

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“HINCADO DE PILOTES Y DRAGADO EN EL MUELLE NORTE  
DEL PUERTO DEL CALLAO”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**ELABORADO POR  
LUIS ANTONIO DONET SANCHEZ**

**ASESOR  
DR. CESAR FUENTES ORTIZ**

**Lima- Perú**

**2020**

© 2020, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

**“El autor autoriza a la UNI a reproducir del Informe de Suficiencia en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”**

Donet Sanchez, Luis Antonio

luisdonet2@gmail.com

Dedico este trabajo a mi papá por su apoyo incondicional y la confianza en que puedo llegar más lejos.

También dedico este trabajo a los familiares y amigos que siempre estuvieron dándome ánimo y soporte en cada paso de mi vida profesional.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>6</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>7</b>
<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>8</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>9</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>10</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS</b> .....	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>15</b>
1.1. GENERALIDADES .....	15
1.2. PROBLEMÁTICA .....	16
1.3. OBJETIVOS .....	16
1.3.1. Objetivo General.....	16
1.3.2. Objetivos Específicos .....	16
<b>CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
2.1. INGENIERÍA PORTUARIA.....	17
2.1.1. Definiciones .....	17
2.1.2. Clasificación.....	17
2.1.3. Marco Jurídico Marítimo Portuario .....	21
2.1.4. Sistema Nacional Portuario.....	22
2.2. ESTRUCTURA GENERAL PORTUARIA .....	28
2.3. MUELLE.....	28
2.3.1. Partes de un Muelle .....	28
2.3.2. Elementos de la estructura de un Muelle .....	29
2.4. Obras Marítimas.....	30
2.4.1. Obras de abrigo .....	30
2.4.2. Terminales de atraque .....	32
2.4.3. Sistemas de atraque .....	33
2.5. Deterioro de materiales estructurales .....	35
2.5.1. El ambiente marino .....	35
2.5.2. deterioro del concreto en el ambiente marino .....	35
2.6. Mantenimiento, reparación y rehabilitación de estructuras marinas.....	36
2.6.1 Mantenimiento .....	36
2.6.2 Trabajos de rehabilitación y reparación.....	36
2.7 Modernización de estructuras existentes frente al mar .....	37
2.8 Dragado .....	38
2.8.1. Definiciones .....	38

2.8.2. Características de los sedimentos dragados.....	38
2.8.3. Métodos de dragado y equipos.....	40
<b>CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LAS PARTIDAS DE HINCADO DE PILOTES Y DRAGADOS .....</b>	<b>42</b>
3.1. Generalidades.....	42
3.2. Obras de Demolición.....	43
3.3. Dragado .....	45
3.3.1. Ejecución de trabajos.....	46
3.3.2. Dragado con pulpo hidráulico .....	49
3.3.3. Trabajos de dragado con bomba de succión.....	52
3.3.4. Recursos .....	53
3.3.5. Control de Calidad .....	54
3.3.6. Exceso de dragado.....	54
3.3.7. Eliminación del Material Dragado.....	54
3.3.8. Reconocimientos .....	55
3.4. Pilotes .....	57
3.4.1. Descarga .....	57
3.4.2. Transporte .....	59
3.4.3. Acopio.....	60
3.4.4. Hincado de Pilotes.....	62
3.4.5. Recursos empleados .....	68
3.4.6. Control de calidad.....	69
3.5. Pruebas.....	71
3.5.1. Prueba Estática .....	72
3.5.2. Prueba Dinámica .....	79
3.6. Corte y soldaduras en Pilotes.....	81
3.6.1. Posicionamiento del pilote: .....	83
3.6.2. Soldadura de anillo en extremo exterior del pilote:.....	83
3.6.3. Soldadura de anillo en interior del pilote: .....	84
3.6.4. Corte de pilote: .....	86
3.6.5. Soldadura de pilote: .....	87
<b>CAPÍTULO IV: INCIDENCIA DE COSTOS .....</b>	<b>89</b>
<b>CAPÍTULO V: LECCIONES APRENDIDAS .....</b>	<b>93</b>
4.1. Desviación.....	93
4.2. Pilotes Altos .....	98
4.3. Pilotes Flojos.....	100
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>102</b>

---

<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>103</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>106</b>

## RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional desarrolla los procesos constructivos de mayor influencia en el proyecto “Ampliación del Terminal Multipropósito Muelle Norte – Callao”, obra que busca incrementar su capacidad, al doble, para poder atender la creciente cantidad de importaciones y exportaciones que se vienen dando en lo que respecta al comercio exterior del país.

En primer lugar, se empieza detallando los conceptos generales asociados a los puertos y su infraestructura, así como procedimientos constructivos a tomar en cuenta.

Luego se centra en las actividades concretas realizadas en el proyecto mencionado, los cuales comienzan con la demolición de la plataforma existente, así como también se procede al retiro de los pilotes que sujetan dicho parte demolida, posteriormente se continua con el proceso de dragado y conformación de la nueva sección transversal del puerto (aumento de calado), teniendo luego lo colocación de los pilotes nuevos que sostendrán la ampliación de la plataforma. Principalmente los procesos anteriormente mencionados serán aquellos que se detallarán en los posteriores capítulos.

De los procedimientos mencionados se tiene la recopilación de problemas presentados durante la ejecución, así como las medidas tomadas para su solución y lecciones aprendidas.

Asimismo, se detalla la incidencia económica de los problemas presentados dentro del monto de la obra.

**Palabras clave:** Ampliación de puerto, Calado, Hincado de pilotes, Dragado, Prefabricados, Puerto del Callao.

## ABSTRACT

This research develops the main construction procedures for the Expansion Project of El Callao Multipurpose Northern Terminal, work that seeks to increase its capacity, to double, in order to be able to attend the growing quantity of imports and exports that are taking place in regards to foreign trade of the country.

In first place, it is started detailing all general concepts linked to ports and their infrastructure, as well as the construction procedures to take into account.

After, it is focused on the main activities made in the mentioned project, which begin with demolition of part of the existing platform, as well as the removal of the piles that hold the demolished part, and then dredging process continues and the new cross section of the port is formed (draft increase); then having the placement of the new piles that will support the expansion of the platform.

Mainly the processes mentioned formerly will be those that develop next chapters. These processes include the compilation of problems presented during the execution, as well as the measures taken to solve them and the lessons learned.

Likewise, the economic incidence of the problems presented within the amount of the work is detailed.

**Keywords:** Expansion of Port, Draft, Piles, Dredging, Platforms, Demolition, lessons learned, construction procedures.



## PRÓLOGO

En el presente trabajo de suficiencia profesional se detallan los procedimientos más importantes a tomar en cuenta para el proyecto de ampliación del Terminal Multipropósito Muelle Norte-Callao, debido a que no son muy conocidos dichos procedimientos para la realización de este tipo de obras.

Se recopilan todas las lecciones aprendidas a lo largo de este proyecto, así como una información más detallada sobre los protocolos a tomar en cuenta.

La tesis se estructura básicamente en tres áreas: La primera, presenta los conceptos básicos sobre las obras portuarias y sus procedimientos constructivos en general. En la segunda se muestra a detalle los procesos constructivos de las partidas de hincado de pilotes y de dragado. Finalmente se trata la evaluación de la incidencia de costos de las dos partidas analizadas junto a las lecciones aprendidas durante el proyecto.

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Coordenadas de Área de desechos marinos .....	55
Tabla 2	Pedido de pilotes .....	67
Tabla 3	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN PARA EL HINCADO DE PILOTES.....	70
Tabla 4	Carga de diseño (1.5 veces la carga de diseño) .....	74
Tabla 5	Carga de diseño (2 veces la carga de diseño) .....	74
Tabla 6	Muelle 5 .....	77
Tabla 7	Muelle 11 .....	78
Tabla 8	Costo total del proyecto .....	89
Tabla 9	Costo de la partida de dragado .....	90
Tabla 10	Costo del transporte de Pilotes .....	90
Tabla 11	Primer pedido de Pilotes .....	91
Tabla 12	Segundo pedido de Pilotes .....	91
Tabla 13	Coordenadas de Pilote 140 D .....	95
Tabla 14	Posición final del pilote 140-D .....	95
Tabla 15	Desviaciones en las coordenadas X e Y .....	95
Tabla 16	Coordenadas de pilote 156-E.....	97
Tabla 17	Coordenadas finales .....	97
Tabla 18	Desviaciones en coordenadas X e Y.....	97
Tabla 19	Pilotes flojos.....	100

## LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1 Instalaciones portuarias del SPN. Fuente: Plan Nacional de Desarrollo Portuario,2019) .....	23
Figura N° 2 Puertos marítimos peruanos. Fuente: Autoridad Nacional Portuaria, 2019 .....	24
Figura N° 3 muelle Sur- Callao. Fuente: Autoridad Nacional Portuaria,2019.....	24
Figura N° 4 Puerto Matarani. Fuente: Autoridad Nacional Portuaria,2019 .....	25
Figura N° 5 Puerto de Paíta. Fuente: Autoridad Nacional Portuaria,2019 .....	25
Figura N° 6 Puerto de Salaverry. Fuente: Autoridad Nacional Portuaria,2019 .....	26
Figura N° 7 Puerto General San Martín. Fuente: Autoridad Nacional Portuaria,2019 .....	26
Figura N° 8 Puerto de Ilo. Fuente: Autoridad Nacional Portuaria,2019.....	27
Figura N° 9 Puerto de Chimbote. Fuente: Autoridad Nacional Portuaria,2019 .....	27
Figura N° 10 Partes de una obra de abrigo. Fuente: Mayo, 2014 .....	30
Figura N° 11 Rompeolas vertical. Fuente: Mayo,2014 .....	31
Figura N° 12 Rompeolas en talud. Fuente: Mayo,2014.....	32
Figura N° 13 Terminal de atraque: Muelle. Fuente: Mayo,2014 .....	32
Figura N° 14 Pantalán Discontinuo con atraque a un solo lado. Fuente: Mayo,2014 .....	33
Figura N° 15 Muelle Marginal. Fuente Mayo, 2014 .....	33
Figura N° 16 Tipos de Bitas. Fuente: Mayo,2014.....	34
Figura N° 17 Tipos de Cornamusas. Fuente: Mayo,2014.....	34
Figura N° 18 Resultado de un análisis granulométrico (Hans,2004) .....	39
Figura N° 19 Estudio de Suelos APM Terminal Callao.....	40
Figura N° 20 Área de ampliación del terminal. Muelle 5.....	43
Figura N° 21 Excavadoras con martillos realizando los trabajos de demolición de la plataforma. Fuente: APM Terminals.....	44
Figura N° 22 Remoción de pilotes , una vez expuestos al demoler la plataforma. Fuente: APM Terminals .....	44
Figura N° 23 Proceso de remoción de pilotes .....	44
Figura N° 24 Área de dragado y nueva pendiente dragada .....	46
Figura N° 25 Retroexcavadora con pulpo hidráulico realizando dragado de material .....	47
Figura N° 26 OMVAC DIEZ .....	47
Figura N° 27 Dragado con pulpo hidráulico .....	48
Figura N° 28 Remoción de material dragado del fondo del lecho marino .....	48
Figura N° 29 Partición de la zona del proyecto en cuadrículas.....	50
Figura N° 30 perfil inicial del terreno .....	51
Figura N° 31 Maquinaria perfilando el terreno.....	51
Figura N° 32 Sección de terreno proyectada .....	52
Figura N° 33 Carga de materiales.....	58
Figura N° 34 Descarga de pilotes .....	58
Figura N° 35 Pilotes a ser descargados.....	59
Figura N° 36 Pilotes a ser transportados .....	59
Figura N° 37 Pilotes trasladados.....	60

Figura N° 38 Acopio de pilotes.....	61
Figura N° 39 Esquema de grúa de metal para colocación de pilotes .....	62
Figura N° 40 Disposición de barcaza .....	63
Figura N° 41 Preparación para colocación de pilotes.....	64
Figura N° 42 Marcas en pilotes.....	64
Figura N° 43 Detalle de soldadura .....	65
Figura N° 44 Esquema de avance de la instalación de pilotes.....	66
Figura N° 45 Disposición de hincado de pilotes .....	67
Figura N° 46 Anillos en pilotes.....	82
Figura N° 47 Detalle de soldadura de anillo a pilote.....	83
Figura N° 48 Esquema de soldadura con ubicación de anillo a más de 1m del extremo del pilote .....	84
Figura N° 49 Instalación de anillo para pilote de 34m .....	87
Figura N° 50 Detalle de Unión de pilotes .....	87
Figura N° 51 Esquema de pilote 134 A.....	93
Figura N° 52 Esquema de pilote 140 D.....	94
Figura N° 53 Disposición final de pilote 140-D con desviaciones en X e Y .....	96
Figura N° 54 Esquema de pilote 156-E.....	96
Figura N° 55 Disposición final de pilote 156-E con desviaciones en X e Y.....	98
Figura N° 56 Esquema de pilotes con longitud sobresalida .....	98
Figura N° 57 Ubicación de pilotes altos en el muelle 5 .....	99
Figura N° 58 Hincado de Pilotes Alternos .....	100

## LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

ASTM	: Asociación Internacional para el Ensayo y Materiales (American Society for Testing and Materials).
APN	: Autoridad Portuaria Nacional.
SPN	: Sistema Nacional Portuario.
LSPN	: Ley del Sistema Nacional Portuario.
$\Delta$	: Desviación parcial.
$\Delta_{total}$	: Desviación total
$E_i$	: Coordenada Este de un punto "i"
$N_i$	: Coordenada Norte de un punto "i"
d	: Diámetro
Cu	: Índice de uniformidad.
Cc	: Grado de curvatura.
DDP	: Perfil de diseño de dragado.
SCD	: Superficie de comienzo de dragado.
LAT	: Altitud baja de marea.
HAT	: Altitud alta de marea.
HP	: Caballos de fuerza. Unidad de medición de potencia.
ISO	: International Organization for Standardization.
PDA	: Pile Driving Analyzer.
$D_i$	: Tamaño de diámetro por el que pasa el i% del material.
CAPWAP	: Case Pile Wave Analysis Program.

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. GENERALIDADES**

El Puerto del Callao es un puerto multipropósito que representa la entrada principal al Perú, país que tiene la cuarta economía más grande de Sudamérica. El puerto está localizado apenas a 15 km de la capital de Lima, y es el puerto más grande, no solo del Perú sino también de toda la costa occidental de Sudamérica.

El proyecto desarrollado en el presente documento es la Ampliación del Terminal Multipropósito Muelle Norte – Callao, obra que busca incrementar su capacidad, al doble, para poder atender la creciente cantidad de importaciones y exportaciones que se vienen dando en lo que respecta al comercio exterior del país.

El proyecto es una concesión adjudicada en el año 2011 a APM Terminals Callao S.A., empresa perteneciente al grupo de empresas de APM Terminals Management B.V., con sede de operaciones principal en Holanda, y que opera en más de 10 países de la región. Dicha concesión es por un periodo de 30 años, en la cual está proyectado el desarrollo de su ampliación dividida en 5 etapas. Para la realización del presente informe de suficiencia, se tomarán las etapas 1 y 2, habiendo sido estas ejecutadas entre los años 2013 a 2014.

La modernización del Terminal Norte para las Fase 1 y 2 se llevó a cabo a través de tres contratos: N°1 - Obras de demolición, N°2 - Obras de Dragados y N°3 - Obras de Muelles, Edificios, Servicios y Terminal.

El presente informe de suficiencia profesional, como ya se ha descrito anteriormente desarrollará únicamente los aspectos constructivos correspondientes a las partidas de Hincado de Pilotes y Dragados de la Etapa 1 y 2, de los contratos N°2 y N°3 de la ampliación del muelle Norte del Callao.

En febrero del año 2013 APMT firmó los contratos de ejecución de las Etapas 1 y 2 de la ampliación del Muelle Multipropósito Norte del Callao con el consorcio FCC-JJC, formado por las empresas Fomento de Construcciones y Contratas de España y JJC Contratistas generales SAC de Perú, bajo la modalidad de contrato FIDIC libro rojo, por un monto de \$ 250 mdd.

## 1.2. PROBLEMÁTICA

La ampliación del Muelle Norte del Callao es una obra de infraestructura de suma relevancia para la realidad nacional; ya que es el principal acceso de comercio al Perú, siendo de vital importancia para continuar con un crecimiento sostenido como país.

Las obras marítimas, como lo es un puerto, no son comunes en lo que respecta a la mayoría de las ejecuciones de proyectos de infraestructura, por lo cual es necesario ahondar en el desarrollo de partidas claves para la realización de este tipo de obras.

Las partidas más relevantes del proyecto en mención son las de Hincado de Pilotes y Dragados, los cuales, como costo, representan alrededor del 10% del total de los contratos.

El presente trabajo desarrollará a fondo los diferentes aspectos tanto constructivos como económicos de las partidas antes mencionadas; ya que su desarrollo no es frecuente en el mercado local y deben ser estudiadas y conocidas a detalle por los ingenieros del Perú. Cabe resaltar que las obras marítimas y en específico las partidas a estudiar en el trabajo de suficiencia, fueron supervisadas y dirigidas por ingenieros españoles, pertenecientes a la empresa FCC.

## 1.3. OBJETIVOS

Los objetivos son los siguientes:

### 1.3.1. Objetivo General

- Desarrollar los aspectos constructivos y de costos de las partidas de Hincado de Pilotes y Dragados de la obra Ampliación del Muelle Norte del Callao.

### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Elaboración de lecciones aprendidas en la ejecución de las partidas de obras marítimas (Hincado de Pilotes y Dragado).
- Desarrollo de los procesos constructivos del Hincado de Pilotes y Dragados.

## **CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **2.1. INGENIERÍA PORTUARIA**

#### **2.1.1. Definiciones**

Tradicionalmente se entiende por Puerto al lugar natural o artificial construido a orillas de un océano, lago o río, donde se realiza el enlace entre el transporte terrestre con el transporte acuático y cuya función es el albergue de las naves para las actividades de carga y descarga de mercancías. (Jiménez, J.; Ortiz, A.; Castillo, E.; Méndez, C.; Nolasco, J.; 2013)

Mientras que la UNCTAD (United Nations Conference On Trade and Development) muestra una definición donde los puertos marítimos son intercambiadores entre varios modos de transporte y por tanto son centros de transporte combinados. Estos puertos son áreas multifuncionales comerciales e industriales donde las mercancías no sólo están en tránsito, sino que son manipuladas, manufacturadas y distribuidas. (Murcia, 2004)

El puerto incluye, además, actividades tales como aduanas, servicios de control de carga y pasajero, actividad de transbordo y manipulación de la mercancía, etc. (Murcia, 2004, Ortiz, 2001)

Además, dentro de las obras concernientes al puerto se pueden distinguir las fundamentales y complementarias, entendiéndose como fundamentales a aquellas que atienden al enlace de las comunicaciones (obras de protección como rompeolas y obras de atraque o muelles), y como complementarias aquellas que contribuyen a la explotación del puerto, como conservación de los calados mediante dragado, etc. (Jiménez, J.; Ortiz, A.; Castillo, E.; Méndez, C.; Nolasco, J.; 2013)

Los puertos regionales deben estar vinculados a proyectos de integración birregional, multi regional, macro regional, binacional o continental. Teniendo como objetivo, facilitar el transporte de carga, pasajeros y correo en tráfico nacional o cabotaje entre puertos peruanos.

#### **2.1.2. Clasificación**

Diversos autores como Murcia, Jiménez, Aguilar, Esteban clasifican a los puertos en base a puntos de vista, en esta investigación se han recolectado todas las consideraciones anteriores para clasificar a los puertos de la siguiente manera:



**Clasificación por los servicios prestados:** Se destacan a continuación las tres generaciones de tipos de puertos próximos a nuestros días, similares en los países continentales, aunque no en todos ellos coinciden las fechas:

a) Puertos de primera generación: Se sitúan aquí los puertos hasta los años sesenta. Están dedicados principalmente a la carga general, influenciados por una política estratégica portuaria muy conservadora. Estos puertos, respecto al transporte, al comercio y al municipio al que pertenecen, carecen de comunicación.

b) Puertos de segunda generación: Comprenden el período intermedio entre los años sesenta y los ochenta. Además de la carga general se exportan los gráneles tanto líquidos como secos. El puerto aparece y se expande como un centro de transporte para la industria y el comercio. Las actividades del puerto se amplían, respecto de los puertos de primera generación, a actividades de transformación de las mercancías y servicios industriales y comerciales para los buques, lo que conlleva a un aumento físico y funcional del puerto. Así, el puerto se convierte en un eslabón más de la cadena logística proyectado a la multifuncionalidad.

c) Puertos de tercera generación: Después de los años ochenta y hasta nuestros días. A la carga general y a la de productos a granel, se añade el hito revolucionario de la containerización. El puerto pone su punto de mira en el comercio como centro del transporte multimodal y plataforma logística.

En resumen, los puertos de la primera generación se limitan a la reserva, construcción y uso portuario; los de segunda añaden servicios a la cadena logística global del transporte, y los de tercera generación en pro el cliente mejoran la calidad de sus servicios, aumentándolos.

**Clasificación física:** por su situación, un puerto puede ser exterior (terminales), interior (en cauces fluviales o lagunas litorales) o mixto.

Además, existen puertos de abrigo que pueden deberse a su ubicación natural (en el que las aguas protegidas lo están a base a accidentes geográficos naturales como bahías, calas, etc.), a la obra del hombre (en el que las aguas protegidas los son en virtud a construcciones artificiales como diques, escolleras, etc.) o ambas cosas. Asimismo, y por su acceso al mar, los hay que acceden por canales, ríos o bocanas.

En razón a su situación o emplazamiento, a sus condiciones naturales, y a su ubicación. De esa manera se considera ocho tipos de puertos atendiendo a su clasificación física:

Tipo A- Puerto costero natural; en el que la producción del viento y del mar se debe a algún accidente geográfico, una isla, un cabo, un arrecife o algún otro tipo.

Tipo B- Puerto costero con rompeolas: en el que una escollera, rompeolas o dique protege unas instalaciones portuarias ubicadas junto a la costa o complementan una insuficiente protección natural.

Tipo C- Puerto costero con esclusas: puerto costero en el que, mediante esclusas, compuertas u otros dispositivos mecánicos análogos se garantizan la retención de agua suficiente para permitir la flotación de los buques independientemente del estado de la marea.

Tipo D- Puerto fluvial natural: ubicado a lo largo de un río en el que las aguas no se retienen por medios artificiales como compuertas o esclusas.

Tipo E- Puerto fluvial con dársenas: Puerto ubicado a lo largo de un río en cuyas orillas se han excavado y dragado dársenas de forma oblicua al eje de la corriente.

Tipo F- Puerto fluvial con esclusas: Puerto fluvial en el que las aguas se retienen mediante esclusas, compuertas u otros elementos mecánicos análogos.

Tipo G- Puerto en canal o lago: Puerto ubicado a lo largo de un canal o lago conectado con el mar por una vía navegable.

Tipo H- Puerto en mar abierto o cargaderos libres: puerto carente de defensas contra los vientos y el mar, ni naturales ni artificiales. Se trata de una disposición relativamente habitual para algunos puertos o terminales petrolíferos.

### **Clasificación funcional:**

a) Puertos pesqueros: Es aquel puerto que debe asegurar rapidez para la recepción de los cargamentos de pescado, su venta y expedición o transformación. Para satisfacer las necesidades de estas flotillas bastan puertos con instalaciones sencillas.

b) Puertos de Cabotaje: Este tipo de puertos atiende a barcos pequeños que navegan por la Costa únicamente sin entrar a mar abierto, es decir, son terminales marítimas para movimientos costeros.

c) Puertos militares: Existen con el propósito de dar acomodo a embarcaciones navales y servir como estación de refugio. Son también llamados puertos de guerra

o bases navales y pueden tener instalaciones subterráneas. Estos puertos deben presentar características que permitan la protección contra la fuerza del mar y contra el enemigo. La posibilidad de defenderse contra los ataques aéreos también es una variable importante por lo cual de preferencia se sitúan en costas montañosas.

d) Puertos industriales: Se refiere a aquellos puertos que disponen de grandes áreas donde se asientan complejos industriales, además poseen gran calado y manejan grandes volúmenes.

e) Puertos comerciales: Se refiere a aquellos puertos cuyos muelles cuentan con las facilidades necesarias para carga y descarga de mercancías y pasajeros, procurando tener el menos costo, mayor rapidez y las menores pérdidas por averías. Para lo cual la localización debe tener un fácil acceso, cercana a las líneas comerciales marítimas y terrestres, es decir, de entrada y salida de mercancía de todos los países.

f) Puertos Deportivos: También llamados puertos de recreo, su existencia está ligada a la elevación del nivel de vida de algunos países, que han incrementado su actividad dentro de los deportes náuticos. La característica de estos puertos es que además de poseer las instalaciones generales de un puerto, tienen las condiciones necesarias para el desarrollo de deportes acuáticos, tales como superficies de agua abrigada, espacios de tierra para el estacionamiento de vehículo, locales comerciales para implementos deportivos, suministros de agua, etc.

#### **Clasificación por su ubicación geográfica:**

a) Puertos Marítimos: Se encuentran en la ribera del océano y están sujetos a la acción directa a los fenómenos del mar. La mayoría de estos puertos requieren obras de protección. La dársena deberá ser accesible en todo momento y el antepuerto estará siempre abierto.

b) Puertos Fluviales: Se sitúan en la ribera de los ríos y están sujetos al régimen propio de un río. Este tipo de puertos ha de proteger a las embarcaciones contra corrientes excesivas, ofrecer calado y ser de cómodo acceso. La boca del puerto se sitúa en la orilla cóncava donde la profundidad y la estabilidad del cauce son mayores. Las dársenas se tienen generalmente a la orilla del río.

c) Puertos Lacustres: Son los puertos que se presentan en algunas con conexiones a ríos o canales navegables. No son de importancia comercial aún.

### **Clasificación según LSPN**

Según establece la Ley 27943 del Sistema Portuario Nacional (SPN), todos los puertos y terminales portuarios del SPN, pueden ser clasificados en base a su titularidad como privado o público.

En cuanto a su gestión, ésta puede llevarse directamente por el titular del puerto (el estado en sus diferentes niveles) o más habitualmente, a través de un organismo público o privado, quien se encarga de administrar, gestionar y controlar el espacio portuario.

Por su uso, un puerto puede ser General o Exclusivo; mientras que por su actividad se clasifican como Especializado o Multipropósito.

Asimismo, en el Perú la Ley del Sistema Portuario Nacional clasifica a los puertos en base a su alcance de la siguiente manera:

- a) Puertos mayores; son aquellos empleados para el comercio nacional e internacional
- b) Puertos menores; son empleados únicamente para exportar.
- c) Caleta; es el lugar habilitado u ocasional de embarque y desembarque de mercadería.

#### **2.1.3. Marco Jurídico Marítimo Portuario**

A nivel nacional, se cuenta con las siguientes normas de carácter general: (Plan Nacional de Desarrollo Portuario, 2019)

- a) Ley N°27943- Ley del Sistema Nacional Portuaria (SPN); es el principal cuerpo normativo del ordenamiento portuario nacional a través del cual se creó la Autoridad Nacional Portuaria (APN,2019). Configura un marco legal adecuado para la provisión de servicios portuarios, de tal manera que tanto las actividades como los servicios portuarios se puedan brindar en términos de competitividad y eficiencia.
- b) Decreto Supremo N°010-99-MTC, establece disposiciones específicas relacionadas con las Agencias Generales, Agencias Marítimas, Agencias Fluviales, Agencias Lacustres, y Empresas y Cooperativas de Estiba y Desestiba.
- c) Decreto Supremo N°013-2011-MTC, estipula las funciones y atribuciones exclusivas de la Autoridad Nacional Portuaria competente en el proceso de recepción y despacho de naves; adicionalmente, desarrolla los procedimientos de ingreso y recepción, despacho y salida de buques, tanto los que transportan carga como pasajeros.

- d) Resolución Ministerial N°259-2003-MTC-02, establece los procedimientos y condiciones que rigen a las personas naturales y jurídicas que prestan servicios de transportes acuáticos y conexos en bahía y áreas portuarias.
- e) Decreto Supremo N°009-2012-MTC y Derecho Supremo N°010-2015-MTC, documento normativo elaborado por la APN (2011) que tiene como objetivo orientar, impulsar, ordenar, planificar y coordinar el desarrollo, modernización, competitividad y sostenibilidad del SPN.
- f) Resolución Ministerial N°329-2004-MTC-02, establece los requisitos y demás regulaciones sobre las organizaciones de protección reconocidas.
- g) Resolución Ministerial N°330-2004-MTC-02, establece los requisitos y demás regulaciones para la declaración de cumplimiento de la instalación portuaria.
- h) Resoluciones emitidas por la APN (2019)

#### **2.1.4. Sistema Nacional Portuario**

Actualmente el Sistema Nacional Portuario en el Perú cuenta con 101 instalaciones Portuarias (terminales portuarios/ embarcaderos), de los cuales 14 son de uso público y 46 de uso privado respecto a los terminales portuarios, tal como se muestra en la figura N°1, teniendo como principal terminal portuario al Callao, por su movimiento de carga y situación estratégica. (Plan Nacional de Desarrollo Portuario, 2019)

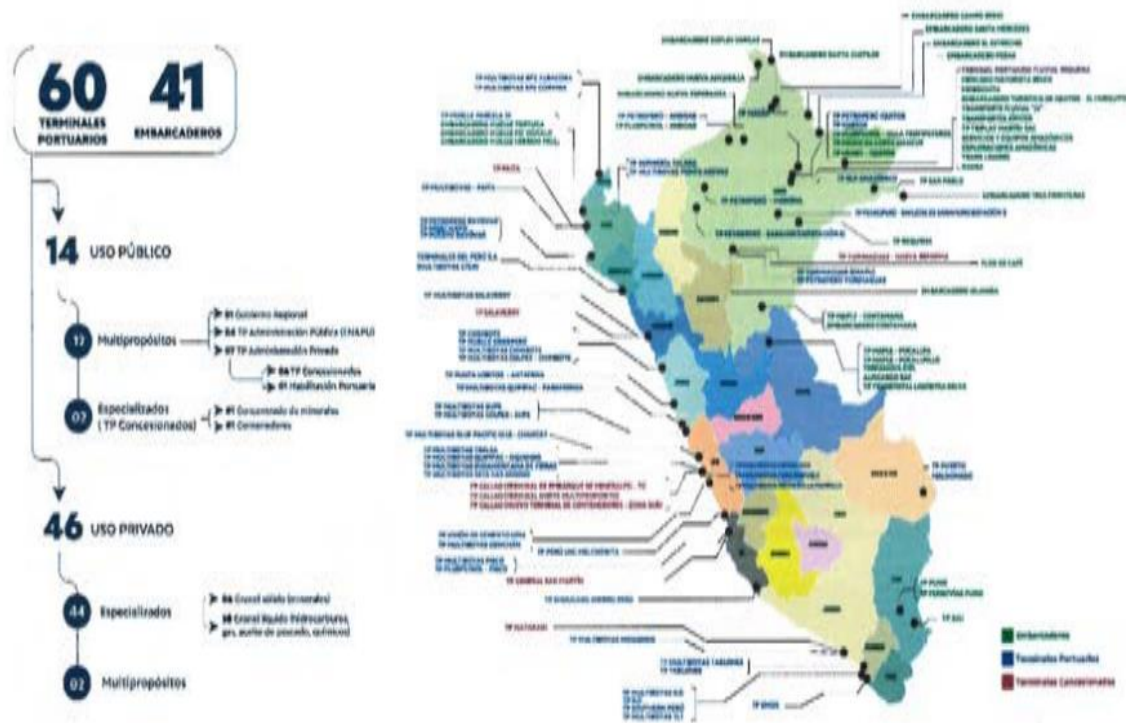


Figura N° 1 Instalaciones portuarias del SPN. Fuente: Plan Nacional de Desarrollo Portuario, 2019)

Perú, por ser un país costero, tiene en las instalaciones portuarias, un medio importante para el intercambio comercial nacional e internacional.

De Norte a Sur, las instalaciones se ubican en los departamentos de Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash, Lima, Callao, Ica, Arequipa y Moquegua. En donde, los puertos y terminales portuarios son clasificados en nacionales y regionales.

Los puertos nacionales facilitan el transporte internacional de carga, pasajeros y de correos, así como el turismo y el comercio exterior. Sus operaciones generan un movimiento económico en más de una región e integran un sistema internacional o multimodal de transporte.

Los puertos regionales deben estar vinculados a proyectos de integración birregional, multi regional, macro regional, binacional o continental. Teniendo como objetivo, facilitar el transporte de carga, pasajeros y correo en tráfico nacional o cabotaje entre puertos peruanos.

Existen varios puertos localizados a lo largo de sus 3070.5 Km de costa en el Océano Pacífico y son los mostrados en la figura N°2.



Figura N° 2 Puertos marítimos peruanos. Fuente: Autoridad Nacional Portuaria, 2019

### Puerto del Callao

Es el principal Puerto peruano, tanto el muelle Sur como Norte, vienen siendo sometidos a una ampliación que permitirá albergar naves y barcos que transportan contenedores, tal como se observa en la figura N°3.



Figura N° 3 muelle Sur- Callao. Fuente: Autoridad Nacional Portuaria, 2019

### **Puerto de Matarani**

Es el segundo terminal más importante, ubicado en el departamento de Arequipa, mostrado en la figura N°4, es uno de los más modernos y mejor equipados del país.



*Figura N° 4 Puerto Matarani. Fuente: Autoridad Nacional Portuaria,2019*

### **Puerto de Paita**

Es el principal puerto del Norte peruano, ubicado en Piura. Su infraestructura está compuesta por un muelle tipo espigón de 365 metros de longitud y 36 metros de ancho. (Bruno,2016)



*Figura N° 5 Puerto de Paita. Fuente: Autoridad Nacional Portuaria,2019*



### **Puerto de Salaverry**

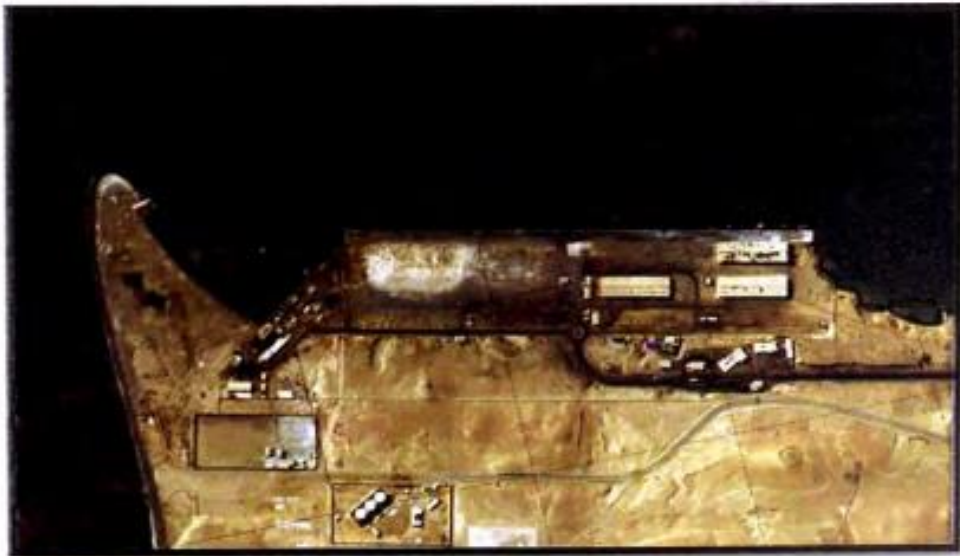
Es el cuarto más importante, mostrado en la figura N°6. Su infraestructura es administrada por la Empresa Nacional de Puertos ENAPU, está compuesta por 2 muelles tipo espigón de longitudes de 225 y 230m, y anchos de 25 y 30m; con una profundidad operativa de 9.15m lo que le permite atender naves de hasta 20 000DWT. (Bruno,2016)



*Figura N° 6 Puerto de Salaverry. Fuente: Autoridad Nacional Portuaria,2019*

### **Puerto General San Martín**

Es el quinto y se ubica en Pisco, según la figura N°7, el 81% de la carga de este terminal es estatal, que esta concesionado, corresponde a grandes sólidos.



*Figura N° 7 Puerto General San Martín. Fuente: Autoridad Nacional Portuaria,2019*

### **Puerto de Ilo**

Es el sexto, ubicado en Moquegua y se aprecia en la figura N°8



*Figura N° 8 Puerto de Ilo. Fuente: Autoridad Nacional Portuaria,2019*

### **Puerto de Chimbote**

El puerto Ancashino, figura N°9, es un terminal muy vinculado a la actividad industrial pesquera.



*Figura N° 9 Puerto de Chimbote. Fuente: Autoridad Nacional Portuaria,2019*

## 2.2. ESTRUCTURA GENERAL PORTUARIA

Esteban (2014) nos da algunos alcances sobre las zonas de funcionamiento de un puerto, dentro de las cuales se puede distinguir:

- a) Zona Terrestre: Comprende el espacio destinado a la mercancía, tal como los muelles, depósitos y zona de evacuación.
- b) Zona Marítima: Comprende los espacios destinadas esencialmente a los buques y puede estar conformado por obras de abrigo, acceso, atraque y dársenas.
- c) Zona Industrial: Son aquellas áreas de gran extensión destinadas a las industrias básicas (siderúrgicas, astilleros, petroquímicas, refinerías).

A continuación, se detallarán los elementos más importantes de un puerto.

## 2.3. MUELLE

Un muelle puede definirse como una estructura construida en las márgenes de un río o canal navegables, cuya finalidad es el atraque de los buques que han de embarcar y desembarcar mercancías o pasajeros. Sus elementos constituyentes son la infraestructura y la superestructura. (Eyzaguirre,2014)

Por lo general dichos muelles están compuestos por mampostería o concreto armado, o como es común, están constituidos por pilotes que sostienen una plataforma horizontal. (Aliaga, 2009; Palomino, 2015)

### 2.3.1. Partes de un Muelle

Se pueden distinguir los siguientes componentes:

- a) Molón de acceso: Está constituido de un terraplén o plataforma construida con material de relleno, dicho material debe ser afirmado, rodillado y compactado. Sus taludes se encuentran protegidos por un enrocado acomodado por gravedad a manera de protección contra la erosión del mar. El molón no siempre termina en un uro de arranque conformado por tablestacas, esto depende de las condiciones geológicas costeras.  
Para su diseño es necesario considerar las propiedades de la roca o propiedades derivadas de las características geológicas de la roca, tal como la densidad aparente, absorción, abrasión, factor de forma y gradación, entre otros.

- b) **Puente:** Es el tramo inicial del muelle que conecta el camino de acceso, tiene como finalidad el tránsito de los vehículos y peatones. La estructura básica del puente está conformada por cerchas, conjunto de pilotes y vigas prefabricadas de concreto armado, sobre las cuales se apoyarán las losas prefabricadas de concreto armado.
- c) **Cabezo:** Es la parte más ancha donde termina el muelle. En esta parte se realizan en su mayoría las operaciones de servicio tal como la carga y descarga mediante grúas colocadas sobre el muelle. Su estructura es similar a la del puente, sin embargo, posee una diferencia en el espaciamiento entre pilotes, el cual es menor, además está provisto de defensas para amortiguar el impacto de embarcaciones contra el muelle.
- d) **Defensa:** La defensa cubre los bordes de atraque del cabezo del muelle. Usualmente se construyen con pilotes de madera. Tienen por objeto evitar el impacto directo de las embarcaciones contra el muelle. Las defensas poseen un proceso de diseño en base al cálculo de la energía de atraque, las cuales involucran el peso de las embarcaciones, velocidad de atraque, entre otros.

### **2.3.2. Elementos de la estructura de un Muelle**

De acuerdo a Aliaga (2009) se pueden distinguir los siguientes Elementos de la estructura de un muelle:

#### **2.3.2.1. Elementos de la Infraestructura**

a) Pilotes: Constituyen elementos de soporte del muelle, porque trabajan a manera de columnas empotradas en el terreno. Las dimensiones varían de acuerdo a la profundidad en la que se encuentran, la longitud de penetración requerida y la carga portante que va a soportar.

El izaje es de mucha importancia, sobre todo en el caso de los pilotes prefabricados, debido a que su peso se vuelve una carga considerable al momento de levantarlos por su gran longitud y la succión que produce con la losa donde fue construido.

b) Arriostramientos: Son elementos diagonales u horizontales que conjuntamente con los pilotes forman triángulos indeformables con el propósito de dar rigidez al muelle.

### 2.3.2.2. Elementos de la superestructura

a) Vigas transversales: Son aquellas que se encuentran perpendiculares al eje del muelle. En forma conjunta con los pilotes forman el pórtico resistente y reciben el tablero de rodamiento.

b) Losas longitudinales: Son vigas paralelas al eje del muelle, que unen los pórticos entre si y sirven de losa o tablero de rodamiento.

c) Losas intermedias: Son losas vaciadas in situ, y sirven para llenar el espacio dejado entre dos vigas losas que constituyen el tablero, además cumplen la función de monolitismo al muelle.

### 2.4. Obras Marítimas

A continuación, se presentan las obras de abrigo, obras de atraque y de amarre, así como su clasificación. (Mayo, 2014; Maldonado, 2013)

Su objetivo es proporcionar a los buques, condiciones adecuadas y seguras para su permanencia en puerto y/o para que puedan desarrollarse las operaciones portuarias necesarias para las actividades de carga, estiba, desestiba, descarga y transbordo de pasajeros y vehículos, y que permitan su transferencia entre buques, o entre estos y tierra u otros medios de transporte.

#### 2.4.1. Obras de abrigo

Una obra de abrigo puede ser descrita, tal como se muestra en la figura N°10, sus partes son:

- Cimentación, que determina la forma en que la estructura transmite los esfuerzos al terreno.
- Cuerpo central, que controla la transformación del flujo de energía del oleaje incidente y transmite a la cimentación la resultante de las acciones.
- Superestructura, que controla el rebase sobre la coronación y, en su caso, ofrece un camino de rodadura.

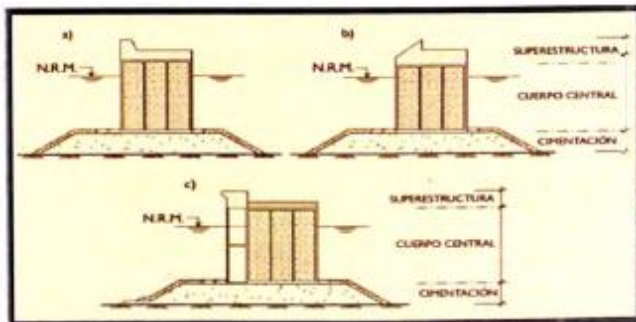


Figura N° 10 Partes de una obra de abrigo. Fuente: Mayo, 2014

Se pueden clasificar en:

#### 2.4.1.1. Rompeolas verticales

Este tipo de estructuras no son muy usadas en el Perú, ya que se necesita un suelo de buena capacidad portante para poder usarlas en forma de paralelepípedos, como se observa en la figura N°11.

Estas estructuras tienen la forma de una pared vertical, formada por cajones, bloques o pantallas, apoyados sobre una banqueta de escollera de cierto espesor.

El oleaje produce esfuerzos sobre estos diques, los cuales son:

- Esfuerzo vertical ascendente
- Esfuerzo resultante horizontal

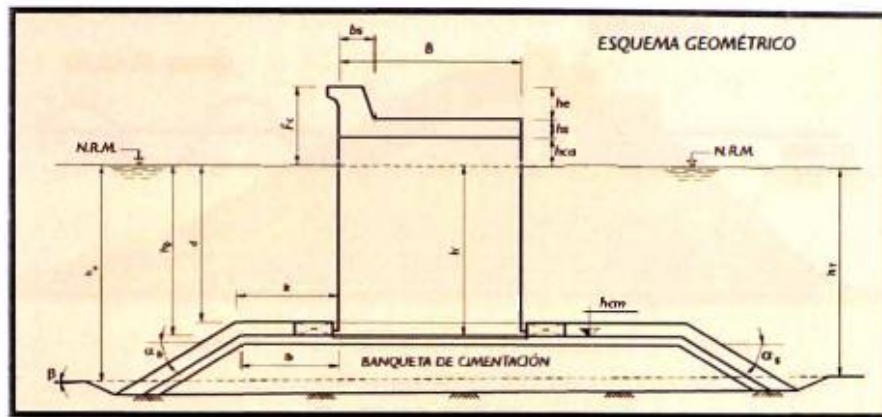


Figura N° 11 Rompeolas vertical. Fuente: Mayo, 2014

#### 2.4.1.2. Rompeolas en talud

Llamado comúnmente rompeolas o dique de escollera, tal como se muestra en la figura N° 12, el cuerpo central consta de una secuencia de mantos conformando una transición entre el núcleo y el manto principal que, construido mediante piezas naturales o artificiales, es el elemento resistente de la acción del oleaje.

