

## RECONSTRUCCIÓN DEL PUERTO DE IQUIQUE

# MAR ADENTRO

— En julio de este año se terminaron las obras de la segunda etapa. Desafíos mar adentro, en base a pilotes pre excavados y la ejecución de micropilotes, fueron parte de los trabajos de reconstrucción.

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT



E

**L 1 Y 2 DE ABRIL** de 2014 dos fuertes terremotos azotaron a Iquique, dejando graves daños en la infraestructura, entre ella la del Puerto de Iquique. Desde entonces, la Empresa Portuaria Iquique (EPI) se orientó en un 100% a recuperar la operatividad del puerto y su pronta reconstrucción.

Fue específicamente el frente de atraque N°1 del Terminal Molo con sus sitios 1 y 2, el que sufrió los daños de mayor consideración, resultando inutilizado para su operación. “La infraestructura quedó inestable dado el desplazamiento, asentamiento e inclinación de los muros coñformados por bloques gravitacionales en las zonas del frente de atraque, molo, rompeolas y cabezal norte del molo”, señala a Revista BiT, Rubén Castro, gerente general (i) de la Empresa Portuaria Iquique (EPI).



Tras el terremoto de 2014, las zonas que resultaron más dañadas fueron el frente de atraque N°1 del Terminal Molo con sus sitios 1 y 2. La infraestructura quedó inestable dado el desplazamiento, asentamiento e inclinación de los muros conformados por bloques gravitacionales en las zonas del frente de atraque, molo, rompeolas y cabezal norte del molo.



La ejecución de las obras de la primera etapa de reconstrucción consistió en la estabilización del frente de atraque y el molo de abrigo mediante un refuerzo con 1.280 micropilotes de acero de 139 mm de diámetro, a una profundidad promedio de 35 metros, de los cuales, 2 a 3 m fueron anclados a la roca basal.

Esta etapa de reconstrucción se llevó a cabo luego de una licitación internacional para la ejecución de las obras, la cual tuvo una inversión de US\$ 32 millones.

En junio de 2018, y también mediante una licitación internacional, se dio inicio a la segunda etapa de reconstrucción consistente en el alineamiento del frente de atraque N°1, obra que implicó una inversión de US\$ 19,6 millones. Los trabajos, actualmente en ejecución, consisten en el alineamiento con losas apoyadas sobre pilotes de hormigón armado pre excavados de 1,50 m diámetro, separados a una distancia de 8 metros.

En julio, concluyó la segunda etapa de reconstrucción y su inauguración se proyecta para agosto.

## EN EL MAR

Entre las obras que se ejecutaron destaca la estabilización del Molo de Abrigo en tres sectores: muros de bloques gravitacionales de los sitios de atraque N° 1 y N° 2, sector cabezal y faro y muro rompeolas.

“Los tres sectores se reforzaron y estabilizaron mediante la instalación de anclajes de micropilotes en los muros gravitacionales. Esto tuvo como objetivo el conformar un muro monolítico, que ante otros eventos puedan trabajar en forma conjunta y no implique desplazamientos, como se encontraban en su condición anterior. Esta estructura está conformada por un muro de bloques de hormigón de aproximadamente 30 toneladas cada uno, sobrepuestos gravitacionalmente y de forma traslapada”, comenta Miguel Martínez, jefe de Ingeniería y Proyectos de EPI.

La distribución de los micropilotes instalados fue de la siguiente manera: Sitios 1 y 2:

737 micropilotes; Molo de Abrigo, 372 micropilotes; Sector Faro 93 micropilotes y Sector muro norte, 78 micropilotes.

## MICROPILOTES

Primero se perforaron los bloques de hormigón con equipos de rotación, luego con otra máquina y tipo de broca, se perforó el prisma de enrocado y el fondo marino, utilizando camisas de acero de protección para el descenso de la perforación. Estas camisas de acero adheridas lateralmente al sistema de perforación impiden que se tape la perforación que se está realizando. Una vez perforada la roca, se sueltan las camisas que están unidas entre sí y se continúa con la perforación hasta ingresar de 2 a 3 m en la roca, después se procede a retirar el sistema de perforación con las barras correspondientes.

