



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSTRUCCIÓN TERMINAL COSTANERA ESPIGON
PUERTO DE SAN ANTONIO**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

ANDRES HECTOR BRANTE MANCILLA

PROFESOR GUÍA:
ADOLFO OCHOA LLANGATO

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
EZEQUIEL CAMUS HAYDEN
ALEJANDRO AMENABAR TIRADO

SANTIAGO DE CHILE
2021

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL
TITULO DE Ingeniero Civil
POR: Andrés Héctor Brante Macilla
Fecha: 2021
PROFESOR GUIA: Adolfo Ochoa Llangato

CONSTRUCCIÓN TERMINAL COSTANERA ESPIGON PUERTO DE SAN ANTONIO

El presente trabajo muestra el desarrollo de la construcción del frente de atraque denominado Costanera-Espigón, en el Puerto de San Antonio, que se ejecuta de acuerdo al contrato de concesión portuaria que la Empresa Portuaria San Antonio (EPSA), adjudica a Puerto Central (PCE), en forma exclusiva para su desarrollo, mantención, reparación y explotación. Este contrato se adjudica el 5 de mayo de 2011 y EPSA entrega las áreas del terreno, el 7 de noviembre de 2011.

El contrato de concesión considera dos fases, la fase 1 que corresponde la ejecución de los Proyectos Obligatorios de Inversión (POI), con un plazo de implementación de 84 meses desde la entrega del terreno y la fase 2, también llamada Facultativa, que corresponde a la ejecución de obras de infraestructura si PCE decide postular a un aumento de la Concesión por 10 años más, adicionales a los 20 años ya adjudicados, para eso PCE debe presentar su Plan antes del año 15 de la Concesión. Adicionalmente, PCE ejecuta inversiones voluntarias, dentro del período de implementación de la fase 1, correspondientes al mejoramiento de los sitios 4 y 5, en operación

Las construcciones de la fase 1 consisten en construir un Muelle Tipo Costanera de 700 m. de longitud, las faenas de dragado del fondo marino en un ancho de 60 m., medidos desde la línea de atraque del muelle y todas las áreas de respaldo del muelle, con todos sus servicios asociados, incluidos las obras de pavimentos y todos los servicios requeridos para la operación normal de un puerto, incluidos edificio de operaciones y Taller para Mantención de equipos, además de una red contra incendios y un sistema de carga de ácido sulfúrico, que también incluye las obras de terminación en el extremo sur de la poza, la remoción del molo de protección del espigón en el extremo norte del sitio 5 y la construcción de un nuevo rompeolas que permita el ensanche del acceso a la poza sur y la protección de los sitios.

El objetivo de este trabajo es mostrar desde su inicio, como se fue desarrollando toda la construcción considerando los requerimientos de diseño y construcción que exigen las bases de Licitación de la Concesión y, también mostrar como la empresa constructora Belfi S.A. a quien PCE contrata bajo el esquema de Contrato de Construcción EPC, toma a su cargo las obras de la fase 1 y transmitir las experiencias de los beneficios, desventajas, problemas, desafíos y métodos de control que enfrenta el equipo técnico de Inspección, a cargo del autor, para administrar el contrato de construcción con Belfi y administrar el cumplimiento de las exigencias del contrato de concesión para que estas obras sean recibidas por EPSA.

El resultado de este proyecto es exitoso debido a varias razones fundamentales, como las siguientes; contar con una empresa constructora especialista en este rubro, un contrato de construcción flexible que permite resolver conflictos y modificaciones de manera simple, los profesionales y técnicos con conocimientos y experiencia en proyectos similares y mantener buenas relaciones con Belfi, con EPSA, autoridades gubernamentales, organismos públicos y asociaciones privadas, en este caso los Sindicatos de Pescadores y Juntas de Vecinos

Dedicatoria

A mis amados padres quienes se dedicaron en cuerpo y alma todos los días de su vida a darnos todo su amor y esfuerzo para la mejor educación posible y enseñarnos que el esfuerzo y la perseverancia hace que logremos cosas impensadas.

Para mi amado padre quien fue el mejor padre que pude haber tenido y que muchas veces fui intolerante con él, pero nunca bajó los brazos y me entregó lo mejor de él, toda su vida

Para mi adorada madre quien con su infinito amor, bondad y dedicación a mi logró que yo me interesara en estudiar. Su ejemplo de vida, su esfuerzo y entrega por la pasión de su vida que fue enseñar a sus alumnos me enseñó que por muy pequeños que seamos somos capaces de lograr lo que nos proponemos. Mi gran deuda con mi madre puede estar saldada con mi titulación y estoy seguro que ambos junto a mi amada abuela están dichosos en el cielo.

Para mi amada esposa, mi compañera fiel sin condiciones durante toda mi vida adulta que ha sabido apoyarme en todos los momentos difíciles de mi vida, su enorme capacidad de amar hace que me sienta orgulloso de ella.

Gracias por apoyarme en este último esfuerzo por titularme

Para mis adoradas hijas que sin saberlo han sido el mejor ejemplo a seguir para enfocarme en lograr titularme. Ellas cada día me demuestran las grandes personas que son y lo lejos que han podido llegar gracias a su propio esfuerzo, estoy muy orgulloso de ellas por lo que son y por lo que me han transmitido.

Finalmente, para mi querida hermana, una luz de sabiduría y cariño incondicional de toda la vida, siempre apoyándome de todas las formas posibles, su enorme inteligencia que pudo desarrollar durante su vida laboral y familiar, también siempre han sido una fuente de inspiración.

Agradecimientos

Mis más sinceros agradecimientos para tí Adolfo, mi profesor guía por tu apoyo, colaboración y perseverancia para que llevara adelante este informe y llegara a buen puerto logrando titularme después de tantos años, fuiste un incentivo y guía constante.

También mis agradecimientos a Ezequiel Camus y Alejandro Amenábar, que con una generosidad y buena voluntad enorme aceptaron colaborar como revisores de mi informe, sin tener ninguna obligación, solo su buena voluntad y disposición.

A mis colegas con los que trabajé en el proyecto por aportar con sus experiencias de cada una de sus especialidades desinteresadamente, muchas gracias

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1.	Introducción	1
1.1.	Introducción General.....	1
1.2.	Objetivo General	5
1.3.	Objetivos específicos	5
CAPÍTULO 2.	Requerimientos de Concesión Portuaria EPSA – PCE	6
2.1.	Requerimiento Contrato de Concesión	6
2.2.	Descripción del Frente de Atraque Costanera - Espigón	9
2.2.1.	Ubicación Puerto de San Antonio	9
	Descripción General de los Sitios Concesionados.....	10
2.2.2.	Áreas y Programa de Entrega	11
2.3.	Análisis de Secuencias de Trabajo para el Desarrollo de la Construcción	15
2.3.1.	Generalidades.....	15
2.3.2.	Plan de Desarrollo de la Infraestructura	18
CAPÍTULO 3.	Descripción del diseño de las obras construidas para llevar a cabo los Proyectos Obligatorios de Inversión (POI) e Inversiones voluntarias	30
3.1.	Descripción del diseño y Obras principales Construidas	30
3.1.1.	Generalidades.....	30
3.1.2.	Alcance de la Ingeniería	31
3.1.3.	Alcance de las Obras y Estudios previos para Ingeniería.	31
3.1.4.	Alcances para desarrollar la Ingeniería de Detalles	40
3.1.5.	Obras Ejecutadas según la Ingeniería de Detalles aprobada para Construcción	41
CAPÍTULO 4.	Características Principales del Contrato de Construcción y relación con Empresa Portuaria San Antonio.....	53
4.1.	Generalidades	53
4.2.	Descripción del Contrato de Construcción PCE – BELFI.....	54
4.2.1.	Límites de Batería del Contrato	54
4.2.2.	Características principales del contrato de construcción Ventajas y Desventajas	54
4.2.3.	Relación con la Empresa Portuaria para el proceso de Aprobación Inicial de Proyectos... ..	55
4.2.4.	Problemas o Temas a solucionar para la Aprobación Inicial de EPSA.....	56
4.2.5.	Desarrollo y Construcción Fase 0 (Sitios 4 y 5)	57
4.3.	Control y Seguimiento de la Construcción.....	63
4.3.1.	Organigrama Equipo de Administración del Contrato de Construcción	64
4.3.2.	Descripción de las Actividades de Administración de la Construcción	65

4.3.3.	Control y Seguimiento de la Construcción	68
4.3.4.	Cuadros y Herramienta para el control de Avances de las Obras	92
4.3.5.	Comentarios al Control y seguimiento de la construcción	103
4.3.6.	Planificación Inicial del Proyecto versus Construcción de las Obras	104
4.3.7.	Análisis de Aprobación de Cambios de Obra.....	117
CAPÍTULO 5.	Comentarios – Recomendaciones y Conclusiones.....	122
5.1.	Comentarios.....	122
5.2.	Recomendaciones	125
5.3.	Conclusiones	126
CAPÍTULO 6.	GLOSARIO	129
CAPÍTULO 7.	BIBLIOGRAFIA	131
CAPÍTULO 8.	ANEXOS	132
8.1.	Anexo 1: Resumen ARTICULO DOCE: PROYECTOS DE INVERSION Y TITULO DE ACTIVOS FIJOS.....	132
8.2.	Anexo 2 ANEXO VII PROYECTO REFERENCIAL DE INVERSIÓN.....	133
8.3.	Anexo 3 Resumen Anexo IX de Bases de Licitación – Criterios de Diseño de Obras y Mejoras	135
8.4.	Anexo 4 Presupuesto Oficial de Construcción	142
8.5.	Anexo 5 Programa Contractual y Programa de Obras.....	145
8.6.	Anexo 6. Documento CRITERIOS DE HINCA Y RECHAZO DE PILOTES.....	150
8.7.	Anexo 7. Ejemplo de Formato de Control Registro de Hinca de Pilotes.....	155

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Ubicación y vista general puerto San Antonio	1
Figura 1-2:	Disposición General Inicial Área Concesionada del Puerto de San Antonio.....	2
Figura 1-3:	Disposición General Final Área Concesionada del Puerto de San Antonio.....	4
Figura 2-1:	Anexo F Vida Útil de los Aportes de Infraestructura	8
Figura 2-2:	Características de los Sitios y restricciones de atraque	11
Figura 2-3:	Plano Áreas de la Concesión - Tramos y Deslindes	12
Figura 2-4:	Plano Ubicación Instalaciones SOPESA – Túnel Cañerías y Ubicación Pontón.....	13
Figura 2-5:	Plano Líneas Férreas Sector Sur	13
Figura 2-6:	Plano Instalaciones Eléctricas Sector Patio O'Higgins	14
Figura 2-7	FASE II Facultativa Plano SAI-TEC-03-2010 MOD1	14
Figura 2-8	Proposición de Giro de Muelle Costanera	16
Figura 2-9	Proposición Cambio de Fondo de Poza Enrocado por Tablestacado	17
Figura 2-10	Proposición Aumento de Dragado de -15 NRS a -16 NRS	17
Figura 2-11	Principales Empresas Asesoras para la Ejecución del Proyecto.....	18
Figura 2-12	Fase 0 Planta de Dragados -12,5 NRS S1186/1-PL-GE-002-L1.....	20
Figura 2-13	Fase 0 Tablestacado Sitios 4 – 5 S1186/1-PL-GE-002-L2.....	21
Figura 2-14	FASE 1A Planta Muelle Costanera Disposición Gral S1186-2-PL-GE-201-L2.....	22

Figura 2-15 Perfil Típico Muelle Costanera S1186/1-PL-GE-006-L2.....	23
Figura 2-16 Planta Disp. Gral. Pilotes Muelle Costanera Fase 1 S1186/1-PL-ES-001-L1.....	23
Figura 2-17 Disp. Gral. Perfiles 1A y 1B M. Costanera S1186/1-PL-ES-001-L2.....	24
Figura 2-18 Muro de Protección en Espigón S1186/1-PL-GE-005 L1.....	25
Figura 2-19 Escollera de Protección Espigón S1186/1-PL-GE-005 L3.....	25
Figura 2-20 Planta Muelle Costanera FASE 1.....	26
Figura 2-21 Sección Típica de Muelle y Explanada Fase 1 S1186-2-PL-GE-204-L3.....	27
Figura 2-22 Obras de Protección del Fondo de Poza S1186-2-PL-GE-202_R4.....	28
Figura 2-23 Lay Out Instalaciones Subterráneas S1186-2-PL-GE-205-L1_R2.....	28
Figura 2-24 Proyecto Muelle Costanera en Fase 2.....	29
Figura 2-25 Inversión Estimada por Fase y Fechas de Ejecución.....	29
Figura 3-1 Planta General modelo físico 3D Puerto San Antonio Escala 1:125.....	32
Figura 3-2 Buque de Diseño Terminal Costanera.....	33
Figura 3-3 Buque Base Porta Contenedores en pruebas de mar.....	34
Figura 3-4 Buque Base para el Diseño.....	35
Figura 3-5 Buque Base ROLL-ON / ROLL-OFF.....	36
Figura 3-6 Utilización de equipos e Instrumentos de medición a escala.....	37
Figura 3-7 Ubicación Buque Porta contenedores en Muelle Costanera.....	38
Figura 3-8 Ubicación Buque Porta Contenedores a escala 1:125 en Modelo Físico en INH.....	38
Figura 3-9 Ubicación Buque RO-RO EN Sitios 4-5.....	39
Figura 3-10 Ubicación Buque RO-RO a escala 1:125 en Modelo Físico en INH.....	39
Figura 4-1 Naves de Diseño para Sitio 4 y 5 (FASE 0).....	58
Figura 4-2 Planta General Puerto San Antonio.....	58
Figura 4-3 Nuevas Obras Fase 0 Sitios 4 y 5 Puerto San Antonio.....	59
Figura 4-4 Esquema Estructura Adicional Sitio 4 sección transversal.....	60
Figura 4-5 Esquema Estructura Adicional Sitio 5 sección transversal.....	60
Figura 4-6 Esquema Estructura adicional sitios 4 y 5 vista frontal.....	61
Figura 4-7 Zona de Dragados Sitios 4 y 5.....	61
Figura 4-8 (Fase 0) Carta Gantt Mejoramiento Sitios 4 y 5.....	62
Figura 4-9 Presupuesto Detallado Fase 0.....	62
Figura 4-10 Organigrama Equipo de Administración de Proyectos PCE.....	64
Figura 4-11 Plano de Concesiones Puerto San Antonio 2011.....	69
Figura 4-12 Batimetría Inicial en Poza Puerto San Antonio.....	74
Figura 4-13 batimetría de Control por Belfi Fase 1A - 1B.....	74
Figura 4-14 Batimetría de Control Fondo de Poza.....	75
Figura 4-15 Batimetría Inicial en el Punto de Vertido de Dragados (V3).....	75
Figura 4-16 Disposición General de la Protección Costera con Enrocados.....	78
Figura 4-17 Secciones Típicas de Protección Costera con Enrocados y Explanadas.....	79
Figura 4-18 Control Topográfico Avance Enrocados de Protección Costera.....	79
Figura 4-19 Esquema Típico Pilote Metálico.....	81
Figura 4-20 Esquema de barras soldadas en Interior pilotes.....	82
Figura 4-21 Marco Transversal del Muelle.....	82
Figura 4-22 Planta Distribución de Pilotes.....	83
Figura 4-23 Geometría de Pilotes.....	83
Figura 4-24 Disposición General de Pilotes Muelle Cepa 0 a cepa 47.....	84
Figura 4-25 Disposición General Pilotes Muelle Cepas 47 a Cepa 92.....	85
Figura 4-26 Vista General Hinca de Pilotes.....	86
Figura 4-27 Cuadro Control de Cumplimiento de Criterios de Hinca.....	87

Figura 4-28 Mejoramiento de Suelos con Compactación por Impacto y Sondajes FASE 1A.....	89
Figura 4-29 Mejoramiento de Suelos por Compactación Dinámica Fase 1B	89
Figura 4-30 Diagrama de Areas Nuevas y Existentes para Control de Avance	90
Figura 4-31 Avance Compactación Dinámica Explanada Nueva y Existente	90
Figura 4-32 Control de Avance de Obras de la Superestructura en Muelle Costanera	92
Figura 4-33 Control de Avance de Obras de Movs. de Tierra y rellenos sector Norte de Explanada	93
Figura 4-34 Control de Avance de Obras de Movs. de Tierra y Rellenos sector sur de Explanada	94
Figura 4-35 Control de Avance de Obras Colocación de Adocretos en Explanadas	95
Figura 4-36 Control de Avance de obras de Aciducto y Red Contra Incendios	96
Figura 4-37 Control de Avance de Obras de Acueducto Aguas Lluvias en sector Patio O'Higgins	97
Figura 4-38 Control de Avance de Obras Civiles Eléctricas Sector 1-B Sur.....	98
Figura 4-39 Curva S Fase 0 impactada por Interferencias Portuarias	106
Figura 4-40 Orientación del Muelle Costanera en Bases de Licitación	107
Figura 4-41: Proposición de Giro de Muelle Costanera	107
Figura 4-42 Orientación Muelle Costanera Diseño Final.....	108
Figura 4-43 Planta Inicial Fondo de Poza Combinación Enrocado + Tablestacado	109
Figura 4-44 Perfil Inicial Protección Fondo de Poza: Tablestaca + Enrocado + M. de Contención	109
Figura 4-45 Planta Fondo de Poza con Talud de Enrocados y Muro de Contención.....	110
Figura 4-46 Perfil Protección Fondo de Poza Enrocado + Muro de Contención.....	110
Figura 4-47 LAY OUT DE TUNEL PARA DESCARGA DE CLINKER.....	112
Figura 4-48 Perfil Longitudinal Modulación Hormigonado Túnel de Clinker	113
Figura 4-49 Lay Out General Terminal Recepción Turistas	115
Figura 4-50 Restos Náufragos en borde de Muelle Costanera Fase 1B Sur.....	116
Figura 4-51 Planta Típica de módulos de losas y vigas prefabricadas (L4, L3, L2 y L1)	118
Figura 4-52 Corte Transversal Ubicación Típica de Loetas Prefabricadas	119
Figura 4-53 Planta Comparativa Trazado Aciducto Original y Definitivo	121
Figura 8-1 Grúa Portacontenedores (1)	136
Figura 8-2 Grúa Portacontenedores (2)	137
Figura 8-3 Grúa Móvil Gottwald.....	138
Figura 8-4 Grúa Horquilla	139
Figura 8-5 Camión HS 25-44	140
Figura 8-6 Reach Stacker RSD 4118.....	141

CAPÍTULO 1. Introducción

1.1. Introducción General

El Puerto de San Antonio se encuentra ubicado en la Región de Valparaíso, 100km al SE de la ciudad de Santiago. En la figura 1 – 1 se presenta la ubicación y configuración general de puerto.

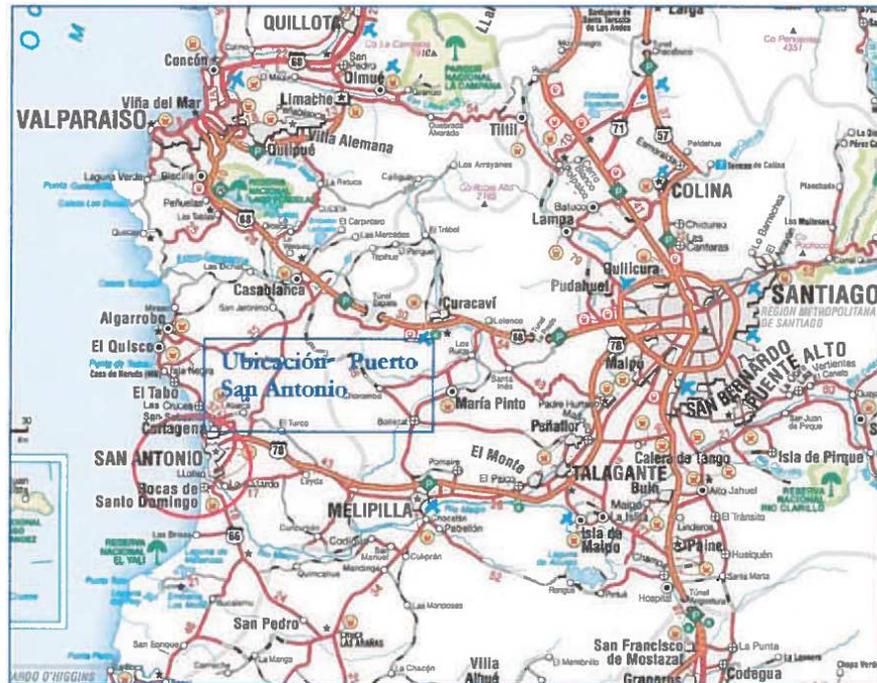


Figura 1-1: Ubicación y vista general puerto San Antonio

La Empresa Portuaria San Antonio S.A., en adelante EPSA, lleva a cabo un proceso de licitación pública a partir del 22 de julio de 2010, para la asignación de una concesión de explotación del frente de atraque Costanera – Espigón del Puerto de San Antonio, conforme a la Ley ° 19.542 que moderniza el sector portuario en general (la Concesión).

En su interés por adjudicarse la Concesión y contar al efecto con un marco referencial de los costos relevantes asociados, Puerto Lirquén S.A. (Puerto Lirquén), matriz de Puerto Central (PCE), solicita a Belfi la elaboración de un presupuesto a suma alzada, y un programa de trabajo para un contrato en la modalidad EPC (Engineering, Procurement and Construction). Belfi envía a Puerto Lirquén el Presupuesto y el Programa de trabajo, para ser incorporado como parte de la oferta de la licitación

A Puerto Lirquén se le adjudica la Concesión con fecha 5 de mayo de 2011, y a fin de dar cumplimiento a las bases de licitación de la Concesión, Puerto Lirquén constituye una sociedad anónima de giro exclusivo denominada Puerto Central S.A., que tiene el carácter de filial de Puerto Lirquén, cuyo contrato se firma con fecha 8 de agosto de 2011, por un monto aproximado de USD 350 MM en infraestructura y equipamiento, como Proyectos Obligatorios de Inversión (POI). Además, PCE decide desarrollar obras de mejora en los sitios existentes por un monto aproximado de US\$ 30 MM.

El Contrato de Concesión establece, entre otras materias, la obligación de PCE de diseñar, suministrar, construir y poner en funcionamiento una serie de obras e instalaciones portuarias (en adelante, el Proyecto Obligatorio de Inversión).

Al momento de la adjudicación de la Concesión, el Puerto de San Antonio presenta una disposición de sus áreas disponibles como se muestra en la Figura 1-2, en que la zona en roja es la zona concesionada.

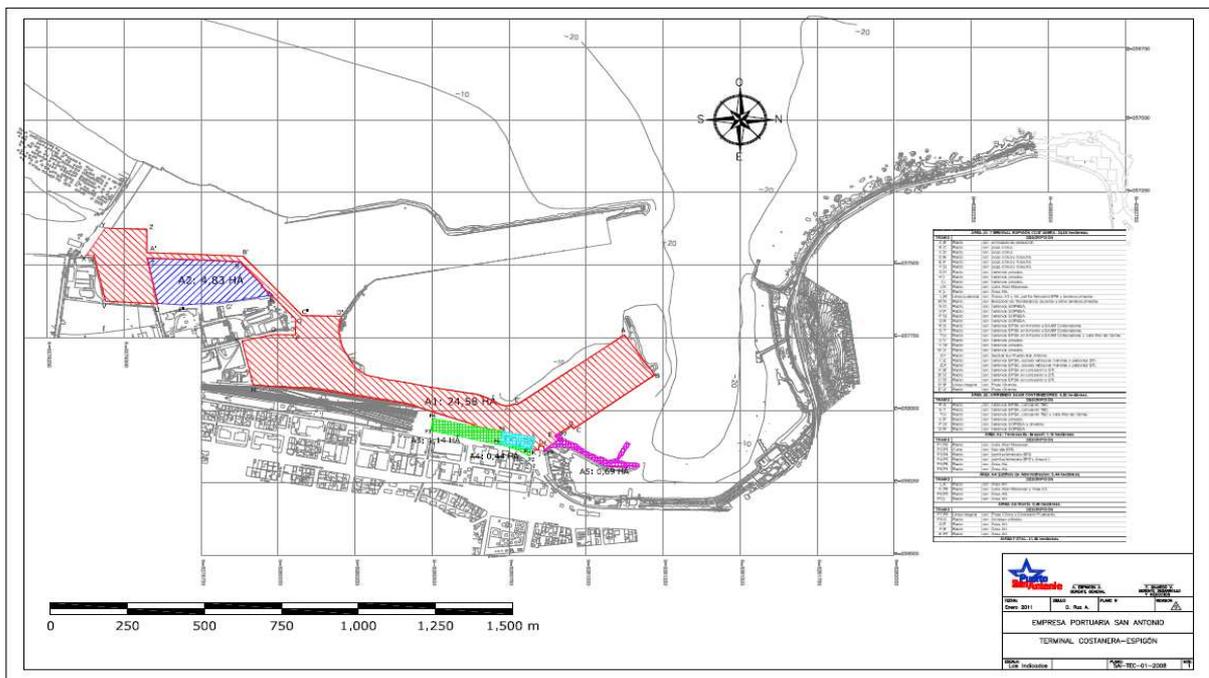


Figura 1-2: Disposición General Inicial Área Concesionada del Puerto de San Antonio

PCE contrata a Belfi ya que es la empresa de ingeniería y construcción especializada en proyectos marítimos portuarios de mayor experiencia y especialización en Chile para tomar a su cargo la Ingeniería, Suministro y Construcción de las obras del Frente de Atraque Costanera – Espigón del Puerto de San Antonio.

Las obras a diseñar y ejecutar que la Concesión las denomina FASE 1, y que corresponden a los Proyectos Obligatorios de Inversión (POI), están conformadas por las siguientes:

- La Ingeniería incluye, entre otros alcances, el diseño de detalle de todas las obras marítimas y terrestres, estudios en modelos matemático y físico para el diseño de las obras y la exploración geotécnica adicional y la investigación geotécnica para el proyecto.
- Muelle Tipo Costanera de 700 m. de longitud.
- Las faenas de dragado del fondo marino en un ancho de 60 m., medidos desde la línea de atraque.
- Todas las áreas de respaldo del muelle, con todos sus servicios asociados,
- Las obras de terminación de la poza, en el extremo sur de la poza,
- La remoción del molo de protección del espigón ubicado en el extremo del sitio 5 y
- La construcción de un nuevo rompeolas que permita el ensanche del acceso a la poza sur y la protección de los sitios,
- Las obras de pavimentos y servicios requeridos, entre ellas, la red de incendio, agua potable, aguas lluvia y alcantarillado,
- El aciducto con dos puntos de embarque; y
- Las instalaciones eléctricas requeridas, con las subestaciones de alta y media tensión necesarias y la red para atender a las nuevas instalaciones portuarias.

Por razones operativas y comerciales la Fase 1 se divide en 2 Etapas (Fase 1A y Fase 1B), tal que los Proyectos Obligatorios de Inversión entren en operaciones de manera escalonada en el tiempo,

Fase 1A (Proyecto Obligatorio de Inversión)

- Construcción de la mitad del nuevo muelle costanera, correspondiente a 350 m. de largo
- Dragado de una faja de 60 m aledaña al muelle, de 15 m de profundidad NRS, necesaria para la operación de naves portacontenedores del tipo Súper Post Pánamax
- Remoción del actual molo de protección del espigón ubicado en el extremo del sitio 5 y la construcción de un nuevo rompeolas que permita el ensanche del acceso a la poza sur.
- Desarrollo de áreas de respaldo en tierra. Pavimentos y servicios requeridas para la operación de los nuevos sitios, entre ellas estructuras metálicas para almacenamiento de contenedores refrigerados (reefers), la red de incendio, agua potable, aguas lluvias y alcantarillado, las Instalaciones eléctricas incluyendo subestaciones de alta y media tensión necesarias y la red para atender las nuevas instalaciones portuarias.
- Incorporación de 4 grúas Gantry Súper Post Pánamax
- Fecha de Entrega a EPSA: 07 de noviembre de 2015

Fase 1B (Proyecto Obligatorio de Inversión)

- Extensión del nuevo muelle hasta 700 m de largo
- Continuación del dragado de una faja de 60 m aledaña al muelle, de 15 m de profundidad NRS
- Continuación con el Desarrollo de áreas de respaldo en tierra, con todos sus servicios.

- Materializar las obras de terminación de la poza en el fondo de poza
- Construir Red de Aciducto con dos puntos de Embarque
- Incorporación de 3 grúas Gantry Súper Post Pánamax
- Fecha de Entrega a EPSA: 07 de noviembre de 2018

Adicionalmente PCE decide voluntariamente hacer Inversiones en Infraestructura y equipamiento en los Sitios que ya están en operación (Sitios 4 y 5), fase que se denomina Fase 0. Las inversiones que se consideran para esta Fase son:

Fase 0 (Inversiones voluntarias)

- Refuerzo de los Sitios de Atraques 4-5 (existentes)
- Aumentar la profundidad del Frente de Atraque, desde los 10 m hasta 12,5 m de profundidad NRS
- Adquisición de 2 grúas móviles
- Fecha de Entrega a Operaciones: diciembre 2013

Al momento de la habilitación de todas las obras de la Concesión, el Puerto de San Antonio presenta una disposición de sus áreas disponibles como se muestra en la Figura 1-3

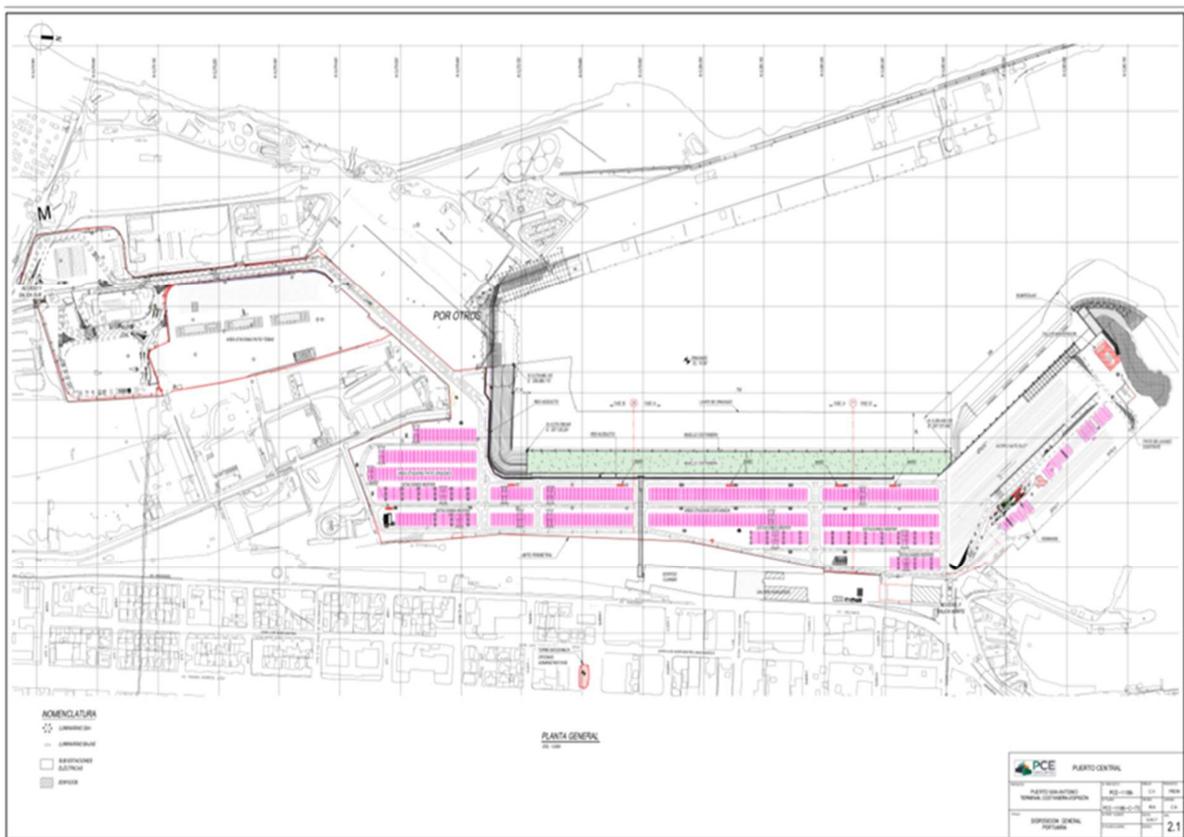


Figura 1-3: Disposición General Final Área Concesionada del Puerto de San Antonio

La construcción del Muelle Costanera Espigón es el mayor y más importante proyecto de obras portuarias desarrollado por una empresa privada en la historia de Chile, por lo que una motivación importante para abordar el desarrollo de este tema es poder transmitir, a los futuros ingenieros

civiles la experiencia y conocimientos del autor para enfrentar el control y administración de un contrato de construcción de esta especialidad, pues si bien Chile cuenta con una longitud de costa continental de 4.200 km, a la que se le puede agregar la costa insular, no posee una gran infraestructura portuaria y por lo tanto, la cantidad de ingenieros especialistas en la construcción de obras portuarias es bastante escasa, y recién con implementación de la Ley N° 19.542, llamada “Ley de Puertos”, se han comenzado a generar nuevas oportunidades para la empresa privada para embarcarse en proyectos de concesión portuaria

1.2. Objetivo General

Presentar la experiencia adquirida durante el desarrollo y construcción del Proyecto Costanera Espigón, en el Puerto de San Antonio, en el período 2013 al 2019, durante el cual el autor ejerce el cargo de Administrador de Contrato, en representación de la empresa Puerto Central S.A. (PCE), mandante de la Empresa Constructora BELFI S.A., para supervisar sus labores.

1.3. Objetivos específicos

1.3.1 Mostrar los requerimientos que exige la Concesión Portuaria, para la ejecución de los Proyectos Obligatorios de Inversión y aquellos que Puerto Central decide voluntariamente ejecutar al amparo de la Ley N°19.542, llamada Ley de Puertos, que es la que permite que la Empresa Privada pueda participar y desarrollar obras de Infraestructura, modernizar e incorporar nuevos equipamientos y operar y mantener operaciones portuarias multipropósitos. En particular, el alcance de este objetivo es mostrar las condiciones en sus aspectos técnicos que, este Contrato de Concesión exige al Concesionario que cumpla para ejecutar la Obras de Infraestructura de los Proyectos Obligatorios de Inversión (POI), y mostrar cuales son las mejores estrategias de secuencias de trabajo para cumplir los requerimientos de la concesión

1.3.2. Describir y explicar el diseño de las obras construidas para llevar a cabo los Proyectos Obligatorios de Inversión (POI), y los Proyectos que PCE asumió realizar voluntariamente

1.3.3. Presentar y analizar las características principales del contrato de construcción EPC ejecutado, mostrando ventajas y sus oportunidades de mejoras: Mostrar cómo se desarrolló la relación con la Empresa Portuaria de San Antonio para el proceso de aprobación de presupuestos

1.3.4. Presentar y analizar ex – post la planificación de la construcción contrastándola con la realidad que se tuvo durante la materialización de las obras. Comentar y analizar las desviaciones ocurridas y sus causas.

1.3.5. Presentar, analizar y comentar la forma de control y seguimiento de la construcción y las herramientas de control utilizadas.

1.3.6. Mostrar y analizar las razones de la aprobación de ejecutar cambios de obras, ya sea aumentos o disminuciones, como también la justificación de ejecutar obras que no estaban consideradas inicialmente en el proyecto y que se fueron sucediendo durante la construcción de las obras y su forma de tratamiento, considerando que el marco de trabajo es un contrato tipo EPC.

CAPÍTULO 2. **Requerimientos de Concesión Portuaria EPSA – PCE**

2.1. Requerimiento Contrato de Concesión

Como se destaca en la introducción, la Empresa Portuaria San Antonio, en adelante EPSA, al amparo de la Ley N°19.542, promulgada el 09 de diciembre de 1997, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que moderniza el Sector Portuario Estatal, llamada Ley de Puertos, y que permite la participación del sector privado en el desarrollo, mantención y explotación de los puertos estatales, en Mayo de 2011 adjudica a Puertos y Logística S.A. (Pulogsa), la concesión por 20 años del Terminal Costanera Espigón del Puerto de San Antonio, por lo que Pulogsa crea una nueva subsidiaria, Puerto Central S.A., en adelante PCE, que se encarga de su operación. El sector concesionado corresponde a áreas de respaldo en tierra con una superficie aproximada de 23 hectáreas, con un sector de costanera y 4 sitios de atraque en operación (4, 5, 6 y 7).

El Contrato de Concesión Portuaria FRENTE DE ATRAQUE COSTANERA ESPIGON, entre EPSA y PCE abarca la responsabilidad de operación y mantención del Frente de Atraque y está conformado con una serie de Artículos y Anexos, donde se indican todos los deberes y derechos que debe cumplir el Concesionario.

Para efecto de este informe solo se tratan las responsabilidades para ejecutar las obras de infraestructura correspondiente al POI (Fase 1), y también las obras de infraestructura que PCE ofreció realizar voluntariamente (Fase 0).

Respecto de los Artículos del Contrato de Concesión:

El contrato tiene 21 Artículos que cubren los aspectos relacionados con la Operación y Mantención del Frente de Atraque, de los cuales, los artículos que tienen directa relación con los aspectos constructivos para ejecutar las obras de Infraestructura, son los siguientes:

- Artículo uno: Definiciones e Interpretación
- Artículo seis: Obligaciones del Concesionario
- Artículo siete: Obligaciones y Declaraciones EPSA
- Artículo diez: Multas
- Artículo doce: Proyectos de Inversión y Título de Activos Fijos
- Artículo catorce: Garantía Fiel Cumplimiento del Proyecto Obligatorio de Inversión, Garantía de Reconstrucción y Garantía de Pago Estipulado
- Artículo quince: Causales de Incumplimiento y Término por Incumplimiento
- Artículo diecisiete: Indemnizaciones y Responsabilidad
- Artículo dieciocho: Fuerza Mayor y Destrucción del Frente de Atraque
- Artículo veinte: Ley Aplicable y Resolución de Controversias

El artículo 12 (ver Anexo 8.1), define las condiciones que debe cumplir el concesionario (PCE), para presentar los diferentes proyectos que ejecuta y también condiciona que estos proyectos, antes de su ejecución, deben ser aprobados previamente por EPSA. El concesionario puede, durante el Plazo implementar en cualquier momento y cada cierto tiempo, uno o más Proyectos de Inversión, definidos por dos tipos:

- Proyecto de Inversión Mayor: Involucra la construcción, instalación o adquisición de un Aporte de Infraestructura que requiere una sola inversión de capital o una serie de inversiones de capital vinculadas por un monto igual o superior a tres millones de dólares.

Proyecto de Inversión Menor: Involucra la construcción, instalación o adquisición de un Aporte de Infraestructura que requiere una sola inversión de capital o una serie de inversiones de capital vinculadas por un monto menor a tres millones de dólares.

Todos los Proyectos de Inversión, ya sea que son parte del POI y/o como aquellos que PCE decide aportar voluntariamente, deben ser previamente aprobados por EPSA, por lo que PCE debe presentar a EPSA en un informe completo, detallado y coherente en que estén establecidos los planes de PCE con respecto a este proyecto. Este Informe Inicial a EPSA incluye toda la documentación y estudios indicados en el Artículo XII de las bases de Licitación, (ver Anexo 8.1), este informe se denomina **Informe Inicial**.

Antes de la implementación de un Proyecto de Inversión Mayor, PCE debe haber obtenido de parte de EPSA o sus filiales, el otorgamiento de todos los derechos de paso y la constitución de todas las servidumbres que fueran necesarias. Asimismo, PCE debe haber obtenido todas las Autorizaciones Gubernamentales exigidas por las Normas legales aplicables.

Dentro de un plazo que no puede exceder a los sesenta días hábiles desde que recibe la información requerida en el Informe Inicial, y PCE habiendo recibido las Autorizaciones Gubernamentales, EPSA hace llegar una notificación a PCE, ya sea aprobando, rechazando o proponiendo ciertas modificaciones al Proyecto de Inversión Mayor. Esta autorización se llama Aprobación Inicial.

La Aprobación Inicial habilita al Concesionario (PCE), para iniciar la construcción e implementación de las obras e instalaciones que contempla el Proyecto de Inversión Mayor que fue aprobado por EPSA. Si EPSA propone modificaciones y éstas son técnicamente factibles de llevar a cabo, PCE está obligado a incluirlas en sus planes como condición para obtener la Aprobación Inicial.

Informe Final a EPSA y Aprobación Final (e),

Una vez terminado el Proyecto de Inversión Mayor, PCE debe entregar a EPSA;

- (i) toda la documentación que corresponda, estableciendo en detalle los términos de la ingeniería y la estructura del proyecto (Dossier de Calidad); y,
- (ii) un memorándum explicativo describiendo el Proyecto y el propósito de uso en relación con la prestación de los Servicios en el Frente de Atraque.

Dentro de los 15 días hábiles siguientes a la recepción por parte de EPSA, ésta verifica si el proyecto ha sido implementado en forma satisfactoria de acuerdo a los antecedentes presentados en el Informe Inicial y notifica al Concesionario (PCE) de su autorización provisoria o de la prohibición. En el caso de autorización provisoria, entonces PCE podrá utilizar el Proyecto de Inversión Mayor en la prestación de Servicios en el Frente de Atraque. En el evento que EPSA no otorgue la autorización provisoria, PCE no puede hacer uso del Proyecto hasta efectuar las modificaciones propuestas por EPSA

En el caso de la Revisión Proyecto de Inversión Menor: EPSA aprueba un Proyecto de Inversión Menor siempre que el Concesionario (PCE), le entregue los documentos que ésta requiera del listado contenido en el Informe Inicial y dé cumplimiento a cualquier requerimiento hecho por EPSA, dentro de los 45 días hábiles siguientes a la recepción de dichos documentos.

Antes de implementar un Proyecto de Inversión Menor el Concesionario (PCE), somete a la aprobación de EPSA, una declaración en que establece:

- (i) Valor inicial del Aporte de Infraestructura, que refleja la estimación del costo directo tales como, costos de materiales, mano de obra, inspección técnica e ingeniería necesaria para completarlo
- (ii) Vida útil del Aporte de Infraestructura, de acuerdo a lo establecido en la tabla del Anexo F del Contrato (Ver Figura 2-1)

ANEXO F			
VIDA ÚTIL APORTES DE LOS APORTES DE INFRAESTRUCTURA			
Ítem	Descripción	Vida Útil (Años)	Fecha de Inicio de la Depreciación
1	Obras Marítimas		Lo primero entre: a) Fecha de inicio de las operaciones b) Fecha de la última factura c) Fecha de aprobación EPSA o Autoridad competente.
1.1	Muelles	50	
1.2	Dolphin	50	
1.3	Tablestacas	50	
1.4	Rellenos	50	
1.5	Enrocados	50	
1.6	Hormigones Marítimos	50	
1.7	Protección Catódica	10	
1.8	Elementos Náuticos (Defensas/Bitas)	10	
1.9	Dragado de Proyecto	30	
2	Instalaciones Terrestres		
2.1	Pavimentos	25	
2.2	Sistemas de recolección de aguas lluvias	25	
2.3	Canaletas ductos graneles líquidos	30	
2.4	Obras Civiles Red de Agua Potable	25	
2.5	Obras Civiles Red de Incendio	25	
2.6	Obras Civiles Red de Alcantarillado	25	
2.7	Obras Civiles Instalaciones Eléctricas/Comunicaciones	25	
2.8	Otras Instalaciones Redes de Servicios	15	
2.9	Instalaciones Eléctricas/Comunicaciones	15	
2.10	Torres de Iluminación	15	
2.11	Cierros Perimetrales	15	
3	Edificaciones		
3.1	Galpones	30	
3.2	Edificios de Oficinas (Hormigón/Albañilería Reforzada)	50	
3.3	Otras Estructuras de Acero	15	

Cálculo del Valor Residual:
 $VR = VI \times (1 - VUC/VU)$

Donde:
 VR = Valor Residual
 VI = Valor Inicial
 VUC = Vida Útil Consumida
 VU = Vida Útil (según Tabla)

Figura 2-1: Anexo F Vida Útil de los Aportes de Infraestructura

Implementación del Proyecto y Requerimientos de Ingeniería:

La implementación de cualquiera de los dos tipos de Proyectos de Inversión que exige EPSA en las Bases de Licitación, es el respeto y cumplimiento de todas las Normas legales aplicables y de todos los estándares establecidos en el Anexo Criterios Mínimos de Diseño de Obras y Mejoras (Ver anexo 8.3), que se deben aplicar a cada diseño de obra de infraestructura.

Estos criterios se entienden de carácter general y referencial, y están sujetos a las adaptaciones propias que corresponda conforme la especificidad de los proyectos que desarrolla PCE.

Aunque la responsabilidad de la ingeniería de detalles está en manos de BELFI, por ser éste un contrato EPC, PCE se asegura de revisar que cada diseño, ya sea de las obras terrestres como de las obras marítimas sean desarrolladas cumpliendo los Criterios Mínimos de Diseño, las Normas nacionales e Internacionales que corresponden y los requerimientos operativos que necesita PCE, y para esta revisión considera lo siguiente:

1° Verifica que las empresas de servicios y de ingeniería que contrata BELFI, sean de reconocido prestigio y experiencia en el diseño de obras portuarias de la envergadura correspondiente a este proyecto.

2° Contrata los servicios de empresas de ingeniería nacionales e internacionales para que auditen y verifiquen los diseños de ingeniería de las empresas contratadas, en particular para las principales obras terrestres y marítimas

Para efectos de ordenamiento, los Criterios Mínimos de Diseño (Ver Anexo 8.3), se estructuran en los siguientes temas:

- 1) Estructuras Obras de Atraque
- 2) Pavimentos de Explanadas
- 3) Obras Eléctricas
- 4) Obras Sanitarias y de Evacuación de Aguas Lluvias
- 5) Estructuras Edificios y Almacenes
- 6) Vías Férreas y de Grúas

Cada tema presenta una serie de criterios referidos a diversos tópicos importantes, que Belfi estudia y utiliza para el desarrollo y preparación de la Ingeniería de Detalles de todos los Proyectos de Inversión Mayor y/o Menor.

La presentación de cada Proyecto de Inversión a EPSA se rige según el esquema que propone el Informe Inicial como se indica en el capítulo doce del Contrato de Concesión (Ver Anexo 8.1)

2.2. Descripción del Frente de Atraque Costanera - Espigón

2.2.1. Ubicación Puerto de San Antonio

El Puerto de San Antonio, propiedad de la Empresa Portuaria San Antonio, al 2010 es el mayor puerto de Chile con una transferencia de 14,4 millones de toneladas, ubicado en la ciudad de San Antonio, en la V Región.

El Puerto está localizado a 33°34'16" latitud sur y 71°37'23" longitud Oeste.

Descripción General de los Sitios Concesionados

El frente de atraque que se licitó está compuesto por los sitios 4, 5, 6 y 7 y sus actuales áreas de respaldo. Las áreas concesionadas comprenden una superficie de 24,58 (ha). La superficie del terreno incluye terrenos de EPSA y el área del delantal de los sitios 4, 5, 6 y 7, y en el año 2014 se incorporaron 4,83 (ha), que al momento de la adjudicación estaban en arriendo a SAAM Contenedores S.A.

A continuación, una breve descripción del Frente de Atraque;

Sector Costanera

La explanada del fondo de la Poza Grande y el Espigón están unidos por una angosta faja de terreno de aproximadamente 550 metros de longitud y cuyo ancho varía entre 60 y 100 metros. La protección costera de esta costanera está dada por una escollera de rocas de hasta 1,5 toneladas de peso.

Sector Espigón

El Espigón de aproximadamente 400 metros de largo y 170 metros de ancho, está orientado en dirección NW y tiene por su costado SW una línea de atraque formada por los sitios 4 y 5 y por el NE otra formada por los sitios 6 y 7.

Los sitios 4 y 5 tienen una longitud total de 341 metros, con una profundidad de diseño de 10 metros.

Malecón Sitio 4

El sitio 4 constituido por un tablestacado metálico y rellenos granulares, cuenta con una vía para grúas de 17 metros de trocha. Está formado por un muro de 268 metros de longitud, constituido por tablestacas de acero de 20 metros de largo, coronadas en su parte superior por una viga de hormigón armado de 5,1 por 1,3 metros, anclada mediante tensores de acero a un muro posterior de hormigón armado. El prisma de alivio detrás del muro está formado por piedras de desmonte de cantera cubiertas por una capa de rocas de hasta 30 kg. de peso.

Malecón Sitio 5

El sitio 5 está construido en base a pilotes de acero y plataforma de hormigón armado. Tiene 118 metros de longitud y está constituido por un tablero de hormigón armado sobre vigas del mismo material y de acero recubiertas con hormigón, apoyadas sobre pilotes tubulares de 800 y 1.000 mm de diámetro, hincados hasta alcanzar la roca basal y anclados sobre ella. La explanada posterior es resistida por un prisma de desmonte de cantera recubierto por capas de roca granuladas de hasta 500 kg. de peso.

Malecón Sitios 6 y 7

La longitud del Frente de Atraque en total es de 321 metros y está formado por un tablero de losas y vigas de hormigón armado, apoyadas en el frente en pilares de 1,5 por 1,5 metros, del mismo material, que en el interior de su base tienen un pilote de acero hincado en el fondo marino. Las profundidades de agua son 8 y 7 metros respectivamente.

Sitios	Longitud (m)	Calado autorizado	Eslora autorizada
4 y 5	341	9,45 m	237 m
6	321	7,93 m	190 m (*)
7		6,28 m	225 m (**)

(*) Eslora hasta 190 metros para nave atracada por babor
(**) Eslora hasta 225 metros para nave atracada por estribor en sitio 7

Figura 2-2: Características de los Sitios y restricciones de atraque

2.2.2. Áreas y Programa de Entrega

El Frente de Atraque se licita como terminal multipropósito preferentemente especializado en transferencia de contenedores. PCE recibe los bienes y áreas que conforman el Frente de Atraque de acuerdo a las siguientes Etapas. La concesión corresponde a los sitios 4, 5, 6 y 7, áreas de respaldo inmediatas y conexas requeridas para la operación del terminal que conforman el Terminal Espigón Multipropósito.

EPSA comienza a entregar estas áreas a partir del 7 de noviembre de 2011.

Las Etapas de Entrega de áreas son las siguientes:

ETAPAS DE ENTREGA DE TERRENOS DE LA CONCESION				
Etapas de Entrega	Áreas de Entrega	Sector	Fecha de Entrega	Superficie Has
ETAPA 1	A1	Terminal Costanera Espigón	07-11-2011	25,58
	A2	Terminal Ex Seaport	07-11-2011	1,14
	A3	Sector Molito	07-11-2011	0,69
ETAPA 2	A4	Edificio Administración EPSA	07-11-2013	0,44
ETAPA 3	A5	Terminal de Contenedores	30-04-2014	4,83

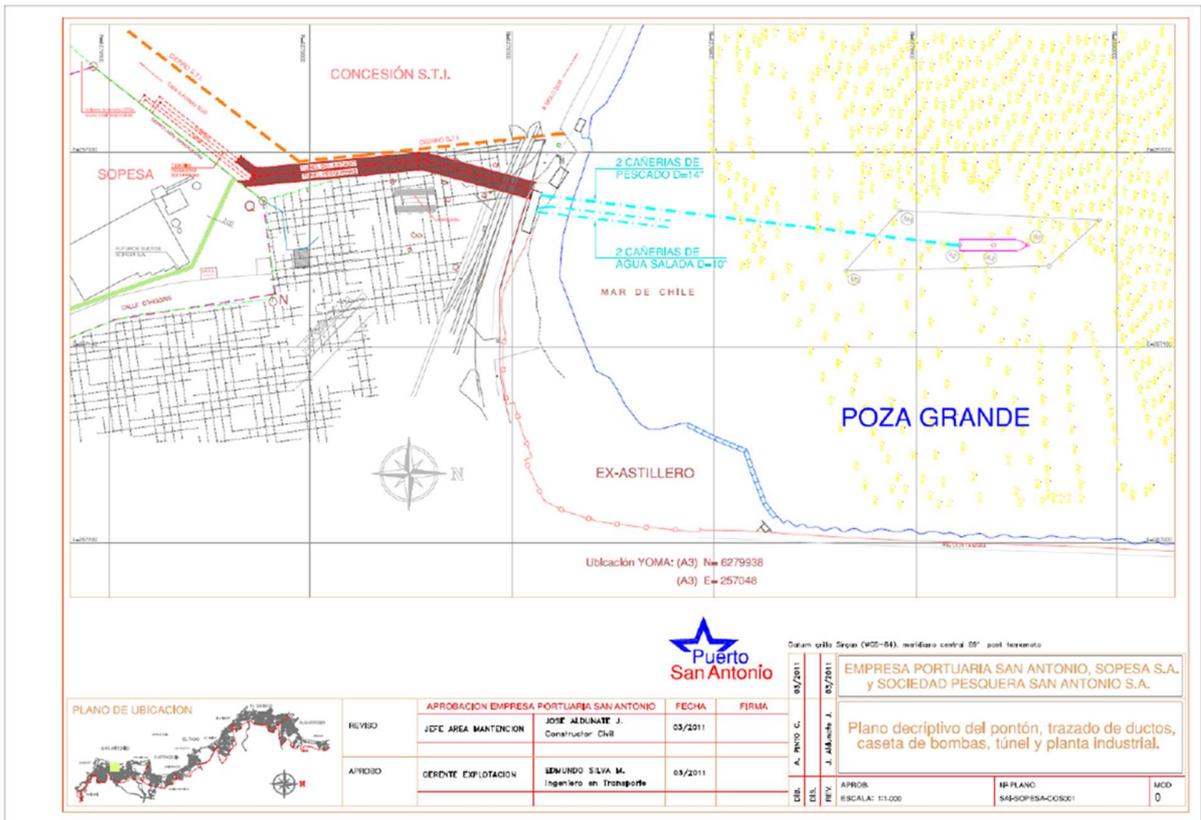


Figura 2-4: Plano Ubicación Instalaciones SOPESA – Túnel Cañerías y Ubicación Pontón

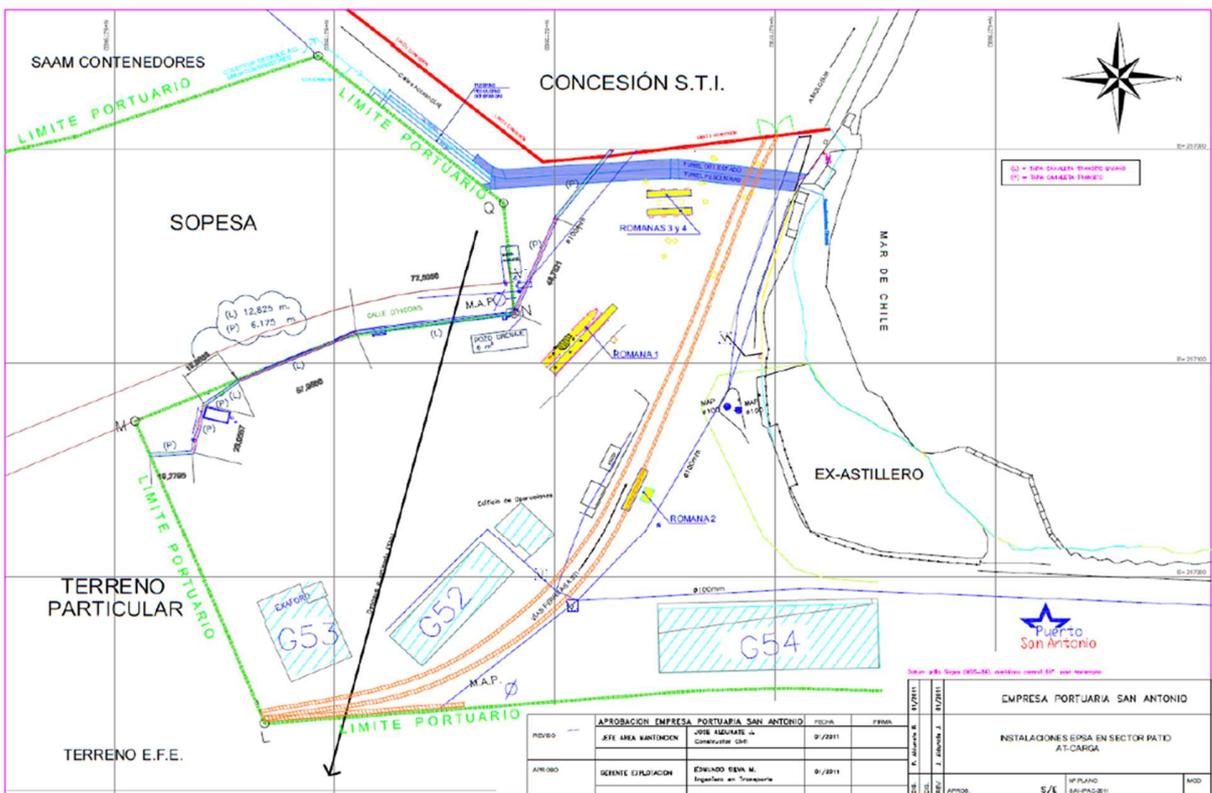


Figura 2-5: Plano Líneas Férreas Sector Sur

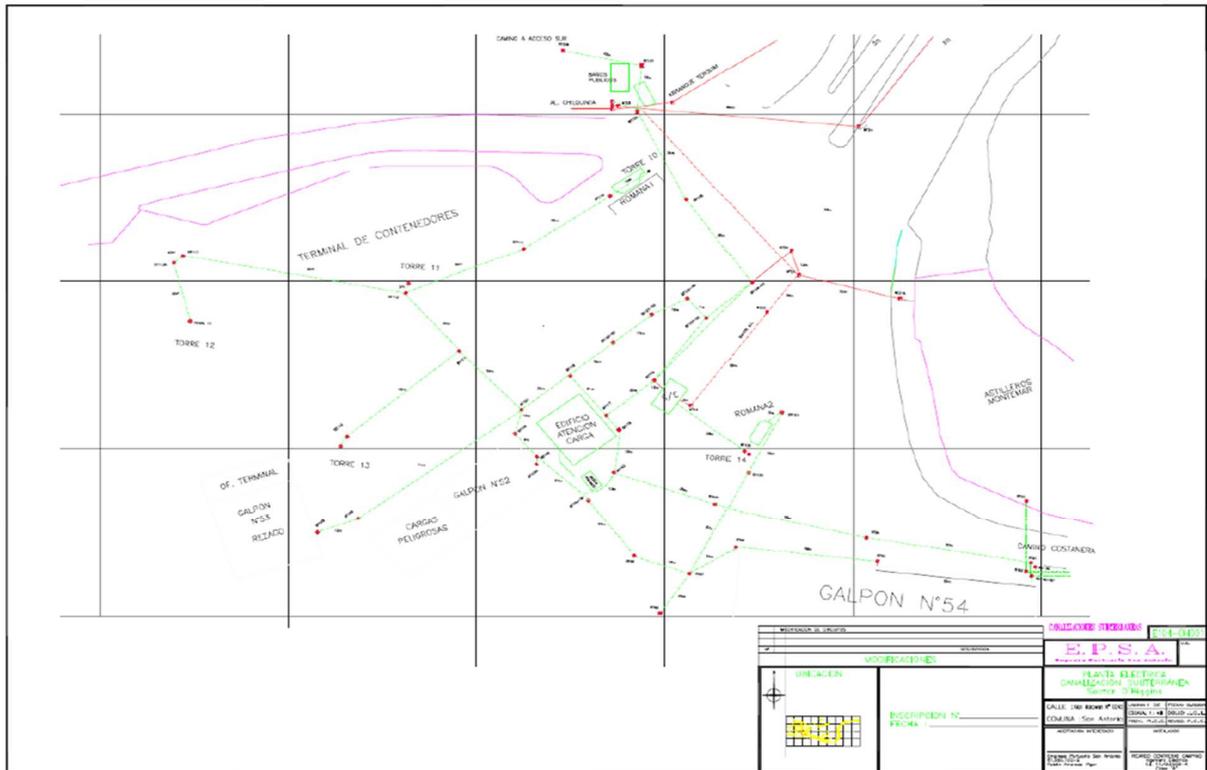


Figura 2-6: Plano Instalaciones Eléctricas Sector Patio O'Higgins

La Fase II Facultativa corresponde a la ejecución de obras de infraestructura si PCE decide postular a un aumento de la Concesión por 10 años más, adicionales a los 20 años ya adjudicados, para eso PCE debe presentar su Plan antes del año 15 de la Concesión, Ver Figura 2-7

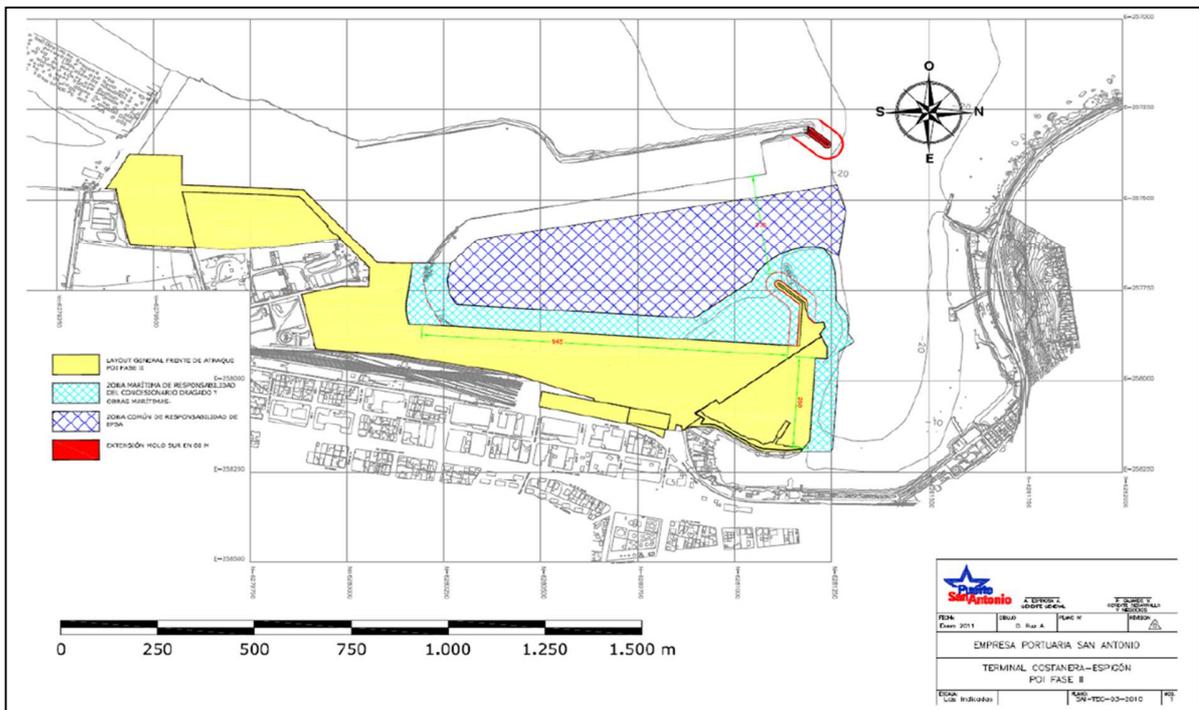


Figura 2-7 FASE II Facultativa Plano SAI-TEC-03-2010 MOD1

2.3. Análisis de Secuencias de Trabajo para el Desarrollo de la Construcción

2.3.1. Generalidades

Entre las principales consideraciones para definir una secuencia de los trabajos a ejecutar y definir las primeras obras a ejecutar fueron:

a) Inicio de Obras por FASE 0 (Inv. Voluntaria), en Sitio 4 y 5, previo a la obtención de la RCA

Al momento de la adjudicación del Contrato de Concesión a PCE, no están aprobadas las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA), para la Fase 0 ni para la Fase 1.

