



# OBRA PORTUARIA DE MINA INVIERNO Frente al mar

Patricia Avaria R.  
PERIODISTA CONSTRUCCIÓN MINERA

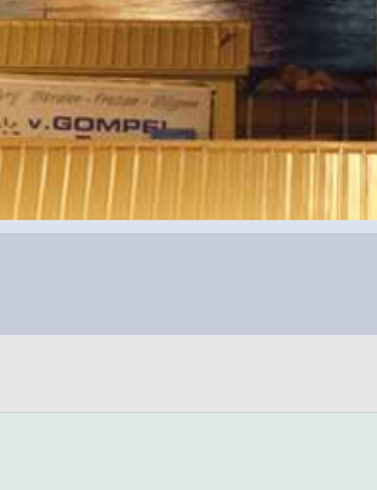
» El Terminal Otway, ubicado en la Isla Riesco, en el estrecho de Magallanes, se encuentra operativo y en proceso de “ramp up” tendiente a alcanzar los rendimientos nominales de diseño.

» La obra tiene una longitud de 411 metros desde la línea de playa hasta el frente de atraque de las naves, sector en el que se encuentran los dos cargadores de barcos, los que permiten ir llenado 2 bodegas de la nave en forma simultánea.

» El plazo total de la construcción del proyecto portuario fue de 24 meses, de los cuales, los primeros 8 se ocuparon en la edificación del campamento para el personal, la prefabricación de pilotes, estructuras metálicas, entre otras; y en el resto de los meses se realizó la construcción de obras civiles, montajes electro mecánicos, comisionamiento y puesta en marcha.



GENTILEZA MINA INVIERNO



**U**BICADO en el sector de Punta Lackwater de Isla Riesco, en la ribera septentrional del estrecho de Magallanes, y con una inversión de US\$120 millones, se construyó el Terminal Otway de Mina Invierno, obra que fue diseñada para embarques de carbón a una tasa de tres mil toneladas/hora en naves de tamaños entre 40.000 y 151.000 toneladas de capacidad.

El proyecto, liderado por los grupos Empresas Copec y Ultramar, tiene por objetivo la explotación del yacimiento Invierno para la extracción y posterior venta de carbón sub-bituminoso, lo que permitirá abastecer con este combustible a centrales termoeléctricas situadas principalmente en las zonas centro y norte del país, pudiendo también ser exportado a mercados internacionales. El mineral es extraído de la mina para ser trasladado mediante camiones hacia una cancha de almacenamiento de 300 mil toneladas de capacidad, desde donde al momento de atraque de una nave en el terminal, se da inicio al proceso de embarque haciendo pasar el carbón hacia los chancadores primarios (donde se reduce su tamaño máximo a 6") y luego hacia los secundarios (donde se vuelve a reducir el tamaño máximo, esta vez a 2").

Jorge Pedrals, gerente general de Mina Invierno, cuenta que tras el paso por los equipos de chancado, el carbón se traslada hacia las bodegas de la nave mediante correas transportadoras (que totalizan una longitud de casi 1 km), “las que en su recorrido hacen pasar el carbón por equipos de pesaje y de muestreo, con los que por una parte se controla el tonelaje instantáneo y acumulado que va llegando a la nave y por otra parte se controla la calidad de los parámetros tanto físicos como químicos del carbón que se está despachando a los clientes”.

El Terminal Otway se encuentra operativo y en proceso de “ramp up” tendiente a alcanzar los rendimientos nominales del diseño. A continuación los detalles técnicos de este montaje minero.

## PROYECTO

El terminal tiene una longitud de 411 m desde la línea de playa hasta el frente de atraque de las naves, sector en el que se encuentran los dos cargadores de barcos (de una altura de casi 50 metros), los que permiten ir llenado dos bodegas de la nave en forma simultánea y a la vez disminuyen la necesidad de realizar “corridas” del barco para ir vaciando el carbón en las diferentes bodegas de almacenamiento de este. Asimismo, está compuesto por dos plataformas de carga, una de mantenimiento, dos duques de alba, cuatro postes de amarre y dos boyas de amarre, que permite recibir barcos de hasta 151.000 DWT (Deadweight tonnage, tonelaje de porte bruto).

La construcción del terminal portuario se programó haciendo uso de cuatro frentes de trabajo: dos equipos de construcción que avanzaban desde el mar hacia tierra mediante el uso de plataformas jack up (duques de alba, postes de amarre y boyas); uno desde tierra hacia el mar (puente de acceso al área del frente de atraque) y el último dedicado a ejecutar las obras terrestres (chancadores, correas transportadoras, pesómetro, muestrera, edificio de oficinas, entre otras).

El puente de acceso está compuesto por una infraestructura de 80 pilotes de acero, inclinados hincados en el fondo marino alcanzando los 21 metros de profundidad. Su superestructura se compone de vigas de amarre metálicas, transversales y longitudinales y, sobre ellas, losetas de hormigón.

Las estructuras que componen el frente de atraque, están ejecutadas en base a pilotes de acero hincados en el fondo marino (62 unidades), vigas metálicas y losetas de hormigón sobre ellas.

