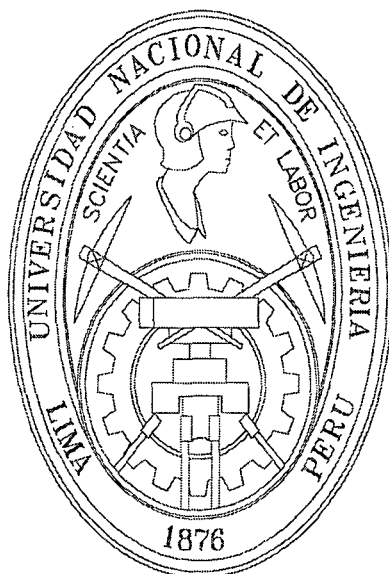


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**DISEÑO DE LOS MUELLES MÓVILES N° 1, 2 Y 3
DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO N° 1 DEL
OLEODUCTO NORPERUANO**

TESIS

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

HENRY EDWARD LÓPEZ CULQUICONDOR

Lima – Perú

2001

Digitalizado por:

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

**DEDICO ESTA TESIS A MI
MADRE Y A MI PADRE POR
LOGRAR ESTE ANHELO**

**UN AGRADecIMIENTO
ESPECIAL AL ING. MARIO
PEÑA FUENTES POR SU
VALIOSO APOYO COMO
TAMBIÉN AL ING. VICENTE
CHARIARSE CABRERA EN
LA REALIZACIÓN DE ESTA
TESIS.**

SUMARIO

En el estudio y alternativa de solución para los problemas de la Estación de Bombeo N° 01 presentado en esta tesis primero hacemos mención de la ubicación de la zona de trabajo, una breve descripción de los problemas encontrados, las características de la zona, las clases de estructuras posibles a usar como solución para los pontones, así como los procedimientos a seguir para la alternativa sugerida, incluyendo breves especificaciones técnicas para los futuros trabajos a desarrollar.

En el diseño estructural de las futuras soluciones, hago mención breve de las generalidades de los pilotes, sus clases y procedimientos de evaluación de forma estática y dinámica, generalidades de los dolphins, incluyendo sus tipos y seguridades a tomar en cuenta; los dragados y sus clases, incluyendo los tipos de dragadores posibles a utilizar. Al realizar los diseños me he apoyado en programas estructurales conocidos, tales como el del Dr. Hugo Scaletti para la evaluación de los puentes, la Ecuación de Onda para el desarrollo de los esfuerzos en los pilotes y el SAP 2000 educacional para la evaluación del impacto en los Dolphins, a fin de obtener valores aplicados a la realidad de los problemas que enfrentan los pontones.

**DISEÑO DE LOS MUELLES MÓVILES N° 1, 2 Y 3
DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO N° 1 DEL
OLEODUCTO NORPERUANO**

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	
1.1. Descripción del Terreno	4
1.1.1.Aspectos Generales	4
1.1.2.Características de la Zona	5
1.1.3.Trabajos Efectuados	7
1.2. Descripción de la Hidráulica Fluvial Existente	8
1.2.1. Introducción	8
1.2.2.Descripción General del Comportamiento del Río Marañón	9
1.2.3.Análisis e Influencia de las Palizadas Existentes	11
2. ESTUDIO DE LAS DIVERSAS ALTERNATIVAS DE MUELLES FLUVIALES	
2.1. Generalidades	17
2.2. Clasificación de los Muelles Móviles: Pontones	19
2.2.1.Pontón Anclado a Tierra con Cables de Apoyo adicional para Escalera Móvil	19
2.2.2.Pontón Anclado a Tierra con Cables de Apoyo adicional para Escalera Móvil, adicionando Proa al Pontón y Apoyo	19
2.2.3.Pontón y apoyo de Escalera con Guías Verticales, adicionando Proa al Pontón	20
2.2.4.Pontón con guías Verticales, Puente de Acceso fijo y Escalinatas de Acceso Verticales	21
2.2.5.Pontón con guías Verticales y Escalera de Acceso Móvil, apoyados en el Pontón	21

3. MUELLES N° 1, 2 Y 3 DE LA ESTACIÓN N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO	
3.1. Descripción de los problemas encontrados	23
3.2. Mediciones de Campo	24
3.3. Alternativa a desarrollar para Solucionar los Problemas Existentes ...	28
3.3.1. Mantenimiento Estructural de los Pontones	28
3.3.2. Operatividad de los Pontones	29
3.3.3. Procedimiento de Reubicación de los Pontones N° 01, 02 y 03	31
3.3.4. Mejoramiento Estructural de las Escaleras Puente de los Pontones N° 01, 02 y 03	43
3.3.5. Mantenimiento Estructural de elementos constituyentes de Dolphins.	44
3.4. Especificaciones Técnicas de los trabajos a realizar	46
4. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOS MUELLES MÓVILES: PONTONES	
4.1. Introducción	68
4.2. Análisis de Celdas Flotantes	69
4.3. Análisis de Flotabilidad	78
4.4. Verificación – Diseño de Puentes de Acceso	80
4.4.1. Generalidades	80
4.4.2. Análisis de Puentes de Acceso	81
4.4.3. Diseño Estructural de Escalera de Acceso al Pontón	117
4.5. Diseño de Pilotes Guía	137
4.5.1. Pilotes	137
4.5.2. Clases de Pilotes	139
4.5.3. Análisis Estático de Pilotes	144
4.5.4. Análisis Dinámico de Pilotes	147
4.5.5. Diseño Estructural de Pilotes	162
5. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE DOLPHINES DE ATRAQUE	
5.1. Definición de Dolphin	186

5.2. Tipos de Dolphin	186
5.3. Sistemas de Defensa	189
5.4. Espaciamiento entre Dolphins	192
5.5. Diseño Estructural del Dolphin	192
6. MANTENIMIENTO DEL NIVEL DE FONDO DE RÍO (DRAGADO) Y DEFENSA RIBEREÑA	
6.1. Introducción	203
6.2. Tipos de Dragas	204
6.3. Material Dragado	223
6.4. Dragado de Fondo del Río	227
6.5. Defensas Ribereñas	241
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1. Comentarios	244
7.2. Conclusiones	247
PLANOS	252
ANEXOS	255
BIBLIOGRAFÍA	257

INTRODUCCIÓN

La Estación de Bombeo N° 1 del Oleoducto Norperuano se encuentra ubicado en el distrito de San José de Saramuro, provincia de Maipuco, departamento de Loreto. Su ubicación geográfica esta definida por las siguientes coordenadas: latitud 4° 43' 11" y longitud 74° 55' 15".

El presente estudio pretende realizar el diseño y rehabilitación de los muelles móviles de la Estación N° 1.

Los muelles móviles o pontones son elementos estructurales de vital importancia en la selva, ya que ellos permiten el transporte y conducción del petróleo, entre las estaciones petroleras que no tienen comunicación con el Oleoducto Norperuano, mediante el uso de embarcaciones para transporte de crudo (comúnmente conocidas como chatas), se realiza el transporte fluvial del crudo de un punto a otro, para lo cual los pontones son los muelles que permiten el bombeo del crudo de las embarcaciones a los tanques de petróleo que alimentan el oleoducto y viceversa.

La utilización de estas plataformas flotantes en el río Marañón para el transporte de crudo y el comercio en general, crea la necesidad de que tengan la suficiente movilidad para que puedan variar con los constantes cambios de nivel del río Marañón, por lo tanto, también se debe pensar en la necesidad de diseñar elementos de protección para los mismos y un sistema de mantenimiento para evitar los problemas que se presentan actualmente.

Al no existir sistemas de protección para los pontones lo suficientemente confiables se produce la continua acumulación de sedimentos debajo de los muelles, producto de la cantidad de material de arrastre que trae el río, generando un gran obstáculo al trayecto o movilidad de los pontones motivo

por el cual se produce la inclinación de la plataforma, haciéndola insegura e inoperativa para el bombeo del crudo porque las máquinas de bombeo instaladas en el muelle generan presiones negativas que pueden dañarlas así mismas.

A fin de presentar algunas alternativas de solución para este problema, realice algunos trabajos de topografía, batimetría, hidráulica fluvial, estudio de suelos, una evaluación general de la parte metal – mecánica existente, realizando mediciones en las planchas de acero existentes para definir cuales pueden ser utilizadas aun sin afectar la flotabilidad de los pontones.

Adicionalmente a las alternativas de solución, entre las cuales estoy considerando la posibilidad de reutilizar las estructuras existentes a fin de aminorar los costos de reparación, he planteado la necesidad de construir nuevos sistemas de defensa ribereña y atraque, dolphines, debido a que los problemas existentes en los pontones han sido producto de la ineficacia de los dolphines existentes.

Finalmente realizaré un chequeo de la Operatividad Estructural de los Pontones, realizando una verificación estructural de los nuevos elementos de soporte y acceso a los pontones para lo cual me apoyare de programas estructurales conocidos y de aplicación para este tipo de análisis.

CAPITULO I
UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.1. Descripción del Terreno

El área de estudio se encuentra ubicada en el Río Marañón, en el Distrito de Urarinas, Provincia y Departamento de Loreto.

La zona a evaluar, se encuentra ubicada en la margen izquierda del Río Marañón, en una zona de 600 metros de longitud de río, pertenece a la jurisdicción del distrito de Urarinas, provincia y Departamento de Loreto, ubicada en la Región Loreto.

1.1.1. Aspectos Generales

1.1.1.1. Contenido del Estudio del Terreno

El objeto de este estudio es presentar los trabajos efectuados, así como los resultados y conclusiones obtenidos, en el Estudio de Suelos realizado con objeto de determinar la información requerida para el diseño de las estructuras de un embarcadero fluvial ubicado en la Estación N° 01 ONP Saramuro.

1.1.1.2. Limitaciones

Las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron de la investigación realizada, así como la descripción generalizada del perfil del suelo que presenta, están basadas en un programa de exploración de campo. De acuerdo a la práctica usual de la Ingeniería de Suelos, dicho programa considera adecuado, tanto en el número de sondajes como en la profundidad de éstos, para la ubicación del terreno estudiado, su extensión y el tipo de estructura de la que se trata, en este caso pilotes de acero de 18”.

Sin embargo por la naturaleza misma de los suelos encontrados, en los que siendo necesario generalizar la información obtenida en algunos sondeos a

toda el área del proyecto, no siempre es posible tener seguridad total acerca de la generalización efectuada. Por lo tanto es recomendable, que en el caso poco probable de cuando se efectuó la construcción, se observasen suelos con características diferentes a las indicadas en este estudio se realicen las correcciones necesarias.

1.1.1.3. Estructuras Propuestas

Las estructuras propuestas consisten en pilotes de acero o eventualmente de concreto que serán hincados con un martillo diesel de doble efecto, considerando fuerzas horizontales de hasta 30 Tn.

1.1.2. Características de la Zona

1.1.2.1. Ubicación

Los pontones están ubicados en la Estación N° 01 ONP San José de Saramuro, Departamento de Loreto.

En el plano PP – E – 00 se muestra la ubicación del área investigada.

1.1.2.2. Geología Regional: Geomorfología

El terreno tiene una forma definida es una superficie plana nivelada y en la orilla del río Marañón tiene una pendiente de 45° que es visible en vaciante. Durante el desarrollo de éstas geofomas ha intervenido fenómenos geológicos como la sedimentación y el tectonismo y como complemento de ellos han intervenido agentes climáticos, biológicos y la mano del hombre.

La sedimentación regional en Saramuro y vecindades es muy variada. Se deben destacar dos series de estratos con relación a sus edades de sedimentación. La cuaternaria de ambiente continental constituida por arcilla, limos, arenas y las asociaciones entre estos. El mar regresivo abandona la comarca de la amazonía al final del terciario, lo que coincide con la formación de la superficie de discordancia sobre la serie de sedimentos del terciario de

ambiente marino epicontinental y con su transición marino-continental, esta última serie constituida fundamentalmente por arcillas.

El tectonismo ha participado fundamentalmente en cuanto al origen de las geformas, conformando un relieve diferencial en la región. Como consecuencia del tectonismo y de los efectos de la demudación fluvial y pluvial, se encuentran notablemente modificadas las unidades geomorfológicas de la región. El término llanura amazónica es válido para grandes extensiones, no así para pequeñas áreas ya que localmente nada es llano en la selva.

1.1.2.3. Sedimentos

En la secuencia estratigráfica reciente de la región se reconoce que los estratos se adelgazan y aumentan de potencia a cortas distancias y los entrecruzamientos son frecuentes. También se notan pequeñas discordancias y estratificación cruzada. Estas manifestaciones en el depósito indican oscilaciones de un ambiente continental inestable, donde dichas oscilaciones han sido variables y el relieve algo irregular.

Existen dos tipos de depósitos claramente marcados en los taludes, éstos se encuentran en el talud en forma secuencial presentando una ínter digitación de suelos granulares y cohesivos.

Estos suelos se diferencian por su origen, los primeros son aluviales que provienen de la erosión de las formaciones de edad terciaria, adyacentes a la zona del proyecto compuesto básicamente por arenas. En periodos de fuertes lluvias, escorrentía arrastra este material granular hacia el río depositándose gran parte de él sobre el sedimento de río (limos y arcillas) acumulado de épocas de sedimentación.

El segundo tipo de suelo es de origen fluvial y está compuesto por arcillas y limo, que eventualmente sedimentan sobre los depósitos aluviales anteriormente descritos. De esta forma, se encuentran en el talud una serie de intercalaciones entre suelos aluviales y fluviales evidenciando los eventos tanto de sedimentación como de depósito aluvial.

No se encuentran en la zona afloramientos rocosos, ni material para agregados gruesos.

1.1.3. Trabajos Efectuados

1.1.3.1. Exploración de Campo

El programa de exploración de campo llevado a cabo consistió en los siguientes sondeos:

Tres ensayos de Penetración de Cono de Peck ubicados en la ribera del río posiciones pontones 01, 02 y 03.

1.1.3.2. Ensayos de Laboratorio

A fin de examinar la posibilidad de incluir dentro de las estructuras propuestas elementos de concreto armado efectuó un cateo a fin de ubicar canteras de agregados.

La zona no presenta una cantera de agregado grueso. Solo se pudo ubicar una cantera de arena ubicada en la Isla Saramuro frente a la Estación N° 01 ONP de la cual se ha obtenido muestras las cuales se enviaron al laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería para solicitar los siguientes ensayos de laboratorio:

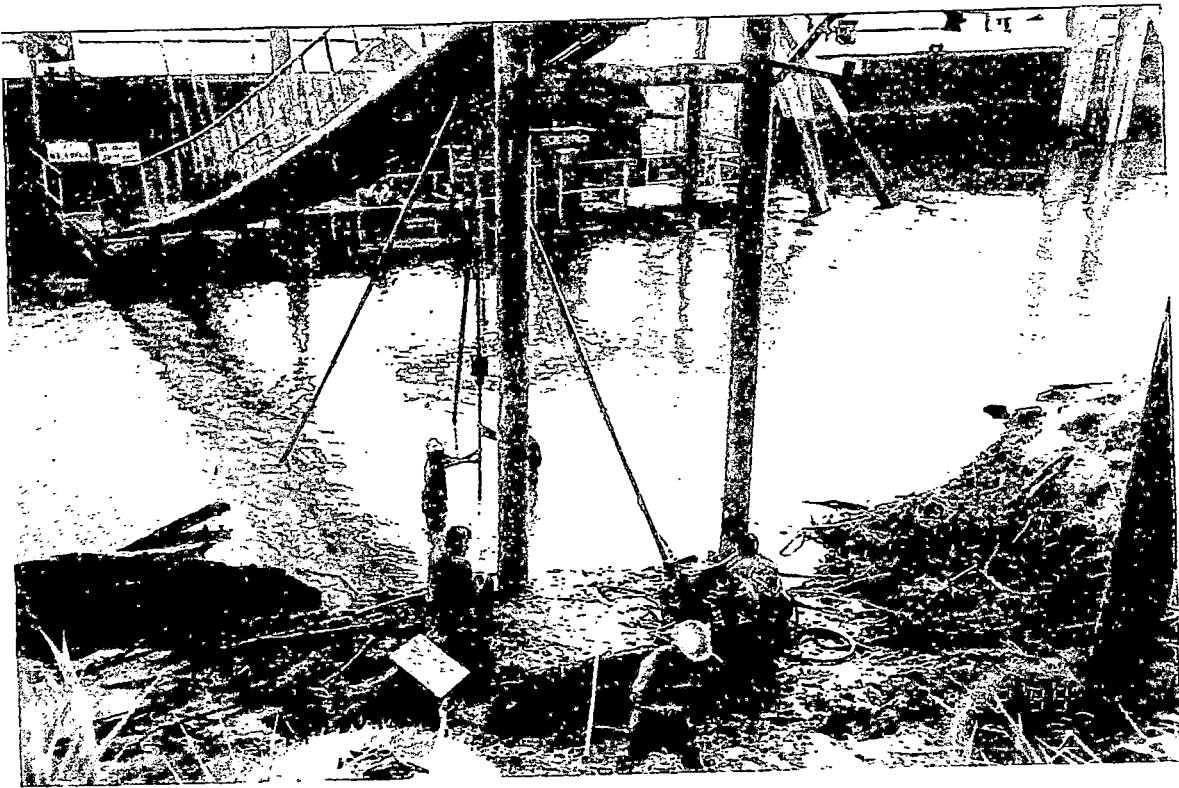
- Malla N° 200
- Impurezas Orgánicas



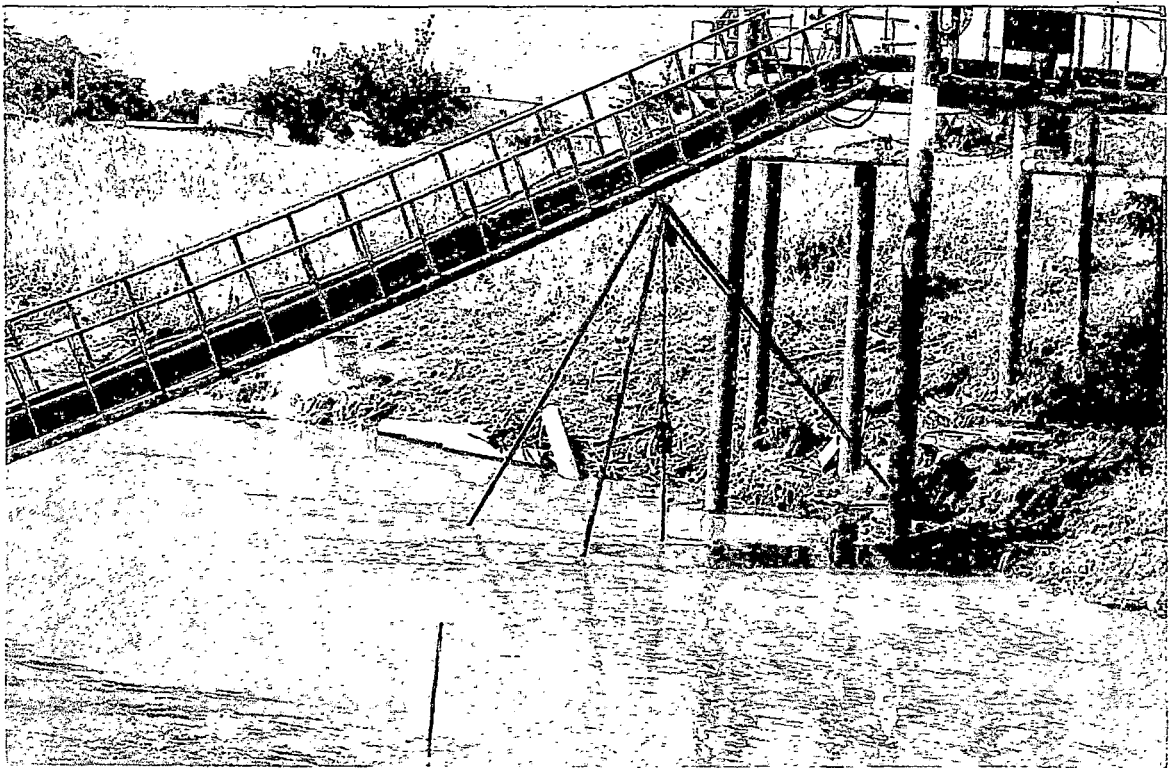
**Ensayo
Cono de Peck
Pontón 01**



Ensayo Cono de Peck Pontón 01



Ensayo Cono de Peck Ponton 03



Ensayo Cono de Peck Pontón 03

- Diseño de Mezcla de Concreto $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ que incluye los siguientes ensayos:
 - Peso Especifico
 - Peso unitario suelto y compactado
 - Contenido de Humedad
 - Absorción
 - Granulometría y modulo de fineza

1.1.3.3. Perfil de Suelo

Se adjunta con los anexos el perfil del suelo en las gráficas de los ensayos de Penetración del Cono de Peck.

1.2. Descripción de la Hidráulica Fluvial Existente

1.2.1. Introducción

El complejo comportamiento de los cauces de los ríos de la amazonía ha dejado en los últimos años muchas evidencias de lo perjudicial que puede ser para la vida útil de las obras hidráulicas que se construyen en él.

Los terminales fluviales de Pucallpa, Yurimaguas y recientemente el de Iquitos, son evidencias visibles y vigentes de lo que estamos hablando.

A pesar de toda esta experiencia, acumulada en los últimos veinte años, es difícil aun tener un conocimiento cabal de que hacer para evitar que estas obras queden fuera de servicio. Cambiar el diseño de las estructuras hidráulicas con el propósito de evitar de que esta sea una causa de un incremento importante del proceso morfológico local no sería realmente una solución pues esto solo permitiría que este proceso sea mas lento pero el camino de cambio de la configuración del cauce es inexorable en el tiempo.

Es que los ríos se mueven en una y otra dirección desgraciando la vida de las ciudades que están constituidas en sus márgenes que son dependientes de su presencia cercana. Las ciudades consumen el agua del río, previo

proceso de potabilización, pero cuando estos se alejan se le hace más difícil y costoso llevar esta agua a los centros de tratamiento entonces el agua que consume el poblador local puede ser de muy mala calidad.

Al río también van los desechos industriales y de aguas servidas que el pueblo genera como parte de sus actividades cotidianas, si no hay circulación del flujo en las cercanías entonces estas se acumulan en las márgenes de la ciudad y pueden ser un foco peligroso de infección, como sucede en Pucallpa justo ahora que el río no está tan lejos como nunca estuvo en los últimos 50 años.

El río no solo permitiría un intercambio más rápido y eficiente de la producción local y foránea, mediante la operación de infraestructura portuaria adecuada, que es uno de los mas afectados en el día a día, sino permitiría una forma de vida más acorde a los tiempos en que vivimos.

1.2.2. Descripción General del Comportamiento del Río Marañón

1.2.2.1. Generalidades

El río Marañón es navegable durante todo el año. El río Marañón tiene sus épocas marcadas de cambio de caudal, la creciente se inicia en el mes de Octubre aumentando gradualmente el nivel de las aguas hasta alcanzar su mayor valor en los meses de Febrero y Marzo.

La vaciante se inicia en el mes de Abril (algunas veces la segunda quincena de Marzo), bajando el nivel de las aguas hasta alcanzar su menor valor en los meses de Julio, Agosto y Septiembre.

Dentro de la creciente y vaciante anual, el río sufre bruscas fluctuaciones de nivel subiendo o bajando hasta dos brazas sobre el nivel medio correspondiente a la estación.

Los aumentos de nivel de la creciente originan fuertes correntadas y van siempre acompañados por grandes palizadas, lo que hace muy difícil la navegación, llegando en algunas oportunidades a obligar a los buques a amarrar, en espera de que bajen las aguas para continuar la navegación.

En época de creciente, la navegación se dificulta por las grandes palizadas que arrastra la corriente y las instalaciones de ingeniería de las embarcaciones se ven afectadas por la gran cantidad de limo que llevan en suspensión las aguas, todo esto hace que se tomen el máximo de precauciones; las embarcaciones a motor, deberán hacer constantemente una limpieza de los filtros de aspiración del agua de refrigeración.

Durante la creciente no existen peligros de varada, y ello permite ahorrar el tiempo de navegación cortando por los canales que hay entre islas, pero debe tomarse precauciones pues en esta época el canal sufre variaciones.

1.2.2.2. Poblado De San José De Saramuro

El poblado de San José de Saramuro esta sufriendo un proceso de erosión constante, se adjuntan fotografías del mismo, este proceso de erosión empieza en el poblado y continua hasta abarcar una parte importante de la Estación N° 01 del ONP.

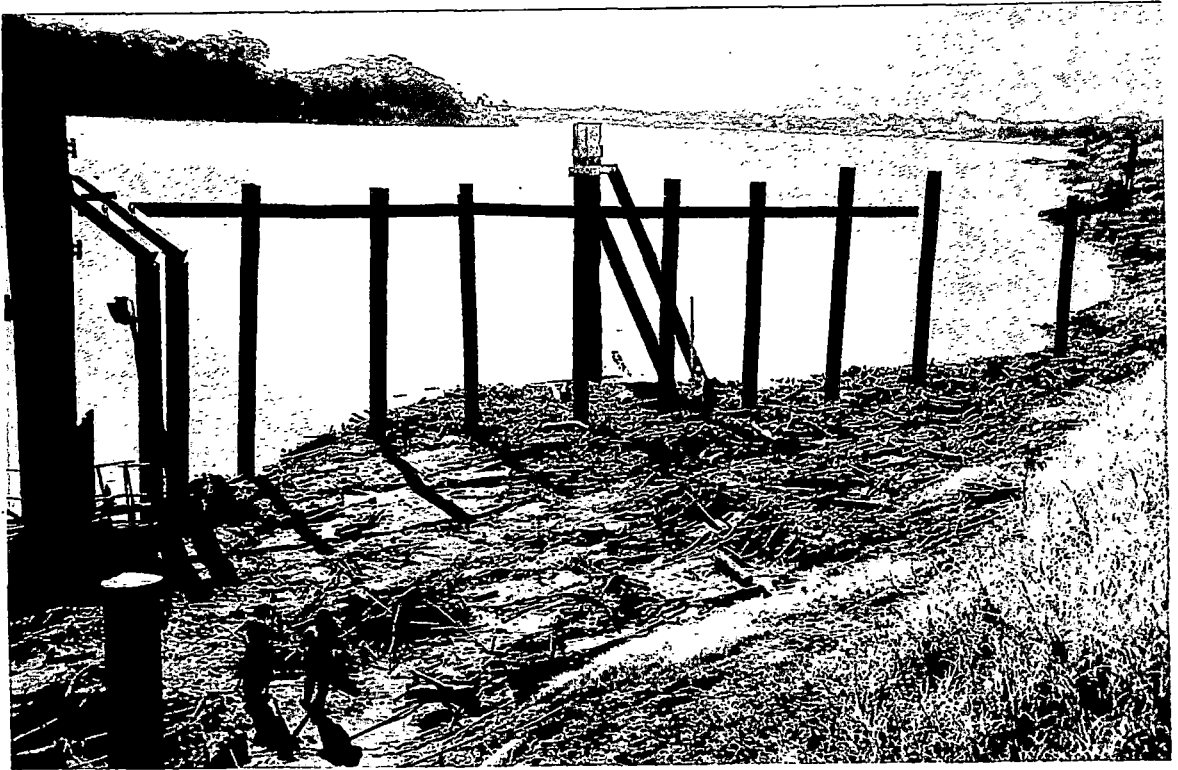
Se han observados defensas ribereñas antiguas constituidas por "jetties" o grupos de pilotes de acero alineados, en el 90% de los casos estas defensas han colapsado y se pueden observar los restos de las mismas, esto ha originado que el río empiece a erosionar la ribera de la Estación N° 01 ONP.