Como los Sitios 4 y 5 están en operación al momento de la licitación, las obras de mejora terrestres no requieren estudios de impacto ambiental por lo que se pueden iniciar inmediatamente adjudicado el contrato. Por esta razón, BELFI decide iniciar los estudios, ingeniería y faenas previas, para el mejoramiento terrestre de estos sitios y quedando a la espera de la RCA por las obras marítimas de estos sitios solamente. Una vez que EPSA hace entrega del terreno (07 de noviembre de 2011), BELFI inicia la movilización de equipos y actividades previas de la Fase 0

EPSA es la responsable de la tramitación del Estudio de Impacto Ambiental ante la Autoridad Medioambiental, esto incluye el acercamiento a la comunidad de San Antonio para presentar el proyecto, como la Alcaldía, Juntas de Vecinos, Sindicatos de Pescadores, DOM, ONG's relacionados con los temas medioambientales, etc., y se apoya en los datos técnicos que presenta Belfi, tanto para la Fase 0 como para la Fase 1 y los incluye en el EIA, también presentando los estudios de Fase 0 separados de la Fase 1.

Aprobación Ambiental del Proyecto por Fase	
Fase 0 RCA N° 29/2012	Fase I RCA N° 051/2013
29 de febrero de 2012	26 de febrero de 2013

b) La Fase 1 Obligatoria que considera la construcción de 700 metros lineales de muelle operativo en el sector Costanera, la modificación del molo de protección del Espigón, la habilitación de dos puntos de embarque para ácido sulfúrico y la habilitación de todas las áreas de respaldo no puede comenzar hasta que se obtiene la RCA respectiva, aunque se ejecuta en 2 etapas

FASE 1 OBLIGATORIA	
Entrega de Terreno: 07 de noviembre de 2011	Entrega de Terreno: 07 de noviembre de 2011
FASE 1A	FASE 1B
350 metros de Muelle Costanera Habilitados	350 metros de Muelle Costanera Habilitados
Modificación Molo Espigón Construcción Nuevo Rompeolas	Habilitación de todas las Explanadas concesionadas con todos los servicios y pavimentos
Habilitación de 1 punto de Embarque de Acido	Habilitación de 1 punto de Embarque de Acido
Plazo de habilitación; 48 meses desde la Entrega de Terreno 07 de noviembre de 2015	Plazo de habilitación; 84 meses desde la Entrega de Terreno 07 de noviembre de 2018

c) Como parte de la estrategia para ejecutar las construcciones PCE ingresa consulta de Pertinencia para el Cambio de orientación (giro) del Muelle Costanera, indicando que no consiste en un cambio de consideración del proyecto original aprobado mediante la RCA N°051/2013.

Los objetivos son:

- Permitir optimizar la capacidad de atención de naves del terminal y al mismo tiempo aumentar áreas de respaldo necesarias para operar el puerto.
- Aumentar el largo disponible de los sitios 4 – 5 desde 275 metros a 290 metros, permitiendo la recepción de naves de hasta los 240 metros en vez de solo hasta 225 metros.

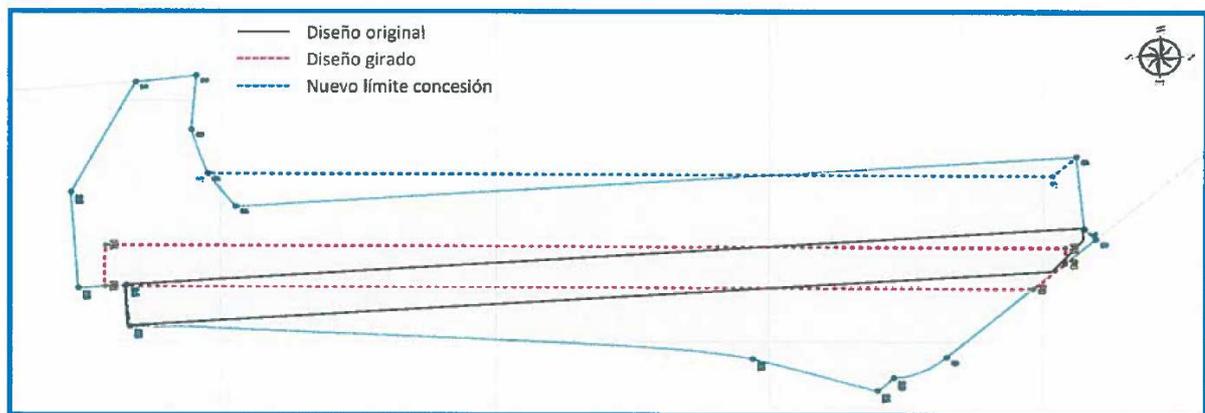


Figura 2-8 Proposición de Giro de Muelle Costanera

d) Evaluar la conveniencia de reemplazar la estructura del fondo de la poza desde una base de tablestacas a una base solo con enrocado

Tablestacado Fondo Poza

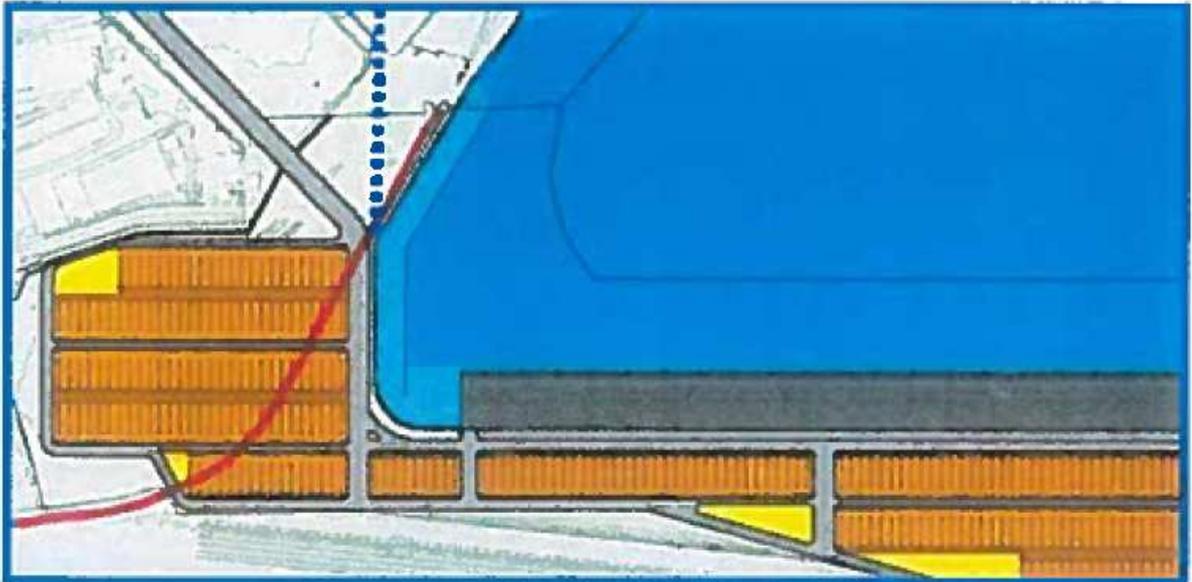


Figura 2-9 Proposición Cambio de Fondo de Poza Enrocado por Tablestacado

e) Evaluar la conveniencia de llevar el dragado de un sector del frente de atraque desde los 15 m. a los 16m., permitiendo la atención de naves de mayor calado

Dragado a 16 m

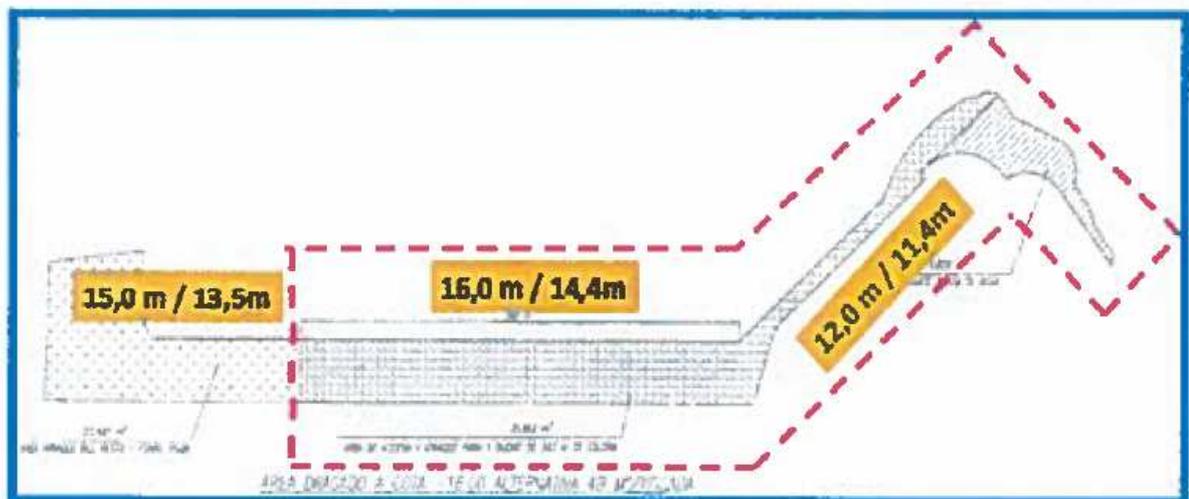


Figura 2-10 Proposición Aumento de Dragado de -15 NRS a -16 NRS

Aun cuando el Contrato de Concesión define la ingeniería conceptual y los criterios mínimos de diseño, el ingeniero tiene la facultad de explorar otras alternativas que permitan mejorar y optimizar los resultados de un proyecto, y teniendo esto presente PCE presenta su Plan Referencial de Desarrollo. Se presenta un resumen de las inversiones consideradas para este proyecto.

Plan Referencial - Inversiones Estimadas de PCE en Millones US\$			
Fase	Infraestructura	Equipamiento	Total
Fase 0 (Sitios 4-5 Voluntaria)	220	30	355
Fase I (POI)		105	
Fase II (Facultativa) Si PCE aumenta plazo concesión)	190	27	217

El equipamiento para la Fase 0 considera incorporar 2 grúas móviles y equipamiento terrestre para contenedores (port trucks, chassis y reach stackers).

El equipamiento para la Fase 1 considera incorporar 7 Grúas STS (Gantry), Grúas RTG para contenedores y equipamiento terrestre para contenedores (port trucks, chassis y reach stackers).

Fase II Facultativa establecida en el Contrato de Concesión y permitiría la extensión en 10 años de la Concesión del TCE, si PCE lo propone antes del año 15 de la concesión

También se considera adelantar la entrada de la Fase 1A y de la Fase 1B del POI para el año 2015 y fines del 2016 respectivamente, lo cual exige importantes esfuerzos en la etapa de construcción y una tramitación de la aprobación ambiental en un tiempo razonable no superior a 12 meses.

2.3.2. Plan de Desarrollo de la Infraestructura

El Plan de Desarrollo considera inversiones en infraestructura por un total estimado de US\$400 millones en los 20 años de concesión. Estas inversiones consideran el Proyecto Referencial de Inversión tanto en su fase obligatoria como facultativa.

Para desarrollar toda la ingeniería conceptual, básica, de detalles y construcción de los proyectos de inversión, de acuerdo a su Plan de Desarrollo, PCE contrata un grupo de empresas a quienes asigna distintos alcances que se señalan a continuación:

Ingeniería AUSENCO SANDWELL	Ing Conceptual de los Proyectos de Inversión
Ingeniería PRDW-AV	Desarrollo de Anteproyectos
GEOVENOR Ing. Consultores	Ingeniería Geotécnica
SyS Ingenieros Consultores	Estudios para Aumento de Calado en Sitios 4-5 Verificación de uso de grúas móviles en Sitios 4-5
Constructora Belfi S.A.	Construcción del POI y Fase 0 con Contrato EPC que incluye Ing de Detalles

Figura 2-11 Principales Empresas Asesoras para la Ejecución del Proyecto

Con estas empresas PCE desarrolla los siguientes estudios para el proyecto y construcción:

a) Para el diseño de las obras PRDW-Aldunate Vásquez desarrolla la ingeniería de detalle y los siguientes estudios en modelo matemático y físico para el diseño de las obras de protección:

- Modelación matemática de oleaje: A partir de estadísticas de largo plazo de oleaje espectral, se modela la propagación del oleaje desde aguas profundas hasta la zona cercana al puerto de San

Antonio. Para la modelación del oleaje se utiliza el modelo STWAVE. Los datos de oleaje se obtienen de modelos de predicción calibrados con datos de campo con mediciones de oleaje al interior de la bahía. que de input de los modelos físicos tridimensionales y bidimensionales.

- Modelación física tridimensional (MF3D) del puerto: Se utiliza el modelo existente en las instalaciones del Instituto Nacional de Hidráulica (INH) para los estudios de agitación y de buque atracado. El modelo posee una escala de 1:125 y tiene una superficie de modelación que considera el puerto completo.

- Modelación física bidimensional (MF2D) del puerto: Conocidas las condiciones de agitación al interior del puerto, se realizan estudios de estabilidad y funcionalidad de las obras de protección en el canal de olas del INH.

Esta modelación permite optimizar los diseños de las obras en lo que se refiere a su configuración (taludes, cotas, etc.) y su composición (núcleo, filtro, coraza [roca o elementos prefabricados de hormigón]).

b) La Exploración e Ingeniería Geotécnica la desarrolla GEOVENOR considerándose las siguientes actividades:

- Investigación Geotécnica, que incluye la realización de sondajes y calicatas y ensayos adicionales.

- Estudios de Ingeniería Geotécnica para el Proyecto, que incluye interpretación de resultados, Modelos y caracterización de Suelos y recomendaciones geotécnicas para el diseño y construcción.

- Asesoría Geotécnica y Ensayos de terreno durante la Construcción, que incluye pruebas de carga estática y dinámica en pilotes, ensayos de corte y especificación y control de canchas de prueba para compactación dinámica.

c) Plan de Maniobrabilidad para Atención de Nave de Diseño

Se realizan una serie de estudios técnicos y capacitación al personal que participa en las faenas de entrada y salida al puerto de esta moderna nave. Entre los estudios, se destacan:

- Estudio de Maniobrabilidad para atraque de la Nave de Diseño.

- Simulación en tiempo real de las maniobras propias de nave de diseño definida en el Contrato de Concesión. Se encomiendan estos estudios al centro de estudios marítimos HR Wallingford en Inglaterra.

- Calibración del modelo matemático con mediciones reales de oleaje. Esto es necesario para validar las conclusiones que se obtienen de un simulador de maniobras de atraque y desatraque.

- Capacitación tanto al cuerpo de prácticos como capitanes de remolcadores. Este Plan de Desarrollo descansa de modo sustancial en un resultado positivo de estos estudios, que confirman el criterio de EPSA en cuanto a que es posible la atención de la Nave de Diseño definida en el Contrato de Concesión.

Una vez completada la etapa de estudios, modelaciones e ingeniería básica y previo al inicio de los trabajos se considera la ejecución de sondajes geotécnicos complementarios de reconocimiento para completar la caracterización del subsuelo en los sectores de atraque, incluyendo algunos ensayos especiales de terreno para investigar riesgo de licuefacción en el subsuelo.

La Ingeniería considera la ejecución de un estudio de oleaje en un modelo físico tridimensional y bidimensional en el Laboratorio Hidráulico Nacional para la verificación del oleaje al interior de la poza, el downtime, y el comportamiento de las estructuras y protecciones marítimas diseñadas.

Una vez obtenida toda la información requerida, se comienza a ejecutar la ingeniería de detalles, siguiendo la pauta del plan de desarrollo de los trabajos en terreno según lo requerido para la fase 0, fase 1A y fase 1B, que se detallan a continuación.

Fase 0 – Sitios 4 y 5

La Fase 0 considera el dragado a cota -12,50 metros frente a los sitios y el acceso a ellos, como se muestra en la figura 2-12. Para poder ejecutar dicho dragado en la franja adyacente a dichos sitios se hinca un tablestacado de refuerzo que sostenga el pie de los rellenos. El tablestacado es metálico del tipo HZ como se muestra en la figura 2-13.

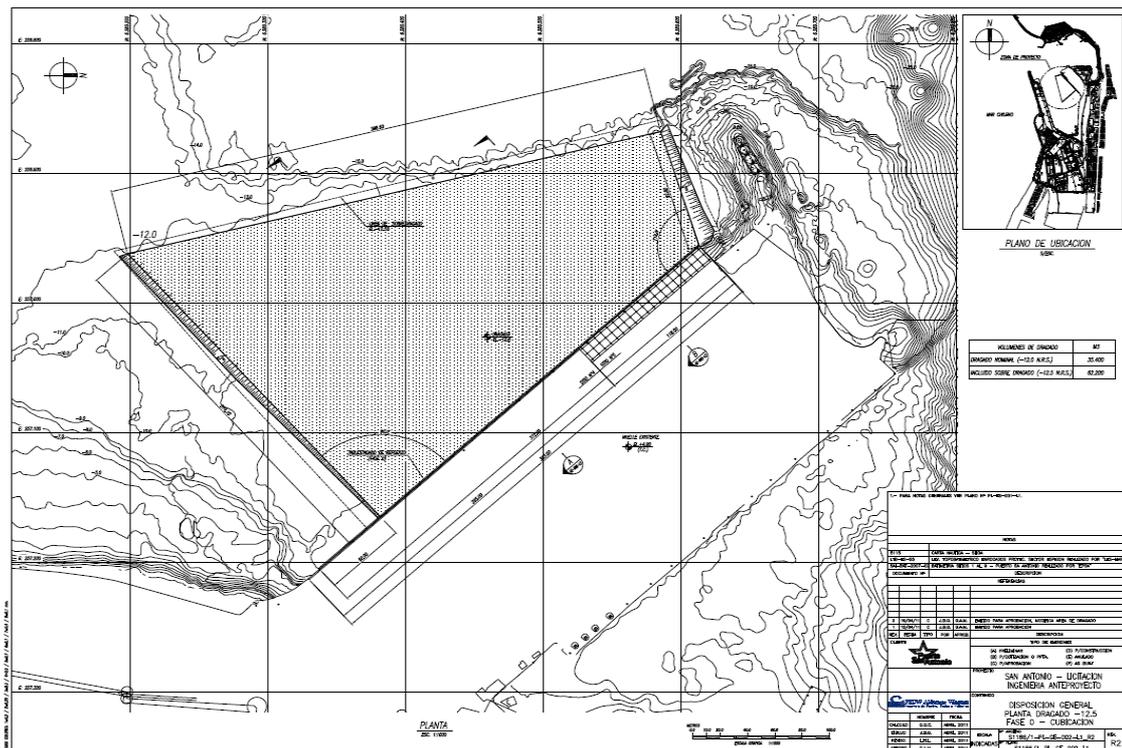


Figura 2-12 Fase 0 Planta de Dragados -12,5 NRS S1186/1-PL-GE-002-L1

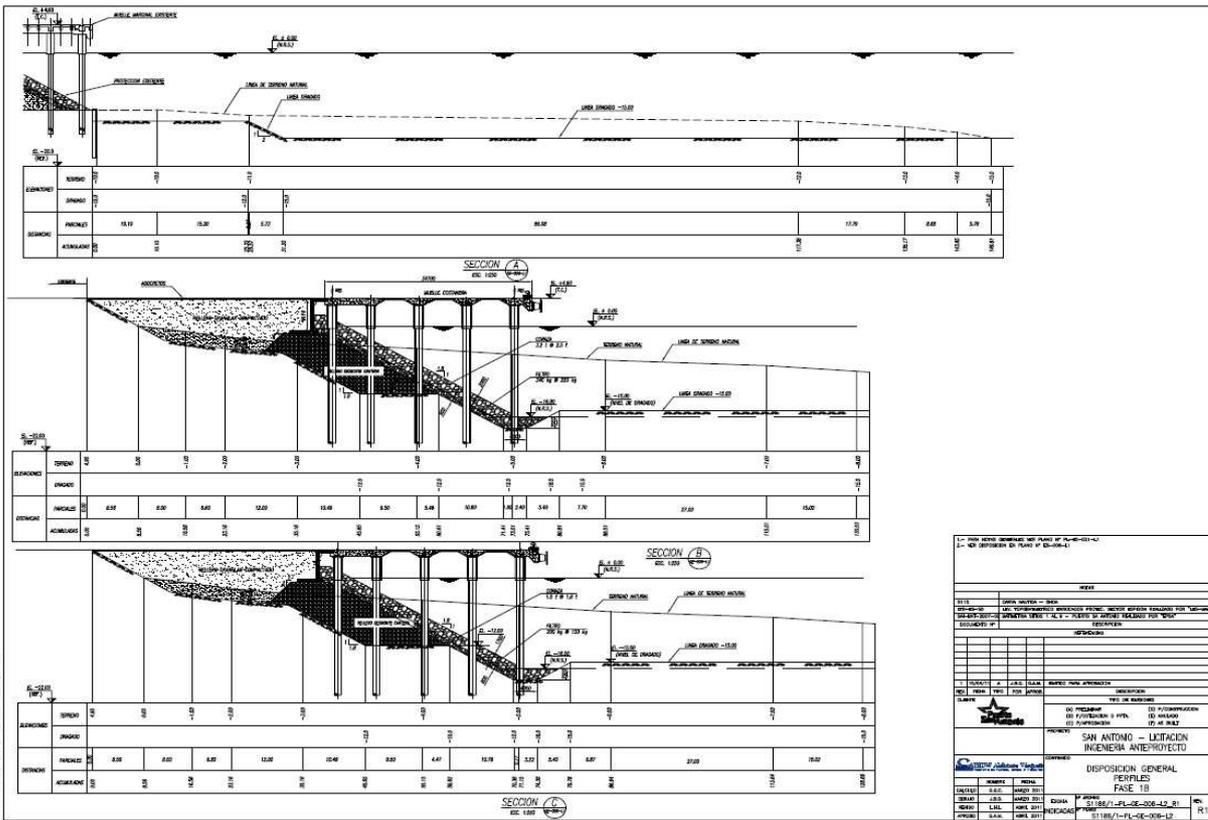


Figura 2-15 Perfil Típico Muelle Costanera S1186/1-PL-GE-006-L2

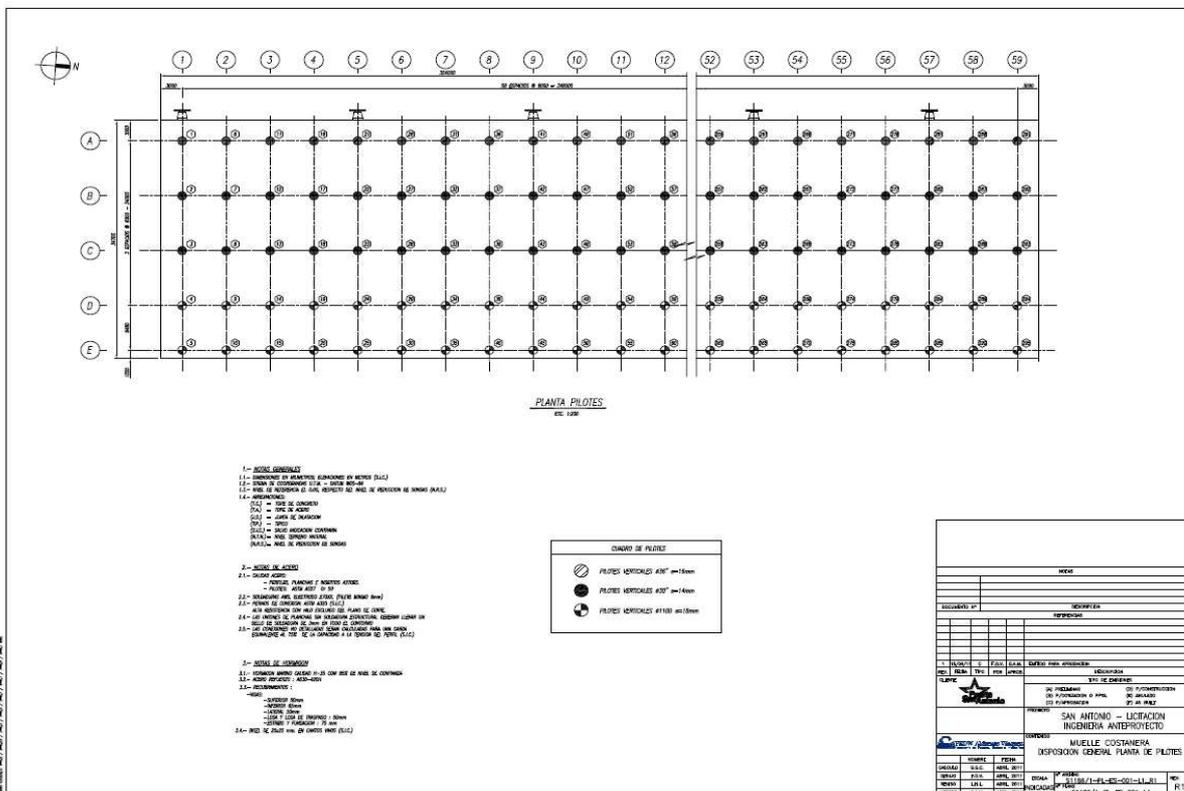


Figura 2-16 Planta Disp. Gral. Pilotes Muelle Costanera Fase 1 S1186/1-PL-ES-001-L1

Fase IB

La Fase IB comprende la construcción de los restantes 350 metros de muelle con la misma estructuración de la Fase IA y el segundo punto de embarque del aciducto. La disposición del muelle se muestra en la figura 2-20_

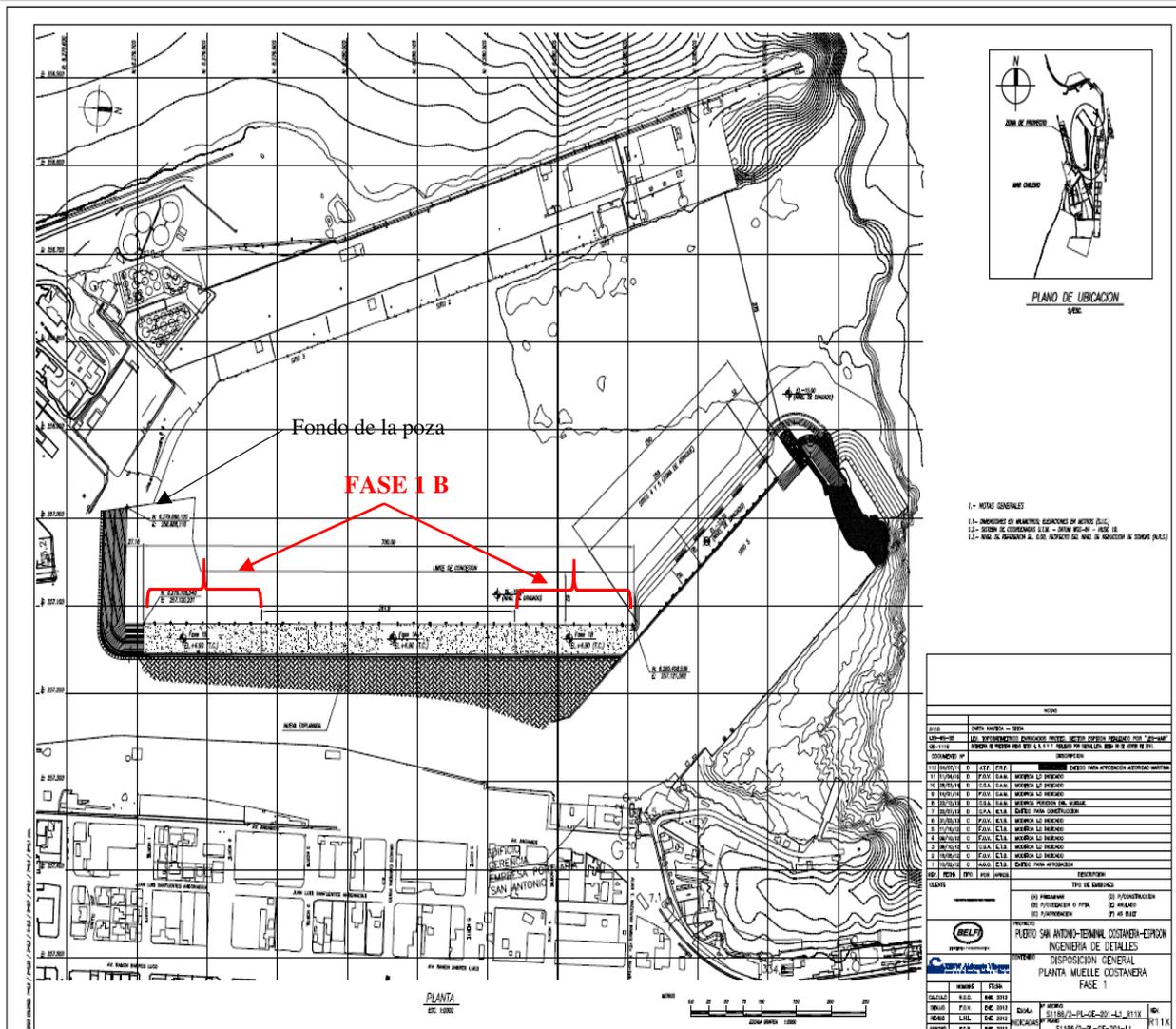


Figura 2-20 Planta Muelle Costanera FASE 1

En esta etapa se completa el dragado a -15 m NRS en la franja de 60 metros del nuevo muelle y del fondo de la poza, se continúa y terminan las instalaciones de servicios y la reposición y construcción de pavimentos y se ejecutan las obras del aciducto.

En lo que respecta a pavimentación, entre la Fase IA y IB se contemplan 28.380 m² de pavimentos nuevos y reposición de 149.039 m².

La figura 2-21, muestra una sección típica del muelle y la conformación de la explanada de respaldo

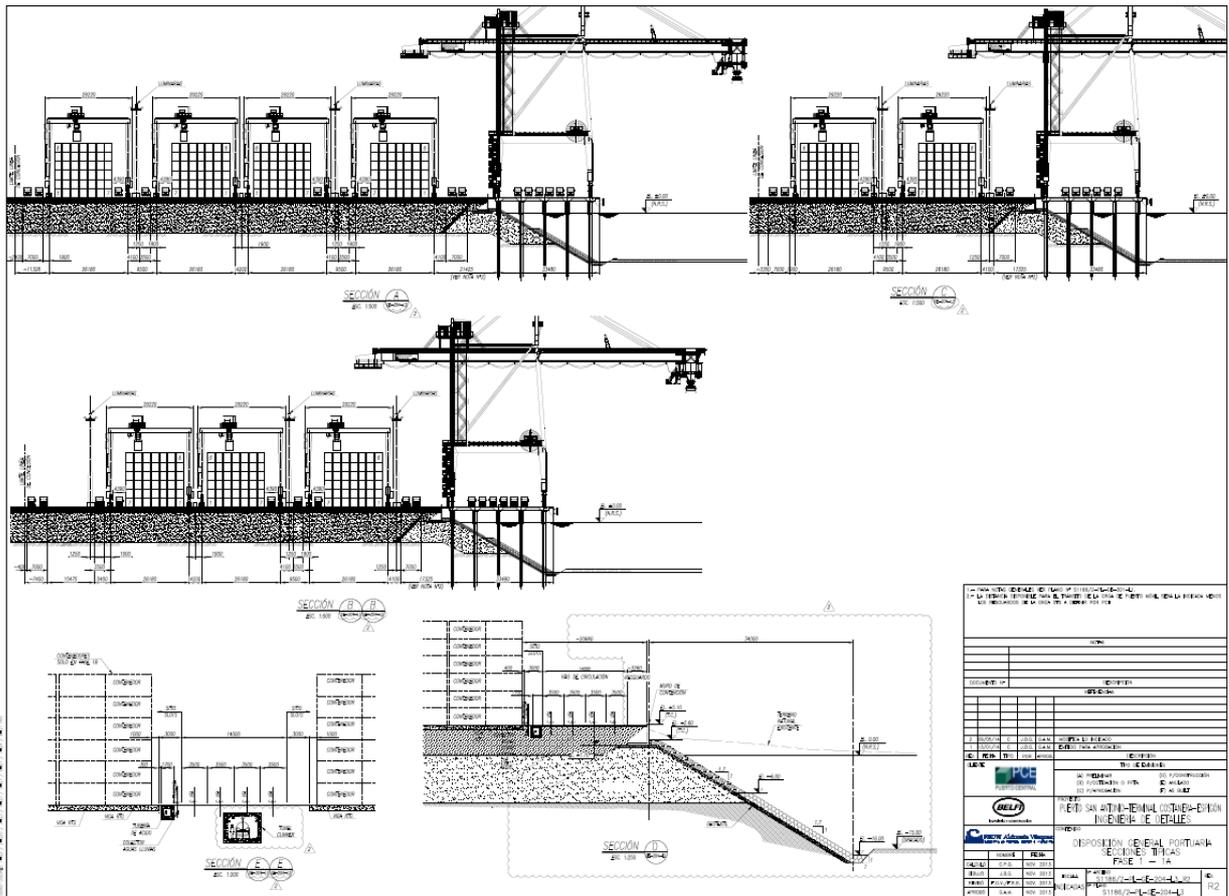


Figura 2-21 Sección Típica de Muelle y Explanada Fase 1 S1186-2-PL-GE-204-L3

En la figura 2-22 se muestran las obras de protección del fondo de la Poza que se ejecutan durante la Fase 1B.

La figura 2-23 corresponde al Lay Out de todas las Obras subterráneas del proyecto, entre las que se cuentan las Obras de la Especialidad Eléctrica, Sanitaria (alcantarillado, agua potable, aguas lluvias), red contra incendios, red del Aciducto y Túnel para descarga de Clinker. Cada una de las especialidades cuenta con su ingeniería de detalles en particular

Fase II

La Fase II es opcional, y comprende la demolición de los sitios 4 y 5 y la prolongación en 200 metros lineales del Muelle Costanera, con la misma estructuración de los sitios costanera de la primera fase, pero no se desarrolla la ingeniería de detalles.

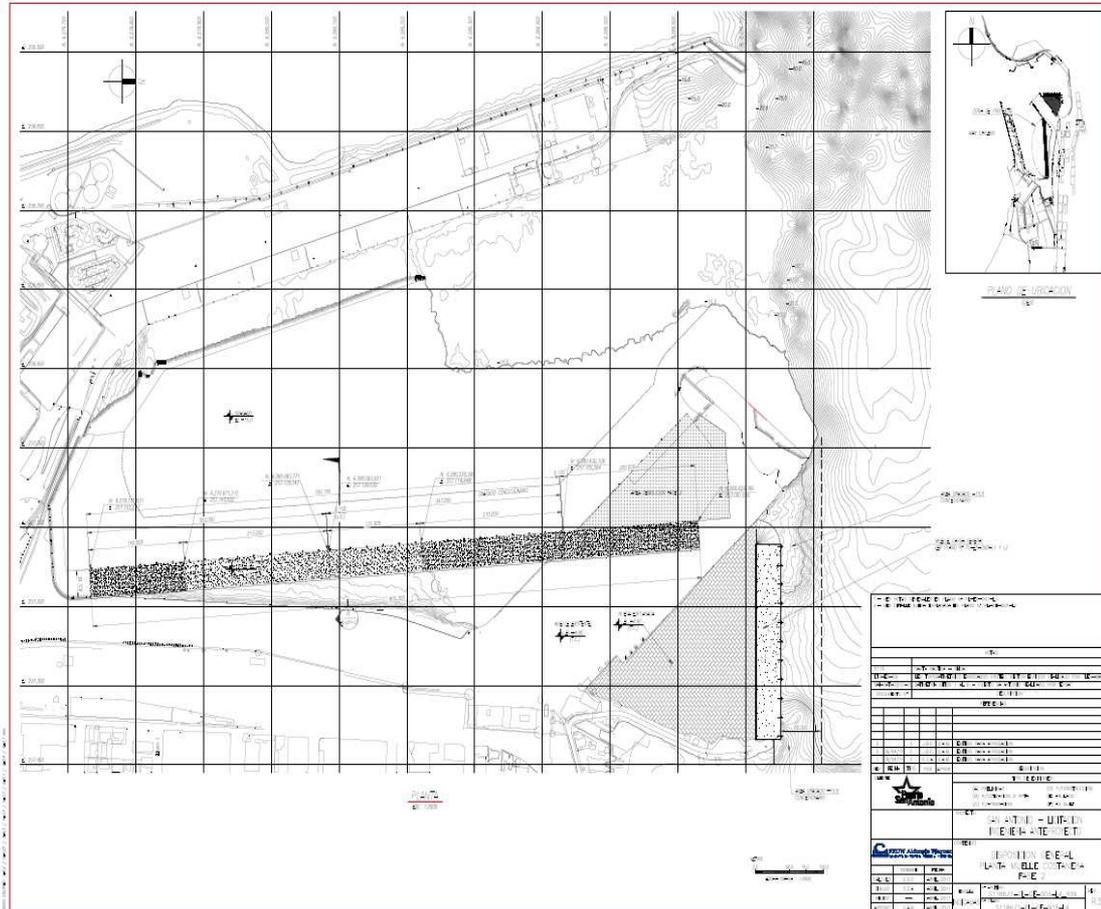


Figura 2-24 Proyecto Muelle Costanera en Fase 2

A modo de resumen, la tabla siguiente indica la puesta en marcha de cada fase y la inversión estimada:

Etapas de Construcción TCE

Fase	Inversión Estimada (MMUS\$)	Ejecución (Años)	Frente Atraque (ml)	Profundidad (mts NRS)	Otros
Fase 0 – Sitios 4-5	9,0	2012	Sitios 4 y 5	-12,5	
Fase IA Costanera	142,0	2012 – 2015	350	-15,0	Incluye Arreglo Molo Espigón
Fase IB Costanera	69,0	2013 – 2016	350	-15,0	
Fase II	190,0	2027 – 2030	200 + 250	-15,0	3,6 há
Total (MMUS\$)	410,0				

Figura 2-25 Inversión Estimada por Fase y Fechas de Ejecución

CAPÍTULO 3. Descripción del diseño de las obras construidas para llevar a cabo los Proyectos Obligatorios de Inversión (POI) e Inversiones voluntarias

En resumen, el Proyecto Costanera Espigón consiste en construir un Muelle tipo Costanera de 700 metros de longitud, con todas sus áreas de respaldo y Servicios, y la Construcción Modificación del Nuevo Rompeolas en el sector Espigón, lo que denomina Fase 1 y además la Habilitación y Mejoramiento Operacional del Sitio 4-5, llamado Fase 0.

Por razones de oportunidad en relación a que la Ingeniería y los permisos medio ambientales para desarrollar la Fase 0 (RCA 029), se consiguen antes que la Ingeniería y la RCA 051, para la Fase 1, es que PCE decide iniciar la ejecución de las obras de la Fase 0

3.1. Descripción del diseño y Obras principales Construidas

3.1.1. Generalidades

Cada FASE tiene sus propias descripciones por ejecutarse en lugares y periodos de tiempos distintos, aunque en sí, conforman el área Concesionada por PCE.

La Ingeniería considera realizar la ingeniería básica y de detalle de las obras marítimas y terrestres del proyecto, e incluye estudios en modelos matemáticos y físicos para el diseño de las obras, además la exploración geotécnica adicional y la ingeniería geotécnica para el proyecto.

Como la aprobación medioambiental del proyecto completo se aprueba en dos fechas diferentes que comienza con RCA 029 correspondiente a la aprobación para la ejecución de las obras de Mejoramiento de los Sitios 4 y 5, denominada Fase 0, la primera ingeniería de detalles que se desarrolla es para las obras a ejecutar durante esta fase, y que consisten en mejorar los pavimentos de las áreas de respaldo, la instalación de un tablestacado en el frente de atraque de ambos sitios para mantener la estabilidad de éstos mientras se ejecuta un dragado de 2 metros y así aumentar la profundidad de calado hasta la cota -12 m NRS y considera la ejecución de obras provisionarias para mantener la operatividad de los Sitios que están en plena operación.

Una vez concluida la ingeniería de la Fase 0, Belfi continúa con la ingeniería de detalles de la Fase 1 tal que cuando se recibe la Aprobación Ambiental con la emisión de la RCA 051, Belfi tiene prácticamente terminada la ingeniería, que comprende la construcción de 700 metros lineales de muelle operativo en el sector Costanera, que se diseña para ser dragado a la cota -16 m NRS. sin embargo, el nivel de dragado en esta fase es -15 m NRS., en una franja de 60 metros medidos desde el borde de atraque del muelle, lo que se denomina Dragado de Concesión, también se incluye la modificación del molo de protección del Espigón y dos puntos de embarque de ácido sulfúrico, la construcción de Pavimentos nuevos y reposición de pavimentos existentes en mal estado y los Servicios necesarios para la adecuada operación, entre estos la Señalización Marítima, las Obras Eléctricas, la Red de Agua Potable y Drenaje de Aguas lluvias además de una Red de Incendio.

También se desarrolla la ingeniería para el dragado de construcción que corresponde al dragado que se debe efectuar en el borde costero que se le debe “ganar” al mar para la construcción del muelle en la orientación y ubicación planificada.

EPSA es el responsable del dragado de la poza y de los accesos de las naves a la cota -15 m NRS.

3.1.2. Alcance de la Ingeniería

Ingeniería de Proyecto

Se considera el desarrollo de la ingeniería de detalle de las obras Marítimas y Portuarias del proyecto a desarrollar por PRDW-AV, incluido los estudios de modelación matemática y física que realiza el INH. Adicionalmente se contempla la ingeniería para las obras de edificación, diseño de pavimentos, y red de recolección de aguas lluvias, red de incendio, red de aciducto, y red de agua consideradas en la licitación. El proyecto de ingeniería eléctrica se incluye dentro del alcance de la construcción de las obras eléctricas.

Ingeniería Geotécnica

Se consideran los estudios, cálculos e informes que son necesarios realizar, con el objetivo de establecer las recomendaciones geotécnicas de diseño y construcción de las obras consideradas en el Proyecto. Incluye la exploración geotécnica adicional que sea considerada necesaria por Belfi

3.1.3. Alcance de las Obras y Estudios previos para Ingeniería.

Previo al inicio de los trabajos se considera la ejecución de sondajes geotécnicos complementarios de reconocimiento para completar la caracterización del subsuelo en los sectores de atraque, incluyendo algunos ensayos especiales de terreno para investigar riesgo de licuefacción en el subsuelo.

Los sondajes son del tipo rotación con muestreo de suelos y rocas y del tipo penetración de cono estático CPT-U.

La cantidad preliminar estimada de puntos de reconocimiento geotécnico es la siguiente:

Sondajes de rotación terrestres y marinos 10

Sondajes para dragado 4

Calicatas 30

Como trabajos previos a las obras se considera el desarrollo de la Ingeniería de detalle, incluidos los estudios geotécnicos y de análisis de resultados de los ensayos ejecutados.

Estudios de Ingeniería realizados

Estos grandes proyectos portuarios en que se considera el diseño de un puerto completo desde cero requieren estudios y análisis profundos de las condiciones marítimas y también realizar modelaciones físicas a escala para simular las condiciones a las que se verá enfrentado el futuro puerto, esta modelación se hizo en el Instituto Nacional de Hidráulica (INH). El objeto de esto es evaluar las condiciones de agitación por oleaje al interior del puerto y el comportamiento de buques atracados en el nuevo frente de atraque. Los principales estudios son:

- Estudio de agitación en modelo físico tridimensional
- Estudio de movimientos de buque atracado en modelo físico tridimensional

El modelo físico tridimensional se construye a una escala 1:125, sin distorsión y con lecho fijo.

La Figura 3-1 muestra una Planta General del modelo físico 3D

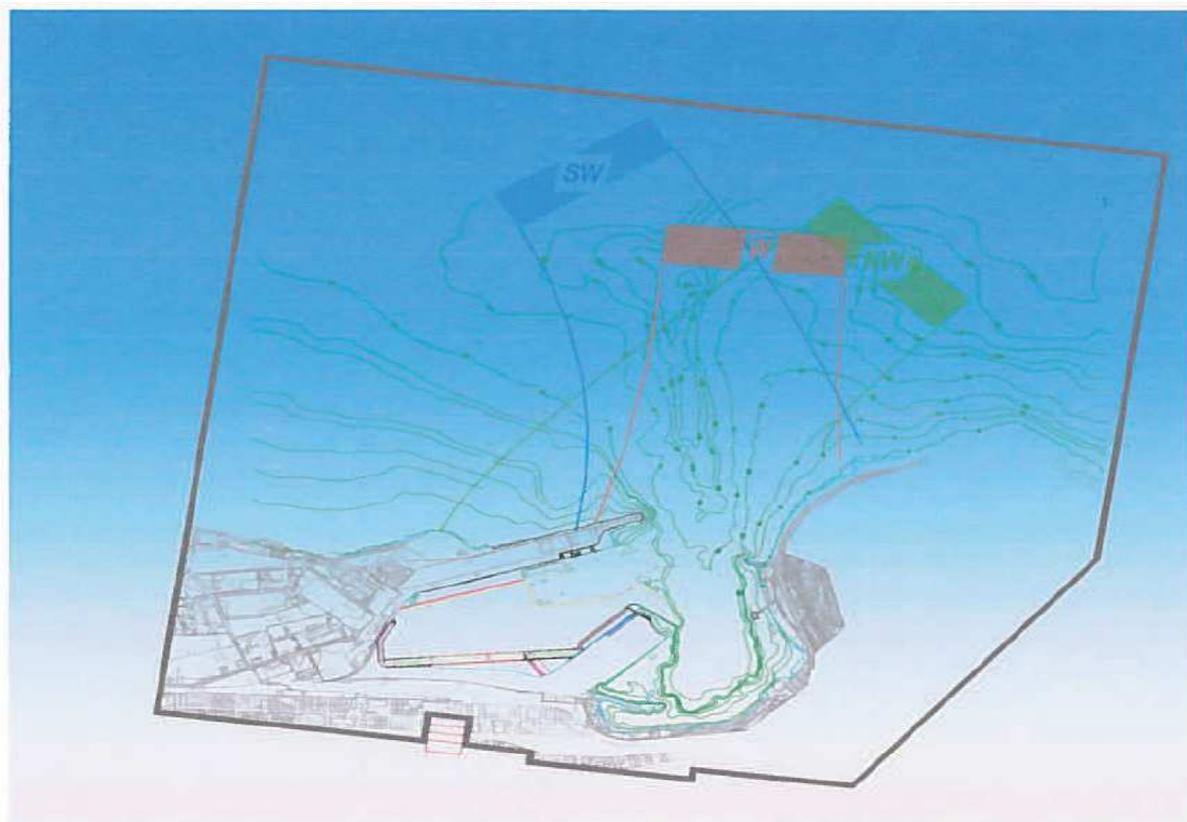


Figura 3-1 Planta General modelo físico 3D Puerto San Antonio Escala 1:125

Sobre la base de los antecedentes recopilados y aprovechando que en las instalaciones del INH existe un modelo físico del puerto de San Antonio, éste se re-acondiciona. En el interior de la zona portuaria se replantea el nuevo frente de atraque en el sector de la costanera, el nuevo espigón de pilotes, obras de protección de escolleras y dragado a la cota -15 m NRS.

En las fotografías N° 1 a 3 se muestran las etapas previas y el modelo terminado



Foto N° 1: Reparación Fondo marino .



Foto N° 2: Construcción nuevas obras.

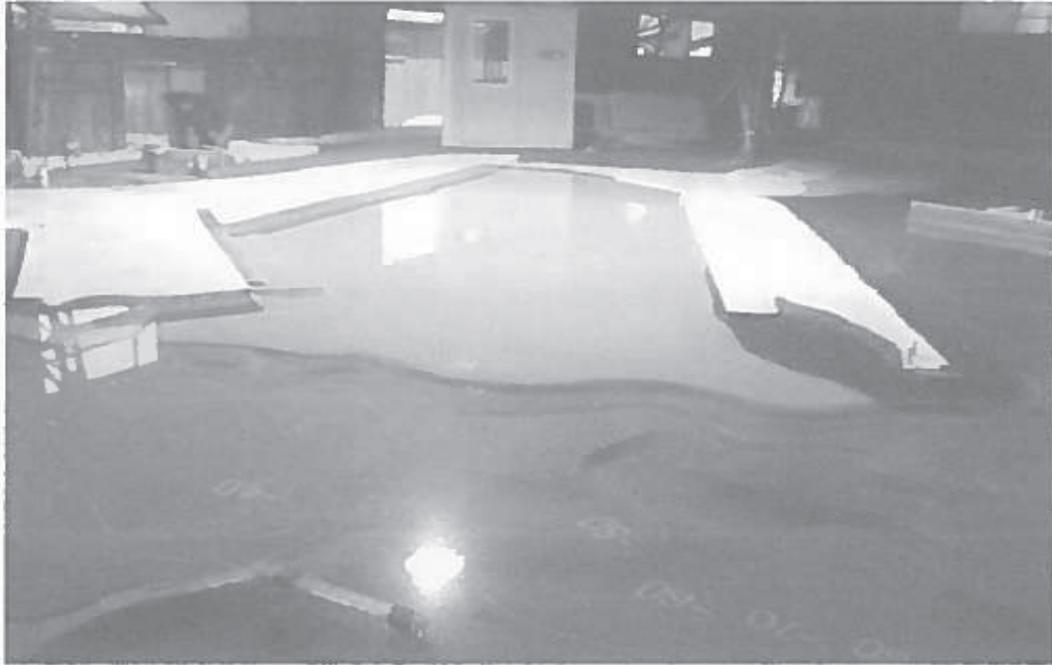


Foto N° 3: Nueva configuración interior del puerto

Para el desarrollo de las experiencias, en el INH se construyen dos buques de diseño, con la forma y características a partir del buque base

Los buques considerados son:

Buque de Portacontenedores; se utiliza como buque base el diseño del buque Porta Contenedores Post Panamax Savannah Express, de Hapag Lloyd de Alemania, utilizando la misma escala, 1:125 que la del modelo físico tridimensional.

Las características principales de buque se muestran a continuación:

Tipo	Nombre	Eslora LOA	Manga	Calado	Carga
Portacontenedores	Savannah Express	332m	43,2m	14,5m	8.400 TEU

Figura 3-2 Buque de Diseño Terminal Costanera



Figura 3-3 Buque Base Porta Contenedores en pruebas de mar

A continuación, se muestra una parte del proceso constructivo del modelo

El modelo es lastrado hasta su línea de flotación considerando la operación con un calado de 12 m, condición que es aprobada por PRDW, responsable del diseño del puerto



Construcción



Buque con Cubierta

Prueba de Flotación y Estanqueidad



Modelo Buque Terminado

Buque RO RO; se utiliza como buque base el diseño del buque RO RO “Grand Duke”, utilizando la misma escala, 1:125 que la del modelo físico tridimensional.

Las características principales de buque se muestran a continuación:

Tipo	Nombre	Eslora LOA	Manga	Calado	Peso Muerto
RO-RO	Grand Duke	200m	32,3m	9,63m	18.315 DWT

Figura 3-4 Buque Base para el Diseño



Figura 3-5 Buque Base ROLL-ON / ROLL-OFF

A continuación, se muestra una parte del proceso constructivo de ambos buques

El modelo es lastrado hasta su línea de flotación considerando la operación con un calado de 8 m, condición que es aprobada por PRDW, responsable del diseño del puerto.



Construcción vista de popa



Construcción vista de proa



Prueba de Flotación y Estanqueidad



Modelo Buque Terminado

Una vez construido el modelo físico del puerto, se equipa con un sistema de generación de oleaje y un sistema de medición y adquisición de datos. Los instrumentos que se utilizan son:

Wave Synthesizer: Software que permite crear espectro de olas y capturar los datos de los sensores.

Paleta de Olas: Dispositivo servo hidráulico controlado por el Wave Synthesizer

Sondas de oleaje: Instrumento que mide las variaciones del nivel de agua mediante el método resistivo

Sensores de movimiento (Strain Gauge): Sensores ópticos que detectan el movimiento el buque atracado.