Carlos Escobar, gerente de ingeniería de Mina Invierno, cuenta que “para el desarrollo de las obras desde mar a tierra la empresa constructora Belfi, contó con 2 jack up, uno de ellos se trajo desde Puerto Montt a través del mar tirado por un remolcador y el



Frente de trabajo con grúa avanzando desde tierra (a la izquierda) y el muelle de servicio usado para trasladar insumos a los frentes marítimos (a la derecha).



Vista general de la obra desde tierra, de derecha a izquierda se ve la plataforma Jack up Belfi III construyendo poste de amarre, plataforma Jack Up Belfi VI montando estructura en puente de acceso, buque de montaje trabajando en cargadores y muelle de servicio con grúa de 150 toneladas.



Traslado de pilotes desde cancha de empalme hasta el muelle de servicio.



**Montaje del Muelle con las dos plataformas Jack Up, una de ellas se trajo desde Puerto Montt a través del mar tirado por un remolcador y la otra desarmada en grandes piezas por vía terrestre.**



**Fabricación de partes estructurales en la ciudad de Magdeburg en las instalaciones de FAM, Alemania.**



**Los dos cargadores de barco, que se fabricaron por partes en las instalaciones de FAM Alemania, se trasladaban hasta el puerto de Bremen, donde se ensamblaron 8 piezas mayores por cada cargador.**

otro desarmado en grandes piezas por vía terrestre”.

También, se montaron cuatro defensas flexibles y ocho ganchos de escape que permiten el atraque de los barcos. A esto hay que agregar pasarelas que permiten el tránsito entre las estructuras componentes del frente de atraque.

Sobre la estructura del muelle de penetración se encuentra una estructura metálica (enrejados) que permite el paso de una correa transportadora, la cual está diseñada para una capacidad de tres mil toneladas por hora. Esta correa, que se inicia en tierra, llega al frente de atraque y lleva el material a dos cargadores de barco, montados sobre las plataformas de carga de igual capacidad cada uno, los que finalmente son los encargados de llevar el carbón a las bodegas de los barcos.

El plazo total de la construcción del proyecto fue de 24 meses, de los cuales los primeros 8 se ocuparon en la construcción del campamento para el personal, la prefabricación de pilotes, estructuras metálicas, losetas de hormigón, entre otras. El período de hinca de pilotes, construcción de obras civiles, montajes electro mecánicos, comisionamiento y puesta en marcha duró 16 meses.

## MONTAJE INDUSTRIAL

Los equipos usados para el montaje corresponden a plataformas jack up, que son artefactos navales que pueden flotar desde un punto a otro, para luego levantarse mediante cuatro columnas de acero de accionamiento hidráulico, que le permiten elevarse por sobre la superficie del mar y así constituirse en una plataforma estable de trabajo, independiente de las condiciones de marea y oleaje.

En cada plataforma jack up, una por cada frente de trabajo en el mar, se disponía de una grúa, martinete para la hinca de pilotes, generador eléctrico, perforadora para el anclaje de pilotes, soldadoras, oficinas, bodega, casa de cambio para el personal y todo lo necesario para ser un frente de trabajo autónomo. “El frente que avanzaba desde tierra tenía los mismos equipos de construcción, pero por estar unido a tierra por medio del mismo puente de acceso que estaba construyendo, no requería de oficinas, bodega ni casa de cambio”, explica Sebastián Elgueta, gerente de proyecto de la constructora Belfi.

Respecto al uso de buzos para ejecutar las fundiciones, Elgueta cuenta que, en las obras marítimas es normal la necesidad de apoyo de buzos, “lo que permite tener un personal preparado y acondicionado para acudir a cualquier emergencia que pudiera suceder en las obras que se están realizando en el mar”.

Por otro lado, tanto en la fase de bajar una plataforma marina de trabajo, para hacerla flotar y trasladarla u otro lugar, se requirió del apoyo de buzos para revi-

**EL PUENTE DE ACCESO ESTÁ COMPUESTO POR UNA INFRAESTRUCTURA DE 80 PILOTES DE ACERO, INCLINADOS HINCADOS EN EL FONDO MARINO.**



GENTILEZA BELFI



sar que el fondo marino esté libre de obstáculos y así evitar riesgos innecesarios. “Una vez hincados los pilotes es necesario realizar inspecciones de ellos y ver el estado de su revestimiento, ya que a veces en el proceso de hincado dicho revestimiento sufre algunos daños que deben ser reparados”, afirma el gerente de proyecto.

### **DESAFÍOS**

Según los responsables de este montaje, las construcciones marítimas son siempre un desafío, ya que existen difíciles condiciones climáticas y con mayor razón en la región de Magallanes, en donde está ubicada la obra. A esto, se sumó el estado inicial del camino de acceso al proyecto y la logística del transporte de materiales. Pedrals indica que se realizó en forma previa un mejoramiento de la red vial que da acceso al área del proyecto, un ensanche de caminos, refuerzo de puentes y reemplazo del transbordador, lo que permitió un cruce de mayor ca-

pacidad de carga. “Estos cambios causaron un impacto positivo en términos de mejorar la conectividad de la comuna, incluyendo nuevas antenas que han dado mayor cobertura a la telefonía celular”.