Cuando los equipos de perforación no comprueban el hallazgo de detritus, se debe continuar con la perforación y cuando

**Hormisur**  
PREFABRICADOS DE HORMIGÓN  
ISO 9001:2015 Casa Matriz - Planta San Bernardo

Diseño, fabricación y montaje de estructuras prefabricadas.

22 235 9451 | hormisur@hormisur.cl | www.hormisur.cl

Condominio Industrial Ventisquero  
Rentas La Capilla Ltda.

Pasos Llay Llay - Nogales - Illapel  
Arrigoni S.A.

Pasarelas Runge - Montenegro - Las Blancas - Acceso Sur La Calera - Nogales - Escuela Melón - Collahué  
Brotac Construcciones SPA



se acerca a la condición de roca, se comprueba por la energía que se va incrementando en los equipos hasta llegar a un ritmo de perforación con energía máxima y perforación lenta, para todos los casos se penetra de 2 a 3 m en esa condición de roca y se define como roca sólida apta para recibir el bulbo de anclaje.

Terminado este proceso, el mismo equipo de perforación instala el anclaje de acero definitivo y se procede a inyectar el grout (lechada con inhibidor de óxido) y a medida que se va llenando la perforación, se van retirando las camisas hasta llegar a la superficie de los bloques. En todo este proceso se trabaja con equipos de buzos profesionales, quienes van verificando que no haya fuga de lechadas en las perforaciones a causas de grietas en los muros gravitacionales.

“Los micropilotes se instalaron en forma vertical e inclinados en ambas direcciones (forma de “A”) con la finalidad de atenuar los efectos laterales que pudiera causar un movimiento sísmico”, detalla Juan Barboza, subgerente de Ingeniería y Proyectos de EPI.

Para atenuar los movimientos verticales causados por el sismo, los micropilo-



Entre las obras que se ejecutaron destaca la estabilización del Molo de Abrigo en tres sectores: muros de bloques gravitacionales de los sitios de atraque N° 1 y N° 2, sector cabezal y faro y muro rompeolas. Los tres sectores se reforzaron y estabilizaron mediante la instalación de anclajes de micropilotes en los muros gravitacionales.





También se hizo un mejoramiento del terreno en el sector del Molo debido a una baja de resistencia del suelo en un determinado sector y que alcanzó una superficie de aproximadamente 1.200 metros cuadrados



En la segunda etapa, los trabajos de reconstrucción se concentran en la alineación del frente de atraque en una extensión de 400 metros y el reforzamiento para equipos de transferencia de última generación.



En la segunda etapa, en el frente de atraque N°1 en la parte central de la explanada se conformó una viga de hormigón armado que se apoya en 16 pilotes de hormigón pre excavados de 1,50 m de diámetro.



DETALLES DEL PROYECTO

tes quedaron anclados en roca sólida del fondo marino y en la parte superior a estos micropilotes se le soldaron 8 fierros en forma de “L” en su perímetro, formando una estructura de paragua (chasca). “Conformadas las chascas de los micropilotes se procedió a hormigonar la losa de coronamiento de espesor 1 m procediendo a cubrir la totalidad de los micropilotes con sus respectivas chascas y de esa manera quedaron afianzados en ambos extremos, para atenuar los daños por movimientos verticales”, complementa Juan Barboza.