Sensores de esfuerzo: Instrumentos de tipo piezoeléctrico para medir esfuerzos de amarras y defensas

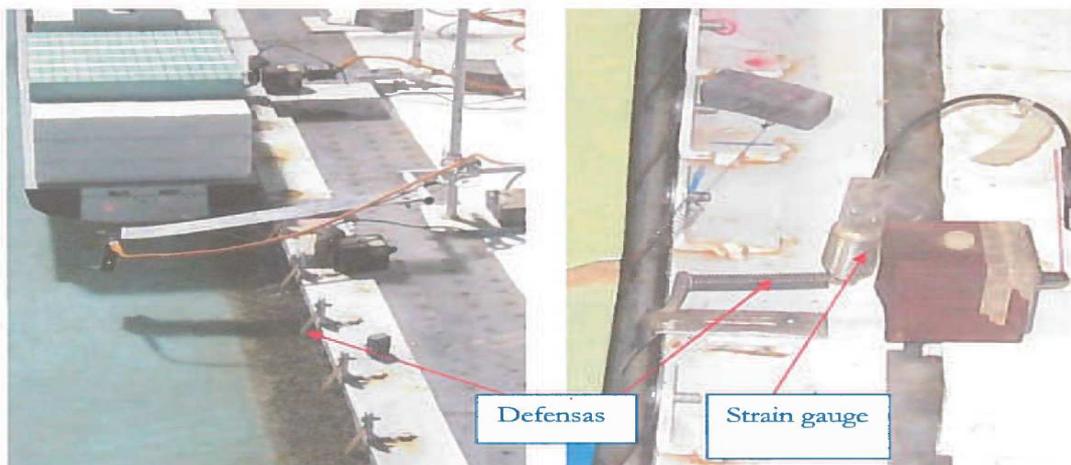


Figura 3-6 Utilización de equipos e Instrumentos de medición a escala



Figura 3-7 Ubicación Buque Porta contenedores en Muelle Costanera



Figura 3-8 Ubicación Buque Porta Contenedores a escala 1:125 en Modelo Físico en INH

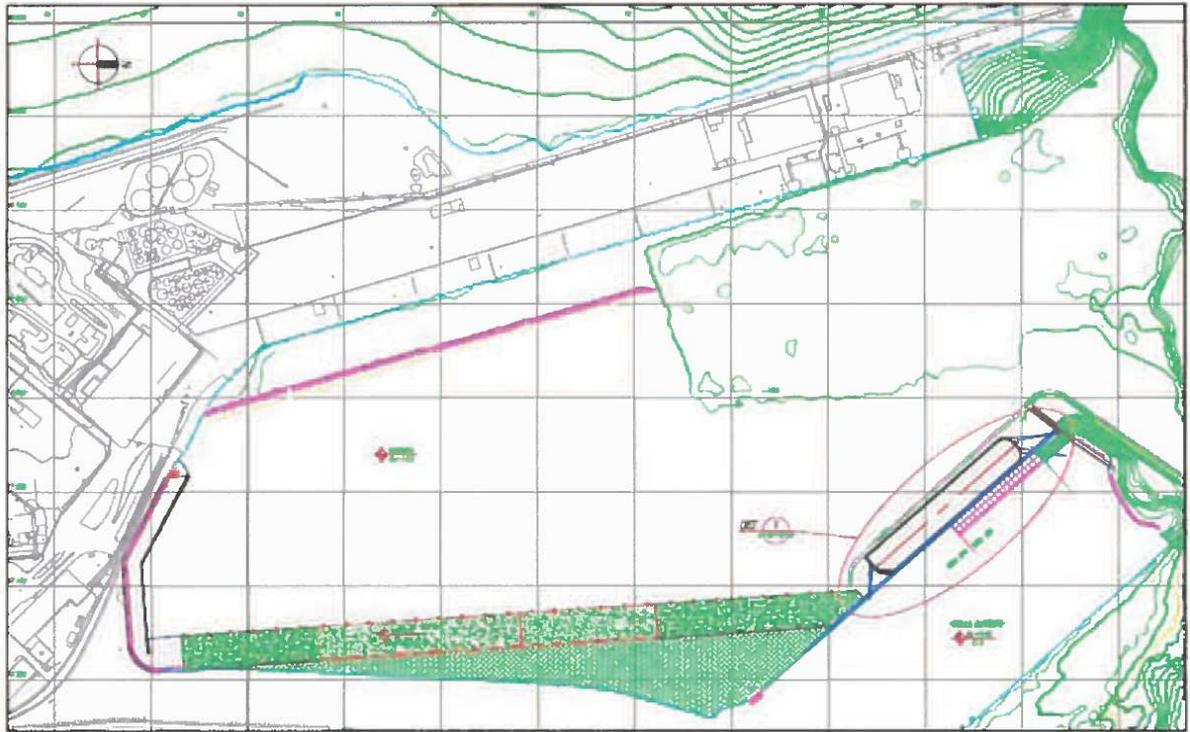


Figura 3-9 Ubicación Buque RO-RO EN Sitios 4-5

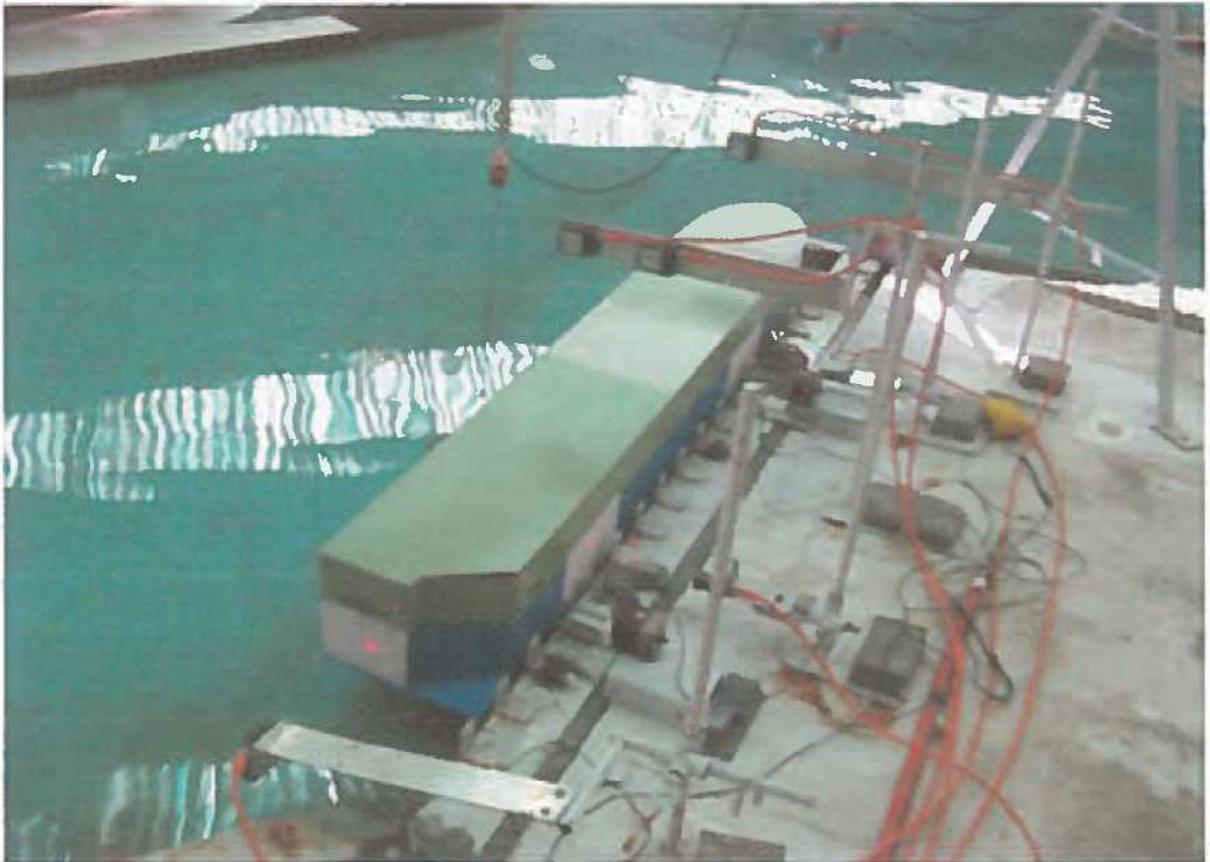


Figura 3-10 Ubicación Buque RO-RO a escala 1:125 en Modelo Físico en INH

3.1.4. Alcances para desarrollar la Ingeniería de Detalles

De acuerdo a las Bases de Licitación del contrato de concesión, la ingeniería de detalles desarrollada por Belfi para cada una de especialidades que involucra el proyecto considera cumplir los requerimientos indicados en el Anexo IX Criterios de Diseño y Mejoras, para cada especialidad o tema (ver Anexo 8.3)

Con los resultados de los estudios realizados que se señalan en el capítulo 3.1.3 Alcance de la obras y Estudios previos para la Ingeniería, los ingenieros de Belfi preparan y entregan la ingeniería de detalles para cada una de las especialidades involucradas en el proyecto, (ver Anexo 8.3).

El alcance de la ingeniería de detalles involucra los siguientes documentos:

a) Criterios de Diseño, estos representan los requerimientos técnicos mínimos que se aplican en el desarrollo de la Ingeniería de Detalle de las obras marítimas del proyecto. Estos criterios se complementan entre otros temas, con las Normas y Referencias que todas las estructuras proyectadas deben cumplir, ya sea aplicando Normas chilenas como también Normas y Manuales extranjeros

b) Memorias de Cálculo, que contienen los criterios, metodologías y cálculos estructurales a nivel de ingeniería de detalles, sobre la base de los Criterios de Diseño y Mejoras en conjunto con requerimientos adicionales que solicita Puerto Central S.A. (PCE)

c) Especificaciones Técnicas, representan los fundamentos técnicos mínimos, que se deben aplicar a la construcción del Muelle Costanera. El Contratista es el responsable de su procedimiento de construcción y de la estabilidad de las estructuras (permanentes o transitorias) durante todo el proceso constructivo.

d) Informes Técnicos, Hojas de Datos, Fichas Técnicas de suministros, etc.

e) Planos de cada especialidad, aprobados para Construcción

Las especialidades contempladas corresponden a:

Ingeniería Marítima
Ingeniería Portuaria
Ingeniería Estructural
Ingeniería Eléctrica

Para este proyecto, los temas que involucran las diferentes especialidades son:

- 1) Obras Marítimo Portuarias
- 2) Pavimentos de Explanadas
- 3) Obras Eléctricas
- 4) Obras Sanitarias y de Evacuación de Aguas Lluvias
- 5) Sistema Contra Incendios
- 6) Estructuras Edificios y Almacenes
- 7) Vías Férreas y de Grúas

3.1.5. Obras Ejecutadas según la Ingeniería de Detalles aprobada para Construcción

Una vez que EPSA aprueba el Informe Inicial que presenta PCE con toda la ingeniería de detalles y la documentación explicativa de cada Proyecto de Inversión, PCE entrega el terreno a BELFI para que inicie las diferentes obras.

A continuación, se muestran algunas de las principales construcciones de cada Fase

Fase 0, habilitación sitios 4 y 5.

a) Dragado hasta la cota -12.0 m. NRS en todo el sector frente a los sitios 4 y 5 existentes, en una longitud aproximada de 352 m., por delante del tablestacado que se instala al pie de los sitios existentes, según se muestra en Figuras 2-13 y 2-14. El material dragado se lleva al punto de vertido V3, a 5 millas náuticas, aprobado en la RCA 029



Dragado con grúa a Ganguil



Dragado desde Balsa TILGO

Dragado al punto de Vertido V3

b) Tablestacado al pie de los sitios 4 y 5 existentes, requerido para lograr un frente de atraque de 312 ml con cota de fondo -12.0 m NRS, ver Figuras 2-13 y 2-14.



Hinca de Tablestacas en Sitio 5.



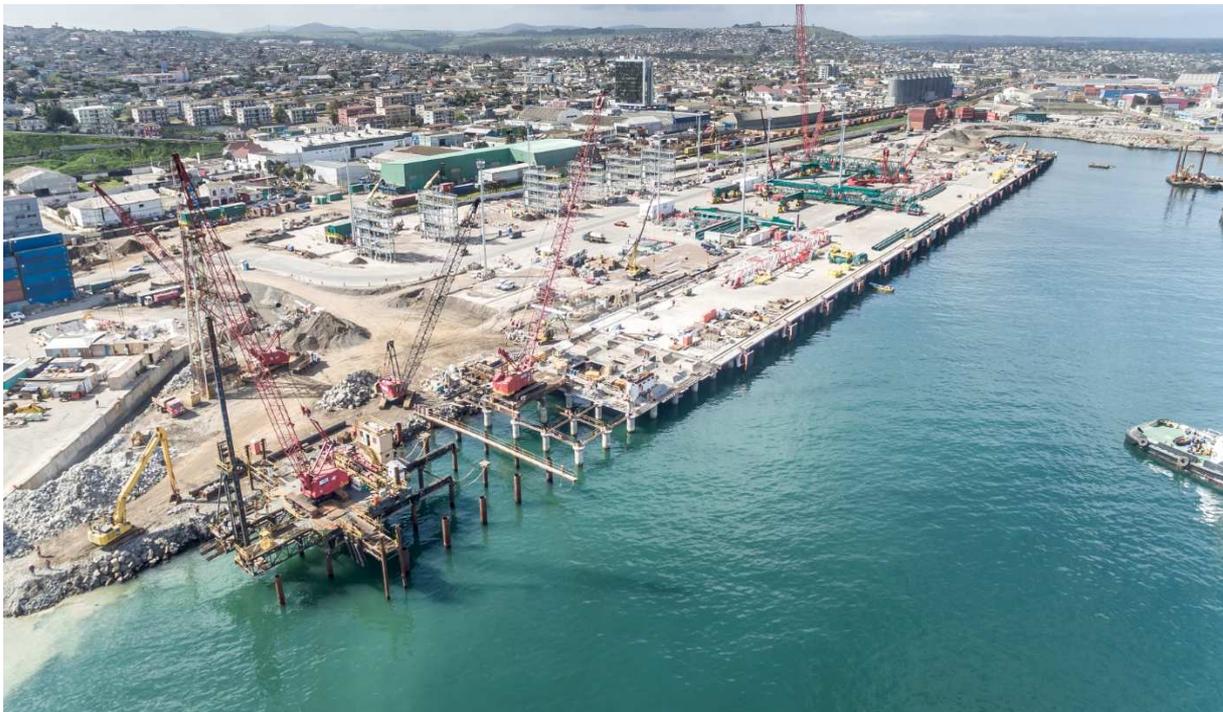
Hinca y corte de tablestacas en Sitio 4.

c) Repavimentación provisional de pavimentos del espigón de respaldo de los sitios 4 y 5. Considera la rehabilitación, incluida nivelaciones y reparaciones de los pavimentos de las explanadas.



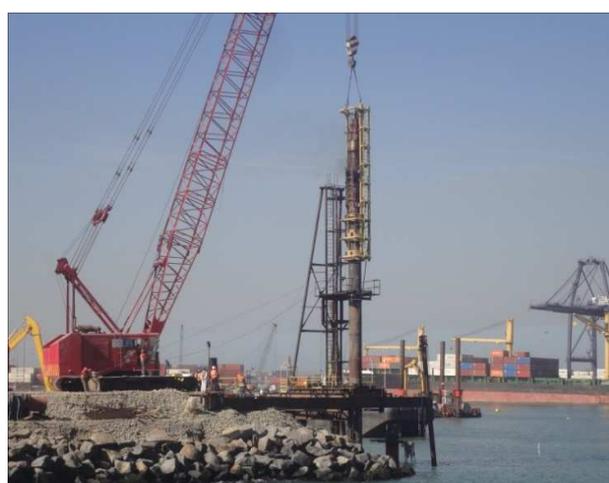
Reposición Pavimentos Sitio 4 y 5

Fase 1A, Construcción frente de atraque de 350 metros y explanada de respaldo.



CONSTRUCCIÓN MUELLE COSTANERA FASE 1 SECTOR 1A

a) Muelle marginal transparente de 350 metros de largo, es materializado por un tablero de hormigón armado con vigas de hormigón armado, estructurado sobre pilotes de acero, hincados en el fondo marino, con un prisma de núcleo y enrocados bajo el muelle. Con una profundidad de -15.0 m NRS en el frente de atraque para dar acceso a la nave de diseño



Hinca de Pilotes

Su Delantal tiene el ancho necesario para apoyar la Grúa Pórtico de Muelle, y se diseña para las cargas mínimas establecidas en el Anexo IX criterios de Diseño de Obras y Mejoras. (ver Anexo 8.3)



Vistas de Avance de Pilotes y Construcción del Tablero del Muelle



Montaje de Losas Prefabricadas del Muelle



Montaje Armadura de Losa del Tablero del Muelle



Vista de Avance de Hincia de Pilotes con Método Sobre Cabeza

Su disposición y estructuración en las fases IA y IB se muestra en Figuras 2-15, 2-17 y 2-21.

b) Rellenos de explanadas posteriores al muelle, y sus protecciones mediante enrocados. Los rellenos se disponen desde el trasdós del prisma bajo el muelle, hasta el borde de la costanera y sobre ellos se construyen los pavimentos nuevos.

La compactación de la explanada se ejecuta mediante el procedimiento de compactación dinámica que consiste en dejar caer una masa de 25 a 30 ton desde una altura de 25 metros, este procedimiento es la mejor alternativa para compactar grandes superficies ya que puede lograr compactaciones hasta unos 15 metros de profundidad. El número de golpes por punto de compactación y la grilla de compactación se obtiene del resultado de los sondajes que se hacen a toda la explanada donde se encuentran los sectores que tiene mayor probabilidad de sufrir una licuefacción durante un sismo. Para verificar que se cumple el grado de compactación requerido, se hacen sondajes a una profundidad de 10 metros cada 2.500 m².



Torre para Compactación Dinámica

La disposición general de la explanada se puede ver en Figura 2-17.

El prisma bajo el muelle, que se dispone sobre el fondo marino, es protegido por filtros y enrocados suficientes para protegerlo del oleaje máximo, el que se determina en los modelos físicos.



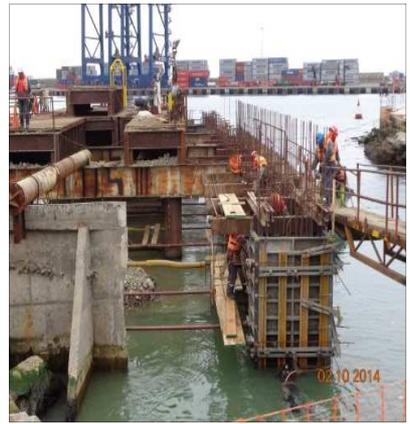
Relleno del Prisma bajo el Muelle

c) El Dragado contempla dos sectores diferentes. El Dragado de construcción, que se ejecuta bajo el prisma y de los rellenos de explanada, (ver Figura 2-17), y el Dragado de Concesión que es hasta una profundidad de -15,0 m NRS, en una franja de 60 metros de ancho, en todo el frente de atraque y que retorna hacia el fondo de la poza en el norte y retorna por detrás del nuevo rompeolas, en el costado norte del espigón, de acuerdo a plano de disposición general (ver figura 2-20).



Dragados de Concesión en 60 metros de ancho hasta -15 mts. NRS

d) Modificación del Molo del Espigón, consiste en retirar la protección existente, reemplazándola por un rompeolas que permita el ensanche del acceso a la poza. Los trabajos contemplan retiros de enrocados, excavaciones, protecciones y la construcción de un rompeolas atenuador de oleaje.



Modificaciones del Molo del Espigón

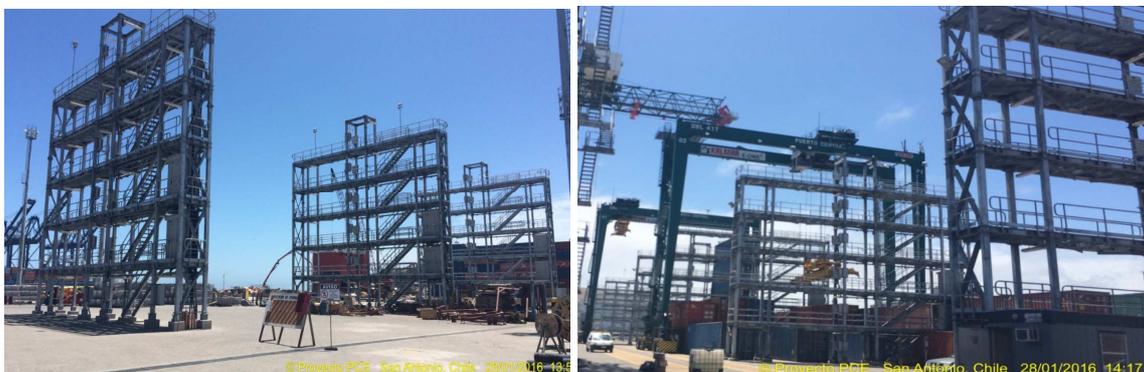
e) Pavimentos y servicios en áreas de respaldo del muelle marginal. Se considera la ejecución de pavimentos nuevos en los sectores correspondientes a las nuevas explanadas detrás del muelle costanera y fondo de poza. La disposición en la Fase IA (ver figuras 2-20 y 2-21)



Pavimentos de Adocreos (flexibles)

El diseño considera las cargas de contenedores, equipos y sobrecargas establecidas en los criterios de diseño. Se consideran pavimentos de adcretos diseñados para cargas de 6 contenedores de alto

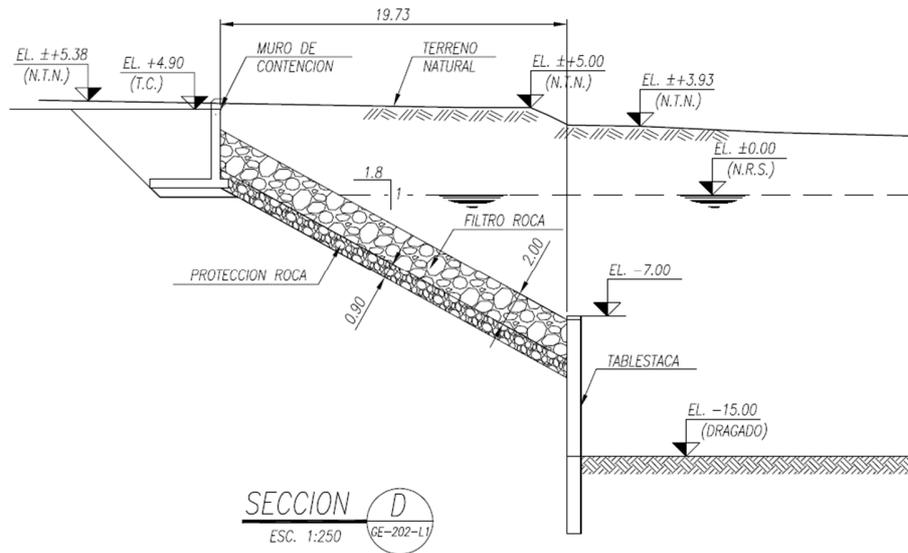
Torres de Refrigeración: En las explanadas se considera el montaje de 34 Torres de Refrigeración



Fase 1B, Construcción frente de atraque de 350 metros y explanada de respaldo.

- a) Prolongación del muelle marginal hasta completar 700 metros de largo, con las mismas características y criterios de la Fase 1A.
- b) Rellenos de explanadas posteriores al muelle, y sus protecciones mediante enrocados, con los mismos criterios de la Fase 1A.
- c) Dragado de la faja IB considera el dragado de construcción correspondiente a su fase y el dragado de concesión, hasta una profundidad de -15,0 m NRS. Esto se puede ver en figura 2-20
- d) Pavimentos y servicios en áreas de respaldo a Muelle Marginal. Considera el término de los pavimentos de las nuevas explanadas.
- e) Construcción de protección de fondo de poza, mediante enrocados. En el término del fondo de la poza que queda a la cota -15 m. NRS se construye una protección de los rellenos y explanadas posteriores, que forman parte de áreas de la concesión y de una servidumbre para vías de FF CC,

La protección en el anteproyecto de oferta, se considera una combinación de tablestacas y taludes de enrocado los que se disponen según se muestra a continuación. El tablestacado es el límite de batería del dragado.



Obras Terrestres.

- a) Cierros Se consideran solo cierros de placa prefabricada.
- b) Demolición de edificaciones existentes y construcción de nuevos edificios.
- c) Reposición de pavimentos: El diseño considera las cargas de contenedores, equipos y sobrecargas establecidas en los criterios de diseño. Se ha considerado pavimentos de adocretos.
- d) Obras eléctricas.

La alimentación eléctrica general del proyecto se considera a partir de un patio en 66kV, distribuida hacia las salas eléctricas modulares y centros de transformación en forma subterránea.

La distribución secundaria considera centros de distribución de cargas en Media Tensión y Baja Tensión, para la alimentación de los servicios básicos y operativos del proyecto: edificios principales, reefers, grúas gantry e iluminación de patios.

La iluminación exterior es realizada a través de torres de iluminación emplazadas de acuerdo a los requerimientos lumínicos.

Para el aciducto se incluye una partida que incluye fuerza y control para alimentar 4 bombas de ácido con una potencia estimada de 75 kW cada una, en base a un flujo por bomba de 500 m³/h, y cota piezométrica total de 20 m, para una densidad de 1.850 kg/m³. Parte del equipamiento incluye TDF's, Alimentadores y canalizaciones, ductos para instrumentación, Tableros para PLC, caudalímetro, etc.

- Red de Fibra óptica

- Equipos de terminación para enlace interior por edificio

- Sistema CCTV, con un máximo de 8 cámaras tipo IP, a instalarse en torres de alumbrado o en edificios.



Construcción Obras Underground previo a los pavimentos

e) Red de recolección de aguas lluvias:

Se considera la construcción de la red de alcantarillado de aguas lluvia en los sectores Costanera – Espigón. Se consulta la ejecución de aprox. 5500 ml de tuberías de diámetros entre 150mm y 900mm, cámaras de inspección, sumideros, cámaras desgrasadoras y obras de descarga al mar.

La materialidad de los tubos es consecuente con los caudales, profundidad y cargas a las que estén sometidas las redes.



Sumideros de Aguas Lluvia

f) Red de incendio.

Se considera construcción de red de incendio en los sectores Costanera – Espigón, cumpliendo con los requerimientos de Caudales y Presiones descritos en los Criterios de Diseño de las Bases de Licitación,

Se consulta instalación de aproximadamente, 3000 ml de cañerías de diámetros entre 150mm y 300mm, válvulas y grifos necesarios para el buen funcionamiento de la red y los cuarteles requeridos. Se considera que el suministro de caudal se obtiene mediante conexión a red existente. Se excluyen estanques y sistema de bombeo.



Grifos Red contra Incendios

g) Red de aciducto.

Se considera la habilitación de un punto de embarque durante la fase IA y de un segundo punto de embarque en la fase IB, pero luego, por motivos operacionales los puntos de carga de ácido se cambian de posición, quedando ambos puntos en la Fase 1B (sector sur y sector norte).

Todas las tuberías de acero negro de 20", y su fitting asociado se cambia por acero inoxidable AISI 316 L, de 16" y se incorporan al suministro las válvulas motorizadas, sensores, conexionado de los instrumentos de control, los gabinetes de I/O remotos y fibra óptica todo el sistema de monitoreo y control de carga de ácido. Se incluye la construcción de trinchera, pozos de drenaje y cámaras.



Montaje Cañería para Aciducto en Trinchera



Montaje Cañería bajo el Muelle



Montaje de Cuadro de Válvulas para Acido

CAPÍTULO 4. Características Principales del Contrato de Construcción y relación con Empresa Portuaria San Antonio.

4.1. Generalidades

El 18 de marzo de 2011, Pulogsa a través de su filial Puerto Lirquén S.A. participa en la Licitación pública Concesión Portuaria FRENTE DE ATRAQUE COSTANERA ESPIGON Puerto de San Antonio, la cual dentro de sus requerimientos están la ejecución de Proyectos Obligatorios de Inversión consistentes en Desarrollo y Aporte de Infraestructura Portuaria, para lo cual invita a la Empresa Constructora Belfi S.A. (BELFI) para que haga un estudio y presente un presupuesto detallado, incluida su curva S y su flujo de inversiones de los trabajos de la Fase I.

Puerto Lirquén S.A. crea la empresa Puerto Central S.A. (PCE), para que se haga cargo de la Administración y operación de esta Concesión, y PCE, contrata a la Empresa Constructora Belfi S.A. (BELFI), bajo un contrato de Construcción tipo EPC a suma alzada, con algunas partidas a Serie de Precios y Proforma, que forma parte de la Fase I de los Proyectos Obligatorios de Inversión de la Concesión, además, del mejoramiento de los Sitios 4 y 5 (Fase 0).

La Ingeniería considera realizar la ingeniería básica y de detalle de las obras marítimas del proyecto, e incluye estudios en modelos matemático y físico para el diseño de las obras, además la exploración geotécnica adicional y la ingeniería geotécnica para el proyecto.

OBJETIVOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE LA CONCESION	
FASE 0 (Proyectos Voluntarios)	FASE 1 (Proyectos Obligatorios)
Aumentar la profundidad del frente de atraque conformado por los sitios 4 y 5 desde la cota -10 m NRS a la cota -12 m NRS	Construcción de un frente de atraque de 700 m de longitud y sus explanadas de respaldo, con una profundidad inicial de -15 m NRS
Pavimentación de 24.000 m ² con adocreos	Materializar las obras de terminación del Fondo de la Poza
	Remoción del molo de protección del espigón ubicado en el extremo del sitio 5 y la construcción de un nuevo rompeolas que permita el ensanche del acceso a la poza sur y la protección de los sitios.
	Obras de pavimentos de alrededor de 140.000 m ²
	Construcción de Servicios, entre ellas la red de incendio, agua potable, aguas lluvias y alcantarillado, Instalaciones eléctricas, incluyendo las subestaciones de alta y media tensión, Torres de Iluminación, Estructuras para Operación y Mantenimiento de Contenedores Reffers Habilitación de 2 puntos de Embarque de Acido

Finalmente, el Contrato de Concesión se firma con fecha 8 de agosto de 2011

El Plazo para entregar las obras que forman parte del POI a EPSA es de 84 meses a contar de la fecha de la Entrega del Terreno (07-11-2011), esto significa que la fecha de Recepción de obras por parte de EPSA es el 08 de noviembre de 2018

4.2. Descripción del Contrato de Construcción PCE – BELFI

4.2.1. Límites de Batería del Contrato

El límite de batería que condiciona Belfi para cumplir los plazos de construcción es que la RCA para la Fase 0 se consiga antes de mayo de 2012 y la RCA para la Fase 1 se consiga antes de mayo de 2013.

El alcance del contrato de construcción entre Belfi y PCE también contiene los mismos alcances en lo que corresponde al desarrollo de la infraestructura para la Fase 1 como parte del POI y también para las obras de infraestructura de la Fase 0

Belfi, junto con su oferta técnica económica entrega un documento llamado Alcances de los Trabajos donde indica algunas obras o actividades donde limitan su participación o simplemente no las consideran parte de sus responsabilidades, como las siguientes:

- Costos por mitigación de contaminaciones en tierra o mar que no sean de su responsabilidad, por ejemplo. derrames de hidrocarburos, retiro de restos náuticos, daños en el muelle por efectos de embarcaciones
- Costos por suministro y montajes del sistema de bombeo de ácido desde la zona de alimentación
- Costos por detención de faenas ante huelgas u otros eventos sociales que no son de su responsabilidad

4.2.2. Características principales del contrato de construcción Ventajas y Desventajas

Generalidades del Servicio de la empresa constructora en el Contrato tipo EPC

En general la documentación técnica entregada por EPSA para evaluar los proyectos obligatorios de inversión, solo abarca Criterios Mínimos de Diseño, parámetros del tipo de naves y condiciones de cotas de dragados, con la idea general de lo que se debe construir más la ingeniería conceptual e ingeniería geotécnica de referencia. Por este motivo la opción de establecer un contrato de construcción tipo EPC con la empresa constructora Belfi S.A. es la mejor pues esta empresa es la de mayor experiencia, recursos, y con personal técnico y profesional especializado por años en proyectos marítimo portuarios de Chile, además de tener una gran capacidad financiera para enfrentar proyectos de gran envergadura como éste.

Este tipo de contratos de construcción presentan ventajas y desventajas respecto de otros modelos de contratos como por Administración, a Serie de Precios Unitarios, entre otros, por lo que dependiendo del tipo de proyecto el contrato tipo EPC proporciona más ventajas que otros. A continuación, se mencionan algunas de las ventajas y desventajas.

Ventajas:

- 1.- Prácticamente no hay gastos imprevistos en la construcción pues el costo de construcción que se pacta considera el proyecto 100% terminado y PCE siempre sabe cuánto es el costo total.

2.- Así como se fija el costo de construcción también se fija el plazo de entrega, por lo que BEFLI asume la responsabilidad de las compensaciones en el caso de que la obra se retrase.

3.- PCE no necesita invertir en esfuerzos adicionales en la obra, por lo que tampoco se hace responsable de aspectos de esta. Esto es importante pues así PCE no distrae recursos que son propios de su actividad de operador de puertos.

4.- Un contrato EPC permite a la empresa constructora disponer de todas las herramientas, personal, materiales y equipos necesarios para el buen desarrollo de la obra, sin necesidad de aprobaciones previas lo que disminuye los tiempos de ejecución de los trabajos.

5.- Un contrato EPC tiene la flexibilidad para permitir la intervención del mandante en mejoras de diseño para que sean totalmente funcionales para la operación del puerto y no solo cumplan los estándares de diseño en cuanto a resistencia y calidad, sin que eso implique un costo adicional

Desventajas:

1.- El mandante (PCE), debe ser riguroso en comunicar con claridad y detalle al Constructor, sus requerimientos comerciales, operativos y de seguridad para realizar las operaciones de comercio portuario, tal que los considere en sus diseños y métodos constructivos; si esto no se hace, puede haber errores graves o desacuerdos al momento de entregar la obra, que pueden ser muy costosos o restrictivos para sus operaciones.

2.- Ya que Belfi asume prácticamente todo el riesgo de la construcción, el costo de construcción tiene incorporado de manera importante este factor, por lo que comparativamente la propuesta puede ser más cara que un contrato bajo otra modalidad donde el riesgo sea más compartido con el mandante.

3.- Las oportunidades de mejora siempre están por el lado de mejoras en la coordinación con el contratista principal, por ejemplo, para corregir oportunamente cualquier inconveniente en el avance de las obras, para mejorar las propuestas de la Ingeniería de Detalles que puedan afectar a las operaciones de carga y descarga futuras.

4.2.3. Relación con la Empresa Portuaria para el proceso de Aprobación Inicial de Proyectos

El objetivo principal del Contrato de Concesión es que el Concesionario asuma la responsabilidad de construcción, operación y mantención del Frente de Atraque por un período de 20 años, para lo cual debe desarrollar una serie de obras de infraestructura y suministros de equipamiento, de acuerdo a un conjunto de Criterios mínimos de diseño y una ingeniería conceptual. La evaluación técnico económica que presenta Belfi incluye todos los conceptos técnicos requeridos en las bases de licitación y además incorpora los requerimientos operativos para que PCE pueda operar el puerto por el período concesionado, teniendo incluso la posibilidad de hacer mejoras durante el período de concesión para optar a la Fase II que le permita extender la concesión por 10 años más.

Para entregar el Informe Inicial, además de los costos y alcances que presenta Belfi, PCE incorpora sus costos de la Oficina Técnica para la administración del proyecto, directos e indirectos, Seguros,

contratación de Asesorías externas, Asesorías legales para evaluación de conflictos e Imprevistos, trámites ante Organismos gubernamentales y costos y condiciones que son propios de su gestión operativa

Como es un contrato EPC que significa que el presupuesto que considera Belfi abarca todo lo que se requiera para construir las obras de Infraestructura comprometidas en la Concesión, el itemizado del presupuesto que presenta Belfi es solo para efectos referenciales y como un marco de control de avance de las futuras obras ya que las cantidades de obras allí indicadas pueden variar.

EPSA cuenta con su equipo de profesionales y técnicos que revisan, analizan y consultan sus dudas respecto de lo que PCE presenta y una vez que está conforme con todas las aclaraciones y sus propios análisis da la Aprobación Inicial, que incluso puede contener condiciones y/o modificaciones al alcance. Con esto se cumple la etapa llamada Aprobación Inicial, lo que permite iniciar la construcción.

4.2.4. Problemas o Temas a solucionar para la Aprobación Inicial de EPSA

Normalmente los mayores problemas o controversias se presentan con los Ingenieros de EPSA respecto de las Normas de Construcción que se emplean para el diseño de las obras.

Por ejemplo, en los Criterios de Diseño y Mejoras se indican la aplicación de Normas de construcción nacionales y en algunos casos específicos también normas internacionales y el problema que se presenta es que, en algunos casos como las Normas de calidad de suelos, la normativa chilena no las define, las normas internacionales son mucho más exigentes respecto de las calidades de suelos, en particular la concentración de cobre en los suelos chilenos es mucho más altas que las máximas aceptadas internacionalmente por lo que se genera el problema que EPSA exige botar el excedente de suelos de rellenos en botaderos para materiales peligrosos cuando son suelos típicos de Chile, lo que significa un alto costo que se le debe agregar al proyecto ya que son suelos aptos para su utilización, según la norma chilena.

En el tema presupuestario el problema principal es que el análisis de costos que hace EPSA se basa en valores de suministros según la media nacional y no actualiza por regiones ni por situaciones comerciales que ocurran justo durante la evaluación como cambios imprevistos del valor del dólar

La burocracia de la autoridad marítima para aprobar proyectos de su área de competencia como la Señalética Portuaria es un proceso que puede durar hasta 2 años y la contradicción que se genera es que debe estar instalada para que apruebe el presupuesto, pero debería aprobarse el proyecto antes de construir, ya que así no se hace la inversión anticipada con el riesgo de que no sea aceptada

Los ejemplos anteriores provocan problemas con EPSA ya que dilata la Aprobación Inicial de los Proyectos de Inversión hasta que pueda tener la certeza de que los requerimientos sean cumplidos a cabalidad.

La mejor manera de superar estos problemas es tratar de anticiparse a ellos e involucrar el equipo técnico de EPSA para buscar la mejor alternativa en conjunto.

Planificación General de los Trabajos

La administración de este Proyecto tiene la particularidad para PCE pues debe administrar el contrato de concesión del Puerto con EPSA y paralelamente debe administrar el contrato de construcción EPC con Belfi.

Belfi planifica sus adquisiciones, construcción y montaje, controla el avance de los trabajos y programa todas las etapas de la Obra para cumplir los distintos Hitos de su Contrato.

El programa de la Obra es entregado a la ITO PCE, antes de iniciar las obras y se basa en el programa entregado en la etapa de Licitación. (Ver Anexo 8.5 A).

El programa contiene las actividades principales y secundarias para una clara comprensión de los trabajos involucrados, a las cuales se le asignan: fechas de inicio y término, cantidades de obra, recursos de equipos y horas hombre, duraciones, relaciones de precedencia entre actividades, ruta crítica y cualquier otra característica que permite disponer de un programa que represente adecuadamente las obras que deben ejecutarse y el plazo para ejecutarlas, incluidas las horas hombre asignadas a las actividades del programa, con la cual se van comparando semanal y mensualmente los avances reales de las obras, identificando los potenciales atrasos y las acciones que se deben implementar para recuperarlos.

La calidad de las obras ejecutadas es de exclusiva responsabilidad de Belfi, por lo que a lo largo del contrato va entregando a ITO PCE todos los resultados de pruebas y de control de calidad que sean necesarios para asegurar la calidad de los trabajos y que éstos se desarrollen de acuerdo a las Especificaciones y a las instrucciones de la ITO PCE, para esto Belfi dispone de un sistema de autocontrol propio (o eventualmente subcontratado), el que tiene la responsabilidad de asegurar la correcta ejecución y control de calidad durante las etapas de las distintas partes de la Obra

Los servicios especializados de inspección tales como, pruebas de laboratorio, son contratados a CESMEC, DICTUC, IDIEM o un laboratorio de reconocido prestigio aprobado por la ITO PCE.

Como EPSA logra las autorizaciones ambientales (RCA) en distintas fechas según la Fase, de acuerdo al detalle siguiente:

Fase 0: RCA N° 029/2012 del 29 de febrero de 2012

Fase 1: RCA N° 051/2013 del 26 de febrero de 2013

PCE decide iniciar inmediatamente las obras de la Fase 0 (Mejoramiento de Sitios 4 y 5), y al mismo tiempo continúa colaborando con la tramitación de la presentación del EIA para la Fase 1, correspondiente a la Construcción del Terminal Costanera Espigón y sus áreas de respaldo.

4.2.5. Desarrollo y Construcción Fase 0 (Sitios 4 y 5)

La Fase 0, comprende en lo fundamental el reforzamiento de ambos sitios de atraque reforzando el talón con tablestacado entre los 10 metros actuales y los 12 metros para asegurar su estabilidad y con ello aumentar la capacidad operativa y garantizar la estabilidad de los sitios y el dragado de 2 metros de profundidad del frente de atraque de los sitios 4 y 5 hasta la cota -12m NRS. en una

franja según figura 4-9. También se cambian las defensas del muelle de neumáticos por defensas marítimas de patente de uso internacional para esos efectos.

El propósito de uso en relación con la Prestación de Servicios, consiste en aumentar la capacidad del frente de atraque para atender naves Car Carrier de hasta 240 mts. de eslora y la operación de grúas tipo Gottwald HMK-280E y camiones AASHTO HS20-44 con el objeto que puedan ser utilizados para la transferencia de cargas especiales, sobredimensionadas, u otras que requieran este tipo de servicios especiales.

Descripción	Eslora total (m)	Manga (m)	Calado (m)	DWT (t)	Desplazamiento	Capacidad (veh)
Barco Menor Car/truck Carrier	127	18,80	6,2	4.440	8.800	1.150
Barco Mayor 1 Car/truck Carrier	200	31,00	7,4	14.600	29.200	1.000
Barco Mayor 2 Car/truck Carrier	240	32,26	11,4*	38.486	64.460*	2.000

* Operará con calado restringido

Figura 4-1 Naves de Diseño para Sitio 4 y 5 (FASE 0)

En la figura 4-2 se presenta la planta general inicial de la Poza Grande del Puerto de San Antonio y en la Figura 4-3 se presenta el sector donde se ejecutan las obras de la Fase 0.

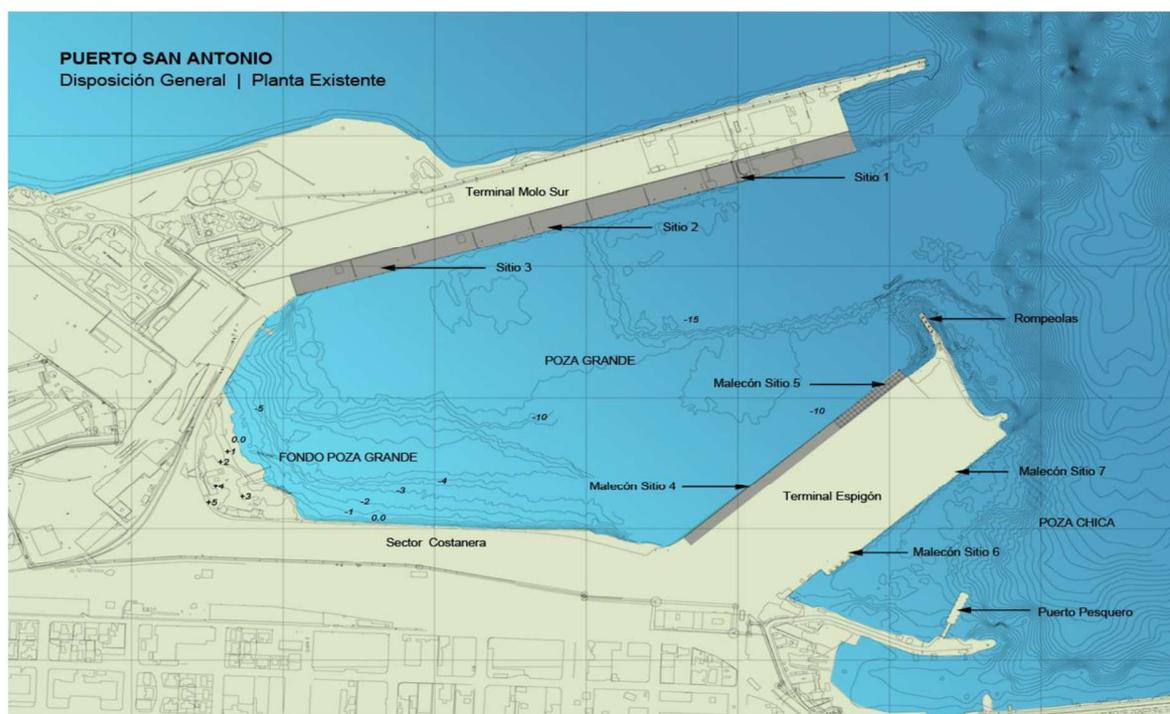


Figura 4-2 Planta General Puerto San Antonio

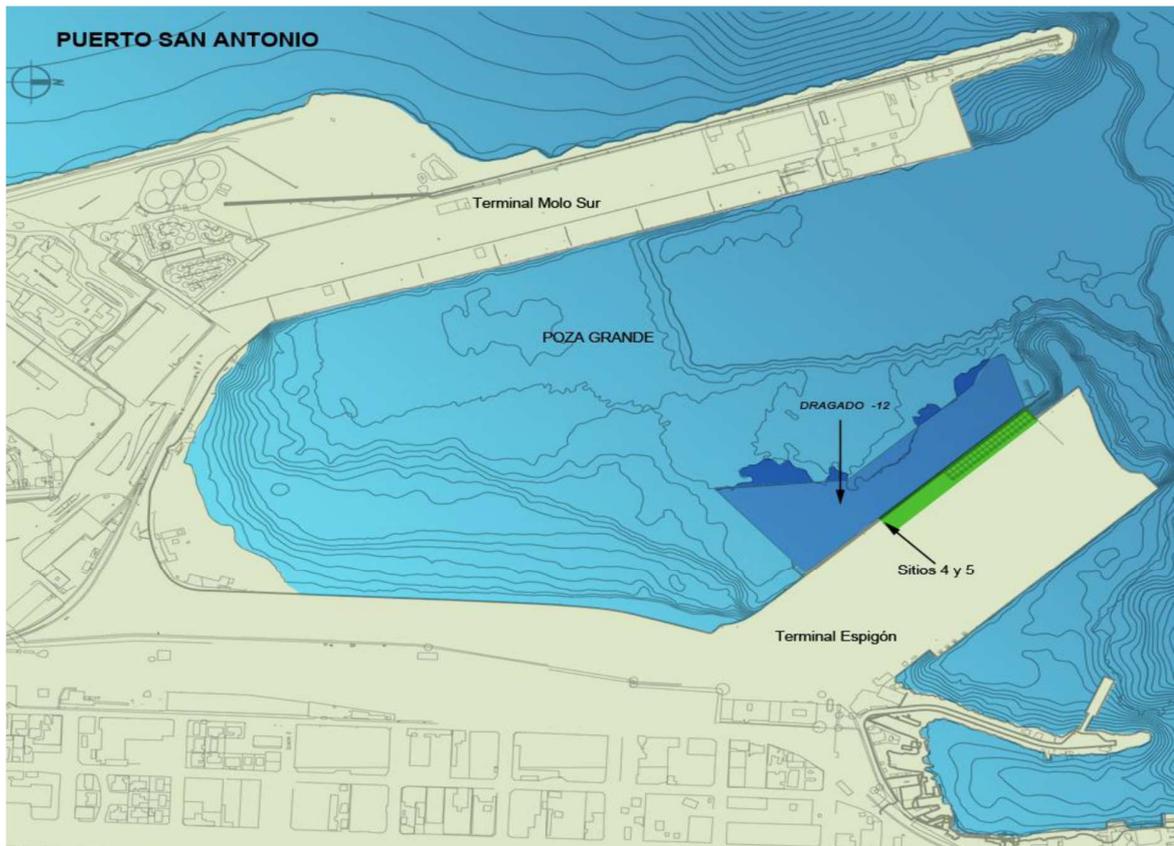


Figura 4-3 Nuevas Obras Fase 0 Sitios 4 y 5 Puerto San Antonio

Se presenta una descripción de las obras que se construyen en la Fase 0, separadas en tres sectores: Sitio 4, Sitio 5 y Dragado.

1. Sitio 4

Previo a la ejecución de las obras, el sitio 4 está constituido por un muelle opaco materializado por una combinación de tablestacas tipo PSp500L (NH) y KSIIL (AZ), las que estaban hincadas hasta una profundidad promedio -18 m NRS.

El sitio 4, conocido como Malecón Sitio 4, está conformado por un muro de tablestacas de acero, de 268m de longitud. Se encuentra coronado en su extremo superior por una viga de hormigón armado. Las tablestacas se encuentran ancladas mediante tensores de acero a un muro posterior de hormigón armado.

La nueva profundidad requerida (-12 m NRS) obliga a construir una estructura para reforzar el tablestacado existente.

La cota de coronamiento del sitio es la elevación +4.9m NRS.

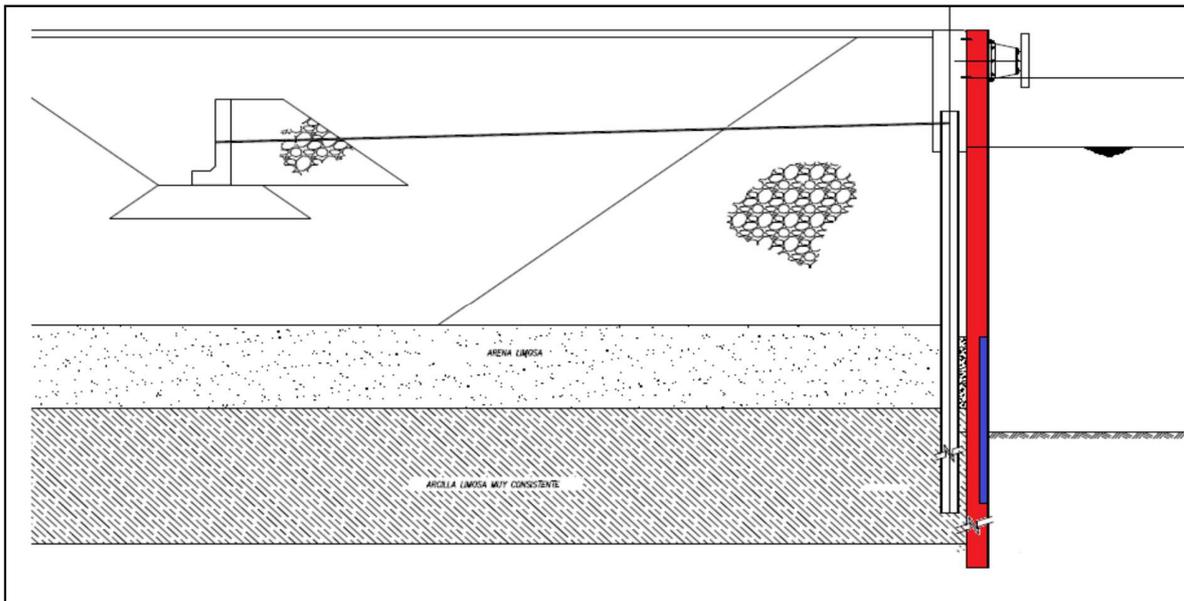


Figura 4-4 Esquema Estructura Adicional Sitio 4 sección transversal

En la Figura 4-4 se muestra la estructura adicional que se proyecta frente al sitio 4, que consiste en un tablestacado combinado de perfiles “H” y “AZ”. Los perfiles tipo “H” (color rojo) son hincados en el fondo marino y anclados con pernos en la viga de coronamiento existente. Entre los perfiles “H” se instalan perfiles tipo “AZ” (color azul) hincados en el fondo marino.

2. Sitio 5

El sitio 5 consiste en un muelle marginal de 118 m de largo. El tablero se encuentra conformado por una losa de hormigón armado sostenido por vigas principales transversales y longitudinales de hormigón armado y vigas longitudinales secundarias de acero embebidas en hormigón. El tablero se encuentra soportado por marcos transversales de pilotes espaciados cada 6 m. Cada marco cuenta con tres pilotes verticales cuya longitud libre se ve limitada por el nivel del enrocado ubicado sobre el fondo marino.

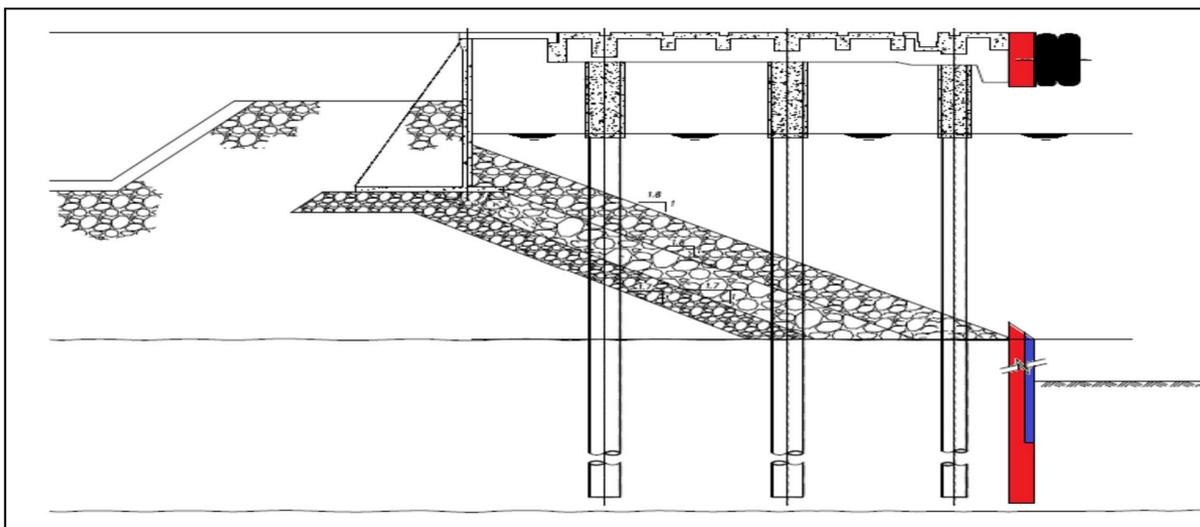


Figura 4-5 Esquema Estructura Adicional Sitio 5 sección transversal

En la Figura 4-5 se muestra la estructura adicional que se proyecta frente al sitio 5. Consiste en un tablestacado en cantiléver formado por perfiles combinado tipo “H” y “AZ”. Los perfiles tipo “H” (color rojo) y tipo “AZ” (color azul) son hincados en el fondo marino.

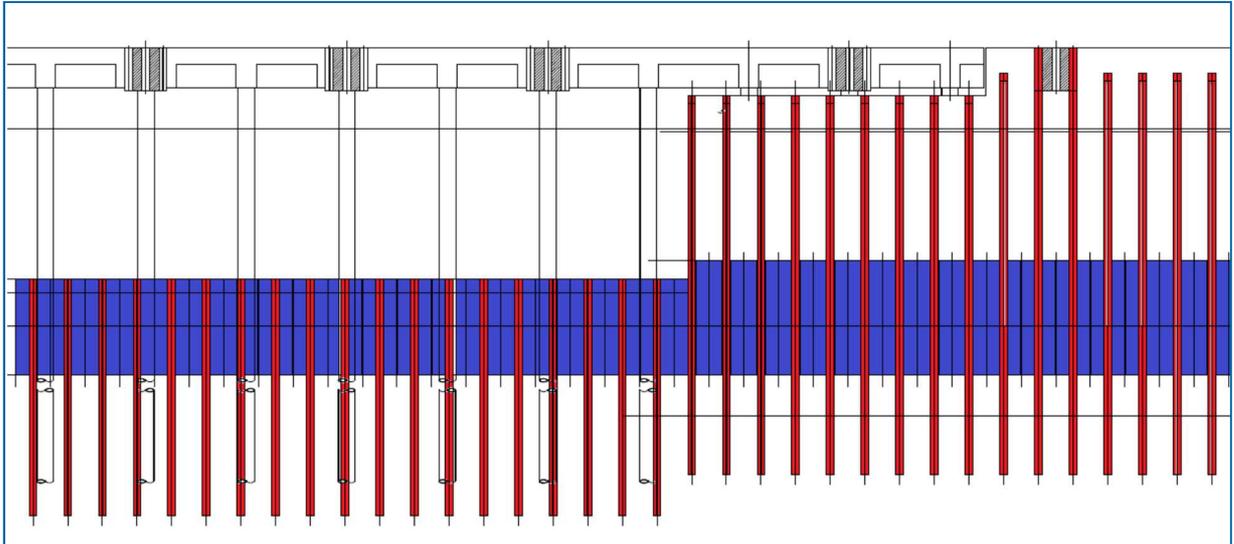


Figura 4-6 Esquema Estructura adicional sitios 4 y 5 vista frontal

3. Dragados

Estando la profundidad requerida a la cota -12 m NRS frente a los sitios 4 y 5, se considera en esta partida un dragado y con una sobre excavación máxima de 0,5 m. pudiendo alcanzar los -12.5 m NRS. Se considera un área de dragado de aproximadamente 28.000 m², con un volumen dragado de aproximadamente 39.000 m³.

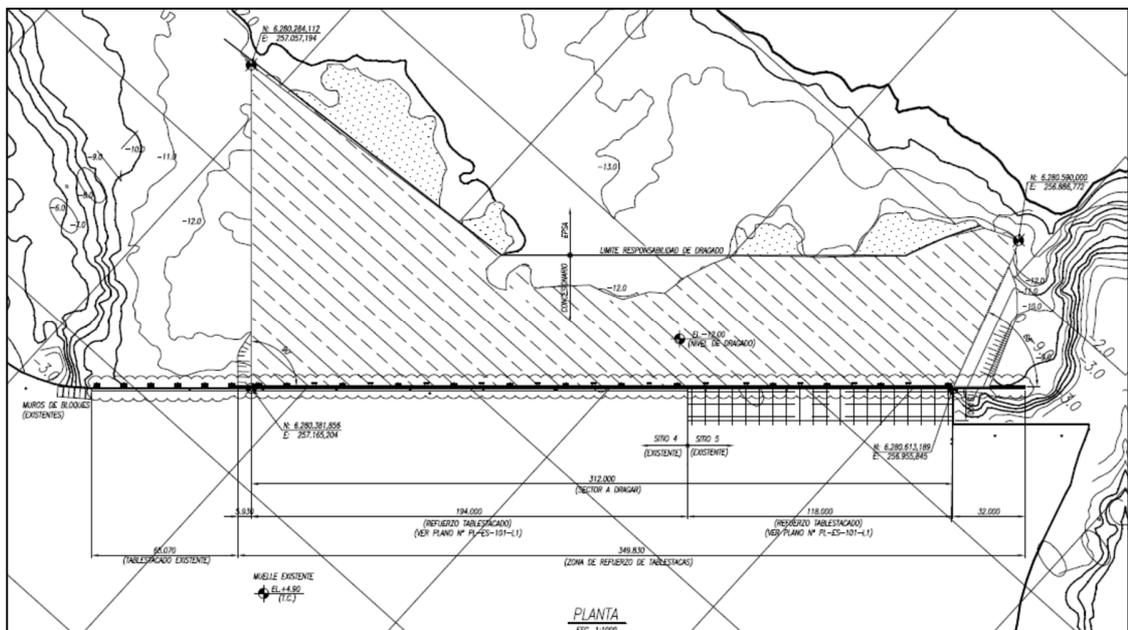


Figura 4-7 Zona de Dragados Sitios 4 y 5

Los trabajos a ejecutar en los Sitios 4 y 5 tienen la particularidad que se ejecutan con ambos Sitios en plena operación por lo éstos se van ir coordinando con las operaciones portuarias, en particular con el arribo de naves tipo Roll-on Roll-off, que transportan vehículos y maquinarias, por lo que la relación entre la constructora y PCE es permanente y de trabajo en conjunto para evitar cualquier tipo de interferencia con las operaciones portuarias.

El Programa de la Fase 0 se basa en el Programa general del proyecto que se muestra en el Anexo 8.5 A, y del cual se puede extraer el programa de construcción de los Sitios 4 y 5 y su correspondiente dragado. Éste se presenta a continuación.