1.2.3. Análisis e Influencia de las Palizadas Existentes

1.2.3.1. Causas de la Presencia de las Palizadas

1.2.3.1.1. Las Actividades Agrícolas

- Como ya se ha manifestado la variación del Nivel el río entre las épocas de vaciante y creciente varían hasta en 11 metros, esta variación descubre en las épocas de vaciantes inmensas áreas de terreno cuyas características de suelo y humedad permiten que los pobladores de los alrededores utilicen estas zonas para sus actividades agrícolas.
- Desde la aparición de estas áreas hasta cuando se inicia las crecientes hay un período entre 4 y 6 meses que este suelo es utilizado intensamente. Durante este período de siembra, el período de desarrollo y durante la cosecha el ser humano trabaja intensamente el área, dejando a su paso inmensas cantidades de desechos vegetales, ramas y troncos, etc.
- Cuando el nivel de río comienza a subir estos desechos son transportados aguas abajo, en primera instancia se transporta los materiales de menor peso para que en la medida que la energía del agua sea mayor ésta sea capaz de transportar troncos de grandes dimensiones. La época en que comienza a bajar la palizada es en los meses de Noviembre a Diciembre.
- El intenso transporte de material en suspensión culmina cuando el río se acerca a su máximo nivel.



Pontón N° 01: La existencia de estos pilotes efectua un trabajo de retención de arena y palizada.



Pontón N° 01 : Pilotes de defensa Ribereña

1.2.3.1.2. La Capacidad Erosiva del Río

- El suelo de las riberas de los ríos de la Amazonía Baja está compuesto por material erosionable: arcilla, limo y arenas. Obviamente este material es fácilmente erosionable. En muchas ocasiones la cobertura vegetal que tienen las riberas de los ríos hace que este proceso sea mas lento.
- Se puede observar muy comúnmente cuando se navega por los ríos de la Amazonía, que inmensos árboles que componen la cobertura vegetal de esta región caen al río como producto del proceso erosivo de las líneas de corrientes del río, siendo transportados aguas abajo.
- Durante el período que dura una creciente, el proceso de erosión puede avanzar cientos de metros en una u otra dirección, durante este proceso toneladas de material vegetal son llevadas por el río. Este fenómeno tal vez sea el principal aportante de material vegetal al río.

1.2.3.1.3. El Aporte de Vegetación y de Palizadas de las Lagunas

- Durante el período de creciente a vaciante los lagos que existen a lo largo de la trayectoria de los ríos, prácticamente no tienen comunicación con estos. Durante estos períodos se acumulan ingentes cantidades de vegetación flotante y todo tipo de restos de vegetales.

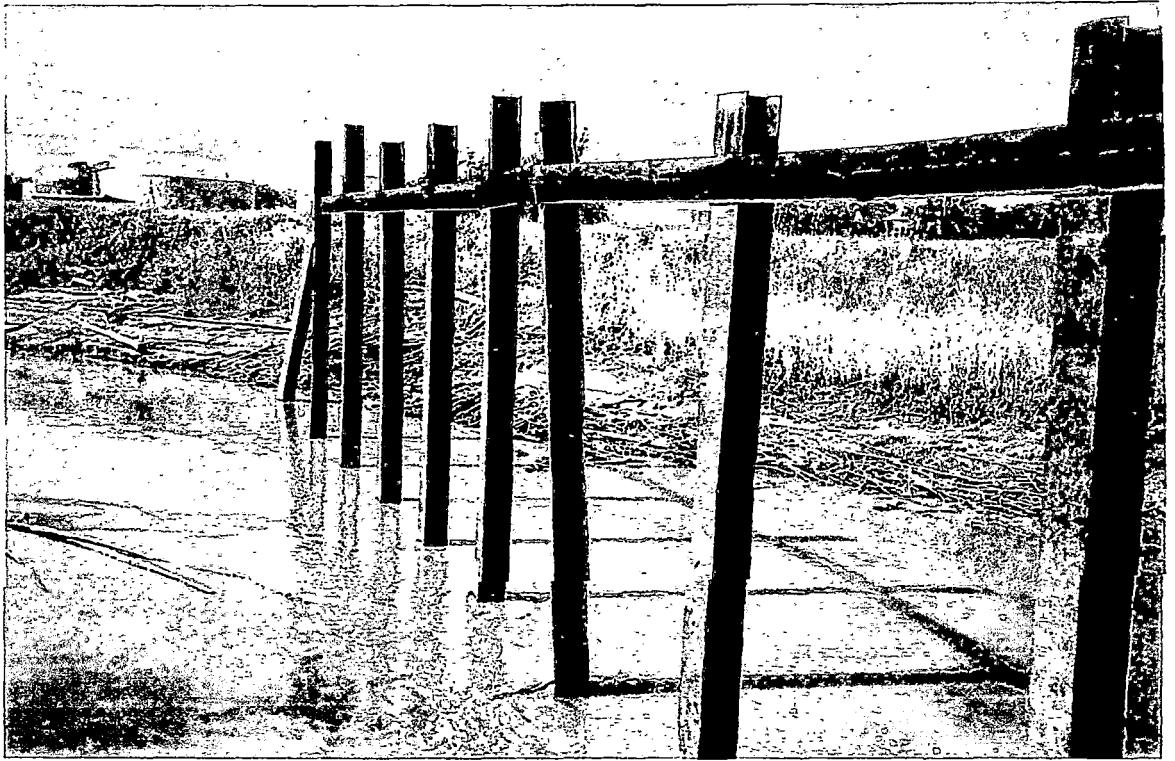
- Debido a la falta de circulación de flujos de aguas frescas, en estas zonas la presencia de vegetal flotante aparece como una alfombra verde en los lagos y se desarrolla de una forma impresionante.
- Cuando el nivel de las aguas sube, estas inmensas alfombras a aparecer empiezan en los ríos y se observan transportándose aguas abajo.

1.2.3.1.4. La Palizada como Elemento Inestabilizador

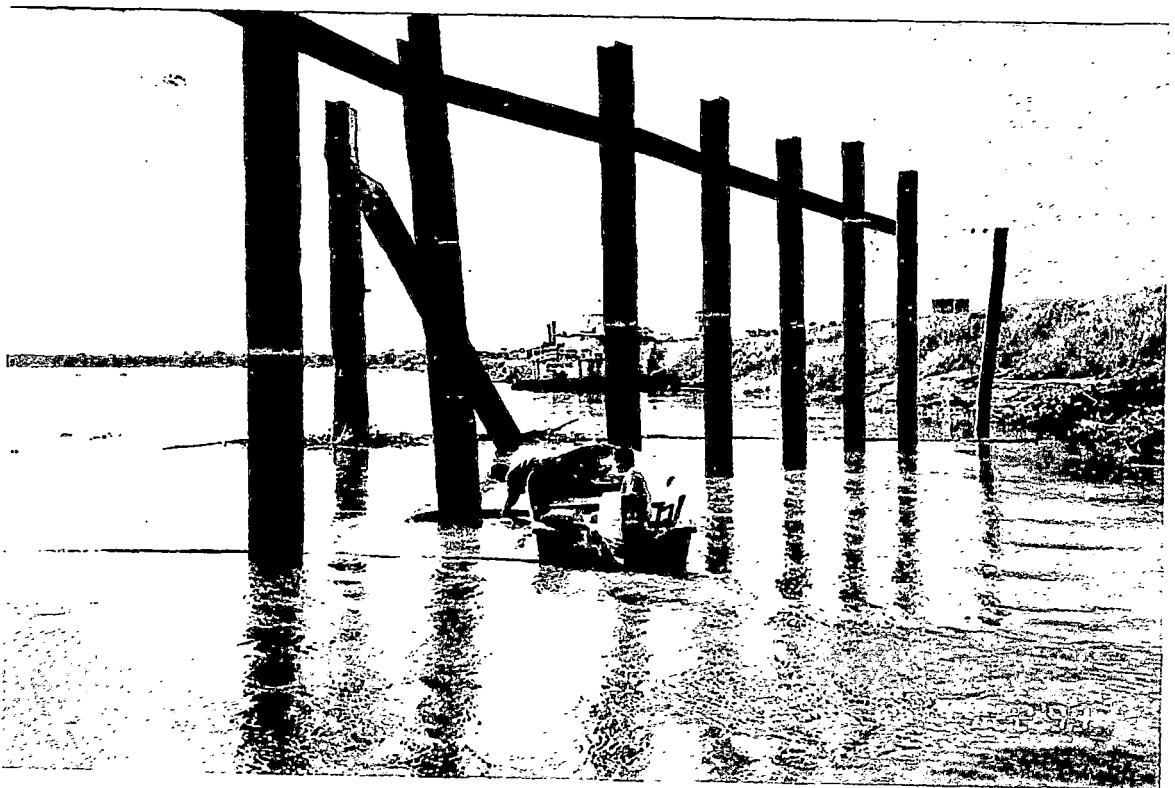
La palizada es uno de los elementos perturbadores en la operatividad de las infraestructuras portuarias que se construye en los ríos de la Amazonía, y es que en los períodos de creciente, donde las infraestructuras mejor trabajan debido a la presencia de niveles de río adecuados para su operación, las palizadas aparecen en grandes cantidades generando fuerzas sobre las infraestructuras instaladas.

Normalmente la infraestructura portuaria que se construye en la Amazonía del Perú está constituida por pontones, plataformas metálicas que están diseñadas para su flotabilidad por lo tanto se encuentran totalmente sobre la superficie del río. Para sostener toda esta infraestructura en la posición deseada se tienen cables que están fijos en tierra y también están unidos a muertos en el fondo del río.

La palizada, material vegetal que es trasladado aguas abajo por las líneas de corriente, se acumula día a día en estos cables y entre los pontones que flotan en el río acumulándose de tal manera y en gran cantidad ejerciendo una fuerza dinámica, empujados por las corrientes del río, y por la masa de troncos que pueden ser cientos



Pilotes Hincados que sirven para detener la palizada y que también retienen arena



Deslizador con motor 40 Hp usado para deslizar material retenido en Pilotes. Pontón 01

de toneladas. Esta fuerza es capaz de romper los cables de anclaje y llevar aguas abajo el pontón o pontones.

La mezcla de troncos de todo tipo y vegetales en flotación es muy difícil de retirar pues se enredan de tal manera que el retiro se hace de una manera lenta y trabajosa, muchas veces hay que emplear embarcaciones y/o grúas para poder retirarlas a tiempo antes que provoquen la rotura de los cables.

1.2.3.2. Antecedentes De Los Efectos De La Palizada

Como antecedentes registrados por los efectos de la palizada en las obras podemos mencionar lo siguientes:

- En el Puerto de Pucallpa, en el río Ucayali, en marzo de 1984 se acumuló tal cantidad de palizada que estuvo a punto de llevarse aguas abajo prácticamente todos los pontones instalados, fue necesario suspender todas las actividades portuarias hasta retirar toda la palizada acumulada.
- En el Puerto Mazán ubicado en la margen derecha del río Napo el año 1998, se rompió uno de los cables tensores trasladando aguas abajo uno de los pontones. Como está claro la acumulación de la palizada se da aguas arriba de la estructura metálica si la fuerza que ejerce la acumulación de toda la palizada empujada por las líneas de corriente llegase a romper los cables tensores del primer pontón, es muy probable que todos los pontones juntos terminen aguas abajo.

Si se va a considerar una obra de similares características a las que se han venido construyendo en la Amazonía en los últimos 20 años, entonces debe tenerse en cuenta que el retiro de éstos materiales debe ser oportuno es decir, debe haber siempre personal destinado exclusivamente a esa labor, los mismos que deben ser dotados de

herramientas tales como: motosierras, embarcaciones con motores con la potencia adecuada, etc., que permitan tener despejada el área de interés de estos restos vegetales. Es una tarea costosa pero en estos casos no queda otra alternativa. Si el diseño, se mantiene no hay manera realmente efectiva de evitar que las palizadas se acumulen y ejerzan sobre la estructura. Estamos hablando de ríos que tienen caudales de miles de metros cúbicos por segundo, los mismos que tienen una capacidad erosiva y de transporte de material que es muy difícil de controlar.

En realidad la palizada no es eventual ni esporádica, es permanente, y es máxima en los períodos de crecientes extremas donde el río lleva aguas abajo todo lo que encuentra a su paso. Es muy difícil determinar con precisión la cantidad de palizada que transportan los ríos, es tan aleatoria y son tantas las variantes que ocasionan la presencia de la palizada y restos de vegetales en los ríos que es difícil de cuantificarlas, a simple vista se podría decir que los ríos transportan millones de toneladas de palizadas; se desconoce si se ha desarrollado alguna investigación al respecto en el Perú, pudiéndose afirmar que éstas nunca se han llevado a cabo.

Si éstos restos de vegetales fueran utilizados para alguna industria (tal vez la producción de papel), entonces se tendría suficiente materia prima para la elaboración de este proyecto. Es probable que la pulpa de la madera no sea adecuada para este tipo de industria, o tal vez el consumo de papel que se calcula la Amazonía no represente muy interesante económicamente, y los costos de trasladarlo hacia la costa, donde están los principales centros de consumo sean tan altos que no pueden competir con las industrias del papel instaladas en la Costa.

CAPITULO II
ESTUDIO DE LAS DIVERSAS ALTERNATIVAS DE
MUELLES FLUVIALES

2. ESTUDIO DE LAS DIVERSAS ALTERNATIVAS DE MUELLES FLUVIALES

2.1. Generalidades

Una revisión del desarrollo de estructuras en el campo de la ingeniería portuaria no sería completo sin considerar los pontones modernos, que a base de flotadores o unidades de flotación son usados como muelles flotantes. Los primeros tipos de unidades de flotación eran simples leños de madera. Aunque estos leños eran una alternativa cara de flotación en algunas áreas, su tendencia de ponerse "ubicados sobre el agua" y hundirse después de pocos años los hacían poco confiables. Exceptuando circunstancias raras, su uso no es recomendado.

Un sólido ligero común usado para flotación es el poliestireno expandido, por lo cual, pueden obtenerse varias densidades, pero el tipo usado para flotación debe pesar aproximadamente 2 lb/ft³. El Poliestireno es completamente impermeable al agua. Algunas otras espumas existen en nuestro medio, pero algunas de ellas parecen atraer un crecimiento rápido de plantas y animales marinos. Estos crecimientos acuáticos no son considerados demasiado inaceptables, a excepción de su apariencia y el peligro de contaminar las hélices. La mayoría de estos crecimientos se mueren periódicamente o se caen solos sin dañar al flotador. También cabe mencionar que las espumas expuestas están sujetas a los vandalismos ya que ellas pueden cortarse fácilmente con un cuchillo simple.

La relativa suavidad de los materiales sintéticos, así como su atracción para la vida marina, ha dado lugar al uso de cubrimientos o revestidos exteriores. Una capa exitosa ahora en uso, es una pintura epóxica que se une firmemente y presenta una superficie flexible y resistente, que tiene la apariencia del concreto. Atrae vida menos a la vida marina, y lo que se aferre

a esta puede limpiarse rápidamente. La capa también es impenetrable a los hidrocarburos. Una protección mejor pero más costosa es el recubrimiento con una resina de poliestireno fiberglass – reforzada.

Una objeción a los flotadores ligeros es su sensibilidad al movimiento de las olas. Ellas tienden a moverse mucho con las olas, dando una sensación de inseguridad para aquellos que no son buenos marineros.

El número y la variedad de los tipos de flotadores disponible indican la necesidad de una sub - clasificación. Tales flotadores tendrán una característica común: todos pueden ser lastrados con arena o agua para proveer el nivel correctivo de la cubierta después de la instalación.

Sin embargo, los flotadores están sujetos al goteo y pérdida de flotación si el casco se pone permeable por cualquier razón. Ellos deben estar provistos con agujeros de inspección de diámetros accesibles y adecuados para la verificación periódica.

Los flotadores de estructura sintética normalmente usados en el mercado son probablemente aquellos hechos de resina de poliéster fiberglass-reforzada. Estos son excepcionalmente resistentes para su peso y no son afectados por los hidrocarburos, el agua salada o cualquiera de los contaminantes mas comunes encontrados en un puerto pequeño. Cada pontón debe ser por consiguiente probado contra la presión, y cualquier defecto debe corregirse antes de la aceptación.

Otra clase de flotadores son fabricados en acero y aluminio. Para ser competitivo, los cascos se pliegan y se sueldan en unidades rectangulares, normalmente en hojas de medida delgadas con atiesadores interiores para incrementar la fuerza. Las capas de pintura preservativas normalmente son aplicadas a ambos lados de todos los metales corrosibles. Debido a sus

proporciones de corrosiones altas en ambientes de agua salada, la mayoría de los metales no se recomienda para las instalaciones en áreas costeras pero ciertas aleaciones pueden superar este inconveniente.

2.2. Clasificación de los Muelles Móviles: Pontones

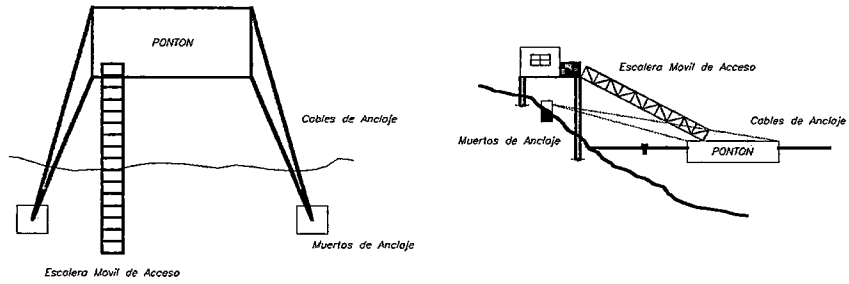
2.2.1. Pontón Anclado a Tierra con Cables de Apoyo adicional para Escalera Móvil

Este tipo de pontón consta de una estructura compuesta de varios flotadores unidos entre sí. En esta clase de pontón tiene un sistema de cableado a tierra para dar fijación al pontón. Los cables de fijación están amarrados en cada esquina del pontón, y posteriormente, amarrados a tierra, a dos estructuras de concreto armado (o muertos de tierra), los cuales deberán ser diseñadas para soportar los esfuerzos de tensión y giro continuos como consecuencia de los movimientos a los que estará expuesto el pontón. Los cables de fijación deberán ser diseñados para soportar una tensión máxima producto de las fuerzas generadas por el empuje del río contra el pontón.

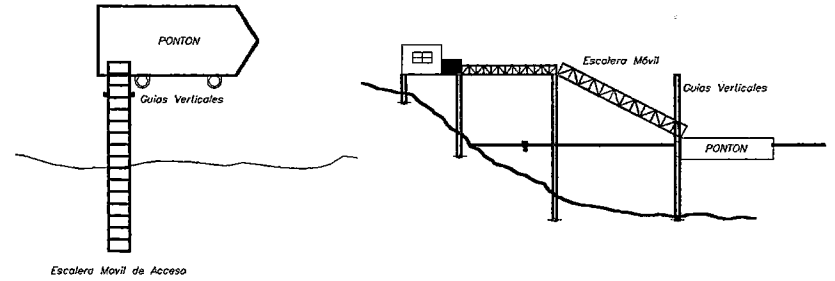
El acceso a esta estructura está definido por una escalera móvil apoyada en el pontón mismo, variando su pendiente conforme el pontón cambie de nivel. La escalera deberá tener una articulación en tierra a manera de pivot que le permita girar, y en el extremo apoyado sobre el pontón, un par de ruedas de acero que se desplazarán en dos rieles pequeños que servirán de guía a la escalera.

2.2.2. Pontón Anclado a Tierra con Cables de Apoyo adicional para Escalera Móvil, adicionando Proa al Pontón y Apoyo

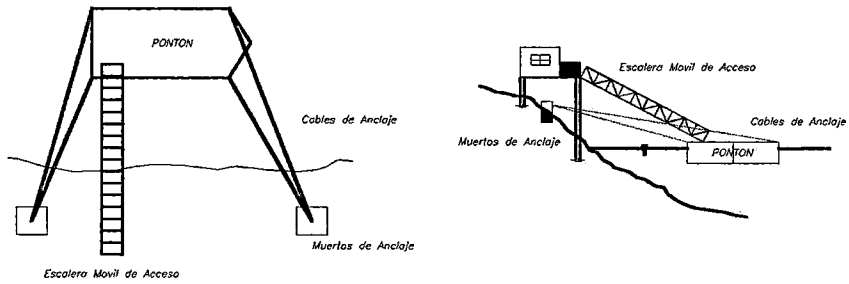
Esta estructura marítima tiene la misma configuración estructural de la descrita anteriormente, con la diferencia que tendremos ciertas variaciones en la forma del pontón.



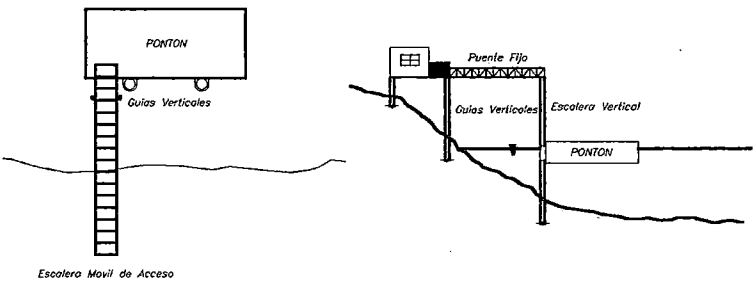
PONTON ANCLADO A TIERRA CON CABLES DE APOYO ADICIONAL Y ESCALERA MOVIL



PONTON ANCLADO A TIERRA CON CABLES DE APOYO ADICIONAL Y ESCALERA MOVIL



PONTON CON PUNTA ANCLADO A TIERRA CON CABLES DE APOYO ADICIONAL Y ESCALERA MOVIL



PONTON ANCLADO A TIERRA CON CABLES DE APOYO ADICIONAL Y ESCALERA MOVIL

Ahora adicionaremos a un extremo del pontón flotadores que brinden un sistema de proa a manera de minimizar los esfuerzos producto de la corriente del río, de manera que las líneas de flujo de la corriente pasen suavemente en torno a la proa del pontón. De esta manera se aminorarán en cierta manera los esfuerzos a sufrir por los cables de fijación y los que van a soportar los muertos de apoyo.

La escalera de acceso de manera similar al sistema anterior, se apoyará sobre el pontón, y tendrá desplazamiento encima de él, lo cual le permitirá cambiar de pendiente conforme el pontón cambie de nivel según sea la cantidad de volumen de agua que trae el río.

2.2.3. Pontón y apoyo de Escalera con Guías Verticales, adicionando Proa al Pontón

En esta clase de pontón, no existe un sistema de cableado a tierra para dar fijación al pontón. Este tipo de estructura esta fijada a 2 o 4 pilotes guía que sirven como rieles, donde el pontón puede desplazarse con libertad según sean los cambios de nivel del mar o ríos en los va a trabajar. Como este pontón trabaja con este sistema de guías es bastante estable comparado contra los sistemas de cableado que presentan un mayor movimiento de oscilación. Adicionalmente, este pontón tiene una serie de flotadores especiales en un extremo que trabajarán como sistema de proa lo cual minimizará en cierta medida los esfuerzos a sufrir el pontón, producto de la corriente del río y que serán transmitidos a los pilotes guía.

El acceso a esta estructura está definido por una escalera móvil. Esta escalera, estará apoyada en el pontón mismo, variando su pendiente conforme el pontón cambie de nivel. Para tal fin, la escalera deberá tener una articulación en tierra a manera de pivot que le permita girar, y en el extremo apoyado sobre el pontón, un par de ruedas de acero que se desplazarán en dos rieles pequeños que servirán de guía a la escalera.

2.2.4. Pontón con guías Verticales, Puente de Acceso fijo y Escalinatas de Acceso Verticales

En esta clase de pontón es similar al anterior, con la diferencia que el pontón no va a tener un sistema de proa en un extremo del pontón y la escalera de acceso no será basculante como en los sistemas anteriores.

El acceso a esta estructura estará dispuesto de la siguiente manera: Como el pontón se encuentra en un nivel inferior al nivel del terreno, se debe construir un puente de acceso que llegue al pontón el cual estará apoyado en pilotes verticales hincados en el lecho del río. En el extremo final del puente estará ubicada una escalinata vertical la cual pasará por un costado del pontón dando el acceso necesario.

Cuando el pontón suba de nivel, producto de un cambio en el volumen del río, el pontón tan solo se desplazará en torno a sus guías, y utilizará la escalera vertical como una guía, quedando parte de ella sumergida en el agua, manteniéndose el acceso al pontón de manera continua.

2.2.5. Pontón con guías Verticales y Escalera de Acceso Móvil, apoyados en el Pontón

Este sistema es bastante similar al descrito en el ítem 2.2.3. con la diferencia que el pontón no tendrá un sistema de proa en un extremo que aminore las fuerzas de la corriente del río.

Cabe mencionar que este sistema es el existente actualmente en los pontones de la Estación N° 1 y ha venido funcionando normalmente hasta hoy.

CAPITULO III
MUELLES N° 1, 2 Y 3 DE LA ESTACIÓN N° 1 DEL
OLEODUCTO NORPERUANO

3. MUELLES N° 1, 2 Y 3 DE LA ESTACIÓN N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO

3.1. Descripción de los problemas encontrados

Al realizar una inspección del área de estudio, a fin de identificar los problemas de operatividad de los pontones se observa a simple vista la forma como vienen trabajando actualmente los Pontones N° 1, 2 y 3 de la Estación N° 1. Dichos muelles flotantes se encuentran inclinados, respecto a los dos pilotes ejes que marcan su ascenso o descenso según como se encuentre el caudal del Río Marañón. Esta inclinación, es producto de la acumulación de materiales diversos y palizadas en la parte inferior de los pontones. Las palizadas que son materiales vegetales que son trasladados aguas abajo por las líneas de corriente, se acumulan día a día entre los cables y pontones que flotan en el río acumulándose de tal manera y en gran cantidad ejerciendo una fuerza dinámica, empujados por las corrientes del río, y por la masa de troncos que pueden ser cientos de toneladas. Esta fuerza es capaz de romper los cables o sistemas de anclaje y llevar aguas abajo el pontón o pontones.