Cuando se presentan fondos rocosos, se hace necesario construir una berma que proteja el terreno y la cimentación para asegurar la estabilidad y la forma del talud.

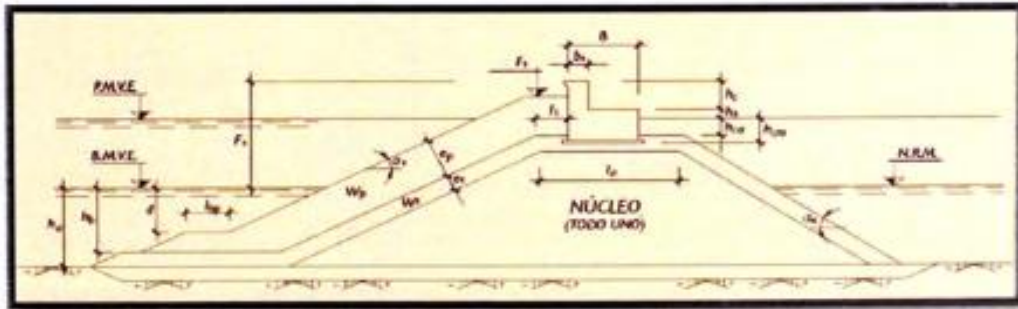


Figura N° 12 Rompeolas en talud. Fuente: Mayo,2014

### 2.4.2. Terminales de atraque

Consiste en una estructura, tal como se muestra en la figura N°13, la cual permite el atraque de buques y otras embarcaciones; proporcionando una superficie horizontal apta para las operaciones de carga y descarga.

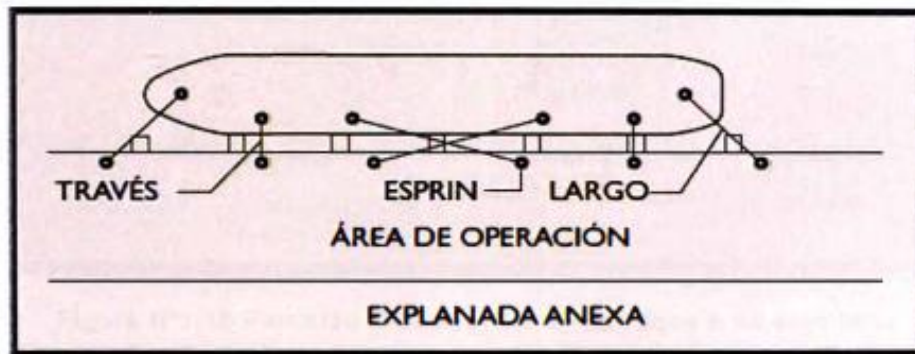


Figura N° 13 Terminal de atraque: Muelle. Fuente: Mayo,2014

De acuerdo a su tipología estructural, las obras de atraque pueden clasificarse en:

- Muelles
- Terminales de boyas
- Duques de alba

De acuerdo a su orientación con respecto a la costa se clasifican en:

#### 2.4.2.1. Pantalanes

Un muelle pantalán, apreciado en la figura N°14, también conocido como muelle de penetración es una estructura que se orienta perpendicularmente, o con cierto ángulo, respecto de la línea de la costa hacia el agua.

Los pantalanes se definen como estructuras de atraque y amarre, fijas o flotantes, que pueden conformar líneas de atraque tanto continuas como discontinuas.

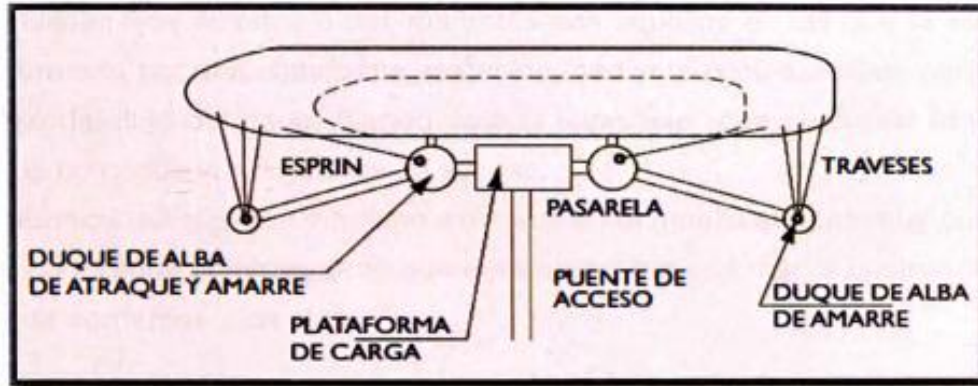


Figura N° 14 Pantalón Discontinuo con atraque a un solo lado. Fuente: Mayo,2014

### 2.4.2.2. Malecón

Un muelle Malecón o también llamado muelle marginal es una estructura orientada normalmente paralela a la costa, tal y como se observa en la figura N°15

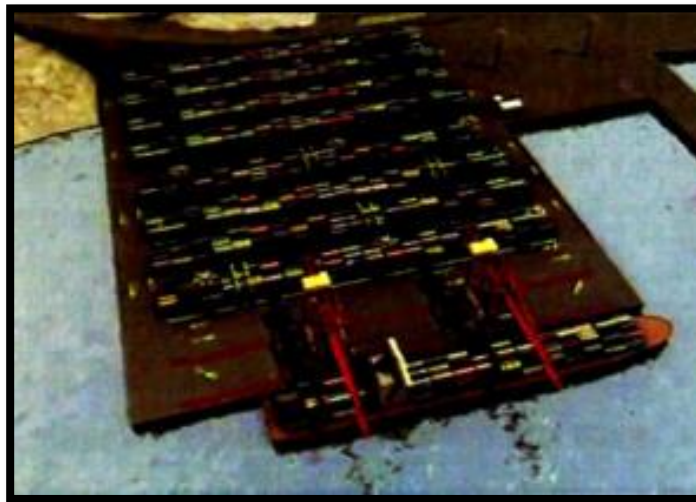


Figura N° 15 Muelle Marginal. Fuente Mayo, 2014

### 2.4.3. Sistemas de atraque

Son elementos de maniobra que se emplean para facilitar el atraque o desatraque de los buques a muelles, boyas, o al costado de otros buques. También se les utiliza para mantenerlos sujetos en una posición estable y segura durante la permanencia en puerto.

Reciben diversos nombres según la dirección en que trabajan al salir del buque:

\*Largos: salen de proa y trabajan hacia adelante

\*Esprines: Salen de un extremo del buque y trabajan oblicuamente en dirección al otro extremo



\*Traveses: Trabajan en dirección perpendicular al plano de crujía.

Por lo general, las embarcaciones van controladas por aparejos de conexión y amarradas a las bitas y cornamusas.

#### 2.4.3.1. Las Bitas

Se utilizan para sujetar y asegurar un buque y es una pieza metálica, hechas de acero inoxidable o en hierro fundido galvanizado, de uno o más brazos que sirve para amarrar un cabo, una espia o un cable. En la figura N°16, se puede observar los diferentes tipos.



Figura N° 16 Tipos de Bitas. Fuente: Mayo,2014

#### 2.4.3.2. Cornamusas

Son accesorios de baja capacidad, fabricadas en acero de fundición con dos brazos que se proyectan, destinados a ser utilizados para asegurar las amarras de embarcaciones pequeñas. En la figura N°17 se aprecia el proceso de amarre a una cornamusa.

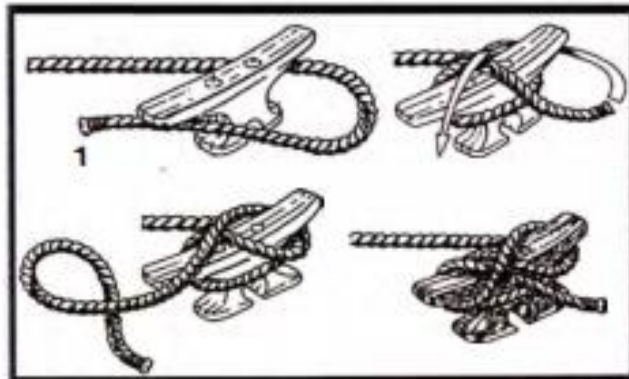


Figura N° 17 Tipos de Cornamusas. Fuente: Mayo,2014

## **2.5. Deterioro de materiales estructurales**

Muchas estructuras están sujetas a varios agentes que ocasionan un deterioro a través de su vida útil. El grado de deterioro depende de las propiedades del ambiente marino, por ejemplo, si se trata del mar o agua dulce, las fluctuaciones estacionales, rangos de mareas, condiciones climáticas, así como la composición química de los materiales de construcción. Los principales materiales usados en construcción de estructuras marinas son el concreto, acero y madera, por lo que, la mayoría de las discusiones sobre los efectos de ambientes marinos se relaciona a estos materiales.

El deterioro de las estructuras marinas también depende de los que tipos de cargas que soporta un área particular del puerto, el grado de protección del impacto del barco en el atraque, el tipo de carga que manejan y por supuesto el programa de mantenimiento en el lugar. (Gregory, 2004)

### **2.5.1. El ambiente marino**

El ambiente marino es duro y por lo general produce efectos adversos en estructuras marinas. La presencia de químicos disueltos en el agua de mar, organismos marinos, así como el efecto del hielo son responsables de las altas tasas de corrosión de acero, deterioro del concreto, y una rápida degradación de los componentes de madera de estructuras marinas.

### **2.5.2. deterioro del concreto en el ambiente marino**

El deterioro del concreto es usualmente limitado a cierta parte del ambiente marino. La zona atmosférica es generalmente caracterizada por fisuras del concreto debido a la corrosión del acero de refuerzo.

Las zonas de mareas son las más vulnerables. Se caracterizan por la fisura y desprendimiento del concreto debido al humedecimiento y secado, acción del congelamiento, corrosión del refuerzo, descomposición química de los productos de hidratación del cemento, efectos dinámicos de la acción de las olas, y abrasión por témpanos de hielo y objetos flotantes.

La parte que está constantemente sumergida en el mar es básicamente la más vulnerable para una pérdida de resistencia de concreto debido a la reacción química entre los productos de hidratación del cemento y el agua de mar.

Sería demasiado simplista sugerir que es posible identificar una sola y específica causa del deterioro para cada síntoma detectado durante la evaluación de la estructura de concreto. En la mayoría de los casos, el daño detectado será el resultado de más de un mecanismo. Por ejemplo, la corrosión del acero de refuerzo puede abrir grietas que permitan el acceso de humedad al interior del concreto. La humedad puede llevar a un daño adicional causado por el ciclo de hielo y deshielo. Con respecto al deterioro del concreto en ambientes marinos, se pueden dividir las causas en dos principales grupos:

1. Corrosión del acero de refuerzo a través de la carbonatación o por cloruros añadidos o penetrados.
2. Deterioro del concreto a través de reacciones químicas, errores de construcción, corrosión de metales embebidos, errores de diseño, erosión, hielo y deshielo, cambios de temperatura, entre otros.

## **2.6. Mantenimiento, reparación y rehabilitación de estructuras marinas**

### **2.6.1 Mantenimiento**

En general, el mantenimiento es la restauración de los defectos que se producen en elementos estructurales cuyo deterioro es inaceptable para el funcionamiento adecuado de la estructura. El primer paso del mantenimiento incluye una inspección periódica de la estructura.

La persona encargada de inspeccionar debe estar familiarizado no solo con los materiales, sino con su rendimiento previsto, y sobre todo debe ser capaz de determinar la razón actual del deterioro del material (por ejemplo, la mala calidad del material, la mala ejecución de los procesos constructivos, sobreesfuerzos, mantenimiento deficiente, entre otros).

El inspector debe establecer el alcance y las causas del problema, de otro modo podría reaparecer, por lo que el trabajo repetitivo es necesario. (Gregory, 2004)

### **2.6.2 Trabajos de rehabilitación y reparación**

Las consideraciones de los métodos de reparación y rehabilitación deben incluir la expectativa de los operadores propietarios de la estructura, por ejemplo, la vida útil esperada, función, y similares.

Todo lo mencionado anteriormente puede afectar la elección de las acciones adecuadas. En general las opciones pueden ser las siguientes: Hacer una

reparación superficial, la cual permitiría continuar el deterioro; reparar las partes dañadas sin tomar alguna otra acción; reparar substancialmente para prevenir futuros deterioros; reemplazar una parte dañada de la estructura con una nueva.

En algunos casos, el programa de reparación y mantenimiento incluyen un ciclo de reparaciones parciales, donde solo los componentes estructurales más dañados son reparados. (Gregory, 2004)

Para que se lleve a cabo la reparación o rehabilitación de estructuras marinas de manera satisfactoria, se debe tener una planificación adecuada. Las principales etapas del proceso de planificación incluyen los siguientes pasos:

- a) Determinar todos los procedimientos de reparación disponibles. Esto involucra la revisión de experiencias previas de trabajos similares de reparación y el desarrollo de una idea nueva que se relevante para el caso en mención.
- b) Examinación de la factibilidad técnica de los procedimientos de reparación y rehabilitación seleccionados. Esto puede hacerse en base a experiencias previas o a través de un análisis específico para el caso en mención.
- c) Evaluación económica de los métodos y procedimientos de reparación o rehabilitación seleccionados, y la elección de la alternativa con mejor costo-beneficio.
- d) Preparación de las especificaciones de reparación o rehabilitación, que cubrirán los procedimientos detalladamente, pasos en la operación, materiales, control de calidad, tolerancias y otros temas relacionados.

## **2.7 Modernización de estructuras existentes frente al mar**

En las últimas décadas, las autoridades portuarias buscan maneras en la que se pueda adaptar la infraestructura del puerto a las demandas del mercado. Esto ha transformado a los puertos en sistemas dinámicos que están creciendo y cambiando para el propósito por el cual fueron construidos. Desde un punto de vista ingenieril, un puerto es un sistema que comprende diversas instalaciones vinculadas directamente a una eficiencia económica y transporte seguro de cargas.

Cuando el tipo de carga o modo de transporte cambia, un puerto requiere ser modernizado para adaptarse de manera efectiva a los equipos actualizados de trabajo, transporte de carga, nuevos tipos de embarcaciones, etc.

## 2.8 Dragado

### 2.8.1. Definiciones

El dragado es la remoción de los sedimentos del fondo de arroyos, ríos, lagos, aguas costeras y océanos, y el material dragado resultante se transporta por barcos, o tuberías a un lugar de eliminación designado en tierra o en el agua donde se coloca. (Gregory, 1997)

De acuerdo a Hans (2004), el dragado se define como el levantamiento de material desde el fondo de un área cubierta de agua hasta la superficie y su bombeo a cierta distancia.

El dragado involucra un proyecto de planificación, diseño, operación y mantenimiento. Los requerimientos básicos de dragado son determinados por el diseño del canal y tasas de impacto. Las cantidades de materiales a ser dragados son determinados de registros antiguos, además el planeamiento para proyectos de dragado debe basarse en requisitos a largo plazo y estudios hidrográficos. (Gregory, 2004)

En la presente investigación esta actividad se ejecuta con el fin de aumentar la profundidad del muelle y así poder recibir embarcaciones de mayor calado; aumentando así la capacidad de recepción de carga del muelle.

Los niveles de dragado se controlan a través de batimetrías, que es el equivalente submarino a las altimetrías, dándonos los perfiles de las profundidades marinas.

### 2.8.2. Características de los sedimentos dragados

Los sedimentos dragados se componen de partículas sólidas, agua y gas. Los sedimentos son comúnmente clasificados como grava, arena, limo y arcilla, dependiendo del tamaño de partículas. Un análisis granulométrico es empleado para determinar la distribución de las partículas. Una muestra de sedimento se sacude a través de un conjunto de tamices con aberturas progresivamente más pequeñas, y la gráfica obtenida de los pesos retenidos acumulados por cada tamiz nos da una idea sobre la distribución del tamaño de partículas de la muestra, tal como se muestra en la figura N° 18.

Un análisis hidrométrico es realizado para las partículas más finas que 0.04 mm. El diámetro D10 significa que el 10% de las partículas sólidas son más finas que este diámetro, y el diámetro D30 es aquel que tiene un 30% de partículas más finas. Similar con los diámetros D50 Y D60.

El coeficiente de Uniformidad  $C_u$  es un índice de la uniformidad del tamaño de partículas, mientras que el coeficiente de curvatura representa el grado de curvatura de la granulometría.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}, \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} * D_{10}}$$

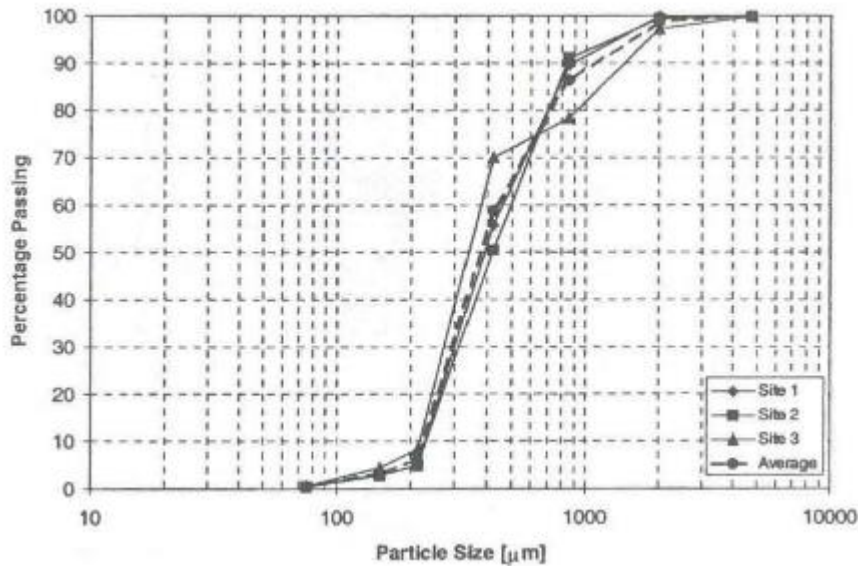


Figura N° 18 Resultado de un análisis granulométrico (Hans,2004)

Si el valor  $C_c$  se encuentra entre 1 y 3, y el valor  $C_u$  supera 4 para gravas o 6 para arenas, se puede decir que el suelo se encuentra bien gradado. De lo contrario, el sedimento esta pobremente gradado.

A continuación se presenta el resultado granulométrico de la obra:

mra		RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO														HOJA:	1												
																DE:	2												
PROYECTO:		INVESTIGACIONES GEOTECNICAS MUELLE NORTE				N°:		01135		UBICACIÓN:				CALLAO		FECHA:		31-08-11											
CLIENTE:		APM TERMINALS CALLAO S.A.				OPERADOR:		MLLCH		REVISADO:				C.A.S.		CUADRO:		1135-01											
SONDAJE	Prof. (m)	Porcentaje Acumulado que Pasa la Malla												γ (gr/cc)		LL	LP	IP	w	SUCS	OBSERV.	Gs (grava)	Gs (fines)						
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#10	#20	#40	#60	#140	#200									Hum.	Seca	%	%	%	%
M-103	5.40 - 5.85									100,0	93,8	90,5	88,6	85,7	67,1	48,0						48,1	SM	*			-		
M-103	7.00 - 7.40									100,0	99,3	97,7	96,7	96,2	93,9	61,9							43,8	ML	*				
M-104	2.60 - 3.05			100,0	66,1	50,0	50,0	45,6	40,5	37,5	36,3	35,7	31,5	12,1										SM	*				
M-104	4.50 - 4.92							100,0	48,5	48,5	48,5	48,5	48,5	48,5	6,8									SP-SM	*				
M-105	5.30 - 5.75									100,0	99,7	99,6	99,5	97,8	69,8									57,5	ML	**			

\* Mezclas de material con restos de conchuelas entre la N° 10 y 40  
 \*\* Mezcla de material con micras entre la N° 40 y 200

**Análisis Granulométrico por Tamizado**

PROYECTO : INVESTIGACIONES GEOTECNICAS MUELLE NORTE      N° : 01135      HOJA: 2 DE 2  
 CLIENTE : APM TERMINALS CALLAO S.A.      UBICACIÓN : CALLAO

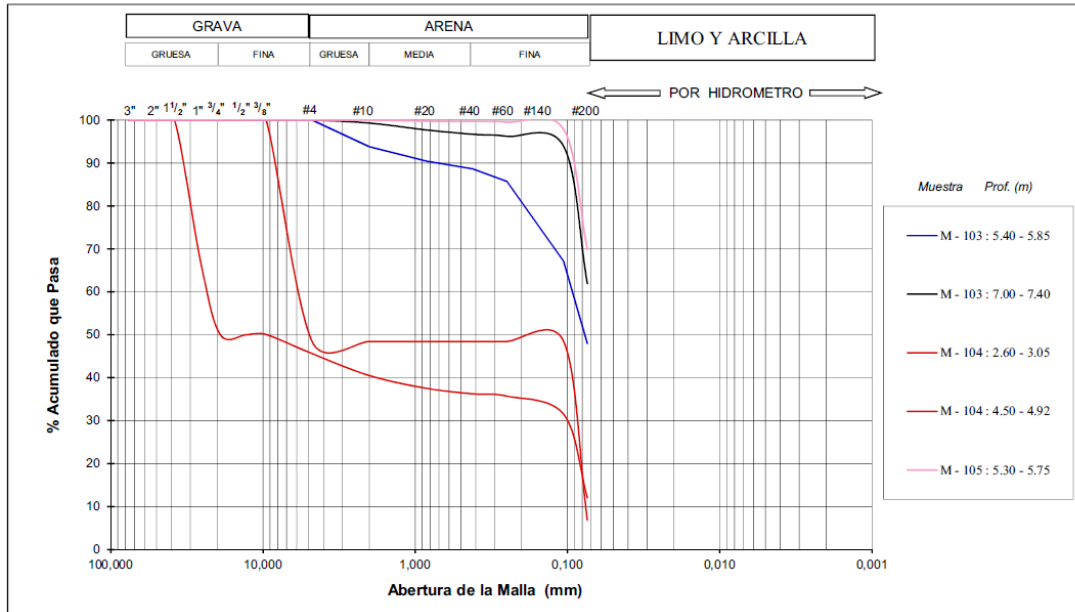


Figura N° 19 Estudio de Suelos APM Terminal Callao

Según los resultados de los ensayos para las 4 perforaciones ejecutadas en el estudio de suelos de la obra, se encontraron características similares de para todos los casos, encontrándose Arcilla o Limo Orgánico y Arena fina Limosa para los estratos blandos.

**2.8.3. Métodos de dragado y equipos**

**2.8.3.1. Dragas hidráulicas grandes**

Las dragas hidráulicas comúnmente se clasifican como grandes cuando el diámetro de la descarga de la bomba y la tubería de descarga son superiores a 305 mm. Las dragas hidráulicas desempeñan ambas fases del proceso de dragado (excavación y eliminación de material)

La eliminación del material se logra bombeando el material dragado a través de una tubería que está flotando, hacia el área de eliminación.

Las dragas hidráulicas son más eficientes, versátiles y económicas. El material dragado primero es aflojado y mezclado con agua del ambiente mediante cabezales de corte o chorros de agua y se bombea como un fluido a través de una tubería larga o hacia una tolva.

Los componentes básicos de una draga hidráulica son: la bomba de dragado, maquinaria de excavación y agitación, así como equipos de elevación y acarreo.

Las dragas hidráulicas se clasifican en tolva (succión posterior), tubería (succión simple, cabeza de corte, recogedor), rueda de cangilones y fundición lateral. (Sanz, 2012)

#### **2.8.3.2. Dragas hidráulicas pequeñas**

Son consideradas como tal, aquellas que tiene una línea de descarga de 305 mm en diámetro o menos. Este tipo de dragas, así como las anteriores, desempeñan ambas fases de la operación de dragado (excavación y eliminación de material).



## **CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LAS PARTIDAS DE HINCADO DE PILOTES Y DRAGADOS**

Antes de ahondar en las partidas mencionadas, se procederá a una breve descripción del proyecto ejecutado.

### **3.1. Generalidades**

El proyecto desarrollado en el presente documento es la Ampliación del Terminal Multipropósito Muelle Norte – Callao, obra que busca incrementar su capacidad, al doble, para poder atender la creciente cantidad de importaciones y exportaciones que se vienen dando en lo que respecta al comercio exterior del país.

La modernización del Terminal del Norte será realizada en 5 fases, las dos primeras llevadas a cabo a través de los 3 siguientes contratos:

- a) Contrato N°01: Obras de Demoliciones
- b) Contrato N°02: Obras de Dragado
- c) Contrato N°03: Obras de Muelles, Edificios, Servicios y Terminal.

El ámbito de la obra para el contrato N°3- obras de Muelle, Edificios, Servicios y Terminal para la Fase 1 y 2 de la Modernización del Terminal Multipropósito Norte del Callao:

- Demolición de edificios existentes, instalaciones y pavimentos;
- Demolición y nueva construcción de los muelles 5D y 5E para buques Post Panamax;
- Demolición y nueva construcción del muelle 11 para buques Post Panamax;
- Excavación y relleno de áreas de zonas ribereñas de muelle;
- Pavimentos (trabajo pesado, medio y ligero);
- Mejoramiento de terreno (corte y llenado, columnas de piedra);
- Otras obras varias.

El presente informe de suficiencia profesional, como ya se ha descrito anteriormente desarrollará únicamente los aspectos constructivos correspondientes a las partidas de Hincado de Pilotes y Dragados de la Etapa 1 y 2, de los contratos N°2 y N°3 de la ampliación del muelle Norte del Callao.

El área del terminal a ampliar se muestra con mayor detalle en la figura N°20, encerrada con la línea negra:



Figura N° 190 Área de ampliación del terminal. Muelle 5

### 3.2. Obras de Demolición

La ampliación del Muelle 5 y 11 implica la demolición del muelle existente y la construcción de un nuevo muelle de 560 m de largo.

El término demolición incluye las obras de remoción, eliminación y transporte fuera de la zona portuaria. Así como también la colocación de los residuos de demolición en las zonas establecidas para tal fin.

Cuando el avance de la demolición es suficiente, la cabeza de pilotes existente que quedará a la vista para poderse remover, dicha secuencia de demolición se muestra a continuación:

- a) Excavadoras con martillo se posicionan sobre la zona de la plataforma a ser demolida, el proceso se realiza por hileras, hasta dejar la cabeza de los pilotes expuesta.



Figura N° 201 Excavadoras con martillos realizando los trabajos de demolición de la plataforma. Fuente:

- b) Grúas son empleadas para la remoción de los pilotes que sostenían la zona de la plataforma demolida.

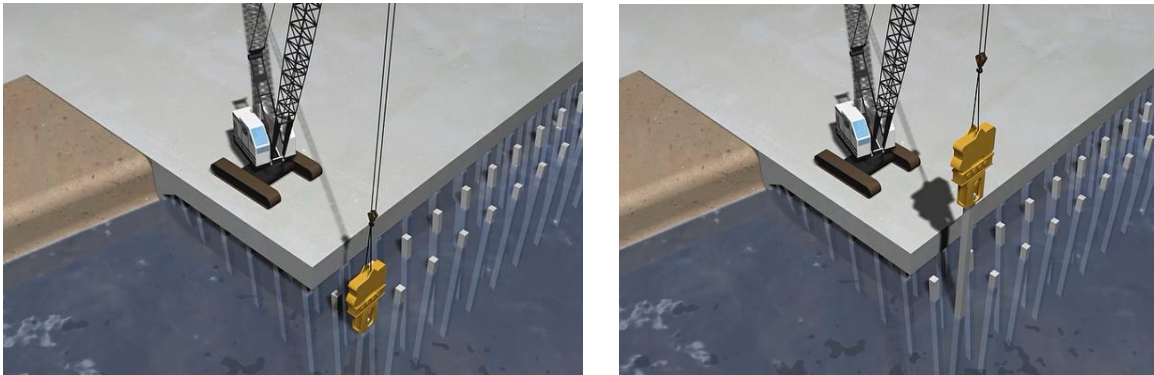


Figura N° 212 Remoción de pilotes , una vez expuestos al demoler la plataforma. Fuente: APM Terminals



Figura N° 223 Proceso de remoción de pilotes

### 3.3. Dragado

Consiste en la extracción de material de las áreas del lecho marino, a niveles y perfiles de pendiente definidos; asimismo; se refiere a la eliminación del material en los sitios de depósito en alta mar o para su recuperación o en vertederos como se indica en los planos del proyecto.

Algunos conceptos importantes se muestran a continuación:

- a) Superficie de comienzo dragado (SCD): Se refiere a la superficie del fondo marino existente antes del inicio de las obras de dragado establecido por el reconocimiento interno de conformidad con las especificaciones técnicas del proyecto.
- b) Perfil de diseño de dragado (DDP): Se refiere a la superficie definida por las líneas, niveles y pendientes indicadas en los planos a partir de lo cual todo material del lecho marino, independientemente de su tipo o naturaleza, debe ser eliminado por dragado en virtud del contrato.
- c) Estructuras marinas: Se refiere a los malecones, espigones, rompeolas, espigones, muros de muelle, delfines, muelles, varaderos, balizas, faros, pasos de aterrizaje para el atraque de barcos.

El alcance de los trabajos de dragado para el muelle 5 y 11 son los siguientes:

- a) Volumen dragado total de 200880 m<sup>3</sup>
- b) Los muelles 5D, 5E y 11 serán dragados a una cota de -16m a lo largo de su longitud.
- c) Se ampliará el área opuesta al muelle 5E y adyacente a la terminal de pesca.
- d) Se dragará una berma para ubicar un dique de roca en la pendiente dragada adyacente al terminal de pesca.
- e) El fondo marino debajo y adyacente al terminal de pesca se reducirá a una cota de -5m.
- f) La pendiente dragada existente (1:5) en la pared final se volverá a perfilar a 1:2.25 y se dragará una zanja de protección del fondo a una cota de -17m a lo largo de su longitud.

Las áreas de dragado se muestran, así como la nueva pendiente se muestran en la siguiente figura.

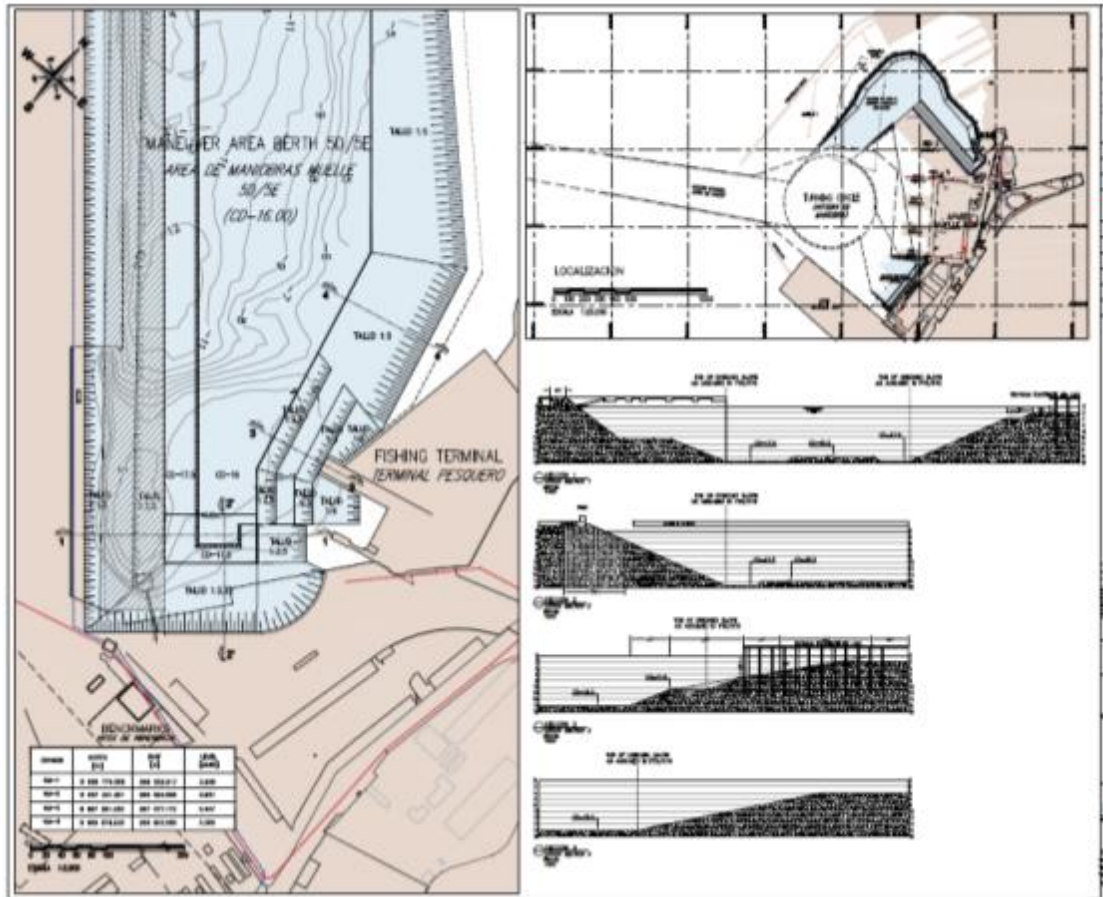


Figura N° 234 Área de dragado y nueva pendiente dragada

Los procedimientos y consideraciones tomadas a lo largo del proyecto se definen como sigue.

### 3.3.1. Ejecución de trabajos

Una vez que todos los permisos (dragado, medio ambiental, etc) y licencias (dragado, disposición, etc) estén vigentes, se comienza la movilización de la planta y del equipo. Se emplea un equipo equipado con un sistema de dragado de succión y retroexcavadora con pulpo hidráulico, tal como se muestra en la siguiente figura N°25.

Se contrató un remolcador y lanchas de reconocimiento para dicha labor.

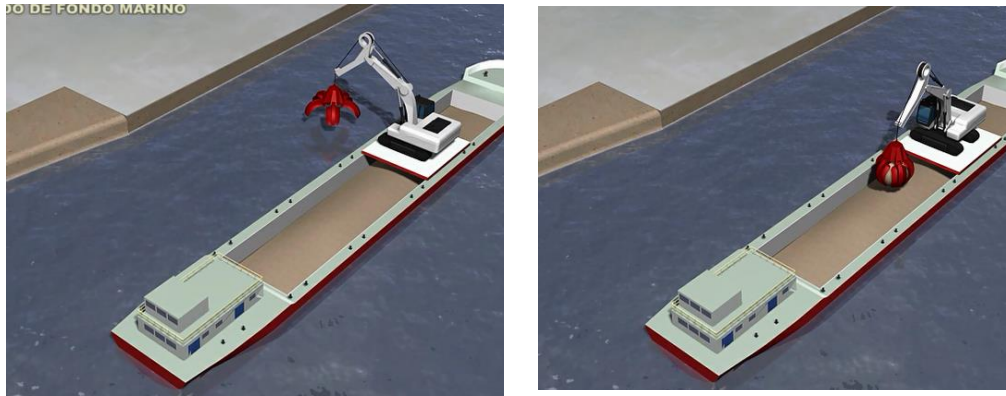


Figura N° 245 Retroexcavadora con pulpo hidráulico realizando dragado de material

Tomando en cuenta las condiciones del suelo, las profundidades, condiciones del mar y el clima, se ejecutan los trabajos de dragado con la draga retroexcavadora “OMVAC DIEZ”, la cual se aprecia en la figura N°26. Los datos técnicos de la “OMVAC DIEZ” también se muestran en el anexo 1.

La actividad inicia con el traslado de las embarcaciones hacia la zona de trabajo, las embarcaciones a movilizarse son: embarcaciones de apoyo, gánguil autopropulsado, donde se encuentra posicionada la excavadora, una vez en el sitio se ancla en el fondo marino, teniendo el punto definido en coordenadas, el gánguil se ancla mediante cuerdas sujetas a cuatro muertos (anclas) ubicadas a los lados de la embarcación, se ubican en su posición final en el fondo marino.



Figura N° 256 OMVAC DIEZ



Figura N° 267 Dragado con pulpo hidráulico



Figura N° 278 Remoción de material dragado del fondo del lecho marino

### **3.3.2. Dragado con pulpo hidráulico**

El área de dragado se dividió en cuadros (cortes) para facilitar la planificación (Ver figura N°29), la comunicación y la presentación de informes. Cada cuadro tiene un número de identificación único. El superintendente operativo, bajo la supervisión del gerente de obras, decide sobre la planificación real del dragado, teniendo en cuenta las predicciones actuales, las mareas, las mareas y el pronóstico del tiempo.

Para llevar a cabo el trabajo se colocan en el lecho marino 4 anclas de amarre. La embarcación se coloca en el área de trabajo, paralela al muelle, fijándose con 4 cuerdas controladas por cabrestantes hidráulicos, una en cada esquina, colocando los anclajes en el mar o puntos fijos siempre que sea posible.

De esta manera se avanza en una especie de pasillos o calles (cajas) que se van dragando perpendicularmente al muelle. Para controlar la posición se emplea un sistema de GPS diferencial para una computadora asociada con el plano de trabajo dividido en cuadrículas, lo que permite saber en todo momento el lugar donde se está trabajando.

Durante la operación de dragado, se cava una zanja con la retroexcavadora y el pulpo hidráulico a la cota (profundidad) especificada y se deposita el material extraído en el tanque de toros (bodega abierta) de la embarcación. (Ver Figura N°25, 27 y 28)

Utilizando un cable de medida "escandallo" o marcas propias en el cable de pulpo hidráulico se controla el nivel al que se quiere llegar, siempre referido al cero hidrográfico, teniendo en cuenta la altura de la marea en ese momento.

Después del dragado de una calle (perpendicular al muelle), se procede a avanzar al siguiente moviendo el "ganguil" a través de 4 winches, enrollando / desenrollando las cuerdas. Cuando la longitud de los extremos no permita avanzar más, se mueve de nuevo los anclajes de amarre a una nueva posición, así como los amarres en tierra si los hay.

Para el progreso continuo y la supervisión de la calidad durante la operación de excavación de zanjas, un buque de inspección estará en el sitio para trabajar con la draga retroexcavadora.



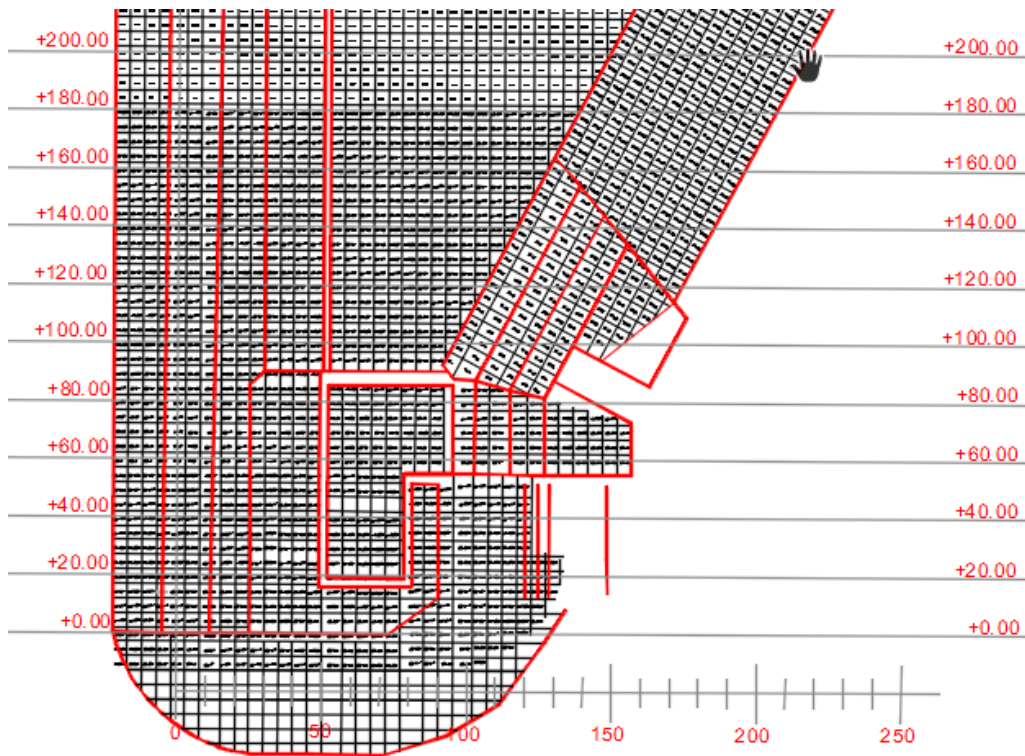


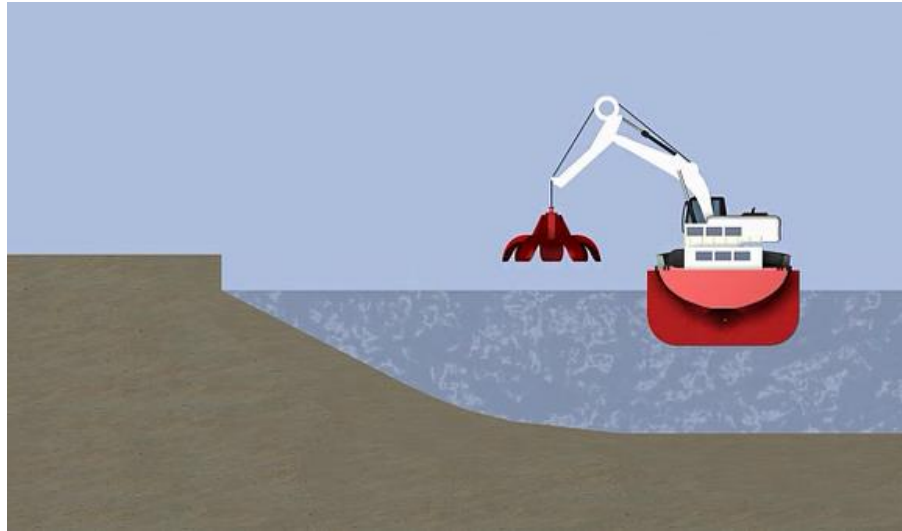
Figura N° 289 Partición de la zona del proyecto en cuadrículas

Tan pronto como se haya cargado el "OMVAC DIEZ", se dirige hacia el área de eliminación designada que se encuentra a aproximadamente 8,5 km de las áreas de dragado. El fondo retendrá el material dragado mediante la apertura de "ganguil" en las áreas establecidas para este propósito. Se facilitará a las coordenadas del patrón de dragado del lugar donde se debe verter el material dragado y se marcará claramente en el nivel de posicionamiento utilizado.

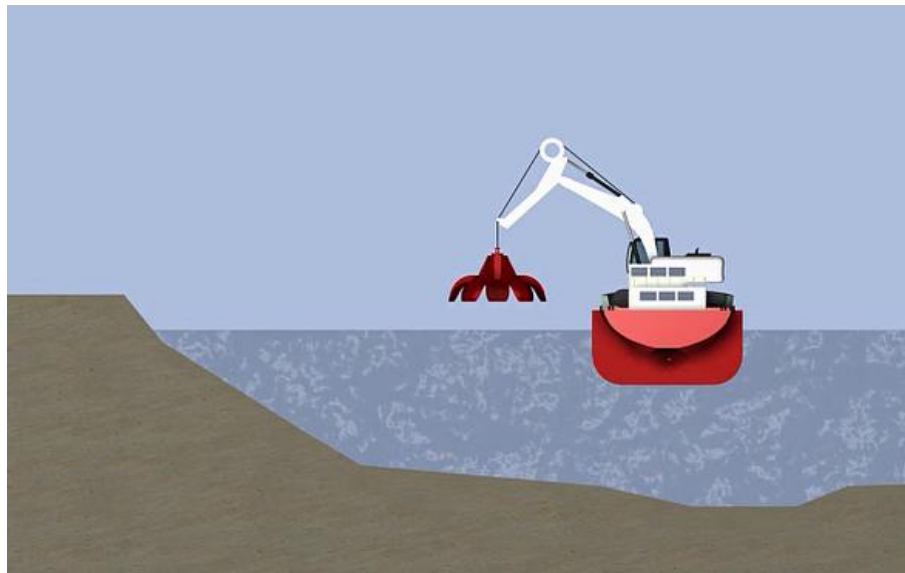
La draga funciona típicamente hacia atrás, se mueve en la dirección opuesta a la excavadora. De esta manera, el material que cae por la pendiente creada perpendicular a la línea central cae hacia el cubo, dejando un fondo nivelado de la zanja. El diseño de dragado tiene en cuenta los impactos de las actividades de envío, las corrientes y las acciones del viento y las olas. La posición inicial y final, así como el rumbo de cada línea de dragado, se calculan de antemano para que la draga siga.

Para el posicionamiento horizontal, la draga utilizará sistemas GPS diferenciales en combinación con giroscopios, lo que dará una precisión satisfactoria.

