



“Historia de la Ingeniería Portuaria 1870-1930”

Encuentro “Historia de la Ingeniería en Valparaíso”
Colegio de Ingenieros de Chile

PuertoValparaíso

Alejandro Ubeda Opgaard
Ingeniero de Desarrollo
Empresa Portuaria Valparaíso
30 de agosto 2017

Introducción

PuertoValparaíso



La ciudad de Valparaíso, nace sin fundarse.

Desde sus comienzos, Valparaíso y su puerto han sido refugios de navíos de diversas banderas.

Durante el siglo XIX, Valparaíso y su puerto crecen por medio de sucesivos rellenos de terrenos, que crean zonas portuarias y calles para la circulación de personas y vehículos hasta el mismo Borde Costero.

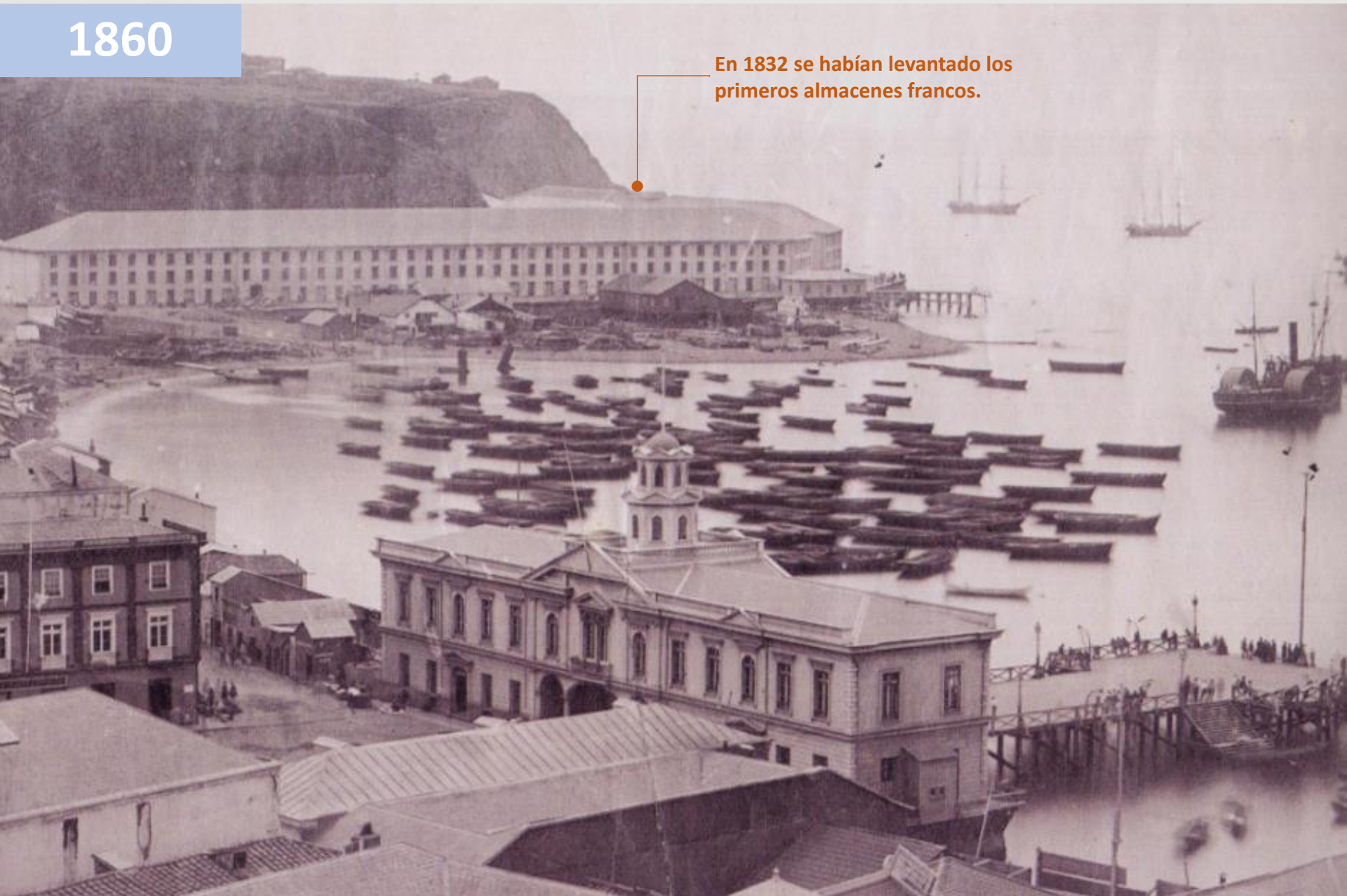


Almacenes fiscales

PuertoValparaíso

1860

En 1832 se habían levantado los primeros almacenes francos.



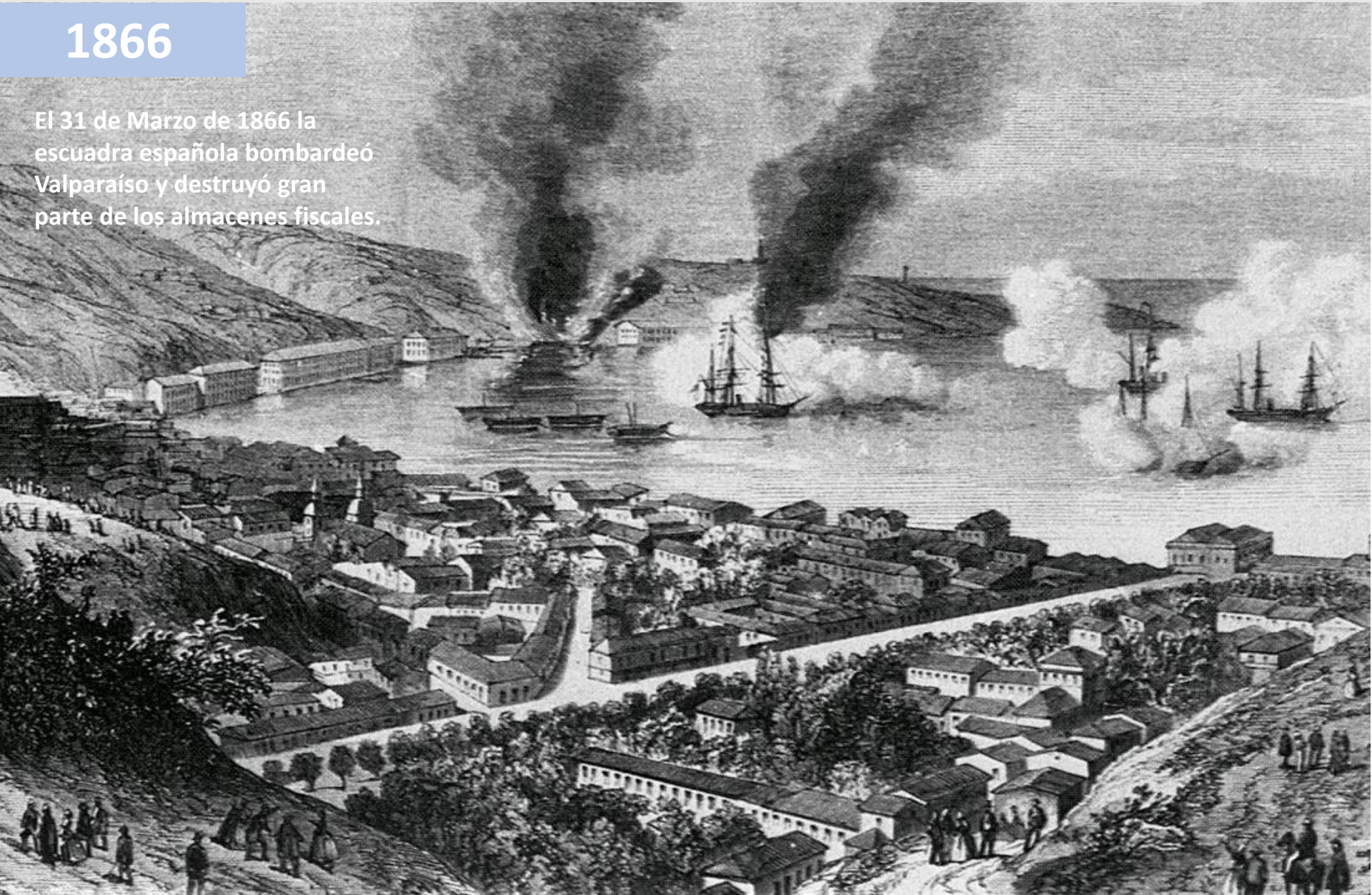
Almacenes fiscales

PuertoValparaíso

1866

El 31 de Marzo de 1866 la escuadra española bombardeó Valparaíso y destruyó gran parte de los almacenes fiscales.

Bombardeo Escuadra Española



Muelle Fiscal

PuertoValparaíso

1872

El año 1872, el Congreso despachó dos leyes para mejorar la infraestructura portuaria de Valparaíso.



La primera, de fecha 11 de Enero, autorizó la construcción de un muelle.

Almacenes fiscales

PuertoValparaíso

1872

... y la segunda, del 24 de diciembre, dispuso la construcción de depósito y obras anexas a la Aduana de Valparaíso.



Muelle Fiscal

PuertoValparaíso

1873-1882

La construcción del muelle de Valparaíso se inició en 1873 y las obras finalizaron en 1882.



Las razones principales de tan prolongada ejecución pueden atribuirse a la crisis económica de 1878 a la Guerra del Pacífico librada contra Perú y Bolivia.

Muelle Fiscal

PuertoValparaíso

Los estudios preliminares de esta obra se remontan a mediados del año 1871.

El inicio del trabajo se deben al ingeniero inglés Juan Hughes, quien empleó por primera vez en el mundo el sistema de aire comprimido en trabajos marítimos al colocar la primera columna en diciembre de 1873.



Características técnicas

PuertoValparaíso

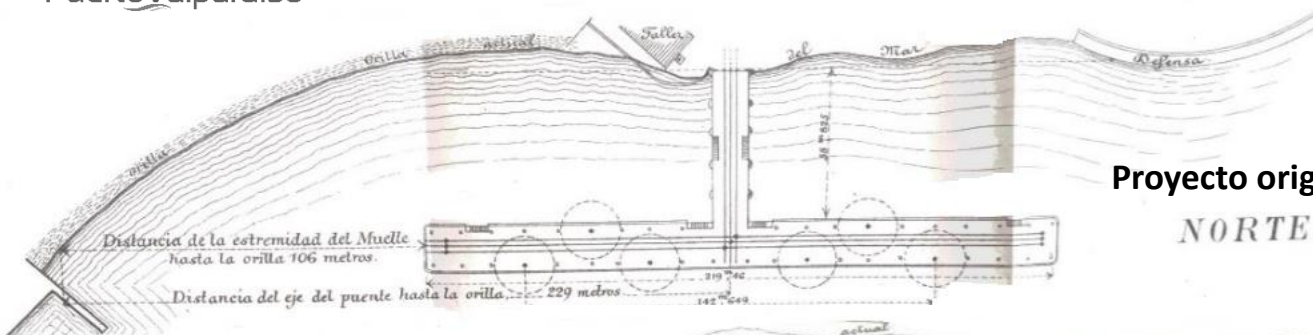
Lo sucedió en 1876 Lawrence Chapron, quien terminó su construcción, debido a que Juan Hughes falleció en 1874.



El muelle fiscal fue inaugurado en junio de 1883.

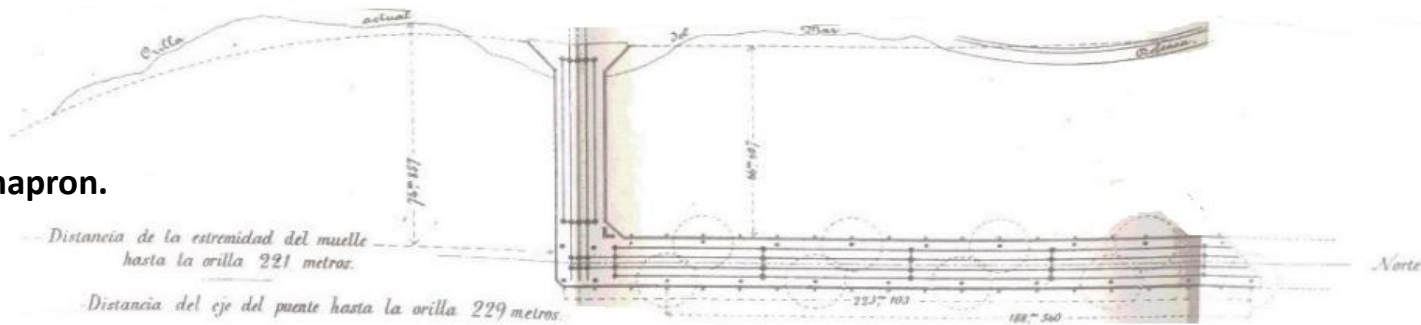
Características técnicas

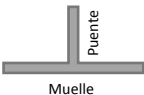
Puerto Valparaíso



Proyecto original de forma de "T" de Hughes.