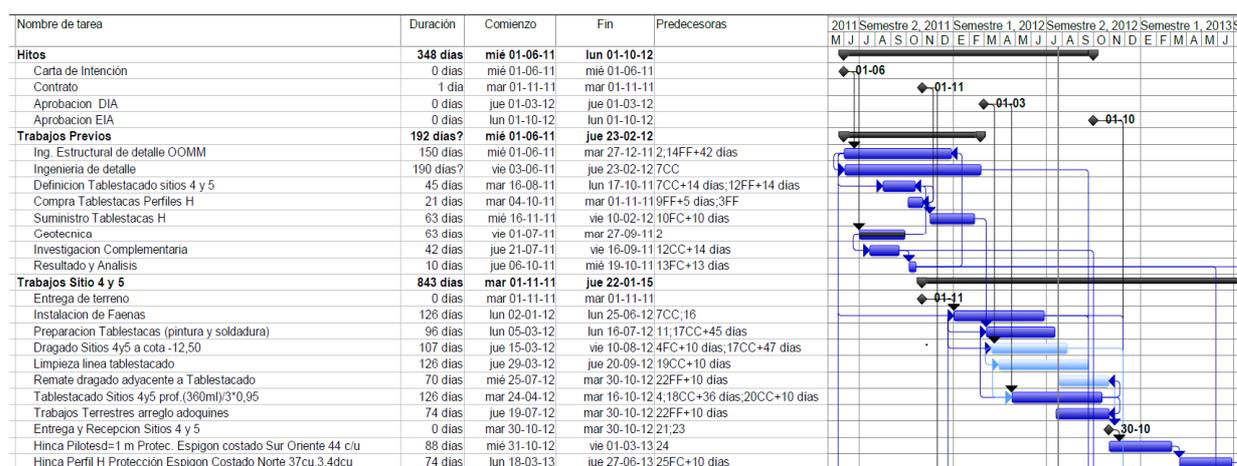


Figura 4-8 (Fase 0) Carta Gantt Mejoramiento Sitios 4 y 5

Y el Presupuesto de esta Fase se muestra en la figura 4-9

PRESUPUESTO DE PARTIDAS COMUNES ATRIBUIBLES A FASE 0					
TERMINAL COSTANERA ESPIGON SAN ANTONIO					
A1	ACTIVIDADES Y TRABAJOS VARIOS				
ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	P. UNITARIO	P- TOTAL
				UF	UF
A1.1.1	INSTALACION DE FAENAS				
A1.1.1	Instalación de faena	GL	0,34	48.324,32	16.430,27
A1.1.2	Movilización	GL	0,30	8.069,90	2.420,97
A1.1.3	Desmovilización	GL	0,30	7.926,20	2.377,86
A3	INGENIERIA				
A3.1.1	Ingeniería de Proyecto	GL	1,60	9.444,37	15.111,00
A3.1.2	Ingeniería geotécnica	GL	0,25	55.238,94	13.809,73
A4	OBRAS MARITIMAS				
A4.1	FASE 0 - HABILITACIÓN SITIOS 4 Y 5				
A4.1.1	Retiro pie de enrocado y limpieza sitio 4 y 5 exist.	ML	360,00	3,36	1.208,95
A4.1.2	Suministro y fabricación tablestacas	KG	1.766.880,00	0,05	89.757,50
A4.1.3	Hinca de tablestacas refuerzo sitios 4 y 5 existentes	ML	360,00	92,57	33.324,77
A4.1.5	Tapón de mortero	M3	2.160,00	4,58	9.883,94
A4.1.6	Suministro e instalación de Defensas (incl. Anclajes)	CU	5,00	802,84	4.014,20
A4.1.7	Dragado matrial	M3	83.800,00	0,71	59.682,36
A4.1.9	Repavimentación Provisoria (reparación pavimento	M3	30.250,00	1,16	35.035,55
	TOTAL				283.057,11

Figura 4-9 Presupuesto Detallado Fase 0

Para oficializar el inicio de las faenas la primera acción de parte de PCE es la entrega del terreno el 07 de noviembre de 2011, con lo que Belfi comienza con las faenas previas de Instalación de Faenas y Movilización de sus equipos y suministros de su responsabilidad, en particular la compra de las tuberías para pilotes, tablestacas, armaduras de refuerzos, insertos, pernos de anclaje, etc.

Descripción de Actividades Fase 0

Las actividades se inician en diferentes frentes de manera simultánea, comenzando con las actividades de Ingeniería en paralelo con la cotización y compra de suministros y las actividades de terreno y actividad de oficinas en preparación de documentación técnica, de calidad y también SSO y Medio Ambiente. A continuación, se presentan algunas de las principales actividades con las que este proyecto debido a su envergadura, tipo de contrato (EPC) y área de la industria (portuaria), comienza su ejecución

Algunas de las actividades previas para iniciar las obras se pueden resumir en:

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES PREVIAS PARA INICIAR LAS OBRAS		
Actividades de Ingeniería	Sitios 4 -5 - Muelle Costanera	Dragados
Se define la opción de prefabricado de elementos de hormigón armado tanto para el Muelle Costanera como para en Nuevo Rompeolas, como son: 1.- Muelle Costanera: - Losas de Traspaso - Muros de Contención - Losetas de Fondo de vigas y Losas - Mantas para apoyo de Losetas en Pilotes 2.- Nuevo Rompeolas: - Muros de Contención 3.- Obras en Explanadas:	- Verificación de Puntos topográficos de Referencia y Sistema de Coordenadas - Inspecciones en línea de atraque - Montaje de cercos área de trabajo Sitio 5. - Fabricación de guías de hinca. - Pre-armado de tablestacas AZ. - Mvilización Instalación de Faenas Oficinas y Talleres	1.- Inspecciones Autoridad Marítima a ganguil Alerce. 2.- Levantamiento de observaciones Autoridad Marítima. 3.- Empalme patas pontón de dragado. 4.- Se contrata con Ingeniero Naval con la documentación solicitada por Autoridad Marítima. 5.- Se planifica el traslado de balsa de dragado y equipo de dragado.
Se definen secciones del rompeolas, muro de contención y protecciones costeras, en sector del espigón.	1.- Armado y traslado grúa de 150 toneladas. 2.- Armado de grúa de 110 toneladas	1.- Se define la ejecución de Batimetría Base para comparar con Batimetría entregada en Bases de Licitación
Se define la geometría de los muros de contención que se instalarán a continuación del rompeolas.	1.- Suministro equipos de perforación para anclaje de bastidores porta-neumáticos.	
Se trabaja en el diseño de las canales donde se instalarán los rieles para el traslado de las grúas en Muelle Costanera.	1.- Se define " mapa" de Sondajes Geotécnicos terrestres y en mar	
Se afinan áreas en las cuales se realizará la compactación dinámica, además de la ubicación del geotextil.		

4.3. Control y Seguimiento de la Construcción

Para controlar la construcción del proyecto y al mismo tiempo para administrar la relación con EPSA y cumplir con todos los requerimientos de la Concesión, PCE decide formar un equipo de profesionales. Este equipo está conformado de acuerdo al siguiente organigrama.

Gerente de Proyecto	01 HD	Carlos Herrera
Jefe Administrador Técnico	01 HD	Andrés Brante
Jefe Control de Costos	01 HD	Ricardo Abujatum
Jefe de Contratos	01 HD	Sergio Rozas
Encargado de Caldad	01 HD	Marcos Sanhueza
Jefe Proyecto Eléctrico	01 HD	Mauricio Argandoña
Asistente Técnico	01 HD	Verónica Arriaza
Encargada de Medio Ambiente	01 HD	Marissa Villada
Asesor Medio Ambiente	01 HD	María Angélica Alegría
Prevencionista de Riesgos	01 HD	Marcelo Martínez
Asistentes de Contabilidad	01 HD	Nicolás Aravena
Supervisor de Obas Marítimas	01 HD	Ernesto Belrami
Supervisor de Obras Civiles	01 HD	Iuis Codiglia
Sueprvisor Eléctrico	01 HD	Gastón Vera
Proyectista	01 HD	Cristián Vásquez
Control Documentos	01 HD	Rodrigo Armenakis
Total Oficina Administración del Proyecto	16	

4.3.1. Organigrama Equipo de Administración del Contrato de Construcción

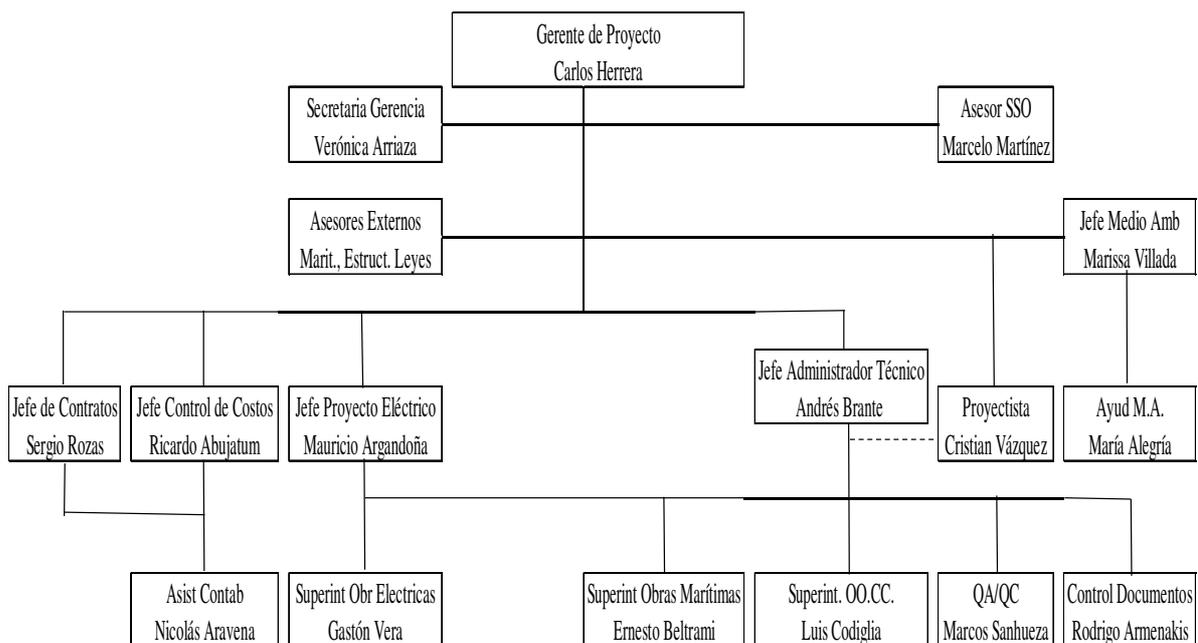


Figura 4-10 Organigrama Equipo de Administración de Proyectos PCE

El equipo de Administración del proyecto se encarga de controlar el avance de las obras de construcción por parte de Belfi, y también se encarga de administrar el contrato de concesión con EPSA en todo lo relacionado a los POI, lo que nos da visión global del proyecto que nos permite detectar con anticipación las obras o áreas que requieren mayor supervisión y las prioridades para abordarlas. Además coordina con asesores externos para revisión de la ingeniería de detalle que presenta Belfi, asesorías legales, coordinaciones de trabajos con otros contratista, control y seguimientos del estado de avance de los suministros que son por parte de PCE, revisión y análisis de presupuestos presentados por Belfi y otros contratistas, cotizaciones de suministros de PCE,

preparación de antecedentes para Informe Inicial de obras del POI, preparación y envío de informes de avance del proyecto tanto a la Gerencia general de PCE como Informes de Avance a EPSA,.

Actividades para el Control de la Construcción

El control de avance del proyecto se lleva con reuniones de construcción semanales entre PCE y BELFI, en donde se revisan entre otros temas, los siguientes:

- avances de la semana anterior,
- el % de cumplimiento de las partidas programadas en el programa trisemanal
- Las desviaciones y las actividades de mitigación que considera el constructor para recuperar los atraso y cumplir el avance programado para la semana siguiente
- Recursos utilizados en mano de obra y equipos, comentando las diferencias respecto de lo programado
- Avances en las ingenierías de detalles
- Incidentes de SSO y Medio Ambiente y la estadística acumulada
- Revisión de estatus de compromisos que debe cumplir PCE para Belfi (como suministros del mandante, trámites ante las autoridades, etc)

4.3.2. Descripción de las Actividades de Administración de la Construcción

Los principales alcances de responsabilidades de los cargos del equipo de administración del contrato, por parte de PCE, se resumen a continuación:

Gerente de Proyecto

Jefe de Contratos

Jefe de Control de Costos

Jefe Administrador Técnico

Jefe Proyecto Eléctrico*

Asesor Seguridad y Salud Ocupacional (Jefe Dpto. SSO.)**

* La responsabilidad del cargo de Jefe de Proyecto Eléctrico le fue asignada al entonces Gerente de Operaciones de PCE, por lo que debe repartir su tiempo entre la administración de la construcción eléctrica del proyecto y las labores propias de las operaciones de un Terminal Portuario

** Se entrega la responsabilidad al Jefe del Departamento SSO. de PCE

Gerente de Proyecto; Dentro de sus responsabilidades están:

- Encargado de las comunicaciones formales con Belfi
- Coordinación directa con la Gerencia PCE
- Relación directa de coordinación con EPSA coordinando el cumplimiento de todos los requerimientos de la concesión
- Contratar y Control de las distintas Asesorías de contraparte a las Ingenierías desarrolladas por BELFI
- coordinar el control de avance de las Ingenierías.
- Coordinación con las Asesorías Legales

- Control de los aspectos de SSO y Medio Ambiente del proyecto

Jefe de Contratos; Dentro de sus Responsabilidades están:

Revisión de los distintos contratos de Construcción y de Servicios verificando que se cumplan los alcances del contrato de concesión con EPSA y los alcances del contrato de construcción con BELFI

- Revisión de las Obras Adicionales, Nuevas Obras o Modificaciones de Obras presentadas por Belfi y otras empresas de servicios
- verificando que éstos cobros correspondan dentro de los alcances del contrato EPC de Belfi.
- Verificar si los cobros anteriores pueden ser incluidos dentro del contrato de concesión como adicionales o no.

Jefe de Control de Costos; Dentro de sus Responsabilidades están:

- Llevar el Control de Costos del Proyecto de los Contratos de Construcción y Servicios
- Llevar el Control de Costos de la Administración del Proyecto
- Control de Costos de los Suministros de Equipos, Servicios y Materiales a cargo de PCE
- Preparar Informes de Costos del POI para EPSA

Personal directo a cargo: Asistente de Contabilidad

Jefe Administrador Técnico; Dentro de sus Responsabilidades están:

- Control de avance de las faenas respecto de los plazos de la programación de las obras, proponiendo planes de acción para recuperación de atrasos
- Supervisar, dirigir, coordinar y comprobar que la obra se ejecute conforme a los proyectos entregados
- Preparación de documentos Administrativos y Técnicos para llamado a Licitación de Obras
- Evaluación Técnico económicas de Ofertas
- Generación de Informes semanales y Mensuales al directorio
- Liderar reuniones semanales de control de construcción con BELFI
- Revisión de avances de las obras según un programa trisemanal de actividades
- Generación de Informes de Avance Semanales.

Personal directo a cargo:

- Supervisor de Obras Marítimas
- Supervisor de Obras Civiles
- Supervisor Eléctrico (compartido pues depende directamente de Jefe de Proyecto Eléctrico)
- Encargado de Calidad
- Proyectista
- Control Documentos

Los alcances de las responsabilidades de cada supervisor:

Supervisor de Obras Marítimas, tiene como principal responsabilidad controlar el avance de las obras marítimas, que son:

- Dragados de Construcción
- Dragados de Concesión
- Control de Vertido de los Dragados a 5 millas náuticas
- Excavaciones Submarinas
- Colocación de Enrocados en la escollera del Muelle Costanera y Fondo de la Poza
- Fabricación e Hinca de Pilotes
- Fabricación e Hinca de tablestacas
- Control de Avance de las obras marítimas respecto del programa

Supervisor de Obras Civiles, tiene como principal responsabilidad controlar el avance de las obras civiles y de estructuras, que son:

- Control técnico de todas las etapas de construcción de obras de hormigón armado (moldaje, armaduras, pernos de anclaje, hormigones, insertos metálicos, etc.)
- Control de avance de los rellenos compactados
- Control de avance de las OO.CC. de obras subterráneas y de pavimentos
- Control de avance del montaje de estructuras como estructuras para Reefers, Torres de Iluminación.
- Control de avance de las obras de red contra incendios, banco de ductos, red de agua potable, alcantarillado, aguas lluvias
- Coordinación en la ejecución de trabajos provisorios de Belfi para mantener la operación del puerto (caminos interiores, desvíos, señalética, etc.)
- Control de avance de la construcción de edificios como salas eléctricas, Edificio de Operaciones, Galpón para Mantenimiento de Equipos, romanas para camiones

Supervisor Eléctrico, tiene como principal responsabilidad controlar el avance de las obras eléctricas y de comunicaciones del proyecto. Este supervisor depende y le reporta directamente al Jefe de Proyecto Eléctrico.

Encargado de Calidad (QA/QC), tiene como principal responsabilidad el verificar la calidad de materiales, que las obras se apliquen según los procedimientos y la revisión de la certificación de materiales y ensayos no destructivos.

Proyectista, su principal responsabilidad es generar esquemas, planos y diagramas de estudios y análisis de obras y/o modificaciones que la gerencia de proyecto le vaya planteando y también para analizar posibles soluciones a problemas de interferencias y/o mejoras que se planteen desde terreno

Control de Documentos, su principal responsabilidad es recibir, registrar, archivar, guardar y distribuir toda la información que se recibe de las empresas constructoras, así también como la documentación que se les envía a los distintos organismos y empresas relacionadas con el proyecto.

4.3.3. Control y Seguimiento de la Construcción

En un contrato de construcción de este tipo (EPC), además del control de las obras en construcción que se deben ejecutar, también se debe llevar un control del avance del desarrollo de la Ingeniería de Detalles y el control del avance del suministro de materiales y equipos que son del alcance del contratista.

Como cada Supervisor tiene claridad con el alcance base de sus responsabilidades, en ellos cae la responsabilidad de controlar el avance y calidad de su especialidad, y las herramientas utilizadas dependen de la especialidad que se va a controlar

Para esto se utilizan auditorías, inspecciones administrativas y operativas, y el apoyo con empresas externas en servicio de Control de Calidad que permiten confirmar la correcta aplicación del plan.

El registro del avance en terreno, en general es visual y también se cuenta con el apoyo de topografía cuando se trata de controlar avances detallados de superficies y niveles. Todo se va ingresando a una matriz que está ligada directamente al itemizado de las partidas del proyecto que controla la Carta Gantt, donde cada actividad tiene una ponderación en función del plazo de ejecución de éstas, de las cantidades de obras y también de las HH's asignadas.

A continuación, se muestra un ejemplo del control del Avance del Proyecto a una fecha determinada, en este caso, las primeras obras de construcción de la Fase 0

10.- AVANCE PROYECTO TERMINAL COSTANERA-ESPIGÓN. SAN ANTONIO		PONDERACION ACTIVIDADES	AVANCE ACUMULADO
			4,36%
A1	ACTIVIDADES Y TRABAJOS VARIOS		
A1 1	INSTALACION DE FAENA		
A1 1 1	Instalación de faena	1,003620%	50,00%
A1 1 2	Movilización	0,167599%	50,00%
A1 1 3	Desmovilización	0,164615%	0,00%
A1 1 4	Obras provisionarias para continuidad de servicios	0,252023%	0,00%
A1 2	ENSAYO DE PILOTES		
A1 2 1	Prueba de carga axial-lateral	0,269351%	0,00%
A1 3	SEÑALIZACION MARITIMA		
A1 3 1	Señalización Marítima	0,210386%	0,00%
A3	INGENIERIA (ENGINEERING)		
A3 1 1	Ingeniería de Proyecto	1,961447%	50,00%
A3 1 2	Ingeniería geotécnica	1,147225%	75,00%
A4	OBRAS MARITIMAS		
A4 1	FASE 0 - HABILIT. SITIOS 4 y 5		
A4 1 1	Retiro pie de enrocado y limpieza sitio 4 y 5 existe.	0,025108%	16,00%
A4 1 2	Suministro y fabricación tablestacas	1,864121%	100,00%
A4 1 3	Hinca de tablestacas refuerzo sitios 4 y 5 existentes	0,692103%	2,30%
A4 1 5	Tapón de mortero	0,205274%	0,00%
A4 1 6	Suministro e instalación de defensas (incluye anclajes)	0,083369%	0,00%
A4 1 7	Dragado material	1,239508%	3,75%

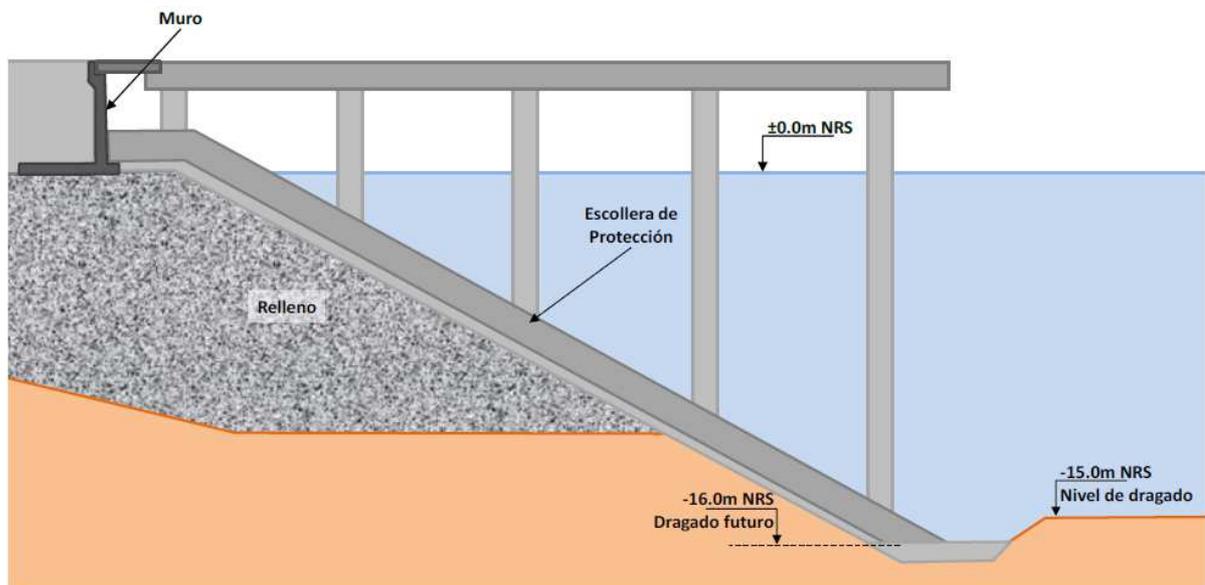
Los controles y registros de avance acumulados de las obras se van comparando con la curva de avance programada del proyecto para ver si la obra lleva un atraso o adelanto

Previo al inicio de las construcciones, BELFI encarga a PRDW un informe que en base a un Modelo Matemático de Agitación de Dársena, presente los resultados del estudio de penetración de oleaje al interior de puerto mediante un modelado matemático, para evaluar las condiciones de agitación de los sitios, el clima de oleaje a largo plazo y la estimación de los parámetros de diseño de las obras portuarias del proyecto. El análisis se efectúa para el caso de la Condición Existente previo a la Licitación y para el caso de Fase I construida. Se realiza la sensibilización de las características del nuevo rompeolas proyectado para el extremo del Sitio 5 del Espigón y sus efectos en el oleaje operacional de los sitios de interés.

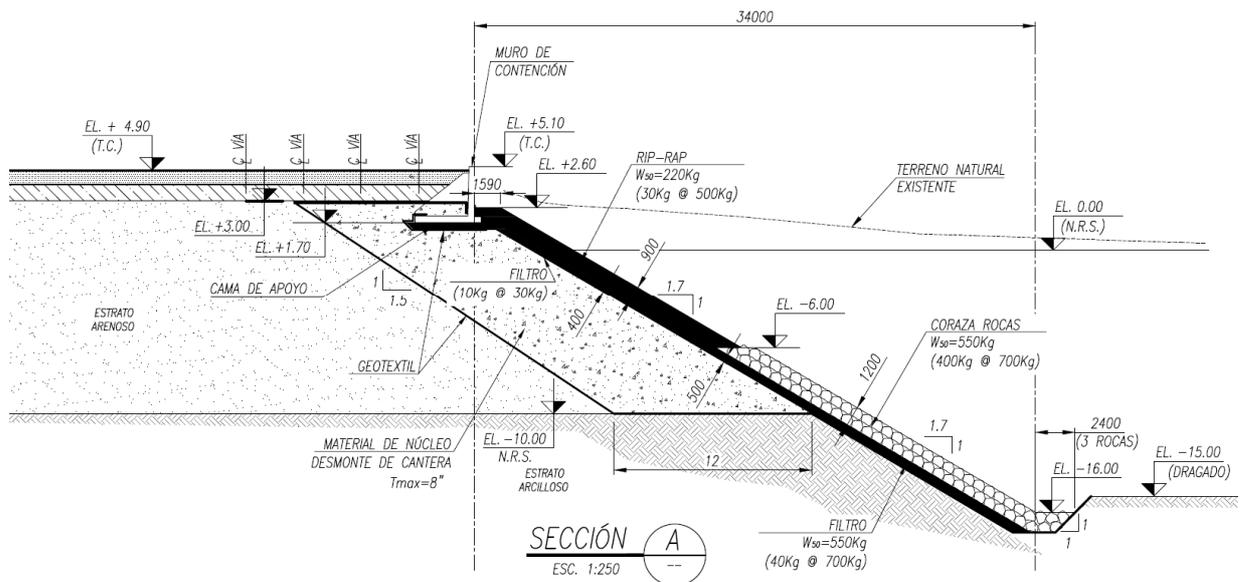
Al final se hace un resumen comparativo con los resultados obtenidos mediante el modelo físico desarrollado por el Instituto Nacional de Hidráulica (INH)

Los resultados de este Modelo Matemático que, además son respaldados por la modelación física permiten definir algunos diseños como los siguientes:

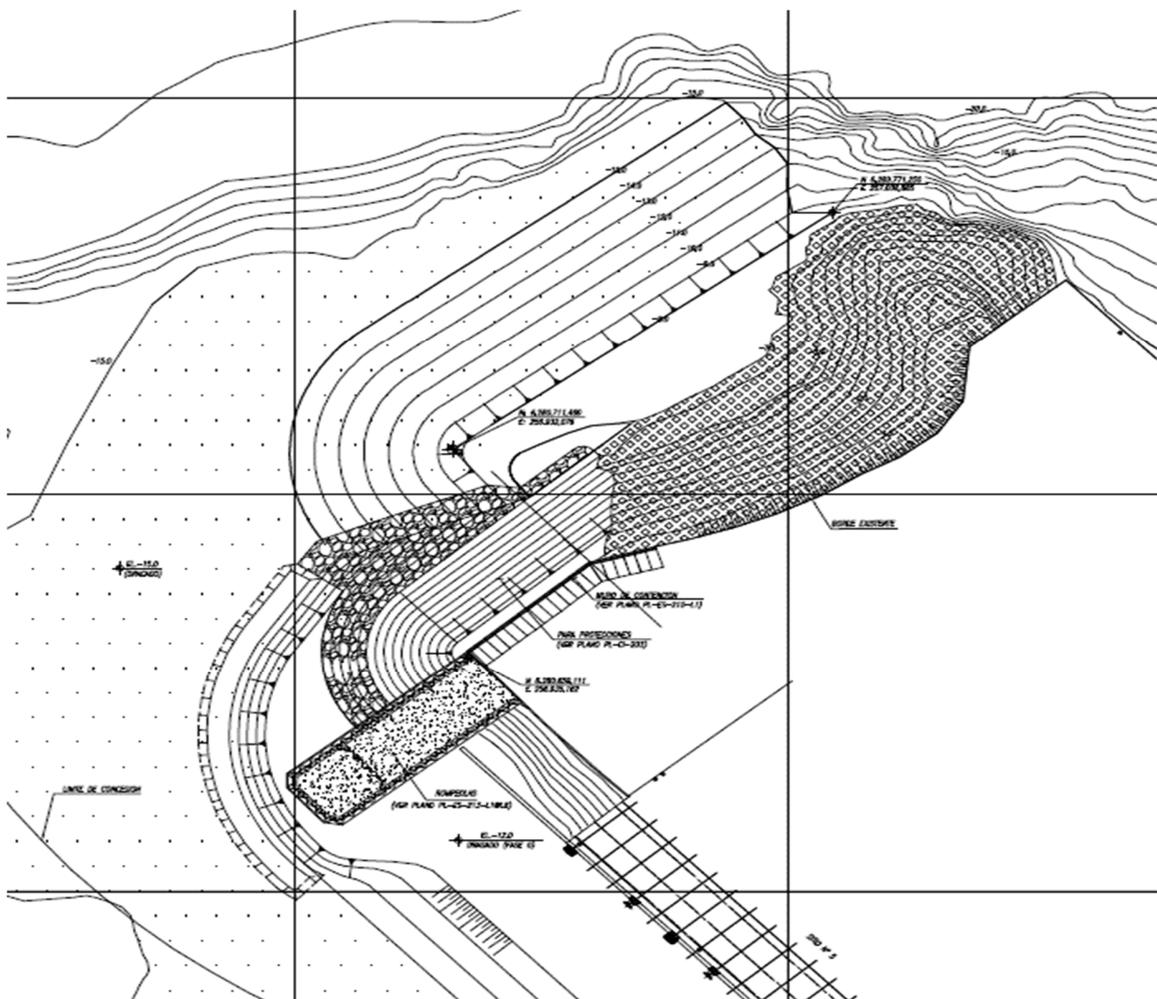
- 1.- El diseño del Muelle Costanera en base a pilotes metálicos transparente, con una escollera de protección costera en base a enrocados en talud 1:1,8 (V:H)
- 2.- El diseño del Fondo de Poza, que cambie desde el diseño inicial con un tablestacado a una protección en base a enrocados en talud 1:1,8 (V:H)
- 3.- El diseño del Nuevo Rompeolas en el sector del Espigón, al norte del Sitio 5



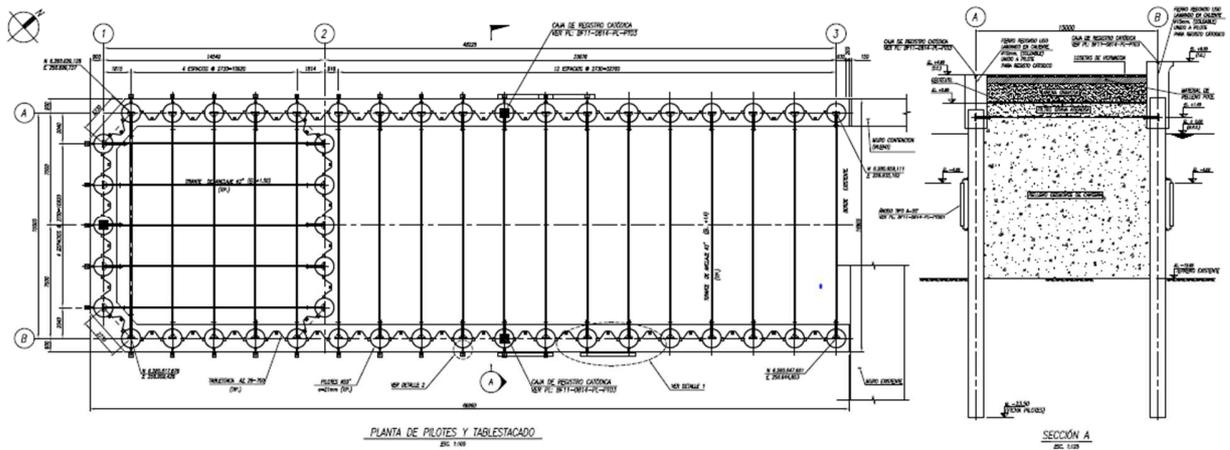
1.- Esquema de sección tipo de Muelle Costanera



2.- Sección Transversal de Protección Costera con Enrocados en Fondo de Poza



3.- Planta Diseño Nuevo Rompeolas Sector Espigón



3.- Planta Pilotes y Tablestacado Nuevo Rompeolas Sector Espigón



Sistema de Muro de rompeolas con pared de tablestacas y pilotes

Las principales actividades que diferencian este proyecto de un proyecto sobre tierra son

- Los Dragados
- Excavación Submarina
- Construcción de una protección costera con enrocados
- Colocación de Dolos
- Hinca de Pilotes y tablestacas
- Hinca de Tablestacas
- Rellenos Compactados por Compactación Dinámica

Se explica en qué consisten los trabajos de las actividades señaladas.

Dragados:

El dragado es la operación que consiste en la limpieza y el ahondamiento del fondo marino, removiendo las rocas y sedimentos para aumentar la profundidad de la zona navegable y así se puede aumentar el calado de la zona facilitando el ingreso de del buque de diseño. Para realizar los dragados se utiliza un artefacto naval llamado draga mixta (mecánica / hidráulica) que controla la profundidad de excavación con un sistema GPS, lo que extrae se va depositando sobre otro artefacto llamado ganguil que es una tolva flotante, que se traslada al punto de vertido, a 5 millas náuticas del Puerto, arrastrado por un Remolcador de Alta Mar (RAM).

El control de avance del dragado se hace periódicamente con batimetrías que son topografías submarinas con equipos electrónicos como ecosondas, y apoyo de personal de buceo que verifican que no hayan quedado zonas con materiales blandos que, por su baja consistencia, no sean detectados por la ecosonda o radar y eso signifique que no se complete la profundidad requerida en el 100% de la superficie del fondo marino. Los resultados del avance de los dragados se van comparando con los datos obtenidos de la batimetría inicial, antes de comenzar los dragados (ver figura 4-12)

Las figuras 4-13 y 4-14 muestran un control de avance de los dragados en la Fase 1A – 1B y en el Fondo de Poza respectivamente, en el que cada color representa una profundidad de dragado.



Draga y Ganguil durante el proceso de dragado

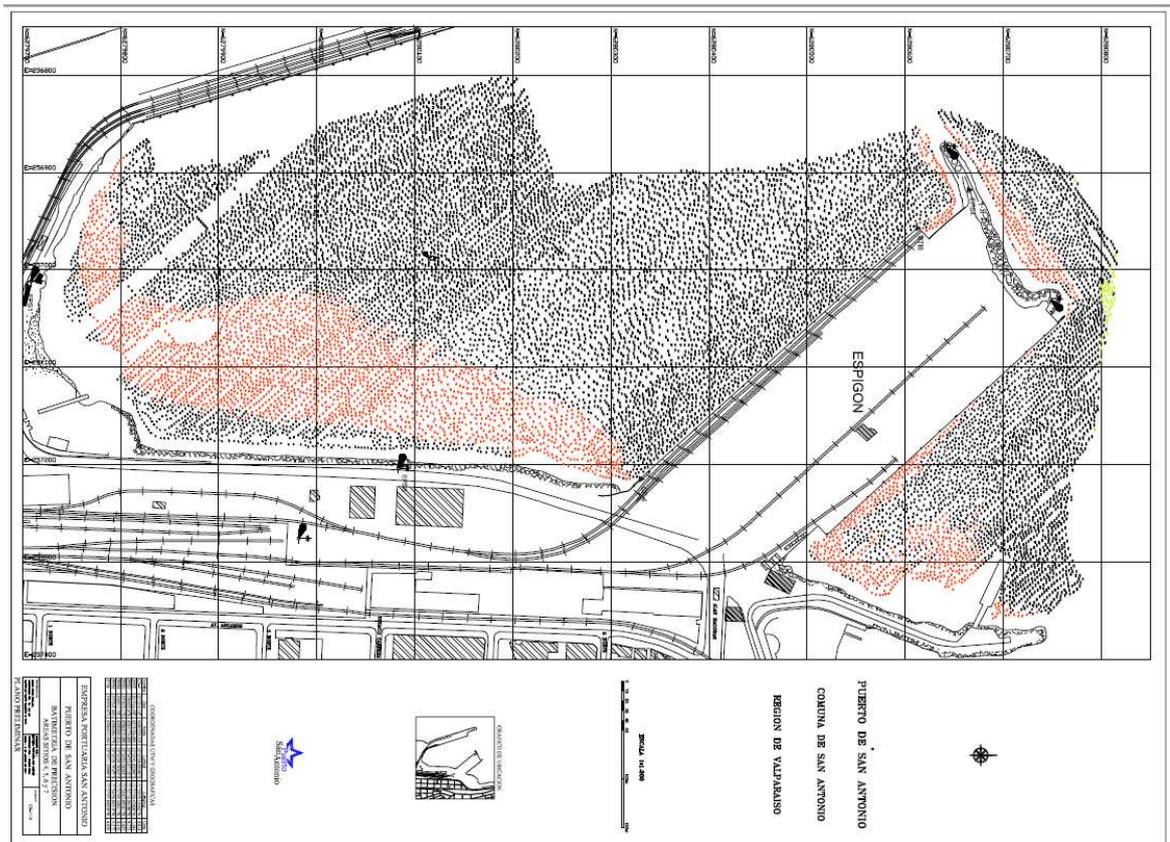


Figura 4-12 Batimetría Inicial en Poza Puerto San Antonio

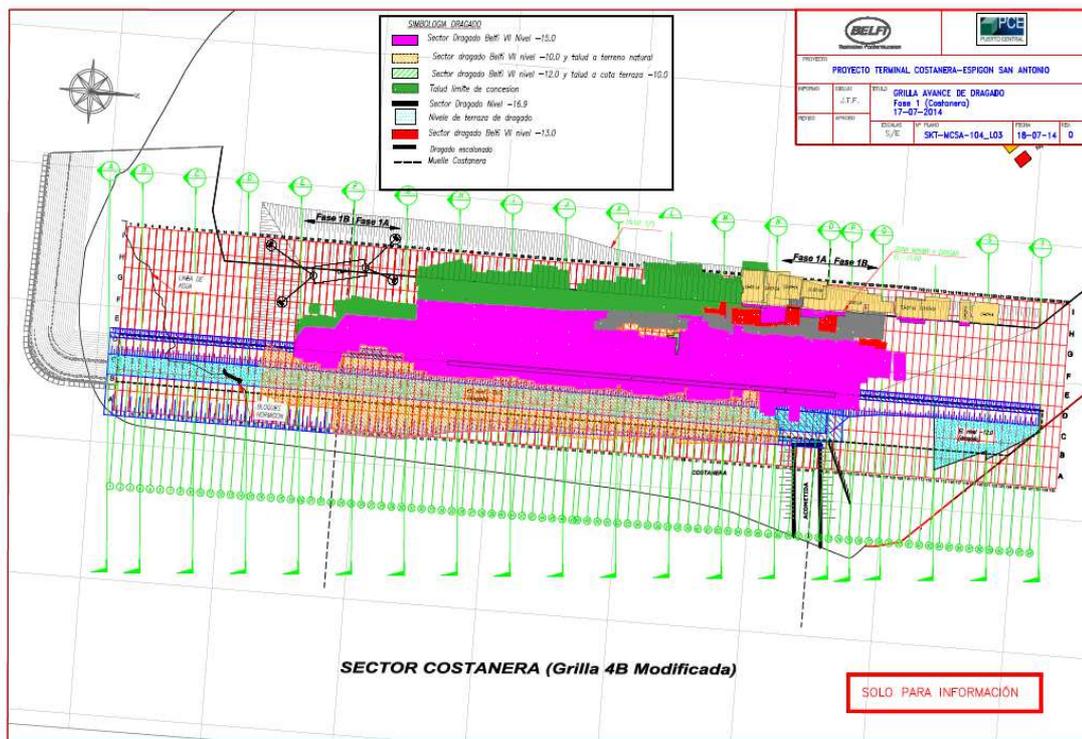


Figura 4-13 batimetría de Control por Belfi Fase 1A - 1B

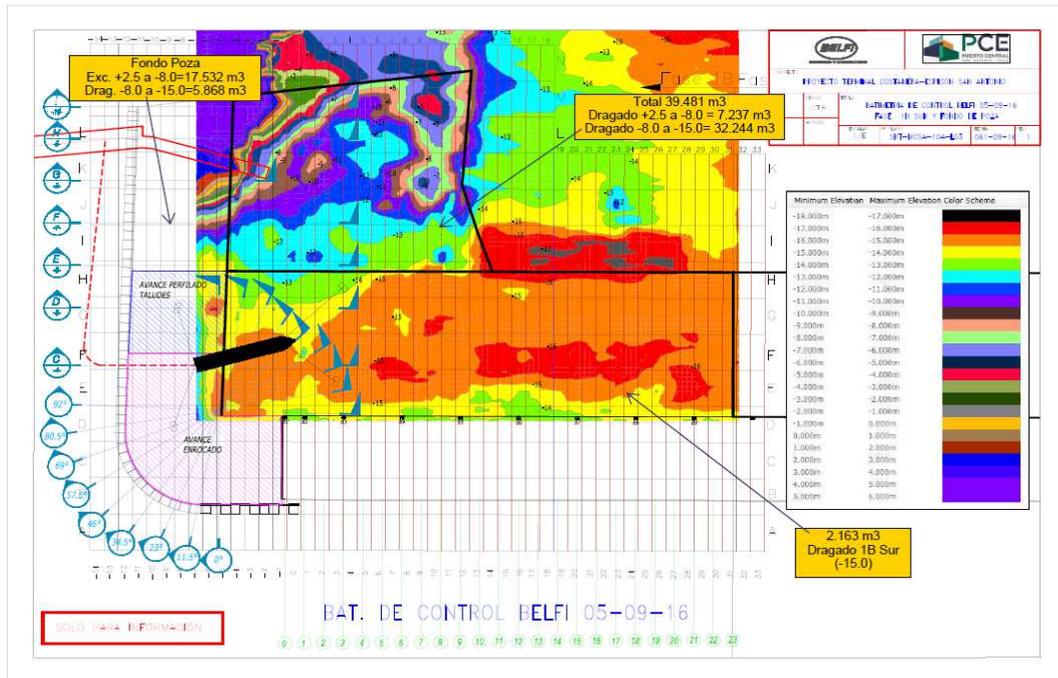


Figura 4-14 Batimetría de Control Fondo de Poza

La Dirección Técnica Marítima (Directemar), dependiente de la Armada de Chile, en base a la Declaración de Estudio de Impacto Ambiental (DEIA), autoriza el vertido de este material en un punto de Vertido, denominado V3, ubicado a 5 millas náuticas mar afuera del puerto, lo primero que se hace es una batimetría de control en el punto V3 y mantener un control semestral (fig 4-15)

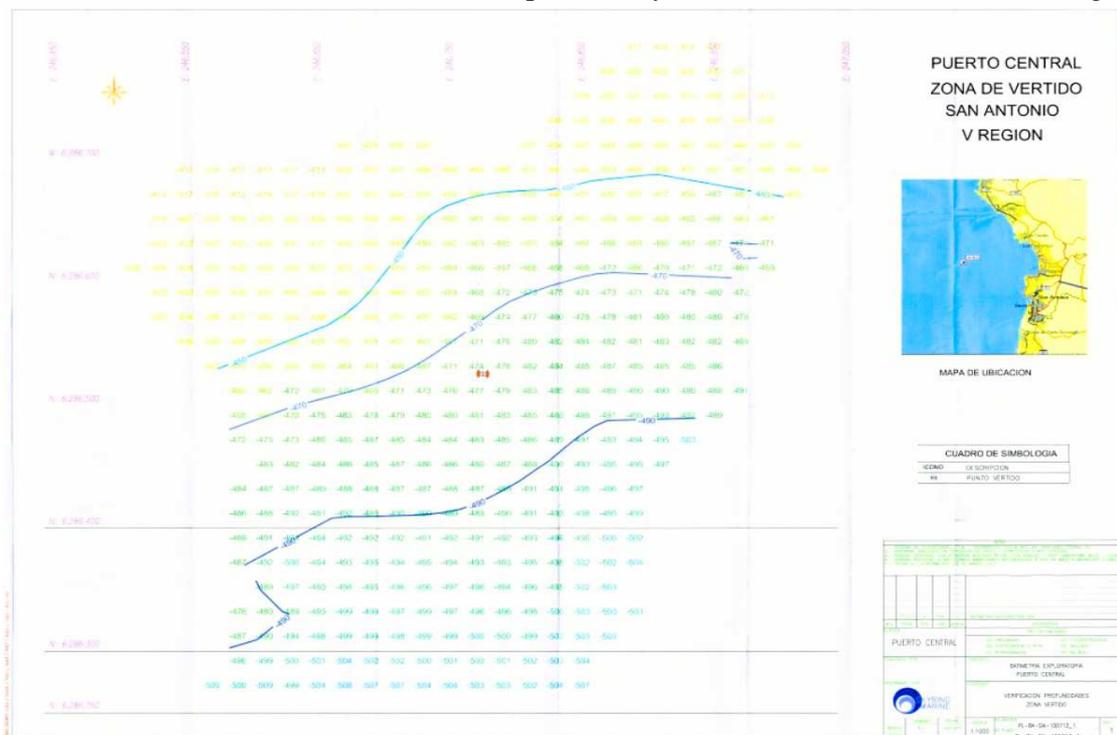
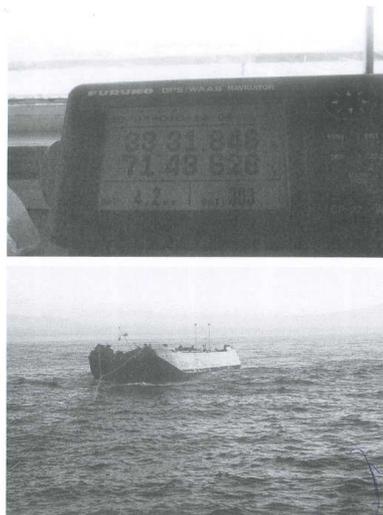


Figura 4-15 Batimetría Inicial en el Punto de Vertido de Dragados (V3)

Cada vez que el remolcador de alta mar (RAM), lleva el ganguil hasta el punto de vertido (V3), se registra en fotos las coordenadas que deben coincidir con las coordenadas autorizadas para verter el material de dragado. Ver registros y foto más abajo

Toda esta información se entrega formalmente a la Autoridad Marítima, y además se “sube” a la página de la SEREMI DE MEDIOAMBIENTE

REGISTRO DE VERTIDO DE MATERIAL DRAGADO									
PROYECTO/PUERTO COSTAL:		Código: 000-000-001		Folio: 12 de 12		Pág. 12 de 12		PCE	
PUERTO SAN ANTONIO TERMINAL COSTANERA - ESPIGÓN		Código: 000-000-001		Folio: 12 de 12		Pág. 12 de 12		PCE	
Identificación del Ganguil: <i>B-VIII</i>									
Orden de Dragado	Área de Dragado	Fecha Inicio	Fecha Fin	Horas de Trabajo	Horas de Espera	Horas de Espera	Horas de Espera	Horas de Espera	Horas de Espera
0001	11-18	13-21	13-22	13-22	13-23	13-23	13-23	13-23	13-23
ESQUEMA DE TRAYECTORIA GANGUIL (Solo Referencial)									
* Punto de Dragado ▲ Punto de Vertido									
Supervisor: <i>[Signature]</i>		Jefe Técnico: <i>[Signature]</i>		Jefe Operario: <i>[Signature]</i>		Arquitecto del Obra: <i>[Signature]</i>			
Fecha: 01-12-2014		Fecha: 01-12-2014		Fecha: 01-12-2014		Fecha: 01-12-2014		Fecha: 01-12-2014	



EMPRESA CONSTRUCTORA S.R.L.S.A. BELFI S.C. COSTANERA		PROYECTO TERMINAL COSTANERA - ESPIGÓN SAN ANTONIO	
REPORTE DE DRAGADO			
000552	<i>B-VIII</i>	REPORTE N°: 0552	FECHA: 01/12/2014
HORA INICIO DRAGADO	05:00	HORA TERMINO DRAGADO	11:20
ÁREA DE DRAGADO	6-19-18	HORA TERMINO DRAGADO	11:20
HORA TERMINO DRAGADO	11:20	% CARGA	100% Corca
% CARGA	100% Corca	EQUIPO DE DRAGADO	01/11/11
EQUIPO DE DRAGADO	01/11/11	REMOLCADOR	666/04/11
REMOLCADOR	666/04/11	HORA ZARPE GANGUIL	11:40
HORA ZARPE GANGUIL	11:40	HORA RECARGA FINITO VERTIDO	13:21
HORA RECARGA FINITO VERTIDO	13:21	PUNTO DE VERTIDO	<input type="checkbox"/> P04 - FRENTE PUNTA PANUL
PUNTO DE VERTIDO	<input type="checkbox"/> P04 - FRENTE PUNTA PANUL	<input type="checkbox"/> P03 - FRENTE PUERTO SAN ANTONIO	
COORDENADAS DE VERTIDO	33 31 846	COORDENADAS DE VERTIDO	71 43 626
HORA INICIO VERTIDO	13:22	HORA TERMINO VERTIDO	13:22
HORA TERMINO VERTIDO	13:22	HORA INICIO NAVEGACION RETORNO	13:27
HORA INICIO NAVEGACION RETORNO	13:27	HORA TERMINO NAVEGACION	14:30
HORA TERMINO NAVEGACION	14:30		
VSB: Pabón Romelique - Nombre y Firma.		VSB: Aule Toranzo - Nombre y Firma.	

Excavación submarina

Se le llama a la excavación que se hace desde el borde costero, con excavadoras de brazo largo, esto se utiliza normalmente para hacer las excavaciones y formar el talud para colocar la protección costera con enrocados, como lo que se hizo en todo el fondo de la Poza. Ver foto

El control de la pendiente del talud generado con las excavaciones se hace utilizando equipos de buzos que se van desplazando según una grilla de puntos previamente establecidos utilizando una vara o jalón graduado normalmente llamada escandayo



Excavación Submarina Fondo de Poza

Colocación del Núcleo para la Protección Costera

El núcleo está formado por material de grava con tamaño máximo 6" y su colocación se hace con medios tradicionales, que consiste en el volteo de camiones tolva y luego se va distribuyendo con equipos de movimientos de tierra como excavadoras, bulldozers, motoniveladoras, etc.

Cuando se llega a la cota +1,50 NRS se colocan dos capas de material granular con un tamaño máximo de 3" y una base estabilizada, luego se instala una capa de geotextil y se continúan los rellenos con material de estabilizado con un tamaño máximo de 4", hasta la cota +2,5 mts NRS

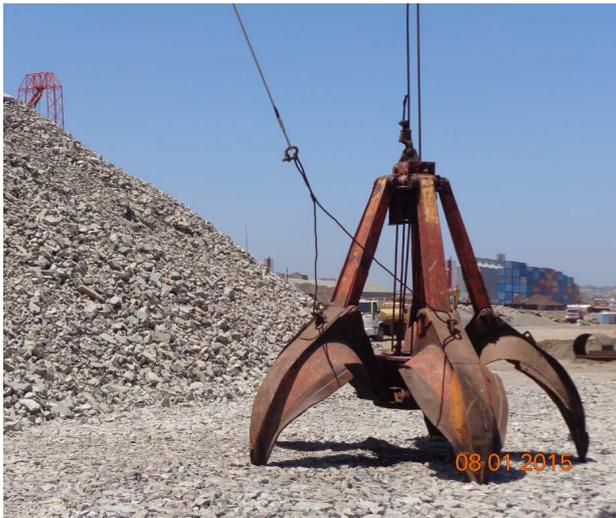
Una vez con los rellenos en la cota +2,5 mts NRS, se comienza con un proceso de compactación diferente a los medios tradicionales. Esta compactación se llama Compactación Dinámica y consiste en ir lanzando un bloque con un peso de 30 toneladas de hasta 25 metros de altura, según una grilla de compactación establecida por la Ingeniería. Esto se explicará más adelante



Rellenos de nueva explanada ganada al mar con material de núcleo

Suministro y colocación de enrocado con material RIP RAP entre 25 y 500 kgs

Para ir ubicando este enrocado de gran tamaño y peso de acuerdo a la pendiente que debe tener el talud se ejecuta con una grúa de gran capacidad (250 toneladas de izaje), a la que se le instalan unas "tenazas", que toman cada roca y la llevan a la posición que le corresponde en cuanto a las coordenadas que le entrega un GPS, pero además bajo el agua esta maniobra es guiada por buzos quienes por radio van dando instrucciones al operador de la grúa, y una vez que la roca está en la posición y cota correcta y se ha asegurado su posición, los buzos dan la instrucción de soltar las tenazas y pueden ir a buscar la siguiente roca



Montaje de Enrocados de RIP RAP

La experiencia demuestra que para el control de avance de enrocados submarinos en zonas de poca profundidad es más precisa la topografía convencional, pero con personal de buceo quienes van ubicando el “jalón” calibrado donde les va indicando el topógrafo, ya que los resultados de la batimetría con radares u otros equipos electrónicos, en estos enrocados de grandes dimensiones generan muchas desviaciones pues el porcentaje de esponjamiento de estas rocas con oquedades que generan distorsiones en la medición con equipos electrónicos.

El trabajo del supervisor es ir verificando que la colocación del enrocado, en sus diferentes capas, cumpla con lo señalado en planos y en documentos técnicos en cuanto a las tolerancias de construcción

Las figuras 4-16 y 4-17 muestran los planos de diseño para el perfil de los enrocados de protección del muelle y la figura 4-18 corresponde al Control Topográfico Avance Enrocados de Protección Costera, comparándolo con el perfil de proyecto.

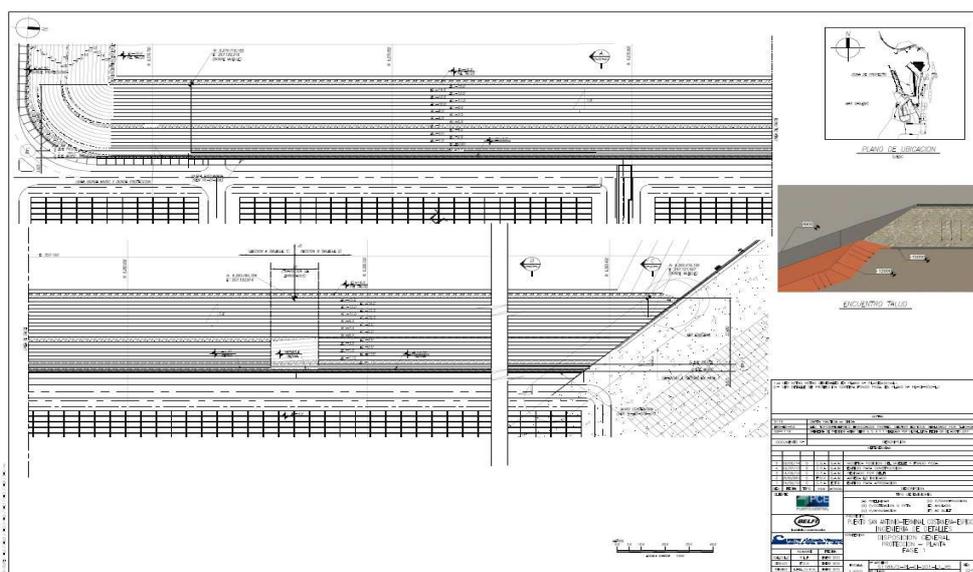


Figura 4-16 Disposición General de la Protección Costera con Enrocados

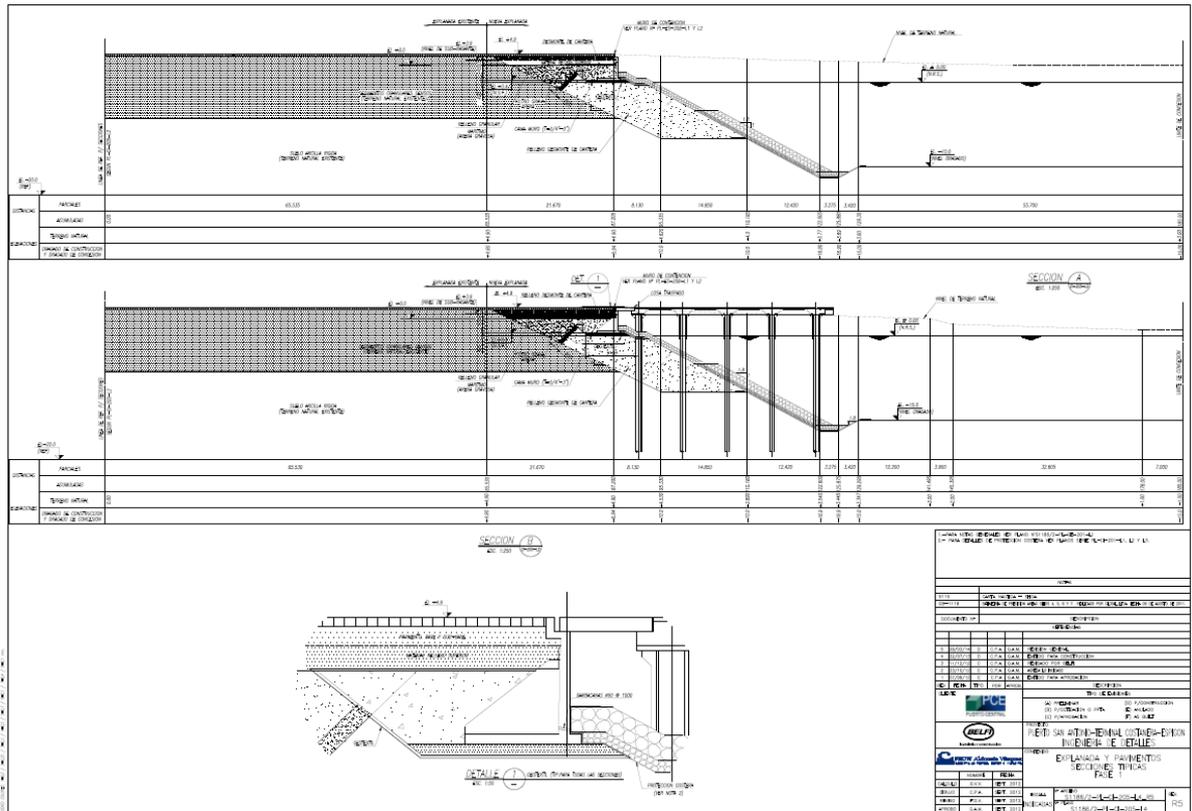


Figura 4-17 Secciones Típicas de Protección Costera con Enrocados y Explanadas

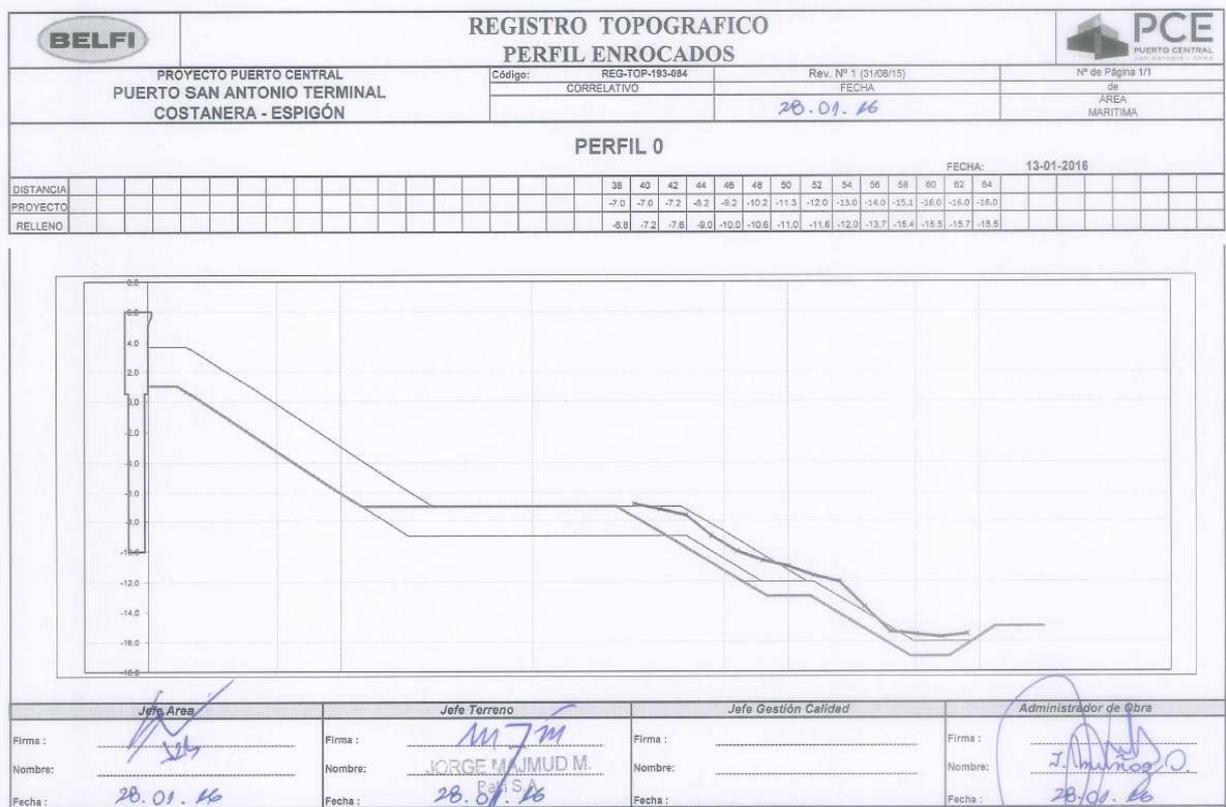


Figura 4-18 Control Topográfico Avance Enrocados de Protección Costera

Suministro y colocación de dolos

Los dolos son elementos de hormigón armado que también cumplen la función de protección costera principalmente en la zona donde el oleaje llega más directamente, como es el caso del sector Espigón y nuevo rompeolas que son los sectores más expuestos al oleaje de mar abierto.

