

Paper 06

Metodología constructiva para la ejecución de la ampliación del muelle sobre el 3er Espigón.

Puerto de Buenos Aires. Desafíos y Soluciones.

Ligia Sendra

Consultor independiente (Argentina), Ciudad de Buenos Aires, Argentina

Email: ligiasen@gmail.com

Debido a la mayor cantidad de cruceros que año a año amarran en el Puerto de Buenos Aires, surgió la necesidad de mejorar las condiciones de operatividad de los buques en las terminales dedicadas tanto a la carga y descarga de portacontenedores y carga general, como al transporte de pasajeros. Se planificó entonces la modificación de la geometría del tercer Espigón, aumentando el espacio de maniobra y prolongando el frente de atraque.

Dicha modificación consistió en un corte a 70m del extremo del mismo en todo su ancho. La solución constructiva adoptada, consistió en materializar el corte y para la contención de los suelos del espigón, se construyó un muro colado de 1m de espesor y 25m de profundidad, sujetado por anclajes activos definitivos, dicho muro se conectó en los extremos a las estructuras existentes.

El corte debía generar en el extremo izquierdo un área triangular que fue resuelta con un muelle transparente que amplió el frente de atraque, tanto para cruceros como para buques portacontenedores. Esta nueva estructura requería permitir la operación de la grúa sobre rieles operativa en el muelle.

Se completó los trabajos con la voladura, demolición y retiro del tramo saliente hacia el canal, retirando un área de 70mx120m del viejo espigón. El área requirió un dragado, para asegurar la profundidad necesaria para la navegación segura.

El presente trabajo describe la evolución del proyecto, planteando los distintos desafíos y cambios requeridos, como así también la metodología constructiva de las diferentes etapas, para unir la estructura existente de 1928, con la nueva estructura.

1. Introducción

En los últimos años, se produjo un crecimiento en los arribos de cruceros al Puerto de Buenos Aires y como es la tendencia mundial, cada vez de mayores dimensiones.

Con el fin de mejorar la operatoria, la calidad de atención y la eficiencia, en el año 2010 se comenzaron las obras para la modernización de la terminal de cruceros de Buenos Aires.

El plan de mejoras incluyó además de la modificación del muelle del tercer espigón, la reconstrucción del edificio para la atención de los pasajeros y el aumento de las prestaciones que ofrecía el puerto. La nueva terminal es capaz de recibir más 12.000 pasajeros por día.

El movimiento de cruceros, no es el único que se desarrolla en la terminal, por lo tanto, el nuevo muelle debe satisfacer las condiciones de operatividad de los buques que amarran en estas terminales dedicadas a la carga y descarga de portacontenedores y carga general, como al transporte de pasajeros.

Se describe a continuación, la evolución del proyecto de modificación de la estructura del espigón y la metodología constructiva y las diferentes etapas de la construcción.

2. Datos estadísticos entre 2000-2010

Se presenta a continuación la cantidad de buques de pasajeros ingresados al Puerto de Buenos Aires, entre las temporadas 2010/2011 y 2009/2010.

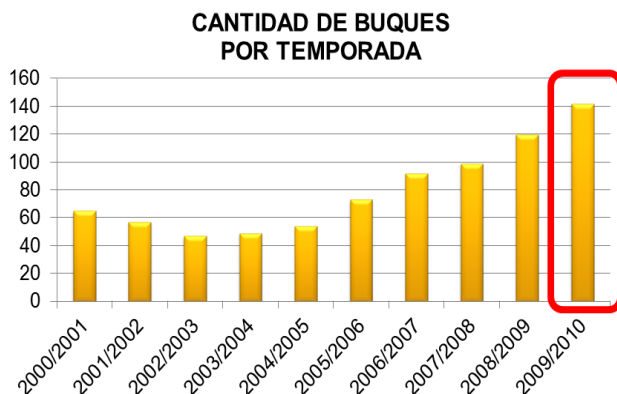


Figura 1: Buques de pasajeros por temporada
Fuente Estadísticas AGP

3. Ubicación de las Obras

Dentro del Puerto Nuevo, en el tercer espigón, indicado en la siguiente figura.



Figura 2: Ubicación del Proyecto

El perímetro del espigón estaba construido por un muro de gravedad con bloques de piedra en la parte superior. Este muro tenía una línea de anclajes inclinados.

Un sector del muelle en el plano inclinado del frente, fue reconstruido, con una pantalla de tablaestacas y una línea de pilotes.

4. Requerimientos del proyecto

La obra que se describirá fue iniciada en el año 2010 y respondió al proyecto de cambio de geometría del espigón y contempló para la materialización de la modificación dos obras bien diferenciadas.

Obra 1: La primera es el corte del tercer espigón con el objeto de mejorar la maniobra de ingreso a la dársena B, posibilitando el atraque de buques de mayor eslora en dicha dársena. Al incrementarse el ancho del canal frente al tercer espigón, se mejora las condiciones de la navegación en el sector.

Obra 2: La segunda es la extensión de dicho espigón sobre la dársena C, rectificando su frente y posibilitando el atraque de buques de mayor eslora sobre dicha dársena.

Esta obra en su conjunto permitió optimizar el área de almacenamiento de contenedores y la operatoria general sobre el espigón. Por lo tanto debió contemplarse, tanto en el diseño como en la ejecución de las obras de las nuevas estructuras, la circulación de los equipos de gran porte para la operación de la terminal, como equipos RTG y grúas sobre rieles.

La geometría propuesta para el tercer espigón, se elaboró con la participación y la opinión de los prácticos, los cuales cumplen la función de asesores náuticos para el acceso de las embarcaciones al puerto.

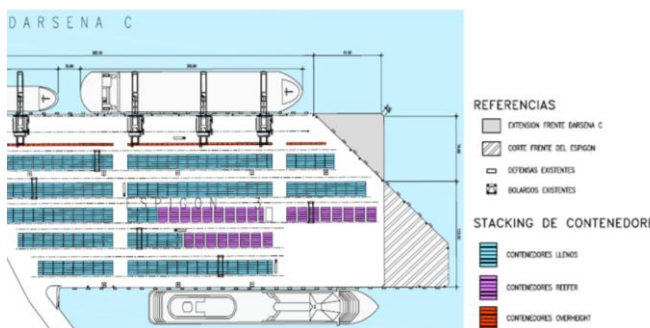


Figura 3: Planta del Tercer Espigón

4.1 Obra 1: Corte del Tercer Espigón

La obra consistió en la ejecución de una estructura de contención dispuesta de manera de conformar un frente recto paralelo al eje del canal.

La solución adoptada para materializar el frente, fue una pantalla, ejecutada como un muro colado. El principio general de este método de ejecución de pantallas se basa en la técnica de muro colado "In situ", en la que una trinchera es excavada por elementos alternos o sucesivos, utilizando lodos bentoníticos.

Este muro excavado de hormigón armado se ejecutó de 1 metro de espesor y una profundidad de 21 metros, con 1 línea de anclajes definitivos inclinados. Los sucesivos paneles de muro colado se vincularán entre sí mediante una viga de coronamiento de hormigón armado.

La longitud total de 120 metros, se dividió en módulos, de paneles típicos de aproximadamente 6,50m. Entre estos módulos se colocan juntas metálicas especiales, estas juntas una vez ejecutado el panel continuo, serán retiradas.

El retiro de juntas se realizó por medio de un sistema de elevación con gatos hidráulicos.

La excavación de los muros pantalla se realiza bajo la protección de lodo bentonítico para estabilizar las paredes de la zanja. Para la excavación se utilizó una cuchara con cables manipulada con grúas sobre orugas.

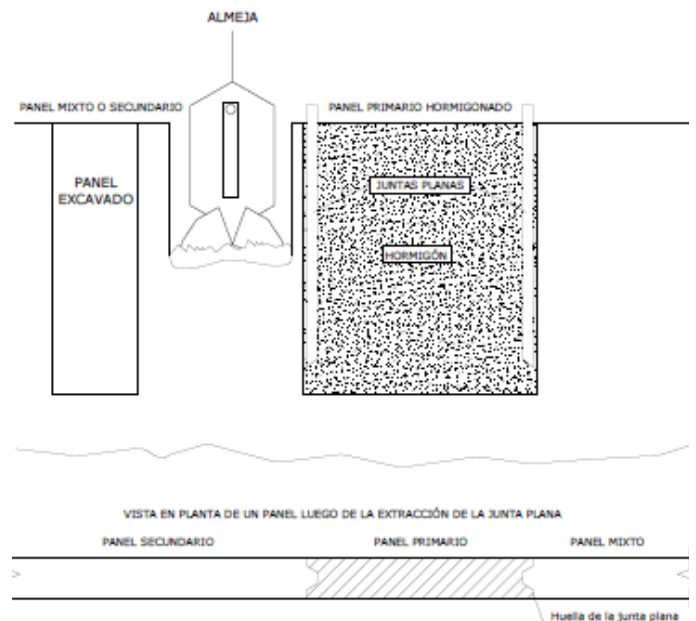


Figura 4: Secuencia de ejecución de la pantalla

Una vez completada la excavación de un módulo del panel con lodo bentonítico, se colocaron las jaulas de armaduras de acero con sus refuerzos, y con sus respectivas reservaciones para los anclajes, los elementos de izaje y elementos de posicionamiento y reservas para las barbacanas.

