hasta la puesta en operación de la Fase 1-A. Se estima que todo el proceso desde su arranque hasta la puesta en operación de la Fase 1-A sería de 10 años

Trimestre	Año 1				Año 2				Año 3				Año 4				Año 5				Año 6				Año 7				Año 8				Año 9				Año 10			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
TOMA DECISIÓN SOBRE EL DESARROLLO DEL PGE EN SAN ANTONIO	♦																																							
TRABAJOS DE INGENIERÍA																																								
TRAMITACIÓN AMBIENTAL																																								
PROCESO DE LICITACIÓN DE LAS OBRAS Y DE LA CONCESIÓN																																								
CONSTRUCCIÓN DE LA FASE 1-A																																								
PUESTA EN OPERACIÓN DE LA FASE 1-A	◻ ♦																																							

1. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE DEMANDA
2. ORDENAMIENTO PORTUARIO DE LA ZONA TERRESTRE
3. DESARROLLO POR FASES
4. ACCESO NÁUTICO Y ESTUDIO DE MANIOBRAS
5. ESTUDIO DE AGITACIÓN INTERIOR Y ANÁLISIS DE OPERATIVIDAD
6. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL PGE
7. ACCESO VIAL
8. ACCESO FERROVIARIO
9. MONTOS DE INVERSIÓN
10. PROGRAMA DE TRABAJOS
- 11. CONCLUSIONES**

11. CONCLUSIONES

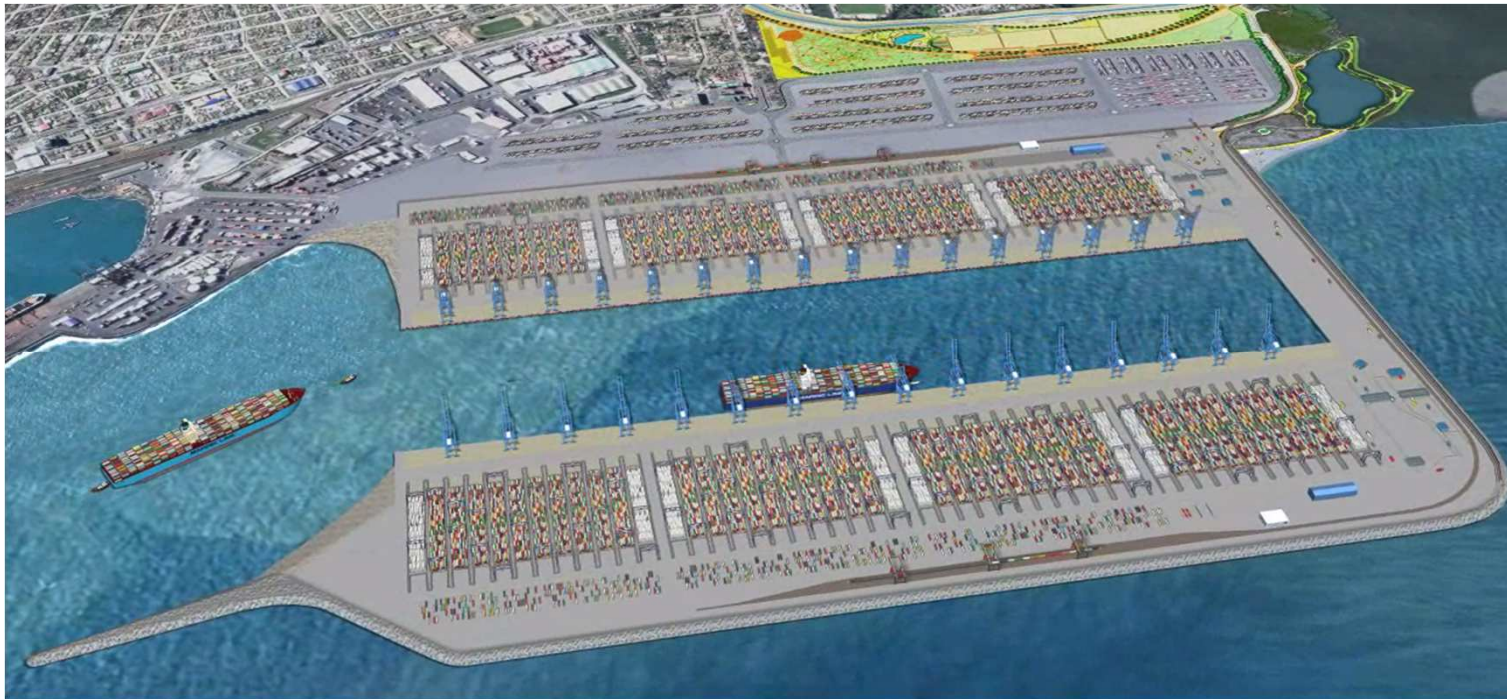
El proyecto presentado cumple con los requerimientos de capacidad (6 MTEUs/año) con estándares operativos y de seguridad internacionales.

El diseño del puerto y de su acceso náutico garantiza una máxima operatividad.

Hasta el 30 % de la mercancía podrá ser transportada por ferrocarril.

El área de respaldo garantiza una operación eficiente

Consumo energético moderado y bajo impacto ambiental.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN