



# TERMINAL GNL MEJILLONES

# LA ENERGÍA DEL NORTE

A 12 km de la ciudad de Mejillones, en la II Región, rodeada de arenas blancas y extensas playas, con temperaturas que superan los 35°C buena parte del año, se construye la segunda planta de gas natural de Chile. Es el Terminal GNL Mejillones, un coloso que será un tremendo aporte a la matriz energética del país. Revista Bit fue testigo privilegiado del hincado de los pilotes aguas adentro y de las obras civiles terrestres. Todo pasa allí, frente al mar.

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT, ENVIADA ESPECIAL A MEJILLONES



VISTA PANORÁMICA DE LA PLANTA



BARCO ESTANQUE Y BARCO DESCARGA



CABEZO DEL MUELLE



CONSTRUCCIÓN DEL MUELLE

GENTILEZA GNL MEJILLONES

**E**STUVIMOS ALLÍ. En Mejillones. Nos recibe el calor agobiante de la zona y un termómetro que no piensa bajar de los 35°C. Pero el proyecto a visitar justifica plenamente enfrentar el clima extremo y cualquier otro desafío. Hay que dar una buena noticia. Este puerto de la II Región se transformará en uno de los grandes protagonistas del futuro energético del país. A toda marcha se construye el Terminal de Gas Natural Licuado (GNL) Mejillones, que abastecerá al Sistema Interconectado del Norte Grande (SING).

Para enfrentar un complejo escenario energético, en 2007 el Gobierno encargó a Codelco liderar la tarea de construir un puerto regasificador de GNL. Para ello, junto a Suez Energy, formó la sociedad GNL Mejillones para abastecer a las generadoras del SING a partir del primer trimestre del 2010. La iniciativa se hace realidad.

Resulta inevitable comparar este proyecto con el terminal de GNL en Quintero (más información en Revista Bit n°60, página 32, mayo 2008). Hay diferencias. La más importante reside en que Mejillones tendrá un muelle de 900 m de longitud, con un cabezo (tablero de hormigón fundado sobre pilotes, ubicado al término del puente de acceso, con 1 o más sitios de atraque, donde se realizan las operaciones de carga

## FICHA TÉCNICA

**Obra:** Terminal GNL Mejillones  
**Mandante:** GNL Mejillones S.A.  
**Ingeniería:** GDF Suez  
**Inversión total:** US\$ 500 millones aprox.

### OBRA MUELLE

**Muelle y Pilotes:** Constructora Belfi  
**Suministro e hincado de 308 pilotes de acero:** 10.000 t  
**Término:** 19 de agosto de 2009  
**Monto contrato:** US\$ 105.000.000

### OBRAS CIVILES Y ÁREA DE PROCESO

**Contratista:** Técnicas Reunidas  
**Subcontratista obras civiles y montaje electromecánico:** Echeverría Izquierdo Montajes Industriales  
**Término:** 16 de mayo y 16 de septiembre de 2009  
**Monto contratos:** US\$ 60 millones

**ARMADO DE LOS PILOTES**

- A. A la maestranza de Puerto Angamos llegan los tramos de tubos, y se arman en las longitudes que indica el proyecto.
- B. Se ejecutan las faenas de limpieza con máquinas industriales.
- C. En bodegas techadas se pintan.
- D. Una vez listos, en Puerto Angamos se izan con grúas y se lanzan al mar.



GENTILEZA BELFI

**HINCADO DE PILOTES EN EL MAR**

1. Los pilotes se lanzan al mar desde uno de los sitios de embarque.
2. A través de botes se remolcan a los frentes de trabajo.
3. Buzos ayudan en el traslado de los pilotes y en su acomodo para el proceso de hinca.
4. Grúas los izan hasta el punto de hincado.
5. Panorámica del martinete diesel que los hinca al suelo marino.
6. Tramo del muelle con cepas de pilotes hincados y con la superestructura hecha de vigas de acero.



y descarga del barco) habilitado para dos buques. Sí, porque al puerto nortino arribarán dos buques, uno que operará como estanque y otro como descarga. “Dado que estamos en la ingeniería base del estanque en tierra, por ahora cerramos un contrato con un barco de GNL de 160 mil m<sup>3</sup>, el mismo tamaño del futuro estanque, que quedará fijo al muelle en el lado norte, y se cargará con otro barco por el lado sur”, indica Frederik Janssens, gerente general de GNL Mejillones. Este sistema se extenderá por tres años, lapso en que se espera construir el estanque terrestre, que estaría disponible para el 2013.

Con una inversión aproximada de US\$ 500 millones, el terminal está diseñado para entregar 5,5 millones de m<sup>3</sup> de gas natural por día (en Quintero son 10 millones de m<sup>3</sup> diarios). Este gigante se levanta a 65 km de Antofagasta y Revista BIT recorrió las faenas del muelle de descarga y las obras civiles en tierra. Una experiencia impresionante frente al mar. La historia, a continuación.

**Los pilotes**

Un muelle de 900 m de longitud y el hincado, en mar y tierra, de 308 pilotes, es el desafío que asumió la empresa constructora Belfi. Un muelle de 680 m desde el inicio en tierra hasta el eje del cabezo y 220 m más hasta el frente cuatro, donde se encuentran 4 duques de alba (estructuras conformadas por pilotes y un macizo o losa de hormigón, que lleva defensas para absorber la energía que le imprime el barco durante la maniobra de atraque) y 9

## INSPECCIÓN DE PILOTES

La empresa Proconsa es la I.T.O. de las faenas marinas. "Se ha puesto especial énfasis en la fabricación de los pilotes. Se limpian y se dejan desnudos para hacer la inspección por ultrasonido. Adicionalmente, todos los sectores en donde se daña la pintura producto de las labores propias del montaje, se vuelve a restaurar", comenta Ernesto Beltrami, jefe de inspección.

postes de amarre para los barcos.

El muelle se inicia en una cota con una pendiente del 0,2% hasta llegar al cabezo. "En tierra partimos en la cota +8 y en el cabezo llegamos a la +6,70. En este sector hay pilotes de hasta 72 m de largo y los más cercanos a la playa son de 30. Los diámetros van desde las 30" al inicio del muelle hasta las 48" en la zona de atraque", señala Rafael Paredes, jefe de terreno de Belfi. Son principalmente de acero ASTM 572, grado 50, de alta resistencia para soportar las cargas de diseño de proyecto.

Los pilotes llegaron procedentes de China, Corea y también de Chile (Maestranza Cerrillos), hasta Puerto Angamos, terminal marítimo vecino a la planta y donde se levantó una maestranza para almacenamiento y fabricación de los pilotes.

Se elaboran en base a tubos estándar de 12 metros. Una vez en obra, y tras verificaciones complementarias a los controles en fábrica, se confecciona un plan de armado con la siguiente secuencia:

**1. Emplantillado y empalme** de tubos mediante un proceso de soldadura con equipos de arco sumergido en tramos estándar de 24 y 36 metros.

**2. Proceso de Pintura:** Se aplican dos esquemas de pintura: "Zona Intermarea" y "Zona Sumergida", que requieren los mismos procesos de preparación y aplicación.

La pintura Zona Intermarea es de tipo epóxica aducto amina, de alta resistencia al

efecto del splash, el impacto y la abrasión. La Zona Sumergida es epóxica bituminoso poliamida, de alta resistencia al efecto del splash y la abrasión. Este proceso comienza con el lavado y limpieza previa de los tubos, que incluye hidrolavado y limpieza mecánica. A continuación viene el granallado con una Granalladora industrial, y finalmente la aplicación de pintura en capas con equipos de alta presión.

**3. Los tramos empalmados** y pintados se unen con tramos empalmados sin pintura para conformar el pilote. En esta etapa se produce el ajuste de la dimensión final, y se le agrega un "Zapato de Hincia", mediante proceso de arco sumergido. Finalmente los tubos son preparados para su despacho vía marítima a los frentes de trabajo.

## El hincado

La obra se dividió en cuatro frentes, uno en tierra, con 39 pilotes y tres en el mar, siendo el de mayor cuidado el frente tres, donde va el cabezo y los equipos de operación y descarga, con cinco brazos que trasladan el gas de un buque a otro.

Comienzan las precauciones. Debido a las capas existentes de arena en el suelo marino, se consideró que, de darse un sismo de magnitud importante, el diseño de los pilotes contemplara el suelo firme, un estrato de diatomita (tipo de ceniza volcánica) del orden de unos 50 metros.

Otra medida se tomó en la rompiente de la ola. En este sector el oleaje genera un efecto abrasivo sobre el pilote. Por ello, se hinca con una porción desnuda, sin pintura, a la que se aplica una camisa de acero que sirve como moldaje que se groutea o se hormigona, de manera que quede con un revestimiento de hormigón (cerca de 1 m sobre el nivel del agua). Así, se evita que la abrasión generada por el arrastre de arena le quite espesor.

Vamos mar adentro. En Puerto Angamos comienza la travesía. "Desde uno de los si-



## MANTO

Máxima velocidad de armado ✓

Hormigones perfectos ✓

Rendimiento a toda prueba ✓

**soinsa**  
ANDAMIOS Y ENCOFRADOS

SOINSA, con seguridad,  
en todos tus proyectos.