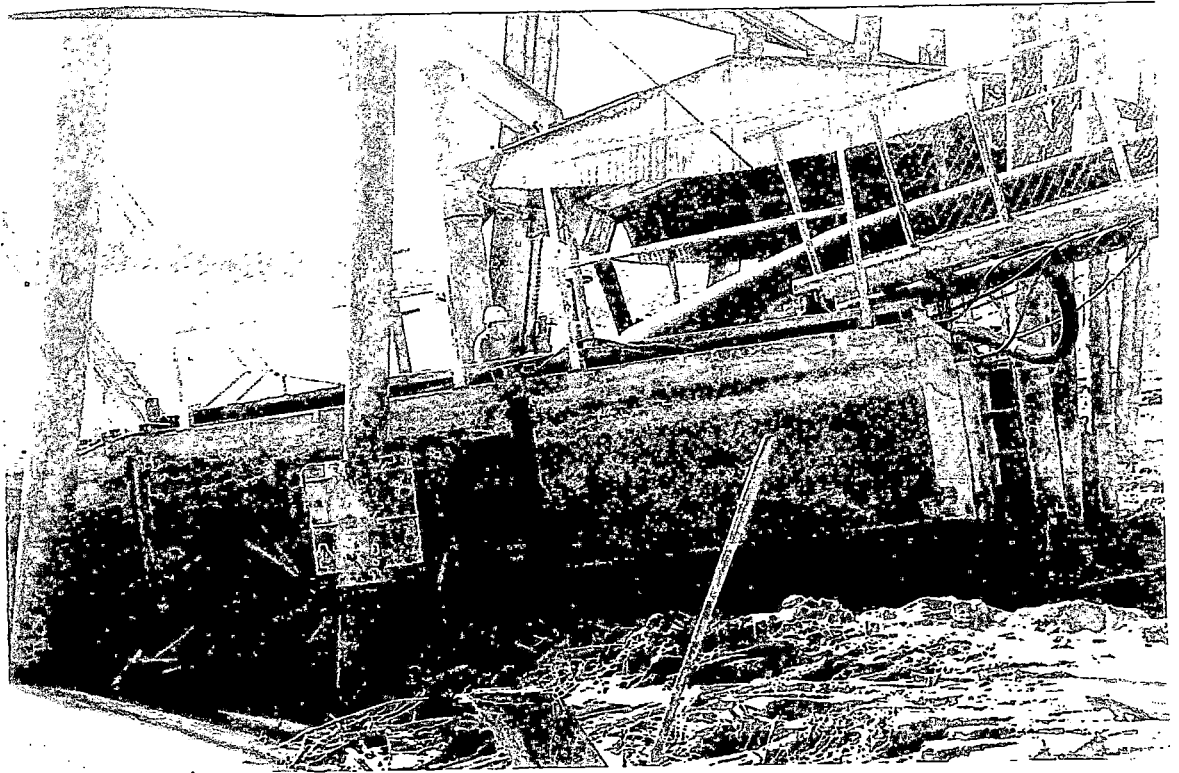
Las operaciones de embarque y desembarque son normales durante los meses de crecida del río, sin embargo en los meses de vaciante los pontones rozan y se apoyan en el fondo del río debido a que la cota del nivel de agua desciende, lo que origina que las labores de embarque y desembarque sean suspendidas ya que el pontón esta inclinado y de esta forma no pueden operar los equipos y en algunos pontones estas labores sean complicadas como el caso del pontón N° 02 donde se tiene que acoderar una barcaza sin carga y después de ello, acoderar a esta, la que viene con carga debido a que cerca al pontón no existe una profundidad apropiada para amarrar la barcaza cargada.



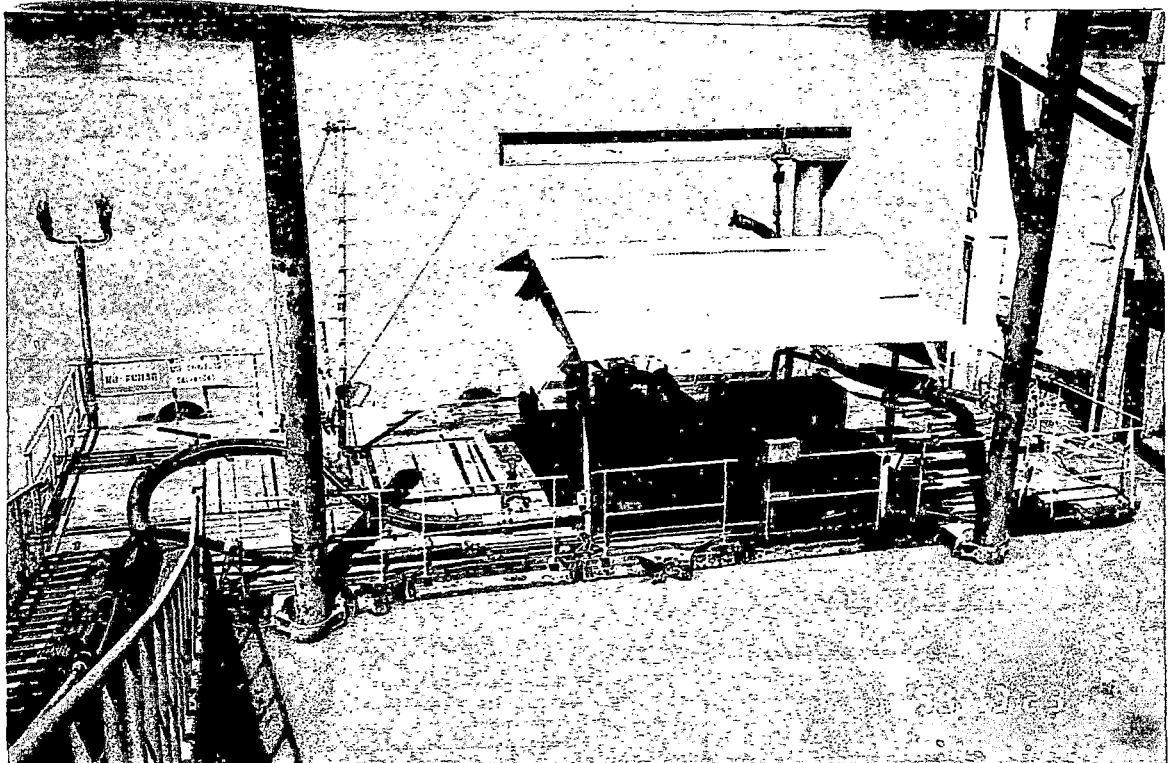
Pontón N° 01: Vaciante, se observa una inclinación del Pontón, la motobomba no puede.



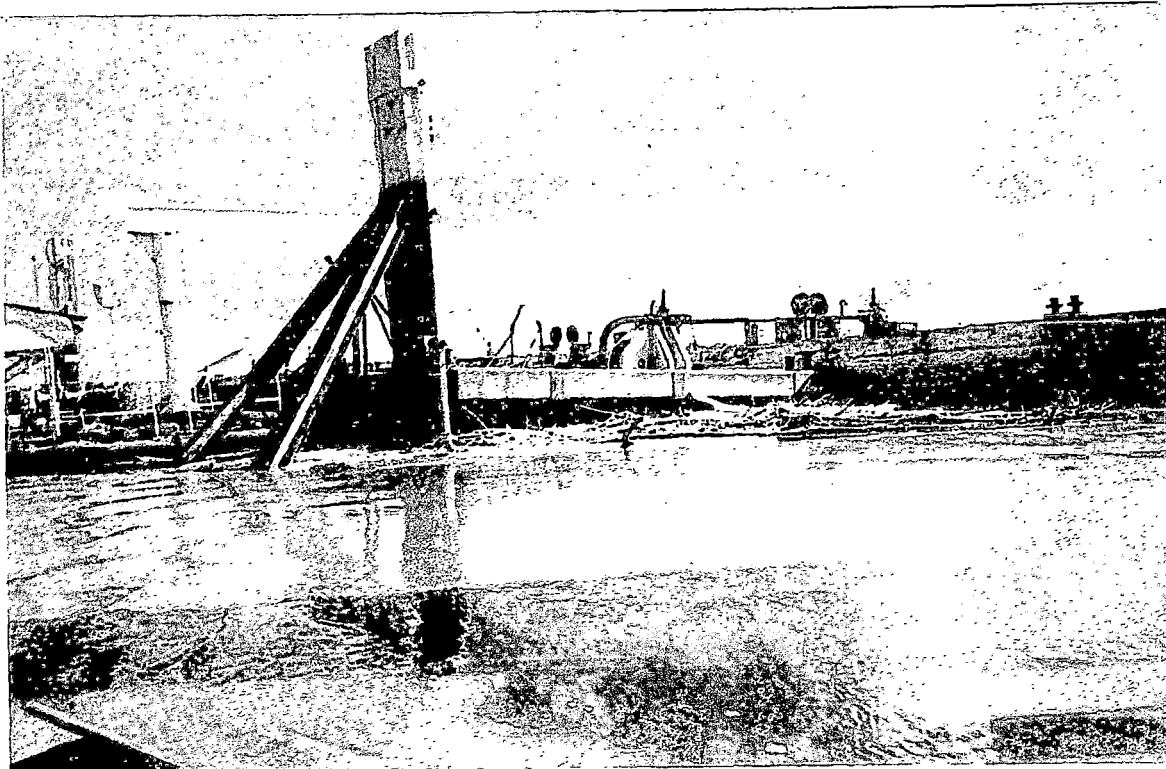
Pontón N° 01 : Vaciante, el pontón encalla en arena y se inclina.



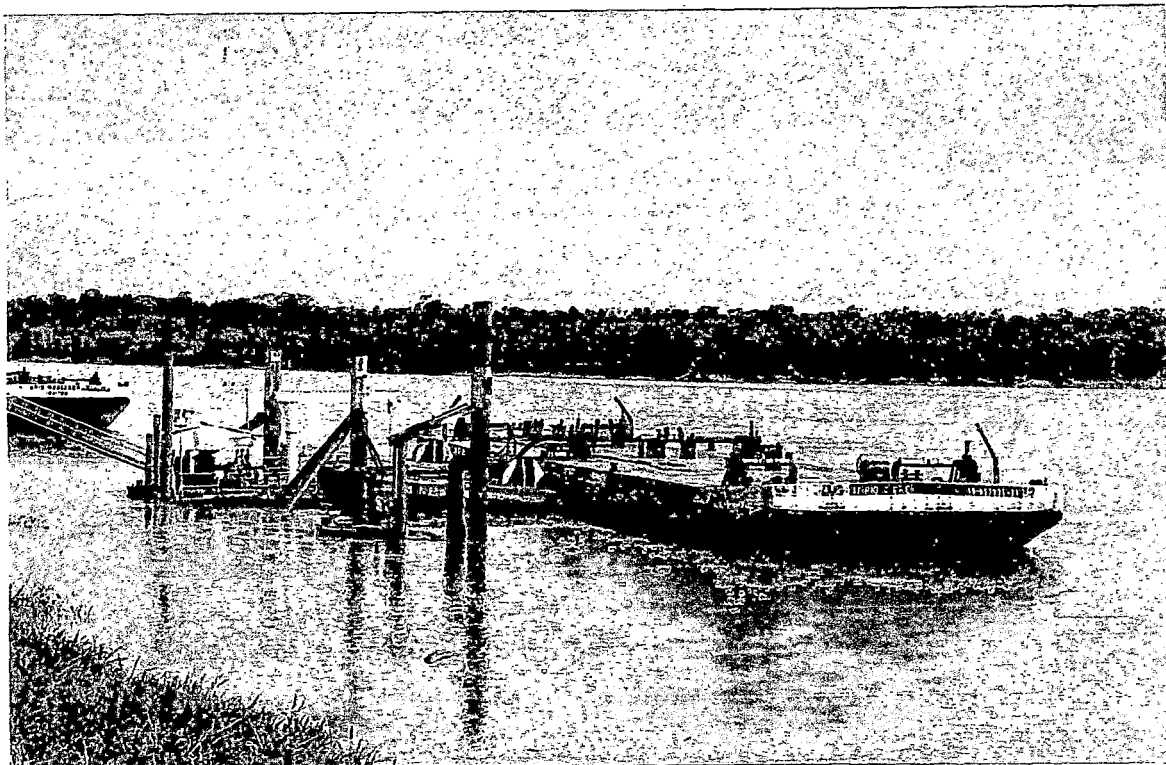
Pontón N° 01: Vaciante, Fecha 17/09/99.



Pontón N° 02 : Vaciante, Fecha 23/09/99, el río creció y permitió nuevamente la flotabilidad de los Pontones



Pontón N° 02: Se observa que para operar este pontón se ha colocado una chata intermedia a fin de alcanzar la profundidad que requiere la barcaza para poder cargar el crudo.



Pontón N° 02: Vista donde se observa la presencia de una barcaza intermedia necesaria para operaciones de carga – descarga en vaciante.

Otro de los problemas saltantes dentro de la estructura misma del pontón, es el continuo desgaste que sufren las planchas componentes de las celdas flotantes. Por lo cual se realizó una inspección minuciosa, de cada una de las celdas para determinar cuáles de ellas necesitan un reemplazo inmediato, ya que la falla de una de estas, podría ocasionar el colapso de la estabilidad flotante del pontón.

Las escaleras móviles y puentes de acceso a los pontones se encuentran deterioradas, debido a las cargas de trabajo a las que son sujetas todos los días, ya que las mangueras de alimentación de crudo y el tránsito peatonal cruzan por en medio de ellas y han ocasionado la flexión en su parte media y sobreesfuerzo en el resto de sus elementos componentes.

Algunos sistemas de defensa ribereña se encuentran colapsados, debido a la acción erosiva del río y las palizadas, motivo por el cual al no contener las grandes cantidades de material vegetal que trae el río comienzan a depositarse en la parte inferior de los pontones.

3.2. Mediciones de Campo

3.2.1. Objetivos

El objetivo de los trabajos de campo es proporcionar información topográfica, hidrográfica e hidrométrica de la referida zona en el río Marañón, a fin de evaluar el lugar con condiciones, hidráulicas y de estabilidad de taludes, adecuada para la Rehabilitación de los Pontones e Hidropuerto, que permita el libre atraque de las barcazas que abastecen de crudo al oleoducto Nor-Peruano.

3.2.2. Control Horizontal

El control Horizontal se realizó por medio de una poligonal de apoyo con 7 vértices, los mismos que fueron debidamente ubicados y materializados en el

campo, de forma tal que puedan servir de control durante la etapa de ejecución.

Esta poligonal a su vez fue unida a la línea formada por los puntos PVS-1011 y Geo Fix-01, puntos existentes debidamente ubicados con Coordenadas UTM., los cuales forman parte de anteriores estudios realizados en la zona, lo que permite que todos los puntos que obtengamos estén referidos con Coordenadas UTM.

3.2.3. Control Vertical

Se realizó una Nivelación Trigonométrica, debidamente controlada, que consistió en el traslado de cotas desde el punto Geo Fix-01 (Punto Geodésico con Coordenadas UTM. y Cota SNMM.), hasta el Vértice A de la Poligonal de Apoyo, ubicado cerca del Hidropuerto, y de ahí trasladado a todos los Vértices de la Poligonal con el fin de realizar el relleno taquimétrico.

3.2.4. Levantamiento Topográfico

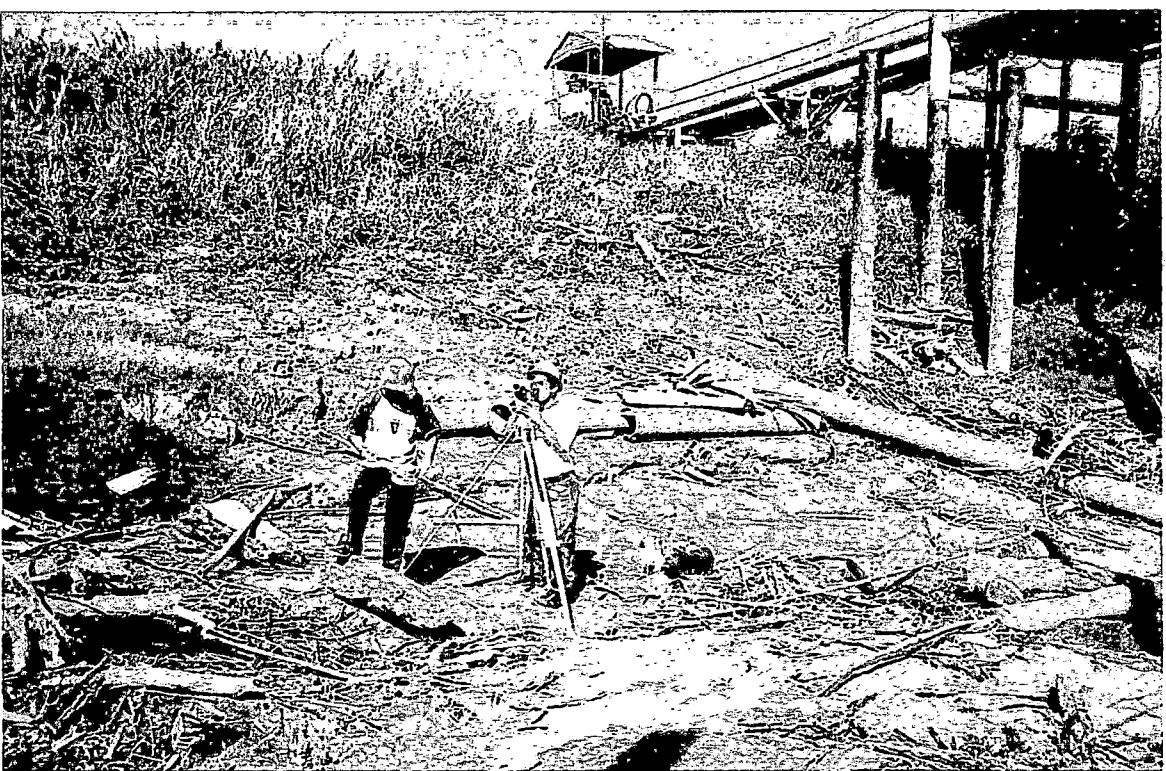
Partiendo de las Estaciones de la Poligonal de Apoyo, se efectuó un levantamiento topográfico de la ribera a lo largo del cauce del río, en el área de estudio.

Para el desarrollo de los levantamientos topográficos se utilizó un Teodolito Kern DKM 1, el cual tiene una precisión de 10" en la medición de ángulos. El método de trabajo fue radial (medida de ángulos y distancias). Se ha efectuado una nivelación Trigonométrica, desde una de las Estaciones de altura conocida, con un grado de confiabilidad aceptable, hasta cada una de las Estaciones de la Poligonal de Apoyo.

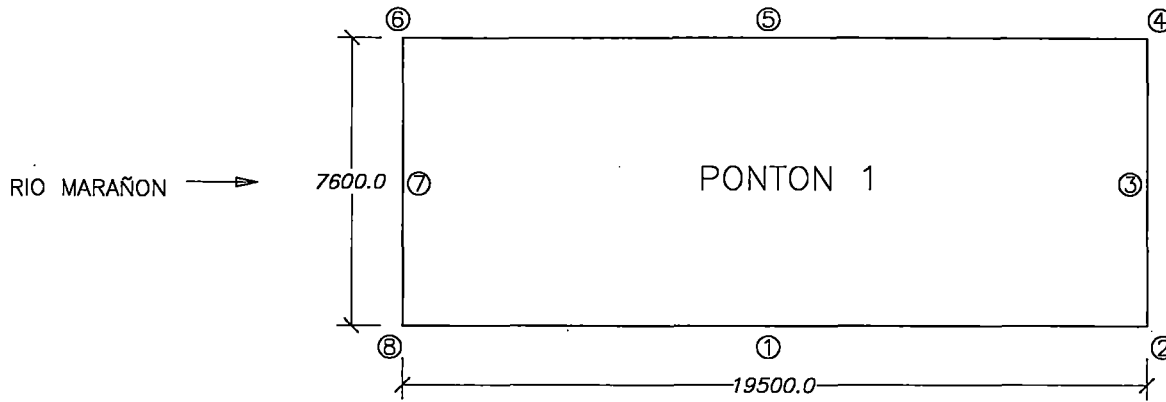
La información obtenida fue convertida en formato DWG, lo cual nos permitirá trabajar toda la información en el Software AutoCAD R14.



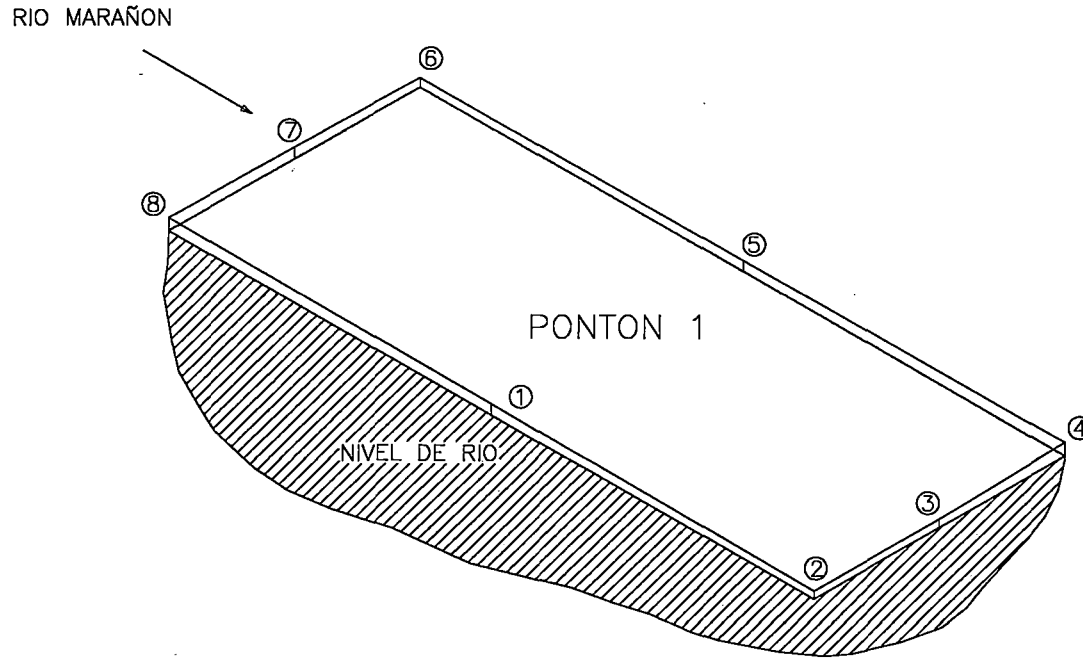
**Estación de
Control PVS-1011
San José de Saramuro**



Relleno Topográfico Pontones Vaciante



INCLINACION PONTON N° 1



DIFERENCIA DE NIVELES

PUNTO	NIVEL DE RIO (mm)
1	300
2	220
3	220
4	350
5	280
6	250
7	310
8	340

SEPO AN/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	FECHA	D.	DES. CHK.	APROV.	DESIGN.	REVISOR	DES. CHK.	FIRMA	TIT.	FECHA
				H. Lopez	H. Lopez	H. Lopez	H. Lopez			
				H. Lopez	H. Lopez	H. Lopez	H. Lopez			
				H. Lopez	H. Lopez	H. Lopez	H. Lopez			
				H. Lopez	H. Lopez	H. Lopez	H. Lopez			
				M. Pardo						

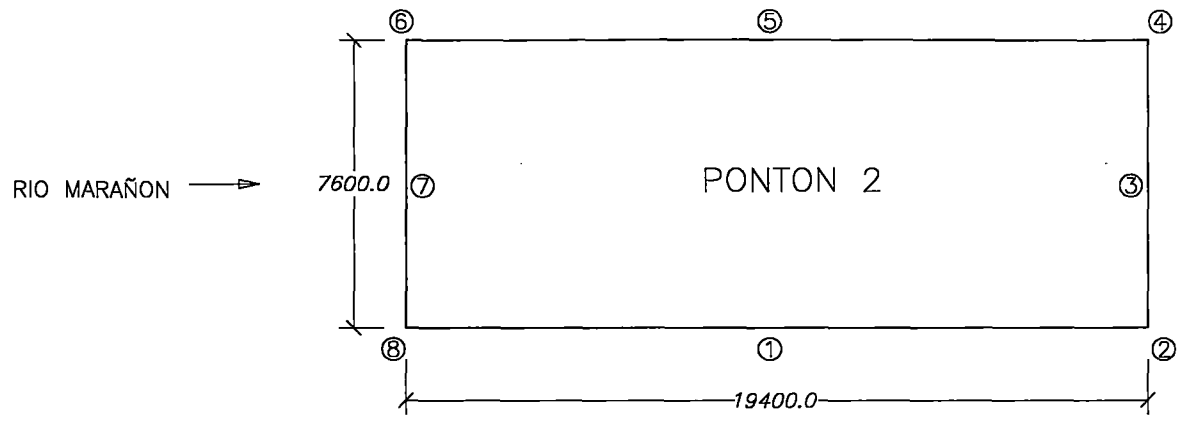
PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU
ESCALA 1/200
DATE: _____

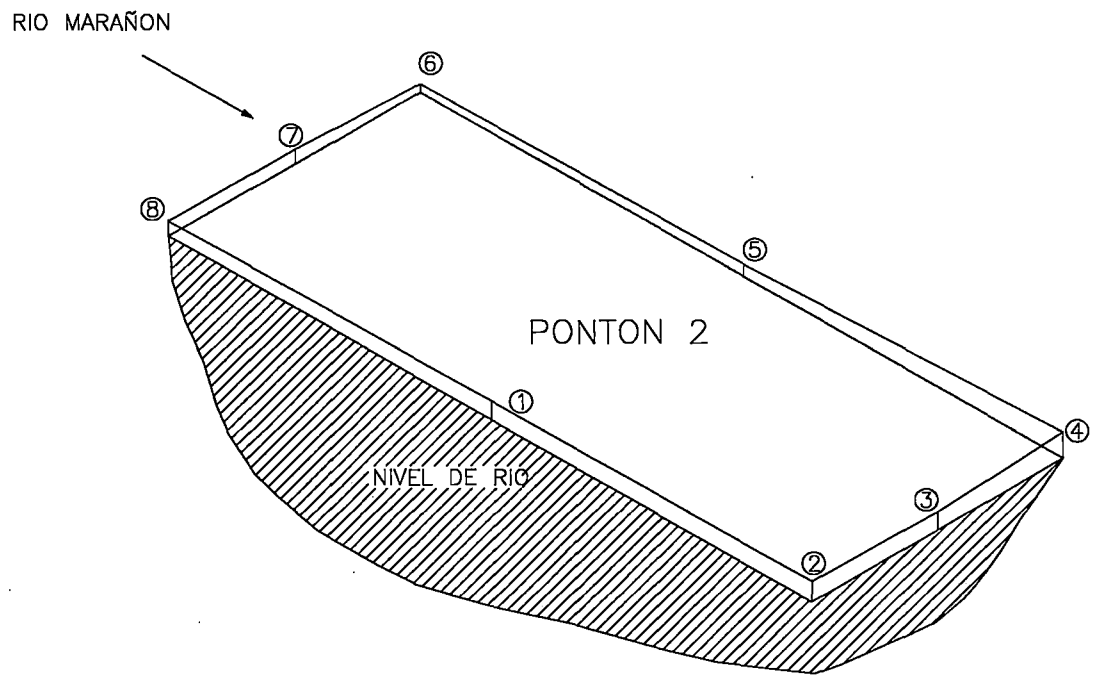
MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO

PONTON N° 1
DETALLE DE INCLINACION
Job No. _____ Dwg. No. _____ REV. 01

UNI-FAC. ING. CIVIL



INCLINACION PONTON N° 2



DIFERENCIA DE NIVELES

PUNTO.	NIVEL DE RIO (mm)
1	500
2	545
3	489
4	689
5	323
6	220
7	389
8	389

STRO AT/ES 10/92.0 CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENL.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENL.	PE