En las siguientes imágenes se ilustra el proceso de dragado con pulpo hidráulico.



*Figura N° 30 perfil inicial del terreno*



*Figura N° 29 Maquinaria perfilando el terreno*

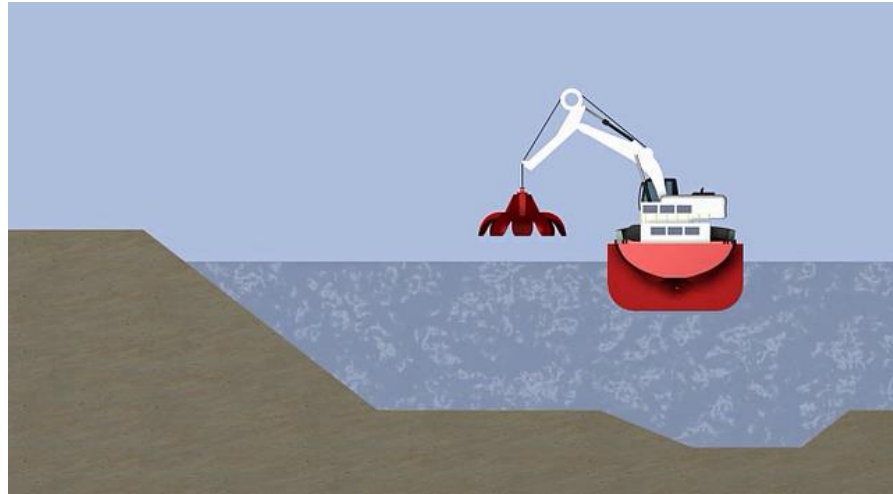


Figura N° 30 Sección de terreno proyectada

### 3.3.3. Trabajos de dragado con bomba de succión

En aquellas zonas donde existieran materiales sueltos como arena, se emplea un equipo de succión. Para lo cual la draga se moverá constantemente en calles paralelas y succionará el material de fondo hasta la cota indicada. Una vez llena la cámara, el Gerente de Construcción lo trasladará al área delimitada por desechos, para descargar el material dragado mediante la apertura longitudinal "ganguil", así como el dragado con el pulpo hidráulico.

Durante las actividades tanto de dragado como de vertido o enrasado se realizarán trabajos de batimetría en el área de trabajo como prueba de avance parcial, estabilidad de taludes, etc., además se verifican las dimensiones del área de vertido para verificar si se requerirá una nueva área de vertido.

En caso de que sea necesario en algún momento el uso de buzos, debe coordinarse perfectamente con ellos para que no se les permita realizar simultáneamente otro trabajo en el área donde los buzos están trabajando. Estará perfectamente señalado y marcado el lugar donde trabajarán los buzos.

Todas las operaciones de dragado se ejecutarán en estrecha comunicación por radio con las Autoridades Portuarias a fin de garantizar todas las operaciones de seguridad y puertos sin problemas.

Todos los suministros de combustible, alimentos, agua y otros, se coordinarán con el agente portuario del barco.

### 3.3.4. Recursos

Entre los recursos empleados se tiene tanto al personal como maquinaria empleada, las cuales se enlistan a continuación:

- a) Personal: La draga trabajará en dos turnos y el personal por puesto de trabajo será como sigue:
  - 2 capitanes de barco (uno por turno)
  - 2 mecánicos navales (uno por turno)
  - 2 operadores de retroexcavadora /dragado (uno por turno)
  - 2 marineros (uno por turno)
  - 1 Supervisor responsable
  - 1 Supervisor de seguridad
  - Personal auxiliar en caso de apoyo (buzos, topógrafo)
- b) Maquinaria y Equipos
  - 1 draga OMVAC DIEZ
  - 1 Retroexcavadora
  - 1 Manguera de succión
  - 1 Pulpo hidráulico
- c) Equipos de protección personal
  - Casco de seguridad
  - Botas de seguridad
  - Calzado de trabajo adecuado a las tareas a realizar (botas de agua, etc)
  - Ropa de trabajo adecuada a las condiciones
  - Ropa de abrigo adecuada a las condiciones
  - Traje de agua para tiempo lluvioso
  - Guantes de trabajo
  - Gafas de protección
  - Cinturones de seguridad y cuerdas de seguridad
  - Protectores auditivos
  - Chalecos salvavidas
  - Otros que se consideren necesarios

### **3.3.5. Control de Calidad**

Los criterios de aceptación serán los especificados en los planos del proyecto, especificaciones técnicas, instrucciones de trabajo y demás documentos que forman parte del expediente técnico.

Las tolerancias dadas para el proyecto son:

La tolerancia de dragado vertical con respecto al perfil de dragado de diseño (DDP) que aparece en los planos es de +0 mm y +400 mm, donde (+) indica un nivel superior al DDP y (-) indica un nivel por debajo del DDP. Ninguna cresta superior al DDP es aceptada.

La tolerancia de dragado horizontal con respecto al DDP mostrado en los planos es +0mm y +2000m, donde (+) indica una distancia dentro del DDP y (-) indica una distancia fuera del DDP.

Todos los taludes de dragado serán al ratio 1 vertical: 5 horizontal o permanecerán dentro de la envoltura creada por la tolerancia de dragado horizontal con respecto al DDP.

Todas las operaciones de dragado se ejecutan en estrecha comunicación por radio con las Autoridades Portuarias a fin de garantizar todas las operaciones de seguridad y puertos sin problemas.

### **3.3.6. Exceso de dragado**

El exceso máximo de profundidad que puede ser dragado con respecto al DDP es de +800mm. En ningún caso el contratista puede dragar a una profundidad mayor a la del límite de exceso de dragado de +800mm con respecto al DDP, como se indican en los planos del proyecto.

### **3.3.7. Eliminación del Material Dragado**

Todo material dragado se considera material inadecuado y se elimina en la zona de eliminación marina, que se encuentra a 8 km al noreste de la entrada del puerto a 50 m del agua. Esta área de disposición se ha empleado anteriormente para la eliminación del material dragado desde el Puerto del Callao para los esquemas previos de capital y mantenimiento de dragados.

Las coordenadas de la zona de vertido marino se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1 Coordenadas de Área de desechos marinos

Vértices de área de desecho	Coordenadas de este (m)	Coordenadas de norte (m)
A	259 895.98	8 671 300.68
B	260 011.50	8 672 152.66
C	259 154.90	8 672 268.81
D	259 039.37	8 671 416.83

El vertido de material dragado en dicha zona no debe elevar el nivel de los fondos marinos en más de 2.5m. Además, con el fin de demostrar el cumplimiento de este requisito, el contratista llevará a cabo un reconocimiento previo al vertido, reconocimiento provisional y reconocimiento post vertido para verificar los niveles de eliminación. Se lleva a cabo un reconocimiento provisional de la zona de eliminación cada dos semanas en presencia de los representantes del Contratante, del ingeniero y de las Autoridades Portuarias.

### 3.3.8. Reconocimientos

El contratista establece una serie de estaciones de reconocimiento para las obras.

El contratista debe verificar la Puesta en Marcha de las estaciones existentes, así como la exactitud de los datos facilitados.

Las marcas de reconocimiento se establecen sobre un perno de acero fijado en forma concreta o a través de otro medio aprobado por el ingeniero. Ninguna marca de reconocimiento será cubierta, perturbada o destruida antes que las marcas alternativas precisas del reconocimiento de referencia se hayan establecido y que los detalles de la posición de las marcas y los niveles de estudio de este tipo hayan sido aprobados por el ingeniero. La marca de referencia de reconocimiento del contratista deberá ser de al menos la misma calidad y durabilidad a la marca de medición ya existente.

El contratista debe establecer marcas de reconocimiento suficientes de referencia en los lugares donde no se vean afectadas durante la construcción. El contratista debe presentar al ingeniero el método de puesta en marcha que se propone emplear.

Si alguna de las marcas de levantamientos trigonométricos, marcas de referencia u otras marcas topográficas son perturbadas o destruidas luego que se haya

otorgado en posesión el sitio al contratista, ellas serán reemplazadas por una persona debidamente calificada a cargo del contratista. En los casos en los que el desplazamiento o daño a tales marcas de reconocimiento sean inevitables, el contratista deberá notificar al ingeniero con suficiente anticipación para que se pueda hacer arreglos para que dichas marcas de reconocimiento sean adecuadamente referenciadas y reintegradas.

a) Medidores de mareas (mareógrafos):

El contratista debe establecer un mareógrafo y confirmar el mismo vía reconocimiento previo al reconocimiento interno o externo de la topografía. Si se ha establecido un mareógrafo electrónico, la precisión del indicador debe ser verificada de forma manual y los resultados presentados al ingeniero para su información.

El mareógrafo transmite también los datos de mareas a los equipos de dragado del contratista. Los registros electrónicos de los datos de mareas se proporcionan al ingeniero, el contratista debe presentar una copia del programa que el contratista emplea para determinar los datos de mareas. Los medidores de mareas temporales se instalan alrededor del sitio a medida que avanza el trabajo.

Los medidores de mareas temporales se montan verticalmente y firmemente en soportes rígidos en lugares acordados por el ingeniero en todo momento durante la ejecución de las obras marítimas y deben ser calibrados, nivelados y fijados para dar lecturas de mareas con una precisión de 20mm.

Los medidores de mareas temporales deben estar hechos de madera de 50mm de espesor u otro material de sustitución que sea aprobado por el ingeniero y serán como mínimo de 250 mm de ancho en el frente de medición y con un mínimo de 3200mm de largo. La longitud del indicador de mareas se extenderá por encima de 1 m de HAT y 0.5m por debajo de LAT. Los indicadores deben estar pintados en los frentes marcados con rayas alternas de 100m en rojo y negro y deben estar marcados y numerados en negro en intervalos de 0.5m sobre el rango de marea de LAT (Altitud baja de marea) a HAT (altitud alta de marea).

b) Equipo de reconocimiento batimétrico:

La prueba de sonido se lleva cabo por medio de una grabación de doble frecuencia del rastro del ecosonda con sensibilidad suficiente para permitir una medición precisa de los niveles de fondo marino y de cualquier material suelto que pueda estar presente por encima del nivel del lecho. Para evitar cualquier duda, se registran las frecuencias de reconocimiento interno y externo de 33 Hz Y 210 Hz.

El equipo de reconocimiento debe estar equipado con un dispositivo de compensación de levantamiento que permita la topografía adecuada cuando las olas superen los 0.2m.

### **3.4. Pilotes**

Los pilotes pueden ser de diferentes tipos, de concreto armado, metálicos o de grava, en el proyecto se utilizaron pilotes tubulares de acero, hincados directamente en el mar mediante la utilización de barcazas, grúas y martillos vibratorios.

En esta sección se detallarán los trabajos que consisten en la descarga desde barco, de pilotes de acero, así como su traslado y acopio en la zona habilitada para su colocación. El suministro de pilotes se realiza en dos partes como se detallará a continuación.

Antes de realizar la descarga de pilotes, se debe de tener en cuenta que se hayan realizado labores como la adecuación de la zona de acopio establecida. Para el primer suministro se realiza el acopio en una zona denominada como “El Chaparral”, dicha zona debe adecuarse antes mediante labores de limpieza y desbroce de la superficie a ocupar, así como la demolición y remoción de elementos que afecten los futuros acopios. Se considera básicamente la demolición de muros interiores, luminarias y postes interiores, muro exterior de acceso a la zona, casetas interiores.

Una vez realizadas las labores mencionadas se procede con la actividad de descarga, traslado y acopio.

#### **3.4.1. Descarga**

El suministro de los pilotes se realiza en barco desde China. La carga de estos pilotes se realiza empezando por los de mayor longitud y continuando por los de menor longitud, finalizando por las piezas de cortante de 1 metro (llaves de corte) que se sitúan en lo más alto.





*Figura N° 31 Carga de materiales*

Cuando el barco atracado en el muelle asignado, se procede a la descarga de los pilotes, comenzando con los de menor tamaño. Para ello se emplean grúas de las que dispone el barco. Previamente se debe realizar el enganche de las cabezas de los pilotes empleando ganchos y eslingas de acero. Esta operación se realiza mediante dos operarios.



*Figura N° 32 Descarga de pilotes*

Una vez se compruebe la buena sujeción de dichas cabezas, los operarios se retiran de la zona sobre los elementos a izar y sostienen cada uno una cuerda que servirá para manejar la estabilidad frente al giro de los pilotes. Es entonces cuando la grúa procede al izado de los pilotes fuera del depósito dentro del barco en que se encuentran, todo ello bajo la supervisión del rigger autorizado para dar instrucciones al operario de la grúa.

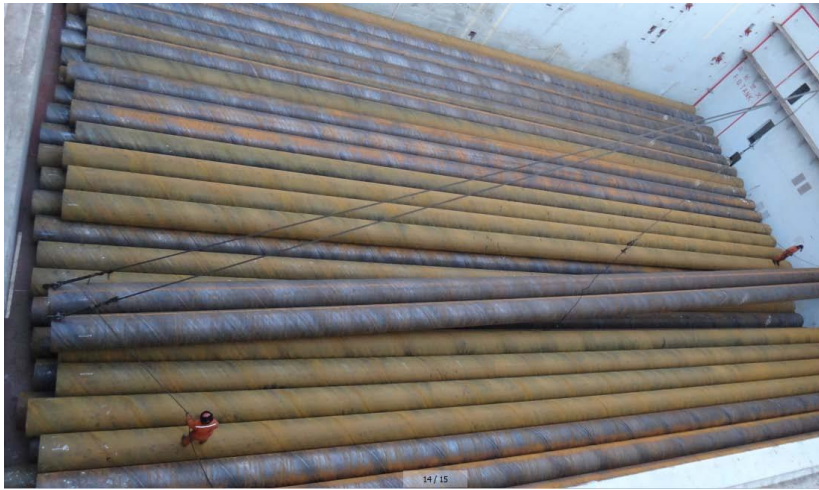


Figura N° 33 Pilotes a ser descargados

### 3.4.2. Transporte

Una vez fuera del barco, la grúa sitúa los pilotes sobre un camión plataforma previamente posicionado en el radio de acción de la grúa del barco. Esta maniobra la controla el mismo rigger que coordina el izado de los pilotes, junto con el operario de la grúa.



Figura N° 34 Pilotes a ser transportados

Estos camiones tienen una capacidad de hasta 20 toneladas, por lo que pueden albergar según las dimensiones de los pilotes 1 o hasta 2 unidades encima.

Una vez situados los tubos se procede a amarrar los mismos al camión empleando eslingas para evitar el movimiento de los pilotes durante su traslado.

Una vez se compruebe que la carga esté asegurada, se procede al traslado de los mismos a la zona de acopio en “El Chaparral”. Se dispone de hasta 5 camiones plataforma para esta labor. En el caso de pilotes de gran envergadura (34m) se procederá calzando la parte donde comienza el vuelo de los pilotes con taco transversal de manera que asegure la horizontalidad de la parte final de los pilotes, o bien se dispone de patines sobre los que se apoyará la parte final de dichos pilotes.

### 3.4.3. Acopio

En la zona de acopio (“Zona 4” o en “Chaparral”) se dispone de una grúa de 160 toneladas. Esta recibe los pilotes que trae el camión plataforma y, tras poner los ganchos de izaje se procede a su colocación en la zona establecida de los acopios. Alternativamente, en pos de mantener un ritmo adecuado a la descarga en muelle, se podrá trabajar con 2 montacargas de 15 ton los que trabajaran conjuntamente. Estas izarán y sostendrán los dos pilotes que reciban (en la misma posición en que se acopiarán), dando espacio y tiempo a que la plataforma se desplace y deje la zona de acopio. Una vez retirada esta, procederán a acercarse al acopio e iniciarán la bajada de los pilotes para acomodarlos a su posición definitiva.

Los acopios se han distribuido como indica el plano mostrado en el Anexo 2, de tal forma que se acopiarán por longitudes y de forma ordenada, esto es, según estén agrupados en el barco (de menor a mayor longitud). Estos acopios se han decidido ubicar en 5 alturas apoyándose unos pilotes sobre otros adoptando una forma piramidal, adoptando con esta disposición una mayor estabilidad del conjunto.



Figura N° 35 Pilotes trasladados

Para salvaguardar los extremos de los acopios frente a deslizamientos y movimientos, se dispondrán sacos de arena o bloques tipo “new jersey” que impidan los mismos.

Los pilotes se acopian en una primera fila a ras de suelo, habiéndose comprobado la horizontalidad del firme sobre el que se acopiarán. Dicha fila cubre el alcance de la grúa en horizontal. Una vez se haya completado esta primera fila, se procede a acopiar la siguiente fila (segundo nivel) en el mismo orden en que se acopio la primera fila (requiriendo un pilote menos que la anterior).

Posteriormente, se procede de igual forma en un tercer nivel y así sucesivamente hasta alcanzar los cinco niveles establecidos.

En ese momento se prosigue a acopiar los pilotes completando la sección de abajo a arriba (uno en la primera fila, otro en la segunda, así hasta el quinto nivel).



Figura N° 36 Acopio de pilotes

De esta forma se procede a realizar el acopio de los pilotes según su longitud.

Para estas labores se emplearon los siguientes recursos:

- a) Personal: Se empleará el siguiente personal en las labores:
- 01 Operario de grúa en barco
  - 01 Operario de grúa en acopio
  - 01 Rigger para descarga desde barco
  - 01 Rigger para acopio de pilotes
  - 02 Operarios para embragar los pilotes a bordo de barco
  - 02 Operarios para desenganchar pilotes en camión
  - 05 Conductores de camión plataforma
  - 02 Operarios para enganchar-desenganchar pilotes en acopio

- Señalistas
  - Encargado
- b) Maquinarias y materiales: Se emplearán los siguientes materiales y maquinarias en las labores:
- 01 Grúa de barco
  - 05 Camiones plataforma
  - 01 Grúa de 160 tn en acopio
  - 02 montacargas de 15 tn
  - Eslingas
  - Ganchos
  - Sacos de arena
  - Topes tipo "New Jersey"

#### 3.4.4. Hincado de Pilotes

El remolcador movilizará la barcaza de pilotaje en posición cerca de la zona de pilotaje prevista. La barcaza se asegura por anclajes o amarres con hojas colocadas. Estos amarres se ubican para no interferir con la operación de apilamiento adicional, habrá un juego de spuds para ser usado en caso sea necesario.

Para la instalación de las obras temporales se colocan de 4 a 6 pilotes con martillo vibratorio auxiliar, dispuestos de manera que sirvan de guía auxiliar a la estructura metálica flotante (Ver figura N°39), la estructura flotante se nivela utilizando cuatro polipastos de 10 toneladas cada uno, que reaccionan entre los tubos de guía y el trabajo falso flotante. Una vez que la estructura flotante esté segura mediante soldadura, se instalará una obra maestra de metal, con soporte de topógrafos, para permitir la conducción de seis pilotes. Se instalan guías de conducción en este maestro, que tendrá un soporte doble de altura diferente a una distancia de tres veces el diámetro para mantener y controlar la verticalidad de los pilotes definitivos.

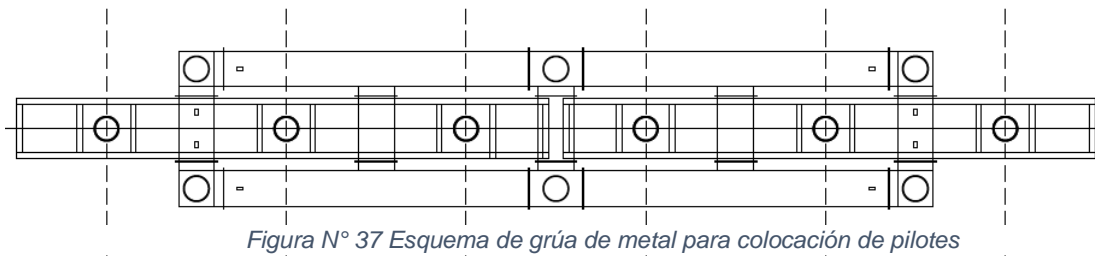


Figura N° 37 Esquema de grúa de metal para colocación de pilotes

Los pilotes de soporte (4 o 6 de las esquinas como se ve en la figura N°39,40,41) se colocarán de acuerdo al siguiente procedimiento. El martillo vibratorio se recoge y se coloca encima del pilote. Posteriormente, el pilote, que cuelga de las abrazaderas del vibrador, se lleva a la posición aproximada. El pilote se cuelga siguiendo las instrucciones de 2 topógrafos terrestres. Tan pronto como los topógrafos acepten la posición del pilote de soporte, el pilote se baja al fondo y comienza la vibración. Los topógrafos observan constantemente la posición y verticalidad del pilote y dan instrucciones en caso de que sea necesario corregir la verticalidad del pilote. La vibración del pilote continua hasta que la penetración sea suficiente. Luego se levanta el vibrador del pilote y se coloca en la cubierta. Cuando se colocan los pilotes de soporte, el marco del pilote se coloca sobre los pilotes de soporte.

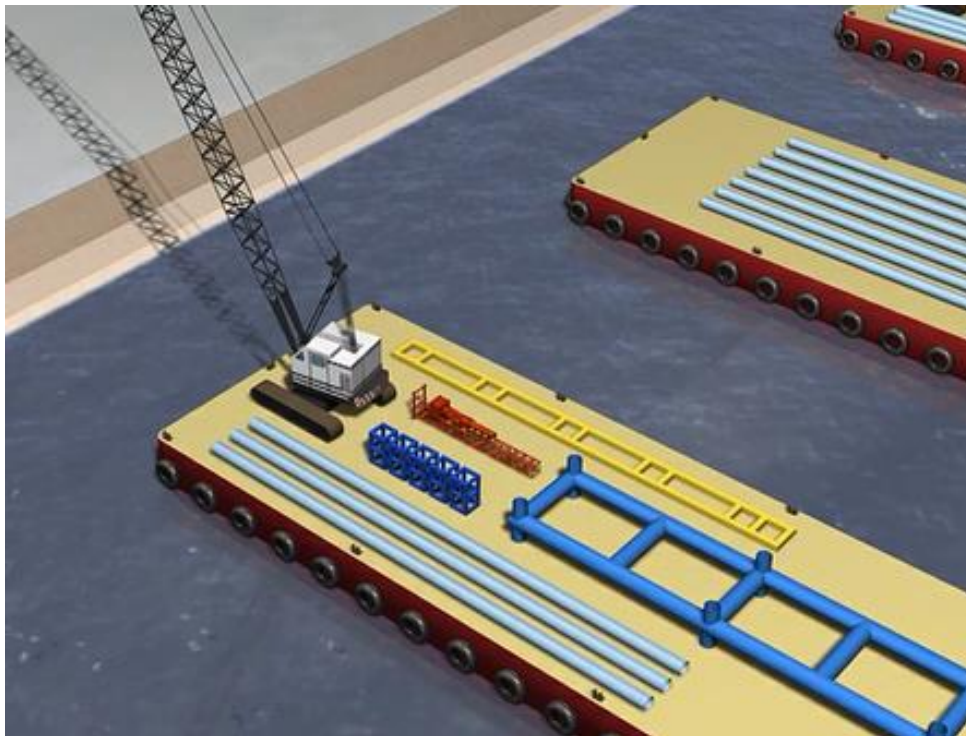


Figura N° 38 Disposición de barcaza

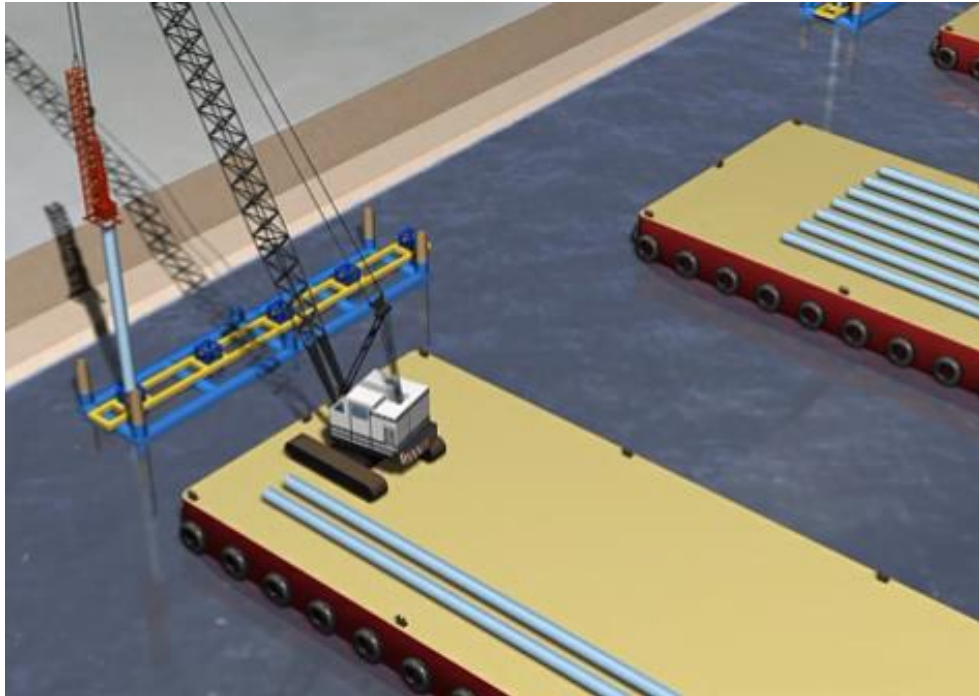


Figura N° 39 Preparación para colocación de pilotes

Cada pilote debe estar claramente marcado sobre los 20 m superiores y a intervalos de 10 m debajo en pintura blanca con su número de referencia único y longitud total. También se marca de forma clara y precisa con bandas pintadas a intervalos de 1 m sobre los 20 m superiores del pilote. Las bandas a intervalos de 250 mm se pintan desde el nivel del mar hasta la cima del pilote para facilitar la determinación del nivel del fondo del mar, la gravilla, la vibración, el cabeceo, etc. El número de golpes entre las marcas se registrará por topografía o por observación directa desde Una posición fija en tierra o en el mar. (Ver figura N°41)



Figura N° 40 Marcas en pilotes

Después de la instalación de las obras temporales y verificar su ubicación correcta, los pilotes se colocan en las guías de conducción y se verificará nuevamente su posición e inclinación. Si es necesario, se realizan las correcciones para mantener las tolerancias de apilamiento.

Posteriormente, el pilote se conduce según las especificaciones técnicas de conducción hasta que la punta del pilote alcance el rechazo utilizando un martillo vibratorio ICE 1412 ICE. La conducción se detiene cuando el rechazo se produzca a una cierta cantidad de golpes / cm. o el nivel de la punta alcanza el nivel definido en el proyecto (todo ajustado previamente por los pilotes de prueba preliminares con el martillo de impacto ICE 205 S). La determinación del rechazo también puede establecerse cuando la proyección de los golpes a la penetración medida es mayor que la definida para el proyecto y / o ajustada por los resultados de las pruebas dinámicas.

En caso de que el pilote se rechace antes de alcanzar la elevación de la punta fijada para el proyecto, los registros de información se envían al diseñador para su evaluación y recomendaciones de acuerdo con las Especificaciones Técnicas. Se debe lograr una penetración mínima en la grava de Lima de acuerdo con las especificaciones técnicas y los planos

Allí donde los pilotes auxiliares o permanentes fallan cuando se hacen vibrar en el suelo (como resultado de un fondo marino duro que no permite penetrar a fondo), el marco guía se puede fijar al pontón para que el pilote se pueda colocar.

Además, en caso de que la longitud del pilote no sea suficiente debido a las condiciones del terreno, se puede emplear una soldadura que cumpla con los requerimientos técnicos que permitan su adecuado funcionamiento. El detalle de unión de pilotes se muestra en la figura N°43.

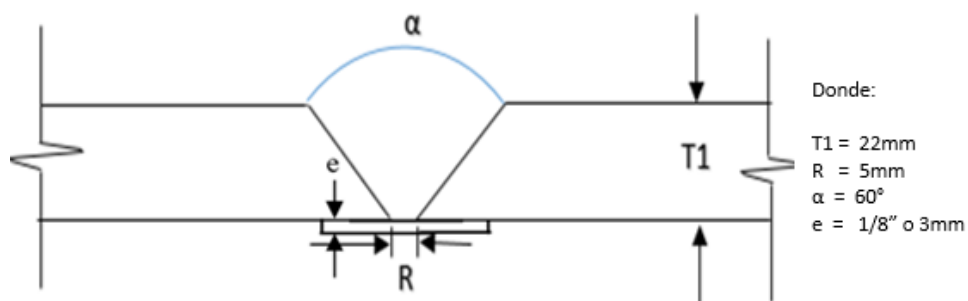


Figura N° 41 Detalle de soldadura



El inicio del trabajo comienza en el área cerca del muelle 5, específicamente en el área 5E, comenzando a conducir los pilotes más cercanos a la tierra desde la popa de la barcaza. Se cubrirán 6 pilotes en el frente y el desplazamiento será hacia la proa (de adentro hacia afuera).

Al completar un frente de 6 pilotes, los equipos se moverán a la siguiente posición, siguiendo el avance del muelle (norte en el caso del muelle 5E). Entonces el ciclo comienza de nuevo.

Este procedimiento se refleja en la siguiente figura.

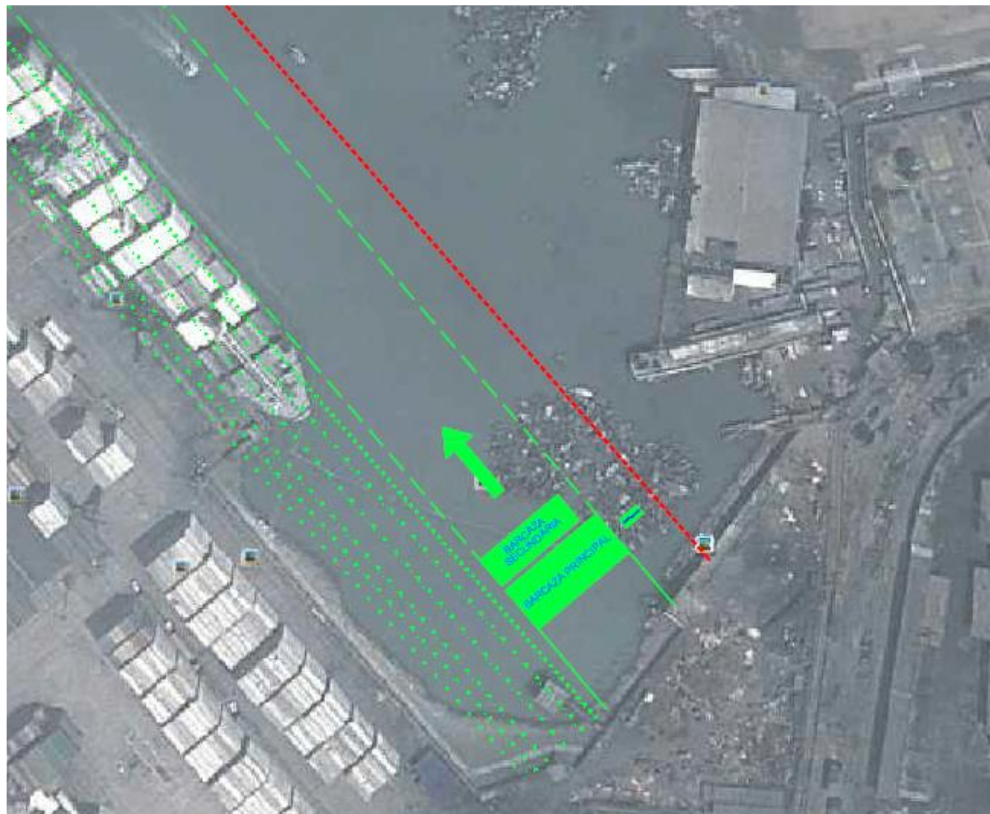


Figura N° 42 Esquema de avance de la instalación de pilotes

Como se puede observar en la figura N°44 la colocación de pilotes se realiza en 6 filas distribuidas en una cantidad de columnas que va a lo largo de la dirección señalada por la flecha verde. Se enumeran las filas con letras desde la A hasta la F, siendo la fila F, la que se encuentra más próxima a la costa.

Con el marco guía mostrado en la Figura N°38, se procede al hincado de 6 pilotes distribuidos en una fila de pilotes, posteriormente se continua con la siguiente fila, teniendo un marco de acción de 3 filas antes de pasar a las siguientes columnas. (Ver figura N°45)

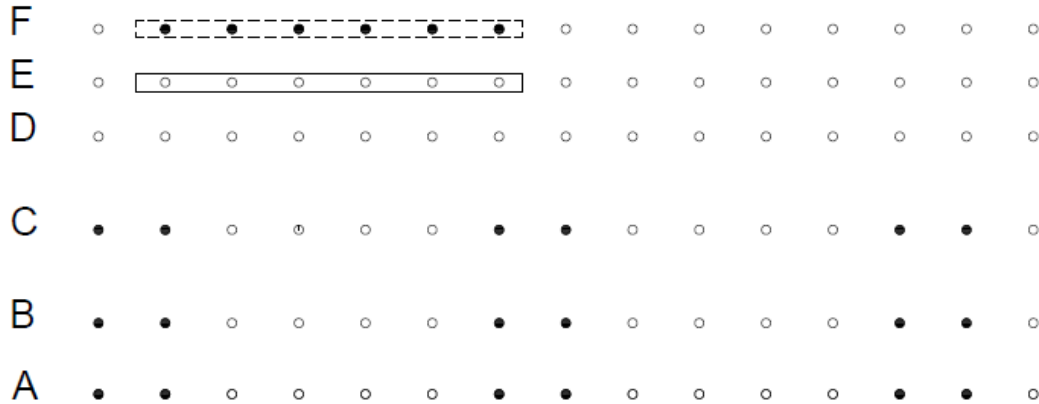


Figura N° 43 Disposición de hincado de pilotes

En primera instancia se avanzan las filas D, E y F por ser las más cercanas a la costa, además debido al alcance de la grúa y para poder solucionar los inconvenientes que puedan ocurrir durante el hincado de pilotes. Una vez se haya realizado correctamente el hincado de pilotes de las filas D, E y F, la barcaza se coloca en posición para el hincado de las filas A, B y C.

A continuación, se muestra el pedido de pilotes realizado en la siguiente tabla.

Tabla 2 Pedido de pilotes

**PEDIDO 1**

	ITEM	STEEL GRADE	DIAMETER (mm)	Thickness (mm)	Length (m)	Weight Unit (TM')	Quantity (Unit)	Total Length (m)	Weight Total (TM')
BERTHS 5D-5E	1	API 5L GRADE B	813	22	24	10.30	57	1,368.00	587.29
	2	API 5L GRADE B	813	22	26	11.16	57	1,482.00	636.23
	3	API 5L GRADE B	813	22	30	12.88	57	1,710.00	734.11
	4	API 5L GRADE B	813	22	32	13.74	114	3,648.00	1,566.11
	5	API 5L GRADE B	813	22	34	14.60	115	3,910.00	1,678.59
	6	API 5L GRADE B	813	22	34	14.60	71	2,414.00	1,036.34
						<b>TOTAL (Ud)</b>	<b>471.00</b>	<b>TOTAL (Ton)</b>	<b>6,238.67</b>
<b>SHEAR KEYS</b>	1	API 5L GRADE B	813	22	1	0.43	300	300.00	163.78

Toda la información, es decir, el recuento de vibración, conducción, golpe, etc. se anota en una hoja de registro de apilamiento, una muestra de la cual se incluye en los anexos (Ver Anexo 3)

Todas las posiciones de pila se miden y registran para el archivo como construido.

Las tolerancias para el procedimiento descrito son de

- a) 75 mm en posición para cualquier dirección a nivel de planta.
- b) 20 mm más o menos para la parte superior del pilote.
- c) 1 de cada 75 desviaciones de la vertical

#### **3.4.5. Recursos empleados**

Para las tareas mencionadas se requerirá el siguiente personal, así como maquinaria

- a) Personal: Se dividirá de acuerdo a las actividades

Personal de conducción de pilas:

- 01 Ingeniero Jefe
- 01 Capataz
- 02 Operadores de grúa
- 02 Soldadores
- 08 Asistentes de grúas
- 01 Topógrafo
- 02 Asistentes de topógrafo

En el remolcador

- 02 Marineros

En el embarcadero de pilotes:

- 01 Operador de grúa
  - 03 Asistentes de grúa
- b) Maquinaria:
- Grúa de orugas entre 100 y 230 toneladas
  - Martillo de impacto D-62-22 o similar

- Martillo de impacto D-125 o similar
- Martillo vibratorio ICE 1412
- Martillo de impacto ICE 295 S
- Barcaza de 14x36 o más
- Servicio de barcasas
- Remolcador de 600 HP
- Estructuras auxiliares
- Soldadores eléctricos
- Generador eléctrico
- Equipo topográfico
- Torres de iluminación

#### **3.4.6. Control de calidad**

Los criterios para considerar en el hincado de un pilote friccionante son la profundidad que este alcanzará y la cantidad de golpes por cada 25 cm de hincado; que dará una idea del rechazo del terreno y por ende su capacidad. Esto se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla 3 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN PARA EL HINCADO DE PILOTES

Número de golpes por penetración de 250 mm  
**(AJUSTE FINAL) PARA DESARROLLAR INSTANTÁNEAMENTE 80% DE CARGA**

MARTILLO	FILA A	FILA B	FILA C	FILA D	FILA E	FILA F
PILECO D62	69*	66*	80*	54	72*	148*
ICE 205 S	47	45	54	37	49	95*
PILECO D125	26	24	31	20	27	56

(\*) No cumple las pruebas

#### PENETRACIÓN MÍNIMA EN GRAVA DE LIMA

De acuerdo al plano de Proyecto 9w7795-1107	18 m	16 m	16,5 m	10 m	8 m	11,5 m
---	------	------	--------	------	-----	--------

La Cota de Grava de Lima es aproximadamente -14.00 m. Esto se especifica en el estudio de suelos y se plasma en el plano de proyecto 9w7795-1704, se adjuntan ambos planos en los anexos (Ver Anexo 4).

Para la aceptación en el hincado de pilotes se debe lograr como máximo el número de golpes por cada 250 mm como se muestra en la tabla (por martillo y fila) y la mínima penetración en las gravas de Lima requeridas en el proyecto e indicar en la tabla (por fila). En la obra se empleó el PILECO D125 por tener un mejor rendimiento que las demás.

En caso de no llegar a la Penetración mínima en las gravas de Lima requeridas por el proyecto, se considera conservadoramente que los martillos funcionan con una altura máxima de caída de 2.60 m. y por razones de preservación del equipo, para no deformar las cabezas de los pilotes, se puede definir como "REHAZO PRÁCTICO" cuando el martillo golpea en una penetración de 250 mm., 55 golpes o más durante tres series consecutivas o más de 100 latidos en una penetración de

250 mm. Por lo tanto, se considerará que el hincado de pilotes con el martillo no puede continuar, teniendo que usar otros medios para lograr la penetración teórica de las gravas de Lima requeridas por el Proyecto.

### 3.5. Pruebas

Tradicionalmente, los diversos métodos de prueba de carga han sido caracterizados por la duración con que la fuerza es aplicada al pilote. Los ensayos de carga estática aplican fuerzas significativas durante considerables períodos de tiempo, para evaluar la capacidad portante del pilote. En las pruebas de carga dinámica y los ensayos de carga rápida, aunque la fuerza es comparable en magnitud a la del ensayo estático, es aplicada durante un período más corto de tiempo.

Para poder verificar el diseño de los pilotes del proyecto de Modernización del Muelle Norte del Callao se realizan dos pruebas, la prueba estática y la prueba dinámica en 9 pilotes que tendrán las dimensiones similares a las del proyecto, y serán incrustados en la grava de Lima a diferentes longitudes entre 8 y 18 metros.

Los pilotes se incrustarán a las siguientes profundidades:

- 7 pilotes a 18 metros
- 1 pilote a 11.5 metros
- 1 pilote a 8 metros

Los pilotes preliminares también se probarán dinámicamente antes y después de las pruebas de carga estática.

Cuando los resultados de una prueba preliminar de pilote no sean concluyentes, se instalará y probará un pilote preliminar de reemplazo adicional.

Se debe realizar un número mínimo de dos pruebas preliminares de compresión de pilotes en cada estructura antes de comenzar los trabajos de apilamiento permanente. Los pilotes preliminares pueden instalarse en un área de recuperación previa. Estos pilotes preliminares tendrán pruebas CAPWAP-C registradas en tres penetraciones de la siguiente manera:

- En una penetración inicial antes de que la punta del pilote entre en la grava de Lima en profundidad;

- En la penetración determinada por el diseño del contratista para la carga de trabajo del pilote;
- En la penetración objetivo determinada por el diseño del contratista para la carga última.

La prueba de carga estática tiene los siguientes objetivos:

- Verificar y ajustar el modelo de suelo utilizado en el proyecto.
- Calibrar los resultados de la instrumentación dinámica y el análisis CAPWAP.
- Investigar el comportamiento de deformación de carga de los pilotes.

Las pruebas de carga dinámica tienen los siguientes objetivos:

- Abordar la implementación de pruebas de POC en los pilotes, para cumplir con las especificaciones técnicas.

### **3.5.1. Prueba Estática**

La prueba de carga estática es el método que simular mejor el comportamiento real de un pilote bajo carga. En estas pruebas, la carga es normalmente aplicada en incrementos discretos y se registra el movimiento del pilote. Los incrementos de carga subsiguientes son solo aplicados cuando el mínimo período de tiempo especificado ha transcurrido y la velocidad de asiento medido por los sensores es inferior al criterio indicado en el procedimiento.

#### **Ventajas y desventajas**

Los ensayos de carga estáticos permiten un diseño más racional y fiable que el obtenido a partir de las capacidades estimadas en formulaciones estáticas. Al permitirnos conocer mejor el comportamiento del sistema pilote-suelo podemos reducir los coeficientes de seguridad con el consiguiente ahorro.

Planificado convenientemente en fase de proyecto, especificando número y localización, se pueden minimizar los impactos de estas pruebas en la etapa de construcción.

Cuando se tiene un terreno muy heterogéneo y la extensión de la obra es grande, la utilización únicamente de pruebas de carga estática puede dar lugar a lagunas de información. En estos casos es conveniente complementarlas con otro tipo de pruebas, como las dinámicas o las de carga rápida.

## **Procedimiento**

Para la reacción a las cargas de prueba se utilizan cuatro pilotes, ninguno de ellos corresponde a los pilotes del proyecto, los pilotes se colocan respetando la especificación técnica del proyecto que establece una separación mínima entre cualquier pilote de 4 diámetros.

La profundidad de la penetración del pilote de prueba se define de acuerdo con la profundidad indicada en los planos para el sector elegido por el profesional geotécnico que realiza las instrumentaciones dinámicas.

El objetivo es lograr el 200% de la carga de diseño según lo especificado para el proyecto.

Con los resultados obtenidos, se establece una correlación directa entre las pruebas estáticas y dinámicas para el mismo pilote.

La carga de prueba máxima será la siguiente:

Compresión (Muelle 5): 1203, 26 T.

Compresión (Muelle 11): 979, 20 T.

Debe considerarse un período de espera de por lo menos de (7) siete días después del hincado del pilote de prueba para comenzar la carga de la aplicación en la prueba de compresión.

El pilote de prueba se encontrará equipado con un analizador de pilotaje (PDA) en el proceso de hincado. Con el equipo analizador de pilotaje (PDA), la evolución de la capacidad de carga del pilote. Para las pruebas de carga a compresión, la carga se aplicará mediante gatos hidráulicos que reaccionen contra cerrojos o contrafuertes unidos a pilotes de tensión temporales o anclajes a tierra.

El sistema de elevación deberá ser tal que la carga de prueba pueda mantenerse sustancialmente constante. El Contratista diseñará todos los trabajos temporales asociados con las pruebas de pilote y los detalles del documento al mismo tiempo que prepara su programa de apilamiento.



Los pilotes de tensión temporales, cuando se usan para la prueba de pilote de carga estática, deben estar espaciados a una distancia mínima de centro a centro de 4d del pilote bajo prueba donde d es el diámetro o ancho del pilote bajo prueba de carga.

Los pilotes se cargarán de la manera descrita en la norma BS 8004: 1986 utilizando cargas mantenidas.