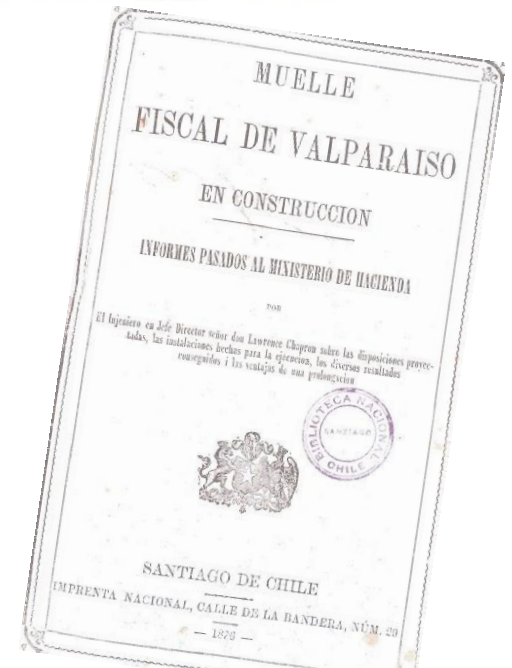
Proyecto forma de "L" de Chapron.



Item	Proyecto Primitivo	Proyecto Nuevo
Forma	 Muelle	 Muelle
Largo Puente mts.	58,925	66,607
Ancho Puente mts.	12,75	15,5
Largo Muelle mts.	222,9	227,5
Ancho Muelle mts.	15,25	16,5
Superficie total m2	4150	4810
N° Grúas Fuerza regular	6	9
N° Grúa grande	0	1
N° Columnas	52	32

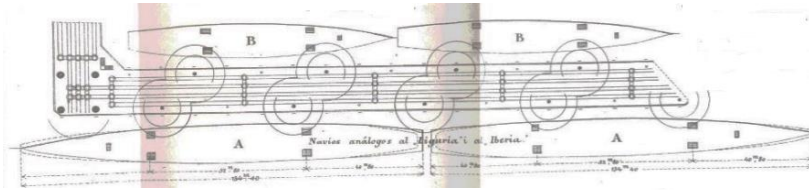
Informe para el Ministerio de Hacienda, de Lawrence Chapron de 5 de junio de 1876, comparación entre el proyecto inicial y el definitivo, modificando el proyecto original.

El ahorro representaba un 40%.

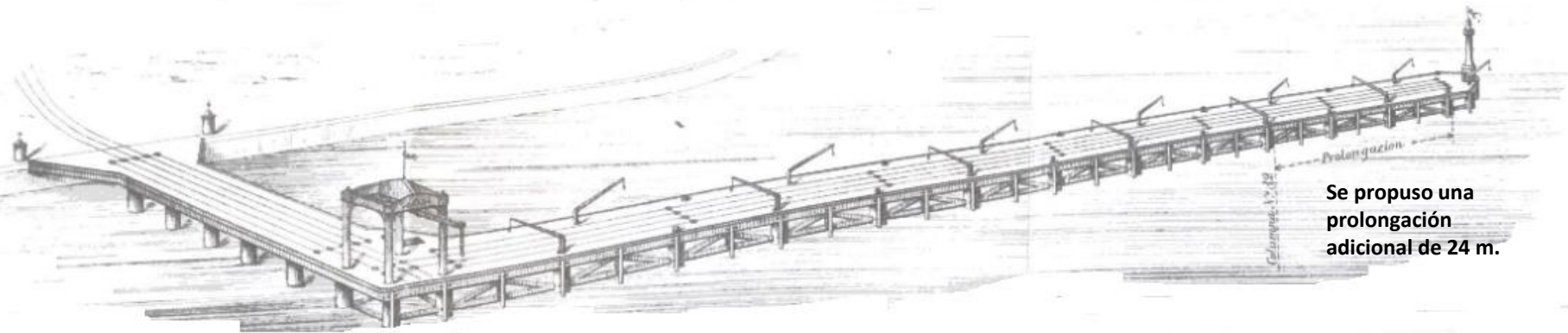
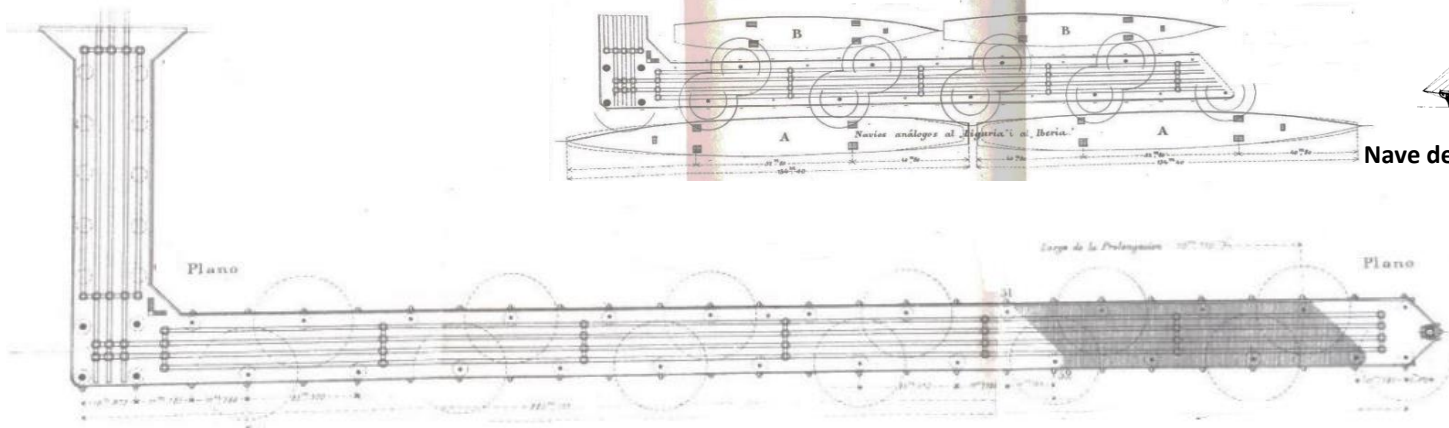


Características técnicas

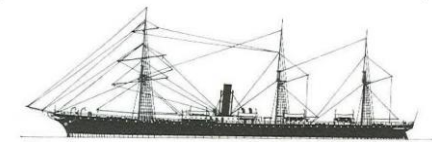
PuertoValparaíso



Nave de Diseño Tipo A 132,13 mts. eslora



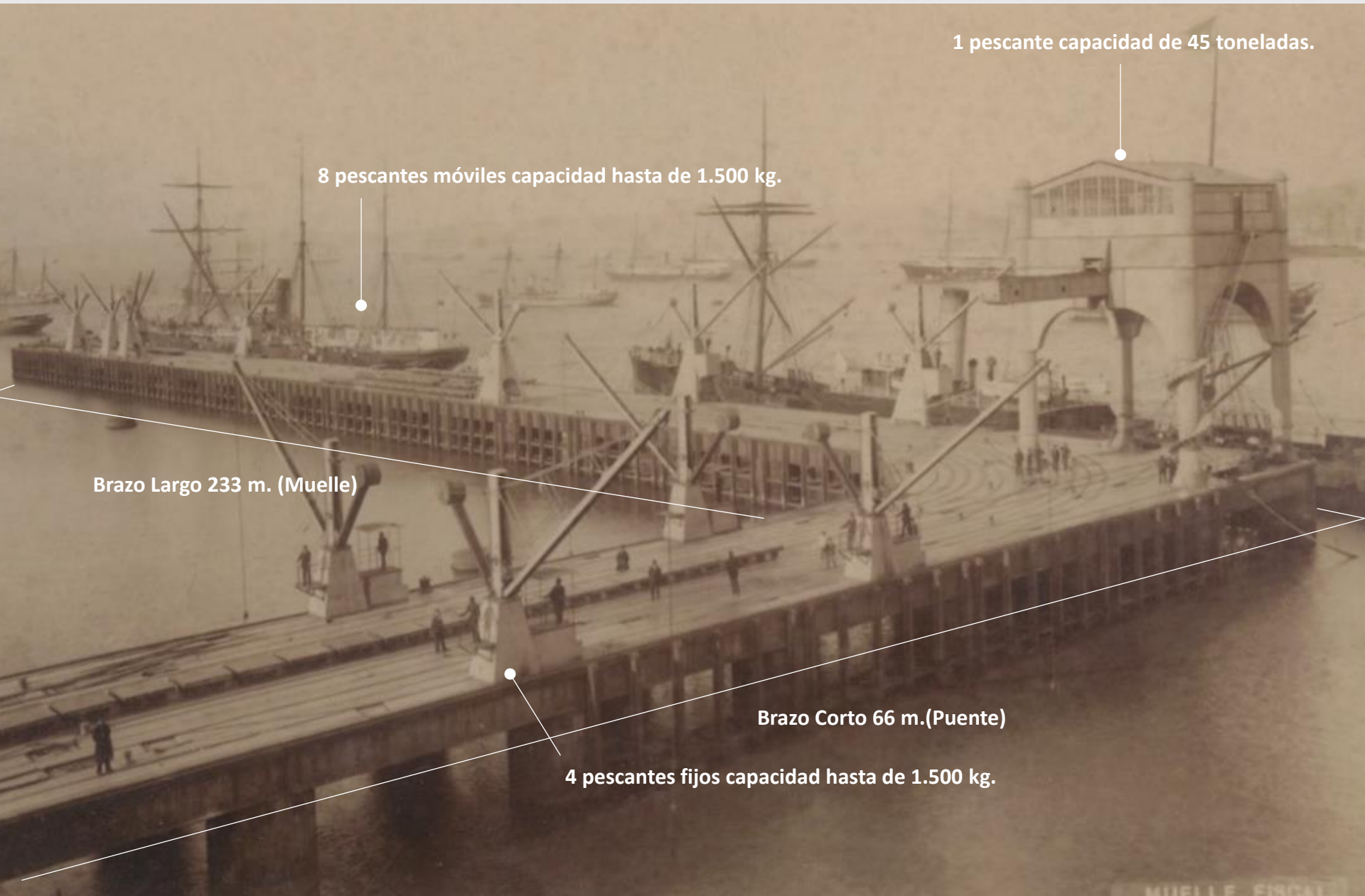
Se propuso una
prolongación
adicional de 24 m.



Nave de Diseño Tipo C 148,9 mts. eslora

Características técnicas

PuertoValparaíso



1 pescante capacidad de 45 toneladas.

8 pescantes móviles capacidad hasta de 1.500 kg.