APROBADO		FIRMA		YRL		MOD		DAY	
FECHA	APROV.	H. Lopez		01					
	DIRAM	H. Lopez		01					
	DIRV/CHK	H. Lopez		01					
	DIRSDO	H. Lopez		01					
	DES. DIR.	M. Peña		01					

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU

ESCALA 1/200

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL COLEDUCTO NORPERUANO

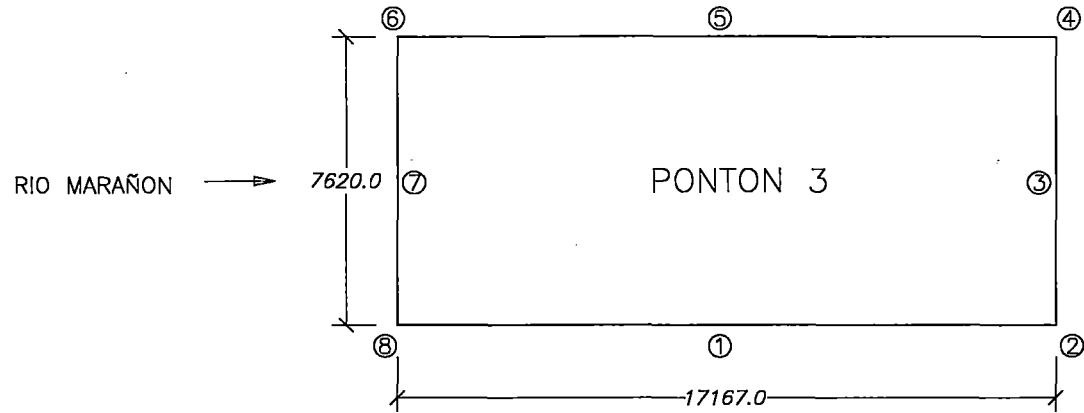
PONTON N° 2

DETALLE DE INCLINACION

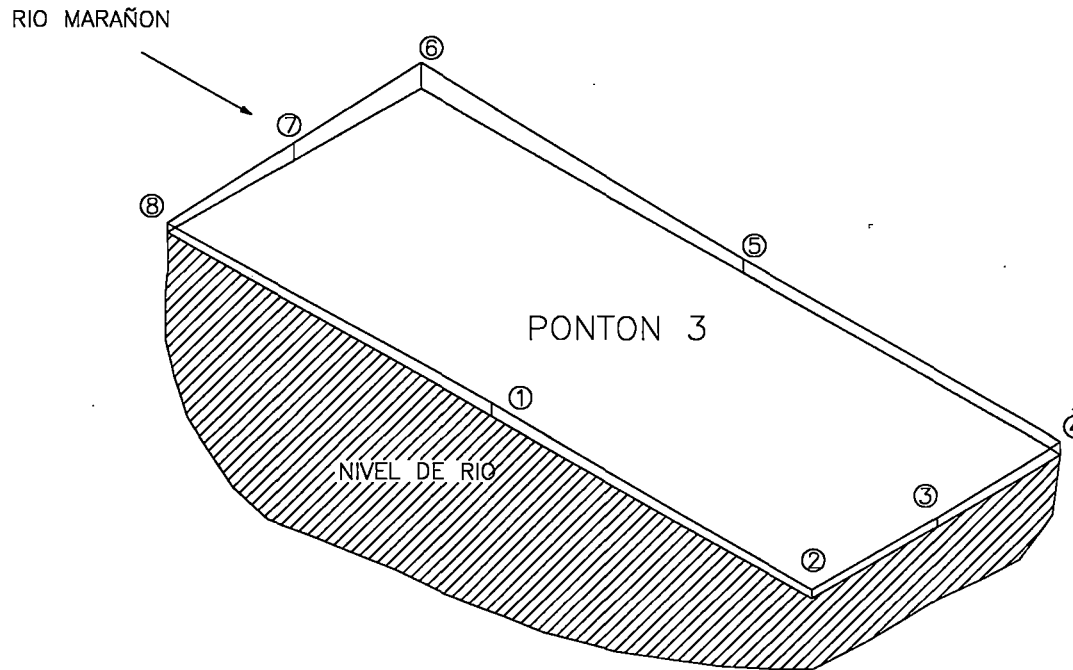
Job No. _____ Dwg. No. _____

REV. 01

UNI-FAC. ING. CIVIL



INCLINACION PONTON N° 3



DIFERENCIA DE NIVELES

PUNTO	NIVEL DE RIO (mm)
1	356
2	234
3	239
4	334
5	356
6	689
7	467
8	240

SFD0 AY/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE.	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE.

APROBADO		FECHA	D.
APROV.	H. Lopez	01	
EDIFIC.	H. Lopez	01	
EDIFIC/CHK.	H. Lopez	01	
DISENO	H. Lopez	01	
DES. ENK.	M. Pardo	01	

PETROPERU

APROBADO POR
PETROPERU
DATE: _____

ESCALA
1/200

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO		
PONTON N° 3 DETALLE DE INCLINACION		
Job No.	Dep. No.	REV. 01

3.2.5. Levantamiento Batimétrico

Una carta batimétrica es una representación de las características topográficas del lecho marino, del cauce de un río o del fondo de un lago. A diferencia de los levantamientos topográficos propiamente dicho, en los levantamientos hidrográficos la determinación de la altura y profundidad se hace efectuando sondajes.

3.2.5.1. Medición y Registro de Profundidades

El asistente que va en el deslizador, equipado con motor de 40 HP, tomaba la medida exacta entre la superficie del agua y el fondo del río; es decir cuando el ancla toque fondo, contando el número de nudos de la sonda. Las distancias intermedias serán añadidas con wincha de mano, para lo cual se tomó nota de la profundidad medida, así como el numero de sondeo.

3.2.5.2. Posicionamiento de la Embarcación.

Para el posicionamiento exacto de la embarcación se utilizarán dos teodolitos, tomando ángulos horizontales al asta de bandera del deslizador, en el momento el asistente que va en la embarcación baje la mano. El Operador del deslizador tratará de mantener la posición con ayuda del motor, llevándolo a una velocidad tal que neutralice la velocidad de la corriente del río.

3.2.5.3. Separación entre las líneas de Sondaje

Las líneas principales de sondajes para levantamientos hidrográficos en ríos se desarrollan tratando de que en cada línea levantada quede graficada correctamente como disminuye la profundidad en la medida que uno se acerca a las riberas. La separación de las líneas de sondajes depende de la escala de levantamiento o de los requerimientos que se presenten de acuerdo a las características del proyecto.

3.2.5.4. Reducción de Sondajes

Para trabajos de Batimetría en ríos se establecen dos tipos de reducción por variación del nivel del río durante el día del levantamiento y por pendiente hidráulica.

a) Por Nivel del Río

Es la reducción que se hace debido a la variación del Nivel del Agua del río, durante el período de los trabajos.

b) Por Pendiente Hidráulica

Los ríos debido a su movimiento hacia aguas abajo, tienen una pendiente natural, que requiere ser tomada en cuenta sobre todo cuando se trabaja en grandes longitudes.

3.2.5.5. Nivel de Reducción

En los océanos, ríos y mares, la cantidad de agua no se mantiene estable, sino que cambia con el tiempo. Este caso se presenta principalmente en los ríos, las cotas del fondo del río, cambian de acuerdo al régimen hidrológico. Cuando se realizan levantamientos hidrográficos, se requiere adoptar un nivel de referencia o reducción que sirva para estandarizar los sondajes. Para los trabajos se empleó el método de reducción de sondajes referidos al nivel medio del mar.

3.2.6. Mediciones Hidrométricas

3.2.6.1. Cálculo de la Velocidad Media

Para la determinación de la velocidad tomé como puntos de control de Salida la proyección del eje de puentes del Pontones N° 1 y como Punto de Control de Llegada la proyección del Eje del Puente del Pontón N° 03. Resultando una distancia media de 335 m. Los tiempos se controlaron con cronómetros de alta precisión y los resultados de los mismos se muestran en el cuadro siguiente. Los flotadores se llenaron con agua para tener una profundidad de 50 cm. Asimismo para su correcta ubicación se le colocó una bandera.

Cuadro Velocidad De Corriente

N° PRUEBA	LONGITUD	TIEMPO	VELOCIDAD
1	335 m	0 ^h 8 ^m 47 ^s	0.67 m/s
2	335 m	0 ^h 7 ^m 45 ^s	0.72 m/s
3	335 m	0 ^h 7 ^m 34 ^s	0.74 m/s
4	335 m	0 ^h 8 ^m 54 ^s	0.63 m/s
5	335 m	0 ^h 6 ^m 28 ^s	0.86 m/s
6	335 m	0 ^h 5 ^m 4 ^s	1.10 m/s

3.3. Alternativa a desarrollar para Solucionar los Problemas Existentes

En vista de los problemas ya mencionados en el Ítem 3.1, y las distintas alternativas de muelles fluviales mencionadas en el capítulo 2 de este estudio podemos concluir que el método o procedimiento a desarrollar como solución a estos problemas será un sistema similar al actualmente usado: Un Pontón con guías verticales y Escalera de Acceso Móvil, apoyados en el pontón.

3.3.1. Mantenimiento Estructural de los Pontones

Los pontones a ejecutarse el mantenimiento estructural serán remolcados aguas arriba hasta la posición donde normalmente se realizan labores de carga y descarga de equipo pesado y desde allí se procederá al retiro de equipos e instalaciones existentes sobre el mismo.

Cada pontón esta constituido por la unión de 19 celdas de dimensiones 2.40 mt x 2.40 mt x 1.30 mt, cada celda ha sido revisada en su longitud y en algunas de ellas existen partes que deben ser cambiadas.

Posterior al retiro de los equipos existentes en el pontón se procederá a retirar cada una de las celdas componentes del pontón para su respectivo mantenimiento estructural.

Este mantenimiento estructural consistirá en el cambio de los elementos deteriorados conforme la presente tesis y el arenado, pintado exterior e interior de cada una de las celdas conforme a las especificaciones técnicas que se adjuntan aquí.

3.3.2. Operatividad de los Pontones

3.3.2.1. Pilotes de sujeción de Pontones y Dolphines de Amarre

La operatividad de los pontones esta relacionada a las labores de carga y descarga de los mismos; estos trabajos se ven afectados en los meses de vaciante, por ello la presente tesis está considerando modificar su ubicación.

Esta modificación consiste en lo siguiente:

El pontón se desplazara hacia una posición mas profunda conforme a los planos variando de esta forma su posición o distancia medida desde la ribera y manteniendo su ubicación aguas arriba / abajo con respecto a la línea de proyección del acceso al pontón mismo o escalera puente tal como se muestra en los planos.

Esto permitirá que el pontón este posicionando en una zona en la cual se mejorarán las condiciones de acoderamiento de las embarcaciones y se mejoran las facilidades de embarque y desembarque de crudo al permanecer operativos todos los equipos, así como también, el pontón ya no rozará con el fondo del río durante los meses de vaciante.

Posterior al retiro del pontón aguas arriba se efectuará el hincado de nuevos pilotes de 18" que conforman la sujeción del mismo (03 unidades por pontón).

Se procederá al retiro de los elementos que no van a formar parte de la estructura antigua del pontón tales como pilotes y dolphines, estos últimos se retirarán de su posición actual, para ello se procederá a cortarlos por la base es decir en el fondo del río mediante soldadura y el apoyo de un buzo, se izarán a la barcaza de apoyo a la maniobra y se llevarán a descargar aguas arriba para darles mantenimiento: arenado y pintado; posterior a esto se empalmará la longitud proyectada, se los trasladará a su nueva posición y se volverán a hincar.

Los pilotes y dolphines podrán ser hincados desde una barcaza en la cual esta instalada una grúa utilizando para ello un martillo D – 12 para pilotes de 18".

3.3.2.2. Puente y Escalera de Acceso al Pontón

Todos los pontones se desplazarán con respecto a la ribera una distancia tal como:

Pontón N° 01	:	15.00 mts
Pontón N° 02	:	10.40 mts
Pontón N° 03	:	08.00 mts

Este desplazamiento va a generar que se construya un puente de acceso al pontón el cual estará apoyado en los pilotes existentes en el ingreso y 02 nuevos pilotes hincados de 12" estándar ubicados en las distancias establecidas de desplazamiento para cada pontón.

Es en esta posición de estos dos últimos pilotes nuevos de 12" donde se apoyará la escalera siendo su otro punto de apoyo el pontón mismo. La escalera y el puente han sido diseñados para poder llevar la carga viva y muerta del reglamento, así como una carga móvil de 3 Ton.

El montaje de la escalera así como el puente podrá ser realizado desde una barcaza con el apoyo de una grúa. El hincado de los pilotes de 12" será realizado desde una barcaza en la cual esta montada una grúa utilizando para ello un martillo Delmag D –12.

Se ha previsto utilizar la escalera puente existente actualmente en los pontones a la que se realizará un mantenimiento y mejoramiento estructural para poder soportar una carga móvil de 3 Tn.

3.3.3. Procedimiento de Reubicación de los Pontones N° 01, 02 y 03

3.3.3.1. Reubicación del Pontón N° 01

El procedimiento consta de los siguientes pasos:

1. Desmontaje de la escalera puente.

Con la ayuda de una barcaza y la grúa instalada en la misma se procederá a retirar la escalera puente de acceso al pontón No 01, colocar la misma en la barcaza y trasladarla al punto de desembarque aguas arriba.

2. Mantenimiento y Mejoramiento Estructural de la Escalera Puente.

La escalera puente será mejorada estructuralmente, este cambio consistirá en el cambio de la brida superior de la misma por otra de 4" y la colocación de diagonales.

Con este mejoramiento estructural la escalera puente podrá soportar una carga móvil de 3 Tn.

También se procederá a efectuar un arenado y pintado de toda la estructura conforme las especificaciones indicadas en el ítem 3.4.6. de la presente tesis.

3. Retiro del pontón de los pilotes guías.

Se liberará el pontón de los pilotes guías y se remolcará aguas arriba a su posición para desensamblaje conforme especificaciones indicadas en el ítem 3.4.5.3.

4. Retiro de los pilotes guías

Los pilotes guías serán retirados cortándolos a nivel del fondo del río, para ello se utilizara la grúa montada en la barcaza, personal de maniobra y un buzo con su respectivo equipo.

Los pilotes una vez cortados se colocarán en la barcaza y transportarán aguas arriba hacia el punto de desembarque. Estos pilotes ya no se volverán a utilizar.

5. Retiro de Dolphines

Se cortarán los dolphines a la altura del fondo del río, para ello se utilizará como equipo la grúa y la barcaza así como el apoyo de un buzo y motosoldadora, una vez cortados los dolphines se colocarán en la barcaza y llevarán posteriormente a su posición aguas arribas para desembarco y posterior mantenimiento.

6. Mantenimiento de Dolphines

El mantenimiento a los dolphines una vez extraídos consistirá en efectuar un empalme de un tramo de perfil que se cortó y quedo

empotrado en el fondo del río, arenado y pintado conforme especificaciones indicadas en los ítems 3.4.5. y 3.4.6. y luego se trasladarán con la ayuda de la barcaza y el remolcador hasta su posición final de hincado.

7. Hincado de dolphins.

Se procederá a efectuar el hincado en su posición final desde la barcaza en la cual va montada una grúa y con un martillo Delmag. El hincado se realizará conforme las indicaciones del ítem 3.4.7. de la presente tesis.

Una vez finalizado el hincado de los elementos constituyentes del dolphin, se unirán conforme las indicaciones de los Planos de obra alcanzados en el presente Estudio.

8. Hincado de Pilotes

Se trasladarán los pilotes nuevos de 18" y 12" del embarcadero aguas arriba hasta su posición final en el pontón correspondiente y se hincarán dos unidades de 12" como apoyo del nuevo puente de acceso de 15 mt y escalera puente para el presente pontón No 01. La distancia medida desde el apoyo antiguo hasta la nueva posición para los pilotes de 12" será de 15 mt conforme se indica en los planos de obra del presente estudio.

Una vez hincados estos pilotes de apoyo del puente de acceso se procederán a hincar los pilotes guías de 18".

Sé está considerando tres unidades de 18" por pontón como pilotes guías; para el hincado de los pilotes se utilizará como equipo básico, la grúa de 25 Tn montada en la barcaza y un martillo Delmag D – 12,

este trabajo se realizará conforme las Especificaciones Técnicas y Planos indicadas en el ítem 3.4.7.

9. Procedimiento General para el hincado de dolphines y pilotes y montaje de elementos.

Se ha considerado en primer lugar el hincado de los cuatro dolphines para facilitar las labores de amarre de la barcaza que realiza los trabajos.

En segundo lugar se hincarán los pilotes de 12". Se efectuará el montaje del puente de acceso de 15 mt que apoyará en los pilotes existentes y los pilotes nuevos hincados de 12". Se efectuará el hincado de los pilotes guías de 18".

Se efectuará el posicionamiento del pontón una vez que se le ha efectuado el mantenimiento estructural. Se efectuará el montaje de la escalera puente. Se efectuara el montaje de los equipos y accesorios tales como mangueras, grúa bandera, tuberías etc.

10. Posicionamiento del Pontón

Una vez que se ha realizado el mantenimiento estructural y ensamblaje del pontón en el desembarcadero aguas arriba, el mismo se transportará nuevamente con la ayuda de un remolcador hasta su posición definitiva uniéndose con los pilotes guías por medio de abrazaderas conforme los planos que forman parte de esta tesis.

11. Montaje de la Escalera Puente

Una vez que se ha realizado el mantenimiento y mejoramiento estructural de la escalera puente en la zona de talleres ubicada aguas arriba se procederá a su traslado con ayuda de la barcaza y remolcador a su posición final de montaje en el pontón N° 01. El

montaje se realizara con el apoyo barcaza en la cual va montada la grúa.

12. Montaje de equipos y accesorios

Una vez realizado el montaje de la escalera puente que apoya en los pilotes nuevos de 12" y el pontón ya reinstalado se colocarán los equipos y accesorios que falten tales como mangueras, tuberías, válvulas, grúa bandera, maderamen, etc.

Gran parte o la totalidad del equipo podrá ser instalado en el lugar de ensamblaje del pontón, por lo cual esta consideración final es una decisión que deberá ser tomada en obra por el contratista.

3.3.3.2. Reubicación del Pontón N° 02

El procedimiento consta de los siguientes pasos:

1. Desmontaje de la escalera puente.

Con la ayuda de una barcaza y la grúa instalada en la misma se procederá a retirar la escalera puente de acceso al pontón No 02, colocar la misma en la barcaza y trasladarla al punto de desembarque aguas arriba.

2. Mantenimiento y Mejoramiento Estructural de la Escalera Puente.

La escalera puente será mejorada estructuralmente, este cambio consistirá en el cambio de la brida superior de la misma por otra de 4" y la colocación de diagonales.

Con este mejoramiento estructural la escalera puente podrá soportar una carga móvil de 3 Tn.

También se procederá a efectuar un arenado y pintado de toda la estructura conforme las especificaciones indicadas en el ítem 3.4.6. de la presente tesis.

3. Retiro del pontón de los pilotes guías.

Se liberará el pontón de los pilotes guías y se remolcará aguas arriba a su posición para desensamblaje conforme especificaciones indicadas en el ítem 3.4.5.3.

4. Retiro de los pilotes guías

Los pilotes guías serán retirados cortándolos a nivel del fondo del río, para ello se utilizara la grúa montada en la barcaza, personal de maniobra y un buzo con su respectivo equipo.

Los pilotes una vez cortados se colocarán en la barcaza y transportarán aguas arriba hacia el punto de desembarque. Estos pilotes ya no se volverán a utilizar.

5. Retiro de Dolphines

Se cortarán los dolphines a la altura del fondo del río, para ello se utilizará como equipo la grúa y la barcaza así como el apoyo de un buzo y motosoldadora, una vez cortados los dolphines se colocarán en la barcaza y llevarán posteriormente a su posición aguas arribas para desembarco y posterior mantenimiento.

6. Mantenimiento de Dolphines

El mantenimiento a los dolphines una vez extraídos consistirá en efectuar un empalme de un tramo de perfil que se cortó y quedo empotrado en el fondo del río, arenado y pintado conforme especificaciones indicadas en los ítems 3.4.5. y 3.4.6. y luego se

trasladarán con la ayuda de la barcaza y el remolcador hasta su posición final de hincado.

7. Hincado de dolphins.

Se procederá a efectuar el hincado en su posición final desde la barcaza en la cual va montada una grúa y con un martillo Delmag. El hincado se realizará conforme las indicaciones del ítem 3.4.7. de la presente tesis.

Una vez finalizado el hincado de los elementos constituyentes del dolphin, se unirán conforme las indicaciones de los Planos de obra alcanzados en el presente Estudio.

8. Hincado de Pilotes

Se trasladarán los pilotes nuevos de 18" y 12" del embarcadero aguas arriba hasta su posición final en el pontón correspondiente y se hincarán dos unidades de 12" como apoyo del nuevo puente de acceso de 10.40 mt y escalera puente para el presente pontón No 02.

La distancia medida desde el apoyo antiguo hasta la nueva posición para los pilotes de 12" será de 10.40 mt conforme se indica en los planos de obra del presente estudio.

Una vez hincados estos pilotes de apoyo del puente de acceso se procederán a hincar los pilotes guías de 18".

Sé está considerando tres unidades de 18" por pontón como pilotes guías; para el hincado de los pilotes se utilizará como equipo básico, la grúa de 25 Tn montada en la barcaza y un martillo Delmag, este trabajo se realizará conforme las Especificaciones Técnicas y Planos indicadas en el ítem 3.4.7.

9. Procedimiento General para el hincado de dolphins y pilotes y montaje de elementos.

Se ha considerado en primer lugar el hincado de los cuatro dolphins para facilitar las labores de amarre de la barcaza que realiza los trabajos.

En segundo lugar se hincarán los pilotes de 12". Se efectuará el montaje del puente de acceso de 10.40 mt que apoyará en los pilotes existentes y los pilotes nuevos hincados de 12". Se efectuará el hincado de los pilotes guías de 18".

Se efectuará el posicionamiento del pontón una vez que se le ha efectuado el mantenimiento estructural. Se efectuará el montaje de la escalera puente. Se efectuara el montaje de los equipos y accesorios tales como mangueras, grúa bandera, tuberías etc.

10. Posicionamiento del Pontón

Una vez que se ha realizado el mantenimiento estructural y ensamblaje del pontón en el desembarcadero aguas arriba, el mismo se transportará nuevamente con la ayuda de un remolcador hasta su posición definitiva uniéndose con los pilotes guías por medio de abrazaderas conforme los planos que forman parte de esta tesis.

11. Montaje de la Escalera Puente

Una vez que se ha realizado el mantenimiento y mejoramiento estructural de la escalera puente en la zona de talleres ubicada aguas arriba se procederá a su traslado con ayuda de la barcaza y remolcador a su posición final de montaje en el pontón N° 02. El montaje se realizara con el apoyo barcaza en la cual va montada la grúa.

12. Montaje de equipos y accesorios

Una vez realizado el montaje de la escalera puente que apoya en los pilotes nuevos de 12" y el pontón ya reinstalado se colocarán los equipos y accesorios que falten tales como mangueras, tuberías, válvulas, grúa bandera, maderamen, etc.

Gran parte o la totalidad del equipo podrá ser instalado en el lugar de ensamblaje del pontón, por lo cual esta consideración final es una decisión que deberá podrá ser tomada en obra por el contratista.

3.3.3.3. Reubicación del Pontón N° 03

El procedimiento consta de los siguientes pasos:

1. Desmontaje de la escalera puente.

Con la ayuda de una barcaza y la grúa instalada en la misma se procederá a retirar la escalera puente de acceso al pontón No 03, colocar la misma en la barcaza y trasladarla al punto de desembarque aguas arriba.

2. Mantenimiento y Mejoramiento Estructural de la Escalera Puente.

La escalera puente será mejorada estructuralmente, este cambio consistirá en el cambio de la brida superior de la misma por otra de 4" y la colocación de diagonales.

Con este mejoramiento estructural la escalera puente podrá soportar una carga móvil de 3 Tn.

También se procederá a efectuar un arenado y pintado de toda la estructura conforme las especificaciones indicadas en el ítem 3.4.6. de la presente tesis.

3. Retiro del pontón de los pilotes guías.

Se liberará el pontón de los pilotes guías y se remolcará aguas arriba a su posición para desensamblaje conforme especificaciones indicadas en el ítem 3.4.5.3.

4. Retiro de los pilotes guías

Los pilotes guías serán retirados cortándolos a nivel del fondo del río, para ello se utilizara la grúa montada en la barcaza, personal de maniobra y un buzo con su respectivo equipo.

Los pilotes una vez cortados se colocarán en la barcaza y transportarán aguas arriba hacia el punto de desembarque. Estos pilotes ya no se volverán a utilizar.

5. Retiro de Dolphines

Se cortarán los dolphines a la altura del fondo del río, para ello se utilizará como equipo la grúa y la barcaza así como el apoyo de un buzo y motosoldadora, una vez cortados los dolphines se colocarán en la barcaza y llevarán posteriormente a su posición aguas arribas para desembarco y posterior mantenimiento.

6. Mantenimiento de Dolphines

El mantenimiento a los dolphines una vez extraídos consistirá en efectuar un empalme de un tramo de perfil que se cortó y quedo empotrado en el fondo del río, arenado y pintado conforme especificaciones indicadas en los items 3.4.5. y 3.4.6. y luego se trasladarán con la ayuda de la barcaza y el remolcador hasta su posición final de hincado.

7. Hincado de dolphins.

Se procederá a efectuar el hincado en su posición final desde la barcaza en la cual va montada una grúa y con un martillo Delmag. El hincado se realizará conforme las indicaciones del ítem 3.4.7. de la presente tesis.

Una vez finalizado el hincado de los elementos constituyentes del dolphin, se unirán conforme las indicaciones de los Planos de obra alcanzados en el presente Estudio.

8. Hincado de Pilotes

Se trasladarán los pilotes nuevos de 18" y 12" del embarcadero aguas arriba hasta su posición final en el pontón correspondiente y se hincarán dos unidades de 12" como apoyo del nuevo puente de acceso de 8.00 mt y escalera puente para el presente pontón No 03. La distancia medida desde el apoyo antiguo hasta la nueva posición para los pilotes de 12" será de 8.00 mt conforme se indica en los planos de obra del presente estudio.

Una vez hincados estos pilotes de apoyo del puente de acceso se procederán a hincar los pilotes guías de 18".

Sé está considerando tres unidades de 18" por pontón como pilotes guías; para el hincado de los pilotes se utilizará como equipo básico, la grúa de 25 Tn montada en la barcaza y un martillo Delmag, este trabajo se realizará conforme las Especificaciones Técnicas y Planos indicadas en el ítem 3.4.7.

9. Procedimiento General para el hincado de dolphins y pilotes y montaje de elementos.

Se ha considerado en primer lugar el hincado de los cuatro dolphins para facilitar las labores de amarre de la barcaza que realiza los trabajos.

En segundo lugar se hincarán los pilotes de 12". Se efectuará el montaje del puente de acceso de 8.00 mt que apoyará en los pilotes existentes y los pilotes nuevos hincados de 12". Se efectuará el hincado de los pilotes guías de 18".