Los incrementos de carga y el tiempo mínimo de retención para cargas de hasta 1.5 veces la carga de diseño para pruebas de compresión en pilotes de trabajo generalmente serán los siguientes:

Tabla 4 Carga de diseño (1.5 veces la carga de diseño)

Carga de Diseño (% de la máxima carga)	Min. Período de carga retenida [min]
25	30
50	30
75	30
100	60
75	10
50	10
25	10
0	60.
100	360.
125	60
150	360
125	10
100	10
75	10
50	10
25	10
0	60

Los incrementos de carga y el tiempo mínimo de retención para cargas de hasta 2.0 veces la carga de diseño para pruebas de compresión en pilotes preliminares generalmente serán los siguientes:

Tabla 5 Carga de diseño (2 veces la carga de diseño)

Carga de Diseño (% de la máxima carga)	Min. Período de carga retenida [min]
25	30
50	30
75	30

100	60
75	10
50	10
25	10
0	60
100*	360
125	60
150	360 (Después de 360 min se registrar la desviación total)
125	10
100*	10
75	10
50	10
25	10
0	60
100	60
150	60
175	60
<b>200</b>	<b>60</b>
175	10
150	10
100	10
75	10
50	10
25	10
0	60

Se deben realizar lecturas de carga, tiempo, temperatura y asentamiento en cada intervalo de carga y se deben preparar gráficos de carga contra tiempo, asentamiento contra tiempo y cargas contra asentamientos. Al final de cada —período mínimo de retención de carga se verifica la velocidad de movimiento del pilote y la carga en el pilote no se altera hasta que la velocidad de movimiento no sea mayor a 0.05 mm en 10 minutos. Dentro de las 24 horas posteriores a la finalización de la prueba de pilotes, el Contratista documentará y pondrá a disposición del Ingeniero los registros y gráficos de las pruebas de pilotes relevantes.

El método de medición del asentamiento de los pilotes formará parte de la documentación

procedimiento que demostrará que la viga de referencia está apoyada en soportes independientes que no se verán afectados por la disposición de carga de prueba. En general, se aceptará un sistema configurado correctamente utilizando haces de referencia y medidores de cuadrante (o medidores eléctricos de lectura directa). La medición directa desde un cable de referencia de acero estirado no es aceptable.

El Contratista establecerá una data de referencia fija contra la cual se mide el asentamiento de pilotes. Esta data de referencia se verificará contra otros datos fijos durante el ensayo de pilotes. Se debe proporcionar una sombra sobre el equipo de prueba para reducir los efectos de la temperatura del sol.

El asentamiento de la cabeza del pilote se medirá con una precisión absoluta de más o menos 0,5 mm y se corregirá por los cambios en la temperatura del pilote y del equipo de medición. La tasa de liquidación se registrará continuamente con equipos con una precisión de 0,01 mm.

La carga del pilote y el asentamiento se medirán continuamente y los resultados estarán disponibles tanto en papel como digitalmente en un formato claro. El criterio para una prueba aceptable de carga de pilotes será cuando se pueda demostrar que con el 150% de la carga de trabajo, el movimiento de la cabeza de pilote se mantuvo relativamente elástico.

El procedimiento aplicado considera aumentos y disminuciones de carga de aproximadamente 25% y 1000% de la carga máxima cada uno, es decir, un máximo de 600 incrementos disminuye de 600 t como máximo. Para los fines de esta prueba se realizan incrementos de carga de 150 t. Cada estado de carga se mantiene hasta que el cabezal de velocidad de desplazamiento del pilote no sea superior a 0,30 mm / h. La carga máxima debe mantenerse al menos durante 60 minutos y proceder a descargar la carga en disminuciones del 25% a intervalos de 10 minutos.

Dos operadores técnicos (uno por turno) registran manualmente las lecturas de las cargas del gato hidráulico y de los indicadores electrónicos.

Simultáneamente con el registro del asentamiento, los registros topográficos se llevan a cabo en el pilote de prueba y en los pilotes de reacción.

La conversión de la lectura del manómetro en la carga de prueba axial requerida se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6 Muelle 5

Carga de Diseño (%)	Carga de Diseño (Ton)	Carga de Diseño (Lbs)	Lectura del Manómetro (psi)
25%	150.45	331 742.25	955.65
50%	300.90	663 484.50	1911.30
75%	451.35	995 226.75	2866.94
100%	601.80	1 326 969.00	3822.59
75%	451.35	995 226.75	2866.94
50%	300.90	663 484.50	1911.30
25%	150.45	331 742.25	955.65
0%	0	-	-
100%	601.80	1 326 969.00	3822.59
125%	752.25	1 658 711.25	4778.24
150%	902.70	1 990 453.50	5733.89
125%	752.25	1 658 711.25	4778.24
100%	601.80	1 326 969.00	3822.59
75%	451.35	995 226.75	2866.94
50%	300.90	663 484.50	1911.30
25%	150.45	331 742.25	955.65
0%	0	-	-
100%	601.80	1 326 969.00	3822.59
150%	902.70	1 990 453.50	5733.89
175%	1053.15	2 322 195.75	6689.53
200%	1203.6	2 653 938.00	7645.18
175%	1053.15	2 322 195.75	6689.53
150%	902.70	1 990 453.50	5733.89
100%	601.80	1 326 969.00	3822.59
75%	451.35	995 226.75	2866.94
50%	300.90	663 484.50	1911.30

25%	150.45	331 742.25	955.65
0%	0	-	-

Tabla 7 Muelle 11

Carga de Diseño (%)	Carga de Diseño (Ton)	Carga de Diseño (Lbs)	Lectura del Manómetro (psi)
25%	122.40	269 892.00	777.48
50%	244.80	539 784.00	1554.95
75%	367.20	809 676.00	2332.43
100%	489.60	1 079 568.00	3109.91
75%	367.20	809 676.00	2332.43
50%	244.80	539 784.00	1554.95
25%	122.40	269 892.00	777.48
0%	0	-	-
100%	489.60	1 079 568.00	3109.91
125%	612.00	1 349.460.00	3887.38
150%	734.40	1 619 352.00	4664.86
125%	612.00	1 349.460.00	3887.38
100%	489.60	1 079 568.00	3109.91
75%	367.20	809 676.00	2332.43
50%	244.80	539 784.00	1554.95
25%	122.40	269 892.00	777.48
0%	0	-	-
100%	489.60	1 079 568.00	3109.91
150%	734.40	1 619 352.00	4664.86
175%	856.80	1 889 244.00	5442.34
200%	979.20	2 159 136.00	6219.81
175%	856.80	1 889 244.00	5442.34
150%	734.40	1 619 352.00	4664.86
100%	489.60	1 079 568.00	3109.91
75%	367.20	809 676.00	2332.43
50%	244.80	539 784.00	1554.95

25%	122.40	269 892.00	777.48
0%	0	-	-

Una vez completadas con éxito las pruebas, se elimina toda la instalación realizada para ejecutar la prueba de carga.

Para mayor detalle en los procedimientos se tiene la norma europea EN ISO 22477-1:2017 "Geotechnical investigation and testing- Testing of getechnical structures- Part 1: Pile load test by static axially loaded compression" y la norma estadounidense ASTM D1143M-07 "Standard Test Method for Piles Under Static Axial Compressive Load"

### 3.5.2. Prueba Dinámica

Las pruebas de carga dinámica utilizan las medidas de deformación y aceleración tomadas cerca de la cabeza del pilote cuando un golpe es aplicado sobre el pilote mediante un martillo de hincá, o un dispositivo específico diseñado para tal fin. Estas medidas dinámicas pueden ser usadas para estimar la resistencia del suelo que sería movilizada bajo condiciones de carga estática, basándose en la teoría de ecuación de onda.

Un mínimo del 7% del número total de pilotes de trabajo se someterá a pruebas dinámicas de carga. Todos los pilotes instalados deberán tener recuentos de golpes registrados (golpes / penetración de 250 mm)

Las pruebas dinámicas de pilotes (CAPWAP-C) se llevarán a cabo:

- Mientras conduce a una penetración a la cima de la Grava de Lima;
- En la penetración objetivo para la carga máxima;
- Provisionalmente 7 días después de la finalización del hincado o el tiempo más corto que pueda ser aprobado por el ingeniero.

Los pilotes de prueba deben estar equipados con galgas extensométricas y acelerómetros. Los pilotes se hincan y las características del golpe se registran durante el hincado (instalación de la pila) utilizando un analizador electrónico de hincado de pilote. El analizador debe ser operado por un técnico totalmente capacitado. Además, se toman registros normales de manejo de pilotes.

Los resultados de las pruebas son analizados por personal totalmente competente utilizando el software informático apropiado. El análisis por el método CASE se realiza durante el hincado; e inmediatamente después se hace el análisis mediante el método CAPWAP-C. El objeto del análisis es determinar:

- La energía del martillo entregada al pilote, velocidad máxima de la cabeza del pilote y tensión del pilote;
- La calibración de fórmulas de hincado de pilotes para configuraciones de martillo aprobadas para pilotes verticales.
- La capacidad máxima instalada del pilote en compresión;
- La curva de carga estática-asentamiento prevista para el pilote;
- Si el pilote se ha tapado;

En las pruebas de apilamiento, la grúa se ubica en la tierra y trabaja allí. Se utiliza una grúa de 250 toneladas para realizar la conducción y todas las operaciones involucradas en la actividad de prueba.

### **Procedimiento**

Se realizan seis agujeros en los pilotes a una altura de al menos 1,5 metros desde el extremo superior. Estos agujeros se ejecutan con un taladro para ajustar los sensores que son acelerómetros y medidores de tensión.

Los sensores se ajustan al pilote con pernos y se conectan mediante cables o de forma inalámbrica a una computadora, que tiene un programa especial diseñado para analizar los datos proporcionados por los sensores.

Luego se selecciona y comprueba el pilote a hincar. El pilote se encuentra claramente marcado con su número de referencia, longitud total y peso total. Las marcas para las lecturas de penetración de pilote se realizan a intervalos de 1 metro sobre los 20 metros superiores del pilote, reduciéndose a bandas de 250 mm para la penetración final de 10 m.

Al principio, se conducen 4 pilotes utilizando el martillo vibratorio. Estos pilotes se colocan conformando un cuadrado y son los pilotes de soporte para la estructura falsa. Esta estructura falsa se suelda a estos pilotes de soporte para permitir el hincado del primer pilote en el lugar establecido.

Al mismo tiempo, se corta un ojo de elevación en el pilote para permitir la elevación del pilote (levantando engranajes y grilletes de liberación rápida).

La grúa (vestida con un sistema de doble gancho) recoge el martillo vibratorio y lo coloca sobre el pilote. Un gancho soporta el pilote mientras que el otro hace lo mismo con el martillo vibratorio. Posteriormente, el pilote, que cuelga de las abrazaderas del vibrador, se lleva a la posición aproximada. El pilote se coloca siguiendo las instrucciones de los topógrafos terrestres. Tan pronto como los topógrafos acepten la posición del pilote, se baja al fondo y comienza la vibración.

Los topógrafos observan constantemente la posición y verticalidad del pilote y dan instrucciones en caso de que sea necesario corregir la verticalidad del pilote. La vibración del pilote de soporte continua hasta que la penetración sea suficiente. Luego se levanta el vibrador del pilote y se coloca en la cubierta.

Una vez que esta falsa estructura está lista, el martillo vibratorio impulsa el pilote siguiendo el procedimiento descrito. Luego, la grúa (todavía vestida con un sistema de doble gancho) recoge un martillo hidráulico tipo ICE 205S o similar, provisto de una manga, y colocado en el pilote.

El pilote se hinca al nivel objetivo o al rechazo. El topógrafo debe observar el nivel de la cima del pilote utilizando un láser o un nivel.

Este último procedimiento (vibración y martilleo) se aplica a todos los pilotes que se van a conducir (9 pilas en el muelle 5).

### **3.6. Corte y soldaduras en Pilotes**

Durante los trabajos de hincado de pilotes de prueba, se probaron 9 pilotes, de los cuales 5 disponían de anillos interiores, formados por sendos conos invertidos y enfrentados, tal como se ve en la figura N° 46.



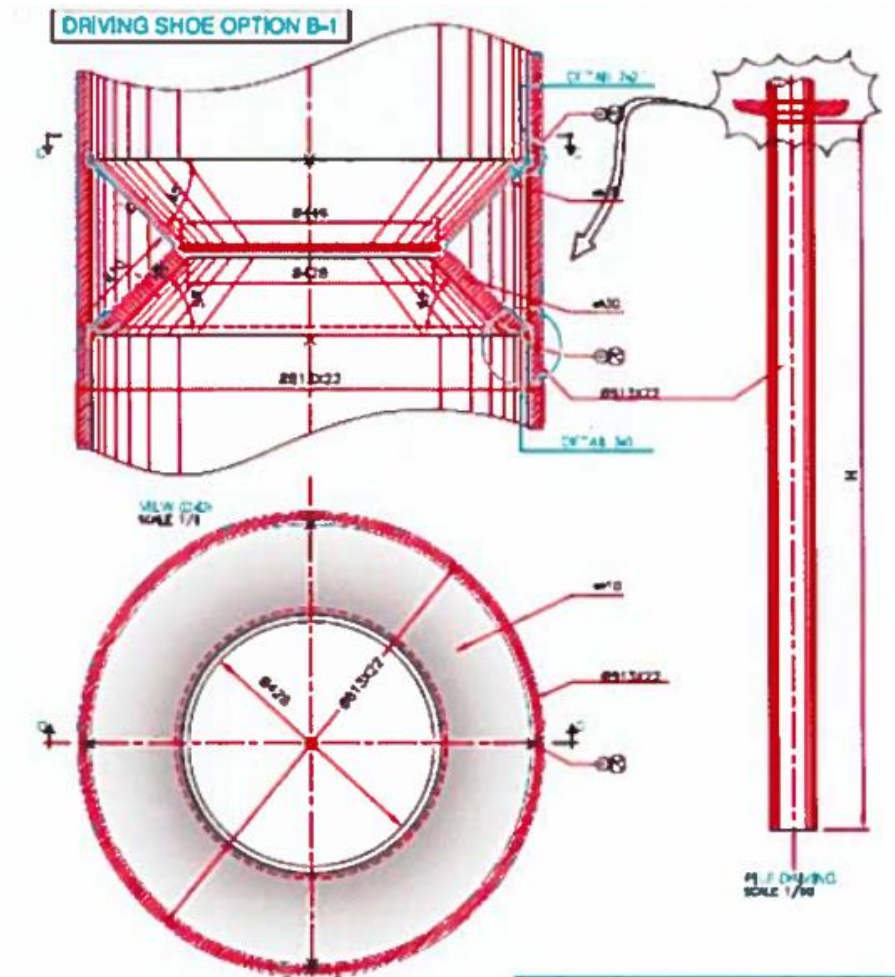


Figura N° 44 Anillos en pilotes

En función del empotramiento mínimo en la grava de Lima requerido para los pilotes, se disponen los siguientes anillos 1 metro bajo dicha capa (es decir, quedando 1 metro embebido en el empotramiento)

- 3 pilotes de 34 metros de longitud (empotramiento requerido de 18 metros) con anillo a 17 metros de la base del pilote.
- 3 pilotes de 30 metros de longitud (empotramiento requerido de 11.5 metros) con anillo a 10.5 metros de la base del pilote.

La operación para emplazar este anillo se realiza en 4 pasos:

### 3.6.1. Posicionamiento del pilote:

Antes de comenzar cualquier labor con el pilote, este debe ser posicionado con la grúa disponible para las pruebas (grúa de celosía de 250 ton) en el suelo, apoyando sobre 4 polines o “tortugas”

Estos elementos están formados por un apoyo y sendos cilindros que permiten el giro del pilote sobre ellos, de cara a que los trabajos que han de acometerse (y que implican movimientos de corte y soldadura perimetrales) sean lo más cómodos posible.

### 3.6.2. Soldadura de anillo en extremo exterior del pilote:

Mediante medios manuales, se presenta en el interior del pilote desde el extremo el anillo a colocar punteándolo para su fijación provisional. Una vez verificada su posición se realiza la soldadura definitiva.

Se posiciona el operador en el extremo del pilote, y procede a realizar la soldadura desde ahí. Se establecen las medidas convencionales para trabajos en caliente y uso de EPP adecuados para trabajos de soldeo, en exteriores.

Esta cara es la de mayor espesor de los 2 conos que conforman el anillo, y tiene una soldadura como la mostrada en la figura N°47.

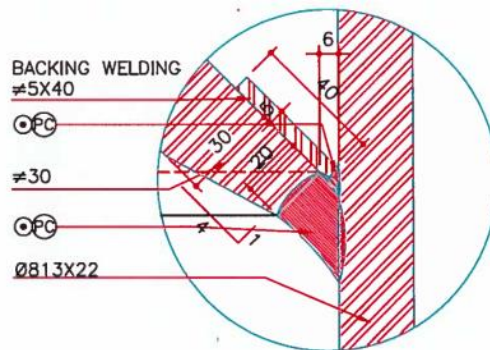


Figura N° 45 Detalle de soldadura de anillo a pilote

Esta soldadura se realiza con electrodo y arco, ubicándose el soldador fuera del tubo, habiendo realizado las conexiones oportunas para proceder a su soldadura.

### 3.6.3. Soldadura de anillo en interior del pilote:

#### Ubicación del anillo en el interior del pilote a más de 1m del extremo

Este caso sólo es aplicable cuando no se sigue la metodología de colocar el anillo a soldar en uno de los extremos del pilote.

Se procede a ubicar el anillo en el interior del pilote, ayudándose en la labor de un patinete metálico dotado de ruedas, de forma que se disponga el anillo dejando la holgura existente entre diámetro interior de pilote y diámetro exterior de anillo. Este patinete mantiene el anillo en posición.

Una vez en posición, se fija con unos puntos de soldadura el anillo y se procede a retirar el patinete. Se realiza la soldadura del contacto anillo-tubo en la parte interior. Esta soldadura (la de menor espesor de los 2 conos) tendrá la siguiente forma:

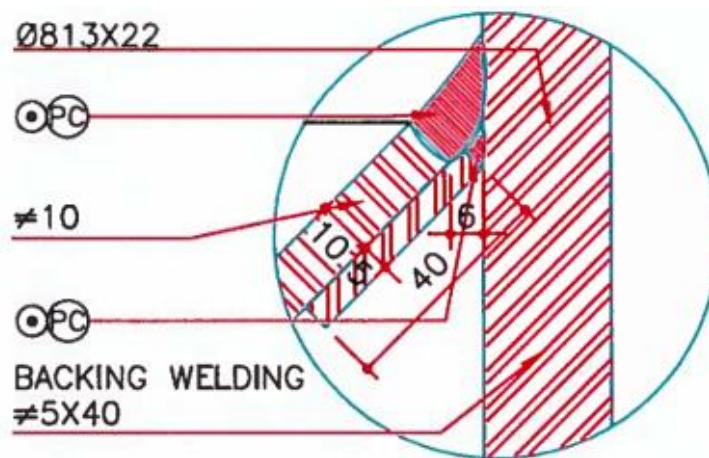


Figura N° 46 Esquema de soldadura con ubicación de anillo a más de 1m del extremo del pilote

Para la realización de esta soldadura es necesario que el soldador se ubique en el interior del pilote.

Debe realizarse las soldaduras de los dos lados del anillo desde el interior, para ello, el operario debe entrar por un extremo, realizar la soldadura de ese lado. Cuando se acabe la soldadura de un lado, debe entrar por el otro extremo y realizar la soldadura de ese lado.

Debido a que esta soldadura se realiza con el soldador en el interior, es necesario tener en cuenta el agravamiento de los riesgos, para los peligros a los que está sometido el soldador y proceder a evaluar sus riesgos:

- Incremento de la temperatura en el interior del tubo metálico. (Reducción de la jornada de trabajo en el interior del tubo, continuo suministro de líquido para el operario, se realiza monitoreo de temperatura).
- Electrocución. (Instalación correcta de toma de tierra)
- Gases derivados del soldeo. (Monitoreo continuo de gases, reducción de jornada de trabajo por periodo de tiempo, cada 1,5 h se debe cambiar al soldador, colocación de un extractor de gases en el extremo opuesto para así evacuar los gases derivados del soldeo).

*Ubicación del anillo en el interior del pilote a menos de 1m del extremo.*

De esta manera el operario no se encuentra en todo momento en el interior del pilote, ya que se realiza la soldadura del lado más extremo desde el exterior del pilote, siguiendo las pautas del apartado 3.6.2.

Una vez acabada esa soldadura, se procede a realizar la soldadura del lado interior del anillo al pilote. Para ello, el soldador se introduce en el interior del pilote desde el extremo del pilote, donde se ha soldado el anillo en su extremo, atravesando él mismo por la abertura propia del anillo, evitando de esta manera el desplazamiento del soldador por toda la longitud del pilote. Para ayudar en la postura a soldar, se procede a soldar un sector del anillo del interior, saldrá el operario del pilote, y mediante el sistema anteriormente descrito en el apartado 3.6.1 se gira el pilote para hacer coincidir la verticalidad del operario con la zona del anillo sin soldar y así repetidamente hasta acabar todo el perímetro a soldar.

Mediante este sistema, se minimiza el riesgo del peligro derivado del espacio confinado, al estar el operario continuamente saliendo al exterior para girar el pilote.

Debido a que esta soldadura se realiza con el soldador en el interior, es necesario tener en cuenta el agravamiento de los riesgos, para los peligros a los que está sometido el soldador y proceder a evaluar sus riesgos:

- Incremento de la temperatura en el interior del tubo metálico. (Reducción de la jornada de trabajo en el interior del tubo, continuo suministro de líquido para el operario, se realiza monitoreo de temperatura).

- Electrocutación. (Instalación correcta de toma de tierra)
- Gases derivados del soldeo. (Monitoreo continuo de gases, reducción de jornada de trabajo por periodo de tiempo, cada 1,5 h se cambia al soldador, colocación de un extractor de gases en el extremo opuesto para así evacuar los gases derivados del soldeo).

#### AUXILIO EN CASO DE NECESIDAD

El trabajador debe llevar el arnés colocado en caso de necesidad de evacuación. Como los trabajos son realizados aproximadamente a un metro del extremo del pilote, el trabajador es sacado al exterior tirando de su arnés por el personal que estará presente en la actividad.

Para ayudar en la evacuación en caso de necesidad, se dispone de un patinete por si es necesario para la evacuación o ingreso de personal por el extremo contrario a la soldadura del anillo.

También ha de comentarse que al tratarse de una soldadura que pueda demorarse algún tiempo, se establecen turnos de trabajo para así evitar cargas físicas en los operarios.

#### **3.6.4. Corte de pilote:**

Una vez soldado el anillo (o en algún caso podrá ser el primer paso, sobre todo en pilotes largos para evitar que el soldador tenga que recorrer mucha distancia hasta alcanzar el anillo por el interior) se procede a cortar el pilote.

Para ello se dispusieron los 4 polines o “tortugas”, 2 en los extremos y 2 en ambos lados de la zona en que se realiza el corte de los pilotes, de manera que el pilote y los extremos cortados queden en todo momento apoyados en los polines.

En función de la longitud del pilote y de la disposición del anillo, el corte se realiza en una posición u otra.

- En los pilotes de 34m el corte es a 16.8m del extremo libre (y a 17.2m del extremo del anillo)
- En los pilotes de 30m el corte es a 18.7m del extremo libre (y a 11.3m del extremo del anillo)

En la siguiente figura se puede observar el proceso a seguir con uno de los pilotes de 34m.

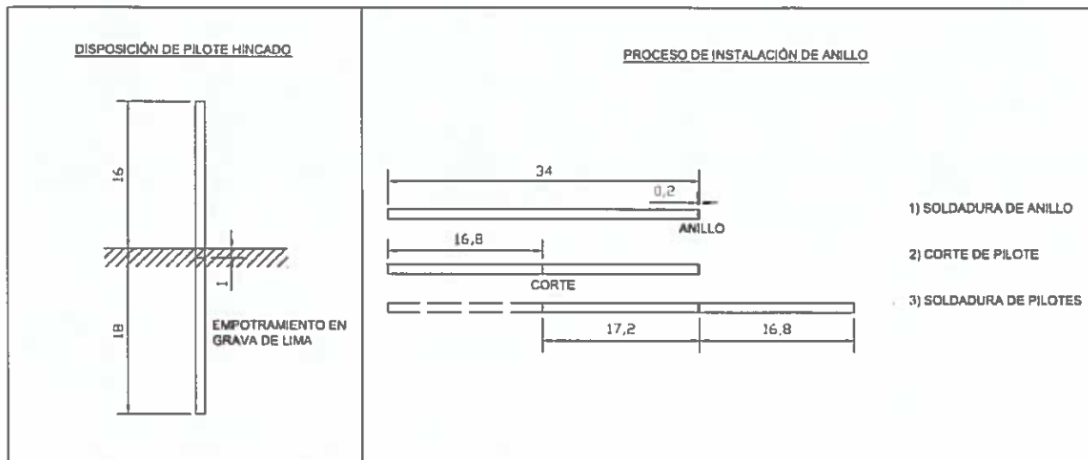


Figura N° 47 Instalación de anillo para pilote de 34m

### 3.6.5. Soldadura de pilote:

Previamente a la soldadura de pilotes, se debe dotar de un acabado en bisel los cantos que van a soldarse por empalme. (Figura N°50)

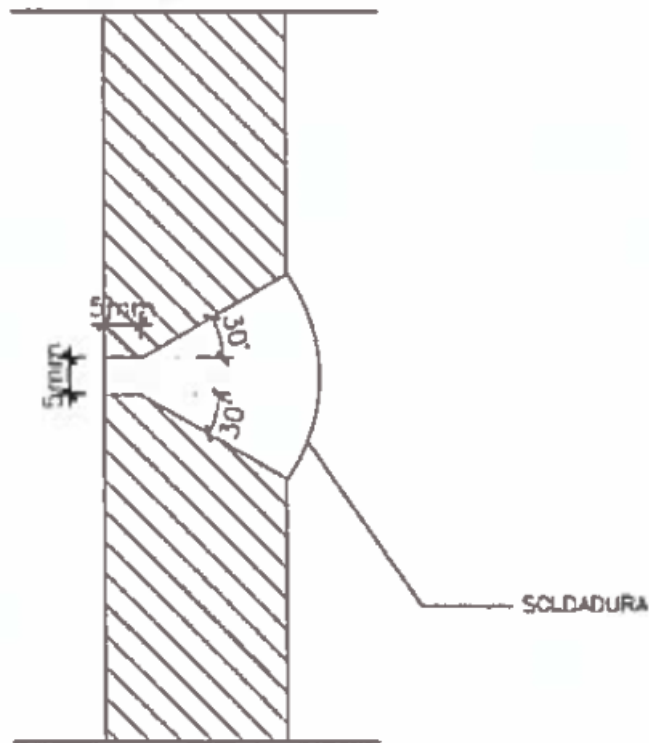


Figura N° 48 Detalle de Unión de pilotes

De cara a evitar la salida de material hacia el exterior del pilote, se dispone desde el interior del pilote (con ayuda de un soldador) una pletina se fija con unos puntos de soldadura, de forma que, al efectuar la soldadura desde el exterior, el material obtenga un tope a modo de encofrado evitando que las escorias penetren al interior del pilote.

Dado que el pilote se apoya sobre los polines, se puede girar manualmente para facilitar la soldadura de los tramos a empalmar con soldadura.

## CAPÍTULO IV: INCIDENCIA DE COSTOS

En este capítulo se analiza la influencia dentro de los costos del proyecto, de las partidas analizadas. Se sabe que los costos para cada etapa del proyecto de acuerdo al contrato de concesión son las siguientes.

*Tabla 8 Costo total del proyecto*

Etapa	US\$
	Corrientes sin IGV
Etapa 1	206 239 541
Etapa 2	100 929 558
Etapa 3	120 677 089
Etapa 4	154 396 880
Etapa 5	166 470 771
<b>Total</b>	<b>748 713 939</b>

Como se observa en la tabla 8, el proyecto total esta valorizado en 748 millones de dólares, sin embargo, las etapas 1 y 2 que han sido analizados en el presente trabajo suman un total de 307 millones de dólares.

Para la partida de dragado se realizó un análisis comparativo, antes de llegar al valor final, dicho análisis comparativo se muestra en el anexo 5.

En la tabla 9 se muestra un desglose de los costos incluidos para la partida de dragado del proyecto en mención

La partida de dragado incluye la movilización de los equipos empleados, así como su desmovilización, la actividad de dragado en sí y los trabajos de administración.

Todas estas actividades suman un total de US\$ 8 344 960, el cual representa el 2.7% del costo de las etapas 1 y 2 del proyecto.

Para la partida de pilotes se mostrará el valor de las sub partidas, tal como transporte, precio de pilotes y su hincado respectivamente.



Tabla 9 costo de la partida de dragado

Número	Unidades	CONCEPTOS	CANLEMAR	
			Sr.	Manuel Vilaríño
			Tel.	+34 629 232 937
			P.Unit.	TOTAL
1.00	PA	Movilización de equipo	-	0.00
340,000.00	m3	Dragado	16.00	5,440,000.00
1.00	PA	Desmovilización de equipo	-	0.00
	día	Standby	9,850.00	0.00
	día	Trabajos por administración	18,900.00	0.00
				0.00
				0.00
				0.00
<b>SUMA</b>				<b>5,440,000.00</b>
OTRAS PARTIDAS:			%	Importe
GASTOS FINANCIEROS			30.00	1,632,000.00
GASOIL (por cuenta del consorcio) precio por m3				
<b>SUBTOTAL OTRAS PARTIDAS</b>				<b>1,632,000.00</b>
<b>SUMA CON OTRAS PARTIDAS</b>				<b>7,072,000.00</b>
18%	I.V.A.			1,272,960.00
<b>TOTAL CONTRATO</b>				<b>8,344,960.00</b>

A continuación, se muestran los costos mínimos relativos a transporte de pilotes, pues al igual que en el caso anterior, primero se hizo un análisis comparativo entre las propuestas de diferentes empresas.

Tabla 10 Costo de transporte de pilotes

Capítulo	CANT	UND	CONCEPTOS	TRANSPORTES THORNADO SAC	
				P.Unit.	TOTAL
1	8.00	MES	ALQUILER DE TRACTO + PLATAFORMA EXTENDIBLE	12,500.00	100,000.00
2			TARIFA X VIAJE	260.00	0.00
<b>SUMA</b>					<b>100,000.00</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>					
SUMA CON OTRAS PARTIDAS					100,000.00
18 % G.I.V.					18,000.00
<b>IMPORTE TOTAL</b>					<b>118,000.00</b>

Adicional al transporte de pilotes, el precio de los pilotes en sí, tanto del muelle 5 y 11 se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 11 Primer pedido de pilotes

	DIAMETER (mm)	Thickness (mm)	Length (m)	Quantity (Unit)	Total Length (m)	Unit Price (\$/TM)	TOTAL (\$)	
BERTHS 5D-5E	813	22	24	57	1,368.00	925.00	543,243.25	
	813	22	26	57	1,482.00	925.00	588,512.75	
	813	22	30	57	1,710.00	925.00	679,051.75	
	813	22	32	114	3,648.00	925.00	1,448,651.75	
	813	22	34	115	3,910.00	925.00	1,552,695.75	
	813	22	34	71	2,414.00	965.00	1,000,068.10	
SHEAR KEYS	813	22	1	300	300.00	1,200.00	196,536.00	
				<b>TOTAL (Ud)</b>	<b>471.00</b>	<b>TOTAL (Ton)</b>	<b>TOTAL (\$)</b>	<b>6,008,759.35</b>

Tabla 12 Segundo pedido de pilotes

	DIAMETER (mm)	Thickness (mm)	Length (m)	Quantity (Unit)	Total Length (m)	Unit Price (\$/TM)	TOTAL (\$)	
BERTHS 5D-5E	813	22	24	37	888.00	965.00	367,886.95	
	813	22	26	37	962.00	965.00	398,545.00	
	813	22	30	37	1,110.00	965.00	459,851.45	
	813	22	32	74	2,368.00	965.00	981,009.35	
BERTH 5C	813	22	24	12	288.00	965.00	119,312.60	
BERTH 11	813	22	25	51	1,275.00	965.00	528,212.05	
	813	22	27	47	1,269.00	965.00	525,722.35	
	813	22	31	145	4,495.00	965.00	1,862,189.45	
	813	22	33	47	1,551.00	965.00	642,554.90	
SHEAR KEYS	813	22	1	658	658.00	1,240.00	445,432.80	
				<b>TOTAL (Ud)</b>	<b>487.00</b>	<b>TOTAL (Ton)</b>	<b>TOTAL (\$)</b>	<b>6,330,716.90</b>

Teniéndose en total un monto de 12 millones de dólares, como precio de los pilotes empleados durante el proyecto. Este monto es considerable y puede notarse con ello la influencia que pueda tener el deterioro o problemas de pilotes en el monto de la partida total.

Con 958 unidades de pilotes se tiene el siguiente gasto para el proceso de hincado y pruebas necesarias, considerando un precio de US\$ 1201/Unid:

Precio de hincado= 1200x958= US\$ 1 150 558.00

Por lo que se tiene un monto total para la partida de pilotes de:

Precio pilotes= US\$ 118 000.00+ US\$ 12 339 476.25+ US\$ 1 150 558.00=

Precio pilote= US\$13 608034.25

Dicho valor representa el 4.9% del monto de las etapas 1 y 2 del Proyecto, por lo que en conjunto las partidas desarrolladas en el presente trabajo representan un valor de 7.6% del monto total del proyecto analizado.

Como se mencionó este porcentaje es importante y justifica el desarrollo de los procedimientos, solución a problemas presentados y demás tópicos mencionados en el presente trabajo.

## CAPÍTULO V: LECCIONES APRENDIDAS

Una vez mostrado el proceso constructivo realizado en el proyecto en mención, se presentan los problemas presentados durante el hincado de los pilotes.

Durante el proceso de hincado de pilotes podemos mencionar 3 principales problemas:

### 4.1. Desviación

Los pilotes hincados pueden inclinarse con respecto a la vertical, así como también pueden desviarse con respecto al plano horizontal. A continuación, se muestra el caso de 3 pilotes que presentan estos problemas.

#### PILOTE 134-A

Este pilote se ubica en el eje A, progresiva 134 y posee una inclinación con respecto a la vertical, dicha verticalidad se mide con ayuda topográfica pues se toman las coordenadas de la cabeza del pilote y de una marca hecha en el pilote para resaltar la longitud no sumergida. Un esquema de dicho pilote se muestra en la figura N°51.

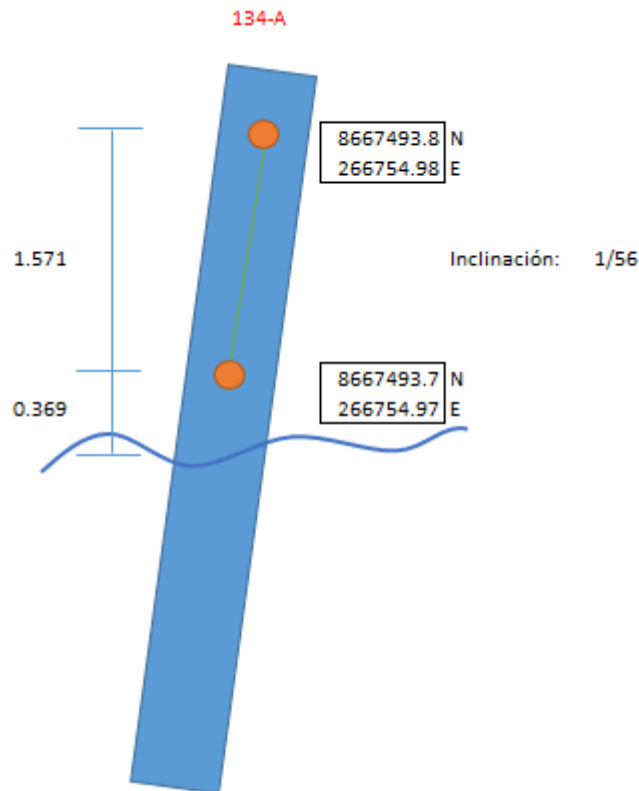


Figura N° 49 Esquema de pilote 134 A

Como se ve en la figura N°50, con ayuda de la topografía se obtienen las coordenadas de la cabeza de pilote y de la marca debajo. Mediante la diferencia de estas coordenadas se obtiene la desviación neta en el plano horizontal.

Posteriormente al dividir este valor entre la altura a la que se encuentra la marca, se obtiene la verticalidad, en este caso de 1 a 56.

El cálculo se muestra a continuación:

$$verticalidad = \frac{h}{\sqrt{(E2 - E1)^2 + (N2 - N1)^2}}$$

$$verticalidad = \frac{1.571}{\sqrt{(266754.98 - 266754.97)^2 + (8667493.8 - 8667493.7)^2}} = 56$$

Como se observa esta inclinación supera a lo permitido (1 a 75) y puede generar problemas futuros, por lo que se toman diversas acciones correctivas, como la colocación de tecles y un remolcador para jalar la cabeza del pilote y tratar de enderezarlo.

Como es de entenderse esta acción solo corregirá ligeramente la desviación, la cual posterior al proceso de corrección se dará por válida.

**PILOTE 140-D**

En este pilote se presenta una desviación en el plano horizontal, tal como se muestra en la figura N°52.

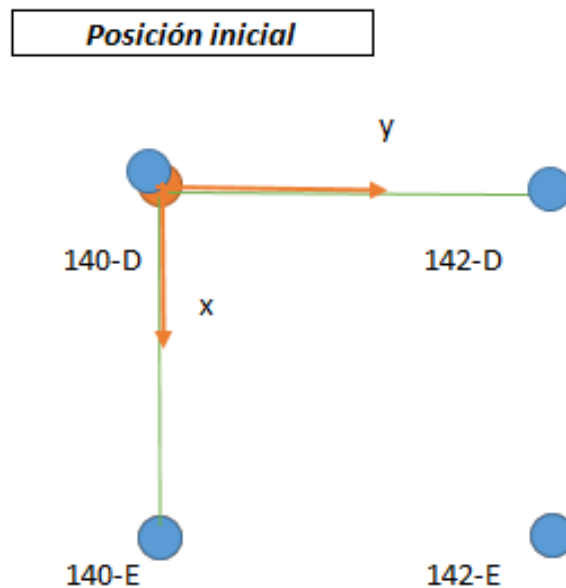


Figura N° 50 Esquema de pilote 140 D

Las coordenadas del proyectado para dicho pilote, así como las coordenadas de colocación se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 13 Coordenadas de Pilote 140 D

	Pilote 140-D	
POSICIÓN	ESTE	NORTE
PROYECTADO	266749.280	8667464.943
COLOCADO	266749.319	8667465.041
$\Delta$	0.039	0.098
$\Delta_{total}$	0.105	

Se puede observar que existe una desviación total entre las coordenadas proyectadas y coordenadas colocadas de 105 mm, por lo que se procede a jalar la cabeza del pilote mediante tecles para reducir esta desviación, produciéndose los siguientes valores.

Tabla 14 Posición final del pilote 140-D

	Pilote 140-D	
POSICIÓN	ESTE	NORTE
PROYECTADO	266749.280	8667464.943
COLOCADO	266749.317	8667464.993
$\Delta$	0.037	0.050
$\Delta_{total}$	0.062	

Sin embargo, las desviaciones anteriormente mencionadas se encuentran en las coordenadas N y E, por lo que se trasladarán al sistema de coordenadas X e Y del proyecto, los cuales forman un ángulo de 48,95°.

A continuación, se muestra el cambio de coordenadas mediante la siguiente fórmula.

$$y = E * \cos\alpha - N * \sen\alpha$$

$$x = E * \sen\alpha + N * \cos\alpha$$

Tabla 15 Desviaciones en las coordenadas X e Y

	Pilote 140-D	
POSICIÓN	x	y
$\Delta$	-0.013	-0.061
$\Delta_{total}$	0.062	

Se puede observar de la tabla N°15, que las desviaciones en las coordenadas del proyecto x, y son mayores a las tolerancias, sin embargo, ya se ha realizado un trabajo previo por medio de tecles y un remolcador para reducir esta desviación, por lo que la posición final de este pilote queda de la siguiente manera.

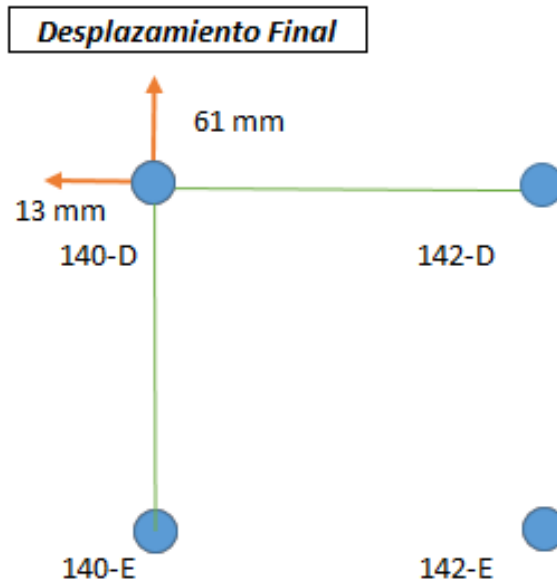


Figura N° 51 Disposición final de pilote 140-D con desviaciones en X e Y

Se observa la disminución de la desviación total de 105mm a 63mm, por lo que se acepta la disposición final del pilote.

**PILOTE 156-E**

Al igual que el caso anterior este pilote se presenta una desviación en el plano horizontal, tal como se muestra en la figura N°54.

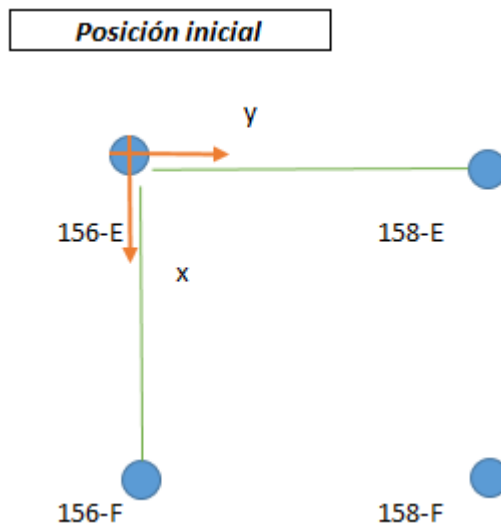


Figura N° 53 Esquema de pilote 156-E

Las coordenadas del proyectado para dicho pilote, así como las coordenadas de colocación se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 16 Coordenadas de pilote 156-E

Pilote 156-E		
POSICIÓN	ESTE	NORTE
PROYECTADO	266777.121	8667425.538
COLOCADO	266777.151	8667425.778
$\Delta$	0.030	0.240
$\Delta_{total}$	0.242	

Se puede observar que existe una desviación total entre las coordenadas proyectadas y coordenadas colocadas de 242 mm, por lo que se procede a jalar la cabeza del pilote mediante tecles para reducir esta desviación, produciéndose los siguientes valores.

Tabla 17 Coordenadas finales

Pilote 156-E		
POSICIÓN	ESTE	NORTE
PROYECTADO	266777.121	8667425.538
COLOCADO	266777.153	8667425.722
$\Delta$	0.032	0.184
$\Delta_{total}$	0.187	

Sin embargo, las desviaciones anteriormente mencionadas se encuentran en las coordenadas N y E, por lo que se trasladarán al sistema de coordenadas X e Y del proyecto, los cuales forman un ángulo de 48,95°.

A continuación, se muestra el cambio de coordenadas mediante la siguiente fórmula.

$$y = E * \cos\alpha - N * \sen\alpha$$

$$x = E * \sen\alpha + N * \cos\alpha$$

Tabla 18 Desviaciones en coordenadas X e Y

Pilote 156-E		
POSICIÓN	X	Y
$\Delta$	-0.145	-0.118
$\Delta_{total}$	0.187	

Se puede observar de la tabla N°18, que las desviaciones en las coordenadas del proyecto x, y son mayores a las tolerancias, sin embargo, ya se ha realizado un



trabajo previo con el remolcador para reducir esta desviación, por lo que la posición final de este pilote queda de la siguiente manera.

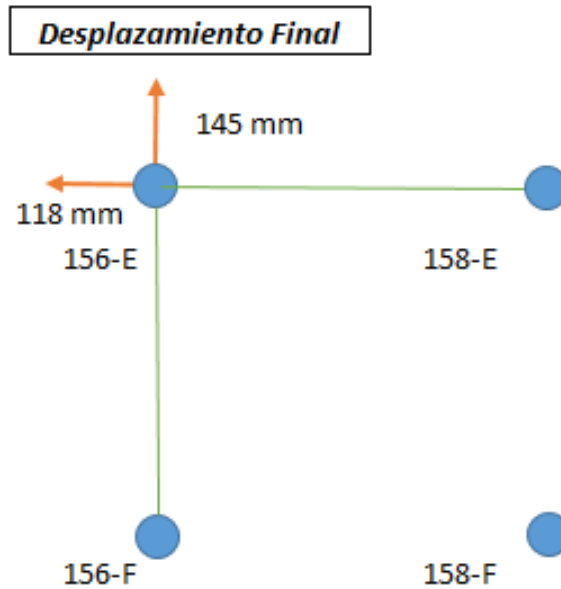


Figura N° 54 Disposición final de pilote 156-E con desviaciones en X e Y

Se observa la disminución de la desviación total de 242mm a 187mm, a diferencia del caso anterior, la desviación sigue manteniéndose de manera considerable por lo que en estos casos puntuales se optó por modificar las vigas prefabricadas que serán sostenidas por estos pilotes para su correcto ensamble.