También se hizo un mejoramiento del terreno en el sector del Molo debido a una baja de resistencia del suelo en un determinado sector y que alcanzó una superficie de aproximadamente 1.200 m<sup>2</sup>. “El mejoramiento consistió en agregar material granular de diámetro promedio de 20 cm. Las plataformas están conformadas por rellenos no controlados hasta una cota de -1,20 m de espesor. Desde allí hacia la parte superior existe una plataforma de material estabilizado compactado de espesor de aproximadamente 1,05 m y termina con un pavimento de adocretos de 8 cm de espesor sobre una cama de arena fina de espesor compactado de 3 cm”, prosigue Rubén Castro.



## PRIMERA ETAPA

“REPOSICIÓN FRENTE DE ATRAQUE N° 1, PUERTO DE IQUIQUE”, CHILE

**Mandante:**

Empresa Portuaria Iquique.

**Empresa Constructora:**

Consortio Copisa Chile Spa.

**Principales proveedores:**

Constructora Mar Cantábrico Spa, Skyring Marine Ltda., Keller Cimentaciones Chile Spa., Transportes Mecano, Hormigones Readymix, Hormigones B&S, Obras Civiles RSL E.I.R.L., Ing. y Const. Aquacity Ltda.

**Inicia:** 2015

**Término:** 2017

**Costo Total:** US\$ 32 millones

## SEGUNDA ETAPA

“REPOSICIÓN DEL FRENTE DE ATRAQUE N° 1, SEGUNDA ETAPA EPI”, CHILE

**Mandante:**

Empresa Portuaria Iquique

**Empresa Constructora:**

Consortio Constructor de Cantabria Spa.