Se efectuará el posicionamiento del pontón una vez que se le ha efectuado el mantenimiento estructural. Se efectuará el montaje de la escalera puente. Se efectuara el montaje de los equipos y accesorios tales como mangueras, grúa bandera, tuberías etc.

10. Posicionamiento del Pontón

Una vez que se ha realizado el mantenimiento estructural y ensamblaje del pontón en el desembarcadero aguas arriba, el mismo se transportará nuevamente con la ayuda de un remolcador hasta su posición definitiva uniéndose con los pilotes guías por medio de abrazaderas conforme los planos que forman parte de esta tesis.

11. Montaje de la Escalera Puente

Una vez que se ha realizado el mantenimiento y mejoramiento estructural de la escalera puente en la zona de talleres ubicada aguas arriba se procederá a su traslado con ayuda de la barcaza y remolcador a su posición final de montaje en el pontón N° 03. El montaje se realizara con el apoyo barcaza en la cual va montada la grúa.

12. Montaje de equipos y accesorios

Una vez realizado el montaje de la escalera puente que apoya en los pilotes nuevos de 12" y el pontón ya reinstalado se colocarán los equipos y accesorios que falten tales como mangueras, tuberías, válvulas, grúa bandera, maderamen, etc.

Gran parte o la totalidad del equipo podrá ser instalado en el lugar de ensamblaje del pontón, por lo cual esta consideración final es una decisión que deberá podrá ser tomada en obra por el contratista.

3.3.4. Mejoramiento Estructural de las Escaleras Puente de los Pontones N° 01, 02 y 03.

El Procedimiento a seguir en campo es el siguiente:

1. Sé esta considerando en el presente estudio el mejoramiento estructural de las escaleras puente de acceso a los pontones.
2. Se ha efectuado un análisis estructural de las escaleras, actualmente tal como existen y puede comprobarse en las fotografías, que están anexas en esta tesis, que existe una gran flecha tan solo por peso propio, si consideramos que desde ya la capacidad estructural de la escalera está limitada, esta limitación será mayor si consideramos una carga móvil de 3 Tn.
3. La escalera puente esta formada por dos tijerales de 14.7 mt en promedio con una brida superior de 2", brida inferior de 6" y montantes 2 1/2" no existiendo diagonales.
4. El mejoramiento estructural está considerando un cambio de la brida superior que actualmente es de 2" por una brida de tubo de diámetro

de 4", asimismo estos tijerales serán reforzados con la colocación de diagonales de 2 1/2".

5. Una vez finalizado el mejoramiento estructural, la escalera puente se arenará y pintará conforme especificaciones técnicas descritas en el ítem 3.4.5 de la presente tesis.
6. Finalizados los trabajos de arenado y pintado la escalera puente se transportara en la barcaza hasta su posición final de montaje y se colocará conforme a planos del presente estudio.
7. Las partes que hayan sido despintadas por efecto del montaje serán retocadas.
8. Finalmente se colocarán los tramos de manguera y tubería que componen el sistema de carga-descarga de crudo.

3.3.5. Mantenimiento Estructural de Elementos constituyentes de Dolphins.

El Procedimiento a seguir en campo es el siguiente:

1. Cada dolphin esta constituido por la unión de varios perfiles I ó tubos de acero de 12", hincados y luego empalmados longitudinalmente con soldadura.
2. Los dolphins serán retirados de su posición actual y reubicados conforme a las distancias especificadas para cada pontón en su respectivo alineamiento.
3. La barcaza se posicionará en el dolphin, luego, con el apoyo de la grúa y el equipo de maniobra el dolphin será cortado en su base.

4. El corte será efectuado por un buzo el cual con el equipo adecuado desde la barcaza ubicará el punto de corte a no más de 0.50 mt medidos desde el nivel del fondo de río.
5. Una vez efectuado el corte la estructura será izada a la superficie de la barcaza y remolcada hasta la posición de desembarco para su posterior mantenimiento estructural.
6. El mantenimiento estructural consistirá en la separación de todos los elementos constituyentes del dolphin tales como perfiles y vigas transversales; dado que los elementos han sufrido corte en la base es necesario empalmarlos para recuperar la longitud perdida, este empalme será realizado conforme las especificaciones de soldadura mencionadas en el Ítem 3.4.5.8.
7. Una vez realizado el empalme cada elemento será arenado y pintado conforme las especificaciones sugeridas en el Ítem 3.4.6.
8. Finalizada esta actividad los perfiles serán trasladados hasta su posición final e hincados hasta alcanzar el rechazo respectivo. El hincado será realizado con un martillo Delmag D – 12 como mínimo hasta alcanzar el rechazo de diseño respectivo.
9. El rechazo a buscar será de 25 golpes / 10 cm considerando un Martillo Delmag D – 12 como mínimo.
10. Una vez finalizado el hincado de todos los perfiles que conforman el dolphin este será unido por soldadura longitudinal conforme planos que forman el presente proyecto, finalmente se empalmaran las vigas transversales de conexión para unir las dos pantallas que conforman el dolphin.

11. Los dolphins serán retocados en aquellas zonas que presenten despintado y deterioro.

3.3.6. Eliminación del material sobrante y limpieza final del terreno.

Al concluir los trabajos el campamento y el material sobrante será eliminado del terreno.

Los materiales sobrantes que provienen de las estructuras retiradas del pontón tales como los del mejoramiento estructural de la escalera puente y los pilotes guías deberán ser retirados y entregados a los almacenes de PETROPERU en la Estación No 01 de San José de Saramuro.

3.4. Especificaciones Técnicas de los trabajos a realizar

3.4.1. Materiales normas y pruebas

En el presente capítulo se dan las normas de cada material, las normas de ensayos de aceptación de materiales así como la periodicidad de ejecución de las mismas.

3.4.2. Normas:

La calidad de los materiales, su modo de utilización y las condiciones de ejecución de los diversos ensayos a los que se les deberá someter en obra están indicadas en los planos del proyecto y se ejecutarán de conformidad con la última edición de las normas siguientes:

Mecánicas:

- American Petroleum Institute
- American Society For Testing Materials
- American National Standards Institute.
- American Society of Mechanical Engineers.
- National Fire Protection Association

- Código Eléctrico Nacional.

Civiles

- Código Nacional de Construcciones
- American Institute of Steel Construction AISC
- American Welding Society AWS

3.4.3. Trazo y replanteo

Durante la ejecución de los trabajos se deberá llevar un control topográfico permanente de tal manera que las indicaciones en los planos sean llevadas fielmente al terreno y la obra cumpla, una vez concluida, con los requerimientos y especificaciones.

3.4.4. Retiro de celdas y desmontaje de motor y tuberías

Se procederá a remolcar el pontón aguas arriba hasta la posición donde se realizan las labores de carga y descarga de equipo pesado. Se efectuará el desmontaje de todas las tuberías, mangueras, soportes, válvulas, codos y se almacenarán temporalmente para su posterior reinstalación.

La evaluación previa con equipo de ultrasonido ha permitido verificar el buen estado de las tuberías y válvulas; sin embargo algunos elementos para su instalación tales como empaques, pernos y soldadura están siendo considerados en el presente estudio para los trabajos de reinstalación. Una vez retirados los elementos se procederá a desmontar cada una de las celdas componentes del pontón para su posterior mantenimiento estructural.

Para el desmontaje y manipulación de las celdas se está considerando el trabajo de una cuadrilla de desmontaje así como equipo de maniobra tales como tecles, tirsors, equipo de oxicorte, motosoldadora y camioneta de 2 Ton.

3.4.5. Fabricación de estructuras de acero

3.4.5.1. Descripción

Los pontones al ser reubicados tienen las siguientes dimensiones: 17.16 mts de largo x 7.62 de ancho y están compuestos cada uno de 19 flotadores independientes, con una motobomba y una grúa bandera montada en cada pontón.

3.4.5.2. Generalidades

En este ítem se encuentran considerados el suministro de todos los materiales, equipo y mano de obra necesarias para la reparación, así como la fabricación y montaje de las estructuras de acero del Muelle flotante, de los pontones N° 1 y 3 de la Estación N° 1 de PETROPERU ubicada en la localidad de San José de Saramuro.

3.4.5.3. Procedimientos para la reparación de los Pontones N° 1 Y 3 de la Estación N° 1 ubicada en San José de Saramuro

1. Desensamblar mangueras de crudo, tuberías de Diesel con escalera de acceso.
2. Liberar el pontón de los pilotes guías.
3. Trasladarlo a tierra, mediante un remolcador.
4. Desarmar la motobomba con todos sus accesorios.
5. Desarmar baranda y maderamen.
6. Desarmar grúa Bandera.
7. Desarmar los flotadores independientes del pontón.
8. Despegar las planchas a cambiar indicadas en los planos mediante el uso de devastadora (no usar oxicorte).
9. Arenar interior y exteriormente.
10. Aplicar las pinturas indicadas.
11. Armar nuevamente el pontón.
12. Armar la Grúa Bandera.

13. Armar la motobomba.
14. Armar el maderamen, teniendo cuidado de que cada "Manhole" tenga su maderamen independiente a fin de no tener que levantar todo el maderamen para poder ingresar a los cortadores.
15. Tener presente que hay que cambiar la ubicación de los "Manhole" en los flotadores N° 17, 18 y 19.
16. Llevar el pontón nuevamente a su nueva ubicación.

3.4.5.4. Materiales

Todos los materiales deberán cumplir con la última versión de las normas ANSI ASTM o DIN. Las planchas de acero deberán ser de calidad ASTM-A36 de un espesor de 5/16".

3.4.5.5. Planos

Los planos y dibujos han sido desarrollados de acuerdo a las normas tradicionales de representación para estructuras de acero, mostrando tamaños, detalles y las ubicaciones relativas de los miembros componentes de la estructura.

Las dimensiones que aparecen en los planos se encuentran referidos al sistema métrico y en cuanto a estructuras de acero se refiere están expresadas en mm. La simbología para las soldaduras corresponde a la convención dada por las especificaciones del American Welding Society (AWS) teniendo en cuenta que las medidas de los cordones de soldadura se expresan en mm.

3.4.5.6. Calidad de la mano de obra

Para asegurar la calidad del trabajo solamente se podrá emplear mano de obra experimentada en la fabricación de las estructuras de acero, pudiéndose exigir el retiro de los trabajos del personal que no se considere

con suficiente experiencia o que no venga ejecutando sus trabajos con propiedad.

3.4.5.7. Extremos de planchas soldadas

Deberá tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones en caso que tuviera que realizarse reparaciones detectadas en el proceso de corte de las planchas antes de la fabricación, durante la soldadura y durante el examen rutinario de las uniones soldadas por radiografías, de las planchas cubiertas por estas especificaciones y en todos los espesores de los elementos del puente.

Estos defectos a los que se refiere el presente ítem incluyen mayormente las discontinuidades por vacíos de gases, hornadas o bolsas de contracción, las cuales se manifiestan con "laminaciones o tubificaciones" caracterizadas por una separación distinta del material que es paralelo al plano de la plancha.

En proporciones menores, esto puede incluir discontinuidades que resulten de escoria entrampada, producto de la desoxidación, las cuales se manifiestan como depósitos de materiales extraños de acero. Se considerará que estas discontinuidades adquieren naturaleza notable cuando se localizan en un mismo plano y en un 5 % del espesor de la plancha y separados por una distancia menor que la longitud menor de 2 discontinuidades adyacentes.

Los procedimientos correctivos se encuentran descritos en la tabla 2.10.22 (b) de las Especificaciones AASHO M 160. Estos métodos correctivos no se aplicarán a materiales esforzados en tensión a través de todo su espesor.

Los remates de todas las discontinuidades internas en caso de presentar evidencias exteriores, deberán ser explotados en toda su profundidad por inspección ultrasónica de las planchas. De ser necesario se pueden realizar

pruebas de ultrasonido a todas las planchas que muestren evidencias sospechosas de presentar discontinuidades como las descritas anteriormente.

3.4.5.8. Soldadura

3.4.5.8.1. Generalidades

El tipo de estructuras seleccionadas están referidas a perfiles de acero formados por planchas soldadas. La soldadura deberá cumplir con la Especificación " Specification for Welded Highway and Railway Bridges of the American Society" (AWS D 1.1-92) y aquello especialmente tratado en esta sección.

3.4.5.8.2. Electrodo

Los electrodos que serán utilizados en la fabricación de las estructuras de acero son del tipo E 7018 y deberán ser adquiridos en envases herméticamente sellados o en caso contrario serán secados por lo menos dos horas en un horno a temperatura entre 150° F a 500° F antes de ser utilizados.

Los electrodos que no sean utilizados en el lapso de 4 horas después de ser retirados de sus envases herméticamente cerrados, para luego ser secados nuevamente antes de ser utilizados. Los electrodos no podrán ser resecados más de una vez.

3.4.5.8.3. Calificación de los soldadores.

Todos los operadores de la soldadura deberán ser calificados de acuerdo con los requerimientos de la norma AWS D1.1.92. por este motivo es recomendación para este trabajo que los soldadores presenten sus certificados expedidos referentes a su experiencia en el campo y que no tengan una antigüedad mayor de 12 meses antes del inicio de la fabricación de la estructura de acero. Dichos certificados deberán demostrar que el

soldador ha venido efectuando soldaduras del tipo requerido en su trabajo por lo menos durante los tres meses antes del inicio de la fabricación.

3.4.5.8.4. Procedimientos para calificación de la Supervisión de la soldadura

Los procedimientos para la calificación de las soldaduras de penetración total a tope biseladas deberán estar de acuerdo con la norma AWS D1.1.92.

Los procedimientos para la calificación de las soldaduras en filete deberá cumplir también con la norma AWS D1.1.92.

Todas las soldaduras acanaladas de penetración total deberán ser inspeccionadas por medio de radiografías y se aplicará solamente a la parte de la soldadura indicada en la figura de la Sección 5 de la norma AWS D1.1.92 con la excepción, de que el mínimo de la prueba deberá ser cuando menos una longitud efectiva de 6”.

Si el control radiográfico indica cualquier defecto o porosidad que exceda los requisitos de la norma AWS D.1.1.92, se considerará que la prueba ha tenido resultado negativo.

3.4.5.8.5. Inspección de la soldadura.

La inspección de la soldadura deberá iniciarse tan pronto como hayan sido completadas.

Adicionalmente a cualquier inspección radiográfica realizada según los requerimientos de la norma AWS D1.1.92, todas las soldaduras en obra serán visualmente inspeccionadas por la Supervisión encargada por PETROPERU, quién tendrá el poder de decisión para poderlas revisar o exigir pruebas adicionales en caso de tener evidencia visual de una posible mala ejecución de la soldadura.

Las pruebas de soldaduras que deberán realizarse son las siguientes:

- Ensayo radiográfico (Rayos "X")

Las soldaduras a tope de penetración total deberán ser comprobadas radiográficamente de acuerdo a lo siguiente:

- a) Todos los empalmes en tensión y todos los sujetos a esfuerzos reversibles en miembros principales con la excepción de almas de vigas profundas en las cuales solamente se tomará 1/6 de peralte del alma.
- b) El veinticinco por ciento (25%) por muestreo de todos los empalmes que trabajen a compresión y corte. El máximo de espaciamiento de radiografías será de cuatro veces la longitud de la placa radiográfica.

En caso de detectarse defectos en las pruebas tomadas por muestreo, en no menos de un diez por ciento (10%) de las radiografías tomadas para empalmes, compresión y corte de los miembros, deberá radiografiarse todos los empalmes a compresión hasta que los resultados de los ensayos sucesivos caigan por debajo del diez por ciento (10%) de defectos, en cuyo caso el muestreo regresará nuevamente al veinticinco por ciento (25%).

- c) En caso que las radiografías indiquen defectos que impliquen rechazo, se deberá radiografiar las áreas comprendidas a cada lado del defecto para determinar la magnitud y extensión de la falla.
- d) Todas las soldaduras que hayan sido encontradas defectuosas deberán ser nuevamente radiografiadas, luego de ser reparadas.

3.4.5.9. Corte de oxígeno

El corte con oxígeno deberá hacerse cumpliendo con la forma AWS D1.1.92. El acabado de las superficies y planchas de base que estén en contacto con otras o con el concreto deberán cumplir con las especificaciones ANSI para el acabado de la superficie.

Los dispositivos de apoyo de los puentes deberán cumplir con la norma ANSI 250 y la superficie de los pines y huecos para pines con la norma ANSI 125.

3.4.5.10. Manipulación y almacenaje de materiales antes del ensamblaje

Los elementos de la estructura de acero deberán ser propiamente almacenados y colocados sobre rodamientos en el terreno, que lo liberen de estar en contacto con el suelo y deberán ser colocados en forma recta y derecha con sus debidos soportes.

3.4.5.11. Consideraciones a tener en cuenta

En todo el procedimiento de soldadura se aplicarán verificaciones con líquidos penetrantes. Las planchas ASTM A36 antes de remitirse a la obra deberán ser inspeccionadas por ultrasonido y contar con su certificado de calidad correspondiente. Así mismo al finalizar los trabajos se deberá efectuar una prueba hidráulica a cada flotador, con el fin de verificar la soldadura.

3.4.6. Especificaciones de Pintura

3.4.6.1. Arenado

Para el arenado se utilizará la arena que se encuentra el frente del pueblo de San José de Saramuro, cernida y secada.

Se debe utilizar la forma de arenado al metal blanco SSPC.SP5/NACE N°1 cuya norma se adjunta.

3.4.6.2. Pintura

3.4.6.2.1. Generalidades

La pintura de las estructuras metálicas incluirá la preparación de las superficies de metal antes de la aplicación de la pintura, la protección y secado de las distintas capas de pintura así como el suministro de elementos accesorios, mano de obra y materiales necesarios para completar los trabajos, andamiajes, etc.

3.4.6.2.2. Condiciones ambientales

La pintura no será aplicada cuando el aire presente condiciones de humedad o que las condiciones ambientales no favorezcan a la aplicación adecuada de la pintura. No se deberá aplicar pintura en caso de que el metal se encuentre demasiado caliente como para producir ampollas o películas porosas de pintura.

3.4.6.2.3. Mezclado de pintura.

La pintura deberá ser mezclada en fábrica. Toda la pintura será enviada al campo mezclada antes de su aplicación y será agitada en obra de manera que los elementos se encuentren en suspensión uniforme.

3.4.6.2.4. Preparación de superficie.

En las zonas en que el "Welding Primer" se encuentre deteriorado por efectos de oxidación y arañones, se deberá proceder a una limpieza mecánica según la norma SSPC-SP-3-63 eliminando todo el óxido, escoria, pintura anterior y demás sustancias visibles por medio de rasqueteado, lijado o cepillado mecánico.

El cepillado mecánico deberá ser hecho a fondo para lograr una superficie completamente limpia y de aspecto metálico. Acto seguido se llevará con

solventes (aguarrás mineral para eliminar todos vestigio de grasa) y se procederá a pintar lo más pronto posible.

3.4.6.2.5. Aplicación

La pintura será aplicada de manera uniforme y por mano de obra experimentada. Puede ser aplicada con brocha de mano o spray con excepción de la pintura de aluminio la cual preferiblemente será aplicado con Spray. Cualquiera que sea el método, la película de pintura aplicada deberá ser distribuida uniformemente de manera que no se acumule en ningún punto.

3.4.6.2.6. Aplicación con spray o pistola.

El equipo de Spray o Pistola deberá aplicarse sin adición de ningún thinner, cuando se utilice equipo de spray se podrá aplicar para toques finales una brocha para que asegure un cubrimiento uniforme que elimine arrugas, ampollas y bolsas de aire.

Cuando las superficies sean inaccesibles por brocha, la pintura será aplicada por medio de pistola para asegurar una cobertura total del área a pintar.

3.4.6.2.7. Rechazo de la pintura.

Si la aplicación de la pintura no se ha realizado cumpliendo con estas especificaciones o no presenten una superficie de apariencia agradable, se podrá rechazar la pintura y disponer que sea removida, limpiada y aplicada nuevamente.

3.4.6.2.8. Limpieza de superficie

La superficie de metal a ser pintada deberá ser limpiada plenamente, removiendo óxidos, productos de laminación, suciedades, aceites o grasa o cualquier otra sustancia extraña. A no ser que este limpieza se realice por chorro de arena, todas las áreas soldadas deberán ser neutralizadas

químicamente antes de iniciar la limpieza. Luego de la aplicación de la neutralización química deberán ser enjuagadas con agua.

El método recomendable para la limpieza será el del chorro de arena. Al limpiar con el chorro de arena deberá tenerse especial cuidado con la limpieza de las esquinas y ángulos re – entrantes.

Antes de aplicarse la pintura deberá eliminarse todo vestigio metálico o de arena de la superficie. La limpieza deberá ser comprobada antes de aplicar la pintura y la aplicación de ella será tan pronto se haya terminado la limpieza para evitar la nueva formación de óxido.

La limpieza de chorro de arena deberá efectuarse por medio de pistola SAE N° S-330 o más pequeña utilizando arena fina o gravilla que pueda pasar la malla N° 16 de la serie U.S.

3.4.6.2.9. Pintura de Taller

A no ser que se especifique lo contrario, las estructuras de acero deberán ser pintadas en taller con una capa de pintura anticorrosiva como la descrita anteriormente y debidamente aprobada antes de ser enviadas a Obra.

La superficie que no sea accesible de pintar luego de su instalación deberá ser pintada con tres capas, las superficies en contacto no deberán ser pintadas.

Las superficies en contacto en campo, que no sean pintadas en el taller deberán protegerse con una película de laca u otro medio de protección que la proteja antes de la instalación.

Las superficies en contacto con el concreto no deberán ser pintadas. El acero estructural que deba ser soldado no deberá ser pintado antes de ejecutar la soldadura.

En caso que fuera ser soldado en el taller y posteriormente empernado recibirá una mano de pintura en taller tan pronto se termine la soldadura. El acero que deba ser soldado en campo recibirá una mano de aceite de linaza hervido u otro medio de protección debidamente aprobado por la Supervisión de PETROPERU.

Las marcas para erección e identificación en campo de los elementos de las estructuras solamente se pintarán sobre áreas que hayan sido previamente pintadas en el taller.

No deberá enviarse a obra elementos de acero cuya pintura no haya sido totalmente secada y bajo ninguna circunstancia 24 horas después de haberse aplicado.

3.4.6.2.10. Pintura de obra

Una vez que se haya completado los trabajos de instalación incluyendo empernados, soldadura de campo, etc; los elementos deberán ser limpiados concientemente de todo óxido, suciedad, grasa y otra materia extraña de la manera que fuera especificada.

Tan pronto como se haya examinado y aprobado la ejecución de soldaduras y empernados, estos deberán ser convenientemente marcadas y limpiados para su identificación.

Las superficies que no sean accesibles a pintura después de la instalación deberán ser pintadas antes de terminar la instalación conforme sea

autorizado por la Supervisión. Bajo ninguna circunstancia deberá aplicarse una capa de pintura hasta que la anterior haya secado totalmente.

3.4.6.2.11. Pinturas a Utilizar

Entre las pinturas a aplicar a las superficies que van a recibir mantenimiento están:

a) Anticorrosivo

Pintura Epoxy – Amina. Bicomponente, usado como primer Epoxy Repintable con 65% de sólido en volumen, esto se aplicaran a todas las superficies de acero.

Forma de Aplicación

Se aplicará con pistola convencional, mezclar el bicomponente (pigmentada + catalizador).

Reducir hasta el 10% con diluyente industrial y usar el equipo Vilbiss JGA 510 ó equivalente, Pico de fluido E, con casquillo de aire N° 704, presión de atomización 40-60 psi, presión de pintura 10-20 psi.

Temperatura de aplicación entre 10° y 35° Centígrados.

b) Pintura de Acabado

Pintura Epoxy Poliamida a base de Coal –Tar de dos componentes tipo Hi – Bild (Alto espesor), con 73% de sólido en volumen, color negro.

Forma de Aplicación

Aplicar con una reducción, si es necesario del 12% como máximo, con un diluyente industrial.

Usar equipo de Vilbiss JGA N° 502 ó similar, pico de fluido D, presión de atomización 60 psi, presión de la pintura 40 psi.

3.4.6.2.12. Especificaciones técnicas de pintura para los componentes metálicos de los pontones

a) Superficies exteriores de los flotadores de los pontones

Preparación de Superficie	Arenado al metal blanco según especificaciones SP-5 de la norma Steel Structures Painting Council.
---------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------

Recubrimiento base	Imprimante anticorrosivo epoxy amina espesor 4 Mils.
--------------------	------------------------------------------------------

Recubrimiento Final	Coaltar epóxico poliamida color negro, espesor 16 Mils.
---------------------	---------------------------------------------------------

b) Superficies interiores de los flotadores de los pontones

Preparación de Superficie	Arenado al metal blanco, según especificación SP-5 de la norma SSPC.
---------------------------	----------------------------------------------------------------------

Recubrimiento base	Imprimante anticorrosivo epoxy amina, espesor 4 Mils.
--------------------	-------------------------------------------------------

Recubrimiento Final	Coaltar epóxico polianida color negro, espesor 16 Mils.
---------------------	---------------------------------------------------------

3.4.7. Pilotaje

3.4.7.1. Pilotes de acero de diámetro 18", 12" y perfiles I

Esta especificación se refiere a la recepción, control, fabricación, protección manipuleo e hincado de pilotes tubulares de acero y perfiles.

Los pilotes de acero serán de tubo de acero estructural o perfiles de acero, ASTM A-53, grado B o ASTM A-252 Grado 2, sin costura o con costura longitudinal del diámetro exterior y espesor de paredes mostrados en los planos.

3.4.7.1.1. Aprobación de los Pilotes:

Se verificará la calidad y el estado de los tubos y perfiles, de encontrarlos conformes se aprobarán sobre la base de los criterios de aceptación indicados en los acápites 13 y 16 de la norma ASTM 252 en buen estado, libres de corrosión y oxidación.

3.4.7.1.2. Habilitación de pilotes

Largo : Sobre la base de la información del proyecto se procederá a fabricar los pilotes en longitudes tales que el empotramiento de estos cumpla con las dimensiones mínimas especificadas en los planos.

3.4.7.1.3. Lista de pilotes

Se deberá presentar para su aprobación, una lista detallada de los largos de pilotes antes de proceder a la fabricación. Durante el hincado de los pilotes, la supervisión confirmará o rectificará las longitudes de empotramiento de los pilotes, debiéndose modificar el listado de acuerdo a esos cambios.

Los pilotes serán llevados al sitio de hincado con el largo total indicado en la lista aprobada.

3.4.7.1.4. Soldadura de pilotes de acero

La soldadura de los pilotes deberá desarrollar la capacidad total de la sección. Se tomará las precauciones siguientes:

Las condiciones de soldadura deberán ser compatibles con la calidad del acero. Deberá evitarse todo enfriamiento rápido de una soldadura que se deba a salpicaduras de agua. Debe evitarse la soldadura de tubos en la zona cercana a la superficie del agua.

Toda la soldadura en taller o la que se ejecute al empalmar pilotes durante la hincada, conformará con los requisitos de la especificación AWS última edición.

Una sexta parte de las soldaduras circunferenciales de pilotes, escogida al azar, será sometida a prueba radiográfica, no permitiéndose que sean cubiertas hasta haber sido inspeccionadas y aprobadas. Las pruebas radiográficas serán realizadas por una empresa autorizada de prestigio.