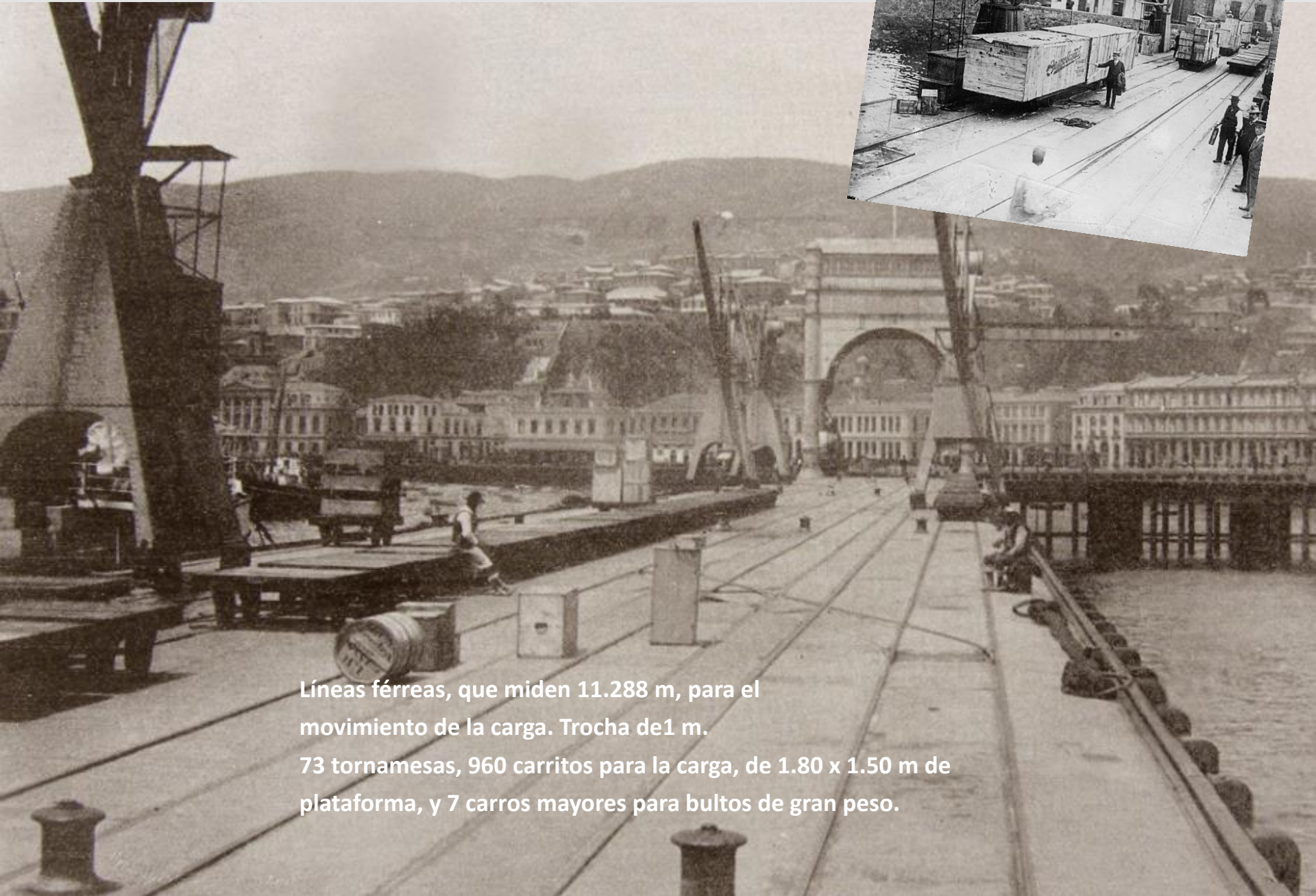
Brazo Largo 233 m. (Muelle)

Brazo Corto 66 m.(Puente)

4 pescantes fijos capacidad hasta de 1.500 kg.

Características técnicas

PuertoValparaíso



Líneas férreas, que miden 11.288 m, para el movimiento de la carga. Trocha de 1 m.

73 tornamesas, 960 carritos para la carga, de 1.80 x 1.50 m de plataforma, y 7 carros mayores para bultos de gran peso.

Características técnicas

PuertoValparaíso



En 1910 el volumen llegó a 1910 toneladas . De acuerdo al régimen establecido , se recibía mercadería desde las 08:00 a las 14:00 hrs., el barco atracado quedaba de para hasta el día siguiente. Después de las 14:00 hrs se procedía a la clasificación de la carga y traslado a los almacenes.

Muelle Fiscal

Puerto Valparaíso

Después del terremoto de 1906, la grúa principal queda dañada, por lo que es reemplazada por una nueva grúa con capacidad de levante 80 toneladas en 1909.

Obras de puerto.

Hállase en uso y aprovechamiento, para bien del comercio, una nueva grúa fiscal, que va a aumentar nuestros escasos elementos de desembarque.



LA NUEVA GRÚA FISCAL, DE VALPARAÍSO.

Imcf sucesos 1912

Inauguración de una grúa.



GRÚA DEL MUELLE FISCAL DE VALPARAÍSO, LEVANTANDO 80 TONELADAS, DESTINADO A LAS CARGAS DE EUROPA Y ESTADOS UNIDOS.



Muelle Fiscal

PuertoValparaíso

Esta grúa pasó a ser parte del paisaje portuario hasta la década de los 60's.

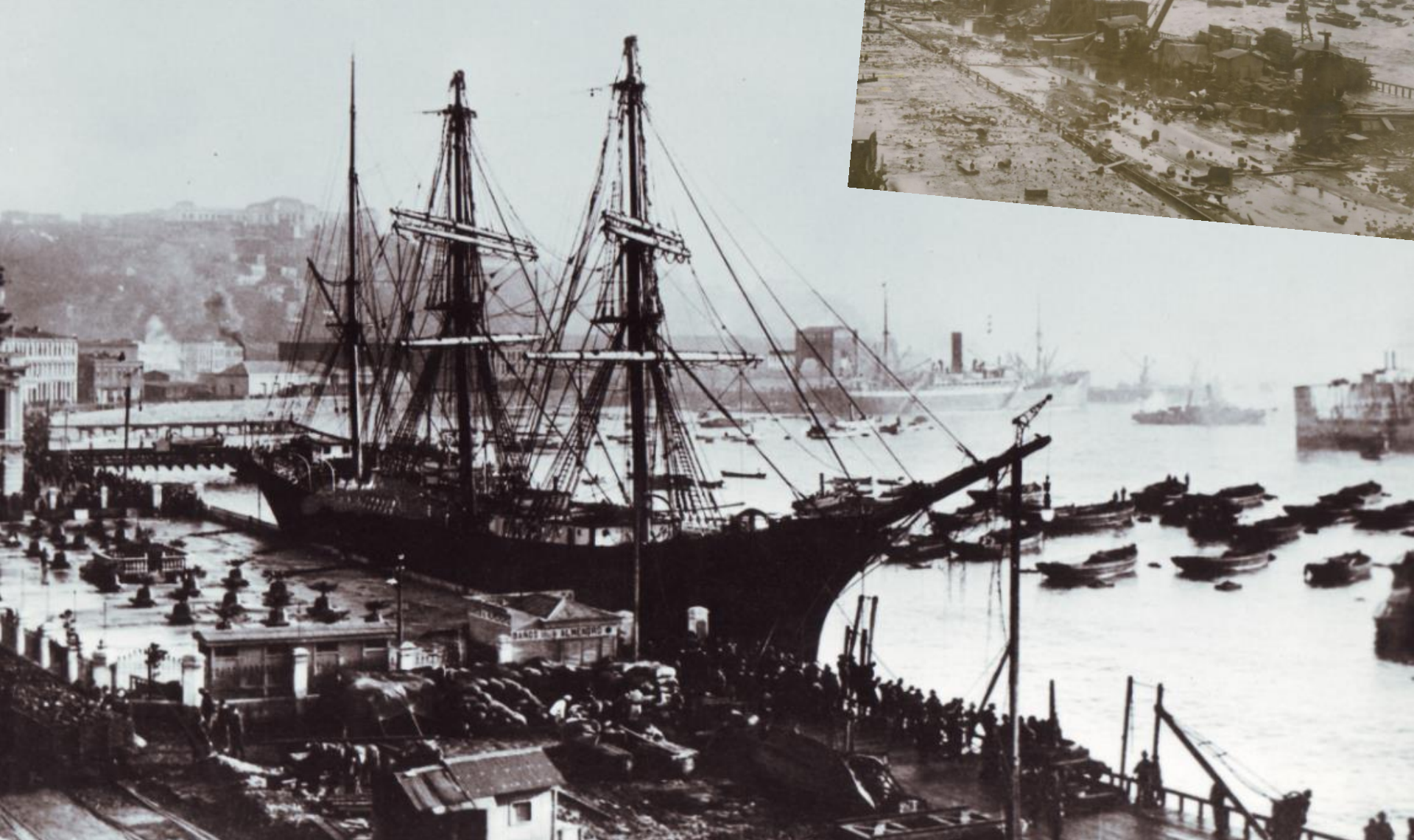
1909



La Cuestión Portuaria

PuertoValparaíso

Lo abierto del puerto causaba grandes problemas a los buques atracados al Muelle Fiscal en invierno. Se determinó la necesidad de construir un puerto abrigado.



La Cuestión Portuaria

Puerto Valparaíso

La cuestión portuaria en la Región de Valparaíso fue objeto de un prolongado debate, en la que intervenían los intereses:

- Comercio establecido de Valparaíso.
- Agricultores del Valle de Aconcagua que deseaban sacar sus productos por Quintero,
- Agricultores del Valle del Maipo por San Antonio
- El ejecutivo que trataba de conformar todas las facciones representadas por sus congresales

Complicada por las alternativas que ofrecían los distintos ingenieros nacionales y extranjeros, tomando partido interesados y aficionados con gran cobertura de prensa que impedían una solución satisfactoria.



El Proyecto Krauss

PuertoValparaíso

1900

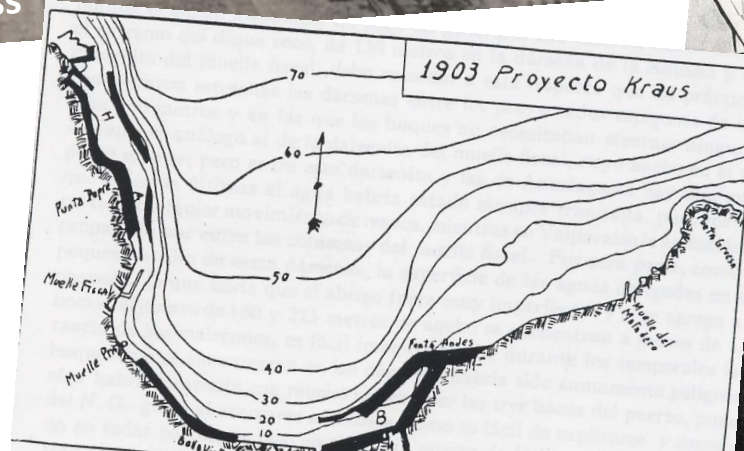


Comisión Krauss



El Proyecto de mejoramiento del puerto de Valparaíso estuvo a cargo de la Comisión dirigida por el holandés Jacobo Krauss en 1900, quién efectuó los estudios de la bahía hasta 1901.

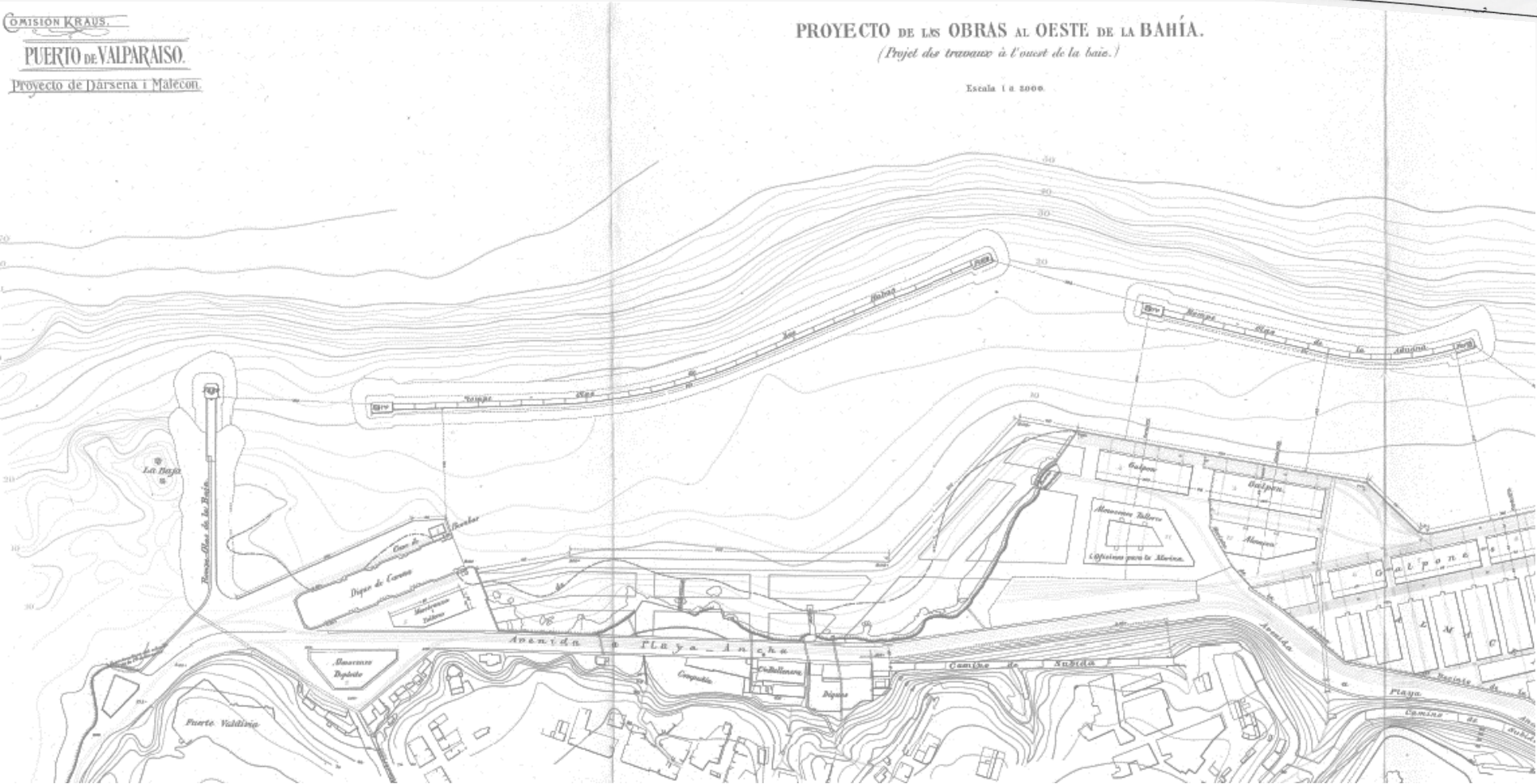
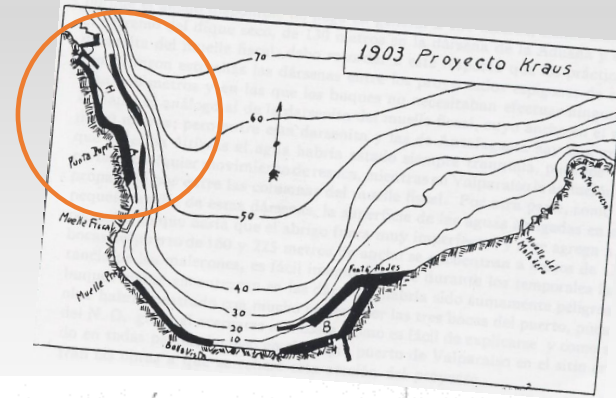
Nombrado Ministro de Obras Públicas en Holanda, 1903.