Casa Matriz: (56-2) 345 5300

Antofagasta: (56-55) 218 512  
Viña del Mar: (56-32) 614 084  
Concepción: (56-41) 430 235

encofrados@soinsa.cl  
[www.soinsa.cl](http://www.soinsa.cl)



## EXIGENCIAS EN SEGURIDAD

En el mar la seguridad es clave. "Trabajar en el mar es distinto a otras faenas. La ventaja es que si un trabajador se cae al agua, tiene grandes posibilidades de sobrevivir. Pero hay muchas otras desventajas, por ejemplo, las condiciones de la superficie cambian todos los días. Avanzamos con los frentes pero nos encontramos con diversas situaciones en el suelo marino que hay que salvar", indica Paredes.

En tierra la implementación de seguridad es obligatoria: casco, arnés, calzado, guantes, protecciones faciales y trabajo en altura. Se les exige a los trabajadores cumplir con el examen ocupacional que los habilita para este tipo de labor.



Imagen donde se muestra parte de las cañerías criogénicas que conducen el gas hasta llegar a la trinchera de hormigón que se eleva por 15 metros. Detalle real de los trabajos de excavación.

GENTILEZA GNL MEJILLONES

tios de atraque los pilotes se lanzan al agua sellados por ambos extremos mediante tapas fijadas con hilo sin fin y con silicona”, relata Jorge Keupuchur, administrador de obra de Belfi. Se bota al agua, lo toma una embarcación, que puede ser una panga o bote dependiendo de las condiciones del mar, se lleva flotando hasta el frente de trabajo, donde lo toma una grúa de 200 t de capacidad, para ser izados a la plataforma Jack Up. La asistencia de buzos es necesaria, ya que colaboran cuando el pilote se deposita y se retira del agua, en la colocación y retiro de las manobras de izaje, y en el retiro de las tapas que permiten al pilote conservar el aire en su interior y así flotar.

Ya en la torre de hincado, se hinca en el suelo marino con martinetes diesel. “Se utiliza un martinete tipo DELMAG D-80”, señala Keupuchur. En el sector de la playa hablamos entre 17 y 25 m de fichas (aquella parte del pilote que se entierra) y en el sector del cabezo entre 20 a 45 metros. Son 3 pilotes por frente, 10 a 12 pilotes a la semana.

Una vez hechas las cepas o conjuntos de pilotes, se arma la superestructura del muelle, que consiste en la colocación de vigas de acero de 1,60 m de altura, donde van los brazos de descarga y de 1,5 m en las restantes áreas del muelle. “Los brazos de descarga llegarán semiarmedados, se armarán y montarán. Son de 30 m de altura, pesan 70 t y son articulados, por ello es que las vigas de acero son de mayor sección para soportar el peso”, indica Keupuchur.

Sobre las vigas se colocan losetas prefabricadas de 25 cm de espesor. Se hormigona y se aplica una carpeta asfáltica para imper-

meabilizar. Detrás viene la cañería criogénica por donde pasa el gas rumbo a la planta de proceso, obra que la ejecutará la empresa española Técnicas Reunidas.

El plazo de entrega de Belfi es el 19 de agosto de 2009. Hasta nuestra visita, en noviembre 2008, se llevaba un 45% de los pilotes hincados.

### Desafíos en tierra

A falta de estanque, en tierra se ejecutan varias obras. “El contrato se lo adjudicó Técnicas Reunidas, y subcontrataron los servicios de Echeverría Izquierdo para la construcción de obras civiles y montaje electromecánico”, apunta Janssens. Involucra planta de proceso, plataforma con el montaje de los equipos en tierra y underground.

Sin duda que la obra de mayor complejidad es el Culvert de Entrada, trinchera de hormigón por donde se eleva la tubería criogénica que transporta el gas.

Se trata de una obra civil bastante singular. ¿Por qué? En Mejillones el muelle llega en desnivel a la plataforma donde se inicia el área de proceso. “Hay que superar un declive de 20 m entre la plataforma litoral y la meseta donde se construye la planta”, cuenta Roberto Monasterio, administrador de obra de Echeverría Izquierdo Montajes Industriales.

Belfi llega con el muelle hasta un muro de contención al pie del acantilado, que constituye el límite de batería (una frontera física entre distintos alcances de trabajo licitados)

entre los contratos off shore y on shore, que separa las obras del muelle del Culvert. La trinchera será de aproximadamente 10 m de ancho, lo que exige construir dos muros de contención, de 8,40 m y 6,65 m de altura, en forma sucesiva para conformar tres niveles escalonados, totalizando 15,05 m de altura. La complicación ha sido el gran movimiento de tierra, que exige estabilizar el talud, abrir una gran brecha, con una pendiente donde el terreno alcance un ángulo de reposo natural, reduciendo el riesgo de deslizamientos. Hacia arriba sigue como una gran trinchera que será cruzada por un futuro camino público costero desde Mejillones y un camino al interior de la planta a través de puentes de hormigón.