En el anexo 6 se muestra el listado general de pilotes desviados que se dieron en el proyecto.

#### 4.2. Pilotes Altos

Este problema se presenta cuando el pilote no puede penetrar más de lo indicado por el proyecto en la grava de Lima, es decir, existe una mayor resistencia por parte del terreno que la prevista y de esta manera se tienen longitudes de pilote sobresalientes, tal como se muestra en la figura N°56.



Figura N° 55 Esquema de pilotes con longitud sobresalida

Este problema de hincado se presenta con mayor frecuencia en el eje A, tal como se observa en la siguiente imagen.

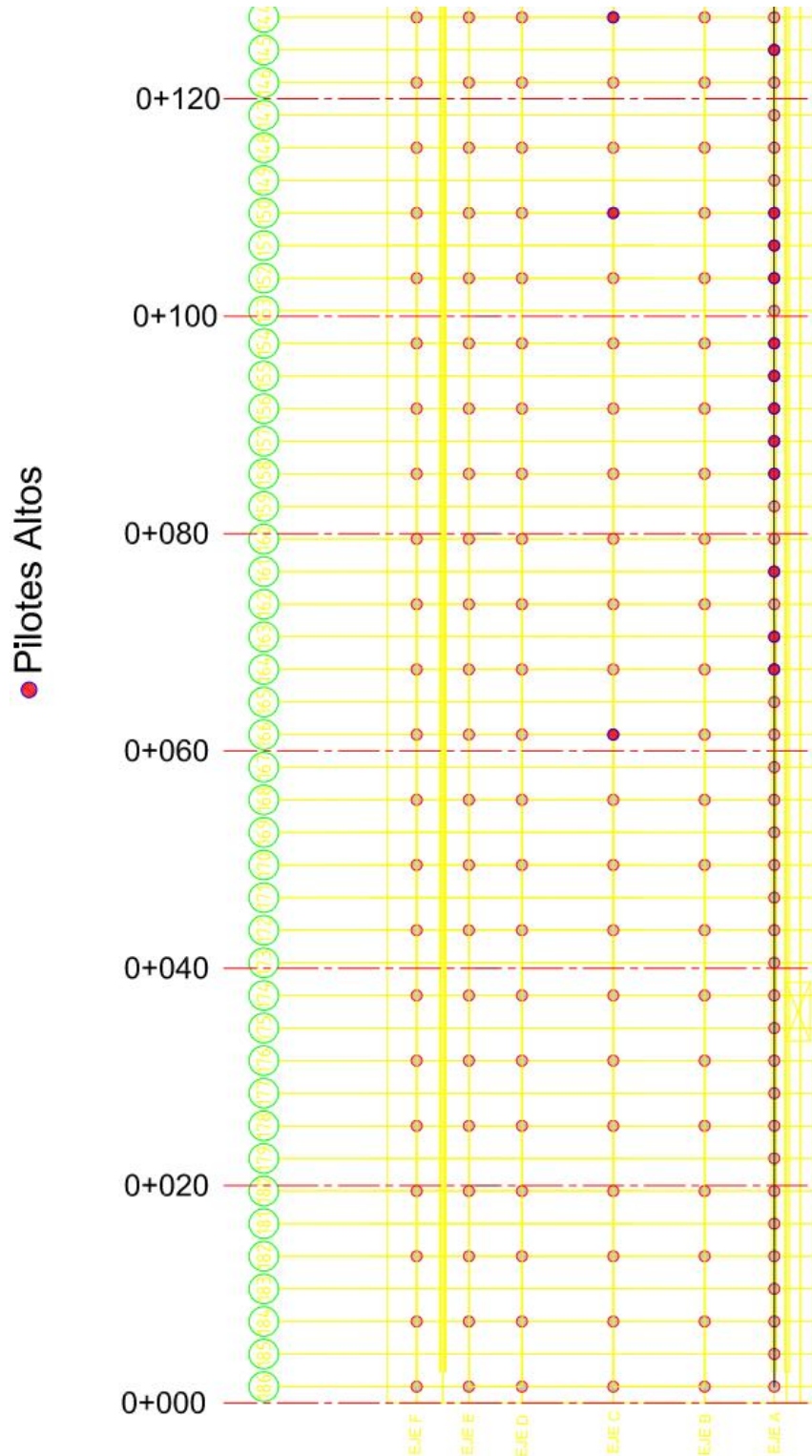


Figura N° 57 Ubicación de pilotes altos en el muelle 5.

En el anexo 7 se muestra el registro de los pilotes altos que se produjeron durante el proyecto. En coordinación con la supervisión se determinó que al verse en la imposibilidad de seguir hincando estos pilotes y al no cumplirse con el requerimiento de penetración en el estrato de grava de lima, se optó por hincar dos pilotes más en el mismo eje del pilote en condición de “Alto” de manera equidistantes del mismo y de los pilotes contiguos tal como se muestra en la figura N° 58.



Figura N° 58 Hincado de Pilotes alternos en el muelle 5.

### 4.3. Pilotes Flojos

En este caso sucede lo contrario al problema anterior, la resistencia del terreno es tan baja que el pilote penetra más de lo proyectado o en la longitud de penetración proyectada el terreno no ejerce suficiente fuerza para mantener estable el posicionamiento del pilote.

Para este caso se clasifica al problema en pilotes ligeramente flojos, medianamente flojos y muy flojos. El criterio para clasificar un pilote en los 3 grupos mencionados es el siguiente:

Tabla 19 Pilotes flojos

N° golpes		
<10	10-20	>20
MUY FLOJOS	MEDIANAMENTE	MENOS FLOJOS
158B	134B	138B
134A	136B	130B
144A	142B	153A
143A	162A	
146A	147A	
159A	149A	
	148A	

La ubicación de los pilotes con estos problemas se puede ver en el Anexo 8.

El tratamiento para estos problemas se realizó de acuerdo a la clasificación antes mencionada, para los pilotes muy flojos en donde faltaba longitud de penetración, se suelda otro pilote encima para completar la longitud necesaria.

En el caso de los pilotes medianamente flojos se realiza una prueba dinámica en caso de obtener resultados que no cumplan con los requisitos mínimos, se procede a hincar 2 pilotes alternos en sus extremos. Para los pilotes que están en un número de golpes apenas mayor a 20, se decide dar por válidos.

El registro de los problemas de pilotes flojos, pilotes altos y desviación se pueden observar en el Anexo 9.

## CONCLUSIONES

- Los puertos están sujetos a modernizaciones en su infraestructura para satisfacer la demanda de movimiento de cargas, por lo que es importante contar con las guías metodológicas y un detallado de los procesos constructivos llevados a cabo en proyectos pasados, para de esa manera disminuir la curva de aprendizaje en proyectos nuevos y se pueda tener un mejor rendimiento.
- La división del área de trabajo en cuadrículas tal como se ve en la figura N° 28 fue de gran ayuda para el seguimiento de las actividades de dragado en el proyecto.
- Se mostraron los detalles de los procesos constructivos de las dos partidas más importante en el proyecto de ampliación del Muelle Norte del Callao, así como los problemas encontrados durante el hincado de pilotes para tener lecciones aprendidas, así como las soluciones realizadas y que estas puedan servir para proyectos similares.
- Las actividades de dragado y la batimetría preliminar son de gran importancia para las siguientes labores, por lo que es necesario tener un conocimiento detallado sobre los procedimientos seguidos y problemas encontrados para que sirvan de guía en futuros proyectos.
- La realización de pruebas durante el hincado de pilotes es de suma importancia para la verificación de la calidad final del proyecto, por lo que es necesario conocer los protocolos empleados, así como los procedimientos realizados.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda difundir las experiencias adquiridas durante el proyecto de ampliación del puerto del Callao.
- Se recomienda realizar un mayor mapeo de las condiciones del terreno, para evitar problemas en el hincado de pilotes, tal como sucedió en el presente proyecto.
- Se requiere encontrar una manera más óptima para la solución de pilotes hincados que se encuentren desviados tanto en la vertical, como en el plano horizontal.
- Es necesario desarrollar un avance en la tecnología de hincado de pilotes, mediante simulaciones computacionales para prevenir futuros fallos o inconvenientes que puedan permitir un menor costo de daños.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Aguilar, S. (2011), "El Megapuerto y los beneficios económicos para la región Callao", Informe final del proyecto de Investigación de la Universidad Nacional del Callao. Facultad de Ciencias Administrativas, Callao, Perú.
2. Aliaga, G. (2009), Aspectos relevantes de cimentación con pilotes y proceso constructivo de muelle artesanal. Tesis para obtener Título Profesional, Lima, Perú.
3. Autoridad Portuaria Nacional – APN (2011): Contrato de Concesión Concurso de Proyectos Integrales del proceso de promoción de la inversión privada del proyecto Modernización del Terminal Norte Multipropósito en el Terminal Portuario del Callao. Callao, Perú.
4. Autoridad Portuaria Nacional -APN (2019). <https://www.apn.gob.pe/>. Lima, Perú.
5. Bruno, E. (2016), "Formulación y evaluación a nivel de perfil de un proyecto de puerto de minerales en Pacasmayo", Tesis de grado de la Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Lima, Perú.
6. Esteban, V. (2014), "Obras Marítimas", 1ra Edición, Editorial Universidad Politécnica de Valencia, España.
7. Eyzaguirre, C. (2014), "Diseño y construcción de un muelle para embarque de minerales", Tesis de grado de la Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Lima, Perú.
8. Gregory, T. (1997), "Handbook of Port and Harbor Engineering", New York: Springer Science+Business Media Dordrecht.
9. Gregory, T. (2004), "Port Engineering, Planning, Construction, Maintenance, and Security", New jersey: John Wiley & sons inc.
10. Hans, A., Ian D., Torben E., Harry G. (2004), "Planning and Design of Ports and Marine Terminals", London: Thomas Telford
11. Jiménez, J. (2013); Ortiz, A.; Castillo, E.; Méndez, C.; Nolasco, J.; "Manual de Apuntes de la Experiencia Educativa de Puertos y Obras Marítimas", Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería Civil, México.

12. Maldonado, M. (2013): Tesis: Hincas de Pilotes Friccionantes y su incidencia en el puerto marítimo de la Parroquia de Monteverde. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil. Santa Elena, Ecuador.
13. Mayo, C. (2014), "Recomendaciones portuarias para obras marítimas de abrigo, obras marítimas de atraque y amarre", Tesis de grado de la Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Lima, Perú.
14. Murcia, J. (2004), "El futuro tecnológico de las terminales marítimas de vehículos: La integración de sus sistemas de información", Tesis doctoral de la Universidad Politécnica de Catalunya. Departamento de Ciencia, España, Barcelona.
15. Ortiz Fuentes, C. (2001): Ingeniería Portuaria, COPER. Lima, Perú.
16. Palomino, J. (2015), "Reducción de costos y tiempos en el proceso constructivo del puerto de Matarani", Informe de Suficiencia Profesional, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Lima, Perú.
17. Sanz Benlloch, A.; Bayarri Cebrian, F.J (2012): Procedimiento: Metodología para el Proyecto y Ejecución de Dragados Mediante Actuaciones de Conservación Portuaria, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.



# ANEXOS

# ANEXO 01



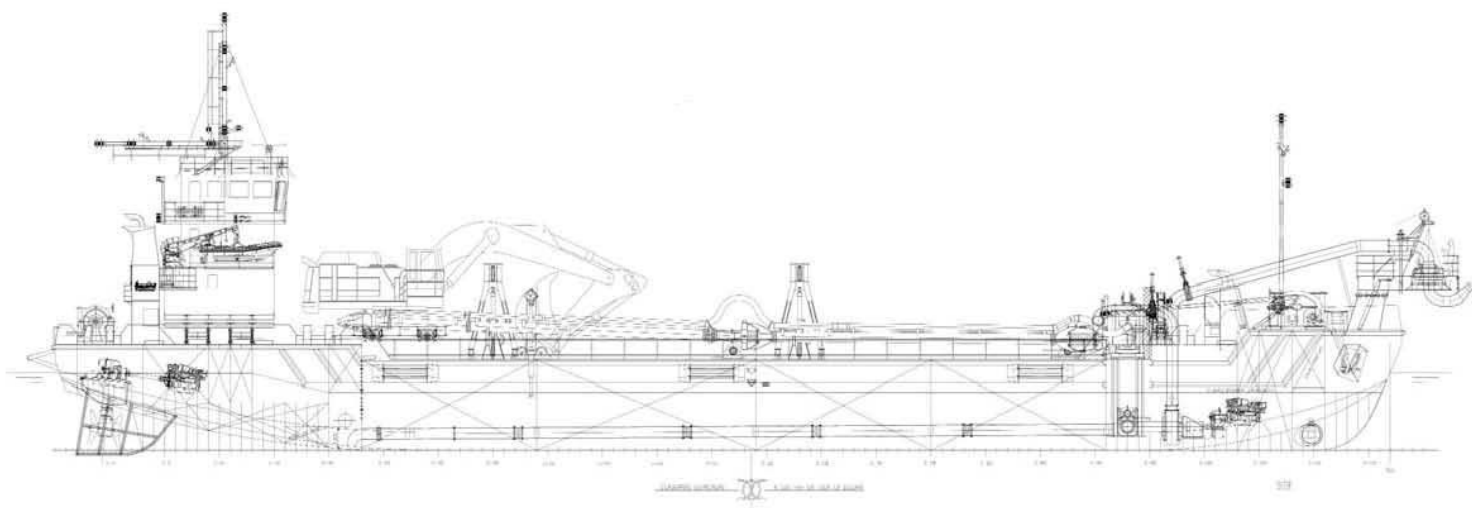
# Omvac Diez



Polígono de Vidreiro, Parcelas 4-5  
Campolongo - 15614- A Coruña-España  
Tlf. +34 981 43 12 12  
Fax: +34 981 43 14 49  
[www.canleamar.com](http://www.canleamar.com)



# OMVAC DIEZ - DATOS TÉCNICOS



## DRAGA GÁNGUIL DE SUCCIÓN DE CASCO PARTIDO

### DESCRIPCIÓN GENERAL

TIPO	Draga de succión de casco partido
CONSTRUCCIÓN	2011 por NODOSA
CLASE	G.L. Grupo III clase T
BANDERA	Española
ESLORA TOTAL	72.70m
ESLORA ENTRE PP.	64.30m
MANGA DE TRAZADO	12.90m
PUNTAL	4.50m
CALADO	4.10m
ARQUEO BRUTO	1138GT

### PROPULSIÓN-PLANTA GENERADORA

MOTOR PRINCIPAL	CAT C32 2X735.3Kw (1472Kw;2000Hp;1800Rpm)
PROPULSOR	2 X azimuth SCHOTTEL
MOTOR AUXILIAR	CAT 3406; 2 X349Hp
ALTERNADOR	LEROY SOMER 2X306Kva
GRUPO DE EMERGENCIA	CAT C4.4; 86Kva

### MAQUINARIA DE CUBIERTA

GRÚA DE CUBIERTA	GUERRA M330 24A4
WINCHES	2 IBERCISA combinados MAN-H/32-S 2 IBERCISA MAN-H/40

PESCANTE BOTE DE RESCATE	FERRY, serie 1872
--------------------------	-------------------

### RENDIMIENTO Y CAPACIDADES

VELOCIDAD EN VACÍO	10.5 nudos
DESPLAZAMIENTO A PLENA CARGA	3085Tn
VOLUMEN CÁNTARA	1200m <sup>3</sup>
AGUA DULCE	35m <sup>3</sup>
ACEITE	16.5m <sup>3</sup>
COMBUSTIBLE (GO)	204m <sup>3</sup>
OTROS TANQUES	25m <sup>3</sup>
ACOMODACIÓN	Aguas abrigadas 4p. Nav. costera 8p.

### GOBIERNO Y MANIOBRA

TIMÓN	2 x SCHOTTEL SRP550
HÉLICE DE PROA	2Kw ( Hidráulica) Bomba LINDE HPV

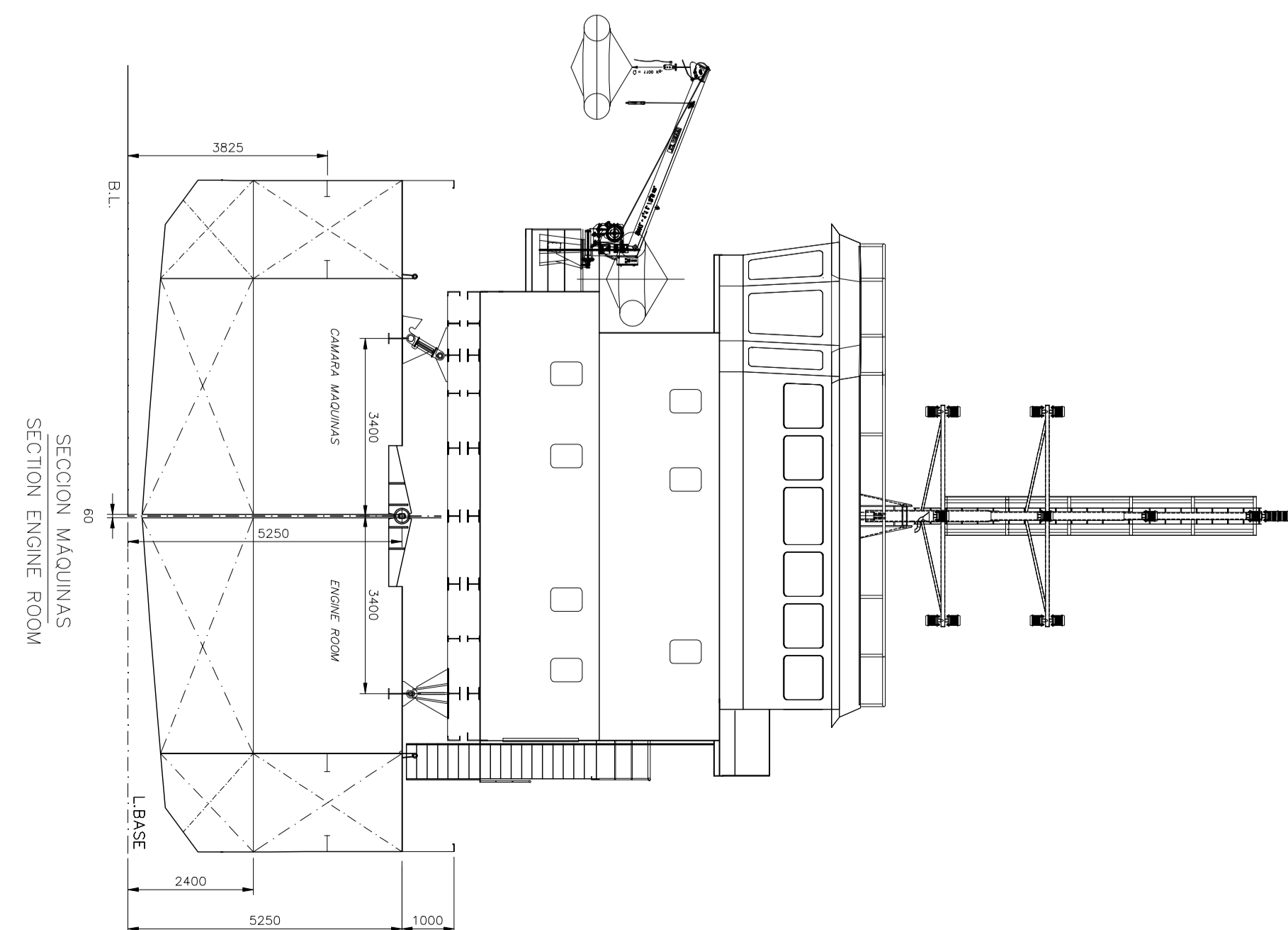
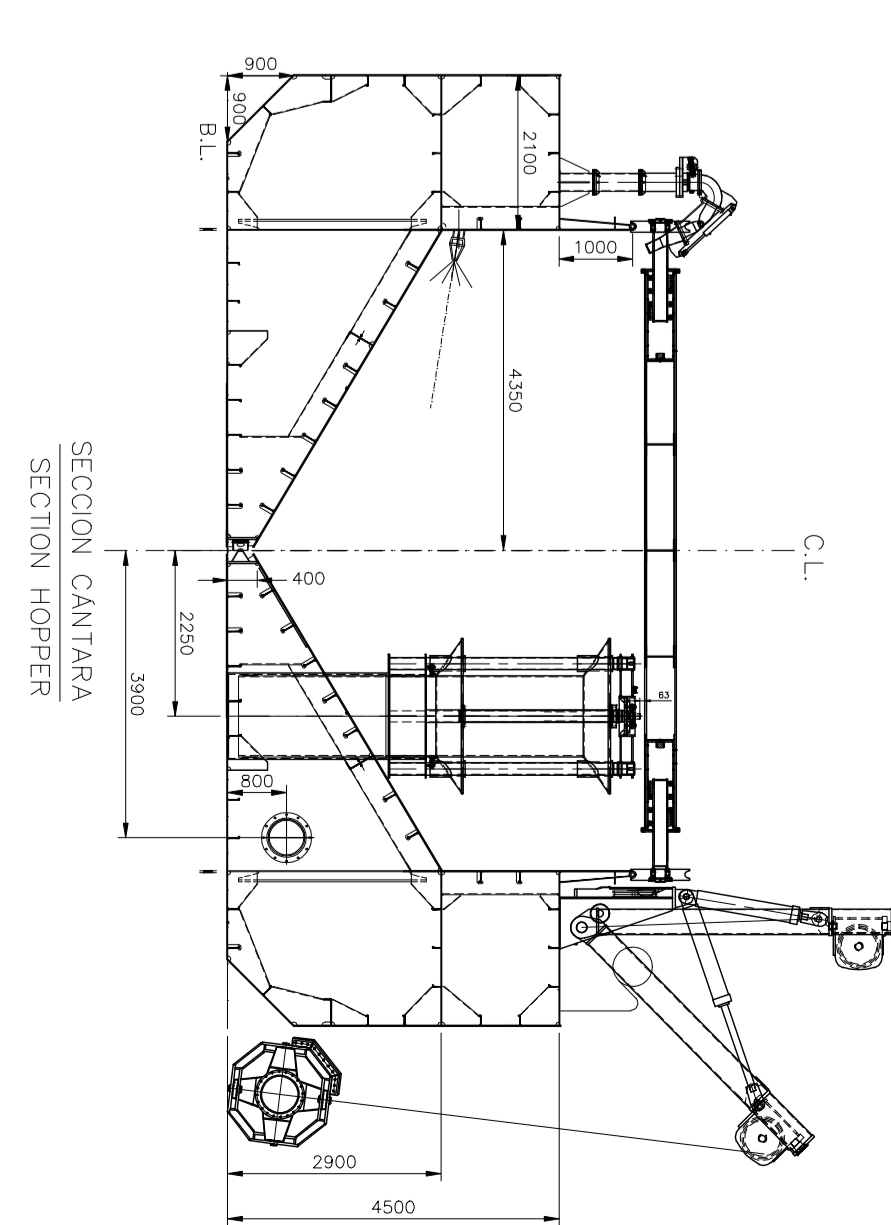
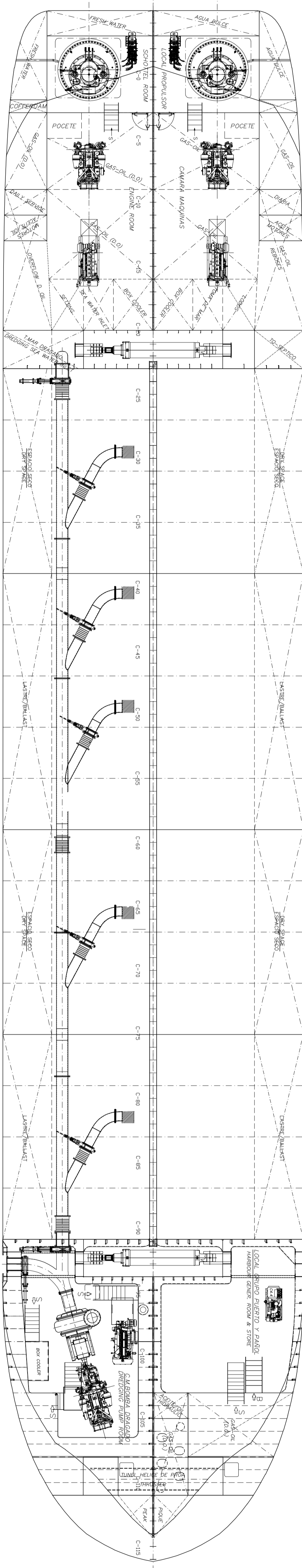
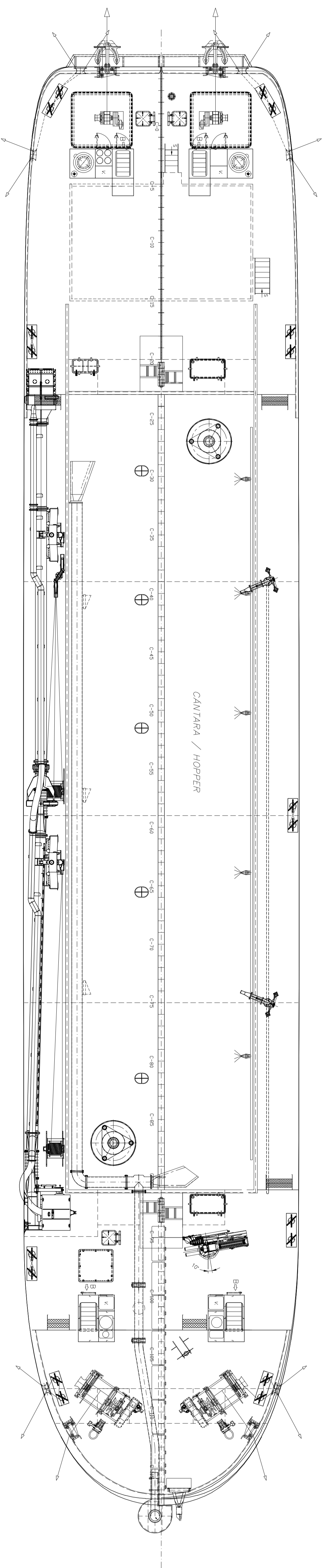
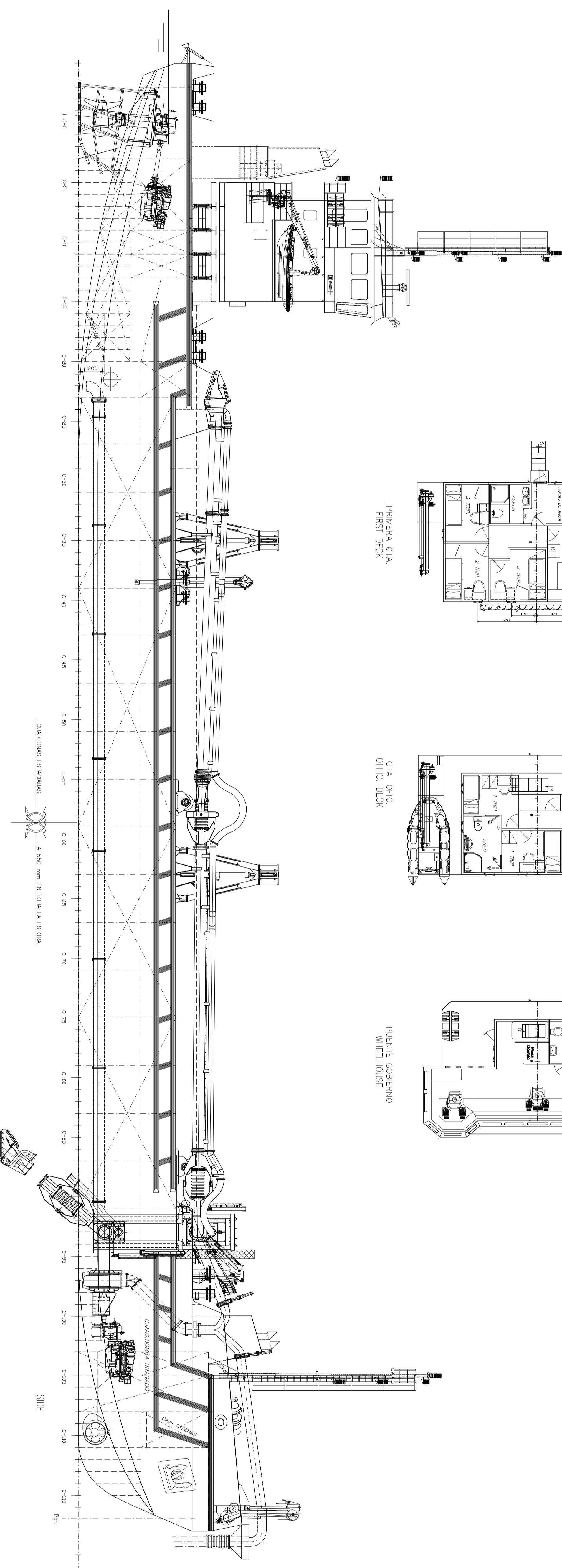
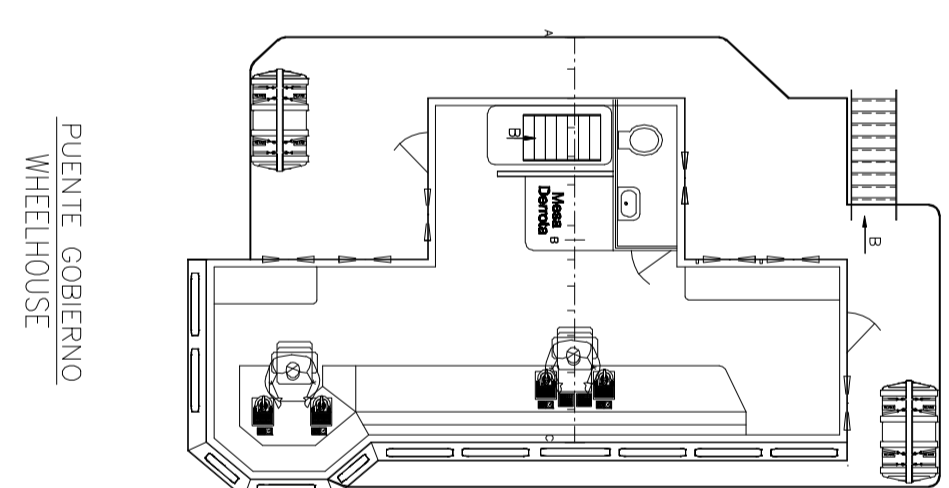
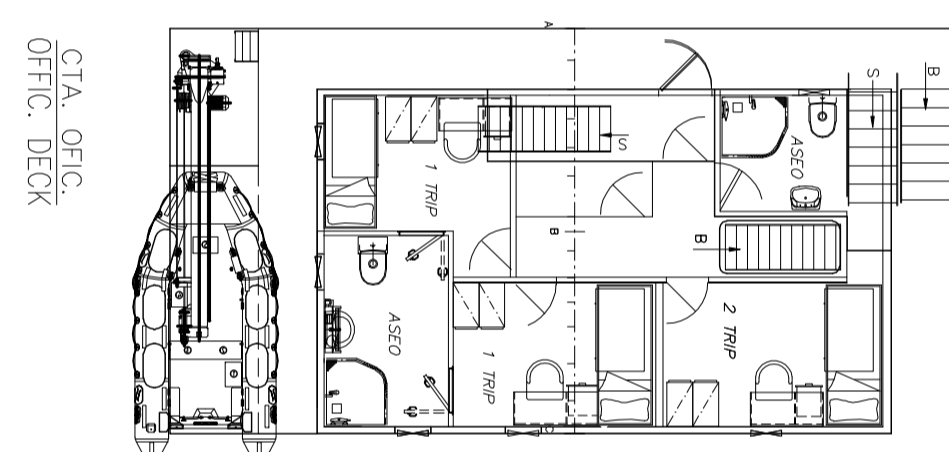
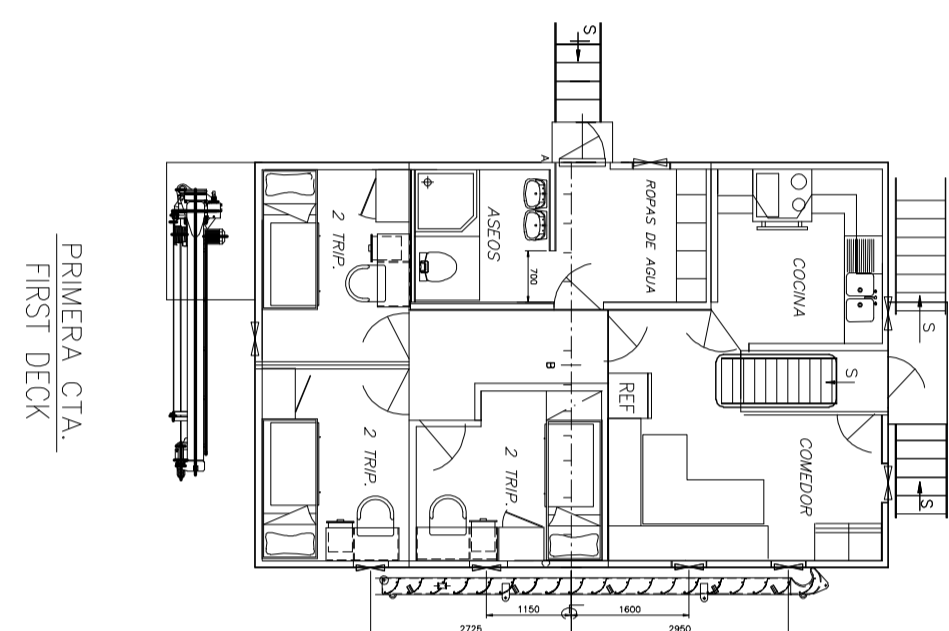
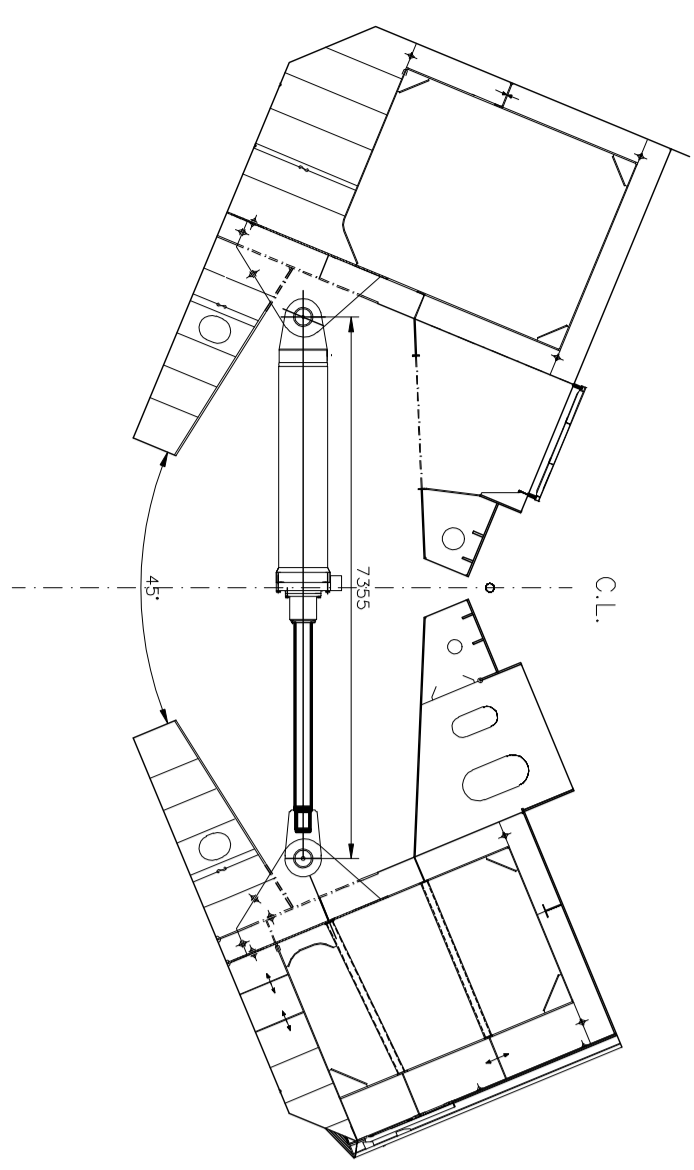
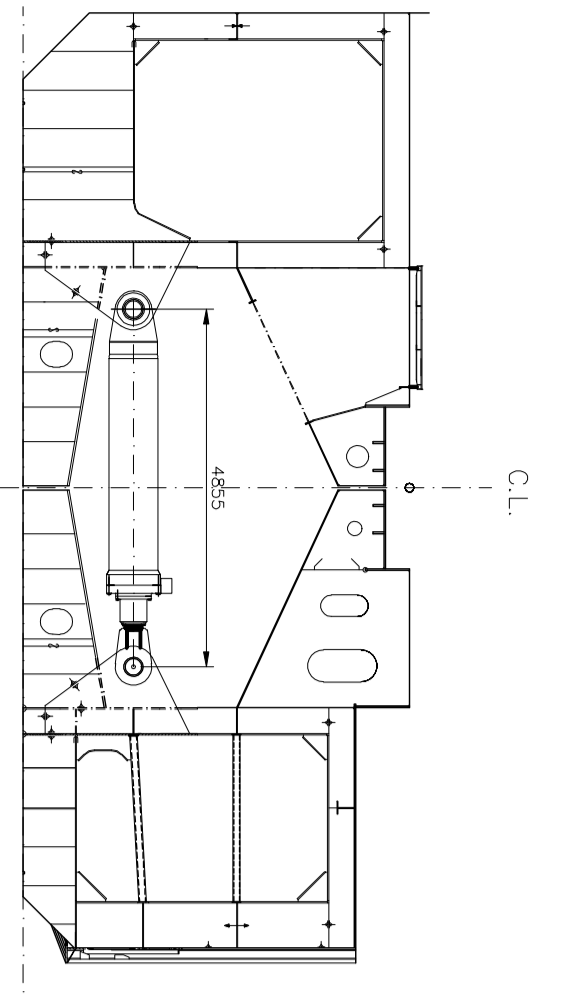
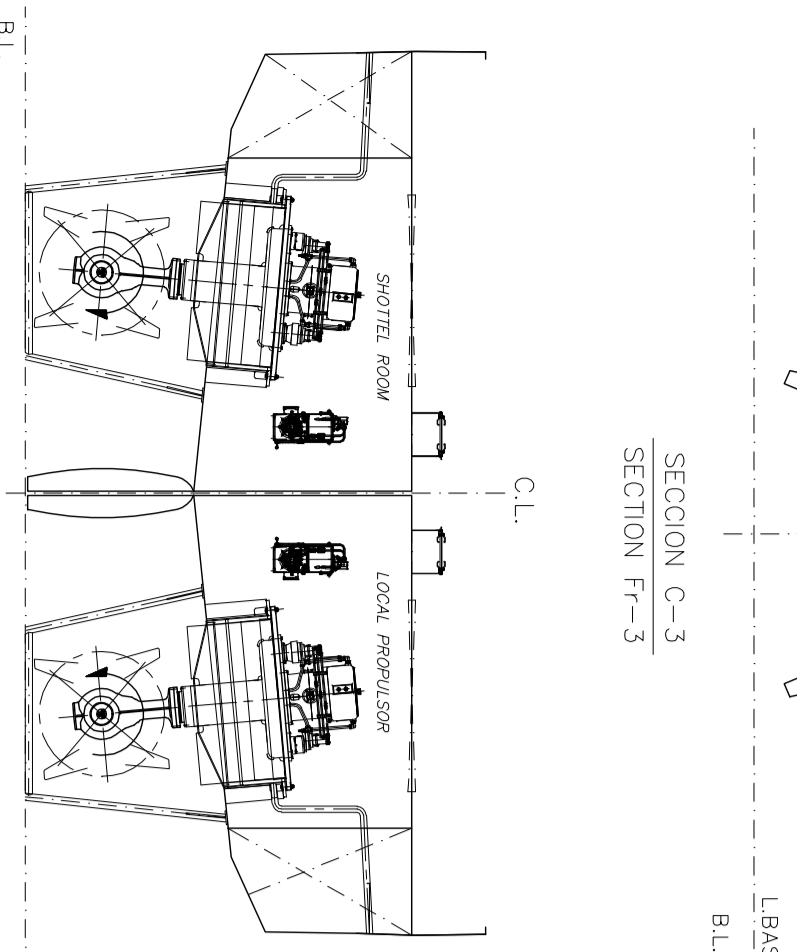
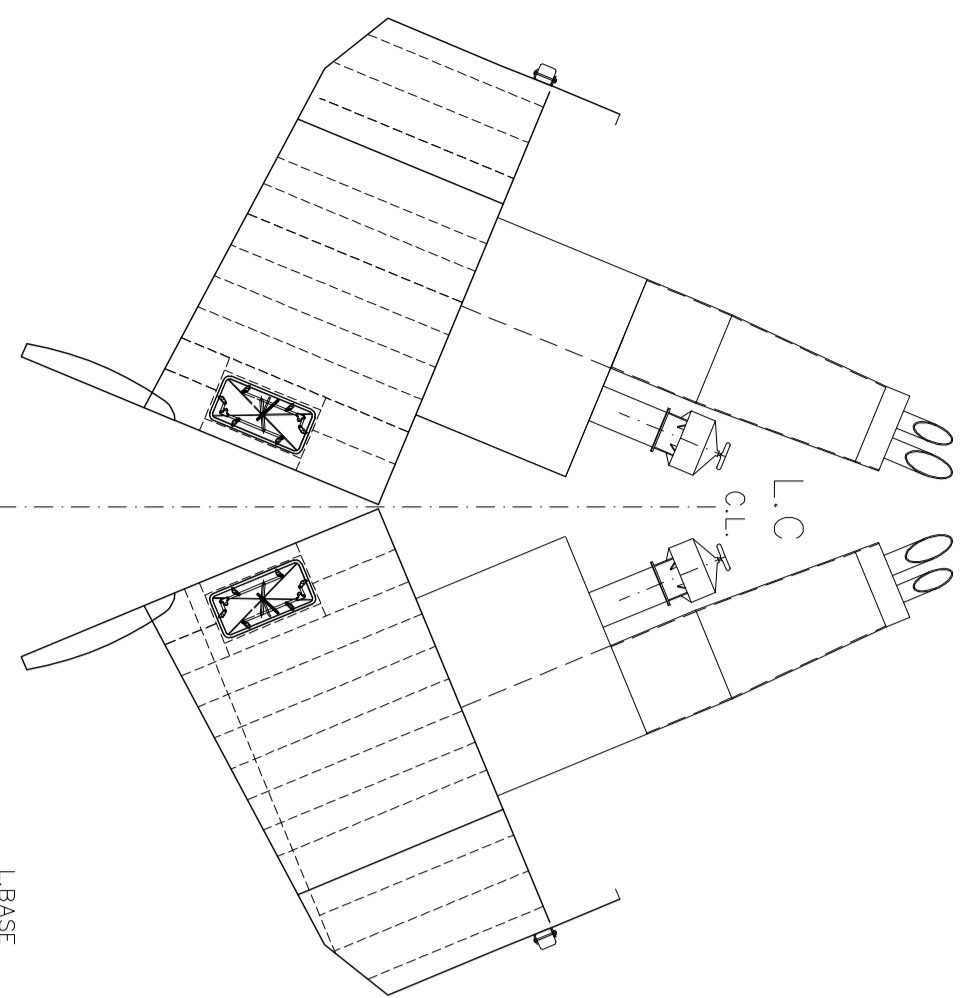
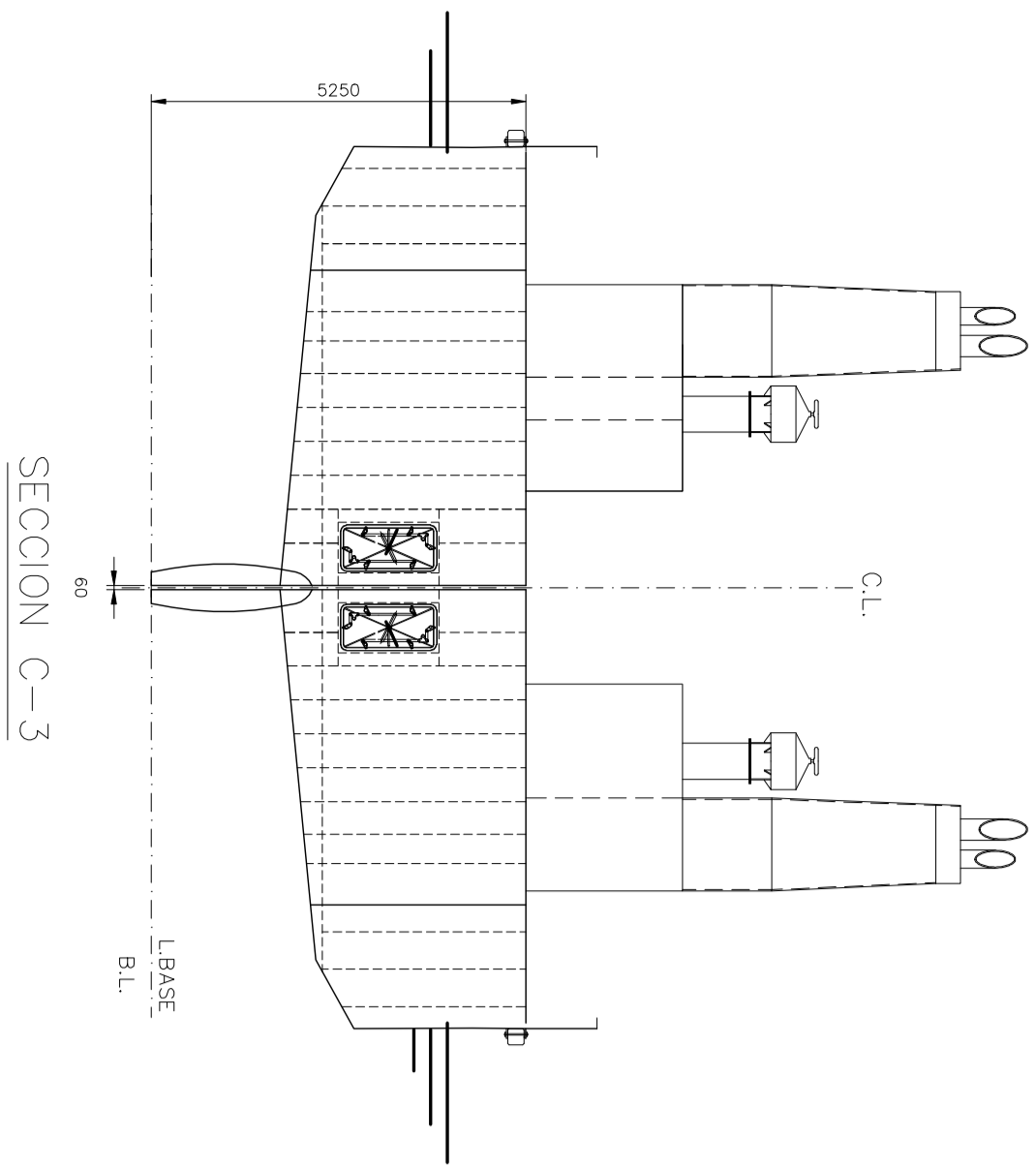
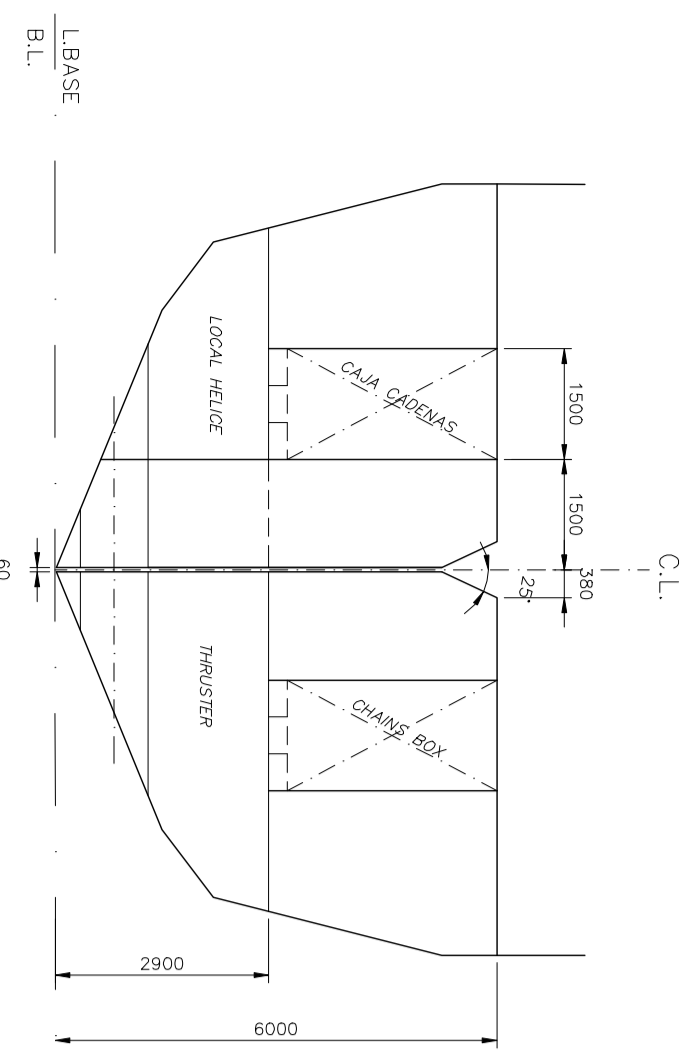
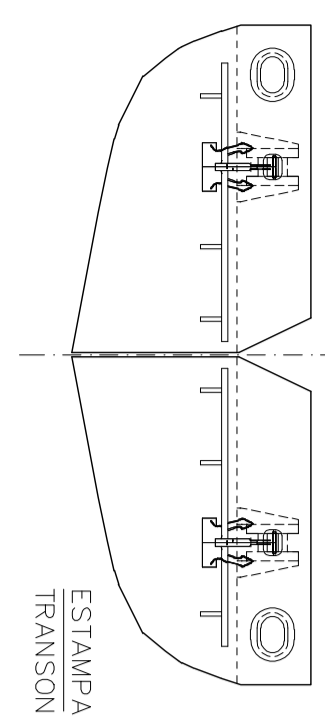
### EQUIPO DE DRAGADO