El Proyecto Krauss

PuertoValparaíso

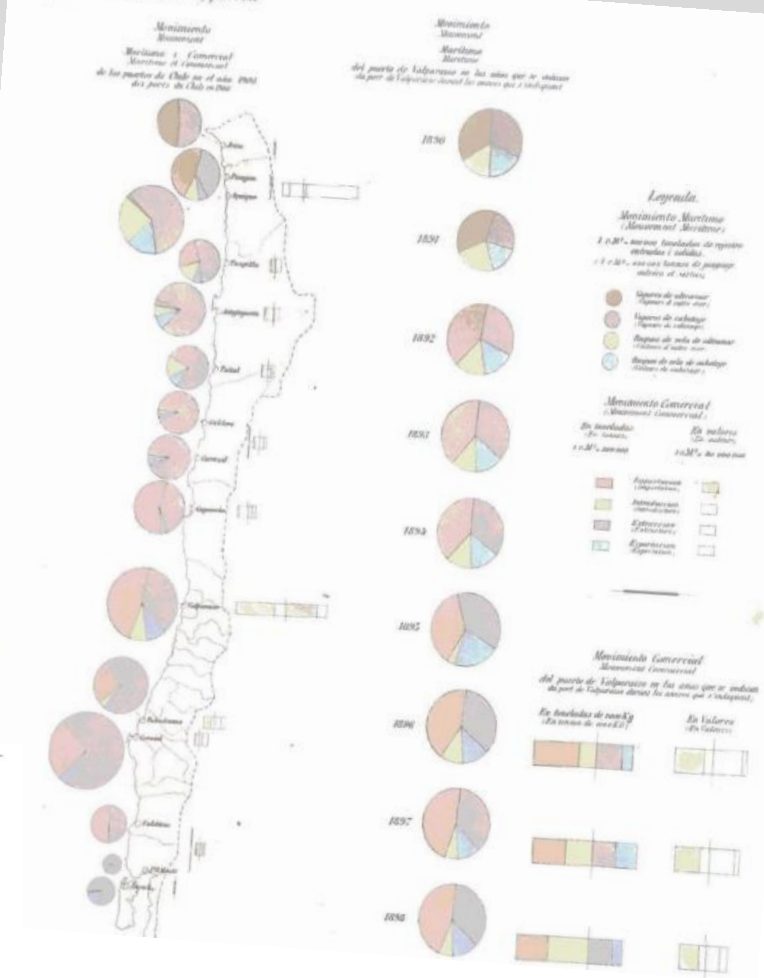
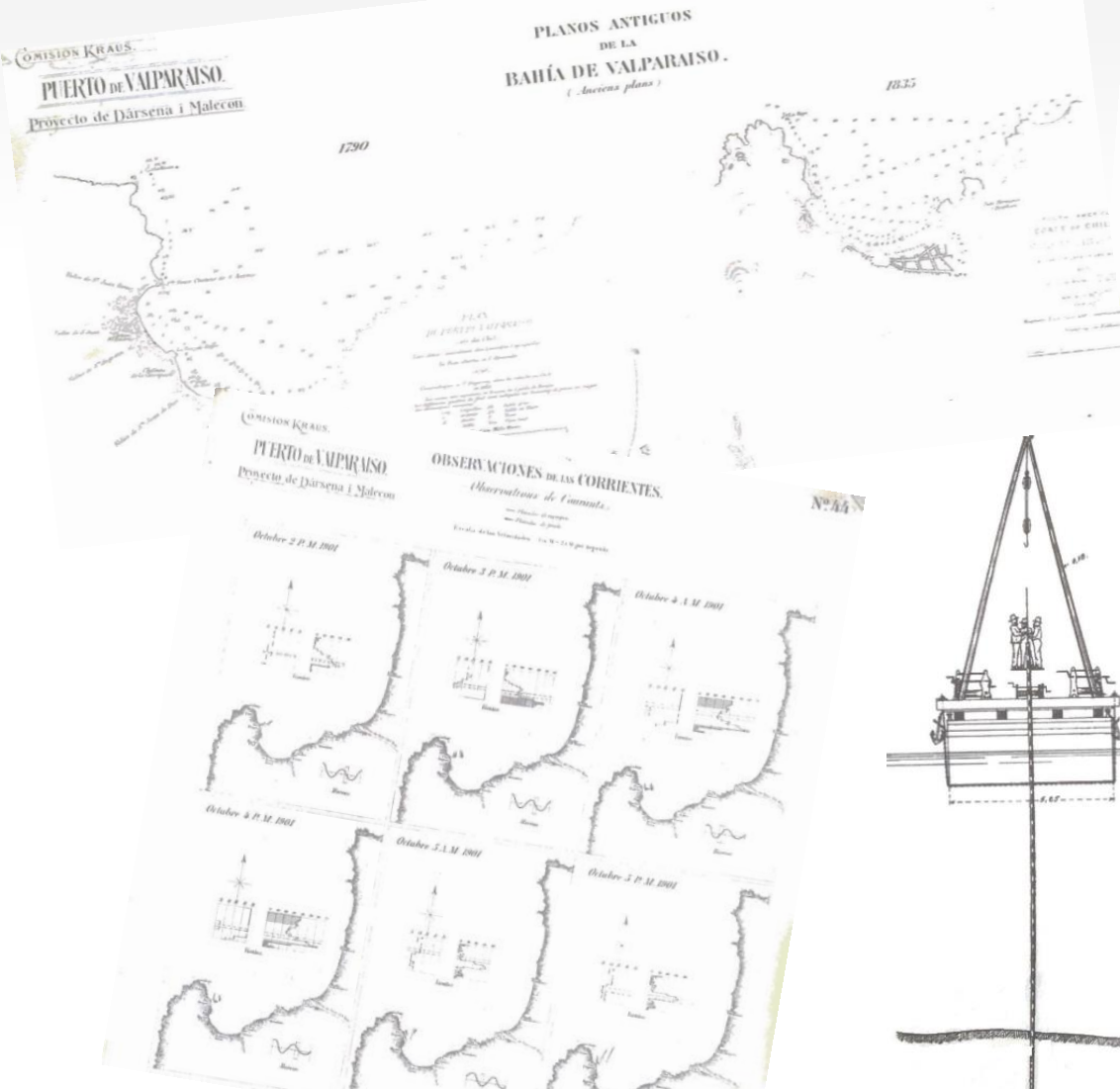
Este proyecto estaba concebido a base de tres dársenas pequeñas y de difícil acceso, por lo que fue considerado caro e innecesario en la época, y aunque logró ser licitado en 1905, en junio de 1906 se declaró desierta la licitación.



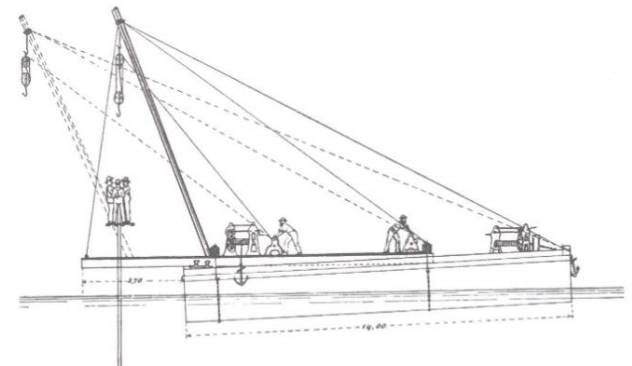
El Proyecto Krauss

Puerto Valparaíso

El proyecto Krauss contaba con estudios de las condiciones naturales de la bahía, complejos y valiosos, que sirvieron después para desarrollar el proyecto definitivo.



Balsa para perforaciones geológicas



El Proyecto Krauss

PuertoValparaíso

Terremoto

1906

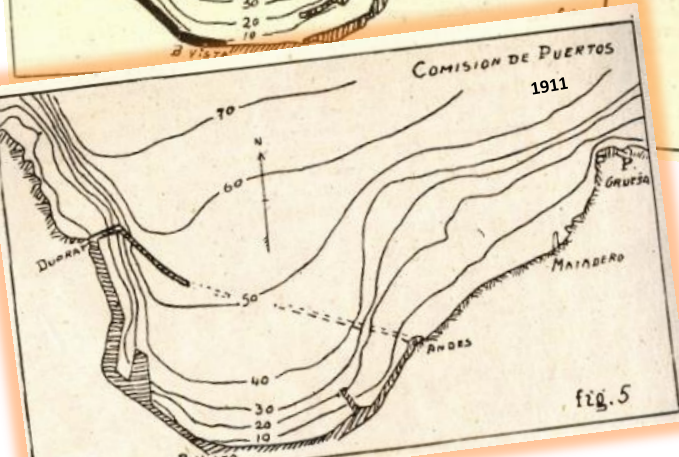
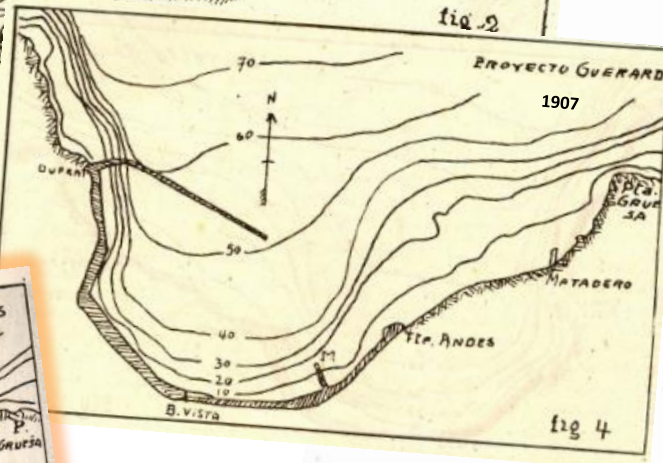
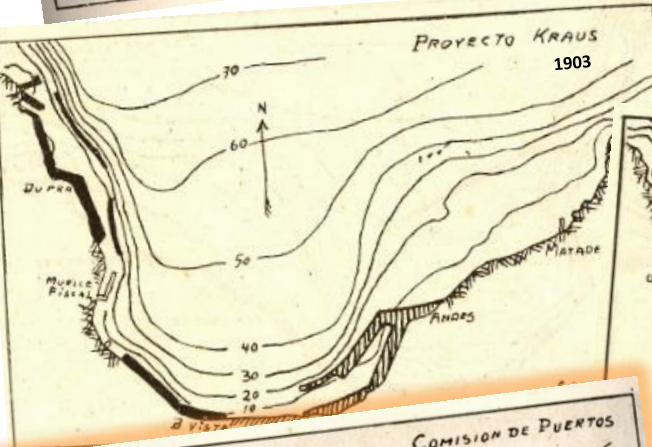
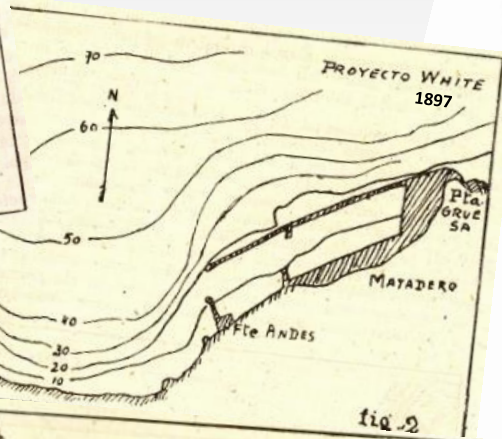
Como consecuencia del terremoto del 16 de Agosto de 1906 que arrasó con Valparaíso, surgieron los más variados proyectos para construir un puerto artificial.