El proceso de montaje es similar al montaje del enrocado de gran tamaño, por unidad, y el control de avance también se hace por medios topográficos tradicionales



Suministro y Montaje de Dolos

Control de Fabricación e Hincia de Pilotes

Un pilote está conformado por varias tuberías de acero que van soldadas en sus extremos hasta lograr la longitud que por diseño, debe tener el pilote completo. Se debe considerar que en el extremo inferior del pilote se le une un tramo de tubería de 1,8 a 1,5 metros de largo, llamado zapato de hincia, de un espesor equivalente al doble del espesor de pared de las tuberías. Este tramo de tubería sirve como tramo de sacrificio durante el proceso de hincia del pilote pues es el tramo en contacto directo con el suelo marino durante la hincia.

La fabricación de los pilotes tiene varias etapas, partiendo por el suministro de las tuberías, estas tuberías se suministran normalmente en una longitud de 12 mts y el diámetro, espesor y tipo de acero está definido según la ingeniería de detalle. La longitud de las tuberías se debe principalmente a razones prácticas, pues se toma en consideración la facilidad de transporte ya sea por tierra y/o por mar.

En este proyecto los pilotes llevan una zona con esquema de recubrimiento anticorrosivo que corresponde a la zona inter mareas, en una altura de 4 mts. y que corresponde a la zona comprendida en los -2 mts NRS a los +2 mts. NRS. Para controlar que el esquema se cumpla en cuanto a espesores y adherencia de la pintura se utilizan herramientas electrónicas como el Medidor de Espesores y para la adherencia se utiliza un instrumento llamado Medidor de adherencia recubrimientos PosiTest AT, usualmente llamado Dolly

Las características y longitud de los pilotes dependen según su ubicación transversal y longitudinal respecto del muelle

Con el análisis del modelo de la interacción suelo – estructura, del desarrollo de varios modelos de Muelle Costanera en un programa de modelación SAP v6, y otros análisis de mecánica de suelos y mecánica geotécnica se determina el tipo de suelo y su capacidad de soporte en cada sector donde se deben hincar los pilotes, y en base a los resultados anteriores se generan documentos técnicos llamados Criterios de Hinca y Rechazo de Pilotes (Ver en Anexo 8.6), para cada tramo longitudinal del Muelle que sirven para el control en terreno ya que indican para cada grupo de pilotes todas las características de hinca, incluso la longitud final que debería tener cada pilote

El esquema típico de un pilote se muestra en la figura siguiente:

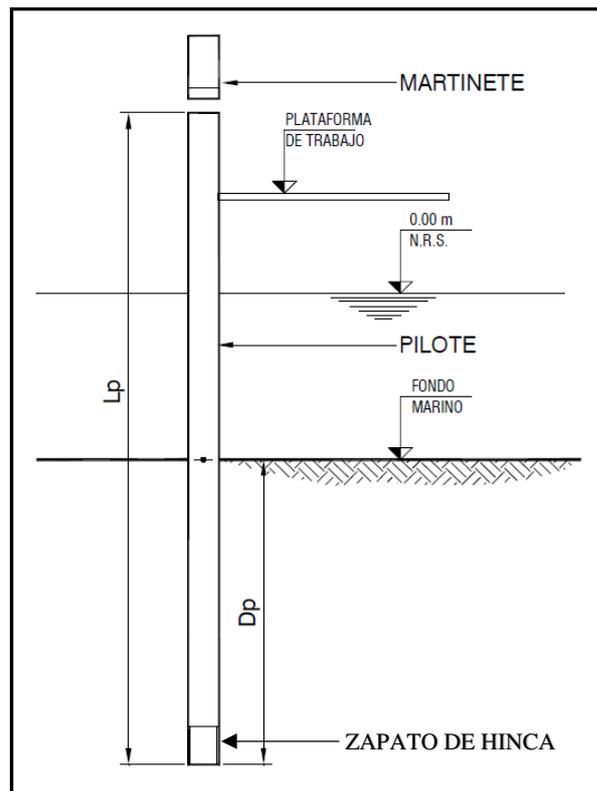


Figura 4-19 Esquema Típico Pilote Metálico

Donde;

L_p : Longitud total del Pilote

D_p : Ficha del Pilote (profundidad de hincado bajo el fondo marino)

Para materializar la unión entre el pilote de acero y las vigas de hormigón armado del muelle se diseña un Tapón de hormigón armado, cuya función es justamente unir ambos elementos. Para el diseño de éste se considera una sección, compuesta de hormigón con barras longitudinales de refuerzo perimetrales

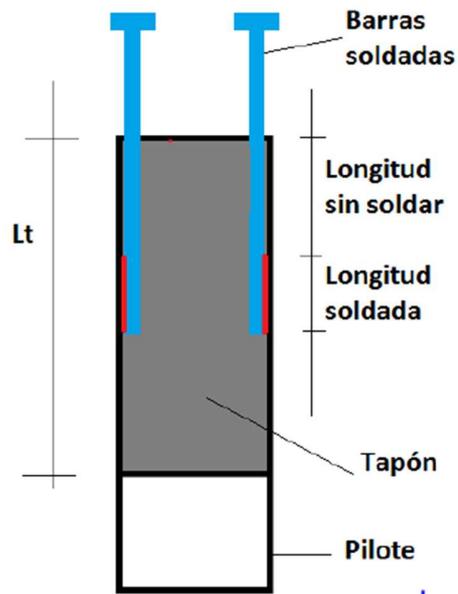


Figura 4-20 Esquema de barras soldadas en Interior pilotes

La sección transversal del muelle está formada por 5 pilotes de acero que soportan la superestructura, vigas y una losa de hormigón armado soportada por losetas prefabricadas, un muro de contención de hormigón armado que soporta los rellenos ubicados en el trasdós del muelle y una losa de traspaso que se apoya entre el muelle y el muro de contención. Ver figuras 4-21, 4-22 y 4-23

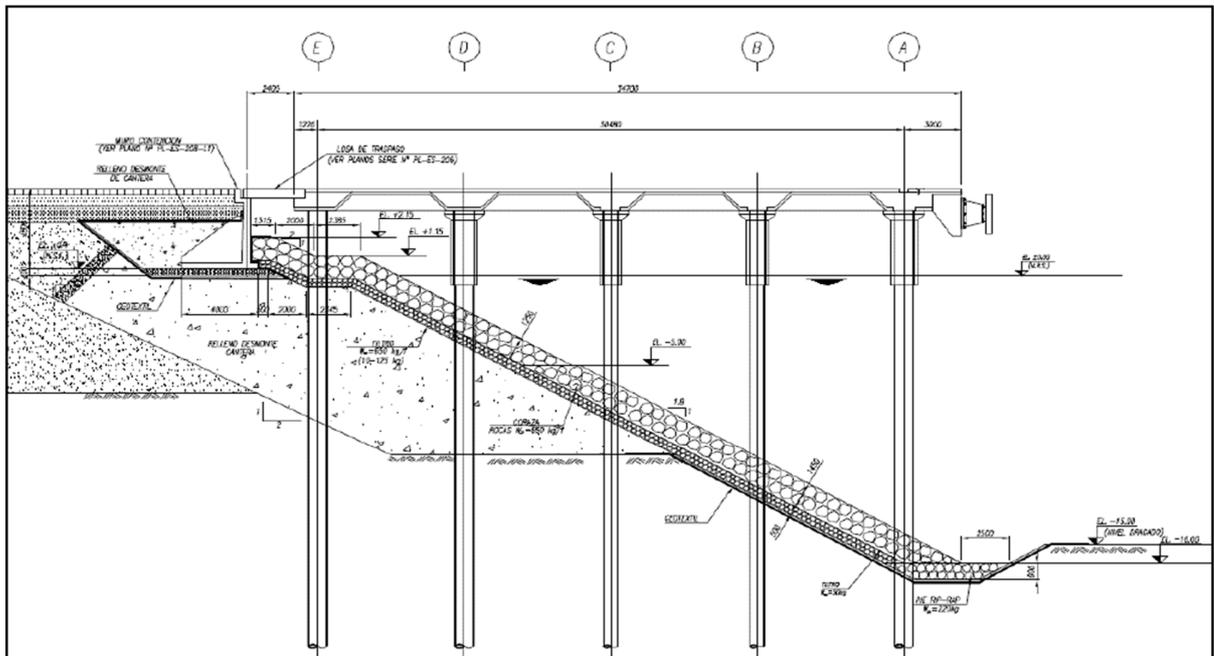


Figura 4-21 Marco Transversal del Muelle

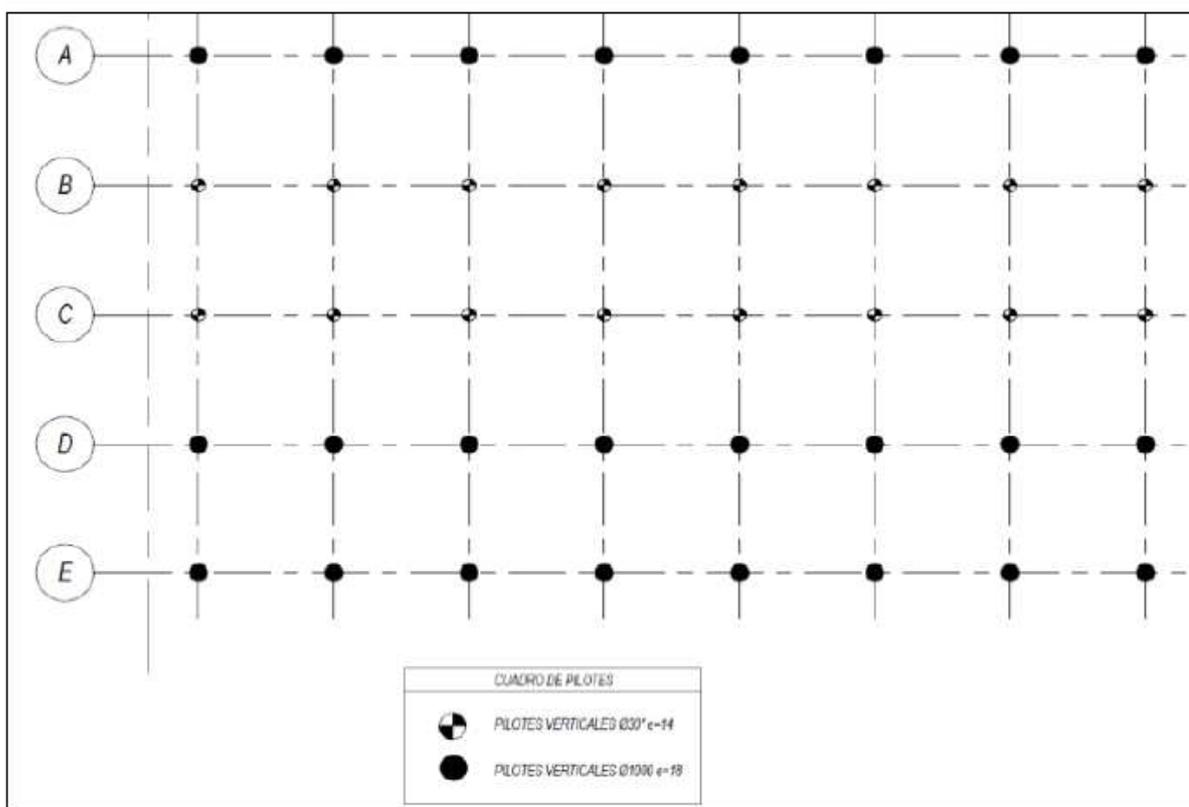
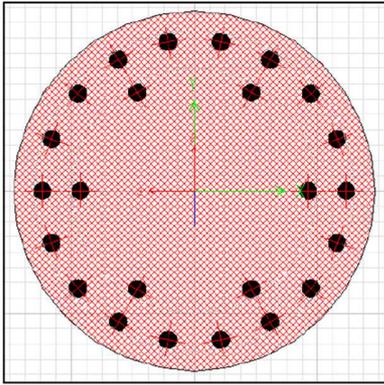


Figura 4-22 Planta Distribución de Pilotes

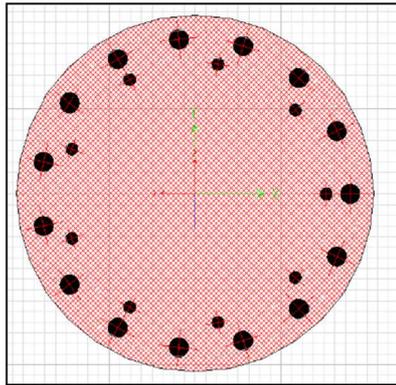
Pilote	Dimensiones
Eje A	$\phi 1000 \times 18$
Eje B	$\phi 30 \times 14$
Eje C	$\phi 30 \times 14$
Eje D	$\phi 1000 \times 18$
Eje E	$\phi 1000 \times 18$

Figura 4-23 Geometría de Pilotes

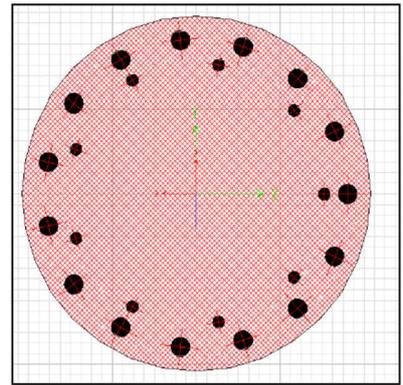
A continuación, se muestran algunas de las configuraciones de armaduras al interior de los pilotes para formar el “Tapón”



Tapón Pilote Eje C, $18\phi 36 + 6\phi 36$.



Tapón Pilote Eje D, $15\phi 57 + 9\phi 36$.



Tapón Pilote Eje E, $15\phi 57 + 9\phi 36$.



Tapón Eje 63-C



Vista típica Interior Tapón de Pilotes

La longitud final de cada pilote está dada según Criterios de Hinca (ver ejemplo en Anexo 8.6),

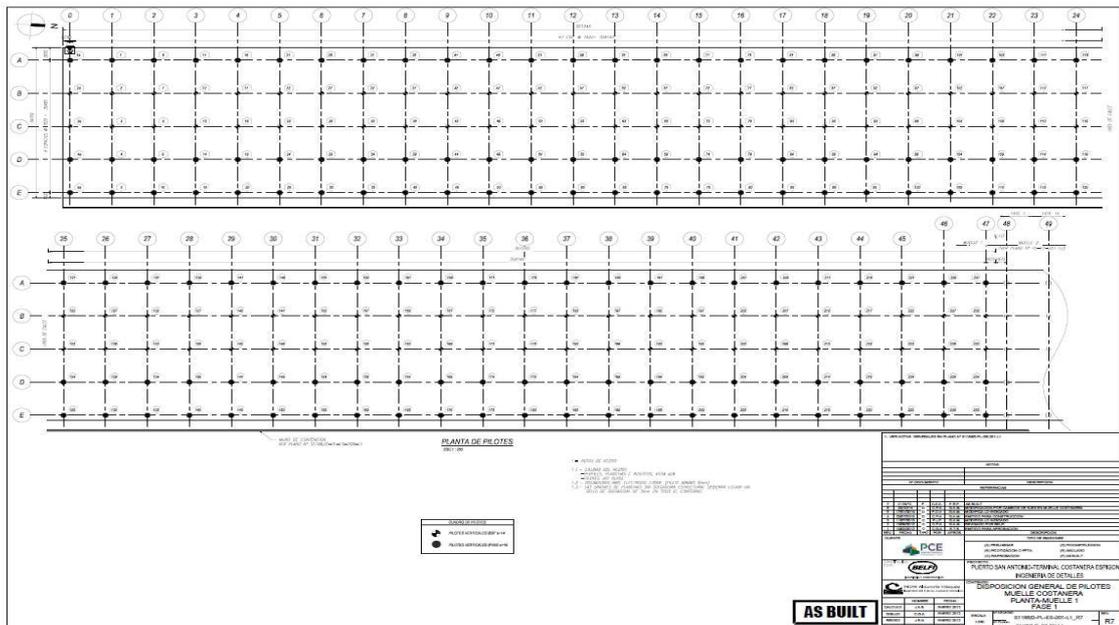


Figura 4-24 Disposición General de Pilotes Muelle Cepa 0 a cepa 47

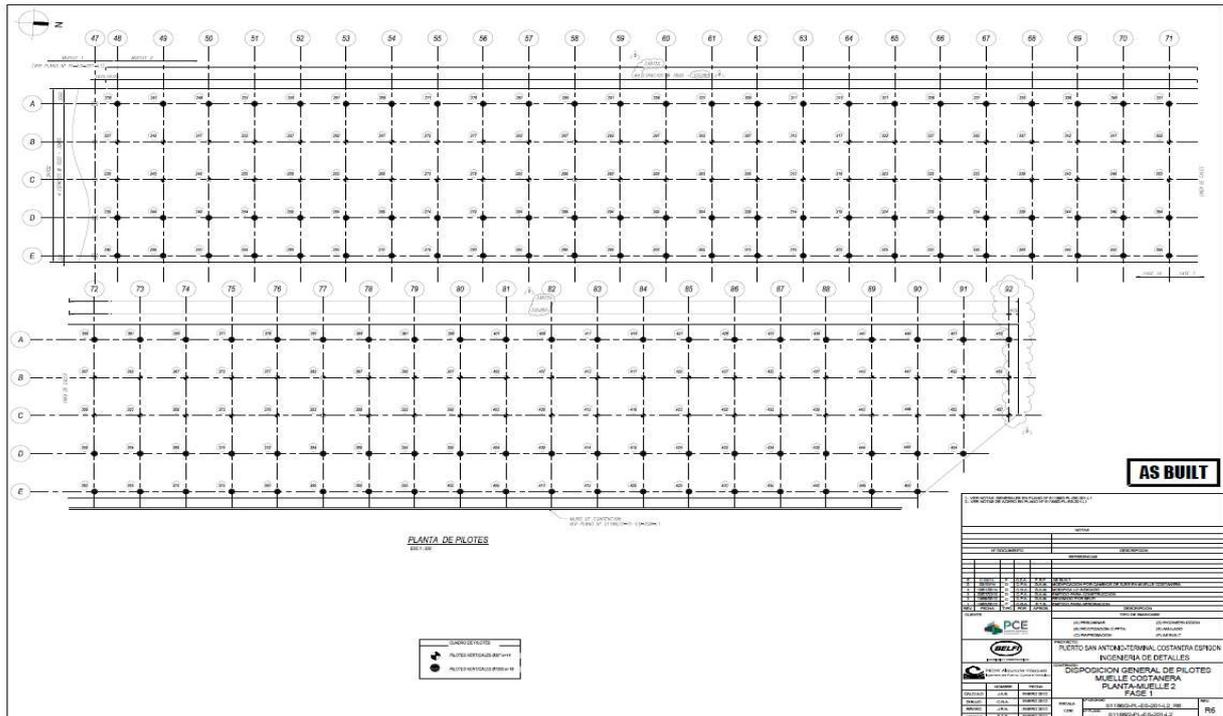


Figura 4-25 Disposición General Pilotes Muelle Cepas 47 a Cepa 92

La hincada de un pilote se ejecuta utilizando equipos especialmente diseñados para este tipo de trabajos y además para ubicar en la posición de hincado se utiliza la georreferenciación que se ha hecho con anterioridad a la ubicación cada pilote del muelle.

Proceso de hincado de un pilote:

- Traslado del pilote desde el Taller de Fabricación y Pintura en un camión adaptado para trasladar un elemento de 36 mts de longitud
- Grúa de capacidad de 200 toneladas con una pluma de 60 mts.
- Torre de Hincada: Es una estructura metálica tipo torre que se ubica en la posición exacta donde se debe hincar el pilote (esta posición se determina topográficamente), que sirve para que el pilote mantenga su posición y orientación, y evita de se desvíe durante el proceso de hincado

Martinete: Para este caso se utilizó un Martinete Pileco D-100-30, que es un martillo con un motor diésel, que se monta sobre el pilote una vez que el pilote está instalado en su posición y afirmado en la torre de hincada, como se muestra en la foto, se pone en marcha el motor diésel y el martillo comienza a golpear sobre la cabeza del pilote enterrándolo en el fondo marino hasta cumplir con los Criterios de hincada en cuanto a profundidad y número de golpes del martillo para que el pilote baje 10 centímetros (1 dm).

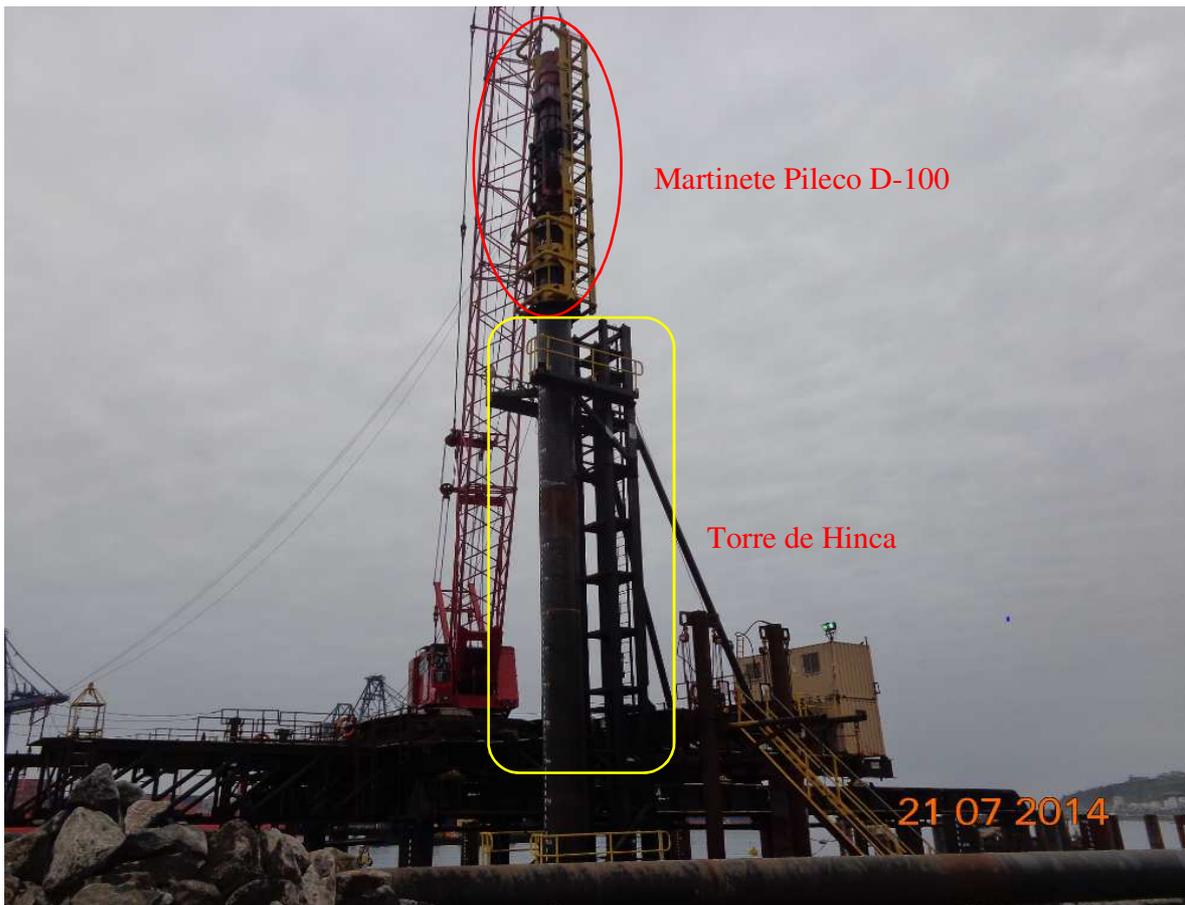


Figura 4-26 Vista General Hinca de Pilotes

Para el control de avance de la hinca se utiliza el Registro de Hinca de Pilotes (ver Anexo 8.7).

El Supervisor de Obras Marítimas es el encargado de controlar que la hinca se ejecute de acuerdo a los requerimientos especificados en los Criterios de Hinca y Rechazo

Y por cada pilote se puede obtener un cuadro de control de hinca, y cada uno de éstos forma un cuadro consolidado de control de hinca permite ver todos los parámetros requeridos para verificar que la Hinca cumplió con todos los criterios.

Con este procedimiento de control se genera una planilla general de avance de la hinca que permite ir midiendo el avance en cantidad y en % respecto de lo programado, y también se va verificando el cumplimiento de los criterios de Hinca y Rechazo para cada Pilote, Ver figura 4-28, de ejemplo

CEPA	EJE																	
	A					B				C								
	Cota de Punta		Rechazo		PDA	Fecha	Cota de Punta		Rechazo		PDA	Fecha	Cota de Punta		Rechazo		PDA	Fecha
Real	Min	Real	Min			Real	Min	Real	Min			Real	Min	Real	Min			
72																		
71	-34,01	-34	4	4	X	14-01-14	-30,63	-30	3	3	X	18-12-13	-27,23	-27	4	4		18-12-13
70	-34,05	-34	4	4	X	15-01-14	-30,56	-30	3	3		12-12-13	-27,12	-27	3	4		10-12-13
69	-34	-34	4	4		31-03-14	-31,47	-30	3	3		07-01-14	-28,1	-27	4	4		07-01-14
68	-34,04	-34	4	4		01-04-14	-30,01	-30	4	3	X	29-01-14	-27,42	-27	4	4		19-01-14
67	-34,04	-34	7	4		03-04-14	-30,05	-30	4	3		29-01-14	-27,06	-27	4	4		21-01-14
66	-34,01	-34	9	4		14-04-14	-30,13	-30	3	3		16-02-14	27,09	-27	8	4		30-01-14
65	-34	-34	8	4		16-04-14	-30,96	-30	4	4		07-02-14	-27,16	-27	11	4		04-02-14
64	-34,11	-34	6	4		22-04-14	-30,07	-30	5	4		19-02-14	-27,1	-27	4	4		12-02-14
63	-34,3	-34	4	4		23-04-14	-30,3	-30	5	4		19-02-14	-27,03	-27	5	4		15-02-14
62	-34,2	-34	4	4		24-04-14	-31,36	-30	4	4		05-03-14	-24,618	-27	14	4		22-02-14
61	34,35	-34	4	4		25-04-14	-32,34	-30	3	4		05-03-14	-27,02	-27	4	4		26-02-14
60	-34,21	-34	4	4	X	26-04-14	-25,05	-30	10	4	X	13-03-14	-28,52	-27	4	4		06-03-14
59	-37,1	-34	6	4		07-05-14	-25,02	-25	7	9		13-03-14	-25,6	-25,5	12	10		11-03-14
58	-37,1	-34	10	4		07-05-14	-29,6	-25	7	9		29-04-14	-25,51	-25,5	13	10		18-03-14
57	-36,82	-34	5	4	X	15-05-14	-31,55	-25	4	9		08-05-14	-28,51	-25,5	12	10		09-05-14
56	-36,73	-34	5	4		20-05-14	-30,4	-25	4	9		13-05-14	-25,56	-25,5	12	10		13-05-14
55	-34,3	-34	4	4		22-05-14	-25,02	-25	9	9		16-05-14	-25,51	-25,5	11	10		15-05-14
54	-36,91	-34	7	4		27-05-14	-25,1	-25/-30	8	8/4	X	24-05-14	-25,52	-25,5	14	10		24-05-14
53	-36,7	-34	7	4		30-05-14	-25,03	-25/-30	8	8/4		27-05-14	-25,52	-25,5	12	10		28-05-14
52	-36,82	-34	8	4		04-06-14	-30,39	-25/-30	4	8/4		30-05-14	-25,53	-25,5	10	10		03-06-14
51	-36,24	-34	5	4		13-06-14	-30,45	-25/-30	5	8/4		07-06-14	-25,52	-25,5	11	10		07-06-14
50	-39,93	-34	8	4		17-06-14	-30,15	-25/-30	5	8/4		10-06-14	-25,51	-25,5	10	10		11-06-14
49	-36,85	-34	7	4		20-06-14	-30,29	-25/-30	5	8/4		13-06-14	-25,73	-25	9	10		18-06-14
48	-36,82	-34	7	4		24-06-14	-30,06	-25/-30	6	8/4		19-06-14	-26,13	-25	7	10		19-06-14
47	-36,89	-34	7	4		25-06-14	-30,06	-25/-30	5	8/4		21-06-14	-28,75	-25	4	10		21-06-14
46	-36,9	-34	7	4		05-07-14	-30,12	-25/-30	5	8/4		26-06-14	-25,58	-25	4	10		26-06-14

Figura 4-27 Cuadro Control de Cumplimiento de Criterios de Hinca

Compactación Dinámica

En todos los puntos explorados de la explanada existe una capa superficial de rellenos granulares compactos. Bajo esta capa superficial compacta, se encuentran rellenos granulares y depósitos naturales sueltos, que llegan hasta profundidades comprendidas entre 3.5 y 10 metros, se pudo establecer que estos rellenos granulares y los suelos naturales sueltos presentan riesgo de licuefacción sísmica, lo que lleva a asentamientos y a la pérdida transitoria de la capacidad carga.

Se decide aplicar este método de compactación dinámica porque se adapta bien a proyectos de gran superficie, permite lograr compactaciones hasta una profundidad de 15 metros y consiste en dejar caer una masa de acero pesada reiteradas veces sobre el suelo en intervalos espaciados de manera regular.

Los equipos de compactación que se utilizan, permiten la caída libre de una masa de aproximadamente 30 Ton, desde una altura de hasta 25 m, lo que representa una energía máxima por golpe de 750 t-m.

El equipo de compactación por impactos 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 m. Su altura es de 30 m y permite dejar caer la maza desde una altura máxima de 25 m.

La masa es izada por el huinche principal de la grúa, el que tiene una capacidad de levante de 70 ton. El gancho de liberación de carga, es accionado por el operador de la grúa.

La energía de impacto es de 600 t-m y 750 t-m, según la altura de caída que varía de 20 y 30 metros, según la Fase y Sector a aplicar.

Para definir la grilla de impactos y el número de golpes por punto, se prepara una cancha de pruebas, logrando establecer la siguiente metodología

METODOLOGIA PARA COMPACTACION DINAMICA		
Fase I	Fase II	Peso Maza
Para sectores con altura de relleno mayor a 5 m.: 4 golpes desde 20 m. + 2 golpes desde 25 m.	Todos los sectores: 3 golpes desde 20 m. + 2 golpes desde 25 m.	30 Ton
Para sectores con menos de 5 m. de relleno: 6 golpes desde 20 m.		30 Ton

Se efectúa al menos 1 sondaje de control de compactación por cada 2.500 m² de superficie compactada. Estos sondajes penetran hasta aproximadamente 15 m. bajo la superficie del terreno.

Los sondajes de control indicaron que en ambos sitios la energía de compactación aplicada fue apropiada, lográndose en general alcanzar el nivel de compactación necesario.

Como criterio de aceptación de la compactación, se establece un índice de penetración estándar mínimo que se mide en los sondajes, el cual indica que se ha alcanzado la densidad necesaria. Para este caso, en que la compactación y el control con sondajes se efectúa aproximadamente desde la cota +2.3 a +2.5 m NRS, el criterio de aceptación es el siguiente:

$$N_{Spt} \geq 15 + 1.9 z$$

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

En las figuras 4-28 y 4-29 se muestra el área de Mejoramiento de suelos por Compactación Dinámica tanto para la Fase 1A como para la Fase 1B

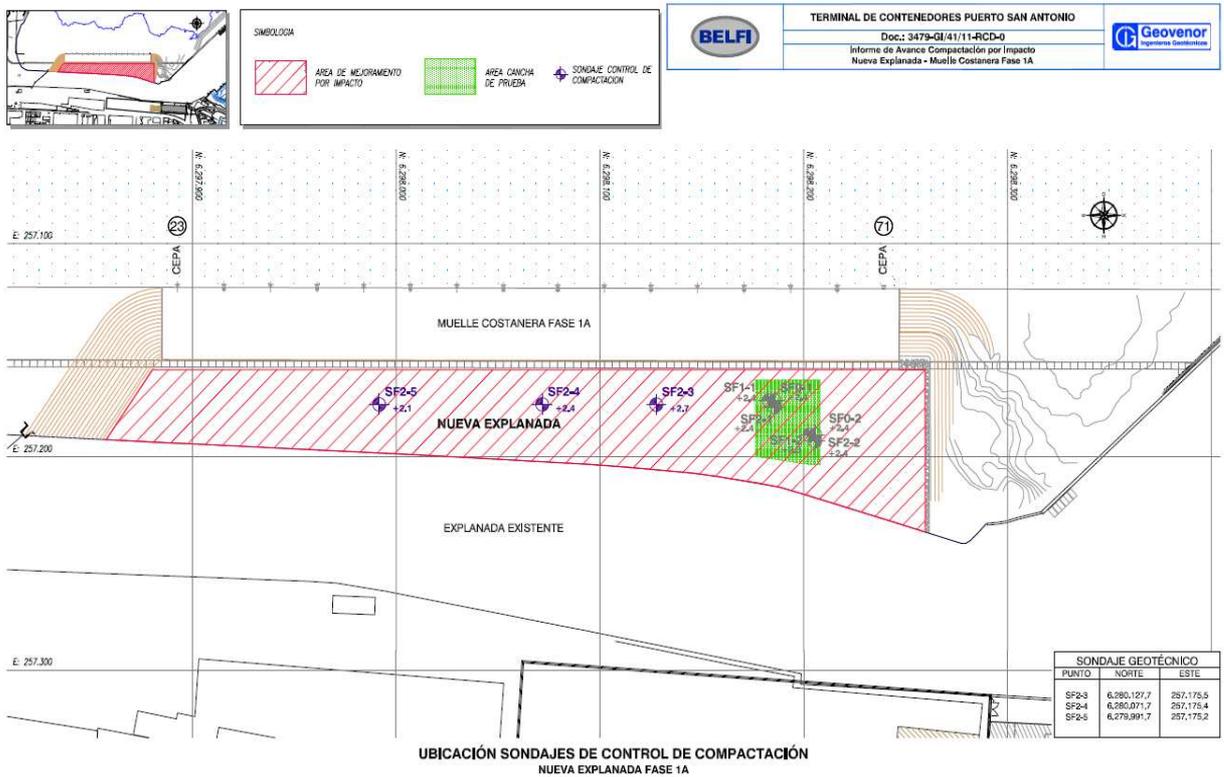


Figura 4-28 Mejoramiento de Suelos con Compactación por Impacto y Sondajes FASE 1A



AREAS COMPACTACION DINAMICA FASE 1B

Figura 4-29 Mejoramiento de Suelos por Compactación Dinámica Fase 1B

En la figura 4-30 se muestra el área completa de Compactación Dinámica sectorizada para llevar el control de avance para ambas Fases

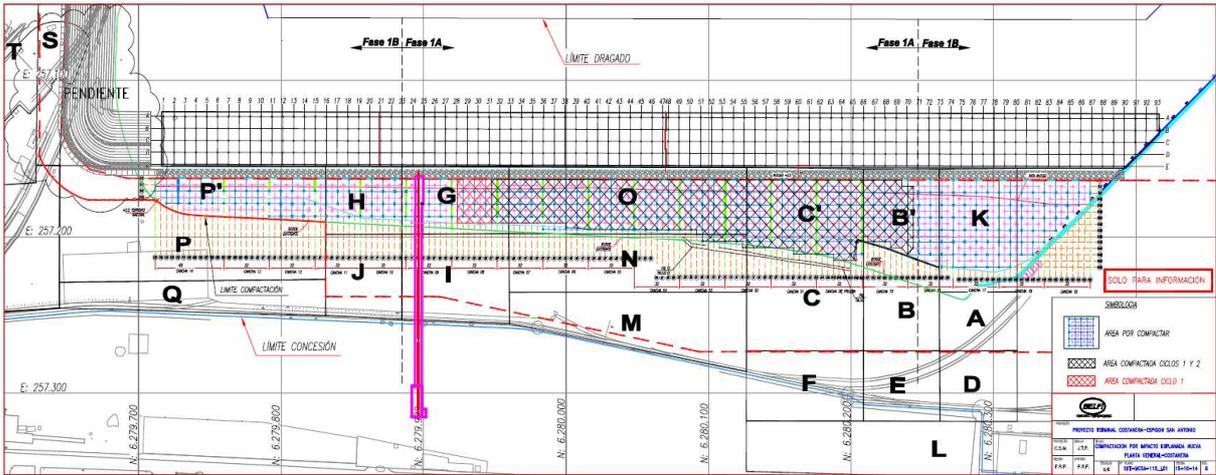


Figura 4-30 Diagrama de Areas Nuevas y Existentes para Control de Avance

En la figura 4-31 se muestra el gráfico con el Avance de la Compactación Dinámica comparada con el avance programado por Belfi

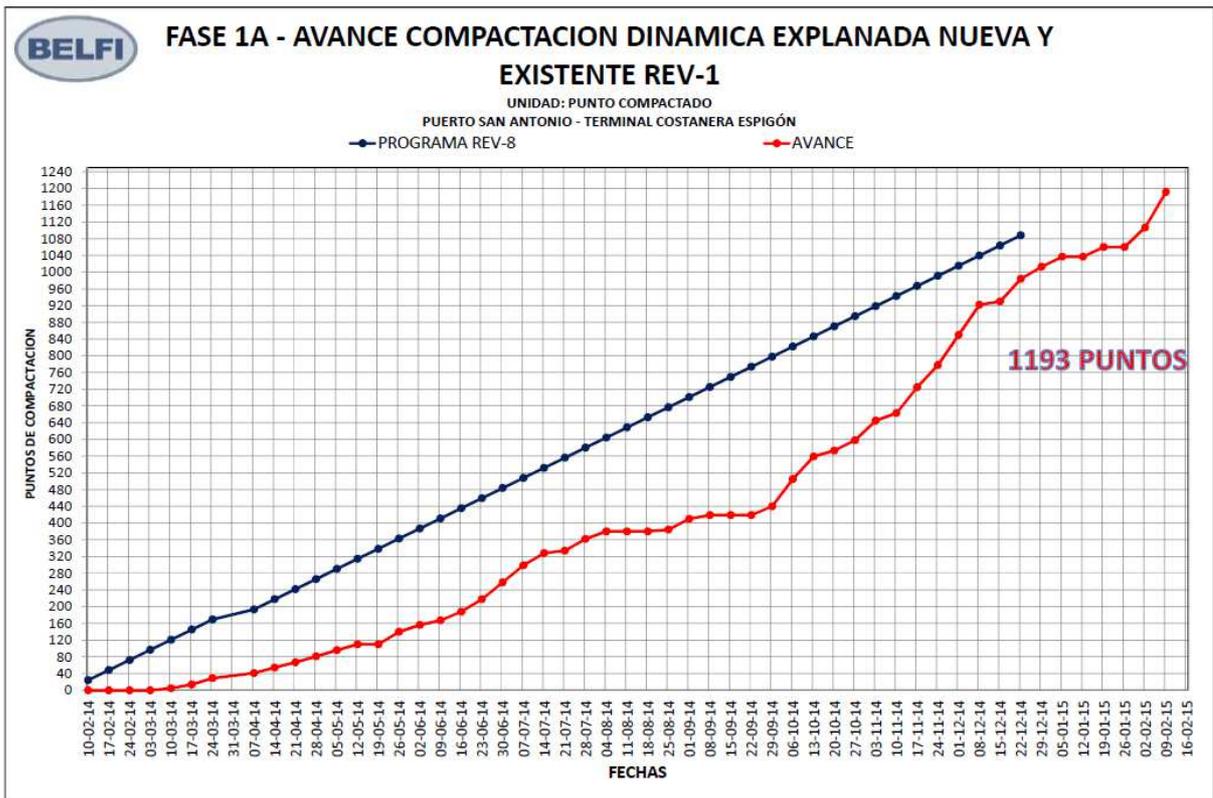
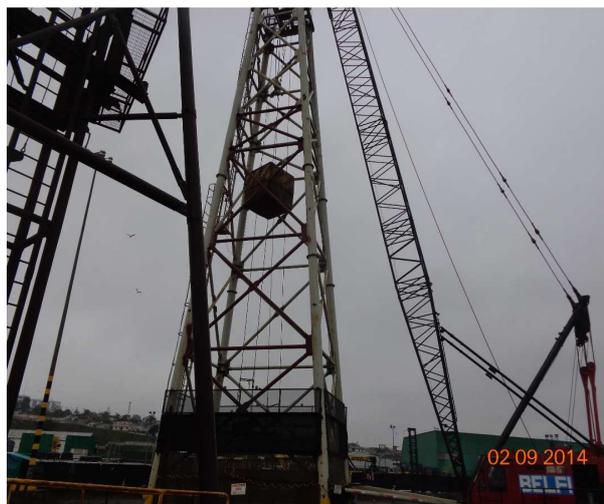


Figura 4-31 Avance Compactación Dinámica Explanada Nueva y Existente



EQUIPO DE COMPACTACIÓN DINAMICA EN TRABAJO DE IZAJE DE MAZA

Procesos de Control de Avance y calidad de las Obras Terrestres

Los procesos de control de calidad de las Obras Terrestres se llevan según los métodos que habitualmente se aplican en la construcción tradicionales, los más habituales son:

PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS TERRESTRES MAS HABITUALES			
Movimientos de tierra	armaduras para hormigones	Moldaje	Hormigón
1.- Controles Topográficos 2.- Medición del relleno compactado por capas 3.- Análisis físico- químicos de los materiales utilizados	1.- Certificado de calidad del acero de las armaduras 2.- Verificación en terreno del tipo de armadura (diámetro) utilizada que sea de acuerdo a lo indicado en planos de la especialidad 3.- Distribución de la armadura en cada elemento respetando lo indicado en planos 4.- Verificación de traslapes	1.- Calidad del tipo de moldaje a utilizar, ya sea metálico y/o de madera 2.- Verificación del plano del moldaje 3.- Verificación que la posición del moldaje coincida con la geometría del elemento a hormigonar 4.- Aplicación del desmoldante previo al hormigonado	1.- Calidad del hormigón, en cuanto a su resistencia, nivel de confianza, cono, T. máx. del árido 2.- Previo al hormigonado, superficies limpias y húmedas. 3.- Controlar el proceso de curado del hormigón, para evitar la aparición de fisuras y/o grietas por retracción del hormigón
Pernos de Anclaje	<u>Estructuras metálicas</u>		Especialidades de Electricidad e Instrumentación, Obras Sanitarias (AP, Alcantarillado, Aguas Iluvias), Red Contra Incendios (RCI)
1.- Certificado de calidad del acero 2.- Protocolos de fabricación 3.- Protocolos de aplicación de revestimientos de protección (pintura, galvanizado, etc...) 4.- Verificación dimensional y cantidad de los elementos 5.- Chequeo topográfico de instalación, pre y post hormigonado	Etapa de Fabricación: 1.- Certificado de calidad del acero y accesorios 2.- Calificación de los soldadores 3.- Ensayos ND de soldaduras 4.- Verificación dimensional de los elementos 5.- Control de aplicación del esquema de protección anticorrosiva aplicada a las estructuras, medición de espesores, de adherencia, porosidad, etc.. 6.- Control de estado de las estructuras en faena (después del transporte desde Maestranzas)	Etapa de Montaje: 1.- Revisión de Procedimientos de Montaje 2.- Chequeo de estado de equipamiento y elementos de maniobras para izajes 3.- Verificación de Condiciones climáticas previas al montaje 4.- Verificación de cumplimiento de medidas SSO, en cuanto a la capacitación y calificación del personal de montaje y utilización de los EPP 5.- Alineamiento, Verticalidad, 2.- Torqueo de pernos, 6.- Aplicación de grout en la base de apoyo 7.- Touch up a los revestimientos	Cada especialidad tiene sus propios procedimientos y normas de control de calidad exclusivas de cada una de ellas.

4.3.4. Cuadros y Herramienta para el control de Avances de las Obras

Para controlar el avance físico de las obras en terreno, se utilizan los planos y las cubicaciones de las obras que se indican en el itemizado del presupuesto oficial del contrato donde se van ingresando las mediciones hechas en terreno que van entregando un avance en porcentaje con respecto al total de obra considerada para cada partida y se compara con el avance que está programado para cada partida en la misma fecha.

Los supervisores de terreno generan sus propias planillas de control para cada actividad del Programa de construcción, como los ejemplos mostrados a continuación y así llevar un control de avance preciso según el terreno para comparar con el avance programado.

A continuación se presentan unas muestras del control de avances de algunas de las obras al 26 de junio de 2016

Muestra de Cuadro de Avances de Obras Marítimas en Muelle Costanera al 26-06-2016

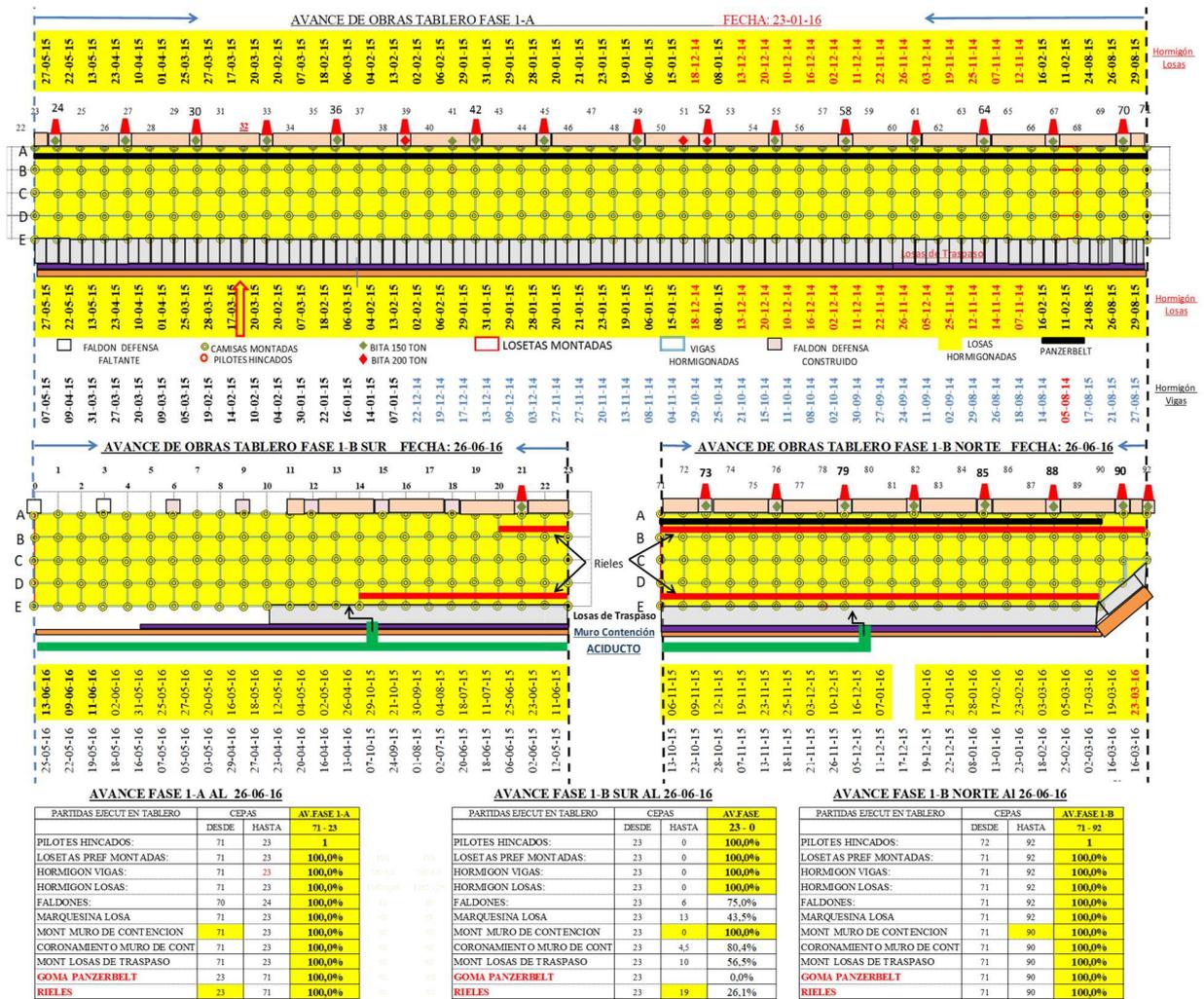
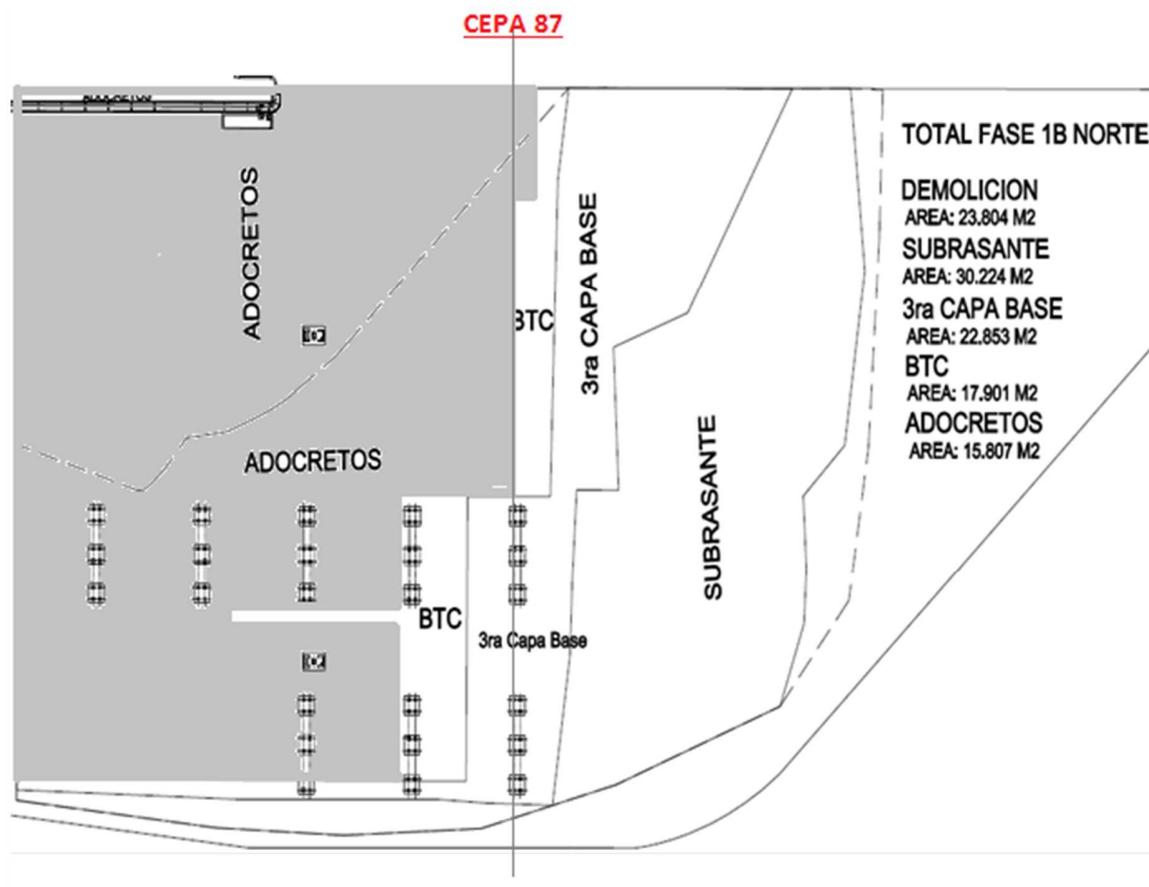


Figura 4-32 Control de Avance de Obras de la Superestructura en Muelle Costanera

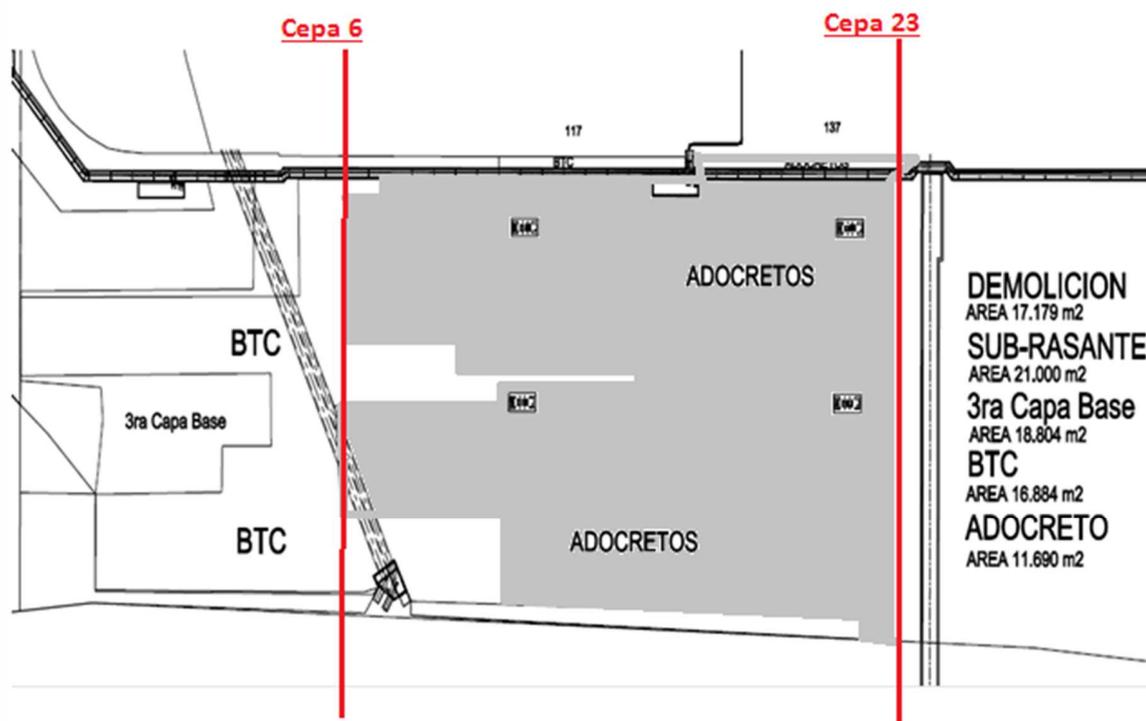
Muestra de Cuadros de Avances de Obras Terrestres en Explanadas al 26-06-2016



Cuadro de Avances

DESCRIPCION	UN	AVANCE	PROYECTO	% Avance
		26/06/16		
Demolición Pavimentos	M2	23.804	37.425	63,60%
Sub-Rasante	M2	30.224	37.425	80,76%
3° Capa B Estabilizada	M2	22.853	37.425	61,06%
BTC	M2	17.901	37.425	47,83%

Figura 4-33 Control de Avance de Obras de Movs. de Tierra y rellenos sector Norte de Explanada

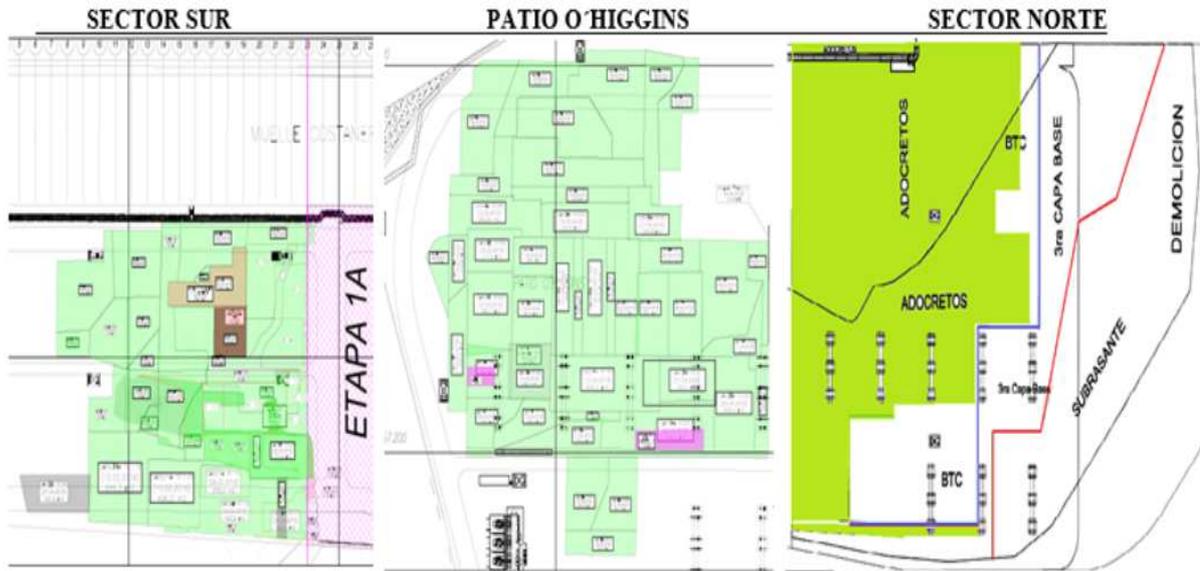


Cuadro de Avances

DESCRIPCION	UN	AVANCE	PROYECTO	% Avance
		26/06/16		
Demolición Pavimentos	M2	17.179	26.895	63,88%
Sub-Rasante	M2	21.000	26.042	80,64%
2° Capa B Estabilizada	M2	21.000	26.042	80,64%
3° Capa B Estabilizada	M2	18.804	26.042	72,21%
BTC	M2	16.894	26.042	64,87%

Figura 4-34 Control de Avance de Obras de Movs. de Tierra y Rellenos sector sur de Explanada

AVANCE ADOCRETOS FASE I-B

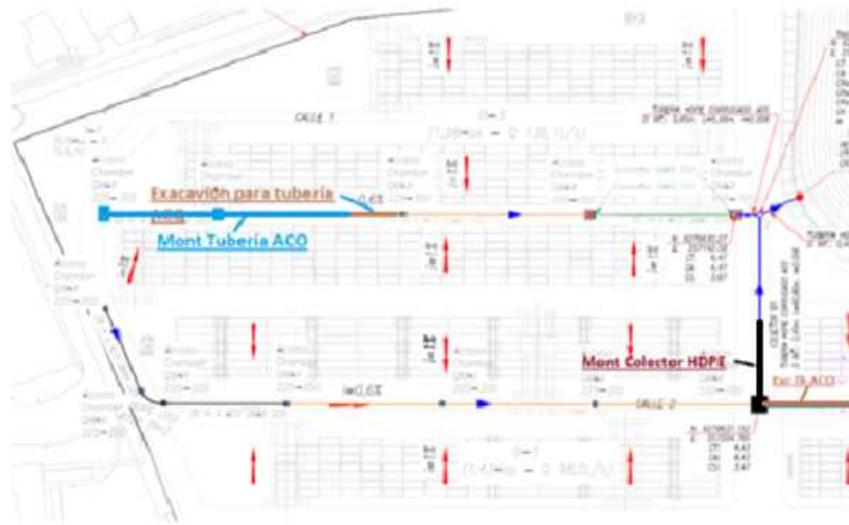


Cuadro de Avances:

AVANCE COLOCACION A DOCRETOS: 26-06-16			26-06-16
SECTOR	SUPERFICIE		
	PROYECTADA M2	AVANCE M2	% Avance
Patio O'Higgins (U - R - T)	36.284	15.058,0	41,50%
Sector Sur y Fondo de Poza (H-J-P'-P-Q-S)	25.624	11.690,0	45,62%
Sector Norte (C'-C-F-B'-B-E-K-A-D-ESPIGON)	37.425	15.807,0	42,24%
TOTALES	99.333	42.555	42,84%

Figura 4-35 Control de Avance de Obras Colocación de Adocretos en Explanadas

Acueductos Aguas Lluvia Patio O'Higgins 26-06-16



Fecha control: 26.06.16

FASE 1-B SUR					
AVANCE OBRAS AGUAS LLUVIA PATIO O'HIGGINS					
L= 175,26 mt					
LINEA CENTRAL PATIO	Long total:	188		COLECTOR B1	Long total: 78,8
	Avance			Avance	
	mt	%		mt	%
AVANCEAL 26-06-16				AVANCEAL 26-06-16	
EXCAVACION CANALETA	80	43,0%		EXCAVACION COLECTOR	12
EMPLANTILLADO	60,0	32,3%		EMPLANTILLADO	12
ARMAD CANALETA - Mont ACO	60,0	32,3%		Montaje Colector HDPE	12
HORMIGON IN SITU	0,0	0,0%		HORMIGON IN SITU	12
MONT REJILLA - Relleno Comp	0,0	0,0%			
LINEA LADO ORIENTE PATIO	Long total:	210			
	Avance				
	mt	%			
AVANCEAL 26-06-16					
EXCAVACION CANALETA	0,0				
EMPLANTILLADO	0,0				
ARMAD CANALETA - Mont ACO	0,0				
HORMIGON IN SITU	0,0				
MONT REJILLA - Rel Comp	0,0				

AVANCE PONDERADO	26/06/16
CANALETAS PATIO O'HIGGINS	
EXCAV CANALETA	20,2%
EMPLANTILLADO	15,2%
Mont ACO	15,2%
HORMIGON IN SITU	0,0%
MONT REJILLA - Rel Comp	0,0%

Figura 4-37 Control de Avance de Obras de Acueducto Aguas Lluvias en sector Patio O'Higgins

Análisis y Comentarios al Proceso de Control y Seguimiento de la Construcción y las Herramientas utilizadas

El objetivo del control de avance semanal de todas las faenas, mostrado en las figuras anteriores, es medir el grado de avance de la construcción y compararlo respecto del avance programado por BELFI, y declarado en su Carta Gant.