La operación de colado se realizó por medio de tuberías que vierten el hormigón elaborado para sustituir el lodo desde la parte inferior. El hormigón fue vaciado directamente de los camiones mixer en una tolva, tipo embudo, a las tuberías Tremie, descendiendo por gravedad hasta el punto más bajo de la tubería desde donde el material se remonta desplazando el lodo de abajo hacia arriba.

En el sector de la pantalla vertical, una vez ejecutado el muro colado, comenzó la excavación de suelo en un ancho y profundidad adecuada, para la ejecución de los anclajes.

Desde este nivel, se realizaron 2 anclajes de prueba y un total de 77 anclajes.

Luego de la excavación y limpieza de los metros superiores por detrás del muro de gravedad, mediante el empleo de una retroexcavadora con martillo para rotura, se realizó el corte de los anclajes existentes del viejo muro.

Para la voladura del muro de gravedad que formaba el contorno del espigón existente, cuyas dimensiones aproximadas eran 16 metros de altura por 7 metros de ancho en la base y se trataba de una obra de hormigón simple con bloques de granito en la parte superior hacia el lado agua. La demolición de este muro se realizó mediante el uso de explosivos.

Esta tarea se ejecutó en etapas, dividiendo el frente en tramos de 20 metros.

Previamente al inicio de la demolición con explosivos del muro de gravedad, se hincaron tablestacas metálicas provisionarias en el frente de trabajo, colocadas por delante, en el agua, generando un recinto frente al muro de gravedad, a fin de conformar una pantalla para que el futuro material producto de la voladura quede confinado en el recinto.

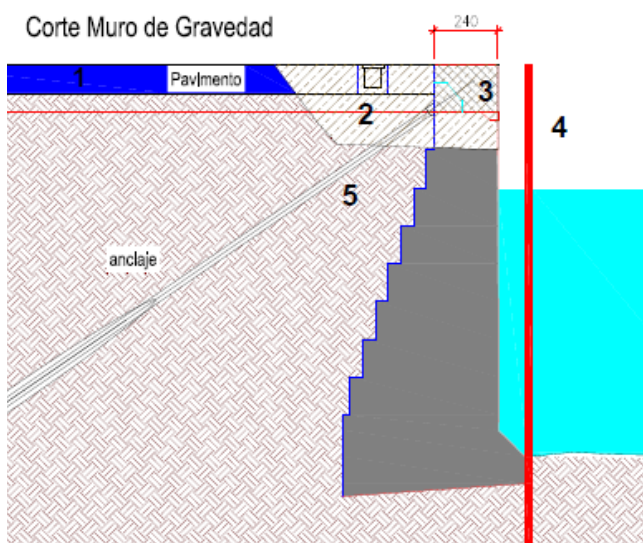


Figura 6: Secuencia de demolición del muro

Se realizaron las perforaciones a lo largo de la longitud del muro de gravedad. Estas perforaciones, contenían el material para la posterior ejecución de las voladuras en el tramo inicial.

Tomando las medidas de seguridad, suspendiendo las actividades en el espigón y la dársena y desalojando al personal, se ejecutó la voladura del tramo inicial. Una vez realizada la detonación controlada se realizó la remoción del material producto de la demolición, mediante el empleo de una grúa con balde de almeja y grampas.

Se retiraron las tablestacas provisionarias colocadas en el frente del tramo inicial y se hincaron nuevamente el siguiente sector a demoler con voladura, continuando con las mismas tareas previas hacia ambos extremos del muro.

Una vez finalizado el retiro del muro, se realizaron los trabajos de limpieza del fondo.

La demolición del resto del pavimento de hormigón se realizó a medida que se avanzó con la excavación hacia el interior del espigón.

4.2 Obra 2: Extensión sobre el frente de atraque sobre Dársena C

La obra se ejecutará respetando la línea que conforma el frente de atraque existente sobre la Dársena C. El frente del tercer espigón está compuesto por dos tipos de estructura:

- Un sector de superestructura de hormigón armado sobre pilotes con un tablestacado de cierre posterior, construido en 1997.
- Otro sector constituido por un muro de gravedad con anclajes, construido en 1920.