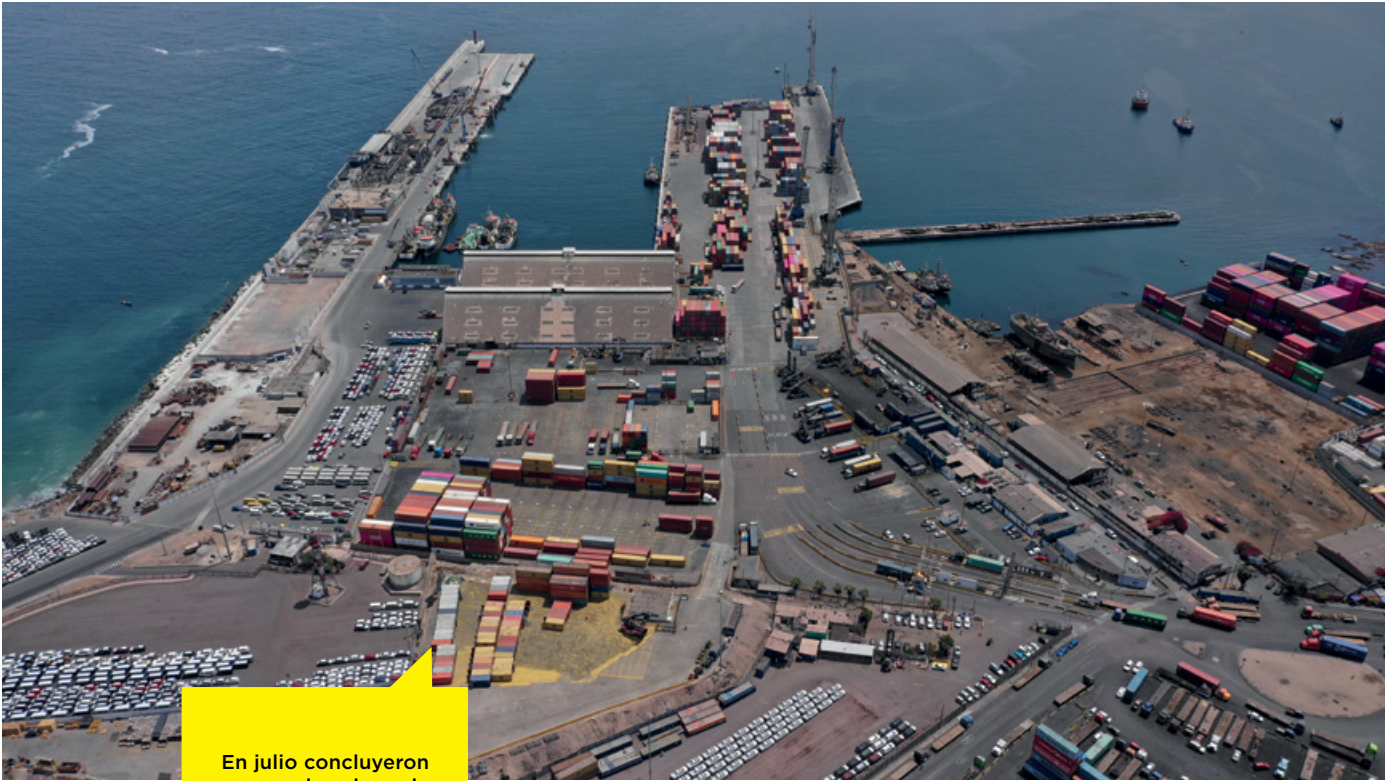
**Inicio:** 2018

**Término:** 2019

**Costo Total:** US\$ 19,6 millones







En julio concluyeron las obras de mejoramiento del terminal. Desde EPI señalan que próximamente se evaluará la Ampliación del Puerto.

## PILOTES DE HORMIGÓN

En una segunda etapa, los trabajos de reconstrucción se concentraron en la alineación del frente de atraque.

“Las losas de hormigón que van apoyadas en los pilotes de hormigón y en el muro existente del frente de atraque alcanza un avance del 80% (a mayo pasado). En cuanto al aumento de la profundidad, durante el mes de junio se efectuaron las batimetrías reglamentarias que permitirán conocer las nuevas cotas”, complementa Rubén Castro.

A partir del extremo de frente de atraque N°1 en la parte central de la explanada se conformó una viga de hormigón armado que se apoya en 16 pilotes de hormigón pre excavados de 1,50 m de diámetro y por el lado mar, en su misma longitud, se reforzó la losa sobre los pilotes de hormigón pre excavados para dejar lista la estructura para instalar rieles de grúas pórticos, en una futura licitación.

En la segunda etapa, “se instalaron 68 pilotes de hormigón pre excavados de los cuales

52 fueron instalados en lado mar con la finalidad de servir de apoyo a la losa de hormigón armado que permite el alineamiento del frente de atraque y 16 pilotes fueron instalados, en lado tierra, para conformar una viga de hormigón para soportar una grúa pórtico”, indica Rubén Castro.

Los pilotes de hormigón fueron conformados con camisas de acero como moldaje, enfierradura interior y hormigón de alta resistencia. En esta faena se desarrollaron trabajos desde la superficie y con obras submarinas para la conformación de tasas en el prisma de enrocado y así poder posicionar las camisas de acero de diámetro interior de 1,50 metros.

“La conformación de tasas implicó la remoción de enrocado artificial del prisma, con apoyo de grúas desde la superficie y buzos en el fondo marino, para posteriormente instalar las camisas de acero y así perforar -por rotación y micro vibración- la mencionada camisa hasta llegar al punto de anclaje”, señala Miguel Martínez.

Una vez que la camisa llegó a roca sólida, se cortó la parte superior de la misma hasta llegar al punto de anclaje y a retirar el material interior con broca rotatoria sin fin y así dejar totalmente libre el interior para luego instalar la enfierradura en toda su extensión y finalmente vaciar el hormigón.

Ya nivelados los pilotes de hormigón con la enfierradura sobresaliente, se conformó la losa de coronamiento de hormigón con un espesor de 1 m, que se apoya en un extremo sobre los pilotes de hormigón y en el otro sobre muro de coronamiento de los sitios N° 1 y 2 existentes. Luego se prepararon las enfierraduras de la losa, para posteriormente realizar la faena de hormigonado. Finalmente se instalaron las bitas y defensas de panel. Una obra mar adentro. ■