Respecto a lo anterior, Elgueta, cuenta que se estableció un método constructivo que fuera acorde a las circunstancias, privilegiando un diseño con elementos prefabricados y fabricados en su mayoría en otras partes del país y del mundo, de tal forma de minimizar los trabajos en el sitio mismo de las obras. “Es importante destacar que en la definición de cada elemento se tomó en consideración la logística de transporte, la cual por encontrarnos en una isla, en el extremo del país, resultaba de primera importancia”.

A modo de ejemplo, se puede destacar las losetas de hormigón, las que fueron preparadas en Punta Arenas, en dimensiones que iban desde los 6 metros, hasta los 13 metros de largo, pero sin superar el ancho de un camión estándar de 2,5 metros.

Para al mejoramiento de la logística, se diseñó e implementó en la isla un campamento autosustentable (con aislamiento acorde a la zona, con vidrios en termopanel y calefacción en todos sus recintos), con autonomía para 15 días y capacidad para 400 personas. En este campamento se producía agua potable, trataban las aguas servidas y generaba su propia energía eléctrica.

Por otro lado, la compañía considera que otro gran desafío fue el montaje de los dos cargadores de barcos, los que en total pesaban 1.400 toneladas. Estos voluminosos equipos cuya pieza principal media es de 60 m de largo, 15 m de alto, 12 m de ancho y 420 toneladas, fueron fabricados en Alemania por la empresa FAM y enviados desde allí en 8 piezas prearmadas en un buque especial (de los que no hay más de 10 en el mundo). El montaje de dichas piezas lo realizó la misma nave haciendo uso de sus grúas de 700 toneladas de capacidad, para lo cual se debió esperar

condiciones climáticas especiales, por tratarse de un montaje difícil y de gran precisión.

Otro tema que no pasa desapercibido en las obras portuarias es el desafío climático. Elgueta afirma que se buscó hacer el menor trabajo posible en el sitio de las obras y “para ello se realizó un diseño con muchos elementos prefabricados de hormigón y la realización de varios trabajos en la ciudad de Punta Arenas como empalme y revestimiento de pilotes, prefabricados de hormigón y fabricación y revestimiento de jacket, entre otras. Muchos de estos trabajos se realizaban en galpones especialmente habilitados para esto”.

## LOGÍSTICA

Sobre el traslado de las estructuras y materiales, el experto de la constructora Belfi, afirma que los pilotes y elementos prefabricados de hormigón requirieron de algunos transportes con sobredimensión, como el caso de los pilotes, que fueron trasladados desde Punta Arenas hasta la isla en largos de 24 metros, para luego empalmarse en obra, y alcanzar un largo superior a los 40 metros. Solo los dos cargadores de barcos de capacidad de 3.000 ton/hora cada uno, fueron fabricados enteros y trasladados desde Alemania vía marítima directo a las instalaciones portuarias. Estas naves se trasladaban hasta el puerto de Bremen, donde se cargaron 8 piezas por cada cargador, las que en total sumaban un peso de 650 toneladas cada

## LAS ESTRUCTURAS QUE COMPONEN EL FRENTE DE ATRAQUE, ESTÁN EJECUTADAS EN BASE A PILOTES DE ACERO HINCADOS EN EL FONDO MARINO (62 UNIDADES), VIGAS METÁLICAS Y LOSETAS DE HORMIGÓN SOBRE ELAS.

uno. Una vez armadas estas grandes piezas, fueron cargados al barco por las propias grúas de este y afianzadas para el viaje. “Con esas mismas grúas del barco fueron descargados y montados en su lugar definitivo en las instalaciones portuarias”, cuenta Elgueta.

Tanto para la etapa de transporte desde Bremen, así como para el montaje en Isla Riesco, se debió realizar una serie de estudios estructurales tanto estáticos como dinámicos, también un análisis de estabilidad durante la navegación (que duró 20 días).

Obra portuaria que tiene como objetivo exportar el mineral a nivel internacional y de abastecer las principales termoeléctricas ubicadas en las zonas centro y norte del país. //



INGENIERIA  
LABORATORIO  
CONSTRUCCION



GRUPO  
**CHCR**  
INGENIERIA Y CONSTRUCCION

**ASOCIATIVIDADES:**



**ACREDITACIONES:**





**INGENIERIA:**

ESTUDIO, DESARROLLO  
Y EVALUACION DE PROYECTOS  
INSPECCION TECNICA DE OBRAS

**CONSTRUCCION:**

MONTAJE INDUSTRIAL  
MOVIMIENTO DE TIERRA  
URBANIZACIONES  
OBRAS CIVILES

**LABORATORIO:**

MECANICA DE SUELOS  
HORMIGON Y MORTERO  
ASFALTOS  
ELEMENTOS Y COMPONENTES  
ARIDOS  
FISICO QUIMICA

**DIRECCION**  
Av. Estoril 120, Of 512  
Las Condes, Santiago, Chile

**TELEFONO**  
+56 2 29543990  
+56 2 29543992

**CONTACTO**  
contacto@chcr.cl

**WEB**  
www.grupo-chcr.cl