En caso de encontrarse defectos de estos ensayos se efectuará el ensayo total de los pilotes.

El total de las soldaduras será probada mediante el ensayo de tintes colorantes.

3.4.7.1.5. Protección de empalmes.

Los pilotes prefabricados no deberán tener un desalineamiento medido en el eje del pilote mayor a $1/1000$ de su longitud.

3.4.7.1.6. Identificación y Marcas

Los pilotes serán graduados con pintura mediante marcas cada 10 centímetros.

3.4.7.1.7. Manipuleo, Transporte y Almacenaje.

Los pilotes serán izados, transportados, colocados en sitio, hincados, mediante equipos y métodos que deberán ser definidos por el ejecutor de la obra, pero la disposición; y descripción sometidos a la aprobación de la supervisión de PETROPERU.

3.4.7.1.8. Equipos para la Hinca:

Se deberá someter a la aprobación de la supervisión antes del inicio de las operaciones de hinca, detalles completos de todo el equipo y accesorios para la hinca (martillo, corredera, guías, grúas, etc.) así como detalle del procedimiento para el manipuleo e hinca de pilotes y normas de seguridad a seguir.

Las guías tendrán suficiente rigidez y arriostre para mantener al pilote en posición y alineamiento durante el hincado y hasta la colocación de las vigas cabezal y vigas longitudinales.

Los pilotes serán hincados por medio de un martillo diesel; para el caso de los pilotes de 18", 12" y los perfiles I será un martillo Delmag D-12 u otro que tenga una energía de impacto similar.

En ningún caso se utilizará un martillo que pueda producir en los pilotes esfuerzos de hincado superiores al 90% de la resistencia estructural de fluencia del pilote.

Los martillos tendrán guías fijas que se extenderán hasta el punto mas bajo que avance el martillo. Se deberá proveer cojinetes y almohadillas u otro material adecuado para distribuir el impacto del martillo en la cabeza del pilote, los cuales se someterán a la aprobación por parte de la supervisión de PETROPERU. En todos los casos el centro del impacto deberá coincidir con el eje del pilote.

3.4.7.1.9. Programa de Hincado

Se deberá presentar a la inspección un listado precisando; el detalle de fabricación de cada pilote con indicación de las longitudes de tubos por empalmar en taller o en obra, el tipo de soldadura en cada caso, los métodos y medios para el transporte y manipuleo, el avance y cronograma de ejecución.

El listado de pilotaje será reajustado según los resultados de la prueba de hinca.

3.4.7.1.10. Hinca de Pilotes

Los pilotes serán hincados en las ubicaciones indicadas en los planos y en concordancia con el programa aprobado.

El proceso de hinca continuará hasta lograr el rechazo que determine la carga de servicio indicada en los planos en función del martillo que se use, la fórmula dinámica correspondiente al martillo que se use.

Cada uno de los pilotes deberá ser hincado sin interrupción desde el primer golpe del martillo hasta obtener un rechazo aprobado y alcanzar la profundidad mínima especificada, cualquier cosa contraria a este requisito será permitido únicamente por causas imprevistas y con previa autorización de la inspección. La hinca no será deberá ser detenida sino con autorización de la inspección.

3.4.7.1.11. Carga de Servicio y Control

Los pilotes serán hincados hasta la obtención del rechazo requerido para alcanzar la carga de servicio o hasta obtener la penetración mínima del terreno indicado en los planos.

El rechazo se medirá sobre el número de golpes por cada 10 centímetros de penetración del pilote.

El rechazo de los pilotes será evaluado, en función a su carga de servicios dada en los planos por las fórmulas de Jambu, Bowles, y Tomlimson para la capacidad de carga estática y la fórmula DELMAG y/o Análisis de Ecuación de Onda de Esfuerzos para la carga dinámica o rechazo; ambos cálculos deberán tener un coeficiente de seguridad igual a 2.

Si el rechazo prescrito no es obtenido a la cota correspondiente a la profundidad mínima especificada, se deberá continuar el hincado hasta alcanzarlo.

Se deberá llevar un control cada día del parte completo de hinca de la jornada y todos los incidentes eventuales serán incluidos en el reporte.

3.4.7.1.12. Tolerancia de Hincado

Los pilotes verticales se hincarán con una desviación de la vertical no-mayor de 1 cm en 100 cm y con una variación horizontal en la cabeza del pilote, no mayor de 10 cm de penetración en los dos últimos metros del hincado hasta obtener el rechazo.

Se comenzará a registrar el número de golpes cada 10 cm tan pronto como se observe que la penetración de los pilotes se haga difícil.

3.4.7.1.13. Corte y Empalme de pilotes de Acero

Corte de Pilotes : Los pilotes de acero serán cortados con soplete de oxiacetileno a los niveles indicados en los planos.

Empalme : Si durante la ejecución de la hinca no se consigue el rechazo aprobado al llegar la cabeza del pilote a los niveles indicados en los planos,

se detendrá temporalmente el hincado y se procederá a empalmar el pilote. El pilote será cortado en su extremo superior de manera de presentar una sección sin daños.

3.4.7.1.14. Pilotes dañados

Los pilotes que resulten dañados, desubicados o hincados fuera de su alineamiento o tolerancias aceptables, serán sacados o reemplazados por pilotes nuevos o en su defecto cortados y abandonados, hincándose pilotes nuevos. Si a juicio de la inspección se encontrara que por fallas durante el proceso de hincado el pilote pudiera haber sido dañado y que como consecuencia se considere que no cumple con los requisitos exigidos, la inspección podrá ordenar que sea removido según procedimiento aprobado para verificar su condición. Cuando se considere que el pilote extraído no se encuentra en condiciones satisfactorias respecto a los requisitos exigidos, entonces este pilote será considerado como un pilote dañado, en este caso, se deberá hincar un nuevo pilote.

3.4.7.1.15. La Fórmula Delmag

La fórmula de hinca dinámica a emplearse para martillos Delmag será:

$$W = E \cdot R / \{ (c \cdot L + S) (R + Q) \}$$

En donde:

W = Carga última previsible en el pilote, igual a dos veces la carga de trabajo previsto en los planos en Ton.

E = Energía por golpe correspondiente al martillo usado en Ton.

R = Peso del pistón del martillo en Kg.

c = Factor de elasticidad del pilote y el suelo, 0.30 para pilotes de acero

L = Longitud del pilote a hincar en mts.

S = penetración promedio por golpe permanente durante los últimos 10 golpes en mm.

Q = Peso del pilote a hincar en Kg.

CAPITULO IV
ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOS MUELLES
MÓVILES: PONTONES

4. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOS MUELLES MÓVILES: PONTONES

4.1. Introducción

4.1.1. El Sistema de Unidades de Flotación

Las unidades de flotación son estandarizadas, construidas a precisión, herméticas al agua, con celdas flotantes de acero soldado que incorporan una elevada fuerza a la estructura interior y mecanismos de cerrado externo por interconexión de unidades adyacentes en formas utilizables que brindan la flotación adecuada, fuerza, y características de estabilidad para soportar todas las cargas y clases de equipo móvil usados en operaciones que involucran flotación y puentado.

El sistema de portabilidad de estas unidades de flotación, externamente dimensionadas para el transporte por tierra con camiones convencionales y remolques, tienen pesos por unidad que pueden ser manejados fácilmente por el equipo de izaje que se disponga en la zona de trabajo. Los costados y el fondo de las celdas están libres de proyecciones que obstruyan el apilado o el resbalado de una unidad encima de la otra. Cada unidad tiene una argolla de izaje integrada en su centro de equilibrio y cabos de sogas alrededor del perímetro para el lanzado, amarre, y ensamble.

El equipo para estas celdas flotantes, consiste de unidades estructurales de flotación standard, con uniones y accesorios de uso múltiple que facilitan el diseño de ensamblaje de cualquier forma requerida para realizar la flotación eficazmente y las funciones de puentado involucradas en la construcción, exploración y desarrollo de operaciones. Todas estas unidades son diseñadas y dimensionadas para la facilidad en su manipulación, libertad de transporte, simplicidad de ensamble, y para aplicación económica práctica por personal inexperto para aplicaciones sobre el agua y bajo el agua en situaciones diversas.

4.2. Análisis de Celdas Flotantes

4.2.1. Sistema de Flotación y Unidades Estructurales

4.2.1.1. El Sistema de Cerrado de la Unidad

La elevada fuerza del sistema de cierre para la unión de las unidades de flotación es simple, rápido, y positivo. Es diseñado para operaciones sobre la unidad mientras se mantiene a flote por personal inexperto sin herramientas especiales o componentes sueltos que pueden perderse o dañarse en tránsito. El cerrado superior y del fondo es simultáneamente cumplido con indicación positiva que ambos están interconectados. El sistema de conexión ha sido construido con características que previenen la desconexión mientras son sometidos a carga en la posición de conexión debido a esfuerzos, corrosión o deposición marina.

El sistema de cierre de las unidades de flotación.- Esta dividido en dos componentes de cierre, un macho y una hembra. Cada unidad tiene un conector superior e inferior. El emparejamiento de las unidades de cierre macho y hembra están espaciados a precisión alrededor del perímetro del flotador en los lados opuestos y extremos, y esta conectado uno a otro por armaduras interiores transversales y longitudinales de diseño especial. La conexión y desconexión del emparejamiento de las unidades en flotadores adyacentes es realizado por medio de una barra de cierre que es una parte íntegra de la unidad de cierre hembra. La cerradura se abre cuando la barra se levanta con una palanca y permanece abierta hasta que la barra es guiada abajo para enganchar y cerrar.

Sistema de ensamble.- Las características del diseño se acoplan con el espaciamiento de precisión de las unidades de cierre macho y hembra y controlan el cierre de distorsiones durante la fabricación que aseguran la ínter cambiabilidad completa de todas las unidades y facilidad de ensamble bajo las condiciones de campo.

El método de ensamble.- Todos los flotadores tienen un diseño preliminar igual y uniforme. El ensamble de flotadores adyacentes es realizado por un equipo inexperto de tres hombres o menos en tiempo despreciable sin otras herramientas que un martillo, una barra como palanca, y longitudes cortas de soga. Todas las cerraduras de unión hembra se abren con la palanca, los flotadores son jalados en la alineación con sogas enhebradas a través de los ojales en cada flotador, las cerraduras son conectadas hasta que las caras superiores y más bajas estén en contacto cercano, y la barra de cierre se guía hacia abajo con el martillo hasta sentar. La barra de cierre realiza la acción de acuñar para jalar los flotadores en la posición final de unión.

4.2.1.2. El Ensamblaje de unidades Múltiples

Las celdas de flotación pueden ser aseguradas juntas lado a lado, fuera del grupo, extremo a extremo, y de extremo a lado para formar un número infinito de formas con dimensiones para apoyar y estabilizar todos los tipos de cargas sin sobre esforzarse o distorsionar el sistema estructural.

La estructura de viga cajón de cada flotador se acopla con una estructura interior de bragueros longitudinales y transversos que conectan las unidades de cierre en los extremos opuestos y lados. La estructura compuesta se diseña para flexar bajo carga concentrada y combinada, tensión, compresión, y cargas torsionales al distribuir estas tensiones a lo largo de la unidad para prevenir la distorsión permanente y la pérdida de ínter cambiabilidad bajo los excesos de condiciones de carga anormales, y raras.

4.2.1.3. El Diseño de las Unidades

Dimensionamiento.- Las unidades de flotación son dimensionadas para el transporte por tierra con anchos eficaces que son regulados y diseñados en función a los códigos vigentes. Los elementos de cierre son espaciados alrededor del perímetro de cada flotador a los intervalos precisos de distancia

igual a la mitad del ancho efectivo para permitir flexibilidad en el ensamblaje de extremo a lado.

Longitudes opcionales.- Para la flexibilidad en su aplicación y dimensionamiento de los ensambles, las unidades de flotación son diseñadas en cuatro longitudes precisas, cada una múltiplo exacto del ancho efectivo y descrito por los nombres cuádruplo, triple, doble y la unidad de flotación con números ejemplares.

Capacidad de flotación selectiva.- Las celdas por las razones de portabilidad económica y aplicación a todos los tipos de funcionamientos, son dimensionadas a fondo para cubrir tres rangos traslapados de requisitos de flotación. La profundidad es diseñada como un porcentaje de la anchura efectiva.

Unidades con Extremos Inclinados, son flotadores con una característica opcional desarrollada principalmente para las operaciones de construcción que involucran barcas, los pontones flotantes, y plataformas de dragado para las situaciones donde es inaccesible el uso de vehículos de ruedas. Estas unidades son particularmente ventajosas debido a que minimizan el número de partes a ser manipuladas y por su capacidad de ser deslizadas por empuje o remolque con tractores.

Protección de cubierta de madera.- Son instaladas como una parte íntegra de las unidades de Flotación para la tracción y el mantenimiento preventivo de ensambles usados principalmente en los puentes y barcas que acero para pista de apoyo de vehículos. Tablones de madera son ubicados a lo largo de la línea de tráfico y se aseguran por medio de acero soldado a la cubierta de tal manera que no forma ninguna obstrucción para el transito o las operaciones que involucran el transporte, manipulación, o ensamble de las unidades de flotación.

4.2.1.4. Rastras de Uso Múltiple y Rampas

Flexirakes.- Son compartimientos herméticos diseñados para lastrar, o trabajar como parachoques, y minimizar la resistencia al movimiento de deslizarse por tierra y al cruzar pantanos, pantanos, y los arroyos de corrientes veloces. El extremo es redondeado para la acción de transportar en trineo en deflexión deyectiva y las fuerzas de la corriente se extienden hacia abajo al operar en corrientes veloces, y esta reforzado internamente para resistir los abusos que recibe cuando amarrado a los flotadores individuales para empujar o remolcar por las áreas no graduadas a sitios de ensamble que son inaccesibles para el transporte.

Cerrado.- Cada rastra tiene como unidades de cierre, dos machos o dos hembras para el amarre al unir las Unidades de Flotación en cualquier situación deseada alrededor de los perímetros de flotadores individuales o ensamblados.

Manipulación.- Una argolla de izaje en el centro de equilibrio y un guardacabo de sogas en el lado del conector facilitan la manipulación, ensamble y amarre posterior sobre cubierta del equipo de operación.

Lastrado.- El agua y las conexiones aéreas para el lastrado son montadas a ras sobre cubierta en ubicaciones fácilmente accesibles.

Defensas.- Un riel de refuerzo horizontal es proporcionado fuera del extremo debajo del nivel de cubierta para evitar los choques de las estructuras laterales y el equipo flotante.

Rampas.- Son vigas estructurales cantilever herméticas diseñadas y construidas para proporcionar seguridad y el acceso positivo de apoyos en tierra a las ensambladas unidades de Flotación. Son de uso múltiple y

diseñados para el uso como secciones inclinadas en ensambles de navegación sobre ríos, como rampas de carga de popa en los ensambles de camiones grúa, y como unidades de flotación o lastrado para muchos ensambles apoyados en cargas de grúas rotativas.

Cerrado.- Cada rampa o tiene dos unidades de cierre sean macho o hembra para la unión de los conectores en cualquier posición alrededor del perímetro de ensambles de Unidades de Flotación.

Manipulación.- Una argolla de izaje en el centro de equilibrio y un guardacabo de sogas en cada extremo facilitan la manipulación, ensamble y seguridad cuando está manipulándose equipo pesado hacia un ensamble.

Traslado de carga.- La superficie del fondo se está en declive 1:4 y reforzado para proporcionar amplia distribución para soportar cargas pesadas encima de la suave y fuera de superficie pendiente. La cubierta se refuerza con una estructura de malla interior de elevada fuerza para apoyar las más pesadas ruedas o vehículos sin distorsión o daño.

4.2.1.5. Inclinación de la Sección de Popa

Estas secciones flotantes se diseñan para la unión sencilla para flotadores individuales o los flotadores múltiples ensamblados por medio de dos unidades de cierre sean macho o hembra. La superficie del fondo que aparece en todas las secciones esta encorvada y está en declive con un diseño que ofrece mínima resistencia a la velocidad de propulsión y turbulencias en aplicaciones que involucran largas distancias de transporte bajo las máximas condiciones de prediseño. Los extremos expuestos verticales de todas las secciones son reforzados pesadamente y se equipan con un riel horizontal como un parachoques de protección.

4.2.2. Sistemas de Unión de Uso Múltiple

Además de las celdas básicas, el sistema de flotadores utiliza las uniones y accesorios que se han diseñado y se han construido para reunir los requisitos de la mayoría de funcionamientos de flotación. Éstas partes del sistema se han diseñado para actuar recíprocamente con las unidades de flotación básicas y, en la mayoría de los casos, incorporan los sistemas de cierre de las unidades de flotación para que ellos puedan ser rápidamente y fácilmente agregados a cualquier ensamble. En los sistemas de unión entre unidades se incluyen:

4.2.2.1. Fijación y posicionando sistemas

Sistema de cableado.- Los cableados estándar impulsan y proporcionan amarres guía y accesorios para cubrir el rango entero de fijación y posicionamiento para problemas a los que los ensambles de los Flotadores son aplicables selectivamente. Ellos se diseñan para el uso como una parte íntegra de la unión.

Sistema de tambor.- Se mantiene con selectividad de poder y capacidad para las cargas, velocidades, devanando en carrete, y requisitos de operación. El sistema de manejo es optativo como manual, manejando directamente el tambor doble, o por consola de manejo hidráulico de control para encajar todo las consideraciones económicas y prácticas.

4.2.2.2. Uniones de amarre y defensa

Las uniones de amarre y accesorios han sido diseñados para ser fácilmente y firmemente conectado a las situaciones convenientes adelante y alrededor de los ensambles de flotación para asegurar, controlar, y amortiguar otras unidades marinas o estructuras que esta trabajando al lado.

Las Defensas, Parachoques, y Rodillas de Empuje se diseñan para ser conectadas por medio de las uniones macho o hembra a los conectores disponibles alrededor del perímetro de todos los ensambles.

La inclinación y las unidades de popa, se diseñan para ser unidos a los conectores de cierre. Dichas unidades están inclinadas para minimizar la resistencia de flujo de agua.

4.2.3. Sistemas de Transporte de Carga Vehiculares

4.2.3.1. Sistema de transporte para ensamblaje

Los equipos de las unidades de flotación ofrecen una solución simple, rápida y económica a los problemas de acceso del equipo vehicular en la construcción, exploración, y áreas de desarrollo. El equipo es muy portátil, conveniente para la manipulación, simple al instalar, y seguro de operar. Dependerá mucho de las dimensiones de la barca a proporcionar para asegurar la estabilidad, seguridad, y características de operatividad para todos los tipos de cargas vehiculares.

4.2.3.2. El sistema de acercamiento de la rampa

Este sistema utiliza el principio de acción cantiliver para transferir las cargas de equipo pesado del acercamiento a la orilla a la unidad ensamblada flotante.

Tienen un *Ajuste automático* para los desembarcos en ambos lados de ríos que tienen variaciones extremas en elevación de la superficie, la pendiente es graduada con los acercamientos a la misma cuesta como la superficie del fondo de las rampas.

4.2.4. Construcción de Sistemas bajo el Agua

4.2.4.1. Ensamblajes para dragados

Formado de Ensamblajes.- El sistema de flotadores implementa todas las facilidades para la instalación del equipo y la capacidad todos los tipos de dragado con los equipos de excavado convencional. Dichos ensamblajes se forman permitiendo la máxima utilización de excavado y una estabilidad de 360° para el balance y debido funcionamiento de los equipos a operar.

Spuds de sostenimiento.- Estos proporcionan los medios eficaces para fijar el ensamble de la barcaza y resistir los esfuerzos generados por las operaciones del excavador. Mientras los tamaños de los spud son estandarizados para complementar las distintas formas de las celdas, pueden construirse sistemas del spud especiales para satisfacer requisitos del trabajo particulares.

Capacidad.- El diseño de las unidades de flotación mantiene un rango selectivo de modelos y formas para la utilización de una capacidad eficaz en el apoyo o soporte de las máquinas montadas sobre cubierta para un transporte económico al lugar de trabajo.

4.2.4.2. Ensamblajes para perforación en roca

Los ensamblajes de unidades flotantes que cruzan ríos, son diseñados y dimensionados para cada tipo de problemas encontrados en operaciones de perforación en roca bajo el agua. En este tipo de ensamblajes son utilizados: Espaciadores de yugo son usados para mantener una hendidura para el taladrado, Rastras para minimizar las fuerzas de corriente, y Spuds para mantener la posición hasta que todos los agujeros sean taladrados.

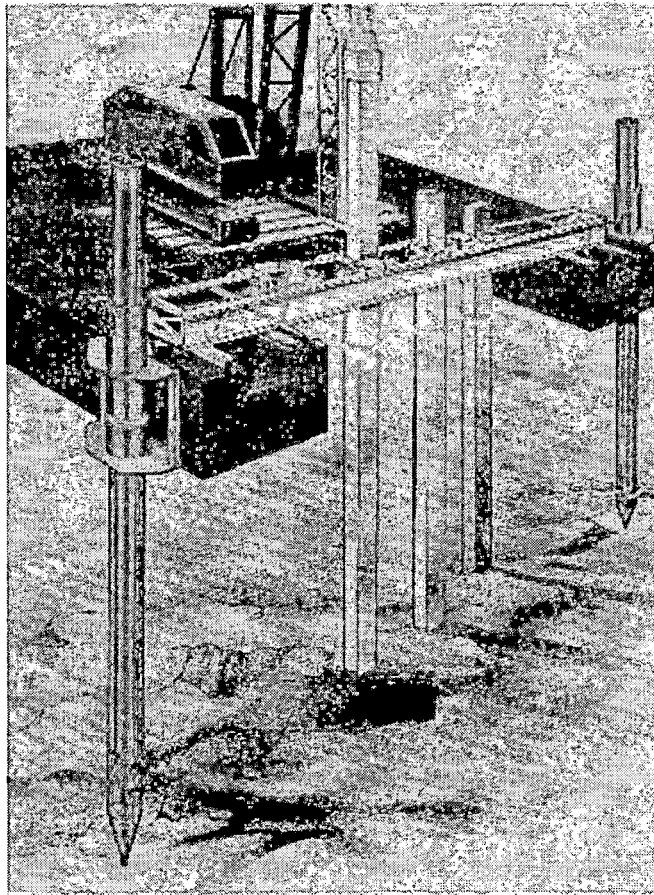
Los ensamblajes para cubrir las hendiduras se realizan con vigas estructurales, armando una plantilla para el taladro puesta encima de la viga

cubriendo con madera temporal la hendidura de taladrado para la libertad de movimiento de personal y de los equipos de operación

4.2.5. Sistemas de Construcción de Subestructuras

4.2.5.1. Ensamblajes para Cimentaciones con Hincado de Pilotes

Los ensambles de unidades de flotación ofrecen muchas ventajas en aplicaciones de Hincado de pilotes para todo tipo de maquinas y condiciones de construcción.



Los ensambles formados mantienen la estabilidad deseada para cargas rotativas, reduciendo el radio de izaje requerido en el cual las cargas son levantadas y aumentando el área sobre el agua en la que el pilotaje debe ser realizado.

Ensamblajes para grúas rotativas.- Los flotadores mantienen la selección de equipo y flexibilidad de arreglos, diseñando ensambles de flotación que tienen las ventajas combinadas de forma, estabilidad, y características de operación para manejar eficazmente todos los tipos de pilotajes con grúas de orugas o camiones grúa de todas las capacidades.

Ensamblajes en áreas de trabajo múltiple.- Proporcionan la estabilidad y la máxima área de trabajo para las operaciones de hincado de pilotes en aplicaciones donde hay restricciones físicas o económicas a posicionar.

4.3. Análisis de Flotabilidad

El sistema de celdas flotantes permite una efectiva utilización de la capacidad de flotación y la fuerza estructural en el diseño de montajes prácticos para la solución económica de la mayor parte de problemas de flotación y soporte.

El grado de efectividad depende del adecuado uso de los principios básicos de ingeniería, de la experiencia en las operaciones de campo, junto a un profundo conocimiento de costos, y de la imaginación para aplicar estas facultades en los métodos y operaciones de los equipos de flotación a fin de establecer firmemente este nuevo y creciente concepto en la construcción, para la exploración y desarrollo en diversos lugares a lo largo de todo el mundo.

De las observaciones de campo se notó que las celdas cumplían perfectamente su función principal de brindar la flotabilidad necesaria para los equipos de bombeo de la estación. Sin embargo, debido a los factores climáticos y la acción erosiva, debido a la corriente del río Marañón, es natural que las planchas de acero que conforman las celdas sufran un

continuo desgaste, a pesar de los distintos sistemas de protección que se apliquen a ellas.

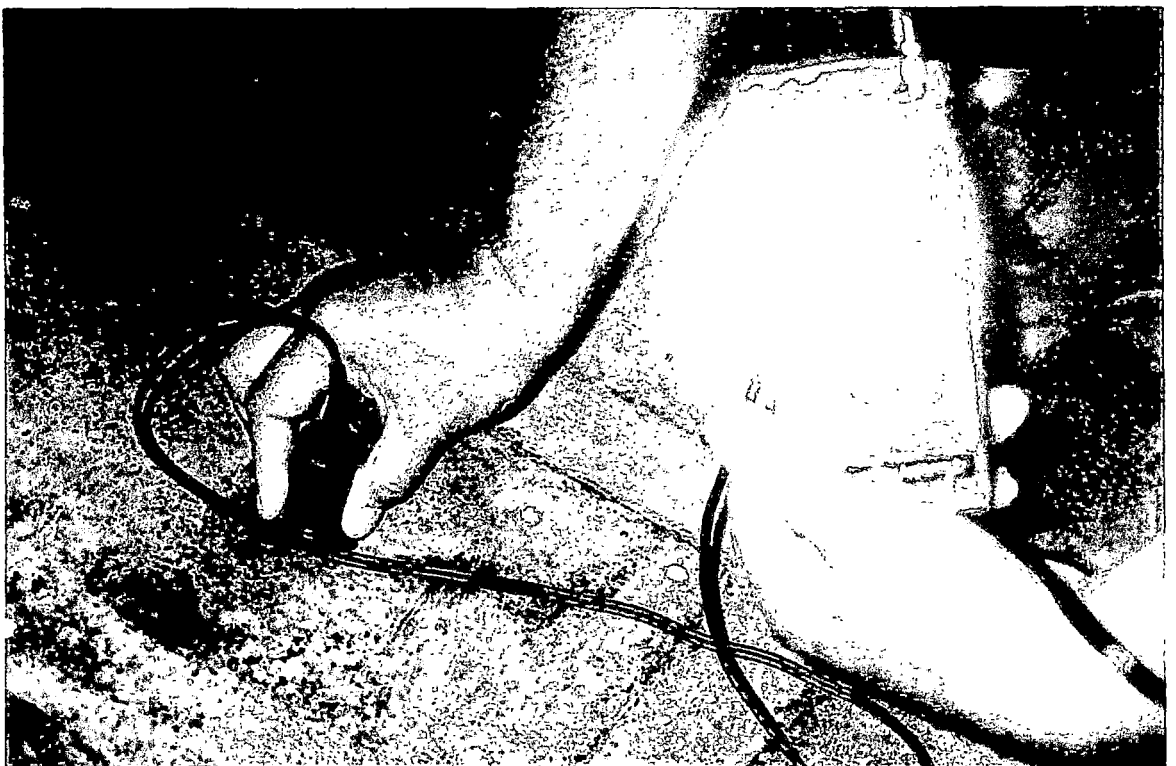
Por lo tanto, se efectuaron trabajos de inspección de Calibración de Planchas a los Flotadores, que componen los pontones N° 1, 2 y 3. Las planchas originales son de espesor 5/16" aproximadamente 8 mm., por lo que se toma el valor de 8 mm como punto de partida; pudiéndose aceptar desgastes hasta valores menores o iguales al 75% del valor original de la plancha (8 x 0.75) o sea de 6 mm.