El requerimiento de la ampliación del muelle fue que la solución esté conformada por una estructura del tipo transparente.

La solución propuesta consistió en un muelle transparente, constituido por un tablero compuesto por una losa sobre entramado de vigas transversales y longitudinales que apoya sobre pilotes.

Esta obra, que se debía alinear con el corte propuesto para el tercer espigón,

permitiendo la rectificación del frente del mismo, generando en planta una estructura de muelle de forma triangular.

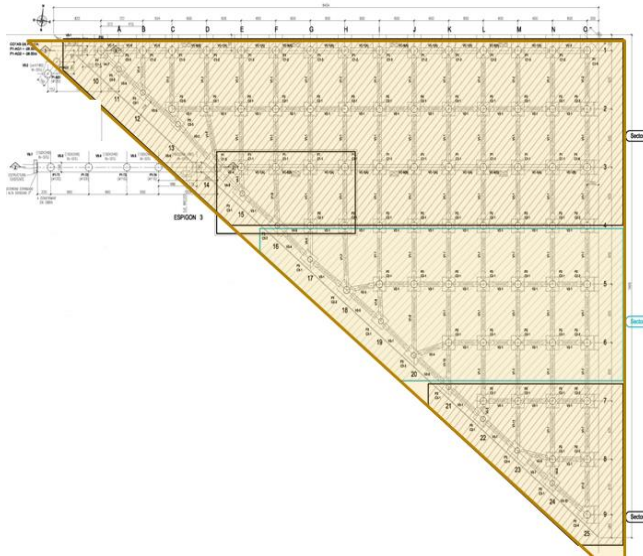


Figura 7: Planta del Muelle transparente

El proyecto requirió de un complejo análisis y una detallada ejecución en lo que respecta a los puntos de encuentro con la estructura existente de diferentes tipos antes descriptos y las nuevas obras, tanto de muelle como de muro de hormigón.

La estructura de fundación del muelle transparente fue materializada mediante pilotes de hormigón armado con camisas metálicas en la parte superior. Los diámetros de los pilotes utilizados fueron 800mm, 1100mm y 1200mm y largo aproximado de 33 metros.

La línea de pilotes paralela a la costa se realizaron desde tierra, de esta manera, los pilotes más cercanos al espigón fueron ejecutados con equipos apoyados en el espigón existente, el resto fue realizado desde agua, sobre un pontón principal donde se instalaron los equipos de perforación, una grúa con un vibrohincador y eventualmente una grúa auxiliar.

Una vez posicionado el equipo, en el sitio del pilote a ejecutar, se realizó el hincado de la camisa pilote hasta la cota definida en el proyecto.

Luego de hincadas las camisas, se realiza la perforación del pilote mediante equipo rotativo, hasta la cota requerida por el diseño.

La estructura del muelle transparente está compuesta por los siguientes elementos prefabricados: cabezales, vigas carrileras, vigas longitudinales, vigas transversales y prelosas.



Figura 8: Ejecución de los pilotes

Todos estos elementos se fabricaron en planta de premoldeados y se montaron mediante la utilización de grúas.

Una vez montados los elementos prefabricados, los mismos se vincularán entre sí mediante la colocación de hormigón de 2º etapa, y ejecución de la losa de tablero in situ, lográndose una estructura solidaria.

La vinculación entre el nuevo muelle y el existente se materializó mediante la instalación de una junta.



Figura 8: Montaje de elementos premoldeados

Los elementos premoldeados fueron prefabricados en una planta industrial y trasladados a obra por camión, para su acopio y montaje, luego del traslado fueron depositados en un área prevista para almacenaje dentro del predio de la obra.

A fin de asegurar que el proceso de montaje fuera continuo y el uso racional de los equipos, fue previsto, tener en stock suficiente de elementos prefabricados, previo al inicio de la tarea de montaje.

Los elementos prefabricados fueron proyectados y construidos de manera que, con un nivel seguridad aceptable, sean capaces de soportar tanto las acciones durante su construcción, durante su vida de servicio y soporten también la agresividad del ambiente.

El relleno de los cabezales, las vigas prefabricadas, el hormigonado de tablero y losa de rodamiento, se realizó in situ, de acuerdo a lo especificado en los planos aprobados del proyecto. Esta tarea se realizó con auxilio de pasarelas y sistemas de traslado del hormigón hasta el área de trabajo.