DRAGADO MECÁNICO	EQUIPO: LIEBHERR 984C
	90Tn de peso (30Tn de tiro)
	Alargadera para alcanzar cotas de -15m
	Pulpo hidráulico de 4m <sup>3</sup> y 7 Tn de peso
	Cazo hidráulico de 4m <sup>3</sup>
	Recogedor para alcanzar la cota de -60m

### DRAGADO POR SUCCIÓN

EQUIPO: DAMEN SLZ 500
Bomba de dragado BP5045 + CAT C32 1300Hp
Bomba Jet NIHUIS + CAT C18 1800Rpm
Sistema de compensación de olas
Pescantes con sus winches
Overflows telescópicos y monitores del Jet
Bowcoupling y Rainbow.
Profundidad de dragado: -25m
Distancia de bombeo: 800m





**DIMENSIONES PRINCIPALES**  
MAIN DIMENSIONS

ESLORA TOTAL - LENGTH OVERALL 67,65 m  
 ESLORA REGlamentARIA (L) - REGISTERED LENGTH 64,30 m  
 ESLORA E. PERPENDICULARES - LENGTH DP 64,30 m  
 MANCA DE TRAZADO - BREADTH 12,90 m  
 PLANAL C/A. PRINCIPAL - DEPTH TO MAIN DECK 4,50 m  
 PUNAL ESCANTONADO - SCANTLING DEPTH 4,25 m

PISO MAQUINAS 2900 S.L.B.  
E7 ROOM PLATFORM 2900 A.B.L.

D'FONDO/PLATFORMA 900-2900 S.L.B.  
INNER BOTTOM/PLATFORM 900-2900 A.B.L.

ACTUALIZAC. SISTEMA DE DISEÑO/PLANOS SUPERSTRICTURA	MANEJO	08-09-10	A.S.A.	08-09-10
ACTUALIZAC. BOX COQUE PARA TRONOS ESCUELAS PISA	MANEJO	08-09-10	A.S.A.	08-09-10
ACTUALIZACION SISTEMA DE DISEÑO/PLANOS ESCUELAS ETC.	MANEJO	14-07-10	A.S.A.	14-07-10
CAMBIO DIBUJO, TRONCO ESCUELAS SE. ETC.	MANEJO	17-05-10	A.S.A.	17-05-10
REGION ENUNDA PARA AMBUDACION CL.	MANEJO	08-09-10	A.S.A.	08-09-10
ACTUALIZACIONES VARIAS	MANEJO	08-09-10	A.S.A.	08-09-10
CONTINIO	MANEJO	08-09-10	A.S.A.	08-09-10
MODIFICACIONES VARIAS (DE ALICE DEBA PISA)	MANEJO	10-03-10	A.S.A.	10-03-10
MODIFICACION SECCION CANTARA Y VARIOS SECCION A.B.A.	MANEJO	08-09-10	A.S.A.	08-09-10
ACTUALIZACION SCANTLING, MANEJO PARA DE MAQUINAS	MANEJO	08-09-10	A.S.A.	08-09-10
PLATFORMA PARA RETRO	MANEJO	08-09-10	A.S.A.	08-09-10
MODIFICACIONES SECCION MODIFICACIONES JA ANTON	MANEJO	08-09-10	A.S.A.	08-09-10
MODIFICACIONES SECCION MODIFICACIONES Y MAQUINAS	MANEJO	12-01-10	A.S.A.	12-01-10
MODIFICACION SECCION NOTAS A.B.A.	MANEJO	08-09-10	A.S.A.	08-09-10
MODIFICACION MANEJO CAMARA DE MAQUINAS	MANEJO	14-02-10	A.S.A.	14-02-10
MODIFICACION MANEJO CONSTRUCCION	MANEJO	15-02-10	A.S.A.	15-02-10
PLANOS PROYECTO FERRAS CONSTRUCCION	MANEJO	08-09-10	A.S.A.	08-09-10
MODIFICACION SECCION FERRAS	MANEJO	08-09-10	A.S.A.	08-09-10
PLANOS PARA AMBUDACION AMBUDACION	MANEJO	08-09-10	A.S.A.	08-09-10
MODIFICACION	MANEJO	08-09-10	A.S.A.	08-09-10

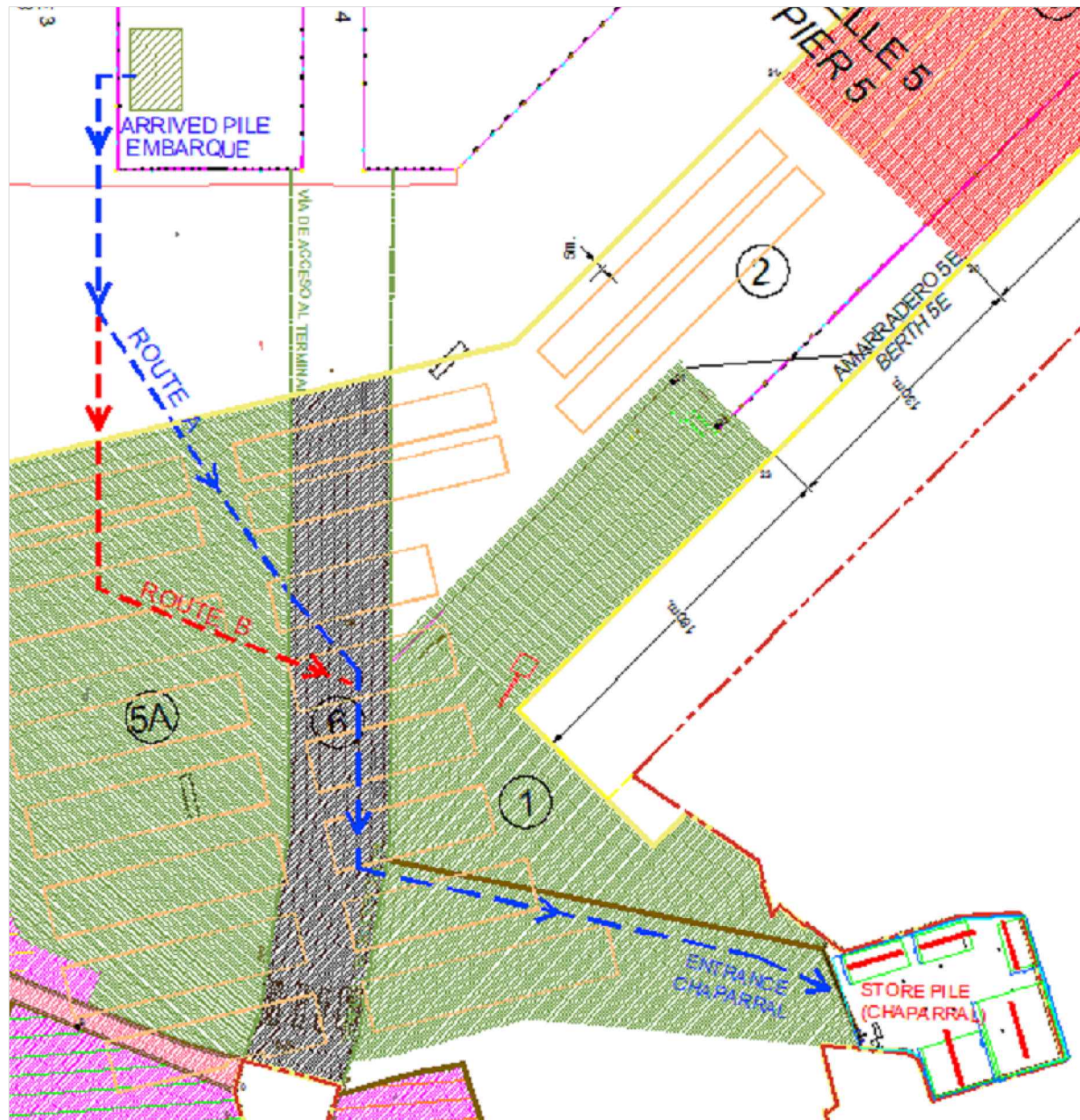
**E. CARCELLER - Ingenieros Navales - Consultores**  
**Fuisterio Carceller S.L.**  
 Calle de la Marina, 10 - 46100 Sagunto (Valencia) - España  
 Teléfono: +34 96 351 11 11 - Fax: +34 96 351 11 12  
 e-mail: info@carceller.com - web: www.carceller.com

**NOVOSIA**  
 Calle de la Marina, 10 - 46100 Sagunto (Valencia) - España  
 Teléfono: +34 96 351 11 11 - Fax: +34 96 351 11 12  
 e-mail: info@novosia.com - web: www.novosia.com

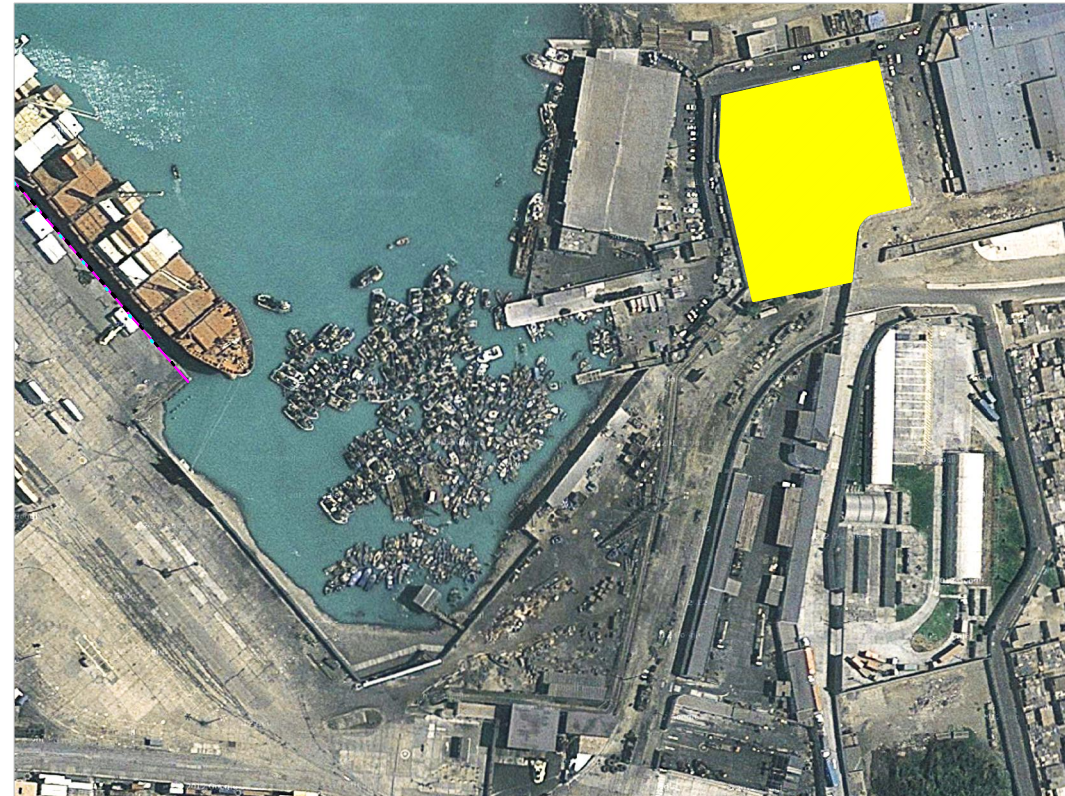
PROYECTO N°: 945  
 INFORMACION: DISPOSICION GENERAL  
 GENERAL ARRANGEMENT  
 PLANO N°: 001  
 DESTINO: COMODO ASISTENTE  
 REVISION: 18  
 ESCALA: 1:100  
 COMPROBADO: A.S.A.  
 DIBUJADO: A.S.A.  
 AUTORIZADO: OJAVAC DIEZ  
 HOLA N°: 1

NOTAS: 1. SE RECOMIENDA EL EMPLEO DE MATERIAL DE ESTA DOCUMENTACION PROHIBIENDOSE SU REPRODUCCION O TRANSFERENCIA A TERCEROS SIN EL PREVIA AUTORIZACION. 2. FOLIO N° 1 DE 1. 3. FOLIO N° 1 DE 1.

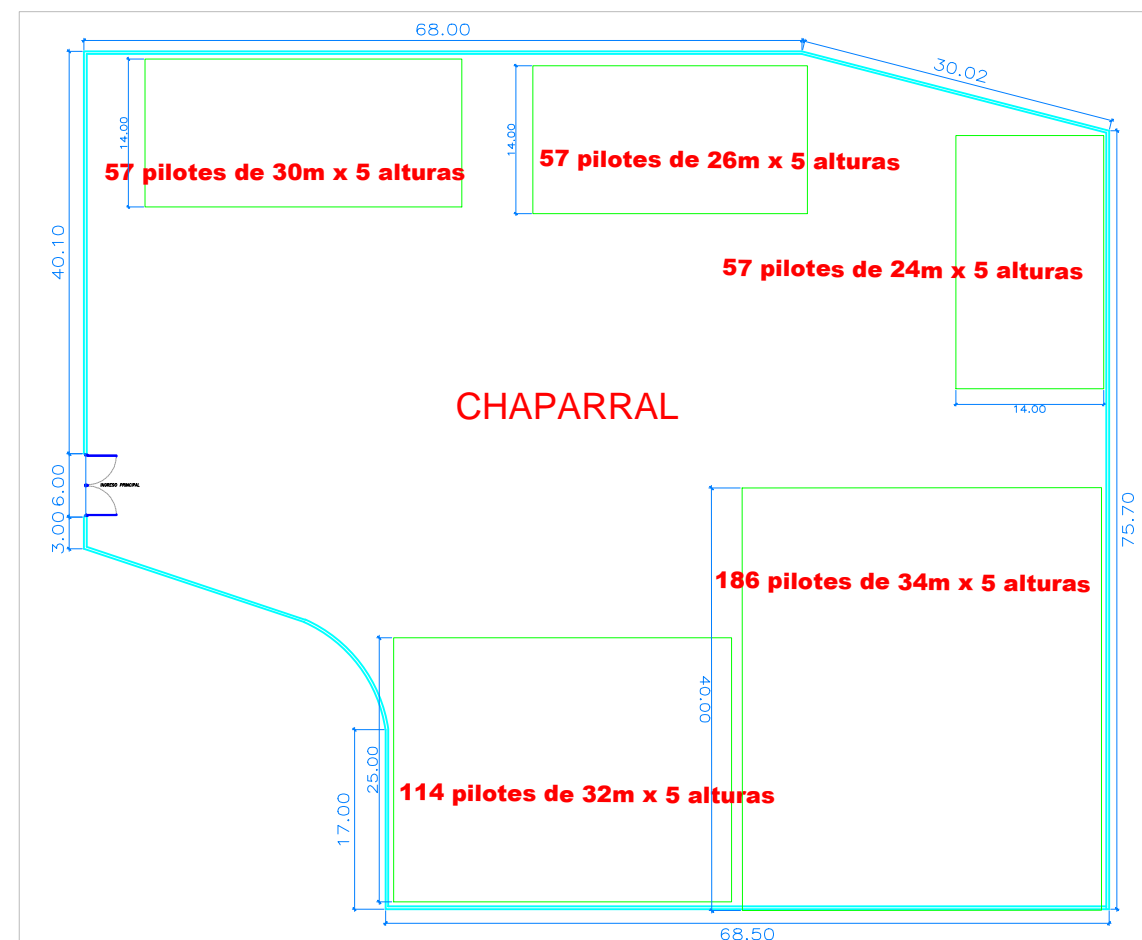
# ANEXO 02



PLANT VIEW - ROUTE A & B



PLANT LOCATION - CHAPARRAL AREA



PLANT VIEW - DEFINITIVE LOCATION

**LEGEND**

	PILE WORKSHOP (6800m2)
--	------------------------

NOTE: ALL UNITS ARE IN METERS

REV	DATE	DESCRIPCION	MSI	MSI	RG
02	26.04.13	SITE FACILITIES, INSTALLATIONS & MANPOWER	MSI	MSI	RG



Terminal Norte Multi-Propósito en el Terminal Portuario del Callao

SITE FACILITIES, INSTALLATIONS & MANPOWER

TITLE:  
PILE WORKSHOP - CHAPARRAL AREA

DRAWING:  
CFJ-SKETCH-07

# ANEXO 03



CUADRO DE DIFERENCIAS - PILOTES				CUADRO DE DIFERENCIAS - PILOTES				CUADRO DE DIFERENCIAS - PILOTES				CUADRO DE DIFERENCIAS - PILOTES				CUADRO DE DIFERENCIAS - PILOTES				CUADRO DE DIFERENCIAS - PILOTES				CUADRO DE DIFERENCIAS - PILOTES			
DESCRIPCION	Δ - Y	Δ - X	DIF. TOTAL	DESCRIPCION	Δ - Y	Δ - X	DIF. TOTAL	DESCRIPCION	Δ - Y	Δ - X	DIF. TOTAL	DESCRIPCION	Δ - Y	Δ - X	DIF. TOTAL	DESCRIPCION	Δ - Y	Δ - X	DIF. TOTAL	DESCRIPCION	Δ - Y	Δ - X	DIF. TOTAL	DESCRIPCION	Δ - Y	Δ - X	DIF. TOTAL
A-144	0.000	0.000	0.000	A-138	0.000	0.000	0.000	A-132	0.000	0.000	0.000	A-126	0.000	0.000	0.000	A-120	0.000	0.000	0.000	A-114	0.000	0.000	0.000	A-108	0.000	0.000	0.000
B-144	0.000	0.000	0.000	B-138	0.000	0.000	0.000	B-132	0.000	0.000	0.000	C-126	0.000	0.000	0.000	C-120	0.000	0.000	0.000	B-114	0.000	0.000	0.000	B-108	0.000	0.000	0.000
C-144	0.167	0.061	0.177	C-138	0.000	0.000	0.000	D-132	0.000	0.000	0.000	D-126	0.000	0.000	0.000	E-120	0.000	0.000	0.000	C-114	0.000	0.000	0.000	C-108	0.000	0.000	0.000
D-144	0.482	0.233	0.536	D-138	0.000	0.000	0.000	E-132	0.000	0.000	0.000	F-126	0.000	0.000	0.000	A-119	0.000	0.000	0.000	D-114	0.000	0.000	0.000	D-108	0.000	0.000	0.000
E-144	0.000	0.000	0.000	E-138	0.000	0.000	0.000	F-132	0.000	0.000	0.000	A-118	0.000	0.000	0.000	B-119	0.000	0.000	0.000	E-114	0.000	0.000	0.000	E-108	0.000	0.000	0.000
F-144	0.116	0.087	0.145	F-138	0.000	0.000	0.000	A-131	0.000	0.000	0.000	B-125	0.000	0.000	0.000	C-119	0.000	0.000	0.000	F-114	0.000	0.000	0.000	F-108	0.000	0.000	0.000
A-143	0.000	0.000	0.000	A-137	0.000	0.000	0.000	B-131	0.000	0.000	0.000	C-125	0.000	0.000	0.000	D-119	0.000	0.000	0.000	A-113	0.000	0.000	0.000	A-107	0.000	0.000	0.000
B-143	0.000	0.000	0.000	B-137	0.000	0.000	0.000	C-131	0.000	0.000	0.000	D-125	0.000	0.000	0.000	E-119	0.000	0.000	0.000	B-113	0.000	0.000	0.000	B-107	0.000	0.000	0.000
C-143	0.000	0.000	0.000	C-137	0.000	0.000	0.000	D-131	0.000	0.000	0.000	E-125	0.000	0.000	0.000	F-119	0.000	0.000	0.000	C-113	0.000	0.000	0.000	C-107	0.000	0.000	0.000
D-143	0.000	0.000	0.000	D-137	0.000	0.000	0.000	E-131	0.000	0.000	0.000	F-125	0.000	0.000	0.000	A-118	0.000	0.000	0.000	D-113	0.000	0.000	0.000	D-107	0.000	0.000	0.000
E-143	0.000	0.000	0.000	E-137	0.000	0.000	0.000	F-131	0.000	0.000	0.000	A-124	0.000	0.000	0.000	B-118	0.000	0.000	0.000	E-113	0.000	0.000	0.000	E-107	0.000	0.000	0.000
F-143	0.000	0.000	0.000	F-137	0.000	0.000	0.000	A-130	0.000	0.000	0.000	B-124	0.000	0.000	0.000	C-118	0.000	0.000	0.000	F-113	0.000	0.000	0.000	F-107	0.000	0.000	0.000
A-142	0.000	0.000	0.000	A-136	0.000	0.000	0.000	B-130	0.000	0.000	0.000	C-124	0.000	0.000	0.000	D-118	0.000	0.000	0.000	A-112	0.000	0.000	0.000	A-106	0.000	0.000	0.000
B-142	0.000	0.000	0.000	B-136	0.000	0.000	0.000	C-130	0.000	0.000	0.000	D-124	0.000	0.000	0.000	E-118	0.000	0.000	0.000	B-112	0.000	0.000	0.000	B-106	0.000	0.000	0.000
C-142	0.090	0.109	0.141	C-136	0.000	0.000	0.000	D-130	0.000	0.000	0.000	E-124	0.000	0.000	0.000	F-118	0.000	0.000	0.000	C-112	0.000	0.000	0.000	C-106	0.000	0.000	0.000
D-142	0.505	0.082	0.512	D-136	0.000	0.000	0.000	E-130	0.000	0.000	0.000	F-124	0.000	0.000	0.000	A-117	0.000	0.000	0.000	D-112	0.000	0.000	0.000	D-106	0.000	0.000	0.000
E-142	0.000	0.000	0.000	E-136	0.000	0.000	0.000	F-130	0.000	0.000	0.000	A-123	0.000	0.000	0.000	B-117	0.000	0.000	0.000	E-112	0.000	0.000	0.000	E-106	0.000	0.000	0.000
F-142	0.103	0.057	0.118	F-136	0.000	0.000	0.000	A-129	0.000	0.000	0.000	B-123	0.000	0.000	0.000	C-117	0.000	0.000	0.000	F-112	0.000	0.000	0.000	F-106	0.000	0.000	0.000
A-141	0.000	0.000	0.000	A-135	0.000	0.000	0.000	B-129	0.000	0.000	0.000	C-123	0.000	0.000	0.000	D-117	0.000	0.000	0.000	A-111	0.000	0.000	0.000	A-105	0.000	0.000	0.000
B-141	0.000	0.000	0.000	B-135	0.000	0.000	0.000	C-129	0.000	0.000	0.000	D-123	0.000	0.000	0.000	E-117	0.000	0.000	0.000	B-111	0.000	0.000	0.000	B-105	0.000	0.000	0.000
C-141	0.000	0.000	0.000	C-135	0.000	0.000	0.000	D-129	0.000	0.000	0.000	E-123	0.000	0.000	0.000	F-117	0.000	0.000	0.000	C-111	0.000	0.000	0.000	C-105	0.000	0.000	0.000
D-141	0.000	0.000	0.000	D-135	0.000	0.000	0.000	E-129	0.000	0.000	0.000	F-123	0.000	0.000	0.000	A-116	0.000	0.000	0.000	D-111	0.000	0.000	0.000	D-105	0.000	0.000	0.000
E-141	0.000	0.000	0.000	E-135	0.000	0.000	0.000	F-129	0.000	0.000	0.000	A-112	0.000	0.000	0.000	B-116	0.000	0.000	0.000	E-111	0.000	0.000	0.000	E-105	0.000	0.000	0.000
F-141	0.000	0.000	0.000	F-135	0.000	0.000	0.000	A-134	0.000	0.000	0.000	B-122	0.000	0.000	0.000	C-116	0.000	0.000	0.000	F-111	0.000	0.000	0.000	F-105	0.000	0.000	0.000
A-140	0.000	0.000	0.000	A-134	0.000	0.000	0.000	B-134	0.000	0.000	0.000	C-122	0.000	0.000	0.000	D-116	0.000	0.000	0.000	A-110	0.000	0.000	0.000	A-104	0.000	0.000	0.000
B-140	0.000	0.000	0.000	B-134	0.000	0.000	0.000	C-134	0.000	0.000	0.000	D-122	0.000	0.000	0.000	E-116	0.000	0.000	0.000	B-110	0.000	0.000	0.000	B-104	0.000	0.000	0.000
C-140	0.000	0.000	0.000	C-134	0.000	0.000	0.000	D-134	0.000	0.000	0.000	E-122	0.000	0.000	0.000	F-116	0.000	0.000	0.000	C-110	0.000	0.000	0.000	C-104	0.000	0.000	0.000
D-140	0.000	0.000	0.000	D-134	0.000	0.000	0.000	E-134	0.000	0.000	0.000	F-122	0.000	0.000	0.000	A-115	0.000	0.000	0.000	D-110	0.000	0.000	0.000	D-104	0.000	0.000	0.000
E-140	0.000	0.000	0.000	E-134	0.000	0.000	0.000	F-134	0.000	0.000	0.000	A-121	0.000	0.000	0.000	B-115	0.000	0.000	0.000	E-110	0.000	0.000	0.000	E-104	0.000	0.000	0.000
F-140	0.000	0.000	0.000	F-134	0.000	0.000	0.000	A-127	0.000	0.000	0.000	B-121	0.000	0.000	0.000	C-115	0.000	0.000	0.000	F-110	0.000	0.000	0.000	F-104	0.000	0.000	0.000
A-139	0.000	0.000	0.000	A-133	0.000	0.000	0.000	B-127	0.000	0.000	0.000	C-121	0.000	0.000	0.000	D-115	0.000	0.000	0.000	A-109	0.000	0.000	0.000	A-103	0.000	0.000	0.000
B-139	0.000	0.000	0.000	B-133	0.000	0.000	0.000	C-127	0.000	0.000	0.000	D-121	0.000	0.000	0.000	E-115	0.000	0.000	0.000	B-109	0.000	0.000	0.000	B-103	0.000	0.000	0.000
C-139	0.000	0.000	0.000	C-133	0.000	0.000	0.000	D-127	0.000	0.000	0.000	E-121	0.000	0.000	0.000	F-115	0.000	0.000	0.000	C-109	0.000	0.000	0.000	C-103	0.000	0.000	0.000
D-139	0.000	0.000	0.000	D-133	0.000	0.000	0.000	E-127	0.000	0.000	0.000	A-121	0.000	0.000	0.000	B-115	0.000	0.000	0.000	D-109	0.000	0.000	0.000	D-103	0.000	0.000	0.000
E-139	0.000	0.000	0.000	E-133	0.000	0.000	0.000	F-127	0.000	0.000	0.000	B-121	0.000	0.000	0.000	C-115	0.000	0.000	0.000	E-109	0.000	0.000	0.000	E-103	0.000	0.000	0.000
F-139	0.000	0.000	0.000	F-133	0.000	0.000	0.000	A-127	0.000	0.000	0.000	C-121	0.000	0.000	0.000	D-115	0.000	0.000	0.000	F-109	0.000	0.000	0.000	F-103	0.000	0.000	0.000

Nº DOCUMENTOS: FCCJJC-9W7795-1113-01 REV.01

**DOCUMENTO CONTROLADO**

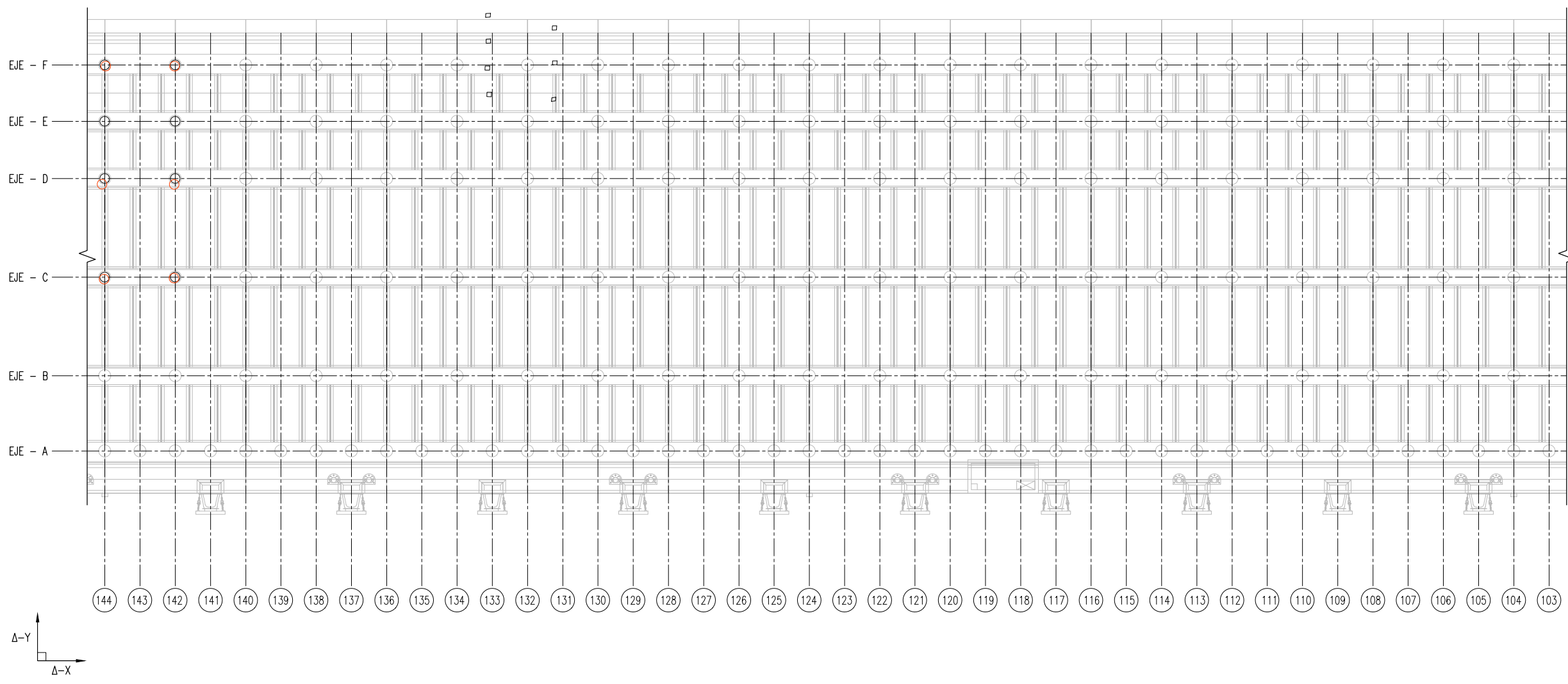
CARGO : JEFE OF. TEC. JEFE CALIDAD

FIRMA :

FECHA :

OBSERVACIONES :

LEYENDA	
PILOTES PROYECTADOS	○
PILOTES COLOCADOS	●
PILOTES LEVANTADOS	□



DWG N°	ISSUED FOR CONSTRUCTION	REV.	FECHA
9W795-1112	PIILING PLAN - SHEET 3	02	06/07/12

REV.	FECHA	APPROVED FOR CONSTRUCTION	DIB.	REV.	APR.
01	24/10/13	EMITIDO PARA APROBACION	MS	MF	MF



Terminal Norte Multi-Propósito en el Terminal Portuario del Callao

REVISADO ASISTENCIA TECNICA : FIRMA :

EMPRESA CONSTRUCTORA : FIRMA :

MUELLE 5  
 BERTH 5

TITULO / TITLE:  
 SEGUIMIENTO Y DESVIACION DE PILOTES - MUELLE 5  
 MONITORING AND DEVIATION OF PILES - BERTH 5

PLANO: FCCJJC-9W7795-1112-01 REV. 01

\* El Consorcio FCC-JJC prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin expresa autorización, bajo sanción.  
 \* Consortium FCC-JJC prohibited the partial or total reproduction of this document without express permission, under penalty.  
 \* A1 Size = 840 x 594

\* El Consorcio FCC-JC prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin expresa autorización, bajo sanción.  
 \* Consortium FCC-JC prohibited the partial or total reproduction of this document without express permission, under penalty.  
 \* A1 Size = 840 x 594

CUADRO DE DIFERENCIAS - PILOTES			
DESCRIPCION	$\Delta - Y$	$\Delta - X$	DIF. TOTAL
A-186	0.000	0.000	0.000
B-186	0.000	0.000	0.000
C-186	0.000	0.000	0.000
D-186	0.000	0.000	0.000
E-186	0.000	0.000	0.000
F-186	0.000	0.000	0.000
A-185	0.000	0.000	0.000
B-185	0.000	0.000	0.000
C-185	0.000	0.000	0.000
D-185	0.000	0.000	0.000
E-185	0.000	0.000	0.000
F-185	0.000	0.000	0.000
A-184	0.000	0.000	0.000
B-184	0.000	0.000	0.000
C-184	0.000	0.000	0.000
D-184	0.000	0.000	0.000
E-184	0.000	0.000	0.000
F-184	0.000	0.000	0.000
A-183	0.000	0.000	0.000
B-183	0.000	0.000	0.000
C-183	0.000	0.000	0.000
D-183	0.000	0.000	0.000
E-183	0.000	0.000	0.000
F-183	0.000	0.000	0.000
A-182	0.000	0.000	0.000
B-182	0.000	0.000	0.000
C-182	0.000	0.000	0.000
D-182	0.000	0.000	0.000
E-182	0.000	0.000	0.000
F-182	0.000	0.000	0.000
A-181	0.000	0.000	0.000
B-181	0.000	0.000	0.000
C-181	0.000	0.000	0.000
D-181	0.000	0.000	0.000
E-181	0.000	0.000	0.000
F-181	0.000	0.000	0.000

CUADRO DE DIFERENCIAS - PILOTES			
DESCRIPCION	$\Delta - Y$	$\Delta - X$	DIF. TOTAL
A-180	0.000	0.000	0.000
B-180	0.000	0.000	0.000
C-180	0.000	0.000	0.000
D-180	0.000	0.000	0.000
E-180	0.000	0.000	0.000
F-180	0.000	0.000	0.000
A-179	0.000	0.000	0.000
B-179	0.000	0.000	0.000
C-179	0.000	0.000	0.000
D-179	0.000	0.000	0.000
E-179	0.000	0.000	0.000
F-179	0.000	0.000	0.000
A-178	0.000	0.000	0.000
B-178	0.000	0.000	0.000
C-178	0.000	0.000	0.000
D-178	0.000	0.000	0.000
E-178	0.000	0.000	0.000
F-178	0.000	0.000	0.000
A-177	0.000	0.000	0.000
B-177	0.000	0.000	0.000
C-177	0.000	0.000	0.000
D-177	0.000	0.000	0.000
E-177	0.000	0.000	0.000
F-177	0.000	0.000	0.000
A-176	0.000	0.000	0.000
B-176	0.000	0.000	0.000
C-176	0.000	0.000	0.000
D-176	0.000	0.000	0.000
E-176	0.000	0.000	0.000
F-176	0.000	0.000	0.000
A-175	0.000	0.000	0.000
B-175	0.000	0.000	0.000
C-175	0.000	0.000	0.000
D-175	0.000	0.000	0.000
E-175	0.000	0.000	0.000
F-175	0.000	0.000	0.000

CUADRO DE DIFERENCIAS - PILOTES			
DESCRIPCION	$\Delta - Y$	$\Delta - X$	DIF. TOTAL
A-174	0.000	0.000	0.000
B-174	0.000	0.000	0.000
C-174	0.000	0.000	0.000
D-174	0.000	0.000	0.000
E-174	0.000	0.000	0.000
F-174	0.000	0.000	0.000
A-173	0.000	0.000	0.000
B-173	0.000	0.000	0.000
C-173	0.000	0.000	0.000
D-173	0.000	0.000	0.000
E-173	0.000	0.000	0.000
F-173	0.000	0.000	0.000
A-172	0.000	0.000	0.000
B-172	0.000	0.000	0.000
C-172	0.000	0.000	0.000
D-172	0.000	0.000	0.000
E-172	0.000	0.000	0.000
F-172	0.000	0.000	0.000
A-171	0.000	0.000	0.000
B-171	0.000	0.000	0.000
C-171	0.000	0.000	0.000
D-171	0.000	0.000	0.000
E-171	0.000	0.000	0.000
F-171	0.000	0.000	0.000
A-170	0.000	0.000	0.000
B-170	0.000	0.000	0.000
C-170	0.000	0.000	0.000
D-170	0.000	0.000	0.000
E-170	0.000	0.000	0.000
F-170	0.000	0.000	0.000
A-169	0.000	0.000	0.000
B-169	0.000	0.000	0.000
C-169	0.000	0.000	0.000
D-169	0.000	0.000	0.000
E-169	0.000	0.000	0.000
F-169	0.000	0.000	0.000

CUADRO DE DIFERENCIAS - PILOTES			
DESCRIPCION	$\Delta - Y$	$\Delta - X$	DIF. TOTAL
A-168	0.000	0.000	0.000
B-168	0.000	0.000	0.000
C-168	0.000	0.000	0.000
D-168	0.000	0.000	0.000
E-168	0.000	0.000	0.000
F-168	0.000	0.000	0.000
A-167	0.000	0.000	0.000
B-167	0.000	0.000	0.000
C-167	0.000	0.000	0.000
D-167	0.000	0.000	0.000
E-167	0.000	0.000	0.000
F-167	0.000	0.000	0.000
A-166	0.000	0.000	0.000
B-166	0.079	0.044	0.091
C-166	0.004	0.003	0.005
D-166	0.000	0.000	0.000
E-166	0.000	0.000	0.000
F-166	0.000	0.000	0.000
A-165	0.000	0.000	0.000
B-165	0.000	0.000	0.000
C-165	0.000	0.000	0.000
D-165	0.000	0.000	0.000
E-165	0.000	0.000	0.000
F-165	0.000	0.000	0.000
A-164	0.045	0.026	0.051
B-164	0.037	0.010	0.038
C-164	0.005	0.063	0.064
D-164	0.003	0.016	0.016
E-164	0.043	0.023	0.049
F-164	0.142	0.043	0.148
A-163	0.000	0.000	0.000
B-163	0.000	0.000	0.000
C-163	0.000	0.000	0.000
D-163	0.000	0.000	0.000
E-163	0.000	0.000	0.000
F-163	0.000	0.000	0.000

CUADRO DE DIFERENCIAS - PILOTES			
DESCRIPCION	$\Delta - Y$	$\Delta - X$	DIF. TOTAL
A-162	0.000	0.000	0.000
B-162	0.051	0.044	0.067
C-162	0.046	0.033	0.056
D-162	0.052	0.016	0.054
E-162	0.065	0.056	0.086
F-162	0.101	0.021	0.103
A-161	0.000	0.000	0.000
B-161	0.000	0.000	0.000
C-161	0.000	0.000	0.000
D-161	0.000	0.000	0.000
E-161	0.000	0.000	0.000
F-161	0.000	0.000	0.000
A-160	0.000	0.000	0.000
B-160	0.050	0.044	0.067
C-160	0.036	0.115	0.121
D-160	0.096	0.012	0.097
E-160	0.002	0.030	0.030
F-160	0.132	0.015	0.133
A-159	0.000	0.000	0.000
B-159	0.000	0.000	0.000
C-159	0.000	0.000	0.000
D-159	0.000	0.000	0.000
E-159	0.000	0.000	0.000
F-159	0.000	0.000	0.000
A-158	0.000	0.000	0.000
B-158	0.071	0.019	0.073
C-158	0.066	0.032	0.073
D-158	0.071	0.019	0.073
E-158	0.109	0.175	0.206
F-158	0.034	0.043	0.055
A-157	0.000	0.000	0.000
B-157	0.000	0.000	0.000
C-157	0.000	0.000	0.000
D-157	0.000	0.000	0.000
E-157	0.000	0.000	0.000
F-157	0.000	0.000	0.000

CUADRO DE DIFERENCIAS - PILOTES			
DESCRIPCION	$\Delta - Y$	$\Delta - X$	DIF. TOTAL
A-156	0.000	0.000	0.000
B-156	0.133	0.563	0.578
C-156	0.099	0.104	0.143
D-156	0.129	0.001	0.129
E-156	0.091	0.162	0.186
F-156	0.072	0.006	0.072
A-155	0.000	0.000	0.000
B-155	0.000	0.000	0.000
C-155	0.000	0.000	0.000
D-155	0.000	0.000	0.000
E-155	0.000	0.000	0.000
F-155	0.000	0.000	0.000
A-154	0.066	0.117	0.135
B-154	0.015	0.051	0.053
C-154	0.014	0.008	0.016
D-154	0.127	0.014	0.128
E-154	0.104	0.096	0.142
F-154	0.125	0.056	0.137
A-153	0.000	0.000	0.000
B-153	0.000	0.000	0.000
C-153	0.000	0.000	0.000
D-153	0.000	0.000	0.000
E-153	0.000	0.000	0.000
F-153	0.000	0.000	0.000
A-152	0.020	0.077	0.079
B-152	0.056	0.058	0.081
C-152	0.013	0.068	0.069
D-152	0.009	0.054	0.055
E-152	0.000	0.000	0.000
F-152	0.127	0.004	0.127
A-151	0.000	0.000	0.000
B-151	0.000	0.000	0.000
C-151	0.000	0.000	0.000
D-151	0.000	0.000	0.000
E-151	0.000	0.000	0.000
F-151	0.000	0.000	0.000

CUADRO DE DIFERENCIAS - PILOTES			
DESCRIPCION	$\Delta - Y$	$\Delta - X$	DIF. TOTAL
A-150	0.000	0.000	0.000
B-150	0.000	0.000	0.000
C-150	0.128	0.116	0.173
D-150	0.104	0.171	0.201
E-150	0.000	0.000	0.000
F-150	0.113	0.015	0.114
A-149	0.000	0.000	0.000
B-149	0.000	0.000	0.000
C-149	0.000	0.000	0.000
D-149	0.000	0.000	0.000
E-149	0.000	0.000	0.000
F-149	0.000	0.000	0.000
A-148	0.000	0.000	0.000
B-148	0.000	0.000	0.000
C-148	0.153	0.077	0.171
D-148	0.161	0.045	0.168
E-148	0.000	0.000	0.000
F-148	0.113	0.048	0.123
A-147	0.000	0.000	0.000
B-147	0.000	0.000	0.000
C-147	0.000	0.000	0.000
D-147	0.000	0.000	0.000
E-147	0.000	0.000	0.000
F-147	0.000	0.000	0.000
A-146	0.000	0.000	0.000
B-146	0.000	0.000	0.000
C-146	0.023	0.494	0.495
D-146	0.142	0.091	0.169
E-146	0.000	0.000	0.000
F-146	0.093	0.037	0.099
A-145	0.000	0.000	0.000
B-145	0.000	0.000	0.000
C-145	0.000	0.000	0.000
D-145	0.000	0.000	0.000
E-145	0.000	0.000	0.000
F-145	0.000	0.000	0.000

Nº DOCUMENTOS: FCCJJC-9W7795-1113-01 REV.01

**DOCUMENTO CONTROLADO**

CARGO : JEFE OF. TEC. JEFE CALIDAD

FIRMA :

FECHA :

Pilotes Hincados 394

Fecha de actualización: 7/16/2015

Pilotes Sin Refuerzo 0 0.00%

Pilotes Reforzados 297 111 37.37%

Longitud Excedida 752.641

Longitud Restante -31.131

Pilotes Fijos 0 0.00%

Pilotes Altos 4 1.35%

Pilotes Recreídos 5 1.59%

Pilotes OK 208 70.27%

Pilotes Aprobados RH 23

7.77%

Main data table with columns for Pilot ID, Date, Length, and various technical specifications. The table contains multiple rows of data, each representing a pilot's performance metrics.