El Proyecto de Mejoramiento del Puerto de Valparaíso

Puerto Valparaíso

El 7 de Septiembre de 1910 se aprobó la Ley Nº 2.390 que asignaba fondos y creaba la Comisión de Puertos debía presentar antes de dos años los proyectos definitivos de desarrollo de los puertos de Valparaíso y San Antonio.



PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL PUERTO DE VALPARAISO

Elaborado
por la Comisión de Puertos
brada por Decretos Supremos Número 2250, de 28 de Setiembre
I Número 2236 de 6 de Octubre de 1910.



SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA UNIVERSITARIA
BANDERA, 1911

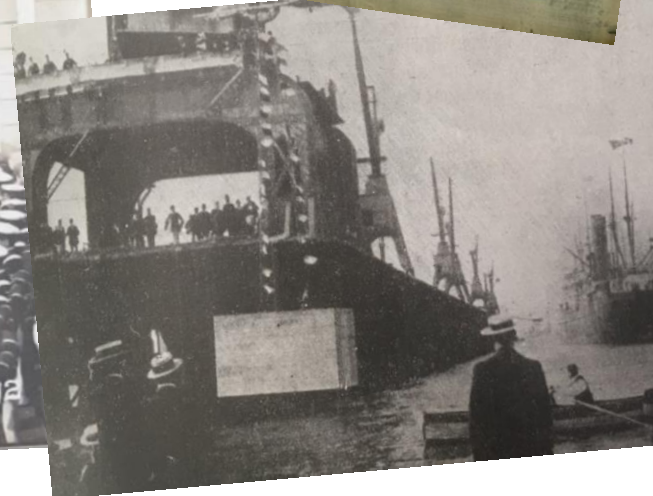
Entre los estudios analizados estaban el de Salazar, Leveque, White, Gerard y Krauss.

La Comisión Central de Puertos presentó su propio anteproyecto.

El Proyecto de Mejoramiento del Puerto de

PuertoValparaíso

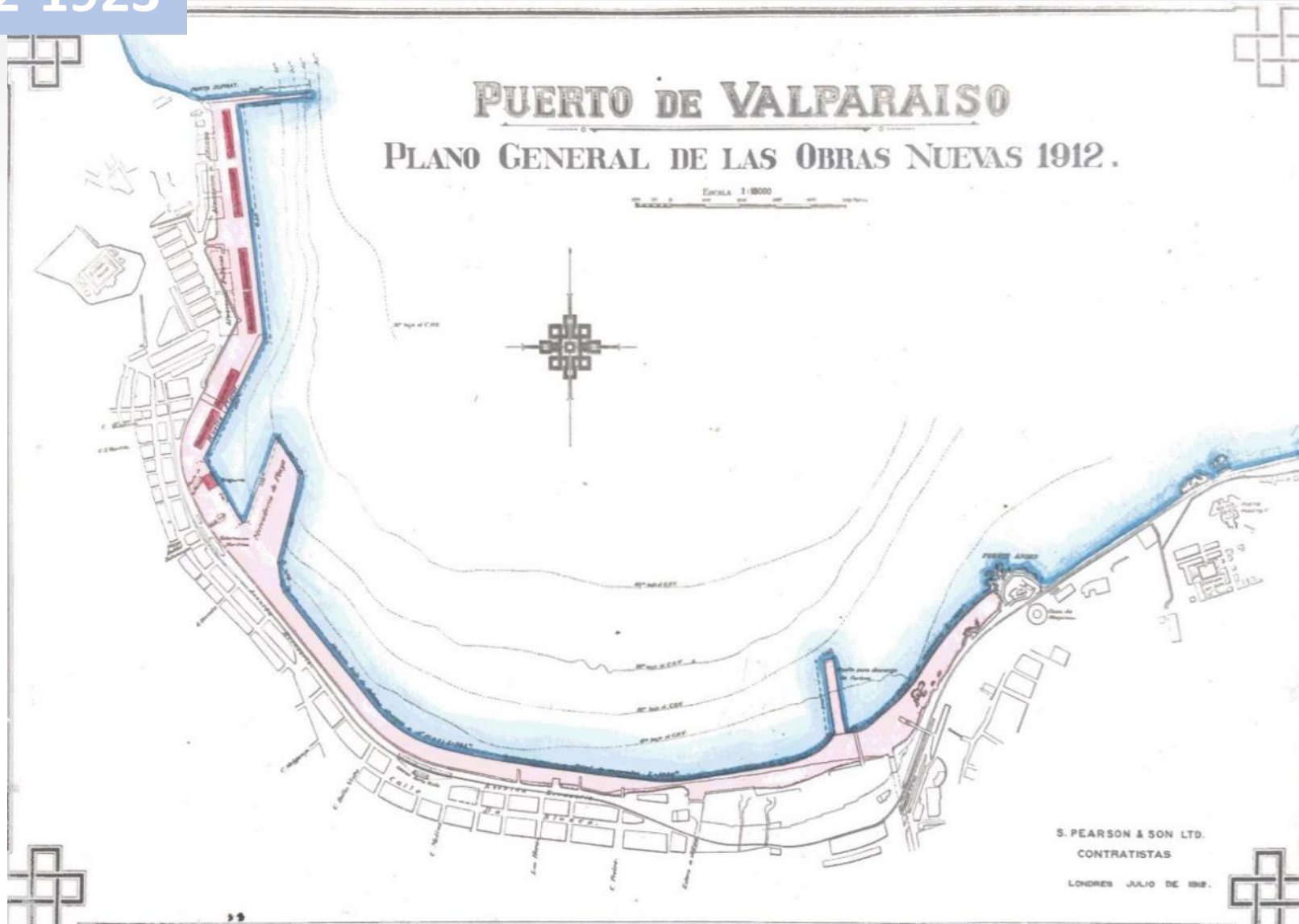
La firma inglesa S. Pearson and Son Ltd. se adjudicó las propuestas de construcción del Puerto de Valparaíso. El 6 de Octubre de 1912 se iniciaron oficialmente los trabajos previstos por 7 años, sin embargo, los plazos de construcción no se pudieron cumplir, debido a la dificultad para adquirir materiales en Europa a causa de la Primera Guerra Mundial.



El Proyecto de Mejoramiento del Puerto de Valparaíso

PuertoValparaíso

1912-1923



Las obras pueden dividirse en 4 grupos, **obras de abrigo, de atraque, de defensa** y complementarias.

El Proyecto de Mejoramiento del Puerto de Valparaíso

PuertoValparaíso

Labores en canteras de Las Salinas



Cancha de las Salinas



Fabricación bloques de hormigón



Cancha para la fabricación de bloques de concreto y grúa Goliat de 60 toneladas



Muelle de las Salinas



Las canteras de las Salinas



Cargando un Ganguil con enrocados en el Muelle de las Salinas

El Proyecto de Mejoramiento del Puerto de Valparaíso

PuertoValparaíso

Obras de abrigo

La construcción de abrigo molo de abrigo se hizo de dos tramos. El primero casi perpendicular a la costa y de 300 mts. de longitud. El segundo paralelo a la costa de 700 mts. de largo, alcanzando hasta los 55 mts. de profundidad.

Para construir estos cajones, en grupos de tres, se construyó una especie de dique seco en la poza del Muelle Fiscal

Cajones monolíticos listos para salir del dique



Dique para cajones monolíticos



Se vació de agua el dique y en su interior se construyeron los cajones de hormigón reforzado. Luego que estos fraguaron suficientemente, el dique se llenó de agua y los cajones flotaron. Para retirarlos del interior se desarmó la pared frontal y se remolcaron a su posición final donde se hundieron, rellenándolos de hormigón.

El Proyecto de Mejoramiento del Puerto de Valparaíso

PuertoValparaíso

Obras de abrigo

El 21 de febrero de 1917 se lanzo al agua el primero de los seis cajones de hormigón armado

Primer cajón monolítico



Rellenando de concreto a un cajón monolítico

Características:

Volumen cajón vacío: 971 m³

Volumen cajón lleno: 4.690 m³

Acero empleado: 143 toneladas

Calado de flote: 7,45 m

Peso cajón colocado: 11.360 tons.

Valor: \$ 255.512 oro de 18 peniques

Inicio construcción molo de abrigo



El Proyecto de Mejoramiento del Puerto de Valparaíso

Puerto Valparaíso

Secciones del Molo de Abrigo

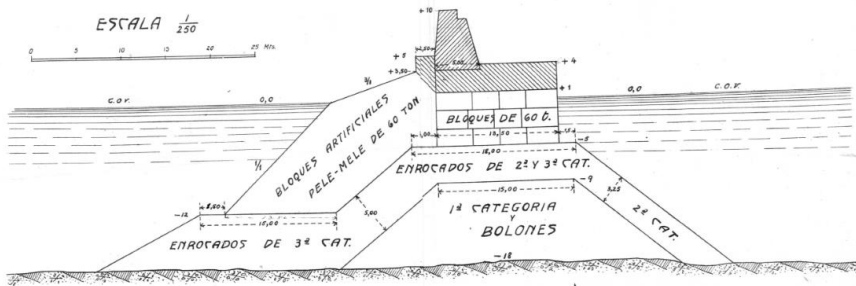
Obras de abrigo

SECCIONES TIPOS DEL ROMPEOLAS

PI. 9 BIS

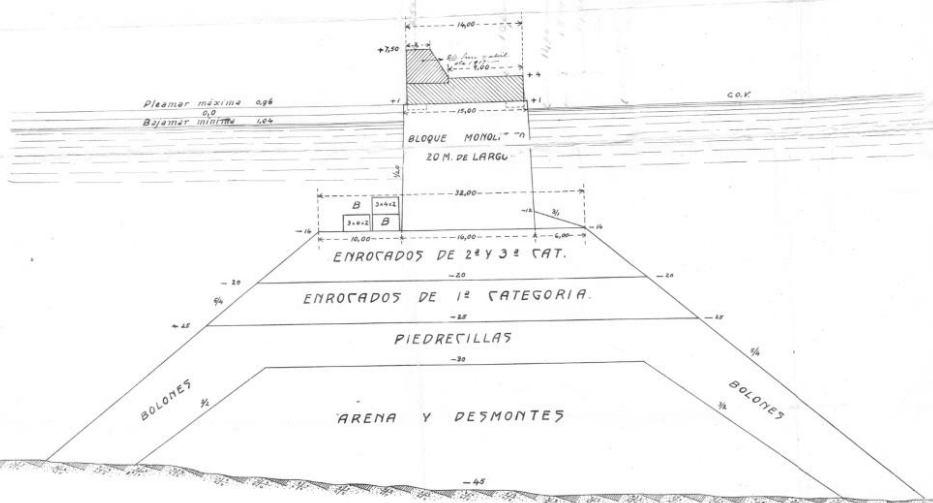
TIPO B.

PARA PROFUNDIDADES MENORES DE 18 m.



TIPO A.

PARA PROFUNDIDADES MAYORES DE 18 M.



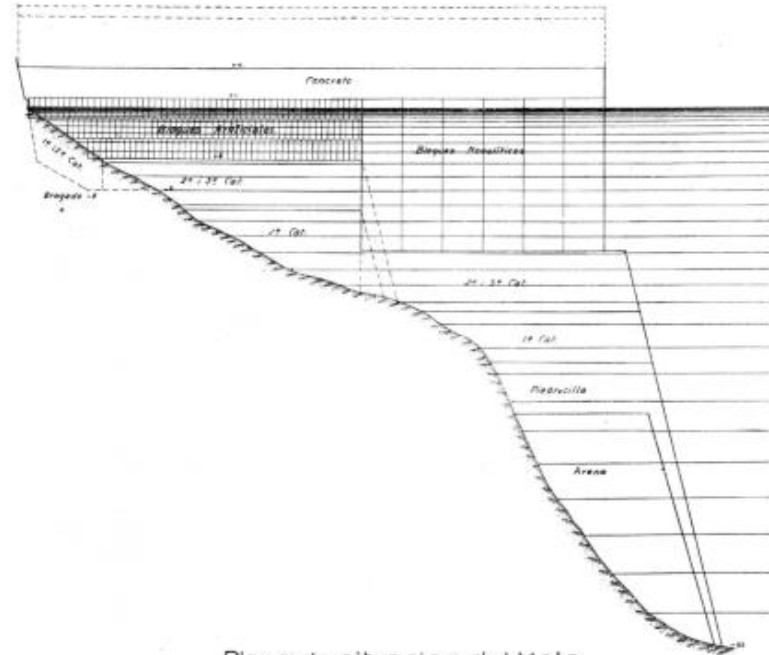
BLOQUES B. - 3 x 4 x 2 - PESA 58 TON.
 ENROCADOS DE 3# CAT. - MAYOR DE 3900 Kgs.
 " 2# " - 1301 a 3900 Kgs.
 " 1# " - 101 a 1300 "
 BOLONES " 5 a 100 Kgs.
 PIEDRECILLAS MENORES DE 5 Kgs.