A continuación, se muestra un ejemplo de presentación del avance general de la construcción que al 26-06-2016 presenta un atraso general de un 8,63%, y este atraso general se desglosa por cada fase (Fase 1A y Fase 1B)

Respecto del programa rev.8, el atraso general de Belfi, es de un de 8.63%

PROGRAMA REVISION 8								
Contrato Construcción Muelle Costanera - Espigón				26/06/16				
	Dur	Inicio	Fin	Avance		Avance		Atraso
		(*)Start	(*)Finish	Programa	Terreno	Real	Prog Rev.8	
			24/11/16			88,08%	96,70%	8,63%

Para la Fase 1-A, las obras faltantes representan un atraso de un 2,58%, que se detalla a continuación:

PROGRAMA REVISION 8								
Contrato Construcción Muelle Costanera - Espigón				26-06-16				
26/06/16	Dur	Inicio	Fin	Avance		Avance		Atraso
		(*)Start	(*)Finish	Programa	Terreno	Real	Prog Rev.8	
Instalacion de Adocretos	314,00	10/07/13	28/09/15	100,0%	99,0%	97,42%	100,0%	2,58%
ACIDUCTO				0,0%	0,0%			
Instalacion de Tuberias y Valvulas	251,00	03/09/14	14/07/15	100,0%	0,0%	1,37%	1,38%	0,01%
Instalacion Electrica para Logica y Control	223,00	06/11/14	17/06/15	100,0%	0,0%	0,00%	0,98%	0,69%
Comisionamiento	41,00	18/06/15	29/07/15	100,0%	0,0%	0,00%	0,18%	0,18%
RED DE INCENDIO								
Estanque Acumulacion	92,00	24/07/14	24/10/14	100,0%	0,0%	0,00%	0,40%	0,40%
Suministro Sala de Bombas	121,00	24/09/14	23/01/15	100,0%	100,0%	0,53%	0,53%	0,00%
Instalacion Sala de Bombas	25,00	26/01/15	20/02/15	100,0%	72,0%	0,08%	0,11%	0,03%
Prueba Presion			06/07/15	100,0%	100,0%	0,00%	0,00%	0,00%
DEMOLICION EDIFICIOS								
Demolicion Edificios Varios	122,00	02/09/14	02/01/15	100,0%	100,0%	0,54%	0,54%	0,00%
OBRAS ELECTRICAS 1A								
Montaje Sala Electrica Reefers 2	61,00	27/05/15	27/07/15	100,0%	98,0%	0,26%	0,27%	0,01%
Pruebas y Puesta en Marcha Sala Elect. Reefer 2	59,00	28/07/15	25/09/15	100,0%	60,0%	0,16%	0,26%	0,10%
Aprobacion SEC	32,00	27/08/15	28/09/15	100,0%	65,0%	0,09%	0,14%	0,05%

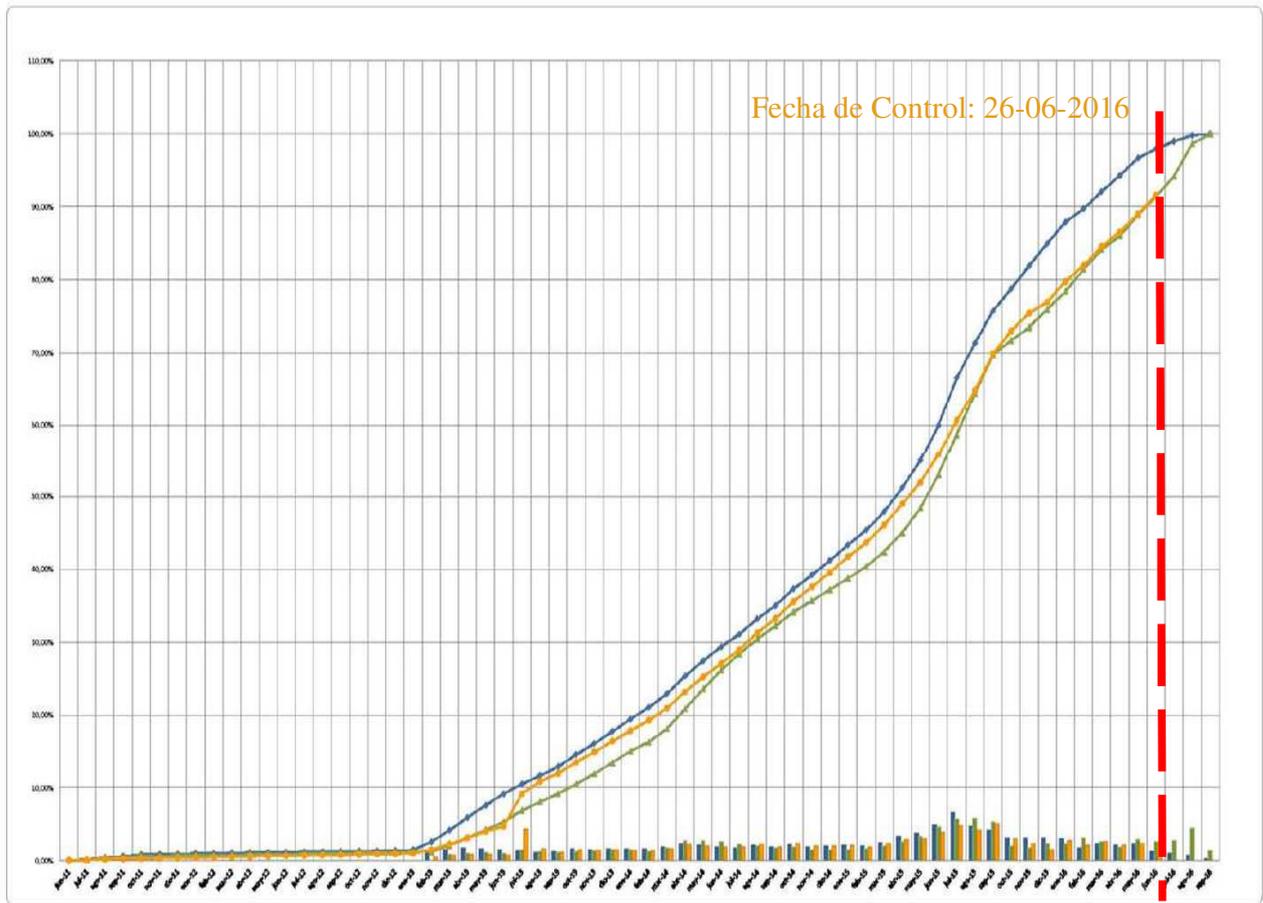
Este control y conocimiento del estado de avance de las obras permite que el equipo directivo del proyecto pueda planificar las gestiones y acciones para ir recuperando el atraso de aquellas partidas que están en la ruta crítica y/o de aquellas que, debido a su atraso puedan transformarse en actividades críticas para el cumplimiento del plazo total. Para esta muestra, las principales actividades que Belfi aún no termina son la construcción de la Sala de Bombas definitiva y la provisión y montaje de la tubería para ácido, las que con su atraso ya se están transformando en críticas para el término de obras de la Fase 1-A, incluso con respecto al plazo total de la obra

A continuación, muestra el cuadro con las partidas de la Fase 1B que al 26-06-2016 estaban en ejecución con distintos porcentajes de avances en terreno, respecto del programado

PROGRAMA REVISION 8 FASE 1-B							
	Inicio (*)Start	Fin (*)Finish	26/06/16		Avance Ponderado		Atraso
			Avance		Real	Prog Rev.8	
			Programa	Terreno			
					79,23%	95,65%	16,42%
MUELLE COSTANERA FASE 1B							
FASE 1B FONDO POZA							
Excavacion Terrestre	01/09/14	25/05/15	100,0%	98,0%	1,05%	1,07%	0,02%
Excavacion Submarina	29/01/15	22/06/15	100,0%	96,0%	0,56%	0,58%	0,02%
Dragado Fondo Poza	02/09/15	10/02/16	100,0%	70,0%	0,45%	0,65%	0,19%
Sum. y Colocacion Enrocados	28/09/15	07/04/16	100,0%	39,0%	0,30%	0,77%	0,47%
Instalacion Muro "L"	27/10/15	05/05/16	100,0%	4,0%	0,03%	0,77%	0,74%
Rellenos Respaldo de Muro	16/11/15	25/05/16	100,0%	2,0%	0,02%	0,77%	0,76%
FASE 1B SUR							
Dragado Concesion Nuevos Sitios Etapa 1	08/07/14	31/12/14	100,0%	90,0%	0,64%	0,71%	0,07%
Dragado Concesion Nuevos Sitios Etapa 2	13/05/15	01/09/15	100,0%	90,0%	0,40%	0,45%	0,04%
NUCLEO							
Colocacion Desmonte Canteras	13/08/14	12/03/15	100,0%	97,0%	0,83%	0,85%	0,03%
COLOCACION FILTRO							
Colocacion Filtro	11/09/14	10/04/15	100,0%	97,0%	0,83%	0,85%	0,03%
COLOCACION ROCAS					0,00%	0,00%	0,00%
Colocacion Roca Proteccion	04/02/15	01/09/15	100,0%	97,0%	0,82%	0,84%	0,03%
RELLENO EXPLANADA							
Compactacion con Rodillo	30/03/15	27/10/15	100,0%	82,0%	0,70%	0,85%	0,15%
MONTAJE MURO L							
Hormigonado In-Situ	13/05/15	09/12/15	100,0%	80,4%	0,68%	0,85%	0,17%
HORMIGONES TABLERO							
Hormigonado Losa	25/03/15	22/10/15	100,0%	100,0%	0,85%	0,85%	0,00%
Hormigon Faldon	23/04/15	19/11/15	100,0%	75,0%	0,64%	0,85%	0,21%
INSTALACION LOSAS DE TRASPASO							
Instalacion Pad-Fabreeka	24/08/15	18/03/16	100,0%	56,5%	0,47%	0,83%	0,36%
Montaje Losa de Traspaso	24/08/15	18/03/16	100,0%	56,5%	0,47%	0,83%	0,36%
BITAS							
Instalacion Insertos Bitas	25/02/15	23/09/15	100,0%	22,2%	0,19%	0,85%	0,66%
Montaje de Bitas	20/08/15	18/12/15	100,0%	11,1%	0,05%	0,48%	0,43%
DEFENSAS							
Instalacion Insertos Defensas	25/02/15	23/09/15	100,0%	25,0%	0,21%	0,85%	0,64%
Montaje de Defensas	17/09/15	19/01/16	100,0%	12,5%	0,06%	0,50%	0,44%
INSTALACION RIELES							
Instalacion de Rieles	06/08/15	22/12/15	100,0%	26,1%	0,15%	0,56%	0,41%

PROGRAMA REVISION 8 FASE 1-B							
	Inicio (*)Start	Fin (*)Finish	26/06/16		Avance Ponderado		Atraso
			Avance		Real	Prog Rev.8	
			Programa	Terreno			
FASE 1B NORTE							
Dragado Concesion Nuevos Sitios Etapa 1	01/04/15	12/05/15	100,0%	96,0%	0,16%	0,17%	0,01%
Dragado Concesion Nuevos Sitios Etapa 2	11/02/16	18/04/16	100,0%	96,0%	0,26%	0,27%	0,01%
COLOCACION ROCAS							
Colocacion Roca Proteccion	08/10/15	07/03/16	100,0%	99,0%	0,60%	0,61%	0,01%
RELLENO EXPLANADA							
Produccion y Transporte Integral de Rio	13/01/15	10/06/15	100,0%	99,0%	0,59%	0,60%	0,01%
Colocacion Integral de Rio	20/07/15	15/12/15	100,0%	90,0%	0,54%	0,60%	0,06%
Compactacion Dinamica	14/10/15	10/03/16	100,0%	68,5%	0,41%	0,60%	0,19%
Compactacion con Rodillo	28/10/15	24/03/16	100,0%	61,1%	0,36%	0,60%	0,23%
HORMIGONES LOSAS DE TRASPASO							
Instalacion Pad-Fabreeca	21/03/16	16/08/16	65,5%	100,0%	0,60%	0,39%	-0,21%
Montaje Losa de Traspaso	21/03/16	16/08/16	65,5%	100,0%	0,60%	0,39%	-0,21%
DEFENSAS							
Montaje de Defensas	28/03/16	22/07/16	77,6%	100,0%	0,47%	0,36%	-0,10%
OBRAS COMPLEMENTARIAS							
Obras Complementarias	24/05/16	22/07/16	0,0%	59,0%	0,14%	0,00%	-0,14%
PROTECCION CATODICA							
Proteccion Catodica	09/02/16	10/05/16	100,0%	34,0%	0,12%	0,37%	0,24%
NUEVOS PAVIMENTOS							
Retiro de Pavimentos Existentes	05/01/15	31/12/15	100,0%	73,0%	1,06%	1,45%	0,39%
Preparacion Sub-Fasante	02/02/15	29/01/16	100,0%	78,7%	1,15%	1,46%	0,31%
Colocacion Base y Sub-Base	10/04/15	07/04/16	100,0%	66,3%	0,97%	1,46%	0,49%
Instalacion de Adocretos	09/09/15	02/09/16	81,1%	42,8%	0,62%	1,17%	0,55%
Excavacion para Vigas de Patio [gruas RTG]	05/01/15	24/06/15	0,0%	0,0%	0,00%	0,00%	0,00%
Homigon de Vigas	19/06/15	14/06/16	0,0%	0,0%	0,00%	0,00%	0,00%
AGUAS LLUVIA							
Excavacion	09/06/15	02/06/16	100,0%	99,9%	1,45%	1,45%	0,00%
Colector de Aguas Lluvias	23/06/15	16/06/16	100,0%	99,9%	1,45%	1,45%	0,00%
Construccion Camaras	08/07/15	01/07/16	98,6%	95,0%	1,38%	1,43%	0,05%
Tendido de Tuberias	30/07/15	22/07/16	92,7%	100,0%	1,44%	1,34%	-0,10%
Relleno y Compactacion	02/09/15	26/08/16	83,0%	80,0%	1,16%	1,20%	0,04%
AGUA POTABLE Y AGUAS SERVIDAS							
Excavacion	09/06/15	02/06/16	100,0%	77,0%	1,12%	1,45%	0,33%
Construccion Camaras	08/07/15	01/07/16	98,6%	72,0%	1,04%	1,43%	0,39%
Tendido de Tuberias	30/07/15	22/07/16	92,7%	77,0%	1,11%	1,34%	0,23%
Relleno y Compactacion	02/09/15	26/08/16	83,0%	74,0%	1,07%	1,20%	0,13%
Aprobacion		26/08/16	0,0%	0,0%	0,00%	0,00%	0,00%
ACIDUCTO							
Excavaciones	09/06/15	02/06/16	100,0%	52,6%	0,76%	1,45%	0,69%
Obras Civiles	08/07/15	01/07/16	98,6%	49,0%	0,71%	1,43%	0,72%
Instalacion de Tuberias y Valvulas	30/07/15	22/07/16	92,7%	0,0%	0,00%	1,34%	1,34%
Instalacion Electrica para Logica y Control	25/09/15	20/09/16	76,2%	0,0%	0,00%	1,11%	1,11%
Comisionamiento	21/09/16	12/10/16	0,0%	0,0%	0,00%	0,00%	0,00%
RED DE INCENDIO							
Excavaciones	09/06/15	02/06/16	100,0%	57,1%	0,83%	1,45%	0,62%
Construccion Camaras	08/07/15	01/07/16	98,6%	50,0%	0,72%	1,43%	0,70%
Tendido Tuberias	18/08/15	10/08/16	87,4%	57,1%	0,83%	1,26%	0,44%
Relleno y Compactacion	01/09/15	25/08/16	83,3%	57,1%	0,83%	1,21%	0,38%
Instalacion de Grifos	04/05/16	08/09/16	0,0%	0,0%	0,00%	0,00%	0,00%
Prueba Presion	08/09/16	08/09/16	0,0%	5,0%	0,00%	0,00%	0,00%
CONSTRUCCION DE EDIFICIOS							
Construccion de Edificios	04/01/16	14/10/16	61,3%	24,0%	0,27%	0,70%	0,43%
OBRAS ELECTRICAS FASE 1B							
Construccion OCCC Electricas	02/03/15	29/04/16	100,0%	74,0%	1,27%	1,71%	0,44%
Suministros Torres de Reefers PT1	30/10/14	24/02/15	100,0%	78,3%	0,37%	0,47%	0,10%
Montaje Torre de Reefers	07/07/15	12/05/16	100,0%	76,5%	0,96%	1,25%	0,29%
MONTAJES ELECTRICOS							
Suministros Varios	06/03/15	29/04/16	100,0%	97,0%	1,64%	1,69%	0,05%
Montajes Electricos	08/06/15	28/07/16	92,3%	70,0%	1,17%	1,55%	0,37%
Pruebas y Puesta en Marcha Montajes Electricos	29/07/16	25/10/16	0,0%	115,0%	0,41%	0,00%	-0,41%
Aprobacion SEC	20/10/16	24/11/16	0,0%	0,0%	0,00%	0,00%	0,00%
ENTREGA Y RECEPCION FASE 1B							
Entrega y Recepcion de Obras Fase 1B	24/11/16	24/11/16	0,0%	0,0%	0,00%	0,00%	0,00%

CURVA DE AVANCE DE PROYECTO



4.3.5. Comentarios al Control y seguimiento de la construcción

Al ser el equipo de Administración del Proyecto dependiente directamente de la gerencia general de PCE con autonomía en la toma de decisiones técnicas y administrativas, permite un trabajo más eficiente en todas las áreas ya que además se aprovechan las sinergias de la empresa con las relaciones con EPSA, ya que la administración del proyecto no solo abarca el control y seguimiento de las obras en construcción sino que también abarca la buena relación con EPSA para superar las distintas instancias de revisión y aprobación de cada POI

El hecho de manejar la administración de ambos contratos (con EPSA y con Belfi), da una visión global del proyecto y permite varias gestiones que contribuyen al éxito de la construcción, como las siguientes;

- 1.- Al participar directamente en las decisiones de construcción a través de una coordinación con Belfi, se aprovecha de mejor manera para generar los Informes Contractuales a EPSA
- 2.- Cumplir con los presupuestos en los plazos establecidos para la construcción de ambas fases (1A y 1B), incorporando además mejoras tecnológicas como es la construcción de estructuras para la mantención de contenedores refrigerados (Reefers), Salas Eléctricas, Baños y Comedores para el personal en patios, etc.
- 3.- Detectar con anticipación las obras o áreas que requieren mayor supervisión y las distintas prioridades en abordarlas.
- 4.- Manejar el presupuesto de manera más focalizada haciendo la separación de las obras contratadas a través del EPC, del resto de las obras necesarias y/o extraordinarias de ejecutar para el buen funcionamiento del proyecto, como fueron la construcción del aciducto, el diseño del nuevo Edificio Operaciones de PCE, la construcción de las Instalaciones para el Nuevo Terminal de Pasajeros de Cruceros turísticos, y obras adicionales como El túnel para descarga de Clinker y la construcción del Taller para Mantención de Maquinarias de tierra.

Entre las ventajas más significativas de administrar un contrato de construcción tipo EPC con una empresa constructora especialista en obras portuarias y con una capacidad técnica y económica para enfrentar todos los requerimientos que se van presentando, es que la administración resulta proactiva respecto de los cambios y sugerencias aportadas por la ingeniería de Belfi, en pro de mejorar los tiempos de ejecución de las obras, revisando y aprobando los cambios de manera diligente, lo que representa una importante ventaja tanto para el Contratista como para el Cliente (PCE), y el Mandante (EPSA), cuando el contratista tiene la capacidad de desarrollar ingenierías adecuadas

Es importante que la administración mantenga siempre contacto permanente y buenas relaciones con la comunidad, ya sea a través de las autoridades gubernamentales como también con juntas de vecinos y otro tipo de organizaciones, generando e invitando a reuniones informativas previas al inicio de la construcción y también a reuniones en distintas etapas del proyecto, ya sea para informar de los avances como también para resolver algunos conflictos, por ejemplo, se recibe un reclamo de parte de la administración de un importante edificio de oficinas ubicado muy cerca del puerto pues en alguna de las oficinas se produjeron desprendimientos de sus tabiques que fueron

atribuidos a las vibraciones producidas por la Compactación Dinámica en las explanadas, donde se logra aunar criterios y compromisos de parte de PCE para implementar medidas de mitigación y control de daños de estos desprendimientos de tabiquería.

Para los ensayos destructivos y no destructivos se utilizan servicios como CESMEC, DICTUC, IDIEM o laboratorios de reconocido prestigio nacional e internacional como SGS y otros, en los que realizan pruebas de laboratorio, ensayos destructivos, como ensayos de resistencia de hormigones y ensayos no destructivos como control de calidad de soldaduras con métodos como líquidos penetrantes, ultrasonido y gammagrafías, medición de espesor de capas de revestimientos, ensayos de adherencia de la pintura, etc.

Dentro de los quehaceres del equipo de administración del proyecto, está la responsabilidad de auditar periódicamente la eficiencia y cumplimiento de las normas y procedimientos de control de calidad, que aplica el contratista principal (BELFI), como también otros contratistas menores que se incorporan al proyecto en la medida que surge la necesidad de ejecutar obras que no están dentro del alcance del contrato EPC, como el proyecto de construcción de un “puerto seco”, en las afueras de la ciudad

También se utiliza el servicio de oficinas de ingeniería externas que auditan la ingeniería de detalle que presenta Belfi para cada proyecto, como SyS Ingenieros Consultores, Worley Parsons, SGS, Ausenco, etc., en particular en lo que se refiere a las obras marítimas y al diseño de la obra principal de la operación portuaria, el Muelle Costanera, ya que sirve para verificar que se cumplan los requisitos de operación de PCE.

Al debe queda el hecho de no contar con la asistencia permanente de una oficina de ingeniería ya que solo se contratan los servicios para cada caso en particular. El disponer en forma permanente con este servicio se habrían detectado con mayor anticipación algunos errores en el diseño y/o la posibilidad de hacer cambios a tiempo, o definitivamente disminuir el riesgo de construir alguna parte de las obras con algunas restricciones operativas.

4.3.6. Planificación Inicial del Proyecto versus Construcción de las Obras

Belfi la hizo su planificación inicial (carta Gantt), de acuerdo al estudio de las bases de licitación e ingeniería conceptual, a los plazos exigidos para habilitar las obras de infraestructura y a toda su experiencia y conocimiento de los plazos para ejecutar proyectos de similares características y envergadura. Esta planificación es la que se presenta a EPSA como parte de la propuesta de PCE para adjudicarse la Concesión.

Una vez que BELFI puede desarrollar y acordar con PCE la Ingeniería de Detalles de las Obras principales (Muelle Costanera, Fondo Poza, Aciducto y Explanadas con los servicios), puede generar un Programa de Construcción que si bien no cambia el plazo final si incorpora muchas más actividades que el Programa Oficial, ya que además se incorporan todas las mejoras factibles de ejecutar.

Además, durante la construcción se producen una serie de desviaciones de obras que afectan al programa oficial como, interferencias portuarias, modificaciones de obras debido a mejoras

operacionales, mejoras técnicas constructivas que reducen costos de construcción, obras adicionales, obras nuevas e imprevistos como la aparición de restos náufragos

BELFI, gracias a su experiencia en este tipo de grandes obras portuarias y a la experiencia y conocimientos técnicos de sus oficinas de ingeniería y asesores consigue presentar una oferta que asimila la mayoría de las modificaciones de obras señaladas y considera dentro de sus costos las posibilidades de generar mejoras a los diseños originales.

En el anexo 8.5 muestra el Programa Oficial de Construcción y el Programa de Obras donde se pueden apreciar las diferencias en cuanto a cantidad de actividades consideradas entre ambos programas.

Los dos hitos acordados entre BELFI y PCE, como fechas de Término de Construcción son:

Término de Construcción Fase 1 – A	Término de Construcción Fase 1 – B
01 de septiembre de 2015	28 de abril de 2017

Ambas fechas están condicionadas a que la RCA se emitiera a más tardar el 29 de marzo de 2013, lo que finalmente así ocurrió., ya que las fechas de emisión de las RCA fueron:

Fase 0 RCA N° 29/2012	Fase I RCA N° 051/2013
29 de febrero de 2012	26 de febrero de 2013

Las desviaciones del programa se generan por diversos motivos alguno de los cuales son:

1.- Interferencias con las Operaciones Portuarias:

Como los Sitios 4 – 5 están operativos desde la adjudicación de la Concesión y además el contrato de construcción entre PCE y BELFI estipula que siempre las operaciones portuarias tienen preferencia sobre cualquier faena de construcción y montaje, no es posible evaluar exactamente, durante el período de estudio de la propuesta cual es el real impacto de costos y plazos de estas interferencias y solo se puede hacer la mejor estimación en base a la experiencia del contratista en otros proyectos similares y que el contratista asuma el riesgo de esta incerteza, esto es una razón importante en la selección de Belfi como empresa constructora.

En cambio, durante la Fase 1A las interferencias fueron principalmente terrestres al tener que ir construyendo caminos provisorios para no interferir con las operaciones de traslados internos de las cargas

A continuación, se muestra un ejemplo del efecto en la curva de avance de la fase 0 debido a las interferencias por operaciones portuarias durante el período de su construcción

9.- CURVA DE AVANCE DE PROYECTO

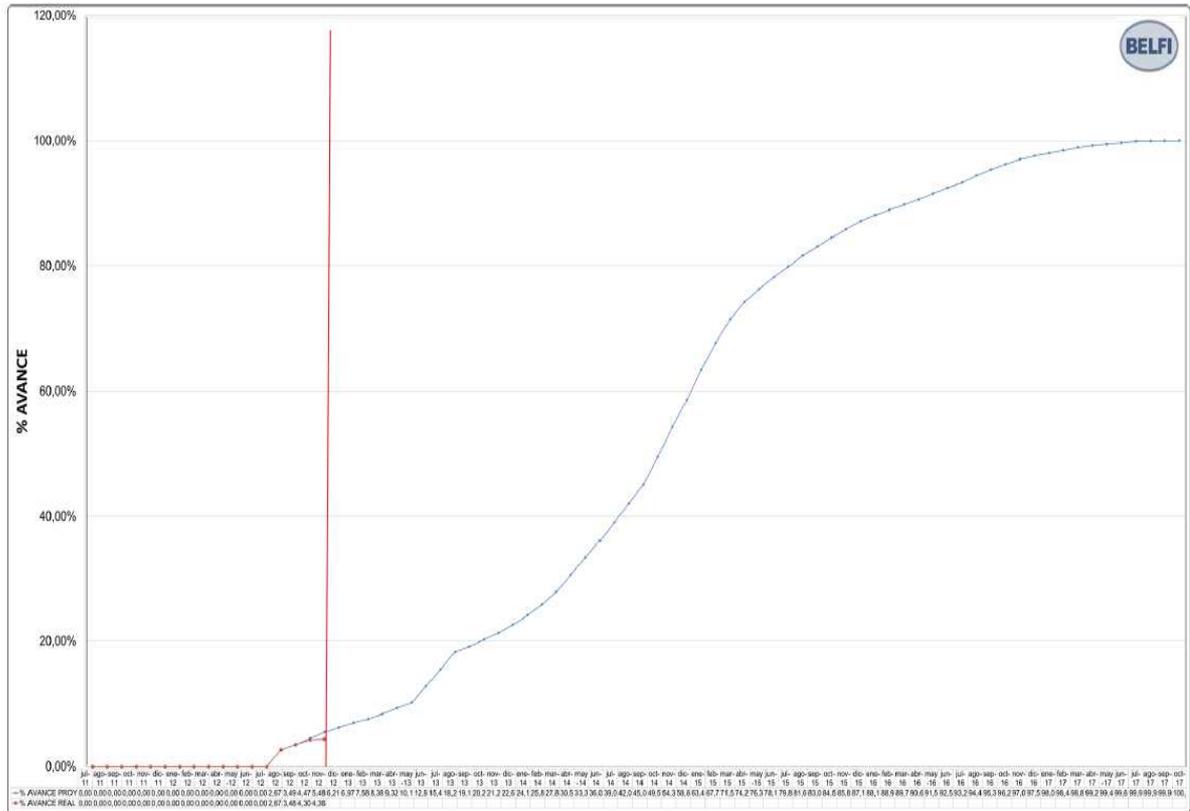


Figura 4-39 Curva S Fase 0 impactada por Interferencias Portuarias

2.- Diferencias por Modificaciones de Obras por diferentes razones como mejoras operacionales tanto desde el punto de vista de mejorar la maniobrabilidad de las naves en los procesos de atraque y desatraque el Muelle Costanera como también para mejorar la capacidad de almacenamiento y traspaso de cargas en las explanadas, como las siguientes:

2. a.- Cambio de Giro del Muelle Costanera, como se muestra en las siguientes figuras:

En la figura 4-40 se muestra la orientación del Muelle Costanera según la ingeniería conceptual entregada durante la Licitación por la Concesión Portuaria, entregada por EPSA

En la figura 4-41 se muestra la proposición del giro de Muelle que presenta PCE a EPSA para su aprobación

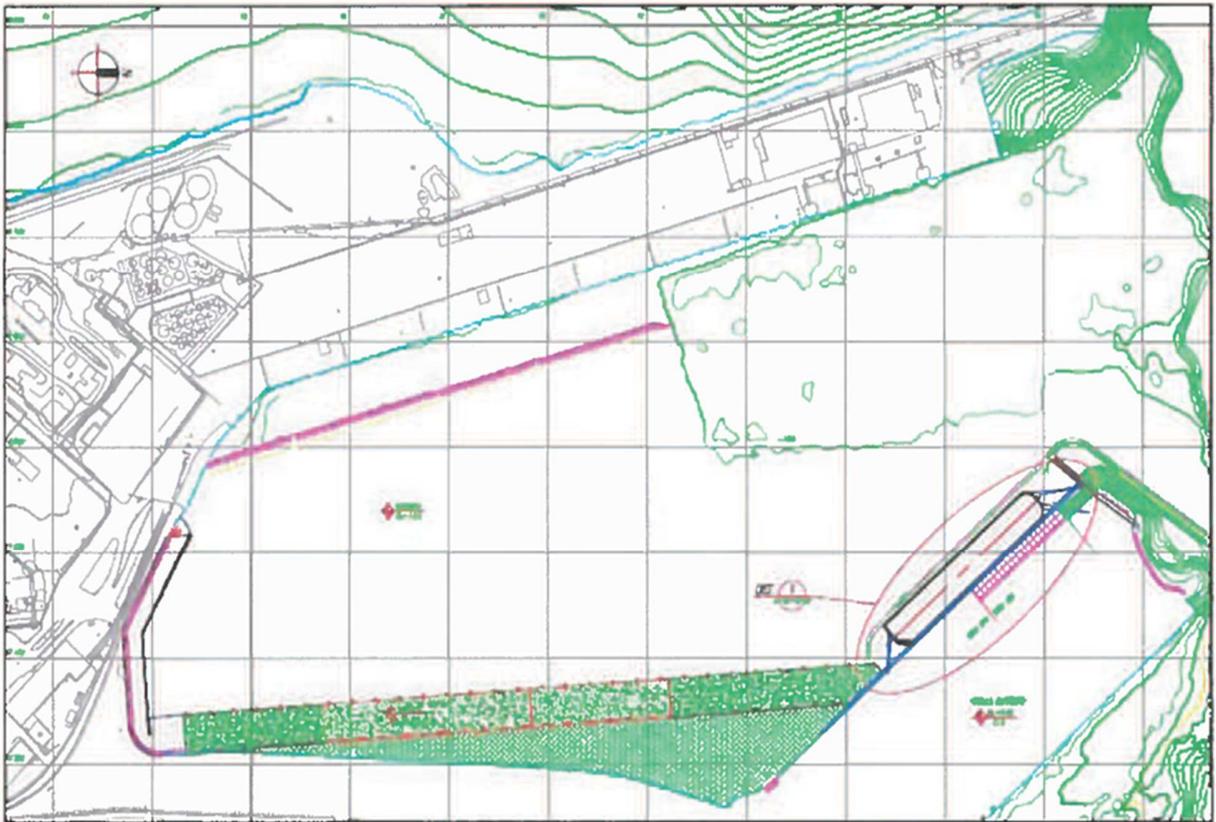


Figura 4-40 Orientación del Muelle Costanera en Bases de Licitación

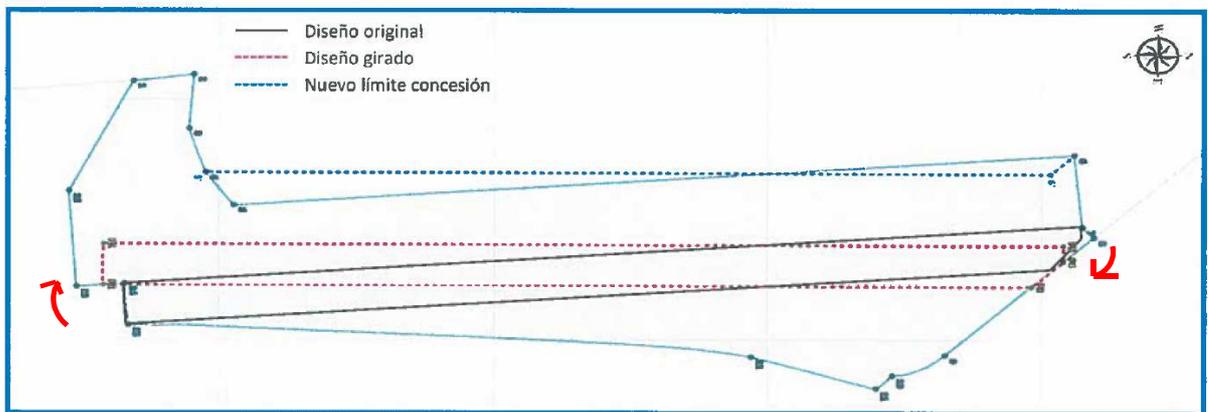


Figura 4-41: Proposición de Giro de Muelle Costanera

En la figura 4-42 se muestra la Orientación final del Muelle Costanera en función del Giro propuesto y aprobado por EPSA

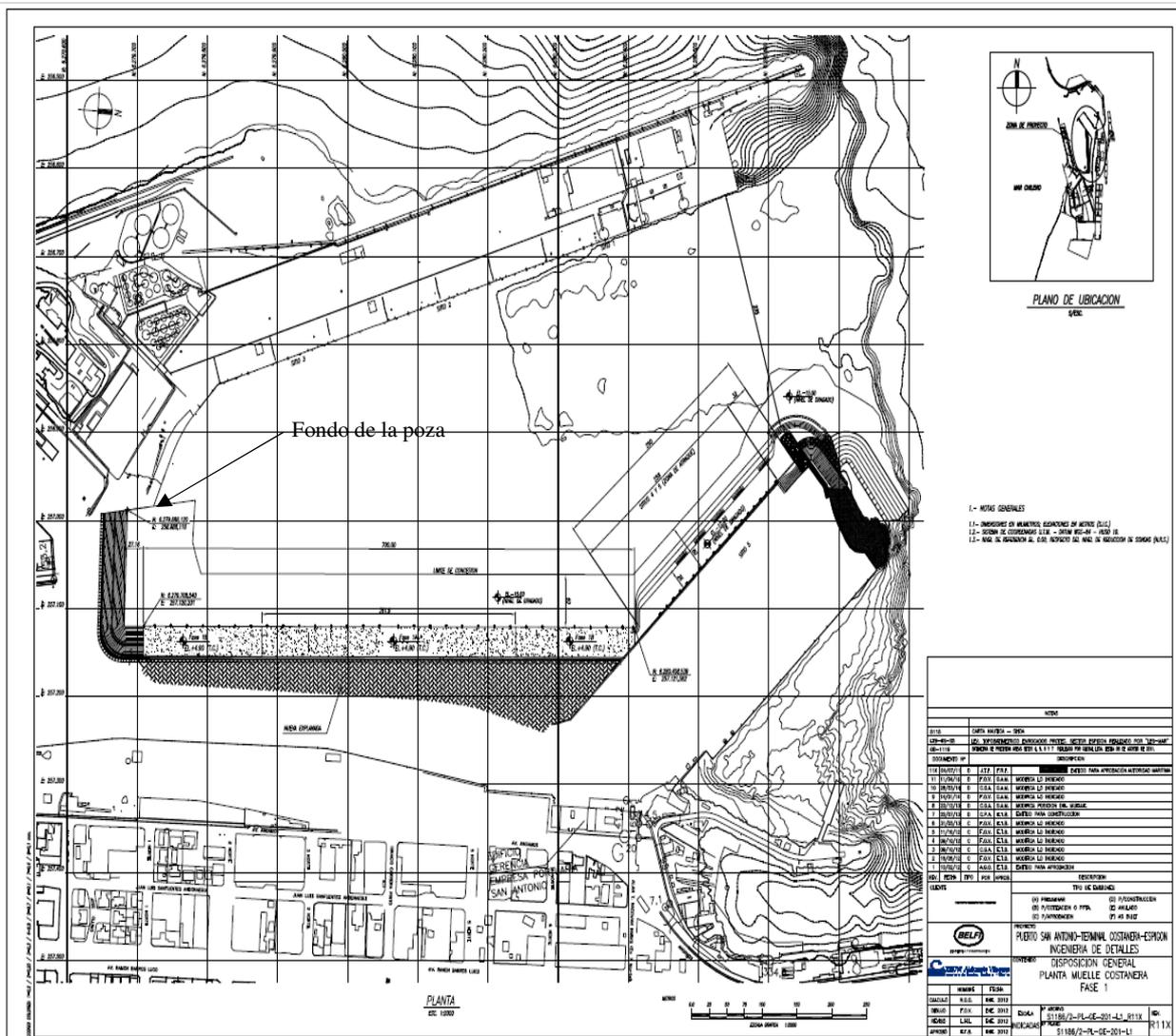


Figura 4-42 Orientación Muelle Costanera Diseño Final

- El giro del Muelle Costanera tiene por objeto optimizar la capacidad de atención de naves del terminal y al mismo tiempo no perder áreas de respaldo necesarias para operar el puerto.
- La posición original del Muelle Costanera considera un largo para los sitios 4-5 (Espigón), de 275 metros, apto para atracar naves de hasta 225 metros. Al girar el Muelle aumenta el largo de los sitios 4-5 hasta 290 metros, permitiendo el atraque de naves hasta 240 metros de largo.

2.b.- Cambio de configuración de Construcción del Fondo de Poza,

La especificación de ingeniería conceptual considera construir la protección costera del Fondo de la Poza concesionada, según la siguiente configuración:

- Suministro y Montaje de Tablestacado Submarino, que sirve de apoyo para
- Talud de enrocado coronado con un
- Muro de contención de Hormigón Armado

Belfi presenta la protección costera que consiste en un Talud de enrocado, coronado con un Muro de Contención de Hormigón Armado

Ver figuras 4-45 y 4-46

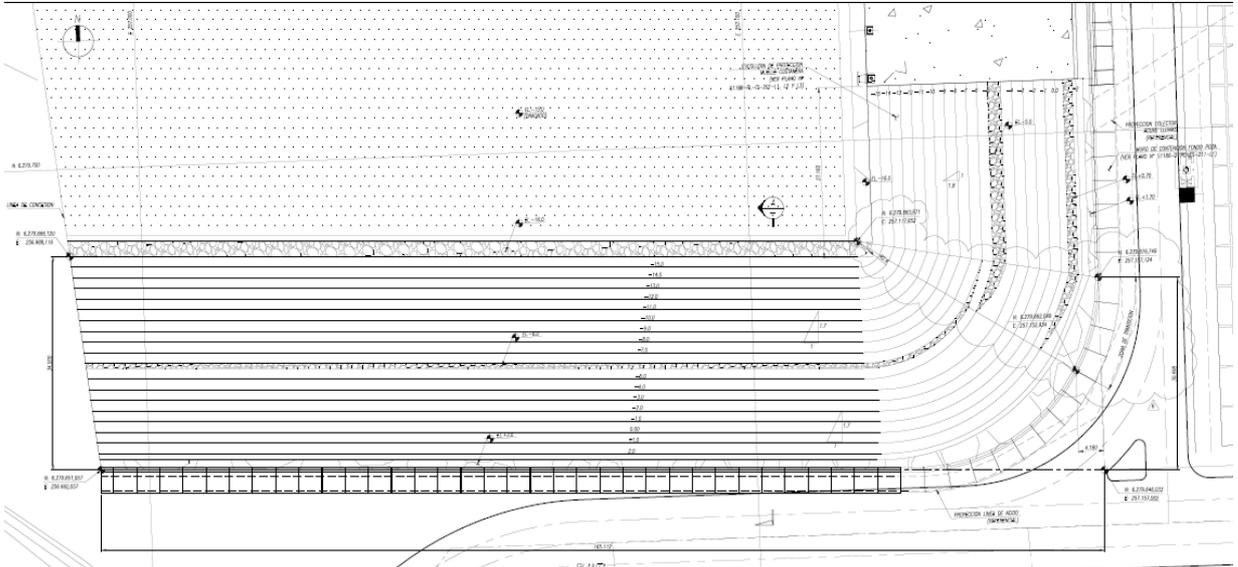


Figura 4-45 Planta Fondo de Poza con Talud de Enrocados y Muro de Contención

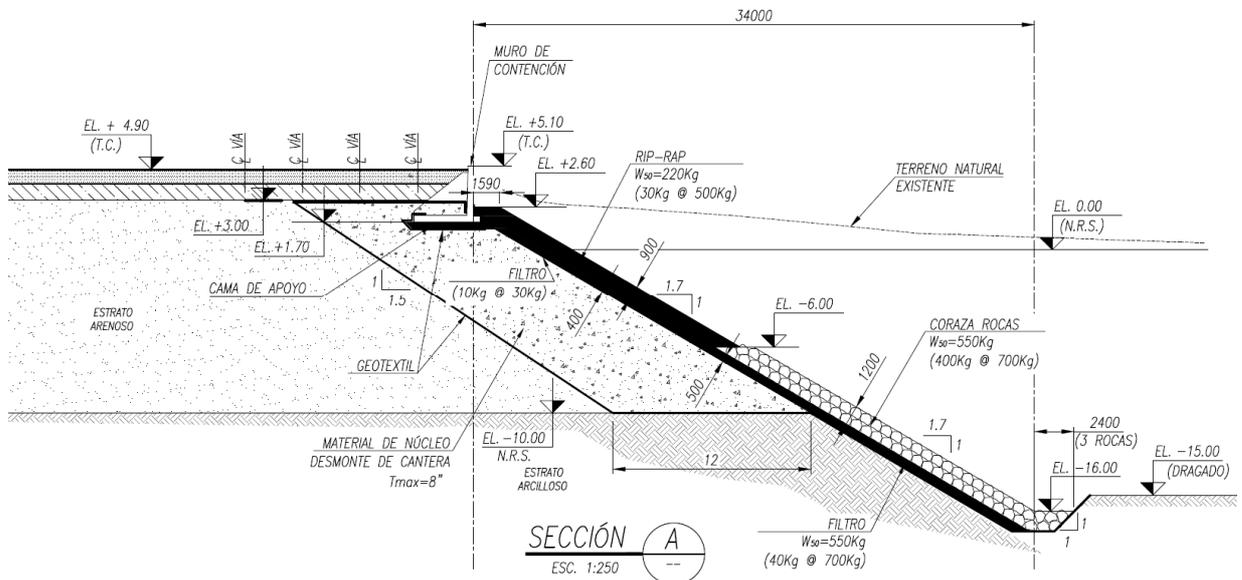


Figura 4-46 Perfil Protección Fondo de Poza Enrocado + Muro de Contención

La ingeniería de detalle muestra que el nuevo diseño presenta beneficios económicos y técnicos

Ventajas económicas:

- Menor costo de suministro, ya que se eliminan las tablestacas importadas de Europa o China, reemplazada por enrocados de suministro nacional.
- Menor costo de construcción ya que el montaje de tablestacas submarinas requiere equipos de izaje de gran tonelaje de capacidad, artefactos navales (plataformas marítimas tipo plataformas petroleras) y gran infraestructura de logística para armado de hinca. En cambio, la colocación de enrocados es una faena aprendida a lo largo de la construcción del enrocado de los 700 metros de muelle costanera por lo que el equipamiento y personal ya está disponible.

Ventajas técnicas y constructivas:

- La simulación del modelo matemático con la configuración de la protección costera con tablestacado demuestra que las tablestacas, por ser una pared metálica, reflejan el movimiento del mar que se genera por las hélices de los barcos y remolcadores durante el proceso de atraque y desatraque, generando un nivel de oleaje en los sitios de operación del otro concesionario que opera en el Puerto, en este caso STI, que están muy cerca de los límites permitidos para maniobras de barcos. Esto se ratifica con las pruebas que se hacen en el Modelo Físico en el INH
- La misma simulación hecha con la configuración de la protección costera solo con enrocados demuestra que absorbe mucho mejor el efecto del oleaje provocado por las hélices y casi no genera un oleaje adicional en los Sitios operados por STI.

2.c.- Cambio de Materialidad y Recorrido de Sistema de Carga de ácido Sulfúrico a barcos

El Aciducto es el sistema de carga barcos con el ácido sulfúrico que genera Codelco – El Teniente, para que sea transportado a las mineras de la zona norte del país

Este Aciducto, según las bases de licitación, se construye con cañería de 20” de diámetro de material Acero Negro, en una longitud de 900 mts. aproximadamente.

La ingeniería de detalles propone que el Aciducto se construya en cañería de 16” de diámetro, en acero inoxidable AISI 316 L, y que se distribuya hacia los puntos de embarque desde estanques que se encuentran ubicados dentro del puerto lo que disminuye la distancia a 600 mts.

2.d.- Cambios de diseño en el Muelle Costanera:

Las mejoras generadas por este cambio de diseño son:

- La cantidad final de pilotes se disminuye de 585 pilotes a 462 unidades de acuerdo a la ingeniería de detalles, manteniendo las dimensiones exigidas del Muelle de 700 mts de longitud. Esta disminución de pilotes a hincar permite una disminución del plazo de construcción en una actividad crítica.
- Se cambian elementos de hormigón armado que normalmente se ejecutan in situ por elementos prefabricados lo que disminuye los tiempos de habilitación de la infraestructura pues permiten hacer construcciones en paralelo con la hinca de los pilotes. Los elementos que se prefabrican, son:

Losas y vigas del Muelle Costanera
Muros de Contención
Losetas de Traspaso entre Muelle Costanera y explanada

Todos estos cambios fueron un beneficio constructivo, pero sí requirieron un proceso de Control de Calidad y Seguimiento de su avance en particular, ya que se modifica la secuencia constructiva

3.- Obras Adicionales:

3. a.- Construcción de Túnel de Hormigón Armado para Descarga de Clinker

Esta Obra consiste en un túnel de hormigón armado de dimensiones interior ancho= 3,0 metros, alto= 2,5 metros, y por su interior se instala una cinta transportadora que transporta el Clinker desde el punto de descarga del barco hasta una bodega para su almacenamiento, ubicado a unos 250 metros del puerto en un terreno concesionado a Cementos BSA.

Esta obra adicional representa un valor agregado para PCE y también para la concesión con EPSA pues para PCE es un nuevo foco de negocios al descargar el Clinker, en este caso para Cementos BSA y paralelamente se agrega valor a la infraestructura del Puerto.

Se muestra el emplazamiento general de las obras, algunas vistas de detalles y la Carta Gantt de la Construcción

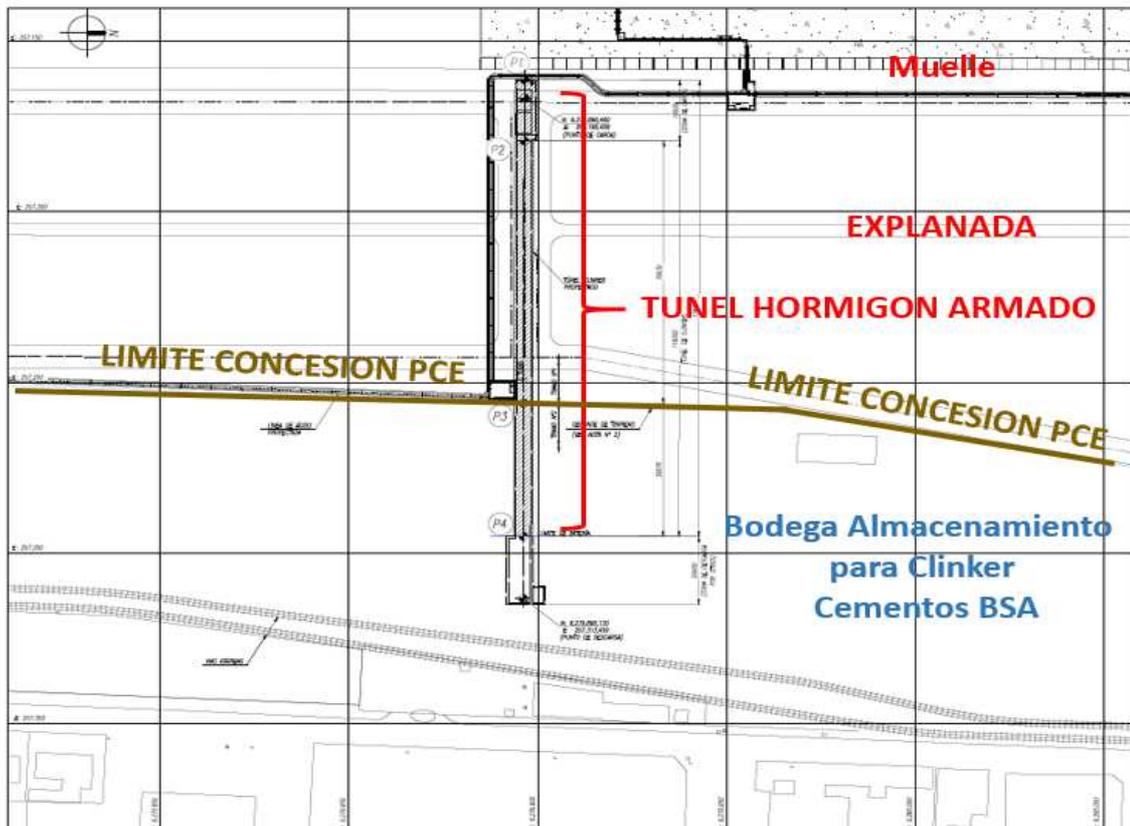


Figura 4-47 LAY OUT DE TUNEL PARA DESCARGA DE CLINKER

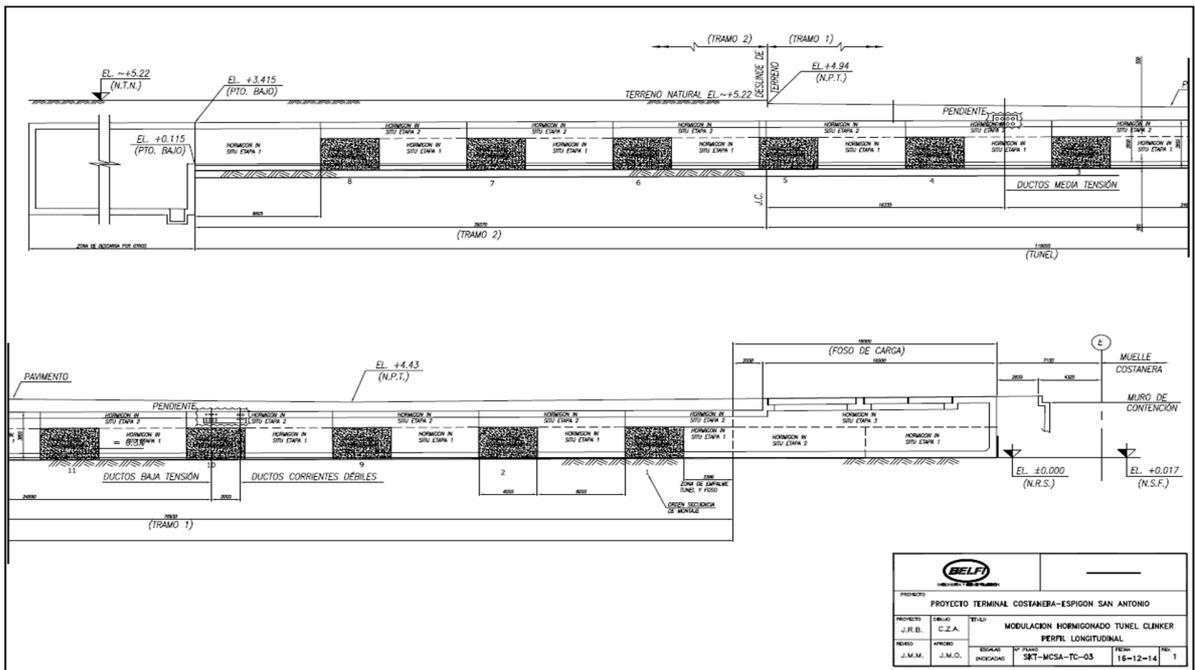
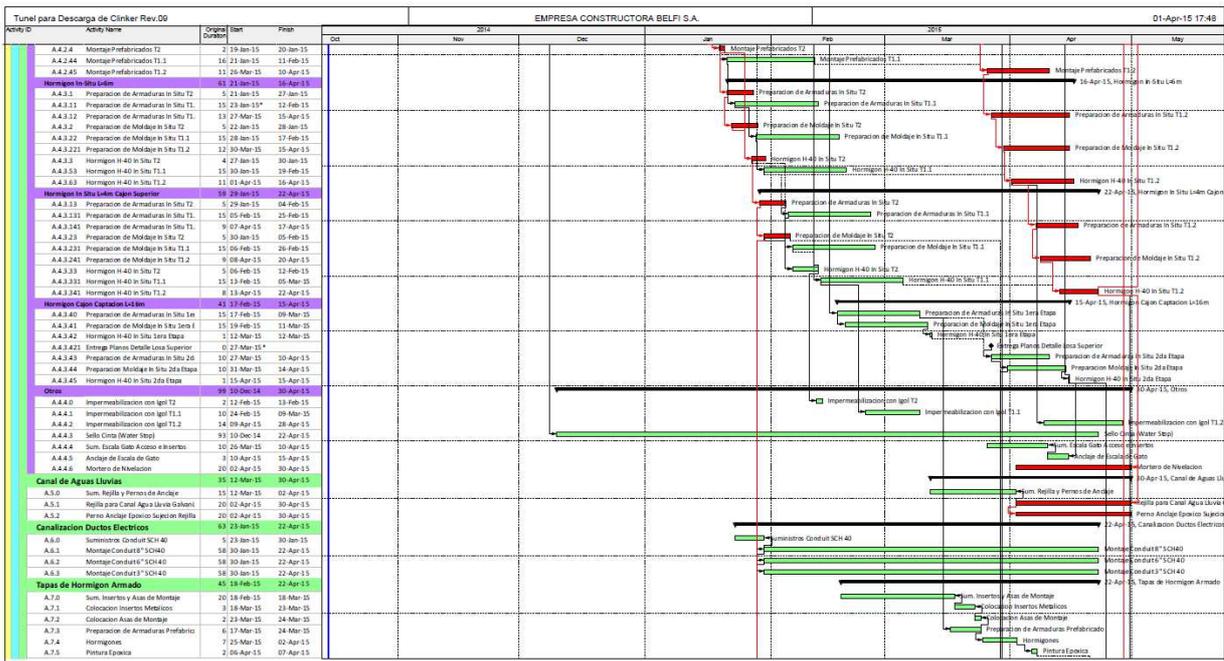
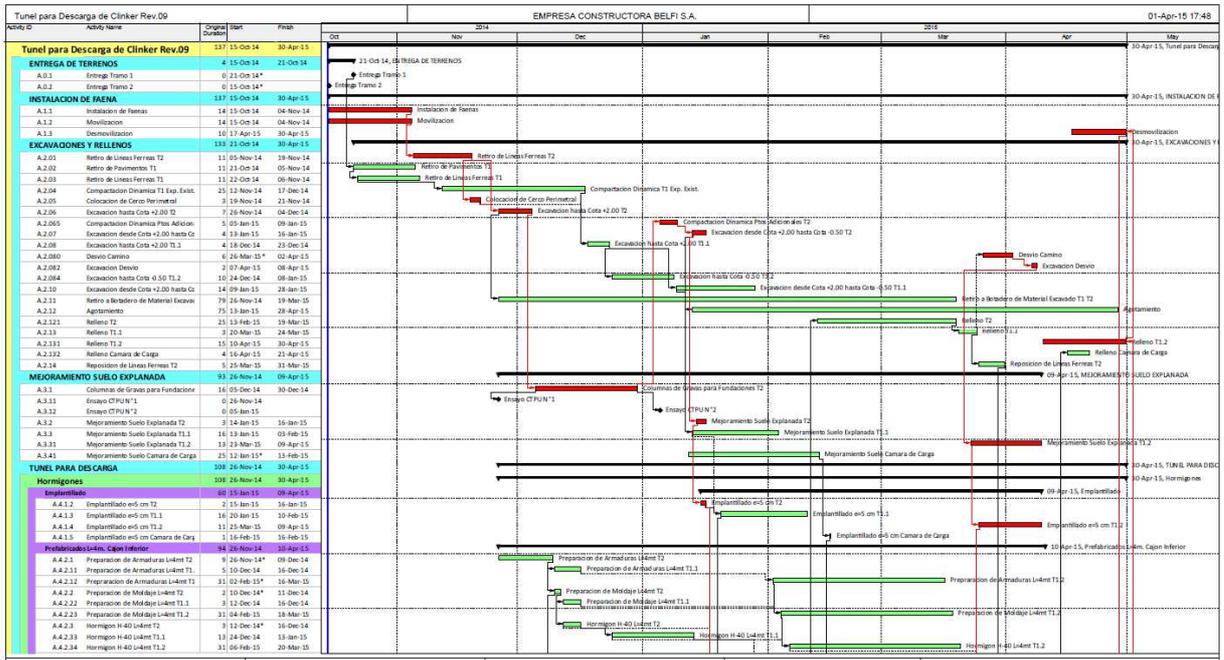


Figura 4-48 Perfil Longitudinal Modulaci3n Hormigonado T3nel de Clinker



Foto Interior T3nel para Descarga de Clinker



Carta Gantt Construcción Túnel para descarga de Clinker

3.b.- Construcción de Terminal de Pasajeros de Cruceros Turísticos

La construcción del Terminal de recepción de pasajeros de Cruceros Turísticos surge como una oportunidad que se genera debido a los paros sindicales que no permiten el atraque de cruceros turísticos en el Puerto de Valparaíso y en un período de 2 meses PCE decide habilitar un Terminal de recepción de turistas con un patio de estacionamiento de buses y vehículos para el transporte de los turistas y la habilitación de un edificio como counter de pasajeros y control de aduanas.