Pilotes Hincados 70

Fecha de actualización: 4/23/2014

Pilotes Sin Refuerzo 0 0.00%
Pilotes Reforzados 70 10.71%

Longitud Excedida 298.682
Longitud Restante 0

ar=5
5ar=10
10ar=15
15ar=

Pilotes Flojos 0 0.00%
Pilotes Altos 0 0.00%
Pilotes Recreidos 0 0.00%
Pilotes OK 0 0.00%

Pilotes Aprobados RH 22 31.43%
Pilotes COMPA 5

Table with columns: Eje de Pilote, N° Pilote, Eje, Fecha de Hincado, Fechas de Rehincado, Fecha de Culminación, Longitud Inicial, Longitud Cortada, Longitud Recreida, Longitud Final, N° Pilote Suplementado, Longitud de Suplemento, Condiciones de Suplemento, Cota de Fondo Marino, Cota Teórica de GL, Cota de Pie de Pilote, Cota Final de Pilote, Penetración Alébrica, Penetración en Grosa Duro, Diferencia con Penetración Teórica, Cota de Llave de Cierre, Longitud de Pilote Hincado, Longitud de Pilote Sobrante, Número de Golpes Real, Número de Golpes Teórico, Desviación, Refuerzo, ESTADO, Observación, PDA, Pilote Aprobado R H y Calidad, Eje de Pilote.

Facturados	350.00	Pilotes Hincados	322	Fecha de actualización:	4/23/2014	# Pilotes Sin Referencia	206	Destacados	114	%	55.34%	Longitud Excedida	1023,985	Pilotes Faltos	17	5,04%
						Pilotes Reformados	131		34		25,95%	Longitud Restante	-115,198	Pilotes Altos	25	7,82%
														Pilotes Recreidos	152	45,10%
														Pilotes OK	295	87,54%

Mes de Facturación	Cipart	Nº	P	Eje de Pilote	Nº Pilote	Eje	Fecha de Hincado	Fecha de Rehincado	Fecha de Culminación	Longitud inicial	Longitud Cortada	Longitud Recreida	Longitud Final	Nº Pilote Suplemento	Longitud de Suplemento	Condiciones de Suplemento	Cota de Fondo Marino	Cota Téctica de GL	Cota de Pie de Pilote	Cota Final de Pilote	Penetración Mínima	Penetración en Grasa Lina	Diferencia con Penetración Téctica	Cota de Llave de Cierre	Longitud de Pilote Hincado	Longitud de Pilote Sobrante	Número de Golpes Real	Número de Golpes Téctica	Desviación	Referencia	ESTADO	Observación	PDA	Pilote Aprobado R y Calidad	Eje de Pilote				
abr-14		85-A		A	30	A	3Apr-14	3Apr-14	3Apr-14	26,00		12,00	38,00			TERRA	-16,80	-12,143	-35,200	2,800	18,000	18,540	OK	0,54	-6,000	35,60	26	26	OK	0,998	X	R	OK	Falta topografía	PDA	OK	85-A		
abr-14		85-B		B	30	B	29Mar-14		30Mar-14	26,00		8,00	34,00			TERRA	-14,840	-12,143	-31,780	2,240	16,000	16,920	OK	0,91	-6,000	32,16	24	24	OK	0,991	X	R	OK				OK	85-B	
abr-14		85-C		C	9	C	27Mar-14	28Mar-14	28Mar-14	32,00			32,00			TERRA	-12,680	-12,143	-30,770	1,230	16,000	18,000	OK	1,59	-6,000	31,17	1,83	31	31	OK	0,918	X	R	OK				OK	85-C
mar-14		85-D		D	11	D	18Mar-14		18Mar-14	32,00			32,00			TERRA	-12,670	-12,143	-28,160	5,840	10,000	13,490	OK	3,49	-6,000	26,56	6,44	25	25	OK	0,919	X	R	OK				OK	85-D
mar-14		85-E		E	31	E	10Mar-14		10Mar-14	30,00			30,00			TERRA	-10,500	-12,143	-24,890	5,110	8,000	12,747	OK	4,75	-9,300	24,99	6,01	28	27	OK	0,997	X	R	OK				OK	85-E
abr-14		85-F		F	12	F	12Feb-14	13Mar-14	13Mar-14	34,00			34,00			TERRA	-8,440	-12,143	-27,690	6,350	11,500	15,507	OK	4,01	-6,900	27,75	7,25	56	56	OK	0,913	OK	R	OK	Rehincado OK			OK	85-F
abr-14		85-A		A	30	A	6Apr-14		6Apr-14	26,00		12,00	38,00			TERRA	-16,370	-12,122	-35,960	2,610	18,000	19,420	OK	1,42	-6,000	36,59	2,59	56	56	OK	0,916	OK	R	OK				OK	85-A
abr-14		87-A		A	29	A	3Apr-14		3Apr-14	26,00		12,00	38,00			TERRA	-16,700	-12,101	-35,500	2,900	18,000	18,800	OK	0,80	-6,000	35,90	1,10	27	26	OK	0,905	X	R	OK	Falta topografía			OK	87-A
abr-14		87-B		B	57	B	29Mar-14		30Mar-14	26,00		8,00	34,00			TERRA	-14,850	-12,101	-31,020	2,980	16,000	16,110	OK	0,17	-6,000	31,42	3,58	30	24	OK	0,990	X	R	OK				OK	87-B
abr-14		87-C		C	48	C	27Mar-14	28Mar-14	28Mar-14	32,00			32,00			TERRA	-12,740	-12,101	-30,740	1,260	16,000	18,000	OK	1,50	-6,000	31,14	1,89	32	31	OK	0,905	OK	R	OK				OK	87-C
abr-14		87-D		D	53	D	18Mar-14		18Mar-14	32,00			32,00			TERRA	-12,400	-12,101	-25,670	6,330	10,000	13,270	OK	3,27	-6,000	26,07	6,93	34	30	OK	0,916	OK	R	OK				OK	87-D
mar-14		87-E		E	11	E	10Mar-14		10Mar-14	34,00			34,00			TERRA	-11,050	-12,101	-25,180	8,820	8,000	13,079	OK	5,08	-9,000	25,28	9,72	28	27	OK	0,910	OK	R	OK				OK	87-E
mar-14		87-F		F	19	F	12Feb-14	13Mar-14	15Mar-14	34,00	0,85	8,00	41,15	170	34	MAR	-8,440	-12,101	-35,190	5,960	11,500	23,089	OK	11,59	-9,000	35,29	6,86	59	56	OK	0,907	OK	R	OK	Rehincado OK			OK	87-F
abr-14		88-A		A	22	A	6Apr-14		6Apr-14	26,00		12,00	38,00			TERRA	-16,400	-12,081	-35,720	2,280	18,000	19,320	OK	1,32	-6,000	36,12	2,89	42	26	OK	0,918	X	R	OK	Falta topografía			OK	88-A
abr-14		89-A		A	15	A	3Apr-14		3Apr-14	30,00		8,00	38,00			TERRA	-16,600	-12,060	-36,090	1,950	18,000	19,450	OK	1,45	-6,000	36,45	2,55	30	26	OK	0,918	X	R	OK				OK	89-A
abr-14		89-B		B	54	B	29Mar-14		30Mar-14	26,00		8,00	34,00	38	24	TERRA	-14,510	-12,060	-31,510	2,490	16,000	17,000	OK	1,00	-6,000	31,91	3,09	27	24	OK	0,914	OK	R	OK				OK	89-B
abr-14		89-C		C	21	C	27Mar-14	28Mar-14	28Mar-14	32,00			32,00			TERRA	-12,800	-12,060	-30,910	1,090	16,000	18,110	OK	1,61	-6,000	31,31	1,69	32	31	OK	0,904	OK	R	OK				OK	89-C
mar-14		89-D		D	72	D	18Mar-14		18Mar-14	32,00			32,00			TERRA	-12,200	-12,060	-26,950	5,950	10,000	13,760	OK	3,76	-6,000	26,45	6,55	24	20	OK	0,904	X	R	OK				OK	89-D
mar-14		89-E		E	47	E	22Feb-14		23Feb-14	30,00			30,00			TERRA	-11,090	-12,060	-26,250	3,750	8,000	14,760	OK	6,19	-9,000	26,35	3,75	30	27	OK	0,908	X	R	OK				OK	89-E
mar-14		89-F		F	6	F	24Jan-14	12032014	15Mar-14	32,00	0,85	8,00	39,15	24	34	MAR	-10,150	-12,060	-32,800	6,350	11,500	20,740	OK	9,24	-9,300	32,90	7,25	57	56	OK	0,906	OK	R	OK	Rehincado OK	PDA	OK	OK	89-F
abr-14		90-A		A	24	A	6Apr-14		6Apr-14	30,00		8,00	38,00			TERRA	-16,740	-12,039	-35,930	2,070	18,000	19,190	OK	1,19	-6,000	36,33	2,67	30	26	OK	0,919	X	R	OK	Falta topografía			OK	90-A
abr-14		91-A		A	30	A	3Apr-14		3Apr-14	30,00			30,00			TERRA	-16,840	-12,018	-35,700	2,300	18,000	18,860	OK	0,86	-6,000	36,10	2,90	40	26	OK	0,904	OK	R	OK				OK	91-A
abr-14		91-B		B	36	B	29Mar-14		30Mar-14	26,00		8,00	34,00	38	24	TERRA	-14,820	-12,018	-31,580	2,500	16,000	16,680	OK	0,89	-6,000	31,90	3,70	26	24	OK	0,901	OK	R	OK				OK	91-B
abr-14		91-C		C	13	C	27Mar-14	28Mar-14	28Mar-14	32,00			32,00			TERRA	-12,680	-12,018	-30,580	1,440	16,000	17,860	OK	1,39	-6,000	30,96	2,04	32	31	OK	0,909	OK	R	OK				OK	91-C
mar-14		91-D		D	42	D	19Mar-14		19Mar-14	32,00			32,00			TERRA	-12,040	-12,018	-28,430	5,570	10,000	14,390	OK	4,39	-6,000	26,83	6,17	20	20	OK	0,908	OK	R	OK				OK	91-D
abr-14		91-E		E	52	E	11Mar-14		11Mar-14	32,00			32,00			TERRA	-10,350	-12,018	-25,520	6,490	8,000	13,502	OK	5,50	-9,000	25,82	7,38	32	27	OK	0,911	OK	R	OK				OK	91-E
mar-14		91-F		F	20	F	20Feb-14	12032014	17Mar-14	32,00	0,85	8,00	39,15	161	34	MAR	-9,480	-12,018	-32,970	6,190	11,500	20,952	OK	9,45	-9,000	33,07	7,08	57	56	OK	0,915	OK	R	OK	Rehincado OK			OK	91-F
abr-14		92-A		A	18	A	6Apr-14		6Apr-14	26,00		12,00	38,00			TERRA	-16,290	-11,997	-36,140	1,860	18,000	19,620	OK	1,85	-6,000	36,54	2,46	26	26	OK	0,919	OK	R	OK				OK	92-A
abr-14		93-A		A	7	A	3Apr-14		3Apr-14	30,00		8,00	38,00			TERRA	-16,890	-11,976	-36,520	1,490	18,000	19,630	OK	1,63	-6,000	36,92	2,08	42	26	OK	0,916	OK	R	OK	Falta topografía			OK	93-A
abr-14		93-B		B	26	B	29Mar-14		30Mar-14	26,00		8,00	34,00			TERRA	-14,590	-11,976	-31,240	2,760	16,000	16,650	OK	0,65	-6,000	31,64	3,36	27	24	OK	0,917	X	R	OK				OK	93-B
abr-14		93-C		C	14	C	27Mar-14	28Mar-14	28Mar-14	32,00			32,00			TERRA	-13,200	-11,976	-30,610	1,390	16,000	17,410	OK	0,91	-6,000	31,01	1,99	35	31	OK	0,913	OK	R	OK				OK	93-C
abr-14		93-D		D	5	D	19Mar-14		19Mar-14	32,00			32,00			TERRA	-12,370	-11,976	-25,540	6,390	10,000	13,170	OK	3,17	-6,000	25,94	7,06	26	20	OK	0,911	OK	R	OK				OK	93-D
mar-14		93-E		E	35	E	12Mar-14		12Mar-14	32,00			32,00			TERRA	-10,140	-11,976	-27,670	4,330	8,000	15,694	OK	7,69	-9,000	27,77	5,23	29	27	OK	0,912	X	R	OK				OK	93-E
mar-14		93-F		F	49	F	18Feb-14	12032014	17052014	32,00	0,85	8,00	39,15	4	32	MAR	-9,110	-11,976	-32,820	6,330	11,500	20,844	OK	9,34	-9,000	32,92	7,23	59	56	OK	0,916	X	R	OK	Rehincado OK			OK	93-F
feb-14		94-A		A	57	A	5Feb-14		5Feb-14	32,00		6,00	38,00	40	24	TERRA	-16,710	-11,955	-35,540	2,460	18,000	18,830	OK	0,83	-6,000	35,94	3,06	30	26	OK	0,909	OK	R	OK				OK	94-A
mar-14		94-B		B	39	B	3Feb-14		3Feb-14	32,00			32,00			TERRA	-14,790	-11,955	-29,920	3,280	16,000	15,130	X	-0,87	-6,000	30,32	2,68	13	24	X	0,925	OK	R	FLOJO				OK	94-B
feb-14		94-C		C	17	C	1Feb-14		1Feb-14	32,00			32,00			TERRA	-13,060	-11,955	-30,170	1,830	16,000	17,110	OK	0,81	-6,000	30,57	2,43	34	31	OK	0,900	X	R	OK				OK	94-C
feb-14		94-D		D	80	D	31Jan-14		31Jan-14	32,00			32,00			TERRA	-12,510	-11,955	-23,460</																				







REGISTRO DE HINCA DE PILOTES



<b>PROYECTO</b> MODERNIZATION OF THE CALLAO MULTI-PURPOSE NORTH TERMINAL		CODIGO: FJ-MS-07-01 REVISION: 0 FECHA: 19.06.13 HOJA: DE		PILOTE Nº 095	EJE DE UBICACION 122 F
<b>CARACTERÍSTICAS DE PILOTE</b>		Fecha:		EQUIPOS	
PILOTE TIPO DIÁMETRO mm ESPESOR mm UBICACIÓN SEGÚN EJE LONG. INICIAL mm LONG. FINAL mm DESPUNTE mm EMPALME ADICIONAL mm	INICIO DE HINCA FIN DE HINCA	Fecha:	Hora:	MARTINETE	GRÚA
COORDENADAS DE PROYECTO		COORDENADAS DE INICIO		COORDENADA FINAL	
DESVIACIÓN: mts. INCLINACIÓN: % MÁXIMA: TOLERANCIA: %		OBSERVACIONES			
COTA CORTE: mts NRS FONDO MARINO: mts NRS COTA PUNTA: mts NRS TAPÓN: mts NRS EMPOTRAMIENTO TOTAL: mts NRS		CON DAÑO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		INSTRUMENTADO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	

JEFE DE TOPOGRAFÍA - CIPORT Nombre: Firma: Fecha:	SUPERVISOR - CIPORT Nombre: Firma: Fecha:	SUPERVISOR - FCC-JJC Nombre: Firma: Fecha:	SUPERVISOR - RHDHV Nombre: Firma: Fecha:
--	--	---	---

PERFORACION	Nº DE GOLPES	OBSERV.	FECHA HORA	PERFORACION	Nº DE GOLPES	OBSERV.	FECHA HORA	PERFORACION	Nº DE GOLPES	OBSERV.	FECHA HORA	PERFORACION	Nº DE GOLPES	OBSERV.	FECHA HORA	PERFORACION	Nº DE GOLPES	OBSERV.	FECHA HORA
0.25	PP			8.00	20			15.75	23			23.50	24 (3)			31.25	15		
0.50	V			8.25	16			16.00	21			23.75	23			31.50	15		
0.75	V			8.50	15			16.25	22 D62			24.00	23			31.75	16		
1.00	V			8.75	12			16.50	24 24.11.13 12:33			24.25	25			32.00	14		
1.25	V			9.00	14			16.75	12 26.11.13 23:58			24.50	22			32.25	15		
1.50	V			9.25	12			17.00	27 D125			24.75	22			32.50	13		
1.75	V			9.50	12			17.25	29 (2)			25.00	21			32.75	13		
2.00	2	24.11.13 12:08		9.75	13			17.50	17			25.25	16			33.00	14		
2.25	3	D62		10.00	14			17.75	17			25.50	13			33.25	15		
2.50	2			10.25	13			18.00	17			25.75	12			33.50	14		
2.75	2			10.50	17			18.25	16			26.00	10			33.75	14		
3.00	2			10.75	24			18.50	13			26.25	9			34.00	14		
3.25	4			11.00	25 (4)			18.75	9			26.50	9			34.25	19		
3.50	4			11.25	25			19.00	10			26.75	9			34.50	16		
3.75	6			11.50	23			19.25	12			27.00	10			34.75	16		
4.00	5			11.75	21			19.50	12			27.25	9			35.00	22		
4.25	6			12.00	25			19.75	12			27.50	10			35.25	25		
4.50	7			12.25	22			20.00	13			27.75	9			35.50	21 (4)		
4.75	6			12.50	22			20.25	19			28.00	10			35.75	20		
5.00	8			12.75	22			20.50	20		20:04	28.25	11			36.00	18		
5.25	22			13.00	23			20.75	22		00:06	28.50	11			36.25	21		
5.50	15 (2)			13.25	23			21.00	23			28.75	11			36.50	19		
5.75	20			13.50	26			21.25	24			29.00	11			36.75	16	6-12-13 21:16	
6.00	16			13.75	23			21.50	22			29.25	11	1/12/13 17:29		37.00			
6.25	16			14.00	25			21.75	13			29.50	17	6-12-13 21:03		37.25			
6.50	13			14.25	16			22.00	12 D125 (2)			29.75	19			37.50			
6.75	14			14.50	17			22.25	13 27.11.13 00:09			30.00	16			37.75			
7.00	16			14.75	22			22.50	15 1/12/13 17:18			30.25	16			38.00			
7.25	20			15.00	25			22.75	13			30.50	15			38.25			
7.50	21 (3)			15.25	25			23.00	14			30.75	15			38.50			
7.75	19			15.50	26			23.25	25			31.00	13			38.75			

**REGISTRO DE LIBERACIÓN TOPOGRÁFICA - HINCADO DE PILOTES**

Página:	1 de 1
Identificación Del Item:	Control Topográfico De Hincado De Pilotes
ITP Ref.:	ITP-FJ-07 INSPECTION AND TEST PLAN

DATOS DEL PILOTE		EQUIPO	
CODIGO	MARCA:	BM DE INSPECCION:	
	MODELO:	MUELLE:	<input type="text"/>
	N° SERIE:	PUENTE DE ACCESO:	<input type="text"/>

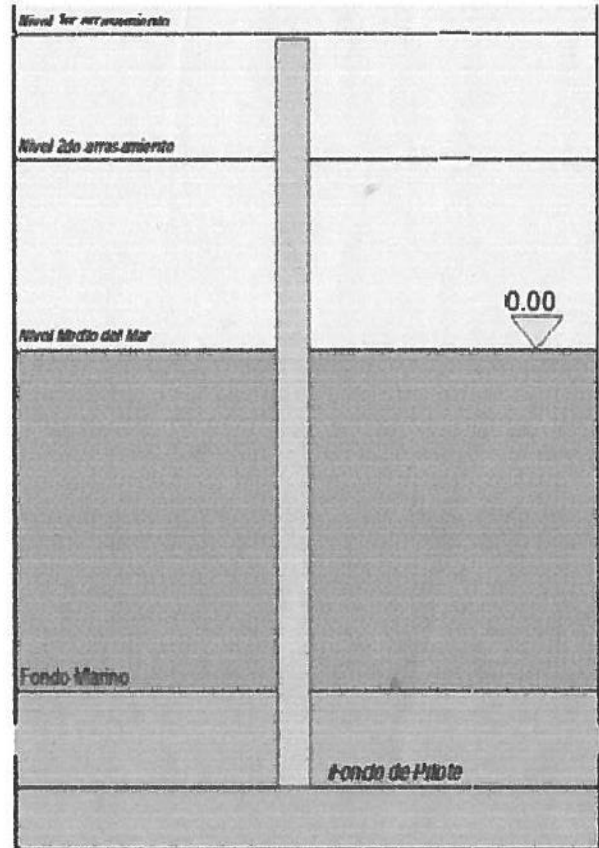
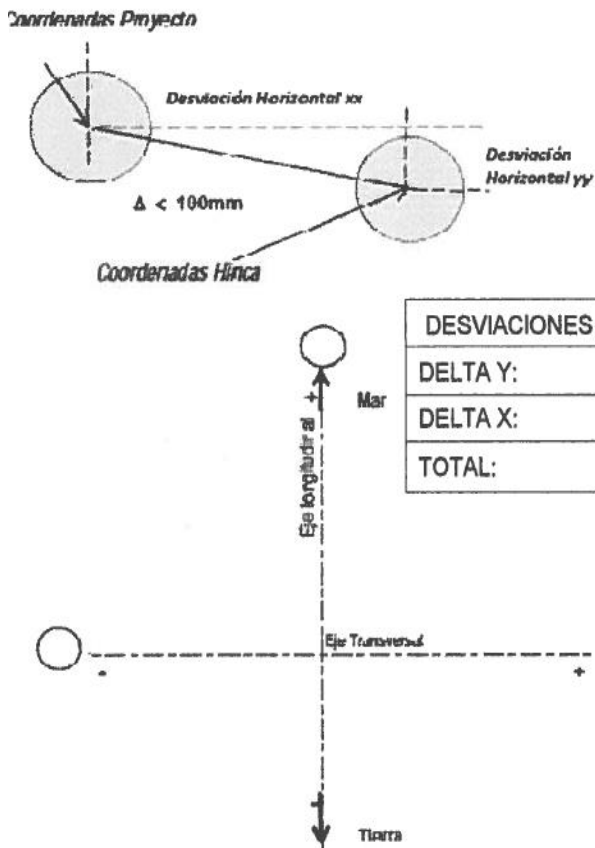
**COORDENADAS DE POSICIONAMIENTO DE PILOTE**

COORDENADA DE PILOTE		COMO UBICACIÓN INICIAL		POSICIÓN FINAL	
NORTE (Y)	ESTE(X)	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE

COTAS		PLANO REFERENCIA	
COTAS DE CORTE			
COTA FONDE DE MAR / NIVEL DE TERRENO			

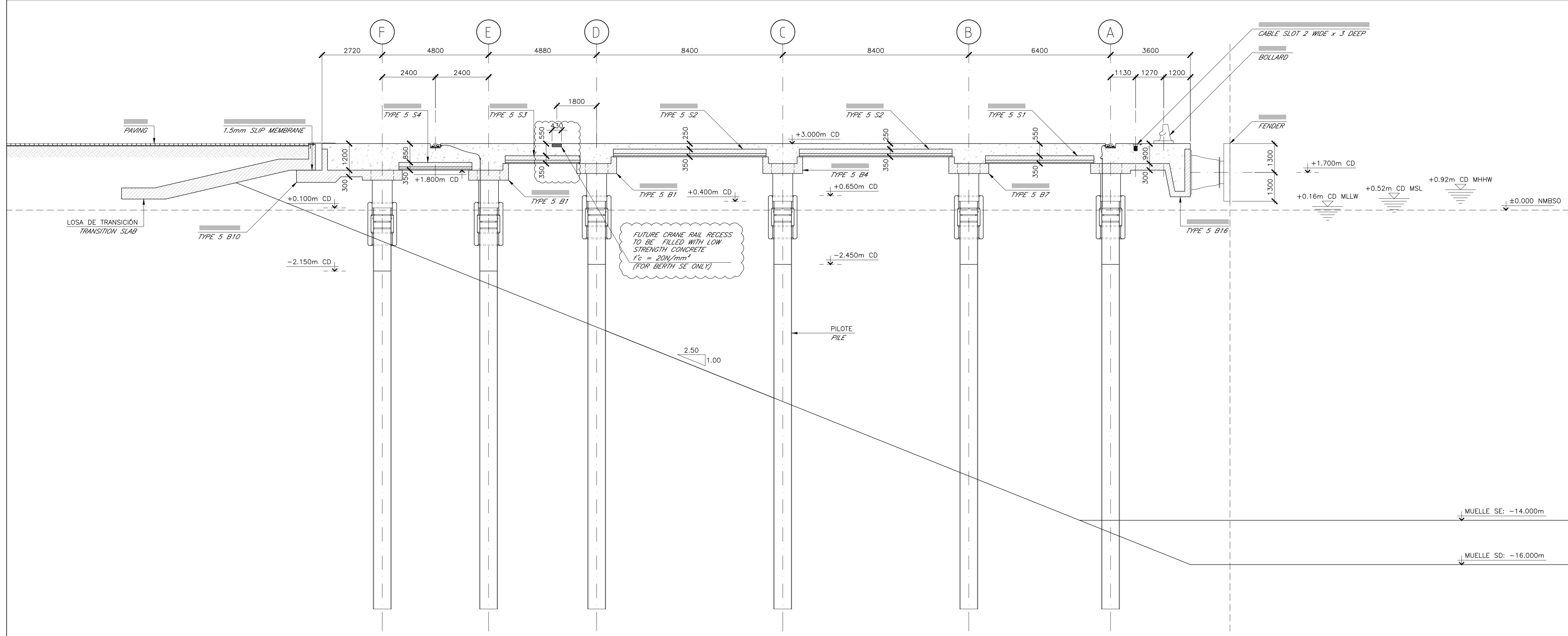
**CROQUIS DE REFERENCIA**

**COORDENADAS PROYECTO**



Organización	CONSORCIO FCC-JJC		ROYAL HASKONING DHV	
	Ubicación Inicial	Ubicación Final	Ubicación Inicial	Ubicación Final
Nombre:				
Función:				
Fecha:				
Firma:				

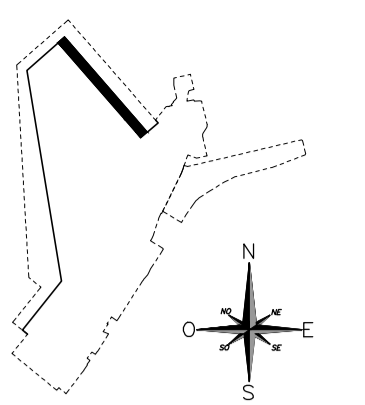
# ANEXO 04



SECTION A-A THROUGH  
GRID LINE 101  
SCALE 1:100

EJE GRIDLINE	WORKING LOADS	DIÁMETRO DE PILOTE PILE DIAMETER	ESPESOR PARED WALL THICKNESS	NIVEL DE CABEZO CUT OFF LEVEL	PENETRACIÓN MINIMA DE GRAVA LIMA MINIMUM PENETRATION IN LIMA GRAVEL*
	kN	mm	mm	m	m
A	4300	813	22	0.400	18
B	4200	813	22	0.400	16
C	4600	813	22	0.400	16.5
D	3800	813	22	0.400	10
E	4400	813	22	0.100	8
F	5900	813	22	0.100	11.5

GRADO DE ACERO PARA TODOS PILOTES API 5L GRADO B  
STEEL GRADE FOR ALL PILES API 5L GRADE B  
\* EL LARGO DEL PILOTE DEPENDE DEL NIVEL DE GRAVA LIMA.  
\* LENGTH OF PILE DEPENDS ON LEVEL OF LIMA GRAVEL.



- NOTAS
- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS SALVO INDICACION CONTRARIA.
  - LOS NIVELES DE OBRA SERÁN REFERIDOS A MLWS. VER PLANO LT-01 RED GEODÉSICA POLIGONAL DE APOYO Y NIVELES EXISTENTES.

- NOTES
- ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS UNLESS OTHERWISE INDICATED.
  - CONSTRUCTION LEVELS WILL BE REFERRED TO MLWS. SEE DRAWING LT-01 RED GEODÉSICA POLIGONAL DE APOYO Y NIVELES EXISTENTES.

LEYENDA/LEGEND

P.F.	PREFABRICADO
P.C.	PRECAST CONCRETE

MUELLE SE: -14.000m

MUELLE SD: -16.000m

03	20.12.13	AS CLAUDED	DLT	JWJ/SPE
02	25.03.13	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RPLI	JWJ/SPE
01	06.07.12	TENDERS DOCUMENTS (C3)	NCH	DAC/JWJ
00	09.04.12	TECHNICAL FILE	NCH	DAC/JWJ
REV	TECH/DAT	DESCRIPCIÓN/DESCRIPTION	DIB	REV/APR

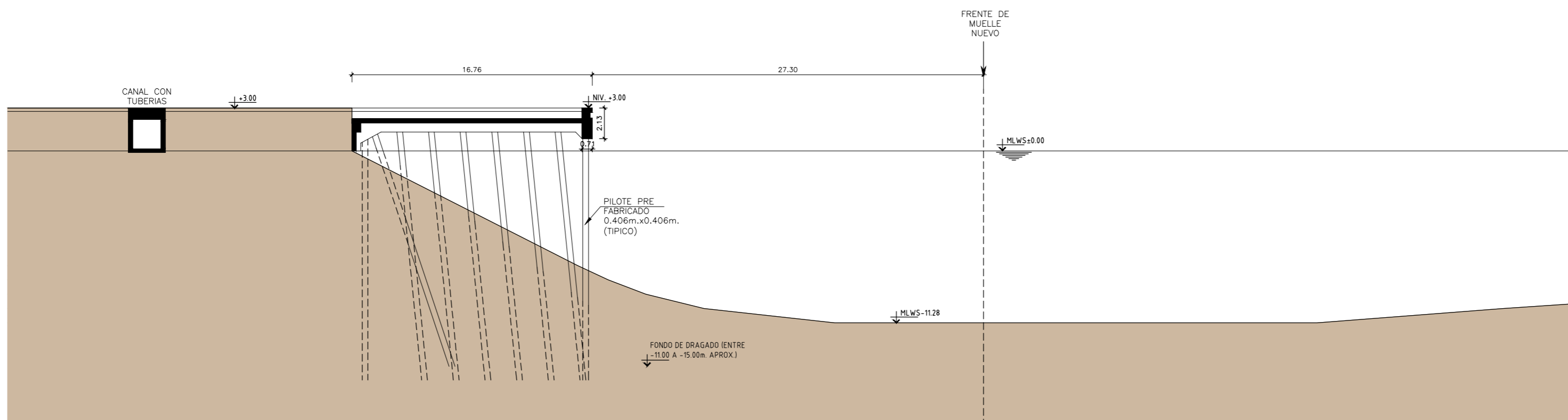
**APM TERMINALS**  
Terminal Norte Multi-Propósito en el Terminal Portuario del Callao  
CONTRATO N° 31 CONTRACT N° 3

MUELLE 5  
QUAY 5

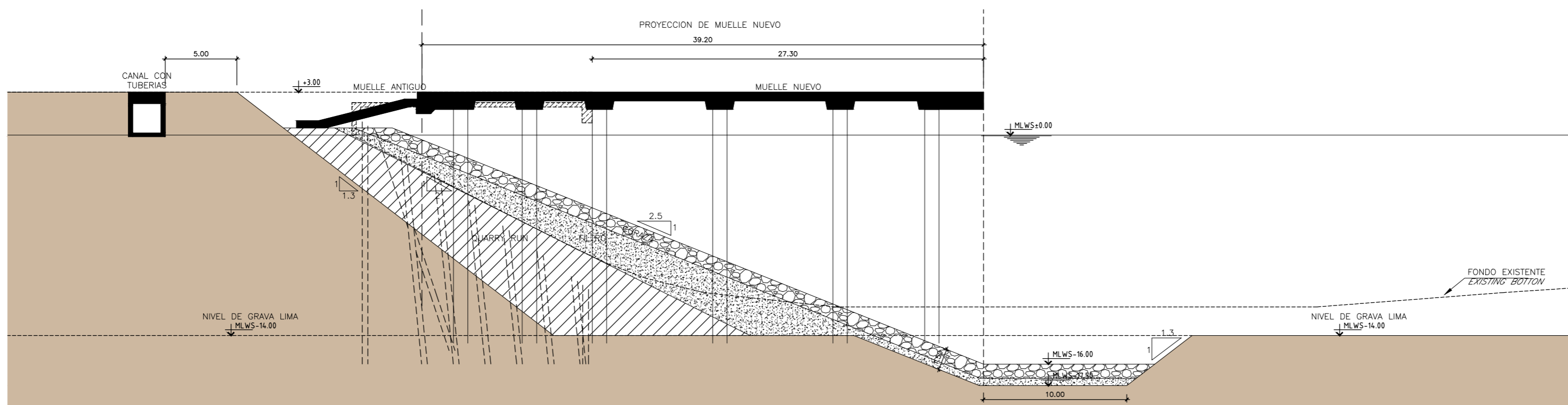
SECCIÓN TRANSVERSAL DE MUELLE  
CROSS-SECTION OF QUAY

**ROYAL HASKONING**  
HASKONING INTERNATIONAL B.V. SUCURSAL DEL PERÚ  
Av. Angélica Prado Jordán 51700  
01010 Lima, Perú  
Tel: +51 1 422 8827 / 01 1422 8898  
www.apmterminals.com

PROFESIONAL/PROFESIONAR	ING. CIVIL JAN WILLEM E. JONGLOED	C.A.P.	814-T
DISEÑADO/DRAWN	NCH	REVISADO/CHECKED	JWJ
PROYECTADO/PROJECTED	JWJ	APROBADO/APPROVED	SPE
FECHA/DATE	25.03.2013		
ESCALA EN A1/SCALE AT A1	1:100	ARCHIVO AUTOGUARDADO FILE	9W7795-1107_Rev03
LÁMINA N°/DRAWING N°			REV. N°



SECCIÓN MUELLE EXISTENTE  
EXISTING SECTION QUAY  
ESCALA 1:200



SECCIÓN MUELLE  
SECTION QUAY  
ESCALA 1:200

NOTAS

1. TODAS LAS DIMENSIONES EN METROS SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
2. LOS NIVELES ESTAN REFERIDOS AL NIVEL MEDIO DE BAJAMARES DE SICIGIAS ORDINARIAS(NMBSO)
3. COORDENADAS EN SISTEMA "UTM WGS84"

NOTES

1. DIMENSIONS AND ELEVATIONS IN METERS. INDICATION CONTRARIA.
2. LEVELS ARE REFERED TO THE AVERAGE LEVEL OF ORDINARY M.L.W.S.
3. COORDINATES IN SYSTEM "UTM WGS84".