Se instalaron estructuras metálicas accesorias de forma de poder ejecutar los encofrados de los cabezales. Estas estructuras quedaban generando un voladizo sobre los

pilotes, de manera que generaban plataformas, que permitían el trabajo seguro de los operarios que preparaban la parte superior de la conexión de pilotes y cabezales.

Luego que fueron colocados las armaduras correspondientes y los encofrados metálicos de borde, se procedió al volcado del hormigón, correcta distribución del mismo y vibrado para asegurar la calidad. En las zonas que requerían nivelado se utilizó regla vibratoria de forma de dejar la superficie del pavimento, homogénea y nivelada de acuerdo al proyecto.

La obra de pavimentos dentro del área se completaba con los trabajos de reconstrucción de todas las áreas, que se vieron afectadas por la circulación de las grúas, instalación de los obradores y el acopio de materiales.

El pavimento se ejecutó por fajas, realizando las juntas de trabajo, contracción y dilatación necesarias.

Luego de terminado el hormigonado se curó el hormigón de forma de evitar fisuras en la superficie.

Se completó la obra con las tareas de canalización de servicios de agua potable y protección contra incendios.

Se reinstalaron sobre la extensión del muelle en dársena C de las defensas retiradas del frente oblicuo.

Sobre la nueva estructura del muelle se prolongó los rieles para el tránsito y operación de grúas pórtico sobre vigas carrileras.

La prolongación de las vigas carrileras existentes y el empalme con las vigas de la estructura nueva, requirió la ejecución de obras adicionales de refuerzo sobre el muelle sobre pilotes existente en este sector del espigón.

También se previó la circulación de equipos RTG sobre la nueva estructura con los mismos recaudos que le caben a la prolongación de las vigas carrileras.

Tanto las defensas como los bolardos fueron montados en la etapa final de obra, teniendo tanto el muro colado como los cabezales en el

muelle transparente, reservas en el hormigón destinadas a la instalación de los elementos.

5. Cantidades totales de la Obra

87 Pilotes, longitud 33,80 metros Premoldeados
82 Cabezales
26 tramos de vigas carrileras
64 Vigas longitudinales
38 Vigas transversales
15 Vigas oblicuas
381 Losetas premoldeadas
858 m3 de Losa de tablero
3700 m2 de Carpeta de rodamiento
120 ml de Muro Colado
77 Anclajes de 110 Ton
140 Drenes en el muro colado
100.000 m3 Movimiento de suelos
16.000 m3 Demolición por Voladuras



Figura 9: Vista general de la obra

CONCLUSIÓN

La construcción del Puerto Nuevo data de 1920. La solución de rectificar el espigón fue compleja debido a las interferencias encontradas y a la necesidad de unir distintas obras, ejecutadas antiguamente con diferentes técnicas y materiales.

En el sector del muro colado se encontraron viejas estructuras enterradas. En el frente inclinado del espigón se dificultó la colocación de las camisas, ya que el fondo no permitía la penetración de las mismas.

Lo complejo de estas obras es que es difícil

que podamos prever aquello que no podemos ver. Debido a estas incertidumbres, se generaron cambios y diferentes adaptaciones a medida que avanzó con distintas etapas de las obras.

Una de las enseñanzas aprendidas en esta obra, es la necesidad de reunir la mayor cantidad de datos previos posibles, ensayos, cateos, para poder definir el proyecto desde el inicio y hacer menores los cambios durante el mismo.

En los movimientos de buques de pasajeros, podemos ver el crecimiento año a año, en los arribos por temporadas, con pico en 160 arribos anuales en el 2013.

CANTIDAD DE BUQUES

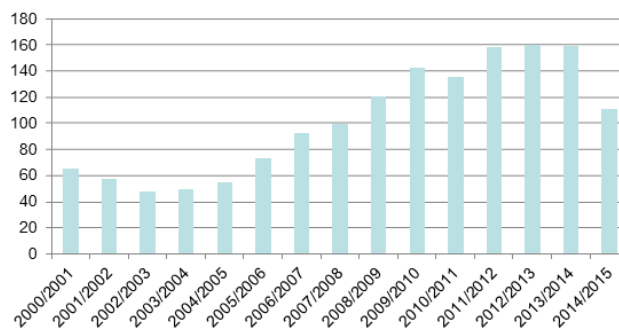


Figura 10: Buques de pasajeros por temporada Fuente Estadísticas AGP

REFERENCIAS

-Estadísticas Anuales Administración General de Puertos