Para la ejecución de las obras, el equipo técnico del proyecto debe encargarse de lo siguiente:

- Coordinación con oficinas de arquitectura el diseño del proyecto
- Coordinación y control de avance del desarrollo de la ingeniería de detalle de las obras a construir
- Selección de contratistas
- Preparación de Bases de Licitación
- Recepción y Revisión de las Ofertas Técnico – económicas
- Proceso de Consultas y respuestas a los contratistas respecto de sus ofertas
- Selección de Contratistas
- Preparación Carta de Intención de Adjudicación al Contratista seleccionado
- Entrega de Terreno al Contratista adjudicado
- Administración y Control de la Construcción



Figura 4-49 Lay Out General Terminal Recepción Turistas

4.- Imprevistos

4.a- Aparición de Restos Náufragos en sector de Hincas de Pilotes de la Fase 1B Lado Sur:

Aparecen restos náufragos a la altura de la cepa 8 (ver figura 4-50). Este imprevisto impide continuar con la construcción del Muelle hacia el sur durante un período de aproximadamente 3,5 meses, lo que obliga a que se trasladen todos los equipos al sector norte y seguir hincando, ver Carta Gantt con la modificación de secuencia constructiva



Secciones de Restos Náuticos reflotados del Fondo marino

4.b- Aparición de Hidrocarburos durante las Excavaciones submarinas en el Fondo de Poza:

Durante las excavaciones submarinas para conformar el talud del fondo de poza emanan hidrocarburos desde el fondo marino, por lo que se aplican medidas de mitigación para evitar la contaminación ambiental del mar y la construcción se detiene por 2 meses por requerimiento de la Autoridad Marítima y Ambiental hasta que se le presente un estudio y análisis completo del tipo de componentes que contienen los hidrocarburos y de acuerdo a eso se le proponen las medidas de mitigación en cuanto a donde enviar los materiales contaminantes para que los traten. Mientras tanto las Autoridades no permiten realizar ninguna acción salvo contener la contaminación.

4.3.7. Análisis de Aprobación de Cambios de Obra

En general, cada cambio de obra obedece a razones particulares de cada una de ellas, que al final buscan mejorar la operatividad de los sitios concesiones por PCE. Los principales cambios son:

1- **Cambio de giro del Muelle Costanera** (ver figuras 4-40, 4-41 y 4-42), los motivos se pueden detallar como siguen:

El Estudio de Maniobrabilidad con las simulaciones digitales en Inglaterra y el modelo físico en el INH, con el barco de diseño muestra que es recomendable que la orientación del Muelle Costanera privilegie optimizar el ancho útil de la poza

- Permite un aumento de longitud en los sitios 4 y 5, lo que da disponibilidad de atraque a barcos de mayor eslora aumentando la versatilidad de negocios para PCE.

- Genera el aumento de las áreas de respaldo que se utilizan para almacenamiento de carga, permitiendo a PCE tener más capacidad y flexibilidad para sus clientes y captar nuevos.

- A pesar del mayor aumento de costos de construcción, esta modificación no implica aumento de plazos y los beneficios operacionales de mayores ingresos para PCE, son los motivos principales para que PCE apruebe la modificación y decida asumir los costos adicionales, sin incorporarlos a la presentación del Proyecto de Inversión a EPSA para su Aprobación Inicial.

2.- **Modificación de la Protección del borde costero en el Fondo de Poza** (Ver Figuras 4-43, 4-44, 4-45 y 4-46), los motivos se pueden detallar como siguen:

- Mejora las condiciones de operatividad para los otros concesionarios que operan dentro de la poza, ya que disminuye el efecto del reflejo de oleaje adicional provocado por las hélices de los remolcadores y barcos durante el atraque y zarpe. Esta mejor condición disminuye el riesgo de una eventual compensación económica a los otros concesionarios por una pérdida de productividad.
- El cambio de materialidad es de menor costo de construcción, menor plazo de ejecución. Y menor riesgo de construcción

3.- **Desplazamiento del Muelle Costanera en una Cepa, hacia el sur (7,62 metros)**, los motivos se pueden detallar como siguen:

- Este desplazamiento logra aumentar la longitud de los Sitios 4-5, y da disponibilidad de atraque a barcos de mayor eslora aumentando la versatilidad de negocios para PCE.
- Este desplazamiento no genera costos adicionales y tampoco en aumentos de Plazos.

4.- **Cambio de Método Constructivo de elementos de Hormigón Armado de la superestructura del Muelle (Vigas, losas, Muros de Contención, Losas de Traspaso, mantas de pilotes)**, considerados su ejecución in situ, por elementos prefabricados, los motivos se pueden detallar como siguen:

- Permite un mejor control de calidad ya que se ejecutan en ambientes más controlados que disminuyen los riesgos de fisuración del hormigón por efectos de fraguados mal controlados
- Disminuye el riesgo durante el proceso constructivo pues se elimina la faena de colocación y descimbre de los moldajes de las vigas y losas.
- Disminuye los tiempos, costos de construcción y habilitación de la superestructura del muelle, pues se ejecutan en paralelo con las obras de enrocados e hincado de pilotes, que son actividades críticas de la construcción.

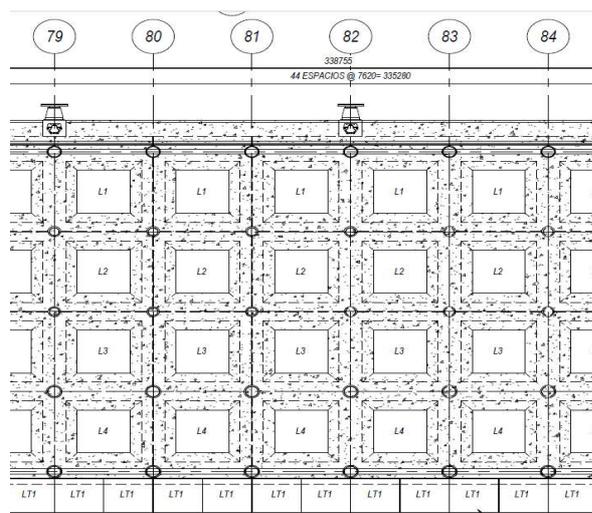


Figura 4-51 Planta Típica de módulos de losas y vigas prefabricadas (L4, L3, L2 y L1)

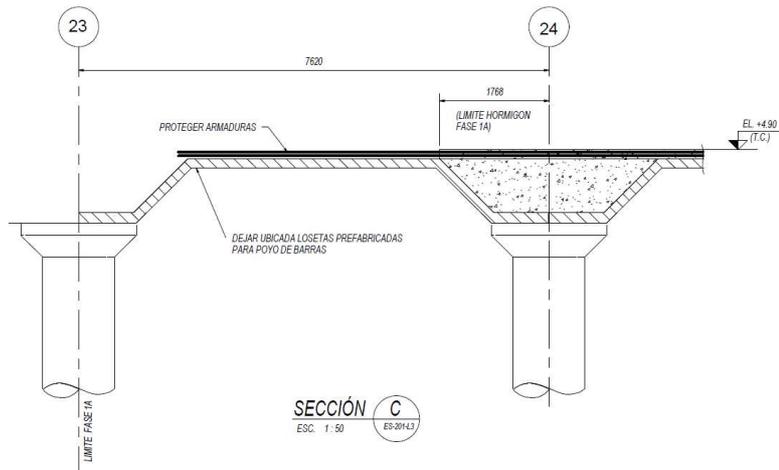
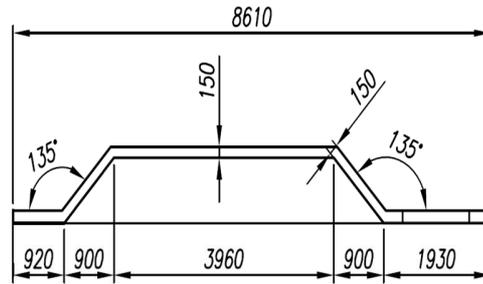
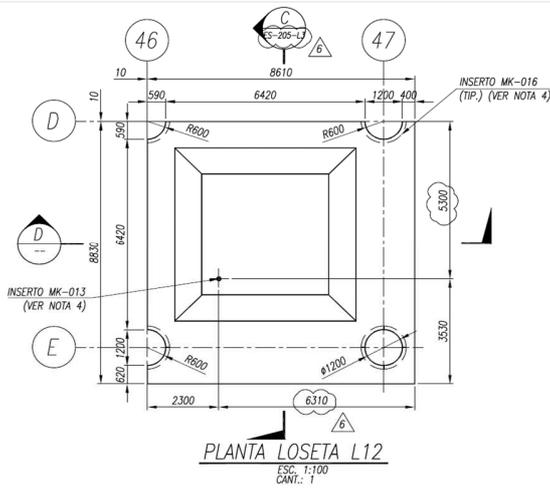


Figura 4-52 Corte Transversal Ubicación Típica de Losetas Prefabricadas



SECCION D
ESC. 1:100

Planta y

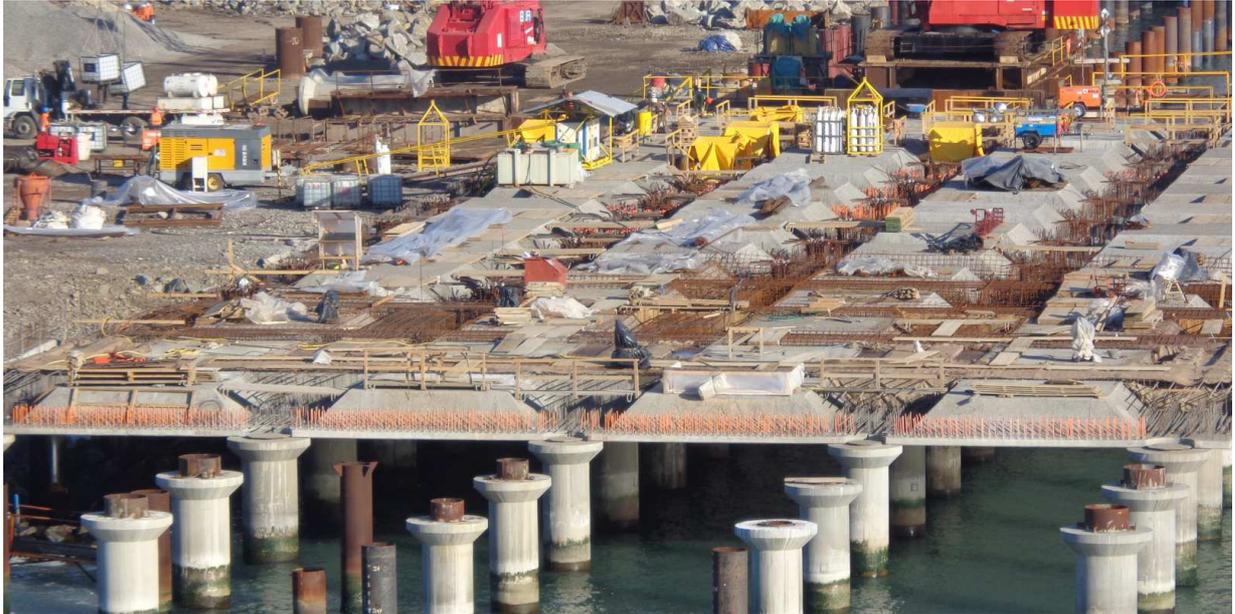
Sección D Loseta Prefabricada Típica



Prefabricado de Losetas



Loseta Montada sobre Pilotes



Vista General de Muelle Costanera con Losetas Prefabricadas Montadas

5.- Cambio de Materialidad y Recorrido del Aciducto: Sistema de Carga de ácido Sulfúrico a barcos, los motivos se pueden detallar como siguen:

- El cambio de cañerías de acero negro por cañerías de acero inoxidable AISI 316L le otorga mayor vida útil al proyecto.
- El cambio de recorrido del Aciducto disminuye los metros totales para llegar hasta el punto de carga a los barcos, lo que permite disminuir la capacidad del sistema de bombeo.
- Considerar que el punto de conexión al sistema de impulsión de ácido queda ubicado en el límite de la concesión evita la necesidad de presentar una Pertinencia Ambiental a la Autoridad, disminuyendo los plazos y costos de la construcción

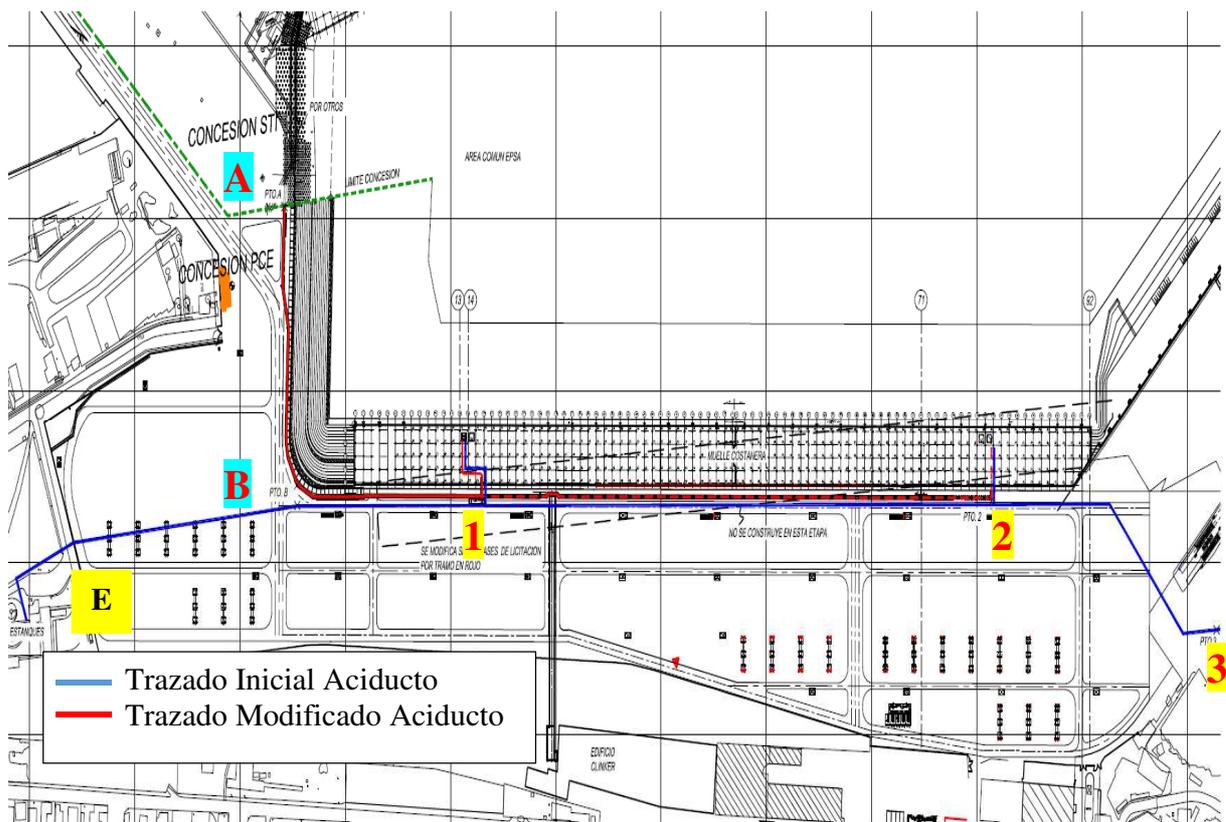


Figura 4-53 Planta Comparativa Trazado Aciducto Original y Definitivo

En resumen, todos los cambios de obra requieren, por parte de la ingeniería de Belfi, una serie de estudios como los siguientes:

- Estudios profundos de Ingeniería Geotécnica, para el caso de cambiar de la materialidad del Fondo de Poza.
- Estudios de Maniobrabilidad, Simulaciones digitales y Modelaciones físicas, Estudios de los efectos de la Agitación producto de las maniobras de atraque de los barcos, para el caso de, Cambio de Giro del Muelle.
- Ingeniería Estructural para el cambio de Método Constructivo de las Vigas y Losas del Muelle y Cambio de Materialidad y Recorrido del Aciducto.

La documentación que el equipo de administración de PCE presenta a EPISA para cada caso se ordena según al Artículo 12 de las Bases de Licitación (Ver Anexo 8.1)

CAPÍTULO 5. Comentarios – Recomendaciones y Conclusiones

5.1. Comentarios

Como se mostró en los capítulos anteriores este proyecto tuvo la particularidad para PCE, que debió administrar dos contratos, el contrato de concesión con EPSA y el contrato de construcción con Belfi.

El hecho que el equipo de Administración de PCE tenga a cargo ambos contratos (con EPSA y con Belfi), genera una gran ventaja pues permite tener una visión global del proyecto y así detectar de manera focalizada y anticipada, las áreas u obras que requieren mayor supervisión y se consigue un trabajo más eficiente.

Como el proceso para iniciar la construcción de cualquier Proyecto de Inversión requiere la aprobación inicial de EPSA, el equipo de Administración debe validar y justificar todos los diseños, suministros, costos y plazos que BELFI presenta en su contrato EPC.

Respecto del contrato de concesión uno de los conceptos importante de internalizar por parte del equipo de Administración del proyecto es que mientras mayor es el monto de cada uno de los Proyectos de Inversión que se le presenta a EPSA para su aprobación, mayor es el costo que asume el Estado para los Aportes de Infraestructura porque éstos finalmente pasan a ser Activos del Estado y hay que tener en cuenta que el Contrato de Concesión que le fue adjudicado a PCE significa que todas las obras de infraestructura y equipamiento que aporta el Concesionario “se pagan” con la tarifa que compromete PCE para cada una de sus operaciones portuarias durante el período de 20 años de concesión y como las obras se diseñan para una vida útil de acuerdo al Anexo F (ver figura 2-1), donde las Obras Marítimas en su mayoría se diseñan con una vida útil de 50 años y las Obras Terrestres, en su mayoría entre 50 y 25 años, el Estado debería devolverle a PCE el valor residual de las inversiones entre los 20 años de concesión y la vida útil de cada instalación

El cuadro muestra las inversiones que presentó PCE que consideran la vida útil del Anexo F

Plan Referencial - Inversiones Estimadas de PCE en Millones US\$			
Fase	Infraestructura	Equipamiento	Total
Fase 0 (Sitios 4-5 Voluntaria)	220	30	355
Fase I (POI)		105	

Lo anterior implica ser muy rigurosos para que los diseños consideren esta condición de vida útil y también se debe asegurar que la calidad y alcance de las obras de infraestructuras construídas cumplan, como mínimo, lo exigido en las Bases de Licitación

Además de lo anterior, desde el momento en que se le adjudica la concesión a PCE comienzan los desafíos y dificultades que superar, como el que EPSA en dicho momento solo está en proceso de presentación y preparación del EIA del proyecto, por lo que al momento de adjudicación no existe ninguna de las Aprobaciones Ambientales del proyecto ya sea para la Fase 0 como tampoco para la Fase 1. Debido a esto PCE colabora con EPSA aportando los datos técnicos que obedecen a la metodología que presenta Belfi, donde se definen los métodos de dragados con sus volúmenes

estimados, los lugares de vertidos de éstos, los lugares de botaderos de movimientos de tierra y excedentes de la construcción, las medidas de mitigación antes imprevistos medioambientales, como decisiones a tomar en caso de aparecer restos de hidrocarburos durante el dragado o excavaciones submarinas y EPSA los incluye en su presentación del EIA

Respecto de los ingenieros de EPSA, encargados de revisar la carpeta de antecedentes que se presenta para solicitar la Aprobación Inicial de algún Proyecto de Inversión, normalmente los mayores problemas o controversias se presentan respecto de las Normas de Construcción que Belfi emplea para el diseño de las obras.

Por ejemplo, en los Criterios de Diseño y Mejoras entregado por EPSA, se indican la aplicación de Normas de construcción nacionales y en algunos casos específicos también normas internacionales y el problema que se presenta es que respecto de Normas de calidad de suelos, la normativa chilena no las define y las normas internacionales son mucho más exigentes respecto de las calidades de suelos. Por ejemplo, la concentración de cobre en los suelos chilenos es mucho más altas que las máximas aceptadas internacionalmente por lo que se genera el problema que EPSA exige botar el excedente de suelos de rellenos en botaderos para materiales peligrosos cuando son suelos típicos de Chile, lo que significa un alto costo que se le debe agregar al proyecto porque significa eliminar suelos que de acuerdo al análisis de áridos son aptos para su utilización según la norma chilena.

Para esto hubo que demostrar a los ingenieros con estudios técnicos y estadísticos en mano, que los suelos chilenos y específicamente los suelos de la V Región presentan en su conjunto porcentajes más elevados de cobre que en muchas regiones del mundo, pero que el medio chileno acepta como normales ya que está en toda su superficie.

Los ejemplos anteriores provocan problemas con EPSA ya que dilata la Aprobación Inicial de los Proyectos de Inversión hasta que pueda tener la certeza de que los requerimientos sean cumplidos a cabalidad.

Un problema que se presenta con la Seremi de Medio Ambiente fue que no acepta que el aumento del volumen de dragado se pueda seguir vertiendo en el punto V3 sin que se tramite un estudio de impacto ambiental nuevo, a pesar que el estudio de impacto ambiental inicial demuestra que no hay impacto por este volumen adicional, igualmente se debe presentar un nuevo estudio ya que la Seremi no aceptó dicho análisis, provocando detención de las faenas de dragado hasta que se levante la restricción

Respecto del contrato de construcción con Belfi, también se presentan varios problemas tanto en su diseño como también durante la construcción que finalmente se logran superar, por ejemplo;

El diseño inicial de BELFI para empotrar los pilotes metálicos con las losas de hormigón armado considera que las losas se apoyan sobre un cilindro de hormigón que sirve de manto de los pilotes en su parte superior y sirve de base de apoyo para las losetas prefabricadas de las losas. Estos mantos tienen una longitud aproximada de 3 metros que rodean cada pilote del muelle, desde su parte superior hacia abajo, en sus 5 ejes (A, B, C, D, E).

En la revisión por parte de los ingenieros asesores contratados por PCE, como contraparte de la ingeniería de BELFI, se detecta que el pilote más cercano a la costa (eje E), que es el que tiene menor altura de agua, no debe tener esta “manta”, pues ésta genera un factor de rigidez demasiado

5.2. Recomendaciones

En este proyecto, nuestra unidad de Administración del Proyecto, tuvo 2 clientes finales, uno es nuestro cliente Interno, el Departamento de Operaciones Puerto Central y el otro es la Empresa Portuaria San Antonio (EPSA), como representante del Estado de Chile y dueño final de toda la infraestructura incorporada al Puerto.

Teniendo presente lo anterior y de acuerdo a las dificultades que tuvimos para resolver algunos conflictos, puedo señalar las siguientes recomendaciones:

1.- Contar con un equipo técnico para administrar el contrato de construcción que pueda ser adaptable a la cantidad de recursos y frentes de trabajo que el contratista de construcción vaya incorporando en la medida que el proyecto se va complejizando y se deben ejecutar muchos frentes de trabajo al mismo tiempo, de distintas especialidades, en turnos nocturnos y también los fines de semana, ya que esto fue una de las mayores falencias de nuestra parte pues no pudimos incorporar más persona de inspección en terreno que cubrieran turnos especiales de trabajo.

2.- Contar con una permanente presencia de un equipo de ingeniería que revise tanto la ingeniería desarrollada por la empresa constructora como también para proponer nuevas alternativas, mejoras a los diseños propuestos y/o ser contraparte efectiva para resolver aquellos temas rechazados por parte de EPSA. En nuestro caso tuvimos una asesoría puntual cuando no era posible resolver las controversias de ingeniería apelando a soluciones constructivas para resolver diferencias en proyectos como:

- Cambio de la materialidad del Aciducto y del Alcance del Suministro de PCE

- Cambio de diseño del tipo de pavimento de las explanadas al cambiar adocretos de 100 mm de espesor por adocretos de 80 mm de espesor y cambiar el paquete estructural de base estabilizada de 1 metro de espesor por una capa de suelo-cemento de 40 cms de espesor

- Cambio de las canaletas de HA para evacuación de aguas lluvia por acueductos de HDPE

Los cambios implicaron extensas y reiteradas reuniones técnicas entre PCE, BELFI y EPSA, provocando mucho atraso por no haber presentado estos cambios con la debida anticipación

3.- Para el caso de aquellas demoras producidas por tener que contar con alguna autorización extra de algún organismo estatal relacionado como la Dirección de Obras Portuarias (DOP), Seremi de Medio Ambiente, Directemar, Monumentos Históricas, etc., es recomendable establecer algún mecanismo que permita un acuerdo preliminar que pueda dar respaldo a estos organismos que la empresa constructora va a cumplir con los requerimientos finales, como por ejemplo Boletas de Garantía Bancarias, Seguros, etc., ya que en general todas estas instituciones tienen tiempos extremadamente largos para resolver controversias que pueden llegar fácilmente a ser alrededor de dos años, como nos ocurrió con el tiempo que se tomó la Autoridad marítima para aprobar la Señalética Portuaria y así no obligar a PCE a hacer inversiones anticipadas, ya que la Señalética es un requisito para que los barcos puedan ingresar al Puerto y también para el zarpe por lo que tuvimos que instalar la señalética al interior del puerto y también en distintos puntos de la ciudad, sin tener la certeza que la inversión sería aceptada.

4.- Contar con la Asesoría legal permanente de apoyo para resolver conflictos con las distintas Instituciones gubernamentales y Autoridades locales como Alcalde, Director de Obras, Seremi de Salud, Capitanía de Puertos y capitán de puerto, y también con agrupaciones locales como ocurrió con el Sindicato de Pescadores de San Antonio que pusieron una demanda porque el proyecto invadía sus zonas de pesca con el punto de Vertido de los Dragados, situación que se demostró que no era efectivo, pero igualmente se debió indemnizar a cada pescador con un monto muy elevado..

5.- En la actualidad el tema medio ambiental es cada vez más importante y en particular, por lo que es imprescindible contar con una asesoría permanente de profesionales dedicados exclusivamente a velar por el cumplimiento de todas las normas medio ambientales y también para relacionarse directamente con la autoridad para presentar y explicar los proyectos de inversión y cuáles son los temas de mayor relevancia ambiental, para así lograr acuerdos en el menor tiempo posible y también para anticiparse a posibles controversias, como nos pasó con la tramitación del permiso medioambiental para el vertido de dragado adicional, ya que si bien el estudio respectivo demostró que este vertido adicional no provocaba impacto, igual la Autoridad no aceptó estos estudios y exigió un nuevo EIA, lo que implicó varios meses de demora en iniciar los dragados adicionales, ya que al final, el estudio fue aprobado como se presentó inicialmente, pero 6 meses después.

5.3. Conclusiones

El Objetivo General de este informe es mostrar la experiencia durante el desarrollo y construcción de las Obras de Infraestructura del proyecto Terminal Costanera Espigón en el marco de un Contrato de Concesión Portuaria por 20 años y paralelamente administrar un contrato de Construcción tipo EPC a cargo de la empresa constructora BELFI S.A., se pueden señalar algunas conclusiones que respaldan el cumplimiento de haber mostrado en este informe, la experiencia de la participación en este proyecto que puede servir para ser consideradas en proyectos de similares características o envergadura, o también para tener en cuenta en cada uno de los proyectos que puedan enfrentar en la labor profesional

a) Para el caso del análisis de los diseños, la experiencia adquirida es que es de vital importancia de contar con ingenieros u oficinas de ingeniería especialistas en el diseño de obras marítimas y portuarias que sean una contraparte de la Ingeniería desarrollada por el Ingeniero de Belfi, y además trabaje en conjunto para lograr la mejor alternativa de construcción, mejoras en los diseños y en mejoras para la operación del puerto.

b) Para el caso de la gestión, el participar directamente en las decisiones de construcción, atendiendo de mejor manera y en tiempos más cortos todas las observaciones de EPSA surgidas de las revisiones de nuestras presentaciones nos permitió manejar el costo del proyecto separando las obras contratadas a BELFI, del resto de obras a ejecutar para el buen funcionamiento del puerto.

c) Desde el punto de vista de resultados, las conclusiones de la manera de enfrentar la administración de los Proyectos Obligatorios de Inversión ante EPSA y la administración del Contrato de Construcción tipo EPC con Belfi fue exitosa, a pesar de que se presentaron varios problemas tanto con EPSA como con Belfi que se detallan en los capítulos 5.2 y 5.3, Comentarios y Recomendaciones, respectivamente.

Se detallan los resultados finales

1.- La inversión aprobada por EPSA para el alcance de las obras a construir fue de MM USD 218,39 y el avance financiero indica un costo final de MM USD 197,63, con una diferencia de inversión de MM USD 20,76, lo que representa un 9,5% menos de inversión

Respecto a Belfi, el contrato original fue establecido en UF 4,037 millones de UF para las partidas a suma alzada y 711.000 UF para las partidas proforma, lo que hace un total de 4,748 millones de UF

Finalmente, se le pagaron a Belfi 4,770 millones de UF, lo que corresponde a un sobre costo de 22.000 de UF, equivalentes a menos de un 0,5% del contrato original

En el monto anterior incluyen las obras adicionales como el cambio de giro del muelle, el cambio de la protección del fondo de poza, la construcción del Túnel para descarga de Clinker y el Terminal de pasajero de Cruceros

Respecto de los plazos, el proyecto también fue exitoso pues la habilitación de la Fase 1A se consiguió 2 meses antes y la habilitación de la Fase 1B, se consiguió con más de un año de anticipación. Ver cuadro a continuación

PLAZOS DE HABILITACION DE CADA FASE CONCESIONADA			
POI	Fecha de Entrega de Terreno	Fecha de la Concesión para Habilitar las Fases	Fecha de Entrega de Fases Habilitadas a EPSA
FASE 1A	07-11-2011	08-11-2015	01-09-2015
FASE 1B	07-11-2011	08-11-2018	20-04-2017

Esto indica que el elegir un contrato de construcción tipo EPC para las obras de infraestructura significó un importante menor costo global para EPSA

Se pueden sacar varias conclusiones de todo lo anterior

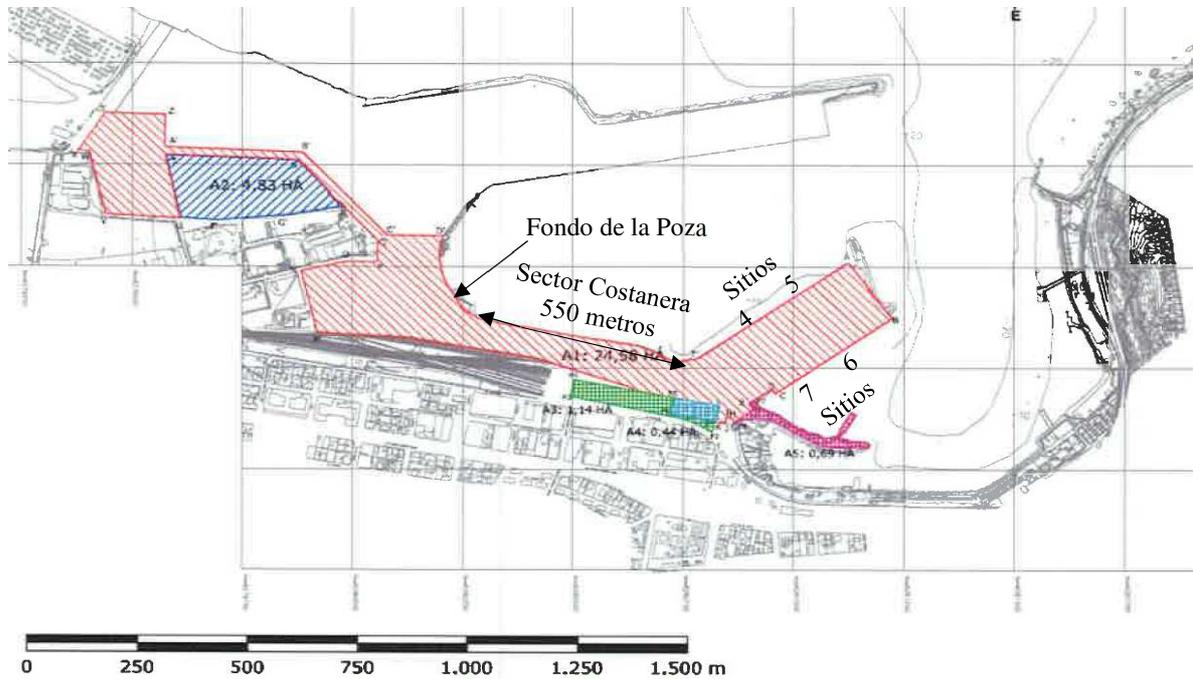
1.- El tipo de contrato debe ser el más adecuado para el tipo y alcance de un proyecto, la selección del contratista que debe ser de reconocida experiencia, prestigio y capacidad económica en proyectos de similares características.

2.- El hecho que nuestro equipo de Administración de PCE tenga a cargo ambos contratos (con EPSA y con Belfi), fue una gran ventaja ya que nos dio una visión global del proyecto que nos permitió ir detectando de manera muy focalizada las áreas u obras que requerían mayor supervisión y así hacer nuestro trabajo más eficiente.

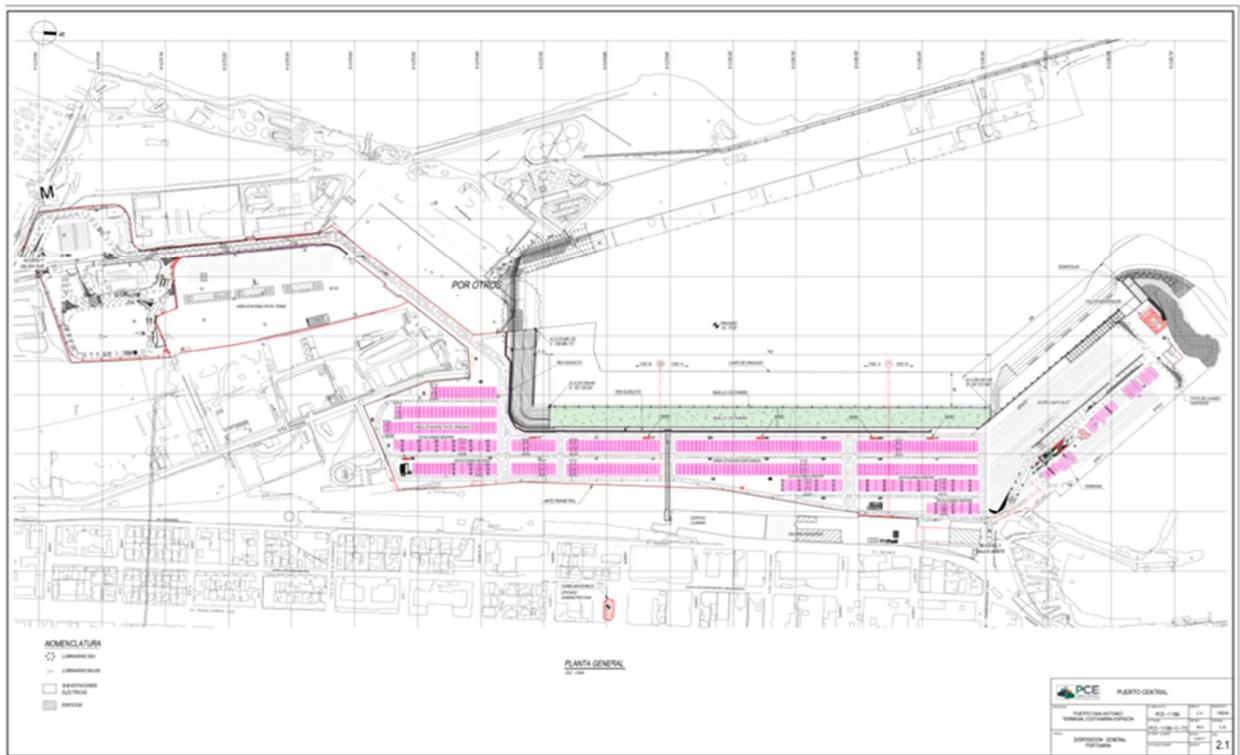
3.- Es importante que el equipo de Administración de los proyectos esté formado por profesionales y técnicos con experiencia y conocimientos en proyectos de similares características para resolver muchas de las consultas que surgen en terreno, además debe ser el personal suficiente para cubrir todos los turnos y especialidades que se ejecutan en la faena

4.- Se debe contar con apoyo permanente y presencial de asesores técnicos, legales y de relaciones públicas ya sea para dar solución a controversias de ingeniería y también para mantener buenas relaciones y un permanente flujo e información hacia las diferentes autoridades gubernamentales.

Recordemos que la Concesión consiste en que EPSA entrega el Frente de Atraque compuesto por los Sitios 4, 5, 6 y 7, y sus áreas de respaldo que en 2011 correspondían a una superficie de 24,58 (ha), las que incluían el área delantal de los sitios 4, 5, 6 y 7, según la siguiente configuración



Y finalmente, el resultado de la Construcción Terminal Costanera Espigón a inicios del año 2018, es la configuración siguiente:



CAPÍTULO 6. GLOSARIO

- 1.- Año Calendario: Período de 12 meses comprendido entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de ese mismo año.
- 2.- Año Comercial: Período de 12 meses calendario que se inicia en la Fecha de Entrega y cada uno de los períodos de 12 meses sucesivos hasta la Fecha de Término de Construcción del Contrato
- 3.- Aprobación Final: Significa la autorización otorgada por EPSA para el uso continuo del Proyecto Obligatorio de Inversión o cualquier otro Proyecto de Inversión Mayor.
- 4.- Aprobación Inicial: Significa la aceptación por parte de EPSA del Plan del Concesionario en relación al Proyecto Obligatorio de Inversión o cualquier otro Proyecto de Inversión Mayor.
- 5.- Área de Concesión: Significa el área del Puerto identificada en las Bases de Licitación.
- 6.- Bases de Licitación: Son las normas que regularon la Licitación del Frente de Atraque, incluidos todos sus anexos y las modificaciones efectuadas a través de Circulares Complementarias. Bases de Licitación: Son las normas que regularon la licitación del Frente de Atraque, incluidos todos sus anexos y las modificaciones efectuadas a través de Circulares Complementarias
- 7.- Contrato o Contrato de Concesión: Corresponde al documento en el cual EPSA concede en forma exclusiva al Concesionario el Frente de Atraque para que éste ejecute en él las obras que conforman el Proyecto Obligatorio de Inversión u otras que autorice EPSA, y además preste servicios portuarios con todas las mantenciones, reparaciones y desarrollos del Frente de Atraque.
- 8.- Evento de Fuerza Mayor: Corresponde a cualquier hecho o circunstancia, distinto de la falta de financiamiento, imprevisto e imposible de resistir mediante el ejercicio de un cuidado razonable por la parte obligada a dar cumplimiento a una determinada obligación del Contrato.
- 9.- Frente de Atraque: Corresponde al denominado Frente de Atraque Costanera-Espigón del Puerto de San Antonio, incluyendo, pero no limitando, todos los Aportes de Infraestructura, que se ejecuten en ese frente durante la vigencia del Contrato y sus áreas de respaldo. La singularización, área y deslindes del mismo se detallaron en el Anexo IV de las Bases de Licitación, en los términos del artículo cincuenta y tres de la Ley de Puertos.
- 10.- Proyecto Obligatorio de Inversión: Corresponde a las obras e instalaciones que el Concesionario deberá ejecutar o incorporar en el Área de Concesión.
- 11.- Contrato Tipo EPC: El contrato "llave en mano" o EPC es aquel en que el contratista se obliga frente al cliente o contratante, a cambio de un precio generalmente fijo, a diseñar, construir y poner en funcionamiento una instalación determinada que él mismo previamente ha proyectado, es decir, el contratista asume prácticamente todos los riesgos vinculados con el desarrollo de la ingeniería; los suministros del proyecto; y, con la construcción de las obras respectivas, percibiendo por ello un precio fijo pre-acordado o al menos pre-determinable.

12.- Nivel de Reducción de Sondas (N.R.S.): Es el plano al cual están referidas las sondas o profundidades de una localidad. Las necesidades de navegación requieren que la carta náutica en la cual se insertan las sondas muestre la mínima profundidad que se puede encontrar en un punto.

13.- Dragados: El dragado es la operación de extracción de terrenos de los fondos marinos por diversas causas o finalidades.

14.- INH: Instituto Nacional de Hidráulica

15.- Downtime: Hace referencia a períodos en los que un sistema no está disponible; y su traducción al español puede ser tiempo de parada

16.- Molo de Protección: Es una edificación construida para el resguardo del puerto de la acción del mar a una velocidad considerable, la cual produciría una socavación en su cimentación ante la falta de una protección adecuada

17.- Dolos: Corresponde a un elemento de hormigón que se utiliza para dar mayor estabilidad en las escolleras. El diseño está inspirado en la forma del ancla, donde los ejes de la pieza son las aristas opuestas de un tetraedro regular unidas por un segmento que une los puntos medios de esta.

18.- Buque RO RO: Ro-Ro, acrónimo del término en inglés Roll On-Roll off sirve para referenciar a cualquier tipo de buque, barco que transporte cargamento rodado, ya sean automóviles, camiones o vehículos industriales, entre otros.

19.- Malecón: Muro grueso construido a la orilla del mar, playa o puerto para protegerlos de la fuerza del agua.

20. TCE Terminal Costanera Espigón

21.- Valores Pro-forma: Se entiende por "Valor Pro-forma" a una estimación globalizada del precio de una obra, actividad, partida o conjunto de elementos, ítems o partidas de un Presupuesto cuya determinación exacta y precisa en cuanto a su valor de provisión e instalación, no es posible de establecerse en la etapa de diseño del proyecto.

22.- Tablestacas Metálicas: Son perfiles laminados de acero, que se encastran entre sí y se hincan en el terreno mediante equipos de vibración o impacto, con el fin de formar una estructura de contención para suelos o agua.

CAPÍTULO 7. BIBLIOGRAFIA

- Administración de borde costero manejo integrado de zonas costeras.
2° Seminario Internacional sobre Manejo Integrado de Zonas Costeras
Autor: CN LT Miguel Zúñiga Fernández
2010
- Informe de Inversiones y Concesiones Portuarias
Autor: Cámara Marítima y Portuaria de Chile A.G. (Cammport)
Junio. 2020
Link: <http://www.camport.cl/informe-inversiones-y-concesiones-portuarias/>
- Instrucciones Oceanográficas –
Publicación SHOA pub. 3202 2da
año de publicación: 1999
- Diseño de Obras Marítimas
Autor: Escuela de Ingeniería Civil Bioceánica – Facultad de Ingeniería – Universidad de Valparaíso
Link: <http://ingenieriaoceanica3.uv.cl/sitio/index.php/enlaces/37-diseno-de-obras-maritimas>
Año Publicación: 2015
- Fondo_Modernizacion_Portuaria_v2019
Autor: Alexis Michea Acevedo Coordinador General Programa de Desarrollo Logístico
Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Santiago,
Junio 2019
- ANEXOS Bases Licitación de Contrato de Concesión Frente de Atraque Costanera Espigón
Autor: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Santiago,
2010
- Guía para la Elaboración de Memorias de Sostenibilidad en el Sistema Portuario Español
Autor: Autoridad Portuaria de A Coruña, Autoridad Portuaria de Valencia, Organismo Público Puertos del Estado.
2009
- Guía de Buenas Prácticas para la Ejecución de Obras Marítimas
Autor: Gobierno de España, Ministerio de Fomento, Puertos del Estado
Julio 2008
- Recomendaciones para Obras Marítimas (ROM 3.1.99): Proyecto de la configuración marítima de puertos, canales de acceso y áreas de flotación.
Autor: Puertos del Estado – Ministerio de Fomento Español
2000
- Recomendaciones para Obras Marítimas”. ROM 0.2-90. Acciones en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Dirección General de Puertos y Costas de España.

CAPÍTULO 8. ANEXOS

8.1. Anexo 1: Resumen ARTICULO DOCE: PROYECTOS DE INVERSION Y TITULO DE ACTIVOS FIJOS

El Concesionario podrá implementar en cualquier momento, uno o más Proyectos de Inversión para construir, instalar, adquirir o arrendar Aportes de Bienes Muebles o reparar, mejorar o ampliar el Frente de Atraque, definidos como Proyectos de Inversión

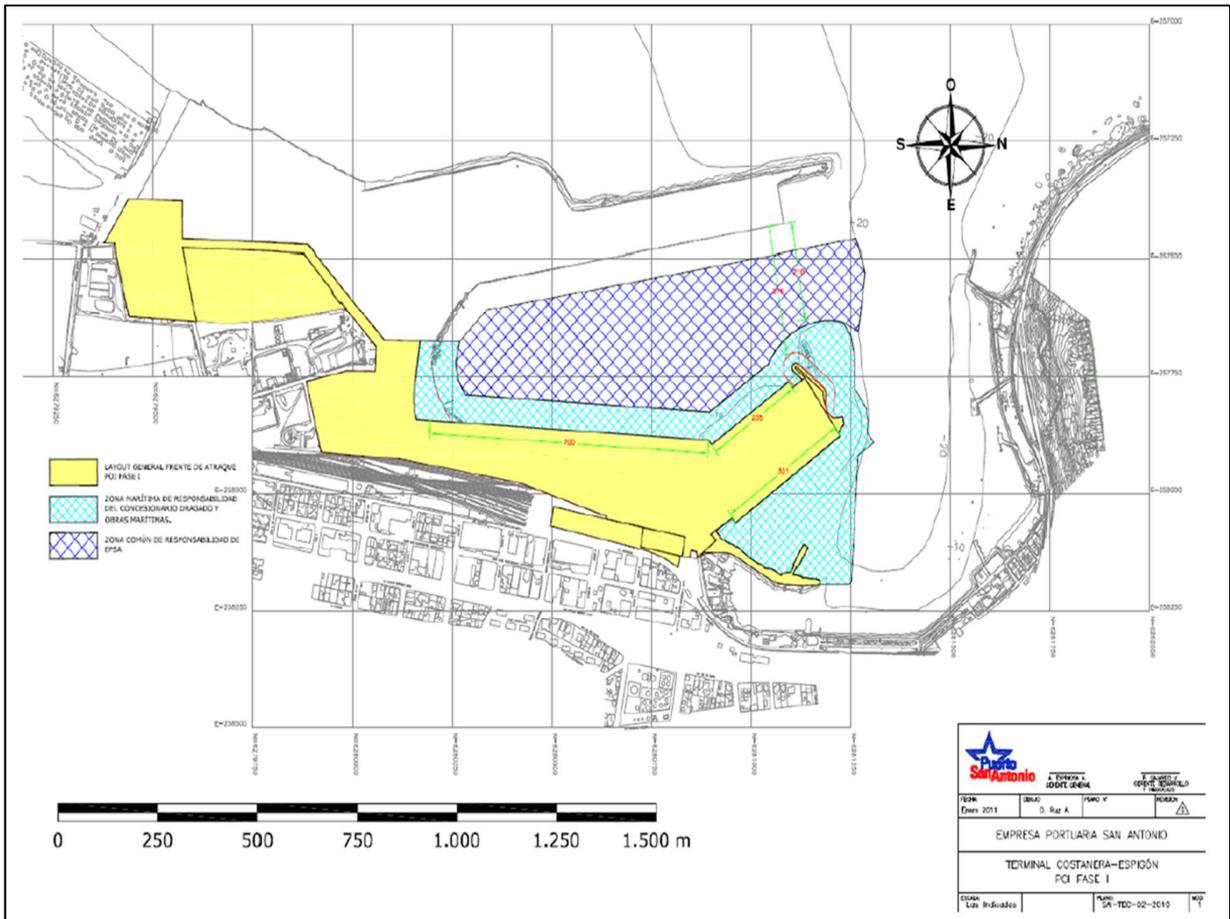
Antes de implementar cualquier Proyecto, el Concesionario se obliga a presentar a EPSA un informe completo, el que deberá contener, a lo menos, los antecedentes e ítems que se indican a continuación:

- 1.- Especificaciones Técnicas
- 2.- Planos, memorias de cálculo, cuadros, diagramas u otros ítems semejantes
- 3.- Estudios relativos al impacto que el Proyecto de Inversión Mayor tendrá en la operación del Puerto y una descripción de las medidas de mitigación que se proponen por parte de PCE
- 4.- Un programa de implementación, incluyendo un cronograma de obras que contenga períodos de tiempo específicos para el desarrollo del proyecto.
- 5.- Una proposición de presupuesto y programa de inversión, incluyendo un detalle de los gastos contemplados
- 6.- Copias de toda la certificación y documentos de respaldo que acrediten que, basados en presunciones bajo las circunstancias imperantes, deben ser incluidas en la certificación respectiva, y un análisis detallado del diseño básico y de ingeniería, el Proyecto de Inversión propuesto
- 7.- Para todo Proyecto de Inversión Mayor que no corresponda a un proyecto de inversión adoptado por el Concesionario para conservar o mantener el Frente de Atraque, se obliga al Concesionario a extender una declaración con detalle;
 - a.) el valor inicial estimado en dólares, del aporte de infraestructura;
 - b.) la vida útil de tal Aporte de infraestructura, de acuerdo a lo establecido en el Anexo F del Contrato. (Ver Figura 2-1)
- 8.- Un detalle del cumplimiento de los criterios de terminación y pruebas operacionales incluyendo, si es solicitado por EPSA, un período provisional de operación
- 9.- La Resolución de Calificación Ambiental (RCA), favorables para la ejecución del Proyecto de Inversión Mayor.
- 10.- Una Carta Gantt o cronograma con los plazos estimados para la obtención de todas las Autorizaciones Gubernamentales exigidas para la construcción e implementación de las obras e instalaciones del Proyecto de Inversión Mayor
- 11.- Un Memorándum que describe el proyecto de Inversión

8.2. Anexo 2 ANEXO VII PROYECTO REFERENCIAL DE INVERSIÓN

<i>Requerimientos Técnicos Mínimos:</i>		
ITEM	SUBITEM	REQUERIMIENTOS
Nave de Diseño	Tipo	Portacontenedores
	Dimensiones	Eslora de diseño mínima: 367 metros
		Calado de diseño mínimo: 14 metros Manga de diseño mínima: 46 metros
Muelle Costanera	Fase I Obligatoria	<p>Longitud mínima: 700 metros lineales.</p> <p>Profundidad mínima: -15,0 [mNRS]. Dragable a -16 [mNRS] en franja de 60 metros contados desde la línea de atraque, esta área debe ser dragada por el concesionario.</p> <p>Ancho de Delantal lo necesario para apoyar grúas pórtico</p> <p>Muelle transparente estructurado sobre pilotes con prisma de enrocado bajo el muelle.</p> <p>Modificación del enrocado de protección, molo del actual espigón, con la finalidad de dar acceso de la nave de diseño.</p> <p>Todas las obras marítimas necesarias para el proyecto en el área demarcada en el Plano SAI-TEC-02-2010 MOD1.</p> <p>Al Año cuarto de la Concesión deben existir al menos 350 metros lineales de muelle y estar concluida la modificación del molo del espigón. Ambas zonas dragadas a -15 metros NRS.</p>
	Fase II Facultativa	<p>Longitud mínima: 200 metros lineales adicionales y continuos a lo realizado en la Fase I.</p> <p>Profundidad mínima: -15,0 [mNRS]. Dragable a -16 [mNRS] en franja de 60 metros contados desde la línea de atraque, esta área debe ser dragada por el concesionario</p> <p>Ancho mínimo de Delantal: lo necesario para apoyar grúas pórticos.</p> <p>Muelle transparente estructurado sobre pilotes con prisma de enrocado bajo el muelle.</p> <p>Extensión del Molo Sur</p> <p>Todas las obras marítimas necesarias para el proyecto en el área demarcada en el Plano SAI-TEC-03-2010 MOD1.</p>
Muelle Sitio 7 y relleno para explanada adicional en Sector molito	Fase II Facultativa	<p>Exigible en Fase II</p> <p>Longitud mínima: 250 metros.</p> <p>Profundidad mínima: -15,0 [mNRS]. Dragable a -16 [mNRS] en franja de 60 metros contados desde la línea de atraque, esta área debe ser dragada por el concesionario.</p> <p>Ancho mínimo de Delantal: 30 metros</p> <p>Relleno de explanada sector molito</p> <p>Todas las obras marítimas necesarias para el proyecto en el área demarcada en el Plano SAI-TEC-03-2010 MOD1.</p>
Puntos de Embarque Ácido Sulfúrico	Cantidad	Mínimo 3 puntos de embarque en la Concesión. Uno cada 300 metros de muelle habilitados en el sector Costanera y tener al menos un punto en el muelle o sector Sitio 7.
Vida Útil Obras Infraestructuras		50 años

ITEM	SUBITEM	REQUERIMIENTOS
Cargas de Diseño	Cargas Verticales	Sobrecarga Uniforme Mínima: Condición Normal : 2.500 [kg/m ²] Condición Sísmica : 1.250 [kg/m ²] Cargas de Equipos de Diseño: 5. Grúa Pórtico de Muelle tipo Post Panamax. Peso mínimo Total 1.400 [ton] Grúa Móvil tipo Gottwald HMK 280-E. P. propio 360 [ton], capacidad máxima 100 [ton] Grúa de Patio tipo Reach – Stacker. Peso propio 67 [ton] Ferrocarril
	Cargas sísmicas	Análisis sísmico según método estático o dinámico de Norma Chilena NCh2369, y Norma Japonesa Technical Standards for Port and Harbour Facilities in Japan.
Escolleras de Protección de Talud	Período de Retorno de Ola de Diseño	Mínimo 50 años
Explanadas	Superficie	Total aproximado superficie Fase I: 34,7 hectáreas Total aproximado superficie Fase II: 37,4 hectáreas
Layout Referencia		Fase I :Plano SAI-TEC-02-2010 MOD1 Fase II: Plano SAI-TEC-03-2010 MOD1
Plazo de Ejecución		Los definidos en la sección 3.6.2 de las Bases



Fase I Obligatoria: Plano SAI-TEC-02-2010 MOD1

8.3. Anexo 3 Resumen Anexo IX de Bases de Licitación – Criterios de Diseño de Obras y Mejoras

Para efectos de ordenamiento, los Criterios de Diseño se estructuran en los siguientes temas:

- 1) Estructuras Obras de Atraque
- 2) Pavimentos de Explanadas
- 3) Obras Eléctricas
- 4) Obras Sanitarias y de Evacuación de Aguas Lluvias
- 5) Sistema Contra Incendios
- 6) Estructuras Edificios y Almacenes
- 7) Vías Férreas y de Grúas

Para cada uno de los temas, estos Criterios señalan los tópicos a considerar como base para el diseño de para cada uno de los Proyectos de Infraestructura a diseñar.