REV	DATE	DESCRIPTION	DRW	REV	APPR
02	25.03.13	ISSUED FOR CONSTRUCTION	NCH	JWJ	SPE
01	06.07.12	TENDER DOCUMENTS (C3)	GTG	PGH	JWJ
00	09.04.12	TECHNICAL FILE	GTG	SP	JWJ



Terminal Norte Multi-Propósito en el Terminal Portuario del Callao  
CONTRATO N° 31 CONTRACT N° 3

OBRAS DE RELLENO  
BACK FILLING WORKS

TITULO/TITLE  
SECCION TIPICA MUELLE 5  
TYPICAL CROSS SECTIONS BERTH 5



PROFESIONISTA: ING. WILBERT FUENTES MELGAR  
DISEÑADO: GTG  
APROBADO: JWJ

FECHA/DATE: 25.03.2013  
ESCALA/SCALE: 1:200  
PROYECTO/PROJECT: 9W7795-1704\_REVO2.DWG

9W7795-1704 02

# ANEXO 05

FECHA: 5/16/2013  
Valores en dólares (USD)

Número	Unidades	CONCEPTOS	JAN DE NUL		BOSKALIS		DREDGING INTERNATIONAL		CANLEMAR		ROHDE NIELSEN		PRECIO MEDIO		PRECIO MÍNIMO		PLANIFICACIÓN / (META)		VENTA (Sin IGV)	
			Sr.	Tom R. Degriek	Sr.	Robert Lausman	Sr.	Johan Lecot	Sr.	Manuel Vilariño	Sr.	Rafael Grimaldo	P.Unit.	TOTAL	P.Unit.	TOTAL	P.Unit.	TOTAL	P.Unit.	TOTAL
			Tel.	+51 98 662 9568	Tel.	+51 317 441 9124	Tel.	+32 473 68 39 39	Tel.	+34 629 232 937	Tel.	+34 679 887 440								
			P.Unit.	TOTAL	P.Unit.	TOTAL	P.Unit.	TOTAL	P.Unit.	TOTAL	P.Unit.	TOTAL	P.Unit.	TOTAL	P.Unit.	TOTAL	P.Unit.	TOTAL	P.Unit.	TOTAL
1.00	PA	Movilización de equipo		1,202,000.00	888,311.69	888,311.69	2,200,000.00	2,200,000.00	-	0.00	1,500,000.00	1,500,000.00	1,158,062.34	1,158,062.34	0.00	0.00	0.00	0.00		
340,000.00	m3	Dragado		19.50	23.43	7,966,818.18	22.90	7,786,000.00	16.00	5,440,000.00	19.48	6,623,200.00	20.26	6,889,203.64	16.00	5,440,000.00	16.00	5,440,000.00	19.02	6,466,800.00
1.00	PA	Desmovilización de equipo		300,000.00	888,311.69	888,311.69	1,500,000.00	1,500,000.00	-	0.00	1,500,000.00	1,500,000.00	837,662.34	837,662.34	0.00	0.00	0.00	0.00		
	día	Standby		54,000.00	6,103.90	0.00	76,700.00	0.00	9,850.00	0.00	0.00	0.00	36,663.47	0.00	6,103.90	0.00	0.00	0.00		
	día	Trabajos por administración		0.00	33,474.03	0.00	0.00	0.00	18,900.00	0.00	0.00	0.00	26,187.01	0.00	18,900.00	0.00	0.00	0.00		
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
<b>SUMA</b>				<b>8,132,000.00</b>	<b>9,743,441.56</b>	<b>11,486,000.00</b>	<b>11,486,000.00</b>	<b>5,440,000.00</b>	<b>9,623,200.00</b>	<b>9,623,200.00</b>	<b>8,884,928.31</b>	<b>5,440,000.00</b>	<b>5,440,000.00</b>	<b>5,440,000.00</b>	<b>5,440,000.00</b>	<b>5,440,000.00</b>	<b>5,440,000.00</b>	<b>5,440,000.00</b>	<b>6,466,800.00</b>	<b>6,466,800.00</b>
OTRAS PARTIDAS:			%	Importe	%	Importe	%	Importe	%	Importe	%	Importe	%	Importe	%	Importe	%	Importe		
GASTOS FINANCIEROS				0.00		0.00		0.00	30.00	1,632,000.00		0.00						30.00	1,632,000.00	
GASOIL (por cuenta del consorcio) precio por m3																		1.26	428,400.00	
<b>SUBTOTAL OTRAS PARTIDAS</b>				<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1,632,000.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>2,060,400.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>2,060,400.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>SUMA CON OTRAS PARTIDAS</b>				<b>8,132,000.00</b>	<b>9,743,441.56</b>	<b>11,486,000.00</b>	<b>11,486,000.00</b>	<b>7,072,000.00</b>	<b>9,623,200.00</b>	<b>9,623,200.00</b>	<b>7,500,400.00</b>	<b>7,500,400.00</b>	<b>7,500,400.00</b>	<b>7,500,400.00</b>	<b>7,500,400.00</b>	<b>7,500,400.00</b>	<b>7,500,400.00</b>	<b>7,500,400.00</b>	<b>NOS PAGAN</b>	<b>NOS PAGAN</b>
18%	I.V.A.			1,463,760.00	1,753,819.48	2,067,480.00	2,067,480.00	1,272,960.00	1,732,176.00	1,732,176.00										
<b>TOTAL CONTRATO</b>				<b>9,595,760.00</b>	<b>11,497,261.04</b>	<b>13,553,480.00</b>	<b>13,553,480.00</b>	<b>8,344,960.00</b>	<b>11,355,378.00</b>	<b>11,355,378.00</b>										
OBSERVACIONES:																				
Tiempos programados:																				
Movilización: 0,5 semanas																				
Fase 1 (Muelle 5E+FT): 4,5 semanas																				
Movilización intermedia																				
Fase 2 (Muelle 5D+11): 2,5 semanas																				
Desmovilización: 1,5 semanas																				
Trabajos 24 horas/día - 7 días/semana																				
Tolerancias de dragado:																				
Vertical: 40 cm																				
Horizontal: 2 cm																				
<b>Rendimiento mínimo de 4.000 m3/día</b>																				
<b>EQUIPO DRAGADO (Ubicación: Chile)</b>																				
Dipper IL PRINCIPE bucket: 19,5 m3																				
Pontona: 68 x 16 x 2,8 mts																				
2 Gánguiles autopropulsados de 2.000																				
1 remolcador y 1embarcación batimétrica																				
Tiempos programados:																				
18-20 semanas																				
Movilización: 3 semanas																				
Fase 1 (Muelle 5E+FT+11): 18 semanas																				
Fase 2 (Muelle 5D): 3 semanas																				
Desmovilización: 4 semanas																				
Trabajos 24 horas/día - 7 días/semana																				
Tolerancias de dragado:																				
25.775 €/día con una producción aproximada de:																				
Mud/soft clay: 30.000 m3/week																				
Sandy soils: 20.000 m3/week																				
Harder materials (rock/Lima gravel): 10.000 m3/week																				
<b>Rendimiento medio de 1.600 m3/día</b>																				
<b>EQUIPO DRAGADO (Ubicación: Cartage)</b>																				
Grúa ALEXANDER clam: 8 m3 at 40 mts																				
Dipper																				
Pontona: 44 x 15 x 2,30 mts																				
2 Gánguiles NO autopropulsados de 600																				
2 Gánguiles autopropulsados																				
1 remolcador y 1embarcación batimétrica																				
Disponibilidad inmediata																				
Movilización: 5 días preparación+12 día																				
Rendimiento mínimo: 600 m3/día																				
Oferta por vertido material: 6,55 \$/m3																				
<b>Rendimiento medio de 1.200 m3/día</b>																				
<b>EQUIPO DRAGADO (Ubicación: Chile)</b>																				
Draga-gánguil de succión OMVAC DIEZ																				
Retro LIEBHERR 984C (30 Tn tiro)																				
Pulpo de 4m3. Cazo de 4m3																				
Cántara de 1200 m3																				
<b>EQUIPO DRAGADO (Ubicación: Europa)</b>																				
Dipper MJOLNER R																				
Disposición 1: Bucket 9 m3 + Depth 18 m																				
Disposición 2: Bucket 11 m3 + Depth 16 m																				
2 gánguiles autopropulsados																				
EMPRESA ADJUDICATARIA																				
DIFERENCIA CON MÍNIMA OFERTA				1,250,800.00	3,152,301.04	5,208,520.00	5,208,520.00	0.00	3,010,416.00	3,010,416.00										

AL DORSO: ANOTACIONES PARA INCLUIR EN CONTRATO U OBSERVACIONES

P.P FCC CONSTRUCCIÓN S.A.	P.P JJC - CONTRATISTAS GENERALES		CONFORME COMITÉ OPERATIVO
JEFE DE OBRA	JEFE DE OBRA	GERENTE PROYECTO	



# ANEXO 06

	#	Desviados	%
Pilotes Sin Refuerzo	206	114	55.34%
Pilotes Reforzados	131	34	25.95%

Ø	N°	P	Eje de Pilote	Número de Golpes Real	Número de Golpes Teórico		Desviación		Refuerzo	ESTADO
						OK		X		
.			85-A	26	26	OK	0.096	X	R	OK
.			85-D	25	20	OK	0.079	X	R	OK
.			89-D	24	20	OK	0.094	X	R	OK
.			93-E	29	27	OK	0.152	X	R	OK
.			94-C	34	31	OK	0.080	X	R	OK
.			94-E	28	27	OK	0.251	X	R	OK
.			96-C	35	31	OK	0.076	X	R	OK
.			96-F	56	56	OK	0.078	X	R	OK
.			98-B	28	24	OK	0.091	X	R	OK
.			98-C	42	31	OK	0.086	X	R	OK
.			100-F	154	56	OK	0.081	X		OK
.			102-F	84	56	OK	0.080	X		OK
.	.		104-A	8	26	X	0.106	X	R	OK
.		.	106-A	120	26	OK	0.244	X		ALTO
.			106-B	25	24	OK	0.274	X		OK
.			106-D	38	20	OK	0.632	X		OK
.	.		108-A	12	26	X	0.162	X		OK
.			108-B	65	24	OK	0.445	X		OK
.			108-D	24	20	OK	0.225	X		OK
.			108-E	50	27	OK	0.122	X		OK
.			108-F	86	56	OK	0.088	X		OK
.			109-B	32	24	OK	0.083	X	R	OK
.	.		110-A	5	26	X	0.121	X		OK
.		.	110-B	102	24	OK	0.208	X		ALTO
.			110-C	66	31	OK	0.078	X		OK
.			110-D	42	20	OK	0.075	X		OK
.			110-E	32	27	OK	0.109	X		OK
.			111-B	28	24	OK	0.079	X	R	OK
.			112-F	73	56	OK	0.142	X		OK
.			114-B	38	24	OK	0.093	X		OK
.		.	114-C	120	31	OK	0.098	X		ALTO
.			114-D	48	20	OK	0.099	X		OK
.			114-F	90	56	OK	0.095	X		OK
.	.		115-A	14	26	X	0.214	X		OK

.	.		115-C	64	80	X	0.082	X	R	OK
.	.		116-A	11	26	X	0.196	X		OK
.			116-C	54	31	OK	0.262	X		OK
.			116-D	90	20	OK	0.213	X		OK
.			116-E	36	27	OK	0.082	X		OK
.			116-F	92	56	OK	0.130	X		OK
.		.	117-A	140	26	OK	0.080	X		ALTO
.			118-A	27	26	OK	0.105	X		OK
.			118-B	28	24	OK	0.107	X		OK
.			118-E	42	27	OK	0.155	X		OK
.			118-F	110	56	OK	0.090	X		OK
.			120-B	40	24	OK	0.142	X		OK
.			120-D	32	20	OK	0.077	X		OK
.			120-E	54	27	OK	0.086	X		OK
.			122-B	40	24	OK	0.084	X		OK
.			122-F	72	56	OK	0.079	X		OK
.			124-D	30	20	OK	0.127	X		OK
.			125'-A	27	26	OK	0.090	X	R	OK
.		.	126-A	118	26	OK	0.162	X		ALTO
.			126-B	28	24	OK	0.197	X		OK
.			126-F	82	56	OK	0.110	X		OK
.			126'-A	26	26	OK	0.120	X	R	OK
.			128-B	30	24	OK	0.128	X		OK
.			128-C	155	31	OK	0.140	X		OK
.			128-D	50	20	OK	0.121	X	R	OK
.			128-E	42	27	OK	0.205	X		OK
.		.	130-A	130	26	OK	0.091	X		ALTO
.			130-C	66	31	OK	0.150	X		OK
.			130-D	32	20	OK	0.197	X		OK
.			130-F	95	56	OK	0.117	X		OK
.		.	131-A	200	26	OK	0.115	X		ALTO
.			132-D	33	20	OK	0.362	X		OK
.			132-F	76	56	OK	0.096	X		OK
.			133-A	29	26	OK	0.527	X		OK
.		.	133'-A	28	26	OK	0.101	X	R	OK
.			134-D	60	20	OK	0.105	X		OK
.			134-E	50	27	OK	0.111	X		OK
.		.	135'-A	27	26	OK	0.083	X	R	OK
.			136-D	46	20	OK	0.225	X		OK
.			136-E	57	27	OK	0.124	X		OK
.			136-F	74	56	OK	0.247	X		OK

.			138-A	110	26	OK	0.088	X		OK
.		.	138-B	24	24	OK	0.078	X		OK
.		.	138-C	122	31	OK	0.167	X		ALTO
.			138-D	45	20	OK	0.124	X		OK
.			138-E	56	27	OK	0.117	X		OK
.		.	140-C	200	31	OK	0.231	X		ALTO
.			140-F	72	56	OK	0.144	X		OK
.		.	142-A	100	26	OK	0.077	X		OK
.	.		142-C	30	31	X	0.141	X		OK
.			142-D	21	20	OK	0.512	X		OK
.			142-E	52	27	OK	0.118	X		OK
.			142-F	60	56	OK	0.118	X		OK
.	.		144-A	8	26	X	0.109	X		OK
.			144-C	100	31	OK	0.178	X		OK
.			144-D	30	20	OK	0.536	X		OK
.	.		144-E	20	27	X	0.163	X		OK
.			144-F	92	56	OK	0.145	X		OK
.	.		146-A	13	26	X	0.120	X		FLOJO
.			146-C	41	31	OK	0.495	X		OK
.			146-D	40	20	OK	0.169	X		OK
.			146-E	40	27	OK	0.108	X		OK
.			146-F	60	56	OK	0.100	X		OK
.			148-C	44	31	OK	0.171	X		OK
.			148-D	40	20	OK	0.168	X		OK
.			148-E	50	27	OK	0.238	X		OK
.	.		148-F	55	56	X	0.123	X		OK
.	.		149-A	16	26	X	0.122	X		FLOJO
.			150-B	50	24	OK	0.075	X		OK
.		.	150-C	160	31	OK	0.173	X		ALTO
.			150-D	65	20	OK	0.201	X		OK
.			150-E	46	27	OK	0.083	X		OK
.			150-F	65	56	OK	0.114	X		OK
.		.	152-B	28	24	OK	0.081	X		OK
.			152-E	30	27	OK	0.084	X		OK
.			152-F	57	56	OK	0.127	X		OK
.			153'-A	28	26	OK	0.165	X	R	OK
.		.	154-A	110	26	OK	0.135	X		ALTO
.			154-D	23	20	OK	0.128	X		OK
.			154-E	32	27	OK	0.142	X		OK
.	.		154-F	30	56	X	0.137	X		OK
.		.	156-A	140	26	OK	0.592	X		ALTO
.			156-B	26	24	OK	0.578	X		OK

.			156-C	80	31	OK	0.144	X		OK
.			156-D	30	20	OK	0.129	X		OK
.			156-E	70	27	OK	0.186	X		OK
.	.		156'-A	10	26	X	0.079	X	R	FLOJO
.		.	157-A	110	26	OK	0.233	X		ALTO
.			158-A	120	26	OK	0.274	X		OK
.			158-E	28	27	OK	0.206	X		OK
.			160-A	94	26	OK	0.410	X		OK
.		.	160-C	60	31	OK	0.120	X		OK
.			160-D	26	20	OK	0.097	X		OK
.	.		160-F	34	56	X	0.133	X		OK
.		.	161-A	95	26	OK	0.077	X		ALTO
.	.		162-A	16	26	X	0.083	X		OK
.			162-E	45	27	OK	0.086	X		OK
.	.		162-F	16	56	X	0.103	X		OK
.		.	163-A	105	26	OK	0.076	X		ALTO
.			163'-A	39	26	OK	0.077	X	R	OK
.	.		164-F	19	56	X	0.148	X		FLOJO
.	.		166-A	13	26	X	0.143	X	R	OK
.	.		166-B	18	24	X	0.090	X		OK
.			166-D	26	20	OK	0.151	X	R	OK
.			166-E	29	27	OK	0.186	X	R	OK
.	.		166-F	22	56	X	0.158	X	R	FLOJO

# ANEXO 07

TOTAL

337

Pilotes Flojos	17	5.04%
Pilotes Altos	25	7.42%
Pilotes Recrecidos	152	45.10%
Pilotes OK	295	87.54%

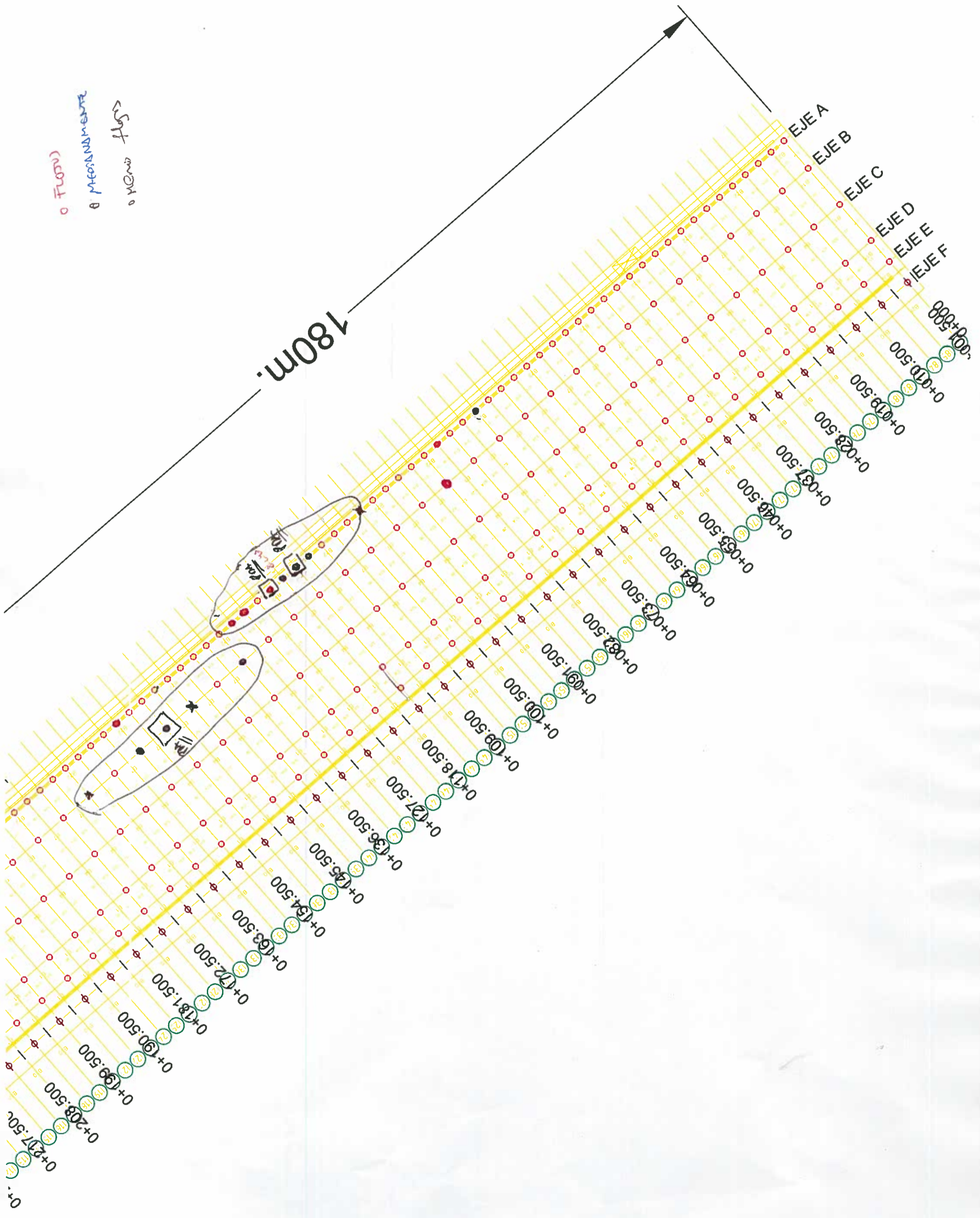
Ø	N°	P	Eje de Pilote	N° Pilote	Eje	Cota de Fondo Marino	Cota Teórica de GL	Cota de Pie de Pilote	Cota Final de Pilote	Penetración Mínima	Penetración en Grava Lima	Diferencia con Penetración Teórica	Número de Golpes Real	Número de Golpes Teórico	Refuerzo	ESTADO
.	.	.	106-A	91	A	-16.550	-11.705	-26.700	11.300	18.000	10.150	X ● -7.85	120	26	OK	ALTO
.	.	.	109-A	88	A	-16.560	-11.643	-29.650	8.350	18.000	13.090	X ● -4.91	140	26	OK	ALTO
.	.	.	110-B	40	B	-14.390	-11.622	-25.040	8.960	16.000	10.650	X ● -5.35	102	24	OK	ALTO
.	.	.	112-C	22	C	-11.420	-11.580	-26.080	7.920	16.500	14.500	X ● -2.00	118	31	OK	ALTO
.	.	.	114-C	56	C	-11.270	-11.539	-24.110	9.890	16.500	12.571	X ● -3.93	120	31	OK	ALTO
.	.	.	116-B	81	B	-14.260	-11.497	-25.170	8.830	16.000	10.910	X ● -5.09	140	24	OK	ALTO
.	.	.	117-A	95	A	-16.800	-11.476	-30.660	7.340	18.000	13.860	X ● -4.14	140	26	OK	ALTO
.	.	.	126-A	10	A	-16.450	-11.288	-30.630	7.370	18.000	14.180	X ● -3.82	118	26	OK	ALTO
.	.	.	130-A	102	A	-15.700	-11.205	-31.935	6.065	18.000	16.235	X ● -1.77	130	26	OK	ALTO
.	.	.	131-A	112	A	-17.230	-11.184	-30.951	7.049	18.000	13.721	X ● -4.28	200	26	OK	ALTO
.	.	.	136-A	78	A	-17.320	-11.080	-30.558	7.442	18.000	13.238	X ● -4.76	102	26	OK	ALTO
.	.	.	138-C	109	C	-11.760	-11.038	-25.870	8.130	16.500	14.110	X ● -2.39	122	31	OK	ALTO
.	.	.	140-C	165	C	-12.040	-10.996	-25.320	8.680	16.500	13.280	X ● -3.22	200	31	OK	ALTO
.	.	.	145-A	176	A	-17.230	-10.892	-32.460	5.540	18.000	15.230	X ● -2.77	124	26	OK	ALTO
.	.	.	150-A	169	A	-16.820	-10.787	-30.350	7.650	18.000	13.530	X ● -4.47	120	26	OK	ALTO
.	.	.	150-C	132	C	-12.380	-10.787	-25.640	8.360	16.500	13.260	X ● -3.24	160	31	OK	ALTO
.	.	.	151-A	139	A	-16.070	-10.767	-27.080	10.920	18.000	11.010	X ● -6.99	130	26	OK	ALTO
.	.	.	152-A	186	A	-17.860	-10.746	-33.480	0.520	18.000	15.620	X ● -2.38	28	26	OK	ALTO
.	.	.	154-A	177	A	-17.810	-10.704	-28.500	5.500	18.000	10.690	X ● -7.31	110	26	OK	ALTO
.	.	.	155-A	135	A	-16.670	-10.683	-32.410	5.590	18.000	15.740	X ● -2.26	130	26	OK	ALTO
.	.	.	156-A	159	A	-16.930	-10.662	-26.930	11.070	18.000	10.000	X ● -8.00	140	26	OK	ALTO
.	.	.	157-A	130	A	-16.760	-10.641	-29.380	8.620	18.000	12.620	X ● -5.38	110	26	OK	ALTO
.	.	.	161-A	82	A	-15.370	-10.558	-31.550	6.450	18.000	16.180	X ● -1.82	95	26	OK	ALTO
.	.	.	163-A	121	A	-15.160	-10.516	-29.290	8.710	18.000	14.130	X ● -3.87	105	26	OK	ALTO
.	.	.	166-C	84	C	-12.835	-10.453	-24.900	7.100	16.500	12.065	X ● -4.44	80	31	OK	ALTO

# ANEXO 08



- o Floor
- o Atrios
- o Memoria

180m



# ANEXO 09

# PILOTES	337
FECHA:	4/23/2014

Pilotes Flojos	17	5.04%
Pilotes Altos	25	7.42%
Pilotes Recrecidos	152	45.10%
Pilotes OK	295	87.54%

	#	Desviados	%
Pilotes Sin Refuerzo	206	114	55.34%
Pilotes Reforzados	131	34	25.95%

Pilotes OK	295
------------	-----

Ø	N°	P	Eje de Pilote	Longitud Recrecida	Longitud Final	Penetración Mínima	Penetración en Grava Lima	Diferencia con Penetración Teórica	Número de Golpes Real	Número de Golpes Teórico		Desviación		Refuerzo	ESTADO	PDA	Pilote Aprobado R H y Calidad
										OK	X	OK	X				
.	.	.	85-A	12.00	38.00	18.000	18.340	OK ●	0.34	26	26	OK	0.096	X	R	OK	OK
.	.	.	85-D		32.00	10.000	13.490	OK ●	3.49	25	20	OK	0.079	X	R	OK	OK
.	.	.	89-D		32.00	10.000	13.760	OK ●	3.76	24	20	OK	0.094	X	R	OK	OK
.	.	.	93-E		32.00	8.000	15.694	OK ●	7.69	29	27	OK	0.152	X	R	OK	OK
.	.	.	94-B		32.00	16.000	15.130	X ●	-0.87	13	24	X	0.025	OK	R	FLOJO	OK
.	.	.	94-C		32.00	16.500	17.110	OK ●	0.61	34	31	OK	0.080	X	R	OK	OK
.	.	.	94-E		32.00	8.000	11.325	OK ●	3.33	28	27	OK	0.251	X	R	OK	OK
.	.	.	95-A	6.00	38.00	18.000	17.760	X ●	-0.24	11	26	X	0.044	OK	R	FLOJO	OK
.	.	.	96-A	8.00	38.00	18.000	19.320	OK ●	1.32	15	26	X	0.057	OK	R	FLOJO	OK
.	.	.	96-C		32.00	16.500	17.010	OK ●	0.51	35	31	OK	0.076	X	R	OK	OK
.	.	.	96-F	6.00	39.80	11.500	25.196	OK ●	13.70	56	56	OK	0.078	X	R	OK	PDA OK
.	.	.	97-A	6.00	38.00	18.000	17.660	X ●	-0.34	8	26	X	0.039	OK	R	FLOJO	PDA OK
.	.	.	98-B		34.00	16.000	17.670	OK ●	1.67	28	24	OK	0.091	X	R	OK	OK
.	.	.	98-C		32.00	16.500	18.320	OK ●	1.82	42	31	OK	0.086	X	R	OK	OK
.	.	.	99-A	6.00	38.00	18.000	17.840	X ●	-0.16	9	26	X	0.012	OK	R	OK	OK
.	.	.	100-A	6.00	38.00	18.000	18.220	OK ●	0.22	10	26	X	0.024	OK	R	OK	PDA OK
.	.	.	100-F		34.00	11.500	11.620	OK ●	0.12	154	56	OK	0.081	X		OK	OK
.	.	.	101-A	8.00	38.00	18.000	18.250	OK ●	0.25	9	26	X	0.037	OK	R	OK	OK
.	.	.	102-A	6.00	38.00	18.000	19.110	OK ●	1.11	9	26	X	0.056	OK	R	OK	OK
.	.	.	102-F		34.00	11.500	13.321	OK ●	1.82	84	56	OK	0.080	X		OK	OK
.	.	.	103-A	8.00	38.00	18.000	17.190	X ●	-0.81	8	26	X	0.018	OK	R	OK	OK
.	.	.	104-A	6.00	38.00	18.000	19.360	OK ●	1.36	8	26	X	0.106	X	R	OK	OK
.	.	.	105-A	6.00	38.00	18.000	18.480	OK ●	0.48	8	26	X	0.051	OK	R	OK	PDA OK
.	.	.	106-A	6.00	38.00	18.000	10.150	X ●	-7.85	120	26	OK	0.244	X		ALTO	OK
.	.	.	106-B		34.00	16.000	17.680	OK ●	1.68	25	24	OK	0.274	X		OK	OK
.	.	.	106-D		34.00	10.000	13.317	OK ●	3.32	38	20	OK	0.632	X		OK	OK
.	.	.	107-A	6.00	38.00	18.000	19.430	OK ●	1.43	12	26	X	0.063	OK		OK	OK
.	.	.	108-A	6.00	38.00	18.000	19.940	OK ●	1.94	12	26	X	0.162	X		OK	PDA OK
.	.	.	108-B		34.00	16.000	17.090	OK ●	1.09	65	24	OK	0.445	X		OK	OK
.	.	.	108-D		34.00	10.000	13.950	OK ●	3.95	24	20	OK	0.225	X		OK	OK
.	.	.	108-E	9.80	43.55	8.000	23.536	OK ●	15.54	50	27	OK	0.122	X		OK	OK
.	.	.	108-F		34.00	11.500	14.956	OK ●	3.46	86	56	OK	0.088	X		OK	OK
.	.	.	109-A	6.00	38.00	18.000	13.090	X ●	-4.91	140	26	OK	0.065	OK		ALTO	OK
.	.	.	109-B		34.00	16.000	16.470	OK ●	0.47	32	24	OK	0.083	X	R	OK	OK
.	.	.	110-A	6.00	38.00	18.000	19.090	OK ●	1.09	5	26	X	0.121	X		OK	PDA OK
.	.	.	110-B		34.00	16.000	10.650	X ●	-5.35	102	24	OK	0.208	X		ALTO	OK
.	.	.	110-C		34.00	16.500	16.650	OK ●	0.15	66	31	OK	0.078	X		OK	OK
.	.	.	110-D	6.00	39.75	10.000	24.910	OK ●	14.91	42	20	OK	0.075	X		OK	PDA OK
.	.	.	110-E		34.00	8.000	11.128	OK ●	3.13	32	27	OK	0.109	X		OK	OK
.	.	.	111-A	6.00	38.00	18.000	18.490	OK ●	0.49	10	26	X	0.059	OK	R	OK	OK
.	.	.	111-B		34.00	16.000	16.890	OK ●	0.89	28	24	OK	0.079	X	R	OK	OK
.	.	.	112-A	6.00	38.00	18.000	19.390	OK ●	1.39	7	26	X	0.043	OK		OK	PDA OK

			112-C		34.00	16.500	14.500	X ●	-2.00	118	31	OK	0.050	OK		ALTO		
			112-F		34.00	11.500	18.370	OK ●	6.87	73	56	OK	0.142	X		OK		OK
			113-A	6.00	38.00	18.000	19.490	OK ●	1.49	16	26	X	0.038	OK		OK		OK
			114-B		34.00	16.000	16.690	OK ●	0.69	38	24	OK	0.093	X		OK		OK
			114-C		34.00	16.500	12.571	X ●	-3.93	120	31	OK	0.098	X		ALTO		OK
			114-D		34.00	10.000	11.330	OK ●	1.33	48	20	OK	0.099	X		OK		OK
			114-F		34.00	11.500	14.551	OK ●	3.05	90	56	OK	0.095	X		OK		OK
			115-A	6.00	38.00	18.000	19.070	OK ●	1.07	14	26	X	0.214	X		OK		OK
			115-C		32.00	16.500	18.912	OK ●	2.41	64	80	X	0.082	X	R	OK		
			116-A	6.00	38.00	18.000	18.820	OK ●	0.82	11	26	X	0.196	X		OK	PDA	OK
			116-B		34.00	16.000	10.910	X ●	-5.09	140	24	OK	0.035	OK		ALTO		OK
			116-C		34.00	16.500	18.270	OK ●	1.77	54	31	OK	0.262	X		OK		OK
			116-D		34.00	10.000	11.291	OK ●	1.29	90	20	OK	0.213	X		OK		OK
			116-E		34.00	8.000	19.823	OK ●	11.82	36	27	OK	0.082	X		OK		OK
			116-F		34.00	11.500	18.763	OK ●	7.26	92	56	OK	0.130	X		OK		OK
			117-A	6.00	38.00	18.000	13.860	X ●	-4.14	140	26	OK	0.080	X		ALTO		OK
			118-A	6.00	38.00	18.000	18.130	OK ●	0.13	27	26	OK	0.105	X		OK		OK
			118-B		34.00	16.000	16.650	OK ●	0.65	28	24	OK	0.107	X		OK		OK
			118-E		34.00	8.000	11.265	OK ●	3.27	42	27	OK	0.155	X		OK		OK
			118-F		34.00	11.500	15.005	OK ●	3.51	110	56	OK	0.090	X		OK		OK
			120-B		34.00	16.000	16.100	OK ●	0.10	40	24	OK	0.142	X		OK		OK
			120-D		34.00	10.000	15.007	OK ●	5.01	32	20	OK	0.077	X		OK		OK
			120-E		34.00	8.000	14.967	OK ●	6.97	54	27	OK	0.086	X		OK		OK
			121-A	6.00	38.00	18.000	18.710	OK ●	0.71	12	26	X	0.022	OK	R	OK		OK
			122-A	6.00	38.00	18.000	17.940	X ●	-0.06	27	26	OK	0.026	OK		OK		OK
			122-B		34.00	16.000	16.600	OK ●	0.60	40	24	OK	0.084	X		OK	PDA	OK
			122-F	24.00	57.25	11.500	38.878	OK ●	27.38	72	56	OK	0.079	X		OK	PDA	OK
			123-A	6.00	38.00	18.000	18.500	OK ●	0.50	11	26	X	0.024	OK	R	OK	PDA	OK
			124-B		34.00	16.000	17.870	OK ●	1.87	18	24	X	0.052	OK	R	OK		OK
			124-C		34.00	16.500	16.580	OK ●	0.08	67	31	OK	0.019	OK		OK		OK
			124-D		34.00	10.000	10.150	OK ●	0.15	30	20	OK	0.127	X		OK		OK
			124-E	11.40	45.00	8.000	31.794	OK ●	23.79	19	27	X	0.063	OK		OK	PDA(2)	OK
			125-A	6.00	38.00	18.000	18.700	OK ●	0.70	16	26	X	0.009	OK	R	OK		OK
			125'-A	8.00	38.00	18.000	19.380	OK ●	1.38	27	26	OK	0.090	X	R	OK		OK
			126-A	6.00	38.00	18.000	14.180	X ●	-3.82	118	26	OK	0.162	X		ALTO		OK
			126-B		34.00	16.000	16.150	OK ●	0.15	28	24	OK	0.197	X		OK		OK
			126-F	6.00	39.78	11.500	25.237	OK ●	13.74	82	56	OK	0.110	X		OK		OK
			126'-A	8.00	38.00	18.000	19.260	OK ●	1.26	26	26	OK	0.120	X	R	OK		OK
			128-B		34.00	16.000	16.850	OK ●	0.85	30	24	OK	0.128	X		OK		OK
			128-C		34.00	16.500	16.723	OK ●	0.22	155	31	OK	0.140	X		OK		OK
			128-D		34.00	10.000	12.913	OK ●	2.91	50	20	OK	0.121	X	R	OK		OK
			128-E		34.00	8.000	12.183	OK ●	4.18	42	27	OK	0.205	X		OK		OK
			129-A	6.00	38.00	18.000	19.240	OK ●	1.24	15	26	X	0.040	OK	R	OK	PDA	OK
			129'-A	8.00	38.00	18.000	19.080	OK ●	1.08	28	26	OK	0.058	OK	R	OK		OK
			130-A	4.00	38.00	18.000	16.235	X ●	-1.77	130	26	OK	0.091	X		ALTO		OK
			130-B		34.00	16.000	17.312	OK ●	1.31	22	24	X	0.020	OK		OK	PDA	OK
			130-C		34.00	16.500	17.685	OK ●	1.19	66	31	OK	0.150	X		OK		OK
			130-D	8.00	41.75	10.000	23.540	OK ●	13.54	32	20	OK	0.197	X		OK	PDA	OK
			130-F		34.00	11.500	14.131	OK ●	2.63	95	56	OK	0.117	X		OK	PDA	OK
			131-A	6.00	38.00	18.000	13.721	X ●	-4.28	200	26	OK	0.115	X		ALTO		OK
			131'-A	8.00	38.00	18.000	17.580	X ●	-0.42	26	26	OK	0.057	OK	R	OK		OK
			132-D		34.00	10.000	13.110	OK ●	3.11	33	20	OK	0.362	X		OK		OK
			132-F	6.00	39.85	11.500	26.424	OK ●	14.92	76	56	OK	0.096	X		OK		OK
			133-A	6.00	38.00	18.000	18.330	OK ●	0.33	29	26	OK	0.527	X		OK		OK

. . .	133'-A	8.00	38.00	18.000	17.490	X ●	-0.51	28	26	OK	0.101	X	R	OK		OK
. . .	134-A	4.00	38.00	18.000	19.170	OK ●	1.17	9	26	X	0.020	OK		OK	PDA	OK
. . .	134-B		34.00	16.000	16.458	OK ●	0.46	13	24	X	0.033	OK		OK		OK
. . .	134-D		34.00	10.000	19.010	OK ●	9.01	60	20	OK	0.105	X		OK		OK
. . .	134-E		34.00	8.000	19.140	OK ●	11.14	50	27	OK	0.111	X		OK		OK
. . .	135'-A	8.00	38.00	18.000	17.650	X ●	-0.35	27	26	OK	0.083	X	R	OK		OK
. . .	136-A	4.00	38.00	18.000	13.238	X ●	-4.76	102	26	OK	0.026	OK		ALTO		OK
. . .	136-B		34.00	16.000	16.757	OK ●	0.76	12	24	X	0.068	OK		OK		OK
. . .	136-D		34.00	10.000	13.200	OK ●	3.20	46	20	OK	0.225	X		OK		OK
. . .	136-E		34.00	8.000	12.390	OK ●	4.39	57	27	OK	0.124	X		OK		OK
. . .	136-F		34.00	11.500	18.900	OK ●	7.40	74	56	OK	0.247	X		OK		OK
. . .	136'-A	8.00	38.00	18.000	17.810	X ●	-0.19	29	26	OK	0.019	OK	R	OK		OK
. . .	137-C		30.00	16.500	15.270	X ●	-1.23	23	31	X	0.015	OK	R	FLOJO	PDA	
. . .	138-A	4.00	38.00	18.000	18.267	OK ●	0.27	110	26	OK	0.088	X		OK		OK
. . .	138-B		34.00	16.000	15.834	X ●	-0.17	24	24	OK	0.078	X		OK	PDA	OK
. . .	138-C		34.00	16.500	14.110	X ●	-2.39	122	31	OK	0.167	X		ALTO		OK
. . .	138-D		34.00	10.000	18.020	OK ●	8.02	45	20	OK	0.124	X		OK		OK
. . .	138-E		34.00	8.000	13.202	OK ●	5.20	56	27	OK	0.117	X		OK		OK
. . .	139-C		30.00	16.500	16.030	X ●	-0.47	19	31	X	0.017	OK	R	FLOJO		
. . .	140-C		34.00	16.500	13.280	X ●	-3.22	200	31	OK	0.231	X		ALTO		OK
. . .	140-F		34.00	11.500	18.564	OK ●	7.06	72	56	OK	0.144	X		OK		OK
. . .	142-A	4.00	38.00	18.000	17.710	X ●	-0.29	100	26	OK	0.077	X		OK		OK
. . .	142-B		34.00	16.000	17.482	OK ●	1.48	15	24	X	0.058	OK		OK		OK
. . .	142-C		34.00	16.500	19.550	OK ●	3.05	30	31	X	0.141	X		OK		OK
. . .	142-D		34.00	10.000	13.620	OK ●	3.62	21	20	OK	0.512	X		OK		OK
. . .	142-E		32.00	8.000	12.980	OK ●	4.98	52	27	OK	0.118	X		OK		OK
. . .	142-F		32.00	11.500	16.226	OK ●	4.73	60	56	OK	0.118	X		OK		OK
. . .	143-A	4.00	38.00	18.000	18.390	OK ●	0.39	8	26	X	0.058	OK		OK	PDA	OK
. . .	144-A	4.00	38.00	18.000	18.240	OK ●	0.24	8	26	X	0.109	X		OK		OK
. . .	144-B		34.00	16.000	15.848	X ●	-0.15	75	24	OK	0.029	OK		OK		OK
. . .	144-C		34.00	16.500	16.570	OK ●	0.07	100	31	OK	0.178	X		OK		OK
. . .	144-D		34.00	10.000	12.440	OK ●	2.44	30	20	OK	0.536	X		OK		OK
. . .	144-E		32.00	8.000	13.580	OK ●	5.58	20	27	X	0.163	X		OK		OK
. . .	144-F		34.00	11.500	14.407	OK ●	2.91	92	56	OK	0.145	X		OK		OK
. . .	145-A	4.00	38.00	18.000	15.230	X ●	-2.77	124	26	OK	0.022	OK		ALTO		OK
. . .	145'-A	8.00	38.00	18.000	19.320	OK ●	1.32	13	26	X	0.047	OK	R	FLOJO		OK
. . .	146-A	4.00	38.00	18.000	18.610	OK ●	0.61	13	26	X	0.120	X		FLOJO	PDA	OK
. . .	146-C		34.00	16.500	17.530	OK ●	1.03	41	31	OK	0.495	X		OK		OK
. . .	146-D		34.00	10.000	14.310	OK ●	4.31	40	20	OK	0.169	X		OK		OK
. . .	146-E		32.00	8.000	12.610	OK ●	4.61	40	27	OK	0.108	X		OK		OK
. . .	146-F		32.00	11.500	18.319	OK ●	6.82	60	56	OK	0.100	X		OK		OK
. . .	147-A	4.00	38.00	18.000	19.470	OK ●	1.47	18	26	X	0.022	OK		FLOJO		OK
. . .	148-A	4.00	38.00	18.000	19.460	OK ●	1.46	12	26	X	0.061	OK		FLOJO	PDA	OK
. . .	148-C		34.00	16.500	17.170	OK ●	0.67	44	31	OK	0.171	X		OK		OK
. . .	148-D		34.00	10.000	12.810	OK ●	2.81	40	20	OK	0.168	X		OK		OK
. . .	148-E		32.00	8.000	13.281	OK ●	5.28	50	27	OK	0.238	X		OK		OK
. . .	148-F		34.00	11.500	19.631	OK ●	8.13	55	56	X	0.123	X		OK		OK
. . .	149-A	4.00	38.00	18.000	20.830	OK ●	2.83	16	26	X	0.122	X		FLOJO		OK
. . .	149-C		32.00	16.500	16.170	X ●	-0.33	47	31	OK	0.032	OK	R	OK	PDA	
. . .	149'-A	8.00	38.00	18.000	18.580	OK ●	0.58	16	26	X	0.027	OK	R	FLOJO		OK
. . .	150-A	4.00	38.00	18.000	13.530	X ●	-4.47	120	26	OK	0.070	OK		ALTO		OK
. . .	150-B		34.00	16.000	16.180	OK ●	0.18	50	24	OK	0.075	X		OK		OK
. . .	150-C		34.00	16.500	13.260	X ●	-3.24	160	31	OK	0.173	X		ALTO		OK
. . .	150-D		34.00	10.000	13.243	OK ●	3.24	65	20	OK	0.201	X		OK		OK

.	.	.	150-E		34.00	8.000	12.893	OK	●	4.89	46	27	OK	0.083	X		OK		OK
.	.	.	150-F		32.00	11.500	17.413	OK	●	5.91	65	56	OK	0.114	X		OK		OK
.	.	.	150'-A	8.00	38.00	18.000	17.870	X	●	-0.13	28	26	OK	0.069	OK	R	OK		OK
.	.	.	151-A	4.00	38.00	18.000	11.010	X	●	-6.99	130	26	OK	0.042	OK		ALTO		OK
.	.	.	151-C		32.00	16.500	16.500	OK	●	0.00	27	31	X	0.009	OK	R	FLOJO		OK
.	.	.	152-A		34.00	18.000	15.620	X	●	-2.38	28	26	OK	0.067	OK		ALTO		OK
.	.	.	152-B		32.00	16.000	15.370	X	●	-0.63	28	24	OK	0.081	X		OK		OK
.	.	.	152-C		32.00	16.500	16.340	X	●	-0.16	150	31	OK	0.069	OK		OK		OK
.	.	.	152-E		34.00	8.000	16.974	OK	●	8.97	30	27	OK	0.084	X		OK		OK
.	.	.	152-F		32.00	11.500	16.654	OK	●	5.15	57	56	OK	0.127	X		OK		OK
.	.	.	152'-A	8.00	38.00	18.000	18.220	OK	●	0.22	29	26	OK	0.048	OK	R	OK		OK
.	.	.	153-A	4.00	38.00	18.000	18.220	OK	●	0.22	27	26	OK	0.022	OK		OK		OK
.	.	.	153'-A	8.00	38.00	18.000	18.230	OK	●	0.23	28	26	OK	0.165	X	R	OK		OK
.	.	.	154-A		34.00	18.000	10.690	X	●	-7.31	110	26	OK	0.135	X		ALTO		OK
.	.	.	154-D		26.00	10.000	13.250	OK	●	3.25	23	20	OK	0.128	X		OK		OK
.	.	.	154-E		25.50	8.000	10.176	OK	●	2.18	32	27	OK	0.142	X		OK		OK
.	.	.	154-F		34.00	11.500	18.916	OK	●	7.42	30	56	X	0.137	X		OK		OK
.	.	.	154'-A	8.00	38.00	18.000	17.960	X	●	-0.04	46	26	OK	0.039	OK	R	OK		OK
.	.	.	155-A	4.00	38.00	18.000	15.740	X	●	-2.26	130	26	OK	0.062	OK		ALTO		OK
.	.	.	156-A	4.00	38.00	18.000	10.000	X	●	-8.00	140	26	OK	0.592	X		ALTO		OK
.	.	.	156-B		34.00	16.000	16.000	OK	●	0.00	26	24	OK	0.578	X		OK	PDA	OK
.	.	.	156-C		33.73	16.500	17.860	OK	●	1.36	80	31	OK	0.144	X		OK		OK
.	.	.	156-D	8.00	34.00	10.000	16.158	OK	●	6.16	30	20	OK	0.129	X		OK		OK
.	.	.	156-E		26.00	8.000	9.828	OK	●	1.83	70	27	OK	0.186	X		OK		OK
.	.	.	156'-A	8.00	38.00	18.000	20.683	OK	●	2.68	10	26	X	0.079	X	R	FLOJO		OK
.	.	.	157-A	4.00	38.00	18.000	12.620	X	●	-5.38	110	26	OK	0.233	X		ALTO		OK
.	.	.	158-A	4.00	38.00	18.000	18.060	OK	●	0.06	120	26	OK	0.274	X		OK		OK
.	.	.	158-B	17.00	50.40	16.000	33.430	OK	●	17.43	23	24	X	0.073	OK		OK	PDA(2)	OK
.	.	.	158-C		34.00	16.500	16.110	X	●	-0.39	100	31	OK	0.073	OK		OK		OK
.	.	.	158-E		26.00	8.000	10.320	OK	●	2.32	28	27	OK	0.206	X		OK		OK
.	.	.	159-A	6.00	38.00	18.000	19.735	OK	●	1.74	8	26	X	0.021	OK		FLOJO	PDA	OK
.	.	.	160-A	4.00	38.00	18.000	19.000	OK	●	1.00	94	26	OK	0.410	X		OK		OK
.	.	.	160-C		34.00	16.500	16.290	X	●	-0.21	60	31	OK	0.120	X		OK		OK
.	.	.	160-D		26.00	10.000	12.100	OK	●	2.10	26	20	OK	0.097	X		OK		OK
.	.	.	160-F		30.00	11.500	15.742	OK	●	4.24	34	56	X	0.133	X		OK		OK
.	.	.	160'-A	8.00	38.00	18.000	18.099	OK	●	0.10	42	26	OK	0.039	OK	R	OK		OK
.	.	.	161-A	6.00	38.00	18.000	16.180	X	●	-1.82	95	26	OK	0.077	X		ALTO		OK
.	.	.	162-A	4.00	38.00	18.000	20.940	OK	●	2.94	16	26	X	0.083	X		OK	PDA	OK
.	.	.	162-E	8.00	32.97	8.000	17.890	OK	●	9.89	45	27	OK	0.086	X		OK	PDA	OK
.	.	.	162-F		30.00	11.500	18.753	OK	●	7.25	16	56	X	0.103	X		OK		OK

.	.	.	163-A	4.00	38.00	18.000	14.130	X	●	-3.87	105	26	OK	0.076	X		ALTO		OK
.	.	.	163'-A	8.00	38.00	18.000	18.019	OK	●	0.02	39	26	OK	0.077	X	R	OK		OK
.	.	.	164-F	8.53	38.28	11.500	25.138	OK	●	13.64	19	56	X	0.148	X		FLOJO	PDA(2)	OK
.	.	.	166-A	6.00	38.00	18.000	20.120	OK	●	2.12	13	26	X	0.143	X	R	OK	PDA	OK
.	.	.	166-B		32.00	16.000	16.300	OK	●	0.30	18	24	X	0.090	X		OK	PDA	OK
.	.	.	166-C		32.00	16.500	12.065	X	●	-4.44	80	31	OK	0.005	OK		ALTO	PDA	OK
.	.	.	166-D		34.00	10.000	13.927	OK	●	3.93	26	20	OK	0.151	X	R	OK		OK
.	.	.	166-E		34.00	8.000	20.877	OK	●	12.88	29	27	OK	0.186	X	R	OK		OK
.	.	.	166-F		34.00	11.500	21.497	OK	●	10.00	22	56	X	0.158	X	R	FLOJO	PDA	OK