Asimismo debido a la presencia de los Manholes que están ubicados debajo de las motobombas de los pontones N° 1, 2 y 3 no se pudo realizar la verificación de las planchas al igual que al flotador que sirve de base para la grúa bandera, ya que estos no cuentan con dichos ingresos, ya que estos se encuentran tapados con una plancha que esta colocada en al parte superior del flotador.

En la siguiente tabla se muestran sombreadas las planchas en las cuales el desgaste sufrido amerita el cambio inmediato de planchas de acero, asimismo se muestran los gráficos de las celdas analizadas con los puntos que fueron evaluados.



**Medición de
Espesor de
Pared Lateral**



Equipo de medición Kawatetsu Advantech T1-10 de ultrasonido

PONTON N° 01
REPORTE DE ESPESOR DE PARED PONTONES

Celda N°		1			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera	
Abajo	6.9	6.6	7	7.4	* Arenar y Pintar las Planchas
Arriba	7.9	6.4	7.4	8.1	
Fondo	7.3				

Celda N°		2			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera	
Abajo	7.2	7.1	7.3	7.5	* Arenar y Pintar las Planchas
Arriba	7.9	7.1	7	8.1	
Fondo	7.7				

Celda N°		3			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera	
Abajo	7.2	6.2	7.6	6.7	* Arenar y Pintar las Planchas
Arriba	7.1	6.3	6.5	7.2	** Cambiar Plancha Lado Río
Fondo	7.9				

Celda N°		4			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera	
Abajo	8	7.7	7.7	7.9	* Arenar y Pintar las Planchas
Arriba	7.6	7.1	7.8	8	
Fondo	7.6				

Celda N°		5			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera	
Abajo	6.7	7.5	7.9	7.3	* Arenar y Pintar las Planchas
Arriba	6.5	7.5	7.1	7.3	
Fondo	7.4				

Celda N°		6			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera	
Abajo					* Arenar y Pintar las Planchas
Arriba					** Cambiar Plancha Aguas Arriba
Fondo					

Celda N°		7			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera	
Abajo	8.2	7.3	4.2	7.5	* Arenar y Pintar las Planchas
Arriba	7.9	7.3	5.2	7.1	** Cambiar Plancha Aguas Arriba
Fondo	6.6	6.9			

Celda N°		8			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera	
Abajo	6.6	8.5	6.9	7	* Arenar y Pintar las Planchas
Arriba	6.7	6.7	7.3	7.5	
Fondo	7.5	8.5			

Celda N°		9			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera	
Abajo	7.2	7.4	7.1	6.1	* Arenar y Pintar las Planchas
Arriba	7.2	7.1	6.7	6.3	** Cambiar Plancha Ribera
Fondo	7.2	7.5	7.8		

Celda N°		10			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera	
Abajo	6.5	7.5	7.5	7.9	* Arenar y Pintar las Planchas
Arriba	6.1	7.2	7	6.9	** Cambiar Plancha Aguas Abajo
Fondo	6.8	6.5			

PONTON N° 01
REPORTE DE ESPESOR DE PARED PONTONES

Celda N° 11

Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	6.2	6.9	6.1	7.1
Arriba	6.1	7.2	7	6.9
Fondo	7.2	6.9		

* Arenar y Pintar las Planchas
 ** Cambiar Plancha Aguas Abajo
 *** Cambiar Plancha Aguas Arriba

Celda N° 12

Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.6	7.1	7.4	8.3
Arriba	7.5	7	6.7	7.6
Fondo	7.2	7.4	7.6	

* Arenar y Pintar las Planchas

Celda N° 13

Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	6.5	7.2	6.2	6.4
Arriba	6.5	7.7	6.8	6.8
Fondo	6.7	7.5		

* Arenar y Pintar las Planchas
 ** Cambiar Plancha Aguas Arriba

Celda N° 14

Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	6.3	6.7	6.7	6
Arriba	6.2	6.2	6.5	5.9
Fondo	7	8.3	7.2	

* Arenar y Pintar las Planchas
 ** Cambiar Plancha Aguas Abajo
 *** Cambiar Plancha Lado Rio
 **** Cambiar Plancha Ribera

Celda N° 15

Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo				
Arriba				
Fondo				

* Arenar y Pintar las Planchas
 ** Cambiar Plancha Aguas Abajo

Celda N° 16

Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo				
Arriba				
Fondo				

* Arenar y Pintar las Planchas
 ** Cambiar Plancha Ribera

Celda N° 17

Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo				
Arriba				
Fondo				

* Arenar y Pintar las Planchas
 ** Cambiar Plancha Lado Rio

Celda N° 18

Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.1	6.7	7.1	6.9
Arriba	6.7	6.9	7.1	7
Fondo	6.8	7.3		

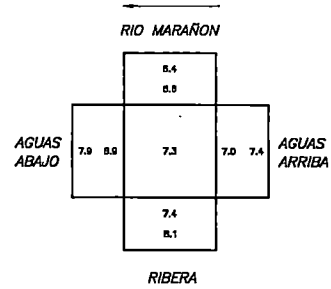
* Arenar y Pintar las Planchas

Celda N° 19

Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.4	7.1	7.2	7.1
Arriba	7.3	6.9	5	7.2
Fondo	7	7.2	7.1	

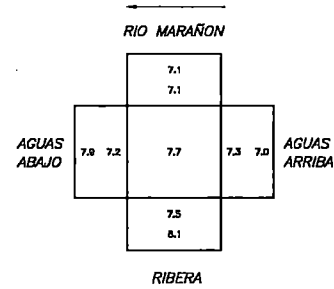
* Arenar y Pintar las Planchas
 ** Cambiar Plancha Aguas Arriba

PONTON N° 1
CELDA N° : 01



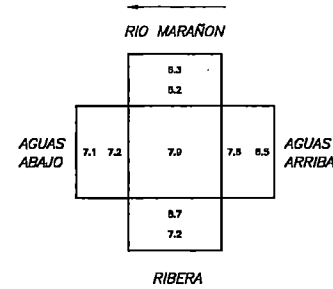
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo estaban oxidados.

PONTON N° 1
CELDA N° : 02



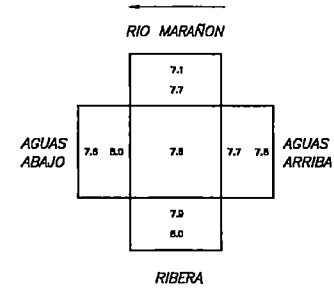
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo estaban oxidados.

PONTON N° 1
CELDA N° : 03



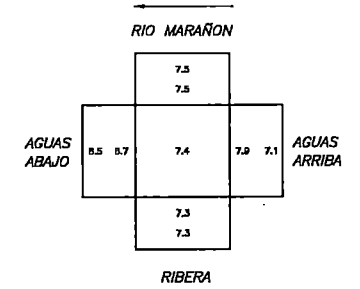
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo estaban oxidados.

PONTON N° 1
CELDA N° : 04



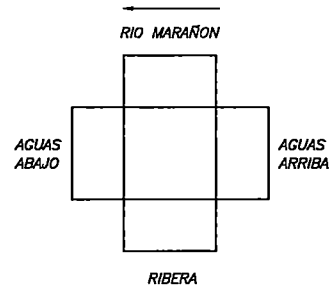
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo estaban oxidados.

PONTON N° 1
CELDA N° : 05



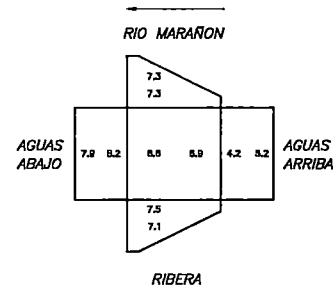
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo estaban oxidados.

PONTON N° 1
CELDA N° : 06



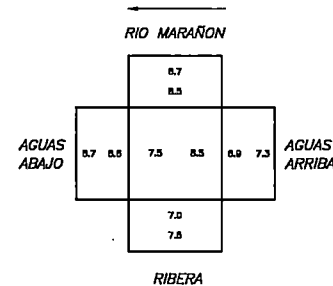
OBSERVACIONES:
No se tomaron datos ya que el Manhole estuvo tapado por la Grúa Bandera.

PONTON N° 1
CELDA N° : 07



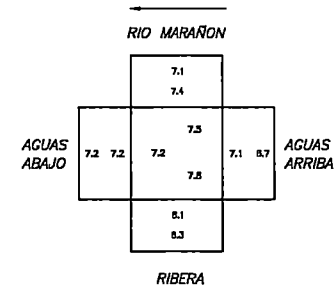
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo están oxidados. Esta celda sufre impacto directo de la palizada.

PONTON N° 1
CELDA N° : 08



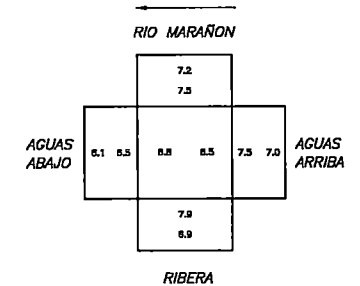
OBSERVACIONES:
En el fondo de la celda se tomaron 2 medidas.

PONTON N° 1
CELDA N° : 08



OBSERVACIONES:
En el fondo de la celda se tomaron 3 medidas.

PONTON N° 1
CELDA N° : 09



OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua y tuvo que "achicarse" para poder efectuar la medición. En el fondo de la celda se tomaron 2 medidas. Las paredes de la celda se encuentran con óxido.

SPRO AY/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	FIRMA	TEL	MO	DAY
FECHA	APROV. H. Lopez		01	
	DIRAJN H. Lopez		01	
	DIRV/CHK H. Lopez		01	
	DESNO H. Lopez		01	
	DES. CHK M. Peña		01	

UNI-FAC. ING. CIVIL

PETROPERU

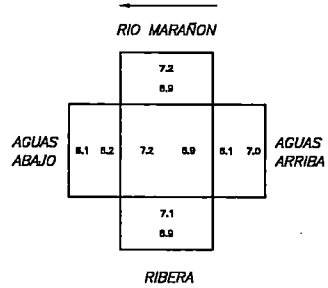
APROBADO POR PETROPERU

ESCALA S/E

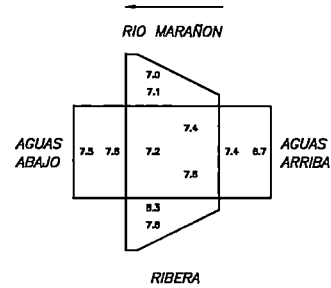
DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO		
PONTON N° 1		
EVALUACION DE CELDAS FLOTANTES		
Job No.	Dwg. No.	REV. 01

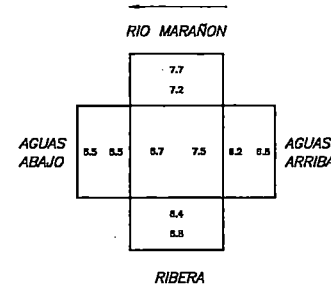
PONTON N° 1
CELDA N° : 11



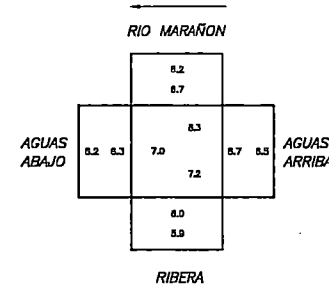
PONTON N° 1
CELDA N° : 12



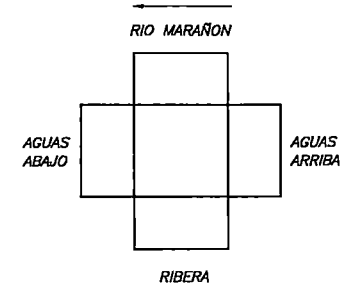
PONTON N° 1
CELDA N° : 13



PONTON N° 1
CELDA N° : 14



PONTON N° 1
CELDA N° : 15



OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua y tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. En el fondo de la celda se tomaron 2 medidas. Las paredes de la celda se encuentran con óxido.

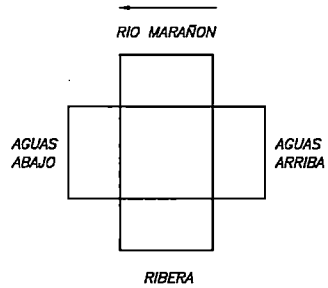
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo están oxidados. Esta celda sufre impacto directo de la palizada.

OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua y tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. En el fondo de la celda se tomaron 2 medidas. Las paredes y soportes se encuentran oxidados.

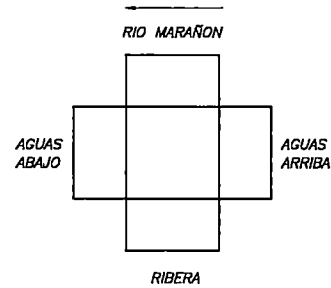
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua y tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. En el fondo de la celda se tomaron 3 medidas. Las paredes y soportes se encuentran oxidados.

OBSERVACIONES:
No se pudieron tomar datos ya que el Manhole estaba tapado por el soporte base de la motobomba.

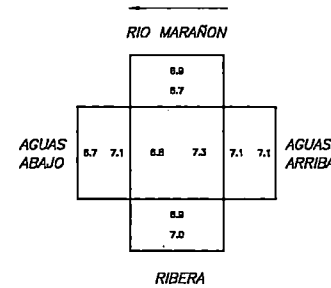
PONTON N° 1
CELDA N° : 16



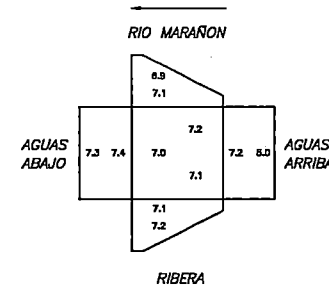
PONTON N° 1
CELDA N° : 17



PONTON N° 1
CELDA N° : 18



PONTON N° 1
CELDA N° : 19



OBSERVACIONES:
No se pudieron tomar datos ya que el Manhole estaba tapado por el soporte base de la motobomba.

OBSERVACIONES:
No se pudieron tomar datos ya que el Manhole estaba tapado por el soporte base de la motobomba.

OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua y tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. En el fondo de la celda se tomaron 2 medidas. Las paredes y soportes se encuentran oxidados.

OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo están oxidados. Esta celda sufre impacto directo de la palizada.

SFTRO A/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	FIRMA	YR.	MOD.	DAY
FECHA	APROV. H. Lopez		01	
	DIRAM H. Lopez		01	
	DIRTECH H. Lopez		01	
	DIRERO H. Lopez		01	
	DES. CHK. M. Pardo		01	
UNI-FAC. ING. CIVIL				

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU

ESCALA S/E

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO	
PONTON N° 1 EVALUACION DE CELDAS FLOTANTES	
Job No.	Dirg. No.
	REV. 01

PONTON N° 02
REPORTE DE ESPESOR DE PARED PONTONES

Celda N°		1		
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	8.8	9.5		
Arriba	8.9	8.6		
Fondo	9			

Celda N°		2		
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	9	9.2		
Arriba	8.2	8.9		
Fondo	9.3			

Celda N°		3		
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	9.3	9		
Arriba	9.1	8.4		
Fondo	9.7			

Celda N°		4		
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	8	8.7		
Arriba	7	8.7		
Fondo	8.3			

Celda N°		5		
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	8.8	9.4		
Arriba	7.4	8.7		
Fondo	8.6			

Celda N°		6		
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo				
Arriba				
Fondo				

* No se pudo ingresar a verificar espesores ya que el manhole estaba tapado por la Grúa Ban dera.

Celda N°		7		
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.5	8.2		
Arriba	8.3	8.8		
Fondo	7.4			

* Aguas arriba lado río

Celda N°		8		
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.7	7.8		
Arriba	7.7	7.8		
Fondo	7.8			

Celda N°		9		
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	8.1	8.3		
Arriba	8	7.5		
Fondo	9			

Celda N°		10		
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	8	7.9		
Arriba	7.4	8.2		
Fondo	8.3			

PONTON N° 02
REPORTE DE ESPESOR DE PARED PONTONES

Celda N°	11			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo				
Arriba				
Fondo				

* No se pudo ingresar.

Celda N°	12			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.7	9.6		
Arriba	8.2	8.9		
Fondo	9.3			

Celda N°	13			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	8.7			7.1
Arriba	8.6			7.1
Fondo	8.7			

Celda N°	14			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.8	6.6	7.6	7
Arriba	7.2	7.6	6.9	7.2
Fondo	6.5	6.6		

Celda N°	15			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.3			8.6
Arriba	7.3			8.6
Fondo	7.7			

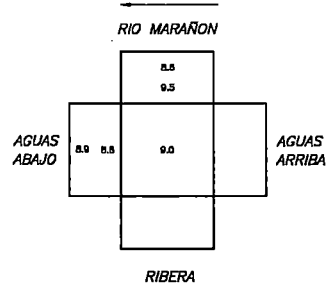
Celda N°	16			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	8.5			8.9
Arriba	7			8.9
Fondo	7.8			

Celda N°	17			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.5			7.3
Arriba	7.1			6.9
Fondo	9			

Celda N°	18			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	8.7			8.7
Arriba	6.9			7.2
Fondo	8.5			

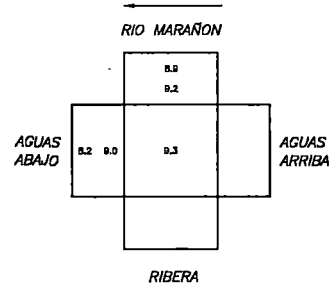
Celda N°	19			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	8.7			7.1
Arriba	8.3			7.1
Fondo	8			

PONTON N° 2
CELDA N° : 01



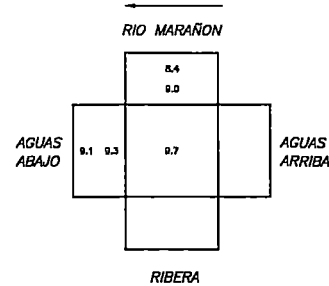
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua por lo que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda con mantenimiento reciente, por lo cual solo se tomarán 5 puntos de evaluación.

PONTON N° 2
CELDA N° : 02



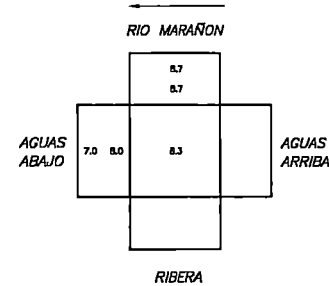
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua por lo que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda con mantenimiento reciente, por lo cual solo se tomarán 5 puntos de evaluación.

PONTON N° 2
CELDA N° : 03



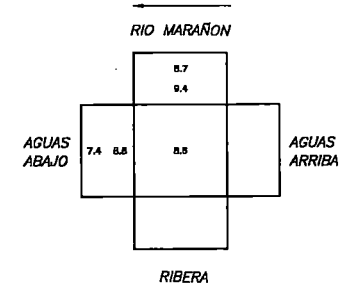
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua por lo que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda con mantenimiento reciente, por lo cual solo se tomarán 5 puntos de evaluación.

PONTON N° 2
CELDA N° : 04



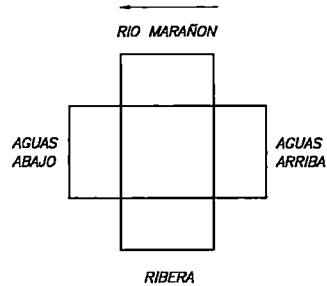
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua por lo que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda con mantenimiento reciente, por lo cual solo se tomarán 5 puntos de evaluación.

PONTON N° 2
CELDA N° : 05



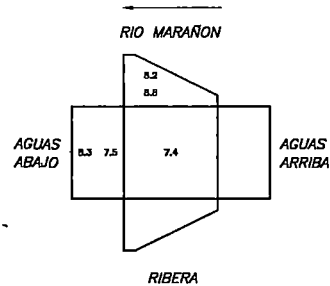
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua por lo que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda con mantenimiento reciente, por lo cual solo se tomarán 5 puntos de evaluación.

PONTON N° 2
CELDA N° : 06



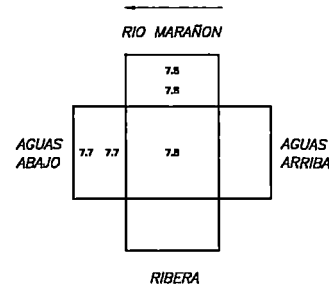
OBSERVACIONES:
No se tomaron datos ya que el Manhole estuvo tapado por la Grúa Bandera. Celda con mantenimiento reciente.

PONTON N° 2
CELDA N° : 07



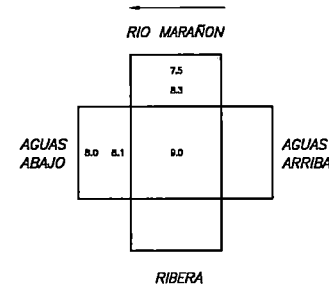
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua por lo que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda con mantenimiento reciente, por lo cual solo se tomarán 5 puntos de evaluación.

PONTON N° 2
CELDA N° : 08



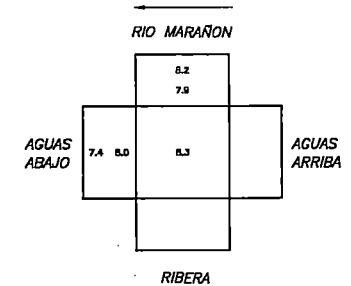
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua por lo que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda con mantenimiento reciente, por lo cual solo se tomarán 5 puntos de evaluación.

PONTON N° 2
CELDA N° : 09



OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua por lo que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda con mantenimiento reciente, por lo cual solo se tomarán 5 puntos de evaluación.

PONTON N° 2
CELDA N° : 10



OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua por lo que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda con mantenimiento reciente, por lo cual solo se tomarán 5 puntos de evaluación.

SERO ANT/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE.	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE.	DATE

APROBADO	APROV. H. Lopez	FIRMA	YRL	MOD	DAY
FECHA	DRAWN H. Lopez		01		
	DRAW/CHK H. Lopez		01		
	DISEÑO H. Lopez		01		
	DES. CEC. M. Pallas		01		

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU ESCALA S/E

UNI-FAC. ING. CIVIL

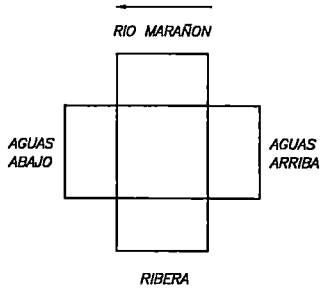
DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL QLEODUCTO NORPERUANO

PONTON N° 2
EVALUACION DE CELDAS FLOTANTES

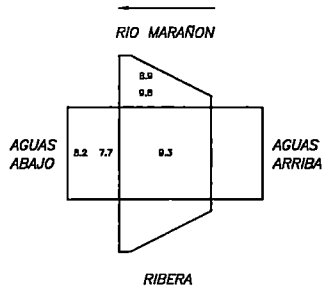
Job No. _____ Dwg. No. _____ REV. 01

PONTON N° 2
CELDA N° : 11



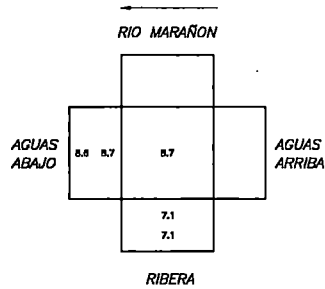
OBSERVACIONES:
No se pudo ingresar, Manhole tapado, exteriormente se observa la celda en buen estado con un mantenimiento reciente.

PONTON N° 2
CELDA N° : 12



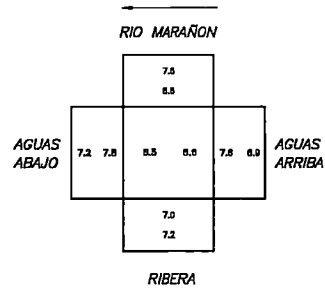
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua por lo que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda con mantenimiento reciente, por lo cual solo se tomarán 5 puntos de evaluación.

PONTON N° 2
CELDA N° : 13



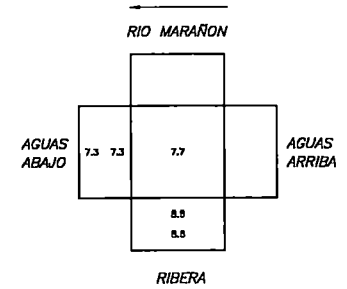
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua por lo que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda con mantenimiento reciente, por lo cual solo se tomarán 5 puntos de evaluación.

PONTON N° 2
CELDA N° : 14



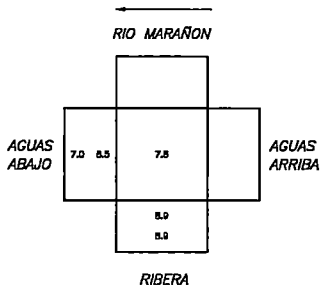
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua y tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda en buen estado con mantenimiento y pintado reciente.

PONTON N° 2
CELDA N° : 15



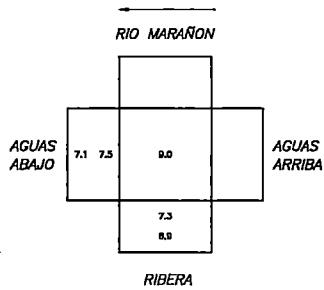
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua por lo que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda con mantenimiento reciente, por lo cual solo se tomarán 5 puntos de evaluación.

PONTON N° 2
CELDA N° : 16



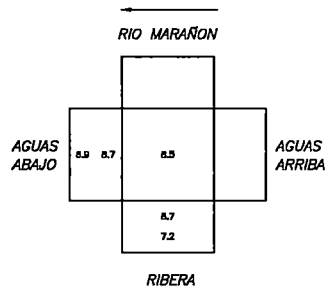
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua por lo que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda con mantenimiento reciente, por lo cual solo se tomarán 5 puntos de evaluación.

PONTON N° 2
CELDA N° : 17



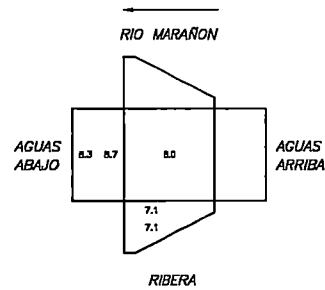
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua por lo que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda con mantenimiento reciente, por lo cual solo se tomarán 5 puntos de evaluación.

PONTON N° 2
CELDA N° : 18



OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua por lo que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda con mantenimiento reciente, por lo cual solo se tomarán 5 puntos de evaluación.

PONTON N° 2
CELDA N° : 19



OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua por lo que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Celda con mantenimiento reciente, por lo cual solo se tomarán 5 puntos de evaluación.

STRO A7/ES 10/92 D CDD FILE No.