COMISION DE PUERTOS
 PUERTO DE VALPARAISO

PI. 9.

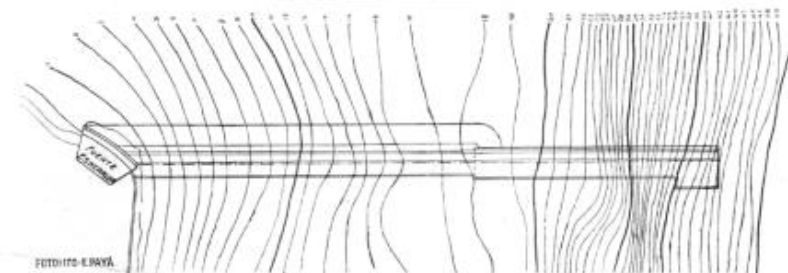
PERFIL LONGITUDINAL DEL MOLO

ESCALAS



Plano de situacion del Molo

Escala

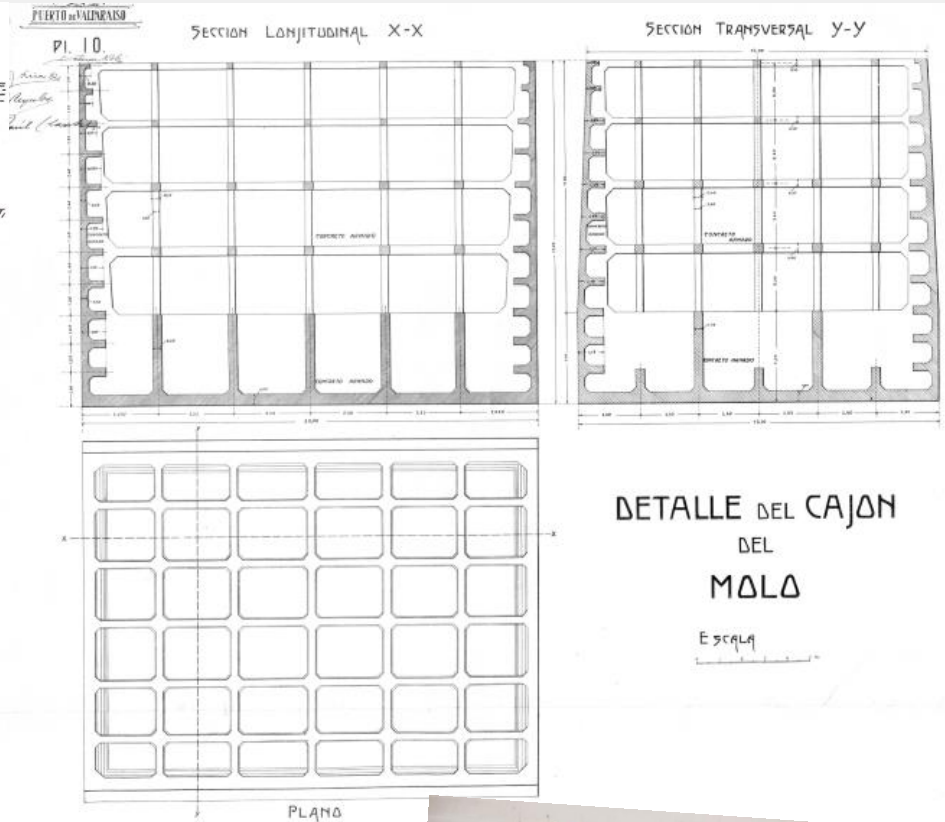
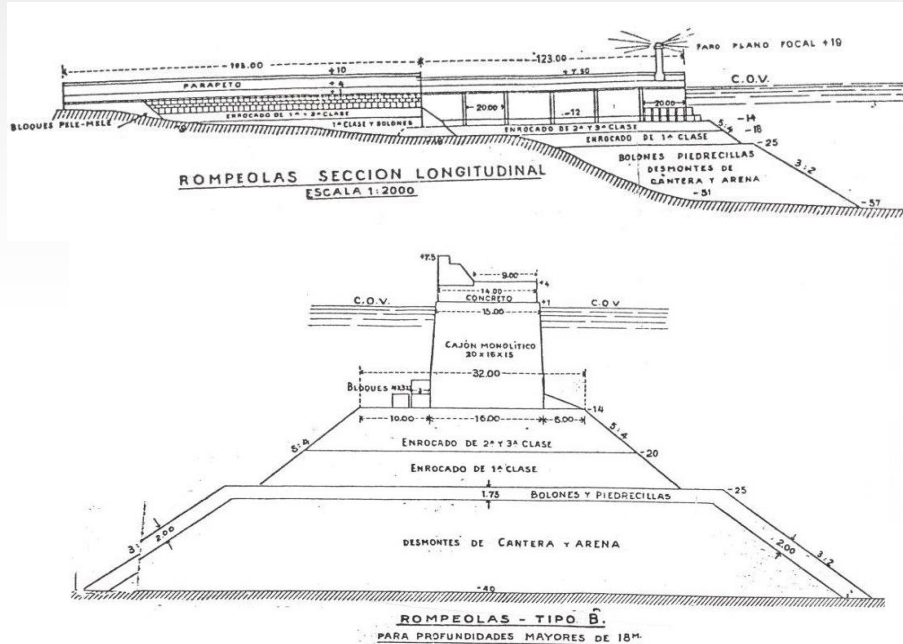


El Proyecto de Mejoramiento del Puerto de Valparaíso

PuertoValparaíso

Obras de abrigo

Cajones Monolíticos Molo de Abrigo



Colocación del primer cajón monolítico en molo de abrigo

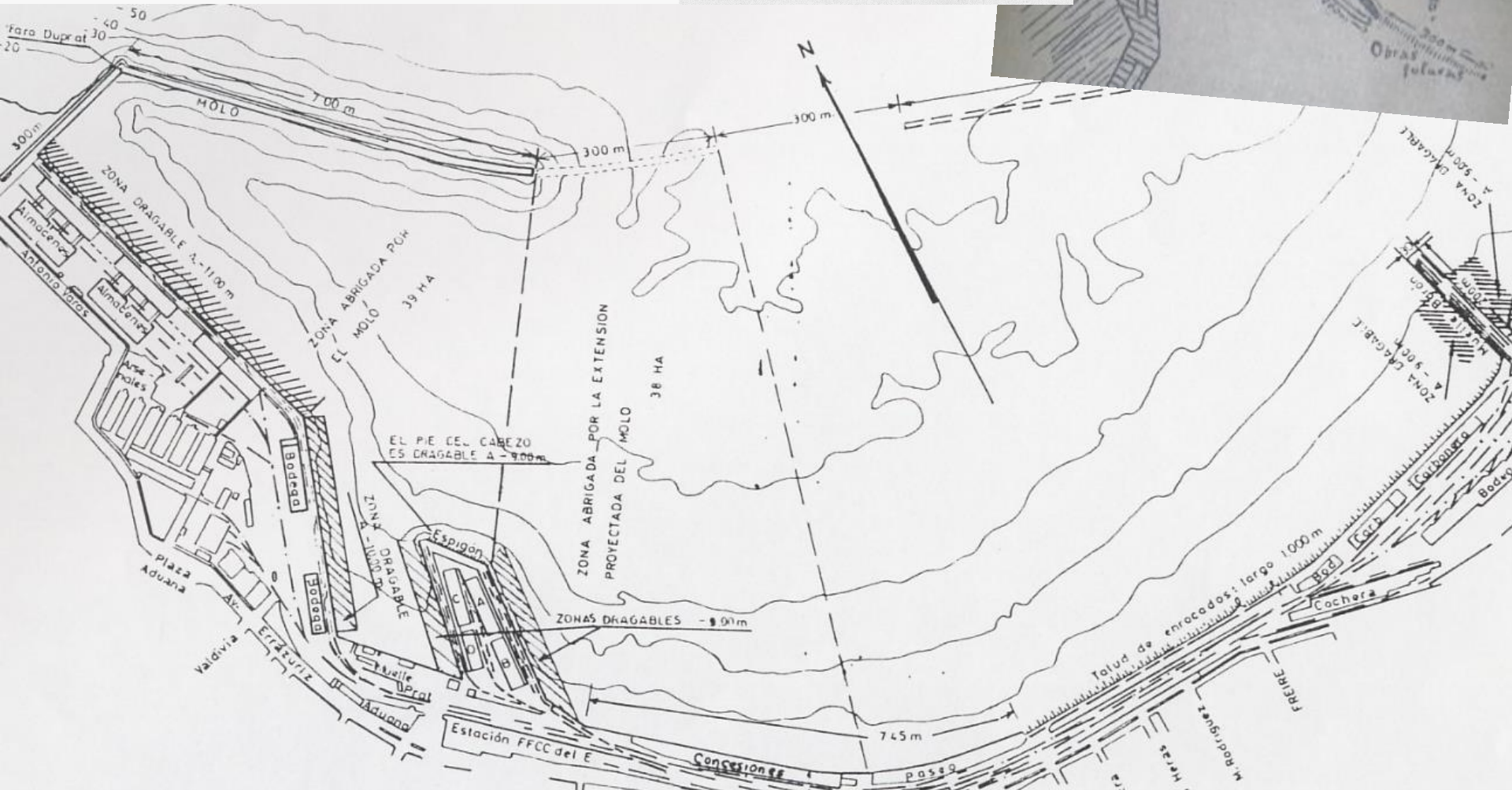
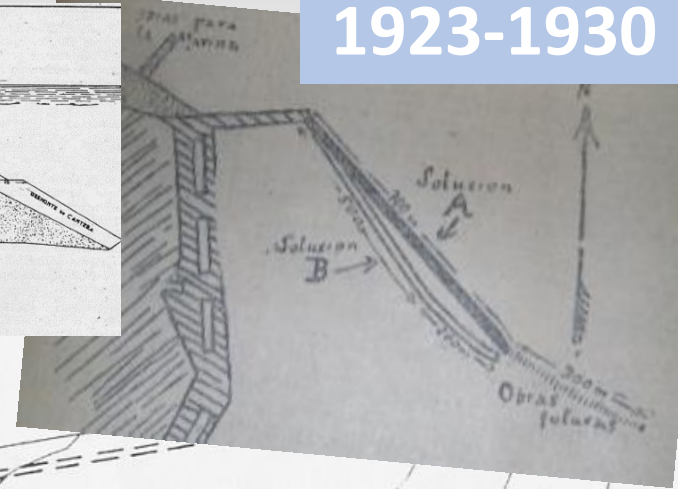
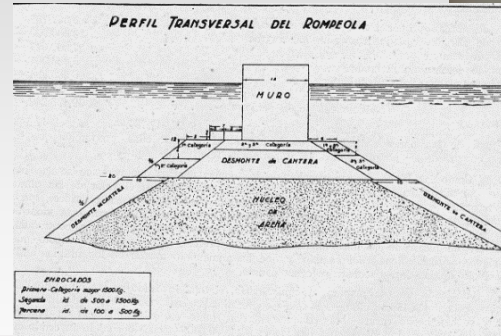


El Proyecto de Mejoramiento del Puerto de Valparaíso

PuertoValparaíso

En septiembre de 1923, se llamó a propuesta para la ejecución del segundo tramo del molo de abrigo de 700 mts., adjudicándosela Pearson and Son que término los trabajos en 1930.

1923-1930

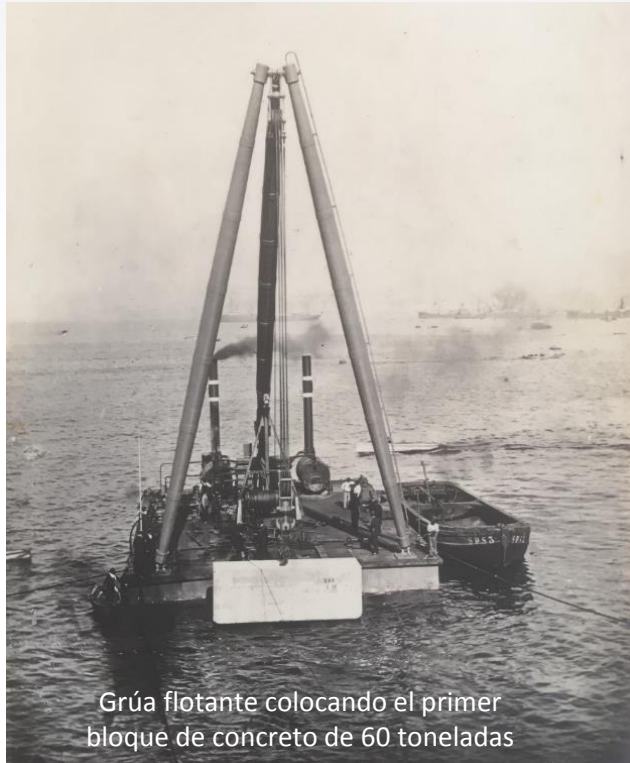


El Proyecto de Mejoramiento del Puerto de Valparaíso

PuertoValparaíso

Obras de atraque

El sector de los malecones se construyó en base a bloques de hormigón y detrás de ellos se colocaron rellenos hacia tierra.