Bajo la arena, según prospecciones ejecutadas, se espera hallar material sedimentario consolidado que ayudará a estabilizar la excavación y evitar sostenimientos. “Limos cementados (diatomita) se encuentran a 3,0 m bajo la capa de arena, vamos a remover ese volumen y esperamos encontrar esa formación para excavar con un talud no muy pronunciado”, comenta Monasterio. Para apoyar la construcción, y dada la dificultad de acceso, se montará una grúa torre de 50 m de cobertura desde la parte superior.

### Área de proceso y edificios

El principal proceso que se realizará en la planta será elevar la temperatura del gas, que viene en estado líquido a  $-160^{\circ}\text{C}$ , para transformarlo al estado gaseoso e inyectarlo, a través de un gasoducto de 8 km, al SING. El gas procedente del barco llega a tres vaporizadores, cuya función es elevar su temperatura. La cualidad de estos contenedores de hormigón de 10x5 m, es que son de llama sumergida, vale decir, se retroalimentan con el mismo gas. “Son tinas de agua, selladas y con un soplador que alimenta la llama con oxígeno, elevando la temperatura”, explica Janssens.

Hoy se construyen las fundaciones de éstos y otros equipos del área de proceso. Una vez más el tipo de suelo ha sido el protagonista. Como en arena (predominantemente arenas tipo conchal con trazas de suelo tipo caliche) es imposible fundar, se hicieron me-



**Izquierda: Fundaciones de los vaporizadores, estructuras de hormigón que elevan la temperatura del gas para transformarlo de estado líquido a gaseoso. Abajo: Vista del futuro edificio de bodega de 8 m de alto. Los edificios están fundados sobre mejoramiento de hasta 2 m de material seleccionado.**

joramientos masivos de hasta 4 m en plataformas de amplia superficie.

Hay más obras. Los edificios del complejo. El de administración, Warehouse o bodega principal de 8 m de alto, donde estará el taller y laboratorio. El edificio de control y dos subestaciones eléctricas. Todos diseñados en base a cimientos corridos, fundados sobre mejoramiento de hasta 2 m de material seleccionado. Para la construcción de estos recintos se usan grúas hidráulicas todo terreno de 35 t (la obra cuenta actualmente con dos) para apoyar el montaje de armaduras prearmadas y módulos de moldaje. Para el transpor-



GENTILEZA EC-HEVERRIA IZQUIERDO MONTALES INDUSTRIALES

te y movimiento de equipos y materiales en general se opera con camiones pluma de hasta 12 toneladas. Finalmente, para facilitar la colocación de hormigón se cuenta con un camión-bomba de hormigón Putzmeister, con pluma articulada 36 m (hasta 38 m con el terminal flexible).

La fecha está a la vuelta de la esquina. El

plazo de ambos contratos es el 16 de mayo en el caso de las Obras Civiles y Underground, y el 16 de septiembre para el montaje.

La primera semana de diciembre de 2009 está previsto recibir el primer barco de GNL. Será un test inicial para que entre en operación comercial, a partir de marzo de 2010, la primera etapa del proyecto con ambos buques. Energía frente al mar. ■

[www.gnlm.cl](http://www.gnlm.cl)

#### EN SÍNTESIS

**Una nueva planta de GNL tendrá Chile. Y el puerto de Mejillones es el epicentro de las obras. Un muelle de 900 m y la hincada de 308 pilotes con un cabezo que recibirá dos barcos, un buque estante permanente y un buque descarga, son sólo algunos de los desafíos que hoy en día se ejecutan.**

BIT 64 ENERO 2009 ■ 101

**PERI CHILE**, siempre presente en las obras más importantes de nuestro país, ahora en la segunda región "Planta de Regasificación - Mejillones". Codelco lidera la tarea de construir un puerto de gas, con el objeto de abastecer a los generadores del sistema interconectado del norte grande.



PERI CHILE Ltda.  
Santiago  
Fono: 444 6000  
[Perich@peri.cl](mailto:Perich@peri.cl)

PERI Centro Costa  
Viña del Mar  
Fono/Fax: 32-687713  
[peri.centrocosta@peri.cl](mailto:peri.centrocosta@peri.cl)

PERI Norte  
Antofagasta  
Fono: 55-216193  
[peri.norte@peri.cl](mailto:peri.norte@peri.cl)

PERI Sur  
Concepción  
Fono: 41-2310808  
[peri.sur@peri.cl](mailto:peri.sur@peri.cl)



EL ÉXITO ES CONSTRUIR CON PERI

[www.peri.cl](http://www.peri.cl)