Grúas y Equipos Móviles

Para efectos de diseño, los equipos base que se consideran utilizar en los sitios de carga general y especializada y también que se desplazarán sobre los pavimentos de las explanadas, son:

Grúa Portacontenedores (STS)

- | | |
|----------------------|-----------------------------------|
| - Diagrama de Carga: | Ver Figuras 8-1 y 8-2 |
| - Trocha: | Según diseño (80 [ft] o 100 [ft]) |
| - Capacidad: | 60 [ton] (incluyendo spreader) |
| - Peso total: | 1.400 [ton] |

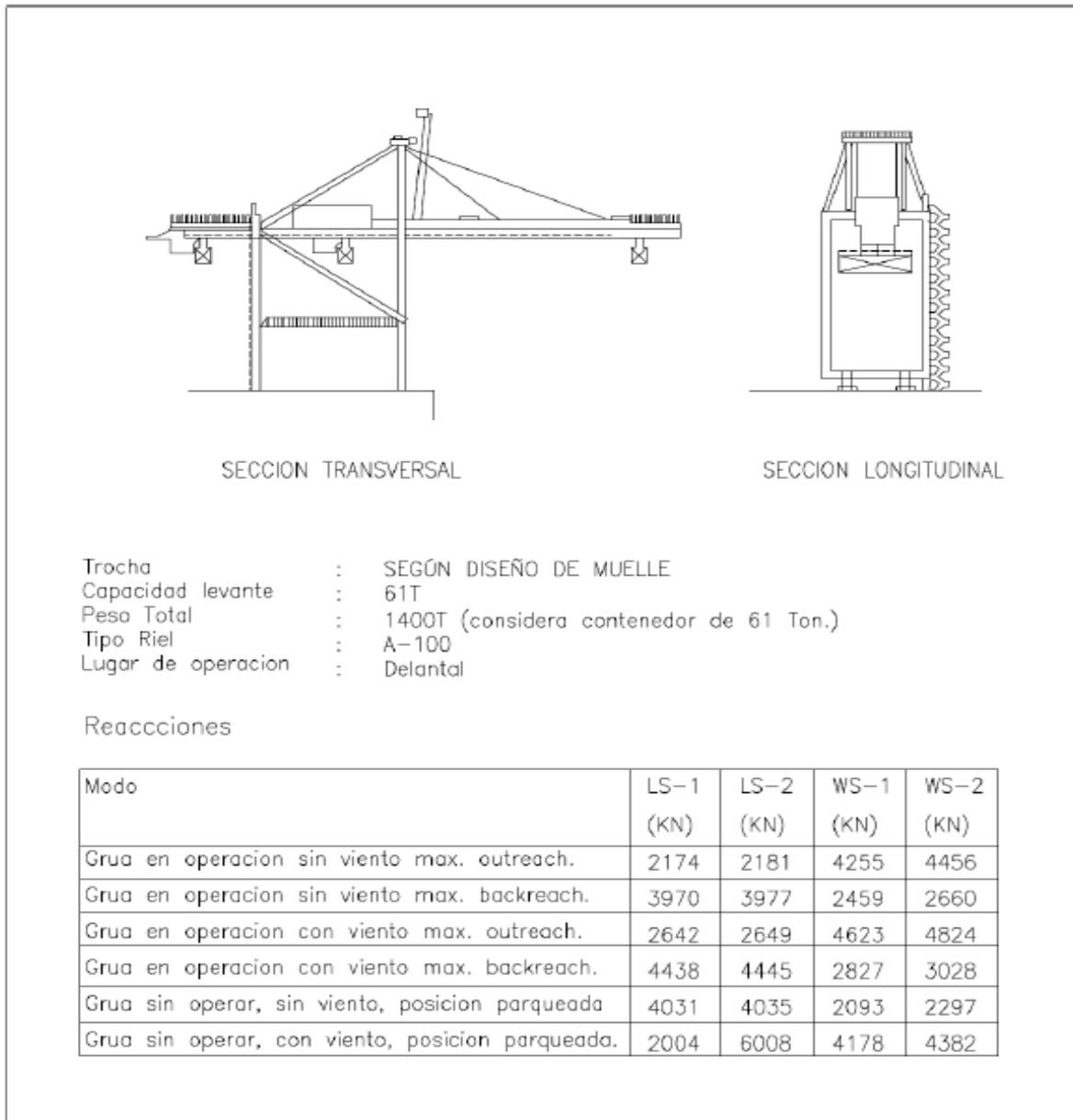


Figura 8-1 Grúa Portacontenedores (1)

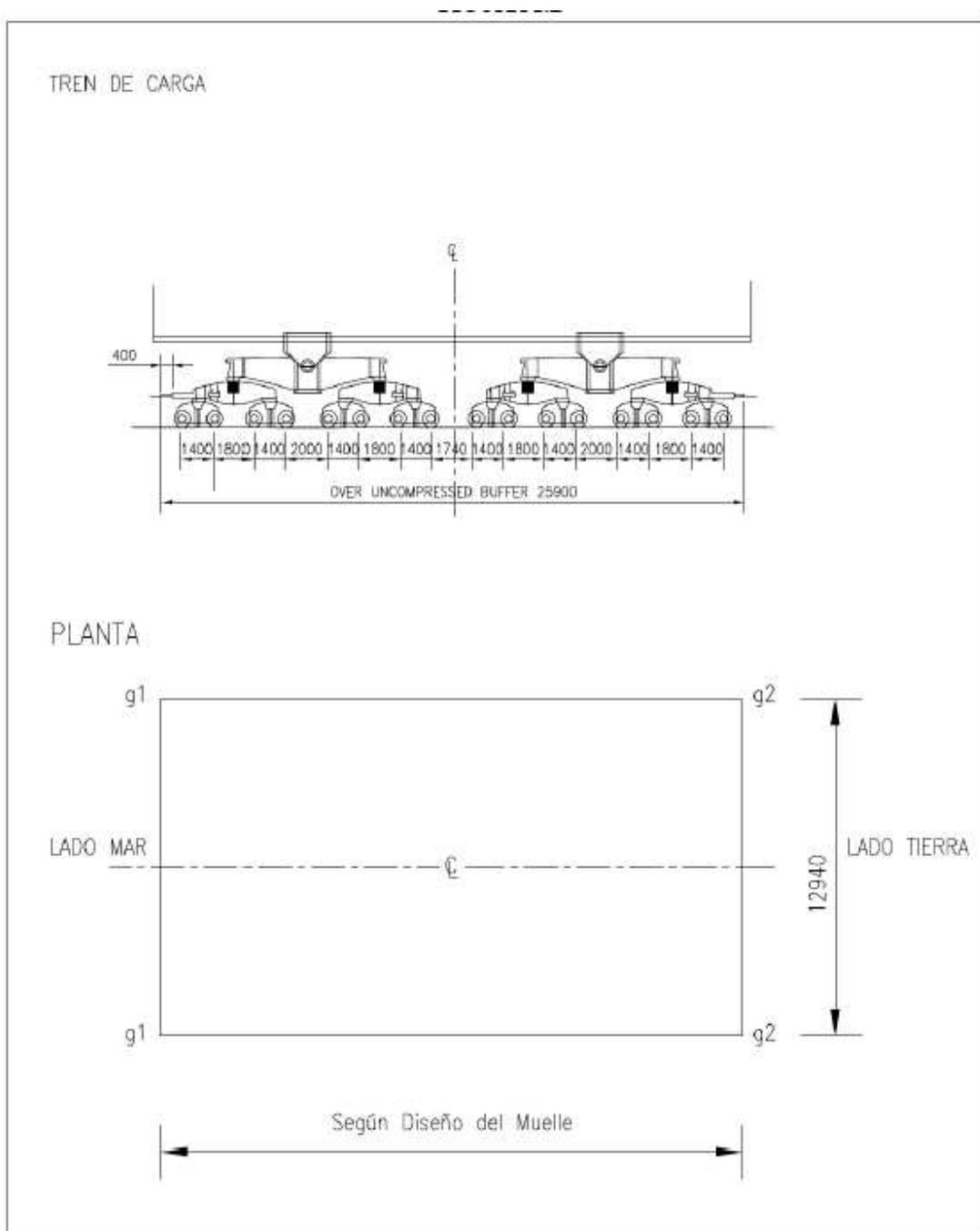


Figura 8-2 Grúa Portacontenedores (2)

Grúa Gottwald HMK-280E

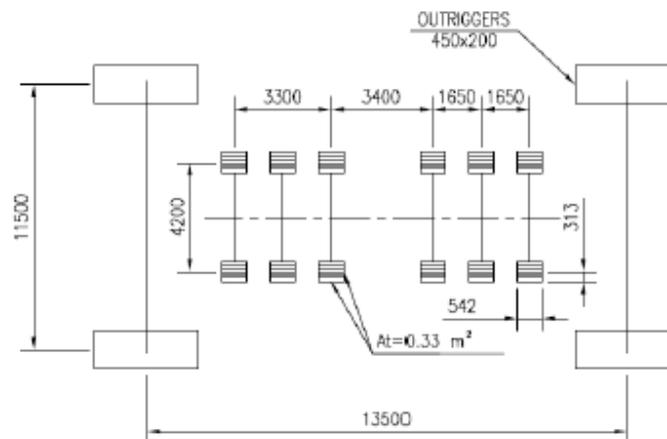
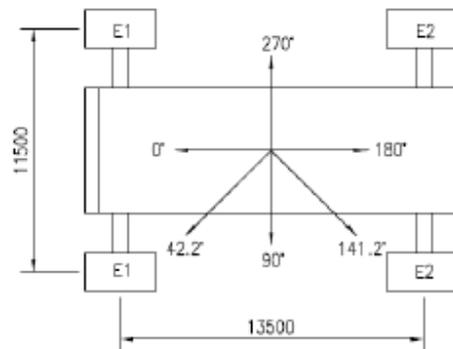
a.- Características del Equipo: Ver figura 8-3

- Peso propio: 360 t
 - Capacidad máx: 100 t

b.- Lugar de Operación

En toda el área y delantal correspondiente a los sitios que se proyecten

Posicion Pluma	Carga (Ton.)	Radio (m)	E1(Ton)	E2(Ton)	E3(Ton)	E4(Ton)
0°	95.9	22.0	189.0	46.0	46.0	189.0
42.0°	95.9	22.0	114.0	10.0	112.0	229.0
90°	95.9	22.0	36.0	35.0	188.0	206.0
141.2°	95.9	22.0	13.0	118.0	213.0	120.0



CARGA POR EJE

Peso total	N° de ejes	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5	Eje 6
360	0	60 t					

Figura 8-3 Grúa Móvil Gottwald

Grúa Horquilla (Forklift)

a.- Características del Equipo

- Diagrama de carga: Ver Figura 8-4
- Peso propio: 28,6 [ton]
- Capacidad: 18,2 [ton], incluyendo marco para levantar contenedores

b.- Lugar de Operación

En toda el área y delantal correspondiente a los sitios que se proyecten.

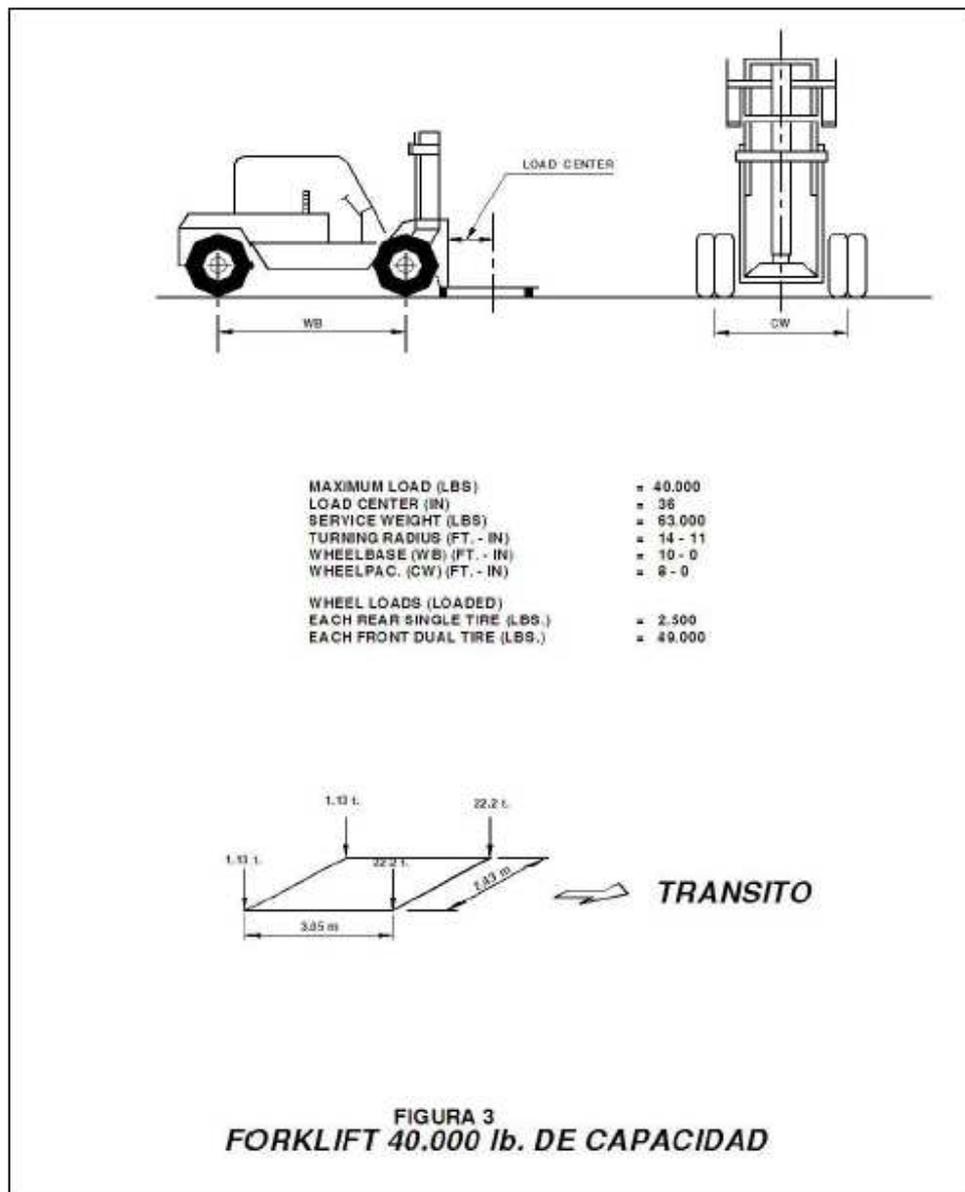


Figura 8-4 Grúa Horquilla

Grúa tipo Reach Stacker

a.- Características del Equipo

- Diagrama de carga: Ver Figura 8-6
- Peso propio: 67 [ton]
- Capacidad: 45 [ton]

b.- Lugar de Operación

En toda el área y delantal correspondiente a los sitios que se proyecten.

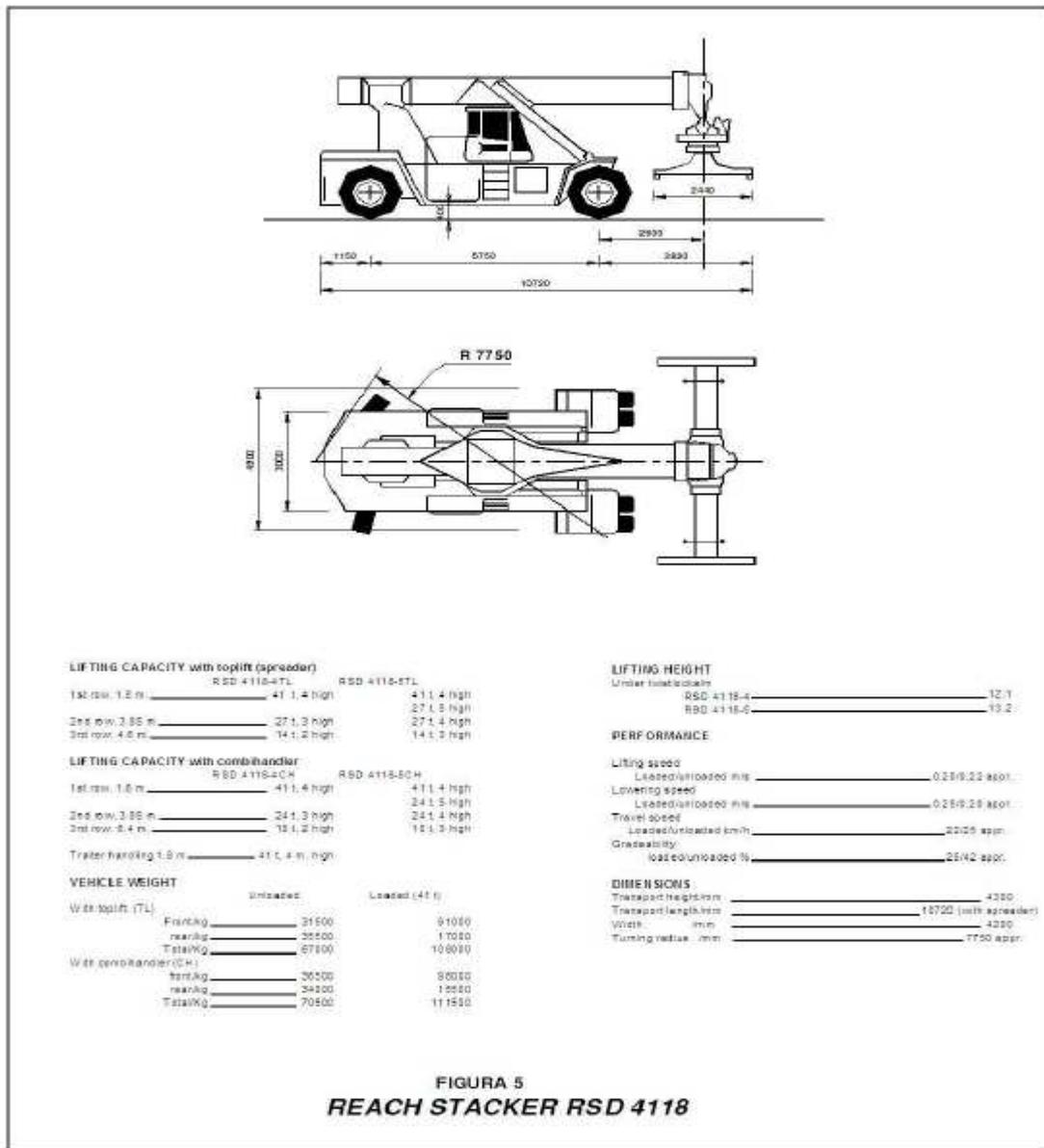


Figura 8-6 Reach Stacker RSD 4118

8.4. Anexo 4 Presupuesto Oficial de Construcción

PROYECTO MUELLE COSTANERA - SAN ANTONIO

PRESUPUESTO FASES IA y IB

Observación	ITEM	DESCRIPCION	UNI	CAN	PUN [UF]	TOTAL [UF]
	A1	ACTIVIDADES Y TRABAJOS VARIOS				
	A1 1	INSTALACION DE FAENA				
	A1 1 1	Instalacion de faena	gl	1.00		
	A1 1 2	Movilizacion	gl	1.00		
	A1 1 3	Desmovilizacion	gl	1.00		
	A1 1 4	Obras provisorias para continuidad de servicios	gl	1.00		
	A1 2	ENSAYO DE PILOTES				
	A1 2 1	Prueba de carga axial-lateral	c/u	2.00		
	A1 3	SENAIZACION MARITIMA				
	A1 3 1	Senalizacion Maritima	gl	1.00		
	A3	INGENIERIA (ENGINEERING)				
	A3 1 1	Ingenieria de Proyecto	gl	10.00		
	A3 1 2	Ingenieria geotecnica	gl	1.00		
	A4	OBRAS MARITIMAS				
	A4 1	FASE 0 - HABILIT. SITIOS 4 y 5				
	A4 1 1	Retiro pie de enrocado y limpieza sitio 4 y 5 exist.	ml	360.00		
	A4 1 2	Suministro y fabricacion tablestacas	kg	1,766,880.00		
	A4 1 3	Hinca de tablestacas refuerzositios 4 y 5 existentes	ml	360.00		
	A4 1 5	Tapon de mortero	m3	2,160.00		
	A4 1 6	Suministro e instalacion de defensas (incluye anclajes)	c/u	5.00		
A Serie de Precio Unitario	A4 1 7	Dragado material	m3	83.800,00		
	A4 1 8	MODIFICACION ROMPEOLAS				
A Serie de Precio Unitario	A4 1 8. 1	Dragados Rompeolas	m3	78.098,00		
	A4 1 8. 2	Enrocado de Protección	m3	4,575.00		
	A4 1 8. 3	Suministro y coloc. Dolos	c/u	911.00		
	A4 1 8. 4	Muro de coronamiento	m3	280.00		
	A4 1 8. 5	Suministro y fabricacion depilotes	kg	613,770.40		
	A4 1 8. 6	Suministro y fabric. azuche	kg	37,687.00		
	A4 1 8. 7	Proteccion y revest. pilotes	m2	3,180.00		
	A4 1 8. 8	Hinca de Pilotes Rompeolas	c/u	44.00		
	A4 1 8. 9	Ensayo dinamico (PDA)	c/u	5.00		
	A4 1 8.10	Sum. y fabric. tablestacas	kg	271,985.00		
	A4 1 8.11	Hinca de tablestacas	ml	35.00		
	A4 1 8.12	Excavacion submarina	m3	44,108.00		
	A4 1 9	Repavimentacion Provisoria	m2	30,250.00		

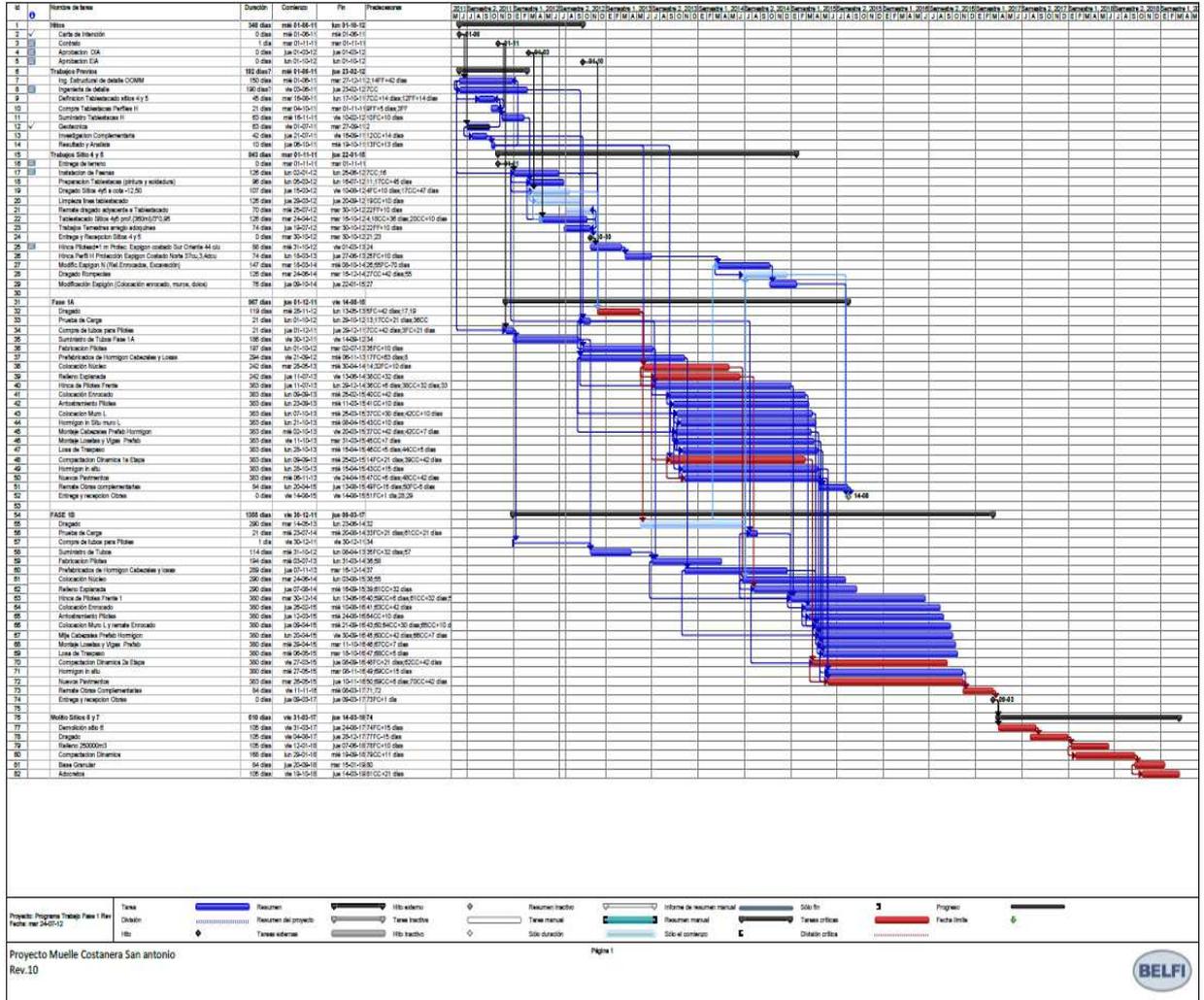
Observación	ITEM	DESCRIPCION	UNI	CAN	PUN [UF]	TOTAL [UF]
	A4 2	FASE IA				
	A4 2 1	DRAGADOS, EXCAVACIONES, RELLENOS Y HORMIGONES				
A Serie de Precio Unitario	A4 2 1. 1	Dragados Construccion (-15m)	m3	108.465,00		
A Serie de Precio Unitario	A4 2 1. 2	Dragado Concesion (-15m)	m3	141.806,00		
	A4 2 1. 2a	Excavacion Submarina Poza Sur	m3	52.722,00		
	A4 2 1. 2b	Excavacion Terrestre Poza Sur	m3	11.110,00		
	A4 2 1. 3	Remocion de enrocado de proteccion costera	m3	35.000,00		
	A4 2 1. 5	Suministro y colocacion desmonte de cantera nucleo por cap	m3	55.383,00		
	A4 2 1. 6	Suministro y colocacion RIP-RAP 25-500 kg	m3	51.729,00		
	A4 2 1. 7	Suministro y colocacion geotextil	m2	9.436,00		
	A4 2 1. 8	Relleno de explanada	m3	105.992,00		
	A4 2 1. 9	Compactacion dinamica	m2	15.830,00		
	A4 2 1. 10	Relleno compactado con rodillo	m3	34.826,00		
	A4 2 1. 11	Muro contencion de hormigon armado	m3	2.963,00		
	A4 2 2	PILOTES				
	A4 2 2. 1	Suministro y fabricacion de pilotes	kg	3.436.020,00		
	A4 2 2. 2	Suministro y fabricacion zapato de linea	kg	223.253,00		
	A4 2 2. 3	Proteccion y revestimiento	m2	13.796,00		
	A4 2 2. 4	Linea de pilotes	c/u	295,00		
	A4 2 2. 4a	Sum y Fabric. Tablestacas	kg	2.038.746,00		
	A4 2 2. 4b	Linea tablestacas	ml	202,00		
	A4 2 2. 5	Ensayo dinamico (PDA)	c/u	30,00		
	A4 2 3	TABLERO DE HORMIGON ARMADO				
	A4 2 3. 1	Hormigon armado losas (in situ)	m3	1.792,00		
	A4 2 3. 3	Hormigon armado viga (in situ)	m3	7.852,00		
	A4 2 3. 5	Hormigon Prefabricado	m3	2.552,00		
	A4 2 3. 7	Hormigon Losetas Traspaso	m3	438,00		
	A4 2 3. 9	Instalacion de rieles p/gruas, incl.camaras y canaleta	m	732,00		
	A4 2 4	BITAS Y DEFENSAS				
	A4 2 4. 1	Suministro e instalacion bitas 150ton (incluye anclajes)	c/u	15,00		
	A4 2 4. 2	Suministro e instalacion dedefensas (incluye anclajes)	c/u	15,00		
	A4 2 5	PROTECCION CATODICA				
	A4 2 5. 1	Partidas proteccion catodica	gl	1,00		
	A4 2 6	OTROS				
	A4 2 6. 1	Insertos (llaves de corte votros)	kg	139.428,00		
	A4 2 6. 2	Planos As Built	gl	1,00		
	A4 2 6. 3	Pad Fabreeka	c/u	473,00		
	A4 2 7	OBRAS TERRESTRES				
	A4 2 7. 1	Obras Electricas	gl	800,00		
	A4 2 7. 2	Agua Potable y Drenaje Aguas Lluvias	gl	1,00		
	A4 2 7. 3	Red de Incendio	gl	0,90		
	A4 2 7. 4	Red Aciducto	gl	1,00		
	A4 2 8	OBRAS CIVILES				
	A4 2 8. 1	Pavimentos Nuevos de Adocreto	m2	15.180,00		
	A4 2 8. 2	Reposicion pavimento existente	m2	124.289,00		
	A4 2 8. 3	Excavaciones terrestres	m3	26.635,00		
	A4 2 8. 4	Suministro y colocacion material granular	m3	24.641,00		
	A4 2 8. 5	Vigas hormigon armado en patiocontenedores	m	1.750,00		
	A4 2 8. 6	Torres para contenedoresrefrigerados	c/u	7,00		
	A4 2 8. 7	Demolicion de edificacionesexistentes	m2	11.100,00		
	A4 2 8. 8	Construccion Edificios	m2	2.000,00		
	A4 2 8. 9	Cierre perimetral placas pref.	m	6.000,00		
	A4 2 8. 10	OO.CC.de servicios Electricos	gl	1,00		
	A4 3	FASE IB				
	A4 3 1	DRAGADOS, EXCAVACIONES, RELLENOS Y HORMIGONES				
A Serie de Precio Unitario	A4 3 1. 1	Dragados Construccion (-15m)	m3	75.116,00		
A Serie de Precio Unitario	A4 3 1. 2	Dragado Concesion (-15m)	m3	187.966,00		
	A4 3 1. 3	Remocion de enrocado de proteccion costera	m3	30.000,00		
	A4 3 1. 5	Suministro y colocacion desmonte cantera en nucleo por cap	m3	55.383,00		
	A4 3 1. 6	Suministro y Colocacion RIP-RAP 25-500 kg	m3	41.185,00		
	A4 3 1. 7	Suministro y Colocacion Geotextil	m2	5.800,00		
	A4 3 1. 8	Relleno de explanada	m3	64.638,00		
	A4 3 1. 9	Compactacion Dinamica	m2	41.450,00		
	A4 3 1. 10	Relleno compactado con rodillo	m3	56.540,00		
	A4 3 1. 11	Muro Contencion de hormigon armado	m3	2.135,00		
	A4 3 2	PILOTES				
	A4 3 2. 1	Suministro y Fabricacion de pilotes	kg	3.377.688,00		
	A4 3 2. 2	Suministro y Fabricacion de zapatos de linea (azuches)	kg	219.718,00		
	A4 3 2. 3	Proteccion y revestimiento	m2	13.562,00		
	A4 3 2. 4	Linea de pilotes	c/u	290,00		
	A4 3 2. 5	Ensayo dinamico (PDA)	c/u	29,00		

A4 3 3	TABLERO DE HORMIGON ARMADO		
A4 3 3 1	Hormigon armado losas(in situ)	m3	1.792,00
A4 3 3 3	Hormigon armado viga (in situ)	m3	7.851,00
A4 3 3 5	Hormigon prefabricado	m3	2.508,00
A4 3 3 7	Hormigon losetas de traspaso	m3	438,00
A4 3 3 9	Instalación de rieles p/gruas.incl. camaras y canaletas	m	732,00
A4 3 4	BITAS Y DEFENSAS		
A4 3 4 1	Suministro e instalacion bitas150 ton (incluye anclajes)	c/u	15,00
A4 3 4 2	Suministro e instalacion Defensas (incluye anclajes)	c/u	15,00
A4 3 5	Proteccion catodica		
A4 3 5 1	Partidas proteccion catodica	gl	1,00
A4 3 6	Otros		
A4 3 6 1	Insertos (llaves de corte yotros)	kg	139.428,00
A4 3 6 2	Planos as-built	gl	1,00
A4 3 6 3	Pad Fabreeca	c/u	473,00
A4 3 7	Obras Terrestres		
A4 3 7 1	Obras electricas	gl	200,00
A4 3 7 3	Red de incendio	gl	0,10
A4 3 8	Obras Civiles		
A4 3 8 1	Pavimentos nuevos de adocreto	m2	13.100,00
A4 3 8 2	Reposicion pavimentos existentes	m2	24.750,00
A4 3 8 3	Excavaciones terrestres	m3	15.662,00
A4 3 8 4	Suministro y colocacion material granular	m3	14.880,00
A4 3 8 5	Vigas hormigon armado en patiocontenedores	m	1.310,00
A4 3 8 6	Torres para contenedores refrigerados	c/u	8,00
A4 3 8.10	OO CC.de Servicios Electricos	gl	1,00
A5	SERVICIOS		
A5 1	AGUAS LLUVIAS		
A5 1 1	Movimientos de tierra		
A5 1 1 1	Excavacion en zanja	m3	5.336,00
A5 1 1 2	Relleno de excavacion en zanja	m3	5.072,00
A5 1 1 3	Retiro y transporte de excedentes	m3	980,00
A5 1 2	Tuberias para colectores y descargas de sumideros		
A5 1 2 1	Sumin., transporte, colocac. y pruebas de tuberia d=300mm	ml	2.882,00
A5 1 2 2	Sumin., transporte, colocac. y pruebas de tuberia d=400mm	ml	65,00
A5 1 2 3	Sumin., transporte, colocac. y pruebas de tuberia d=500mm	ml	922,00
A5 1 2 4	Sumin., transporte, colocac. y pruebas de tuberia d=600mm	ml	1.150,00

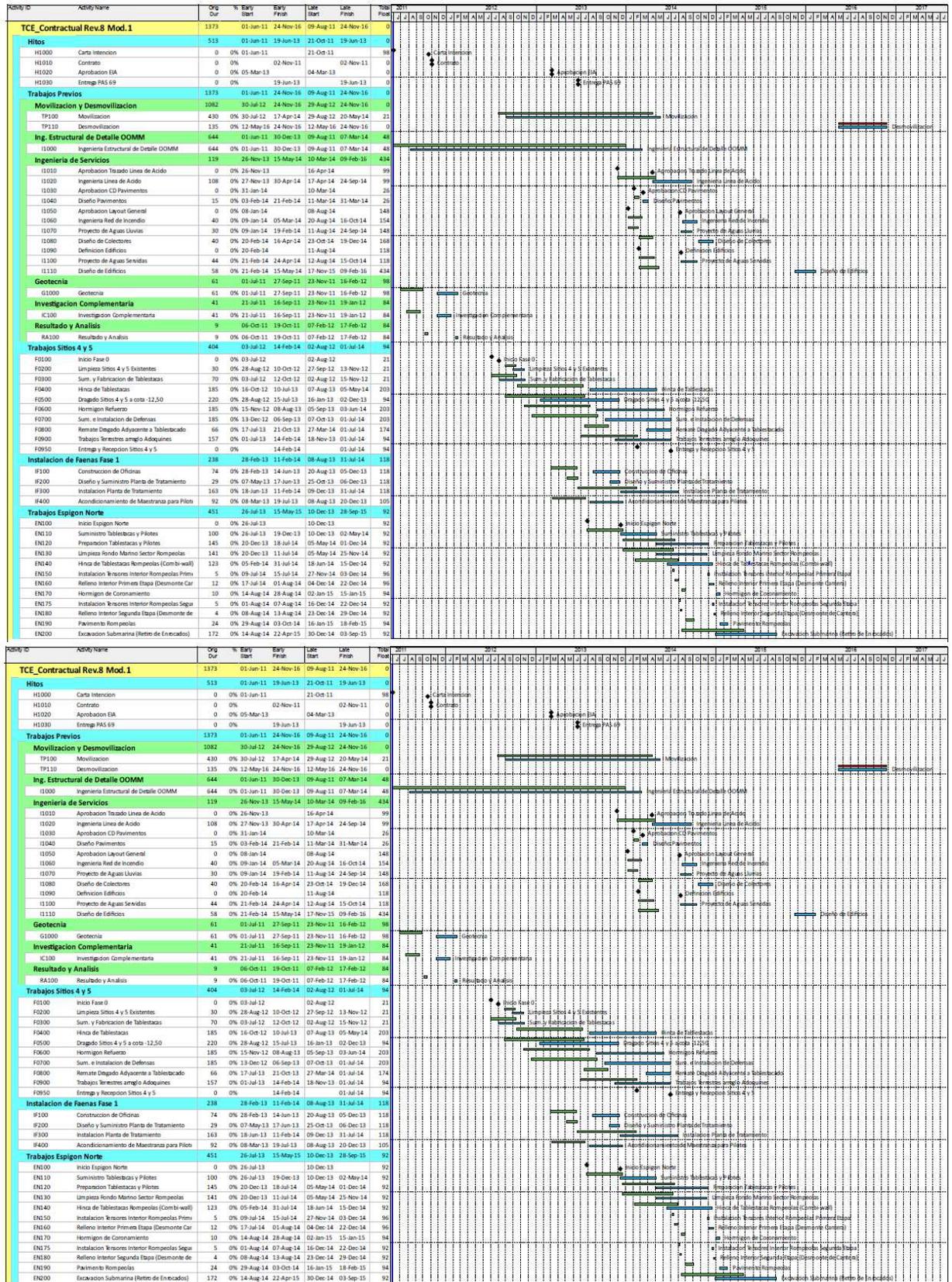
Observación	ITEM	DESCRIPCION	UNI	CAN	PUN [UF]	TOTAL [UF]
	A5 1 2 6	Sumin., transporte, colocac. y pruebas de tuberia d=800mm	ml	435,00		
	A5 1 2 7	Sumin., transporte, colocac. y pruebas de tuberia d=1.400mm	ml	95,00		
	A5 1 3	Camaras de inspeccion				
	A5 1 3 1	Camaras de inspeccion armada, tipo "a" Dcuerpo= 1,30mt	c/u	34,00		
	A5 1 3 2	Camaras de inspeccion armada, tipo "a" Dcuerpo= 1,80mt	c/u	2,00		
	A5 1 3 3	Tapas circulares para calzada	c/u	36,00		
	A5 1 3 4	Satelites de refuerzo	c/u	36,00		
	A5 1 4	Sumideros de aguas lluvias				
	A5 1 4 1	Sumideros especiales, incluye rejilla	c/u	156,00		
	A5 1 5	Obras Adicionales				
	A5 1 5 2	Camaras desarenadoras	c/u	18,00		
	TOTAL					4.815.003,27

8.5. Anexo 5 Programa Contractual y Programa de Obras

A. Programa Contractual



B. Programa de Obras



8.6. Anexo 6. Documento CRITERIOS DE HINCA Y RECHAZO DE PILOTES

- Documento para el Tramo de Pilotes entre las Cepas 81 a 85

	PROYECTO CONSTRUCCIÓN MUELLE COSTANERA - PUERTO SAN ANTONIO	
	Doc.: 3552-GI /41/11-CHP-0	
	Criterios de Hinca y Rechazo para Pilotes Cepas 81 a 85	

PROYECTO MUELLE COSTANERA - PUERTO SAN ANTONIO

CRITERIOS DE HINCA Y RECHAZO PILOTES CEPAS 81 A 85 (NUEVO LAYOUT)

DOCUMENTO: 3552-GI /41/11-CHP-0

Geovenor Ingenieros Geotécnicos
Hernando de Aguirre 201, Of. 1101
Providencia, Santiago

REV	TIPO	FECHA	POR	REVISÓ	APROBÓ	DESCRIPCIÓN
0	A	20-06-2015	MDC	JNP	JVM	Para revisión de Belfi S.A.
Tipo de Emisión (A) Preliminar (B) Propuesta (C) Aprobación (D) Para Conocimiento General						

	PROYECTO CONSTRUCCIÓN MUELLE COSTANERA - PUERTO SAN ANTONIO	
	Doc.: 3552-GI /41/11-CHP-0	
	Criterios de Hinca y Rechazo para Pilotes Cepas 81 a 85	

1. ALCANCE

Estos criterios de hinca se aplican a los pilotes de proyecto, pertenecientes a las cepas 81 a 85 del Nuevo Layout del Muelle Costanera del Puerto de San Antonio.

Estos criterios han sido establecidos a partir de los Monitoreos Dinámicos y de las Pruebas Dinámicas de Rehinca, de pilotes en el sector.

2. EQUIPOS DE HINCA

2.1 Etapa de Prehinca

En el hincado de los primeros metros, sin sobrepasar con la punta la cota -11 m NRS, se podrá utilizar un equipo liviano o martillo vibratorio.

Si se emplea un martillo liviano en la etapa inicial sobrepasando con la punta la cota -11 m NRS, el cambio al martillo de la etapa final no debe demorar más de 2 horas. Mayor demora puede conllevar una disminución en la capacidad de carga de manto del pilote.

2.2 Etapa de Hinca Final

La hinca final se efectuará en forma continua y sin detenciones, salvo la necesaria para remover las guías.

En la hinca final se deberá utilizar los martinets Pileco D-100, empleado en las pruebas dinámicas del sector.

El equipo utilizado no debe ser modificado, ya que la energía que entrega es utilizada para verificar la capacidad de carga de los pilotes que se hincarán a continuación.

Si es necesario efectuar una reparación que afecte la inyección de combustible del martillo, se podrá solicitar un nuevo monitoreo dinámico para verificar la energía que entrega el equipo.

3. CRITERIOS DE RECHAZO Y FICHA MÍNIMA

3.1 Pilotes Eje A

Martinete para la Hinca del Último Tramo: Pileco D-100-13.

Ficha Mínima: La correspondiente a alcanzar la cota -37 m NRS.

	PROYECTO CONSTRUCCIÓN MUELLE COSTANERA - PUERTO SAN ANTONIO	
	Doc.: 3552-GI /41/11-CHP-0	
	Criterios de Hinca y Rechazo para Pilotes Cepas 81 a 85	

Rechazo Preliminar: 4 g/10 cm en los últimos 30 cm, con el martinete operando en marcha 4 y con un número máximo de golpes por minuto igual a 39.

Instrumentaciones Dinámicas: Se deberá efectuar al menos 1 prueba dinámicas en rehınca en un pilote del tramo comprendido en esta especificación, de preferencia en el pilote de la cepa 82. Esta prueba deberá contar con un período de reposo no menor a 48 hrs.

Además, se efectuará pruebas dinámicas cada vez que se tenga un registro de hinca muy distinto del esperado, lo que daría cuenta de la presencia de alguna singularidad en el suelo.

3.2 Pilotes Eje B

Martinete para la Hinca del Último Tramo: Pileco D-100-13.

Ficha Mínima: La correspondiente a alcanzar la cota -25 m. NRS, si el pilote alcanza la carga con la punta apoyada en el estrato de grava. Si se sobrepasa el estrato de grava, el pilote debe ser hincado hasta la cota -29 m. NRS o hasta la cota -32 m. NRS, dependiendo del rechazo que se obtenga en estas cotas.

Rechazo Preliminar: En el estrato de grava situado aproximadamente entre las cotas -22 y -25 m NRS, 11 g/10 cm en los últimos 30 cm, con el martinete operando en marcha 4 y con un número máximo de golpes por minuto de 39. Dado lo observado en los pilotes precedentes, se estima que es poco probable alcanzar esta condición de rechazo.

Si se sobrepasa el estrato de grava, además de ser hincado hasta la cota -29 m NRS, el pilote debe verificar un rechazo de 5 g/10 en los últimos 30 cm. operando en marcha 4, con un número máximo de golpes por minuto de 40. Si no se cumple este rechazo, se deberá continuar hincado el pilote hasta la cota - 32 mNRS.

Si el pilote es llevado hasta la cota -32 m NRS, se deberá verificar un rechazo de 2 g/10 en los últimos 30 cm., operado en marcha 4, con un número máximo de golpes por minuto de 41.

Instrumentaciones Dinámicas: Se deberá efectuar una prueba dinámica de rehınca en un pilote del tramo comprendido en esta especificación, de preferencia en el pilote de la cepa 82 ó 83. Esta prueba deberá contar con un período de reposo no menor a 48 hrs.

Además, se efectuará pruebas dinámicas cada vez que se tenga un registro de hinca muy distinto del esperado, lo que daría cuenta de la presencia de alguna singularidad en el suelo.

	PROYECTO CONSTRUCCIÓN MUELLE COSTANERA - PUERTO SAN ANTONIO	
	Doc.: 3552-GI /41/11-CHP-0	
	Criterios de Hinca y Rechazo para Pilotes Cepas 81 a 85	

3.3 Pilotes Eje C

Martinete para la Hinca del Último Tramo: Pileco D-100-13.

Ficha Mínima: La correspondiente a alcanzar la cota -25 m. NRS, si el pilote alcanza la carga con la punta apoyada en el estrato de grava. Si se sobrepasa el estrato de grava, el pilote debe ser hincado hasta la cota -29 m. NRS o hasta la cota -32 m. NRS, dependiendo del rechazo que se obtenga en estas cotas.

Rechazo Preliminar: En el estrato de grava situado aproximadamente entre las cotas -22 y -25 m NRS, 11 g/10 cm en los últimos 30 cm, con el martinete operando en marcha 4 y con un número máximo de golpes por minuto de 39. Dado lo observado en los pilotes precedentes, se estima que es poco probable alcanzar esta condición de rechazo.

Si se sobrepasa el estrato de grava, además de ser hincado hasta la cota -29 m NRS, el pilote debe verificar un rechazo de 5 g/10 en los últimos 30 cm. operando en marcha 4, con un número máximo de golpes por minuto de 40. Si no se cumple este rechazo, se deberá continuar hincado el pilote hasta la cota -32 mNRS.

Si el pilote es llevado hasta la cota -32 m NRS, se deberá verificar un rechazo de 2 g/10 en los últimos 30 cm., operado en marcha 4, con un número máximo de golpes por minuto de 41.

Instrumentaciones Dinámicas: Se deberá efectuar una prueba dinámica de rehinca en un pilote del tramo comprendido en esta especificación, de preferencia en el pilote de la 82 ó 83. Esta prueba deberá contar con un período de reposo no menor a 48 hrs.

Además, se efectuará pruebas dinámicas en rehinca en pilotes representativos para verificar la capacidad de soporte de los pilotes que no cumplan con los criterios de rechazo y/o ficha.

3.4 Pilotes Eje D

Martinete para la Hinca del Último Tramo: Pileco D-100-13.

Uso de Tapa: Estos pilotes deben contar en el azuche con una tapa parcial en cruz, tal como se muestra en la figura 1.

Ficha Mínima: La correspondiente a alcanzar la cota -23.0 m NRS.

Rechazo Preliminar: 15 g/10 cm en los últimos 30 cm, con el martinete operando en marcha 4 y con un número máximo de golpes por minuto de 39. Si se sobrepasa el estrato de grava sin alcanzar el rechazo especificado, el pilote se continuará hincando entre las cotas -26 m NRS y -30 mNRS hasta alcanzar un rechazo de 10 g/10 cm, en los últimos 30 centímetros y con un máximo de golpes por minuto de 39.

	PROYECTO CONSTRUCCIÓN MUELLE COSTANERA - PUERTO SAN ANTONIO	
	Doc.: 3552-GI /41/11-CHP-0	
	Criterios de Hinca y Rechazo para Pilotes Cepas 81 a 85	

Instrumentaciones Dinámicas: Se deberá efectuar al menos 1 prueba dinámicas en rehınca en un pilote del tramo comprendido en esta especificación, de preferencia en el pilote de la cepa 82. Esta prueba deberá contar con un período de reposo no menor a 48 hrs.

Además, se encuentra pendiente la instrumentación dinámica de la rehınca del pilote 80-D.

También, se efectuará pruebas dinámicas también cada vez que se tenga un registro de hinca muy distinto del esperado, lo que daría cuenta de la presencia de alguna singularidad en el suelo.

3.5 Pilotes Eje E

Martinete para la Hinca del Último Tramo: Pileco D-100-13.

Uso de Tapa: Estos pilotes deben contar en el azuche con una tapa parcial en cruz, tal como se muestra en la figura 1.

Ficha Mínima: La correspondiente a alcanzar la cota -23.0 m NRS.

Rechazo Preliminar: 15 g/10 cm en los últimos 30 cm, con el martinete operando en marcha 4 y con un número máximo de golpes por minuto de 39. Si se sobrepasa el estrato de grava sin alcanzar el rechazo especificado, el pilote se continuará hincando entre las cotas -26 m NRS y -30 mNRS. hasta alcanzar un rechazo de 14 g/10 cm, en los últimos 30 centímetros y con un máximo de golpes por minuto de 39.

Instrumentaciones Dinámicas: Se deberá efectuar al menos 1 prueba dinámicas en rehınca en un pilote del tramo comprendido en esta especificación, de preferencia en el pilote de la cepa 81. Esta prueba deberá contar con un período de reposo no menor a 30 días.

Además, se efectuará pruebas dinámicas también cada vez que se tenga un registro de hinca muy distinto del esperado, lo que daría cuenta de la presencia de alguna singularidad en el suelo.



Geovenor

Santiago, Junio de 2015

8.7. Anexo 7. Ejemplo de Formato de Control Registro de Hinca de Pilotes

BELFI		REGISTRO HINCA DE PILOTES				PCE		
PROYECTO PUERTO CENTRAL		Código: REG-TOP-195-001	Rev. SP 5-10-2016		N° de Página			
PUERTO SAN ANTONIO TERMINAL COSTANERA - ESPIGÓN		CORRELATIVO	FECHA		1 de 4			
					ÁREA			
					TOPOGRAFÍA			
PLANO DE REFERENCIA: S1186-2-PL-ES-201-L1 y L2		EJE A	CEPA O	PILOTE N° 1A				
CARACTERÍSTICAS DEL PILOTE		DATOS DE HINCA		N° de Fabricación: 86				
Pilote Tipo: Vertical		FECHA	HORA	OBSERVACIONES				
Díametro: 1.000		Inicio de Hinca: 09/03/2016	10:03					
Espesor: 18		Término de Hinca: 09/03/2016	10:51					
Longitud Inicial: 42.070		MARTINETE						
Longitud Final: 37.740		Marca: P.Leco		Marca: P.Leco				
Despunte: 4.130		D 19-42		D 100-13				
Ficha Proyecto		SUPERFICIA		SUPERFICIA				
CARACTERÍSTICAS DEL ZAPATO DE HINCA		MODELO: B-19-42 / 3130		MODELO: B-100-13 / 1016				
Díametro: 1.000		Coordenada de Proyecto		Coordenada Inicial		Coordenada Final		
Espesor: 36		N: 6279709,764		N: 6279709,773		N: 6279709,820		
Argo: 1.000		E: 257123,203		E: 257123,241		E: 257123,277		
COTAS		DESVIACIÓN (mm) Absoluta ± 0,05m		INCLINACIÓN (%) Tolerancia L2K				
Cota Corte: 3.740	m NMS	93mm		0,58%				
Fondo Marino: -15,800	m NMS	PILOTE INSTRUMENTADO SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>		CON DAÑO SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>				
Cota Punta: -34,200	m NMS	Equipo topográfico						
Ficha: 18,400	m NMS	ESTACIÓN TRIMBLE SABLE N° 50673 A						
Tapón: -15,100	m NMS							
Topografía	Jefe de Técnico	Jefe Gestión Calidad	Inspección PCE		Administrador de Obra			
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:		Firma:			
Nombre: C. S. 2017	Nombre: JORGE MAJUD M.	Nombre: PATRICIO LAGOS ROSAS	Nombre: ERNESTO BERTALANZI		Nombre: Jaime Muñoz O.			
Fecha: 09-03-16	Fecha: 09-03-16	Fecha: 09-03-2016	Fecha: 09/03/16		Fecha: 09-03-16			
PERFORACIÓN (mm)	N° de GOLPES	OBSERVACIÓN/FECHA/HORA	PERFORACIÓN (mm)	N° de GOLPES	OBSERVACIÓN/FECHA/HORA	PERFORACIÓN (mm)	N° de GOLPES	OBSERVACIÓN/FECHA/HORA
0,10			1,10	2		2,10	1	
0,20	P.P		1,20	1		2,20	2	
0,30	P.M		1,30	1		2,30	2	
0,40	1	6dps en seco	1,40			2,40	2	
0,50	2		1,50	1		2,50	3	
0,60	2	Inicio 10:03 Martinete B-19-42	1,60	1		2,60	3	
0,70	2	n-1	1,70			2,70	3	
0,80	3		1,80	1		2,80	3	
0,90	2		1,90	1		2,90	4	
1,00	3		2,00	1		3,00	4	

ESTE DOCUMENTO DEBE RESERVAR CON LA INFORMACIÓN, FECHA Y FIRMAS RESPECTIVAS



REGISTRO HINCA DE PILOTES



PROYECTO PUERTO CENTRAL		Código: RED-TOP-195-029	Rev: 0º (11/13/14)	Nº de Página
PUERTO SAN ANTONIO TERMINAL COSTANERA - ESPIGÓN		CORRELATIVO	FECHA	7 de 4
				AREA
				TOPOGRAFIA

PROFUNDIDAD (m)	Nº de COLUPE	OBSERVACIÓN/FECHA/HORA	PROFUNDIDAD (m)	Nº de COLUPE	OBSERVACIÓN/FECHA/HORA	PROFUNDIDAD (m)	Nº de COLUPE	OBSERVACIÓN/FECHA/HORA
3,10	7		6,10	2		9,10	4	
3,20	12	n-2	6,20	7		9,20	5	
3,30	19	n-3	6,30	8		9,30	5	
3,40	14	n-4	6,40	8	PARADA 10:10 MANTENIEME D-100-13 CAMBIO DE INSTRUMENTO Nº IN: C/D 10:34	9,40	5	
3,50	12		6,50	5		9,50	5	
3,60	7		6,60	3	n-2	9,60	5	
3,70	5		6,70	2		9,70	9	
3,80	4		6,80	3		9,80	10	n-4
3,90	5		6,90	2		9,90	10	
4,00	5		7,00	2		10,00	11	
4,10	6		7,10	2		10,10	11	
4,20	5		7,20	2		10,20	10	
4,30	4		7,30	2		10,30	9	
4,40	5		7,40	2		10,40	8	
4,50	6		7,50	2		10,50	8	
4,60	5		7,60	2		10,60	7	400x41N
4,70	5		7,70	2		10,70	6	
4,80	4		7,80	2		10,80	6	
4,90	4		7,90	3		10,90	6	
5,00	4		8,00	3		11,00	7	
5,10	4		8,10	3		11,10	8	
5,20	4		8,20	3		11,20	7	
5,30	5		8,30	4		11,30	6	
5,40	4		8,40	4		11,40	5	
5,50	4		8,50	4		11,50	4	
5,60	5		8,60	4		11,60	4	
5,70	5		8,70	4		11,70	4	
5,80	5		8,80	5		11,80	4	
5,90	5		8,90	5	n-3	11,90	4	
6,00	6		9,00	4		12,00	5	

ESTE DOCUMENTO DEBE MANTENERSE EN LA OFICINA DEL JEFE DE OFICINA Y FIRMAS DEL JEFE DE OFICINA

BELFI		REGISTRO HINCA DE PILOTES				PCE	
PROYECTO PUERTO CENTRAL				Código	REG-TOP-183-028	Rev. Nº 2 (18/08/2018)	Nº de Página
PUERTO SAN ANTONIO TERMINAL COSTANERA - ESPIGÓN				CORRELATIVO		FECHA	3 de 4
							ÁREA
							TOPOGRAFÍA
RESERVA PROY. Nº DE COL/PE	OBSERVACIÓN/FECHA/HORA	RESERVA PROY. Nº DE COL/PE	OBSERVACIÓN/FECHA/HORA	RESERVA PROY. Nº DE COL/PE	OBSERVACIÓN/FECHA/HORA	RESERVA PROY. Nº DE COL/PE	OBSERVACIÓN/FECHA/HORA
12,10	6			15,10	5	18,10	5
12,20	6			15,20	5	18,20	4
12,30	6	40 GxM:IN		15,30	5	18,30	5
12,40	5			15,40	5	18,40	4
12,50	5			15,50	6	18,50	7
12,60	5			15,60	6	18,60	
12,70	6			15,70	6	18,70	
12,80	6			15,80	7	18,80	
12,90	7			15,90	7	18,90	
13,00	7			16,00	6	19,00	
13,10	7			16,10	6	19,10	
13,20	7			16,20	6	19,20	
13,30	7			16,30	6	19,30	
13,40	7			16,40	6	19,40	
13,50	8			16,50	6	19,50	
13,60	7			16,60	5	19,60	
13,70	7			16,70	5	19,70	
13,80	6	40 GxM:IN		16,80	5	19,80	
13,90	6			16,90	6	19,90	
14,00	7			17,00	5	20,00	
14,10	6			17,10	5	20,10	
14,20	5			17,20	6	20,20	
14,30	4			17,30	5	20,30	
14,40	5			17,40	5	20,40	
14,50	5			17,50	5	20,50	
14,60	4			17,60	5	20,60	
14,70	4			17,70	5	20,70	
14,80	4			17,80	5	20,80	
14,90	4			17,90	5	20,90	
15,00	5			18,00	4	21,00	

ESTABLECIMIENTO DESEMPLEADO DE LA REGISTRO DE FECHA Y FINAL REGISTRO