Grúa flotante colocando el primer bloque de concreto de 60 toneladas



Construcción Muelle de la Aduana

El malecón de la Aduana, tenía 620 metros de largo (Sitios 1-2-3) e iba desde el arranque del Molo hasta el extremo del Muelle Fiscal.

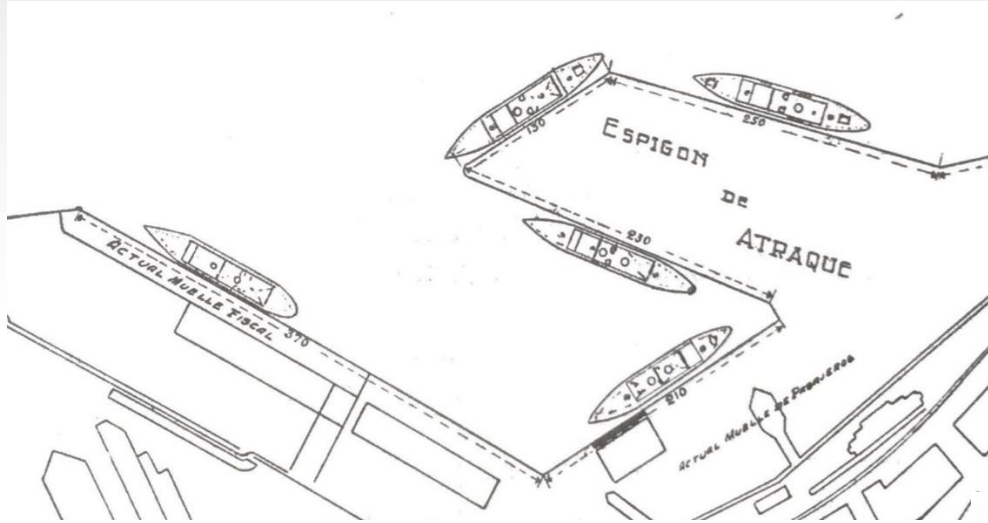
La “prolongación del Muelle Fiscal” (sitios 4 y 5) con 370 metros de largo.



El Proyecto de Mejoramiento del Puerto de Valparaíso

PuertoValparaíso

Obras de atraque



Columna de hormigón



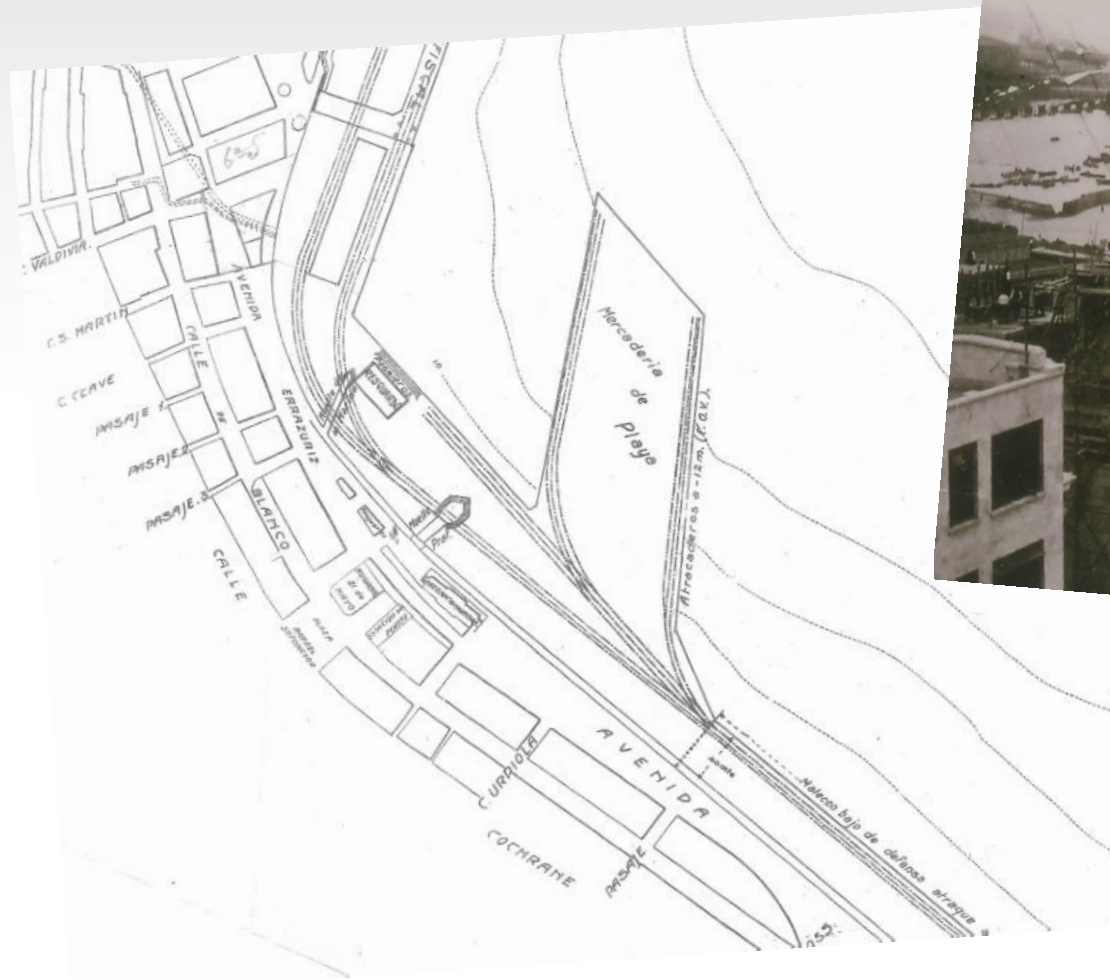
Viga cantil encontrada en sitio 4

Cuando se construyó el actual sitio 4 no resultó aconsejable retirar la estructura del Muelle Fiscal. El actual sitio 4 está apoyado en la hilera exterior de columnas del muelle. La hilera interior está tapada por el relleno de la explanada del puerto, retenido por un muro gravitacional.

El Proyecto de Mejoramiento del Puerto de Valparaíso

PuertoValparaíso

Obras de atraque



El espigón es una estructura de 100 m. de ancho y 250 m. de largo que se interna hasta profundidades de 35 m. La dificultad técnica de este diseño es que está fundado sobre un terreno fangoso sobre un prisma de relleno que parte desde la orilla hasta 25 metros. Estas condiciones precarias de fundación fueron previstas por los diseñadores y hubo que esperar que se produjeran los asentamientos, para colocar el coronamiento de concreto en sitio.

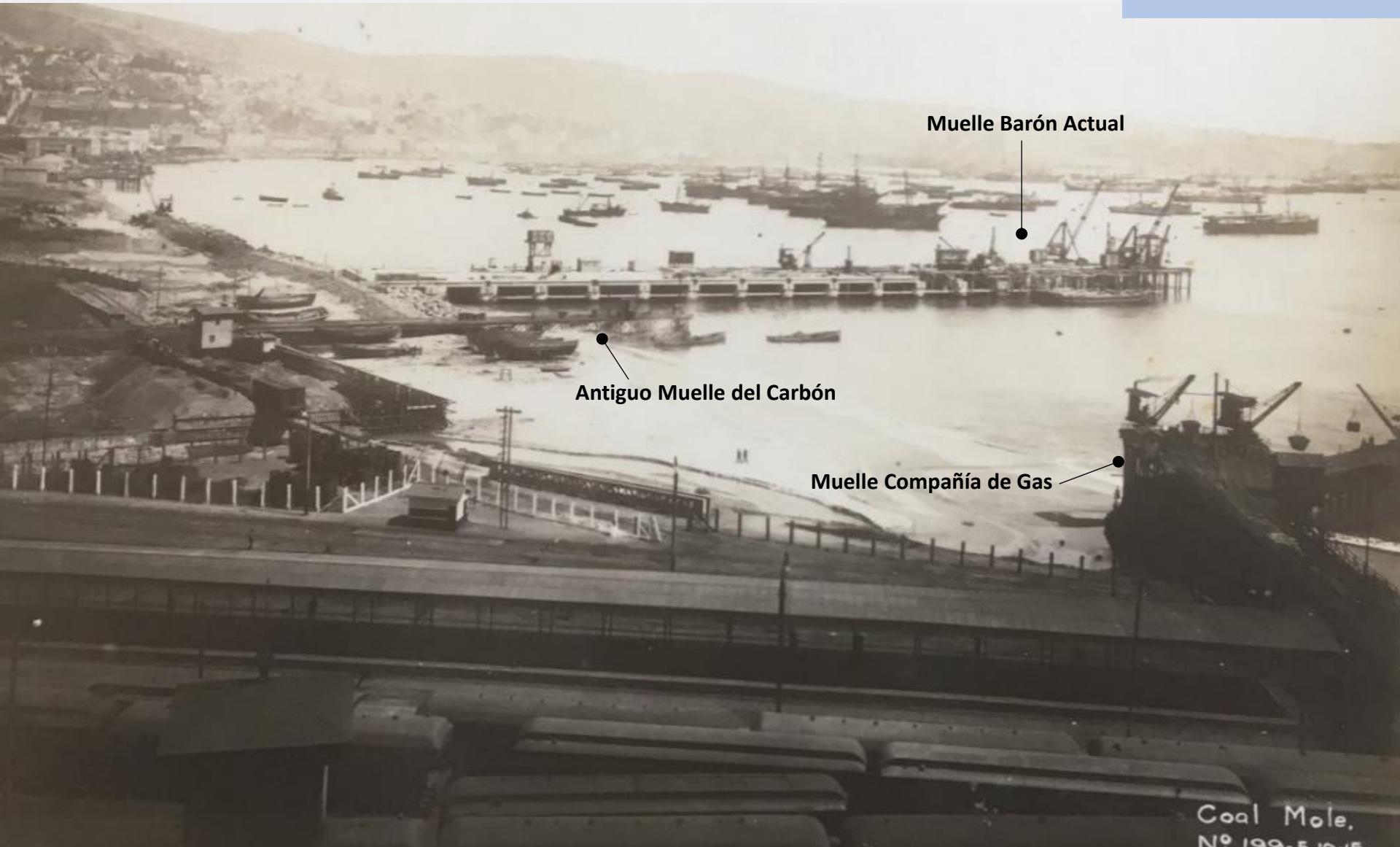
El Proyecto de Mejoramiento del Puerto de Valparaíso

PuertoValparaíso

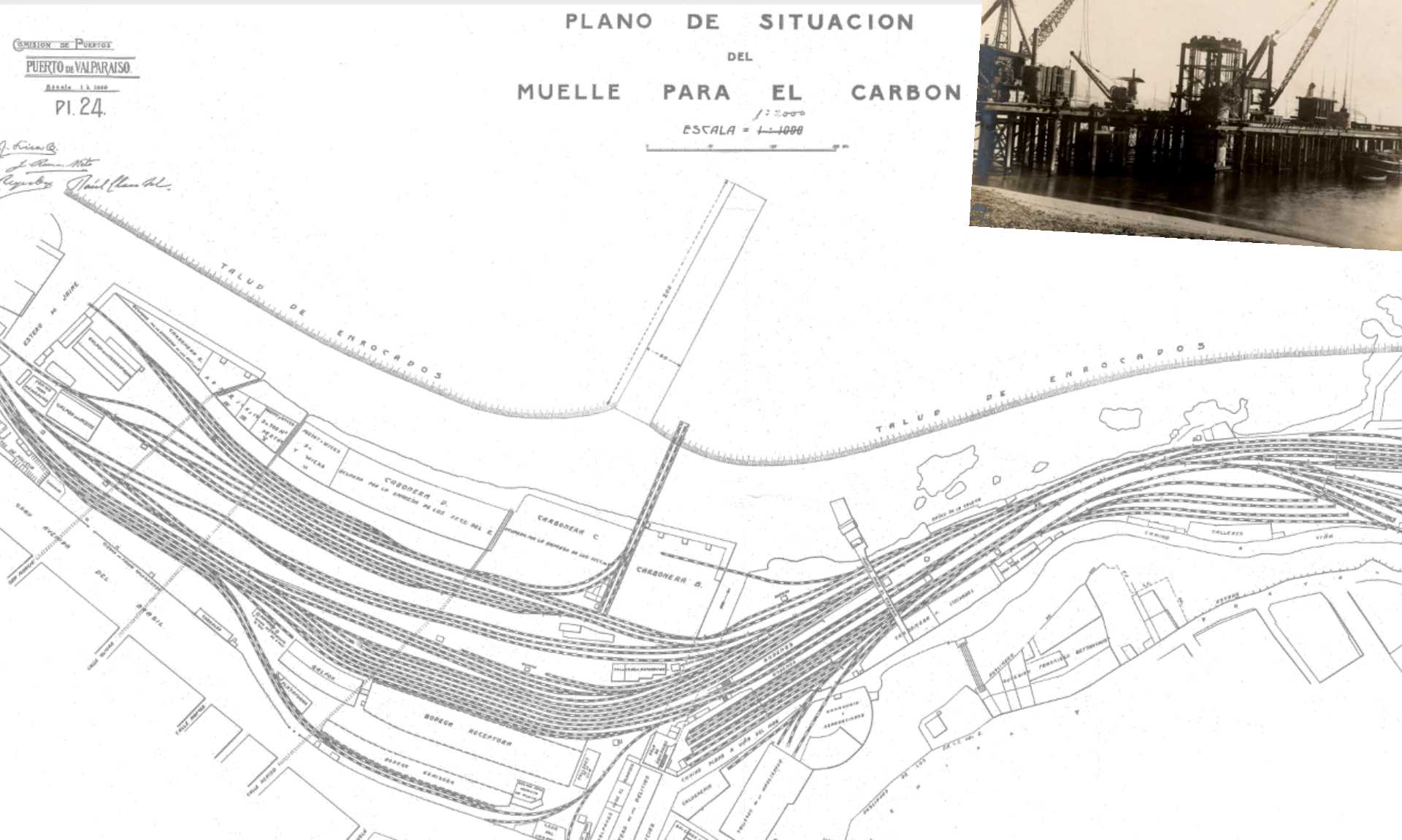
La construcción del Muelle del Carbón en el Sector Barón para la explotación de la Empresa de Ferrocarriles. Sus obras comenzaron en julio de 1913 y finalizaron el 13 de febrero de 1918,

Obras de atraque

1913-1918



PuertoValparaíso



El Proyecto de Mejoramiento del Puerto de Valparaíso

Puerto Valparaíso

Las obras de construcción del muelle Barón, consideraban 200 m de largo, por 30 de ancho por sistema de aire comprimido que, como método técnico, fue considerado un adelanto de la ingeniería chilena de la época.



El Proyecto de Mejoramiento del Puerto de Valparaíso

PuertoValparaíso

Obras de defensa



El Proyecto de Mejoramiento del Puerto de Valparaíso

PuertoValparaíso

Los contratos con la empresa S. Pearson and Sons fueron celebrados sobre la base de precios alzados en moneda de oro de 18 peniques, como se muestran en conjunto de obras a continuación:

Molo de abrigo, 1° tramo, 300 m.	\$ 5.347.737.-
Molo de abrigo, 2° tramo, 700 m.	\$ 19.600.000.-
Obras de atraque	\$ 14.962.627.-
Obras de defensa de la ciudad	\$ 5.836.061.-
Obras complementarias y utilería	\$ 6.265.894.-
Total	\$ 52.495.240

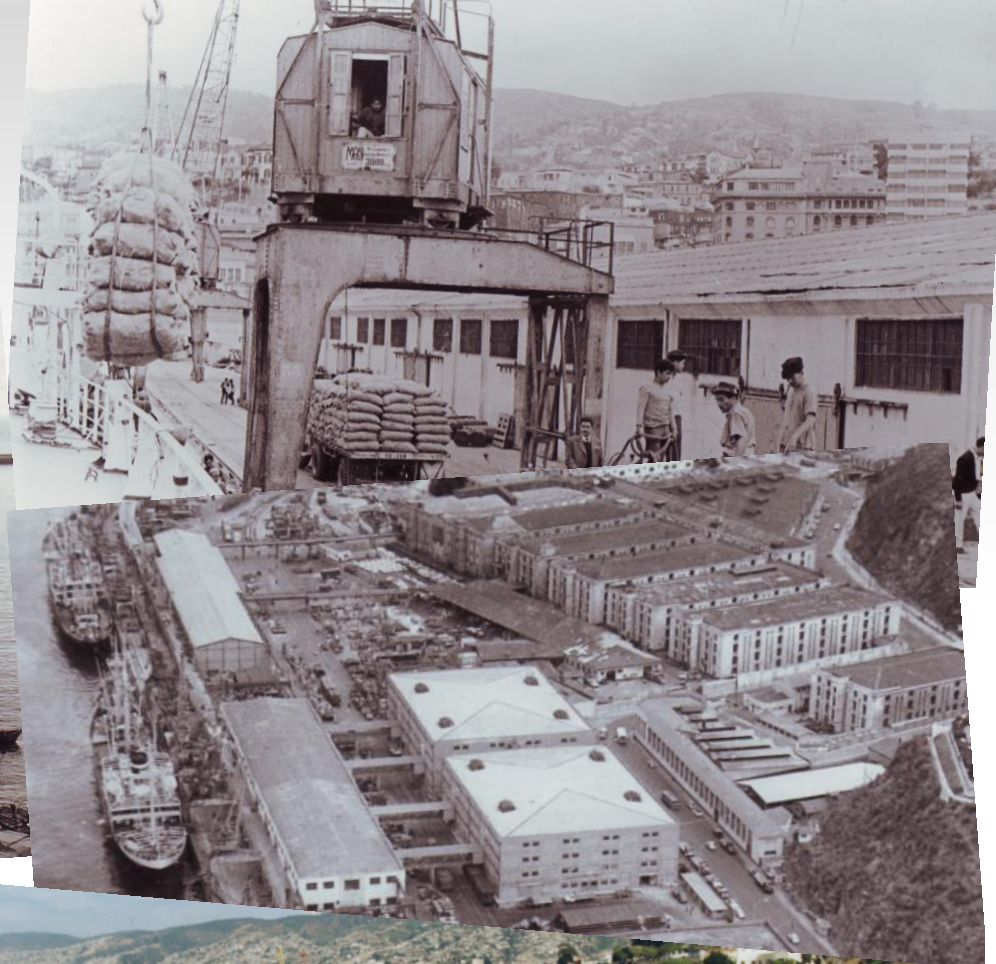
El conjunto de obras de abrigo representa \$ 24.947.73, casi el 50% de las obras contratadas, proporción importante de recordar.



Reflexión

Puerto Valparaíso

Después de 1930 no se han construido nuevas obras fundamentales en Valparaíso a trabajos de mantención y remodelaciones hasta el 2017 con la construcción de la extensión del sitio 3.





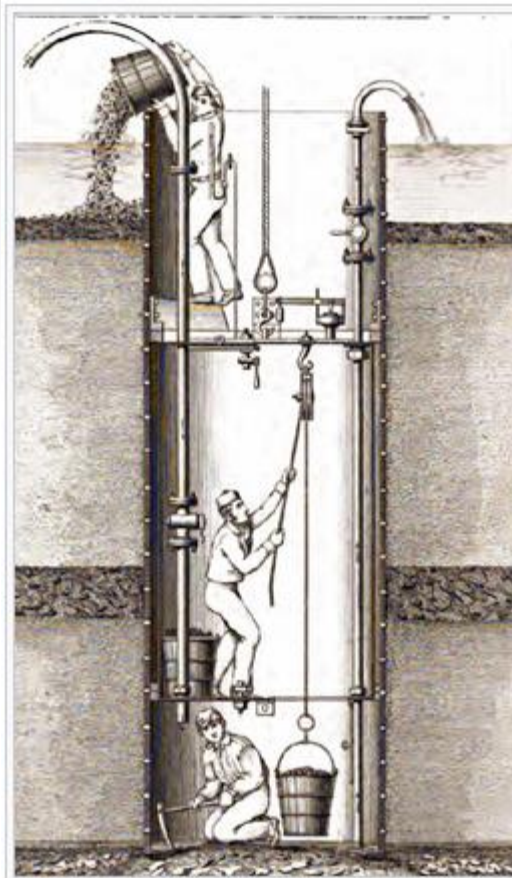
“Historia de la Ingeniería Portuaria 1870-1930”

Encuentro “Historia de la Ingeniería en Valparaíso”
Colegio de Ingenieros de Chile

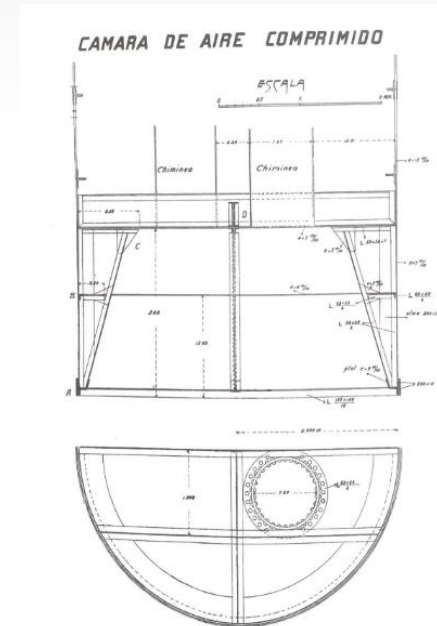
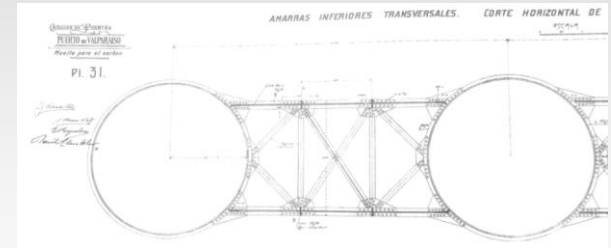
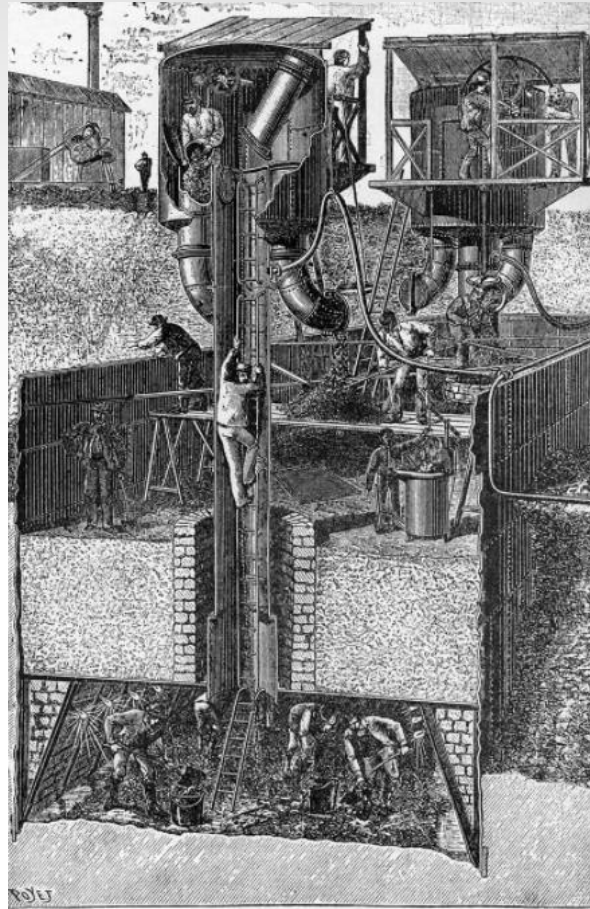
PuertoValparaíso

Alejandro Ubeda Opgaard
Ingeniero de Desarrollo
Empresa Portuaria Valparaíso
30 de agosto 2017

Procedimiento Triger



Un esquema de un cajón abierto ideado por Triger (1846)



El trabajo de excavación se desarrolla dentro de una cámara (denominada "cajón") abierta en su parte inferior y en la que se bombea aire comprimido para evitar la entrada de agua.³⁴ Originalmente desarrollado para su uso en las minas de carbón (Minas de Chalonnnes-sur-Loire, 1839), fue más tarde aplicado a la construcción de cimentaciones de puentes y a otros usos civiles. Entre otros muchos ejemplos, el proceso fue utilizado en el Puente de Brooklyn (1870) en los Estados Unidos y en el Puente del Firth of Forth en Escocia. Los riesgos para la salud de trabajar en un entorno hiperbárico fueron gradualmente descubiertos durante las obras de estos proyectos. El proceso fue también utilizado por Gustave Eiffel para la cimentación de dos de los cuatro pilares en los que se apoya la Torre Eiffel.