APROBADO		FECHA		FIRMA		YR. MO. DAY	
APROV.	H. Lopez					01	
DIRAN	H. Lopez					01	
DIRV.CHC	H. Lopez					01	
DIRSO	H. Lopez					01	
DES. CHC	M. Pardo					01	

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE

PETROPERU APROBADO POR PETROPERU ESCALA S/E DATE: _____		MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO	
		PONTON N° 2 EVALUACION DE CELDAS FLOTANTES	
UNI-FAC. ING. CIVIL		Job No. _____	Dwg. No. _____
REV. 01		REV. 01	

PONTON N° 03
REPORTE DE ESPESOR DE PARED PONTONES

Celda N°	1			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	6.9	7.7	7.9	7
Arriba	7.8	6.6	7.7	7.5
Fondo	6.6	7.4		

* Arenar y Pintar las Planchas

Celda N°	2			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.1	8.6	6.7	6.9
Arriba	7.5	7.8	7.2	7.4
Fondo	7.4	7.1		

* Arenar y Pintar las Planchas

Celda N°	3			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.5	7.9	7.5	7.2
Arriba	7.6	7.5	7.1	7.4
Fondo	7.1			

* Arenar y Pintar las Planchas

Celda N°	4			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	6.6	6.4	6.4	6.6
Arriba	7.3	7.5	6.7	6.9
Fondo	7.8	8.5		

* Arenar y Pintar las Planchas

Celda N°	5			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.4	6.6	6.6	7.1
Arriba	7.3	6.7	6.6	7
Fondo	7.1	7.8		

* Arenar y Pintar las Planchas

Celda N°	6			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo				
Arriba				
Fondo				

* Arenar y Pintar las Planchas
 ** Cambiar Plancha Lado Rio

Celda N°	7			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.3	7.6	7.8	7.2
Arriba	6.6	7.6	7.8	7.6
Fondo	8.4	8.1		

* Arenar y Pintar las Planchas

Celda N°	8			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.3	7.5	6.9	7.6
Arriba	6.9	6.6	6.7	6.7
Fondo	7.5	7.5		

* Arenar y Pintar las Planchas

Celda N°	9			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7	6.9	7.5	6.7
Arriba	6.6	6.5	6.5	7.2
Fondo	6.6	6.5		

* Arenar y Pintar las Planchas

Celda N°	10			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Rio	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.6	6	7.1	6.7
Arriba	7.7	7.9	6.5	6.9
Fondo	6.4	7.7	7.9	

* Arenar y Pintar las Planchas
 ** Cambiar Plancha Lado Rio

PONTON N° 03
REPORTE DE ESPESOR DE PARED PONTONES

Celda N°	11			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	8.2	6.9	7.1	7.3
Arriba	6.7	7.8	6.7	7.7
Fondo	8.4			

* Arenar y Pintar las Planchas

Celda N°	12			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	8.3	7.9	7.6	7.4
Arriba	6.5	7	7.6	7.5
Fondo	6.9	7.7	7.2	

* Arenar y Pintar las Planchas

Celda N°	13			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	6.7	6.9	7.3	8.1
Arriba	6.7	7.2	7.3	6.6
Fondo	7.2	6.1		

* Arenar y Pintar las Planchas
 ** Cambiar Plancha Fondo

Celda N°	14			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.8	6.6	7.6	7
Arriba	7.2	7.6	6.9	7.2
Fondo	6.5	6.6		

* Arenar y Pintar las Planchas

Celda N°	15			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo				
Arriba				
Fondo				

* Arenar y Pintar las Planchas
 ** Cambiar Plancha Aguas Arriba

Celda N°	16			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo				
Arriba				
Fondo				

* Arenar y Pintar las Planchas
 ** Cambiar Plancha Ribera

Celda N°	17			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo				
Arriba				
Fondo				

* Arenar y Pintar las Planchas
 ** Cambiar Plancha Lado Río

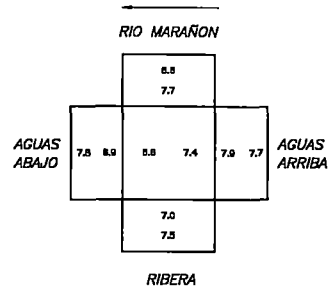
Celda N°	18			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7.7	6.6	7.2	6.6
Arriba	7.3	6.9	7.3	7.2
Fondo	7.1	8.5		

* Arenar y Pintar las Planchas

Celda N°	19			
Ubicación	Aguas Abajo	Lado Río	Aguas Arriba	Ribera
Abajo	7	7.1	7.2	6.6
Arriba	7.4	6.5	7.2	7.1
Fondo	5.1	7.3	7.1	7.9

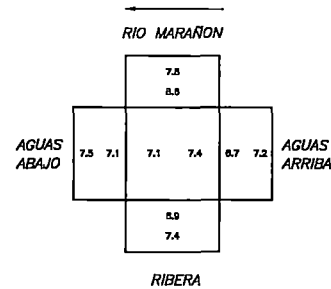
* Arenar y Pintar las Planchas
 ** Cambiar Plancha Fondo

PONTON N° 3
CELDA N° : 01



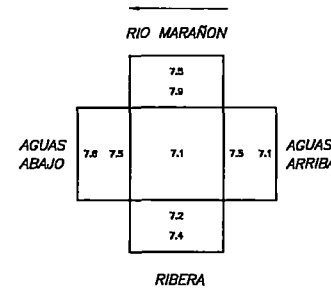
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuar para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo estaban oxidados.

PONTON N° 3
CELDA N° : 02



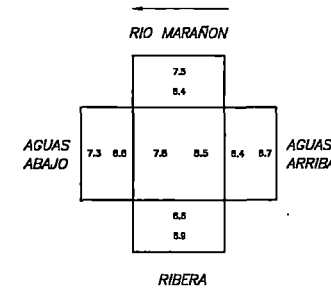
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuar para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo estaban oxidados.

PONTON N° 3
CELDA N° : 03



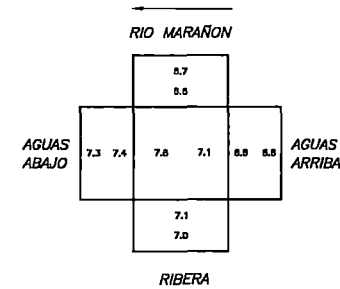
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuar para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo presentan corrosión.

PONTON N° 3
CELDA N° : 04



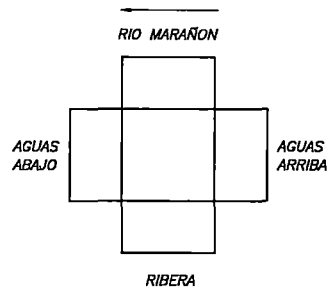
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuar para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo presentan corrosión.

PONTON N° 3
CELDA N° : 05



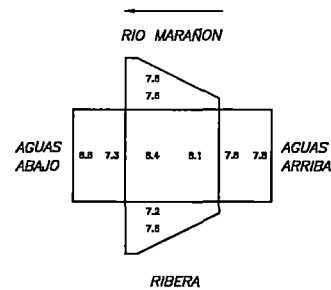
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuar para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo presentan corrosión.

PONTON N° 3
CELDA N° : 06



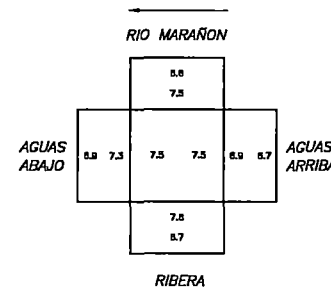
OBSERVACIONES:
No se tomaron datos ya que el Manhole estuvo tapado por la Grúa Bandera.

PONTON N° 3
CELDA N° : 07



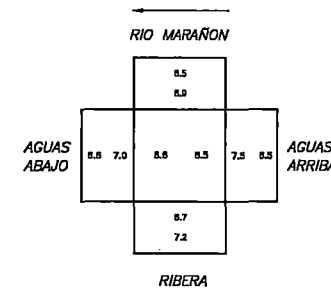
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuar para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo están oxidados.

PONTON N° 3
CELDA N° : 08



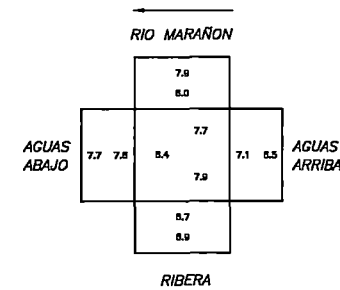
OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuar para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo presentan corrosión.

PONTON N° 3
CELDA N° : 09



OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuar para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo presentan corrosión.

PONTON N° 3
CELDA N° : 10



OBSERVACIONES:
La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuar para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo presentan corrosión.

SERVO AT/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	END.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	END.	PE

APROBADO	APROB.	EL. Legajo	FIRMA	YCL/MOD/AT
FECHA	DIRUMI	EL. Legajo		
	DIRFACIL	EL. Legajo		
	DESCRO	EL. Legajo		
	DES. GRC	M. Peña		
UNI-FAC. ING. CIVIL				

PETROPERU

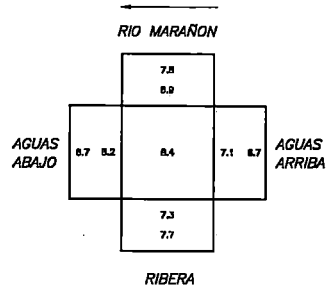
APROBADO POR PETROPERU

ESCALA S/E

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO		
PONTON N° 3		
EVALUACION DE CELDAS FLOTANTES		
Job No.	Dwg. No.	REV. 01

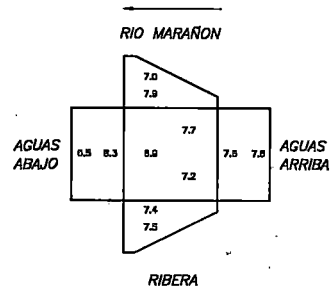
PONTON N° 3
CELDA N° : 11



OBSERVACIONES:

La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo están corroídas.

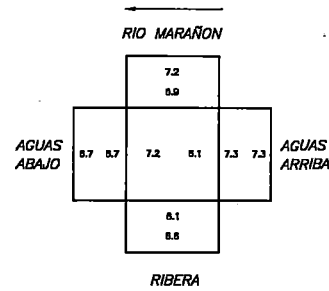
PONTON N° 3
CELDA N° : 12



OBSERVACIONES:

La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soportes y fondo están corroídos.

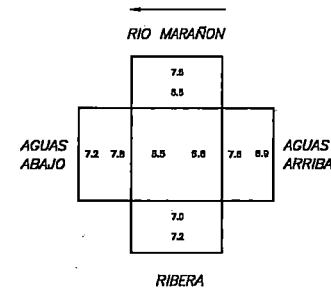
PONTON N° 3
CELDA N° : 13



OBSERVACIONES:

La celda estuvo llena con agua y tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. En el fondo de la celda se tomaron 2 mediciones. Las paredes y soportes se encuentran corroídos.

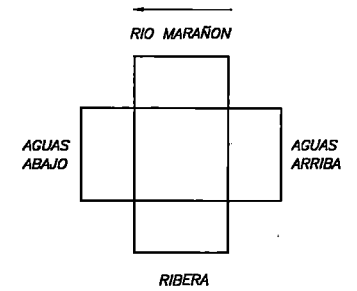
PONTON N° 3
CELDA N° : 14



OBSERVACIONES:

La celda estuvo llena con agua y tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Las paredes y soportes presentan corrosión.

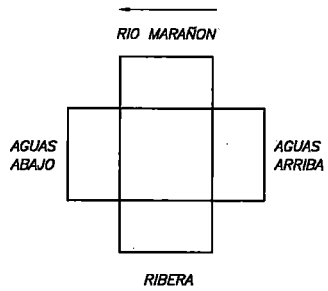
PONTON N° 3
CELDA N° : 15



OBSERVACIONES:

No se pudieron tomar datos ya que el Manhole estaba tapado por el soporte base de la motobomba.

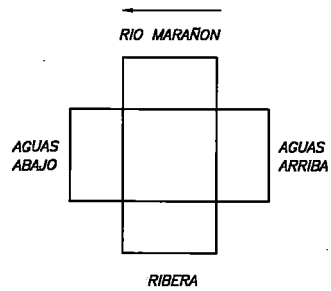
PONTON N° 3
CELDA N° : 16



OBSERVACIONES:

No se pudieron tomar datos ya que el Manhole estaba tapado por el soporte base de la motobomba.

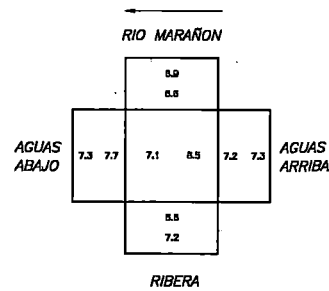
PONTON N° 3
CELDA N° : 17



OBSERVACIONES:

No se pudieron tomar datos ya que el Manhole estaba tapado por el soporte base de la motobomba.

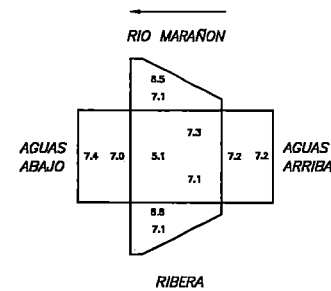
PONTON N° 3
CELDA N° : 18



OBSERVACIONES:

La celda estuvo llena con agua y tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Las paredes, fondo y soportes presentan corrosión.

PONTON N° 3
CELDA N° : 19



OBSERVACIONES:

La celda estuvo llena con agua que tuvo que evacuarse para poder efectuar las mediciones. Las paredes, soporte y fondo presentan corrosión.

SERIO A7/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	APROV.	H. Lopez	FIRMA	YR.	MO.	DAY
FECHA	DIR.	H. Lopez				
	DIR.	H. Lopez				
	DIR.	H. Lopez				
	DES. CHG.	M. Pardo				

UNI-FAC. ING. CIVIL

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU ESCALA S/E

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO

PONTON N° 3
EVALUACION DE CELDAS FLOTANTES

Job No. _____ Dwg. No. _____

REV. 01

4.4. Verificación – Diseño de Puentes de Acceso

4.4.1. Generalidades

El siguiente análisis estructural realizado a las nuevas estructuras puente de acceso a los pontones, están referidos al Tren de cargas aplicado a las escaleras como carga móvil de servicio. Dicho tren de cargas en nuestro análisis esta considerado como 3 Tn puntuales, las cuales serán aplicadas en cada uno de los nudos de la estructura.

De los resultados obtenidos obtenemos los esfuerzos inducidos en la armadura, analizando primero por separado las cargas muertas, vivas y móviles, y luego evaluar, mediante el programa estructural, el efecto final al actuar los 3 sistemas de carga debidamente factorados.

El diseño esta considerando para el Pontón N° 1 el uso de tubos de 4" estándar tanto para las armaduras de las bridas y vigas transversales, mientras que se utilizarán tubos de 2" para las diagonales y montantes de la escalera, el piso a considerar será similar al que se esta usando actualmente. Mientras que para los pontones N° 2 y 3 el tubo de 4" será reemplazado por una tubería de las mismas características de 3".

Los análisis siguientes fueron realizados mediante el uso del programa estructural PT del Dr. Hugo H.Scaletti, con el cual se realizaron las evaluaciones de las secciones necesarias para satisfacer los esfuerzos inducidos a la estructura por las cargas propuestas para el análisis.

Se deberá tener en cuenta lo siguiente:

Que los esfuerzos en Tracción (+) no pueden exceder de los 1500 Kg/cm².

Que los esfuerzos en Compresión (-) no pueden exceder los 1000 Kg/cm².

La máxima deflexión permisible debe ser menor de L/500, donde L es la luz del reticulado.

4.4.2. Análisis de Puentes de Acceso

4.4.2.1. Análisis Estructural Reticulado Escalera Pontón N° 1

De los valores obtenidos con el programa estructural procedemos al análisis ubicando los valores máximos:

Area Tubo 4": 20.45 Cm² Area Tubo 2": 6.90 Cm²

Máxima deflexión: L/500 \Rightarrow 15/500 = 0.03 mts.

Cargas Muertas (CM):

Bridas Superior e Inferior (4"):

Elementos en Tracción: 20, 24, 28 y 32.

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Tracción: 1.932 E+03 Kg.

$\Rightarrow \sigma = 1932/20.45 = 94.47 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Compresión: -1.988 E+03 Kg.

$\Rightarrow \sigma = 1988/20.45 = 97.21 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 43 y 7.

Elementos en Compresión: 3 y 47.

Tracción: 7.461 E+02 Kg.

$\Rightarrow \sigma = 746.1/6.90 = 108.1 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Compresión: -9.119 E+02 Kg.

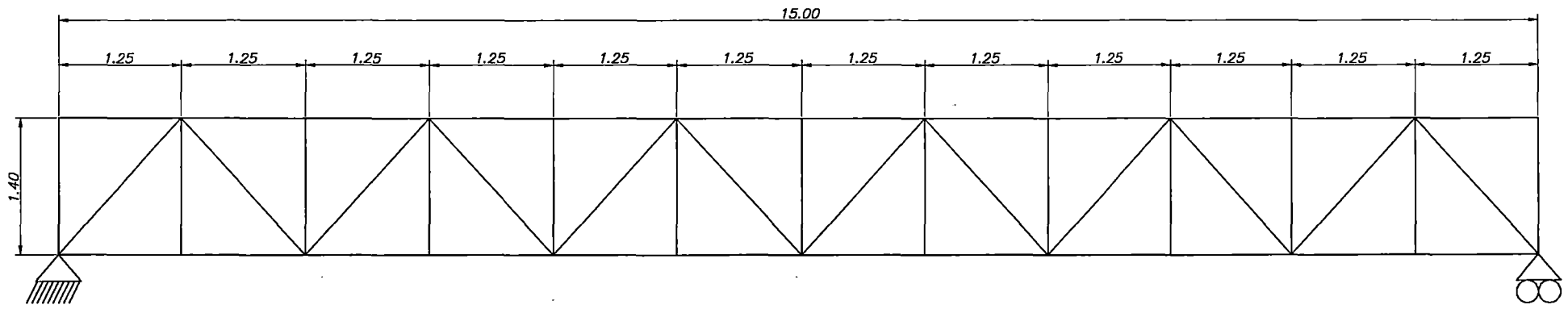
$\Rightarrow \sigma = 911.9/6.90 = 132.2 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Análisis de deflexiones:

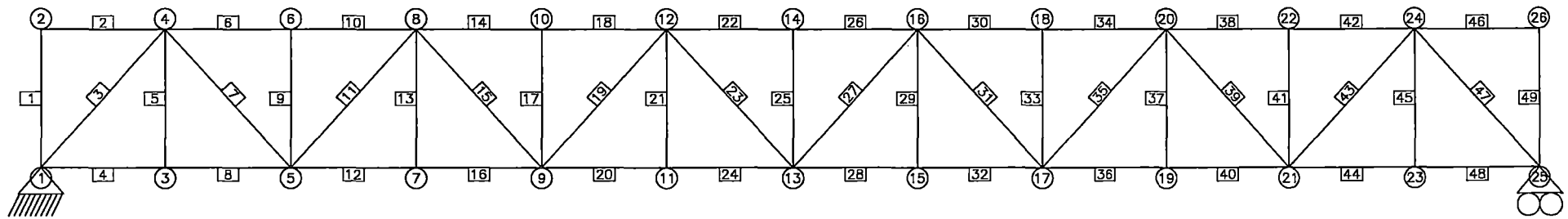
Máxima deflexión nudos 13 y14: -2.18 E-03 < 0.03 mts.

Cargas Vivas (CV):

Bridas Superior e Inferior (4"):



ESTRUCTURA RETICULADA - PONTON N° 1



CODIFICACION DE NUDOS Y ELEMENTOS

COMPONENTES DEL PUENTE RETICULADO	
N°	COMPOSICION
01	BRIDA SUPERIOR Tub. Standard ϕ 4"; Peso : 10.79 lbs/pie
02	BRIDA INFERIOR Tub. Standard ϕ 4"; Peso : 10.79 lbs/pie
03	DIAGONALES Tub. Standard ϕ 2"; Peso : 3.65 lbs/pie
04	MONTANTES Tub. Standard ϕ 2"; Peso : 3.65 lbs/pie

SFR0 A/ES 10/92 D C40 FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	APROX.	H. Lopez	FIRMA	YR.	MO	DAY
FECHA	DIAGN.	H. Lopez				
	DIRV./CHK.	H. Lopez				
	DESNO.	H. Lopez				
	DES. CHK.	M. Pardo				

PETROPERU

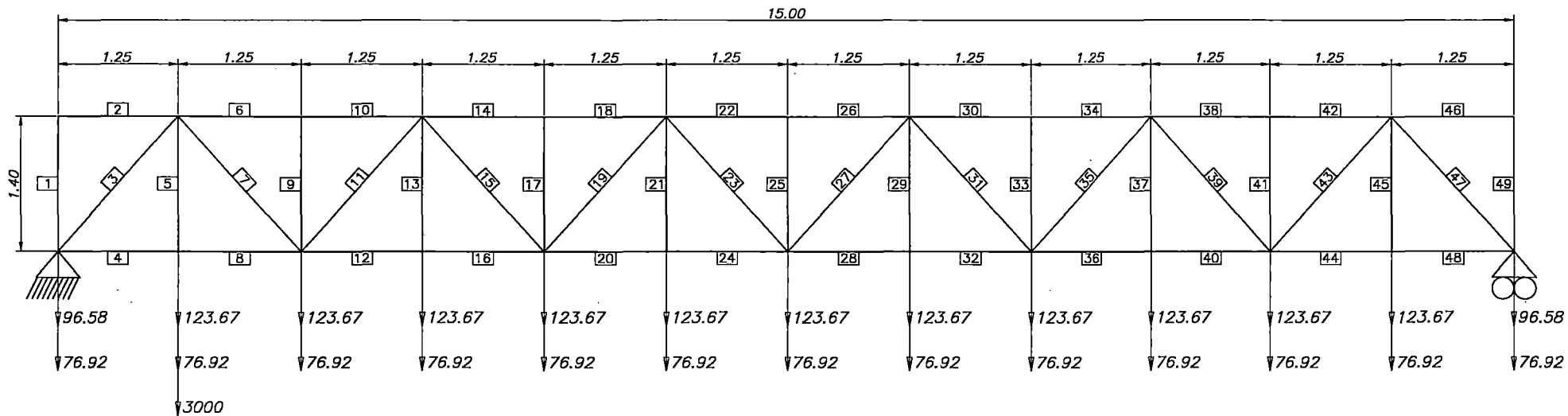
APROBADO POR PETROPERU

ESCALA S/E

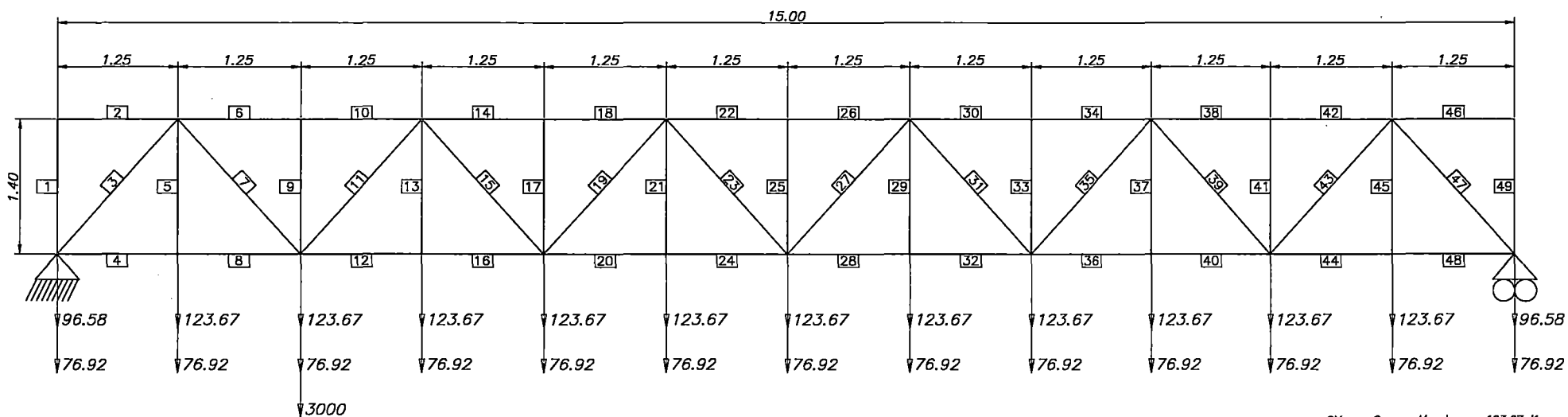
UNI-FAC. ING. CIVIL

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO		
NUEVO PUENTE RETICULADO - PONTON N° 1 DETALLE DE ESTRUCTURA Y CODIFICACION		
Job No.	Desg. No.	REV. 01



UBICACION DEL PRIMER TREN DE CARGAS



UBICACION DEL SEGUNDO TREN DE CARGAS

CM = Cargas Muertas = 123.67 Kg.
 CV = Cargas Vivas = 76.92 Kg.
 CM = Cargas Movil = 3000 Kg.

STRO A7/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	APROV. H. Lopez	FIRMA	YR.	MD	DAY
FECHA	DRAWN H. Lopez				
	DISEÑO H. Lopez				
	DESDE H. Lopez				
	DEL CHK. M. Pardo				
UNI-FAC. ING. CIVIL					

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU _____

ESCALA S/E

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO MORPERUANO	
NUEVO PUENTE RETICULADO - PONTON N° 1 UBICACION TRENS DE CARGAS	
Job No.	Dep. No.
	REV. D1

Elementos en Tracción: 20, 24, 28 y 32.

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Tracción: 1.202 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 1202/20.45 = 58.78 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -1.236 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 1236/20.45 = 60.44 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 43 y 7.

Elementos en Compresión: 47 y 3.

Tracción: 4.640 E+02 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 464.0/6.90 = 67.24 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -5.672 E+02 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 567.2/6.90 = 82.20 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 13 y14: -1.356 E-03 < 0.03 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 3:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (4"):

Elementos en Tracción: 4 y 8.

Elementos en Compresión: 6 y 10.

Tracción: 2.455 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2455/20.45 = 120.05 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -2.232 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2232/20.45 = 109.14 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 5.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 3.000 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3000/6.90 = 434.78 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -3.687 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3687/6.90 = 534.35 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 9 y10: -1.788 E-03 < 0.03 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (4'')

Elementos en Tracción: 28 y 32.

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Tracción: 5.865 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5865/20.45 = 286.80 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -6.223 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 6223/20.45 = 304.30 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2'')

Elementos en Tracción: 4 y 8.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 3.948 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3948/6.90 = 572.17 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -5.927 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5927/6.90 = 858.99 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 13 y14: -7.0396 E-03 < 0.03 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 5:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (4"):

Elementos en Tracción: 12 y 16.

Elementos en Compresión: 6 y 10.

Tracción: 4.018 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4018/20.45 = 196.48 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -4.464 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4464/20.45 = 218.29 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 3.351 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3351/6.90 = 485.65 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -3.351 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3351/6.90 = 485.65 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 9 y10: -3.4789 E-03 < 0.03 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (4"):

Elementos en Tracción: 20 y 24.

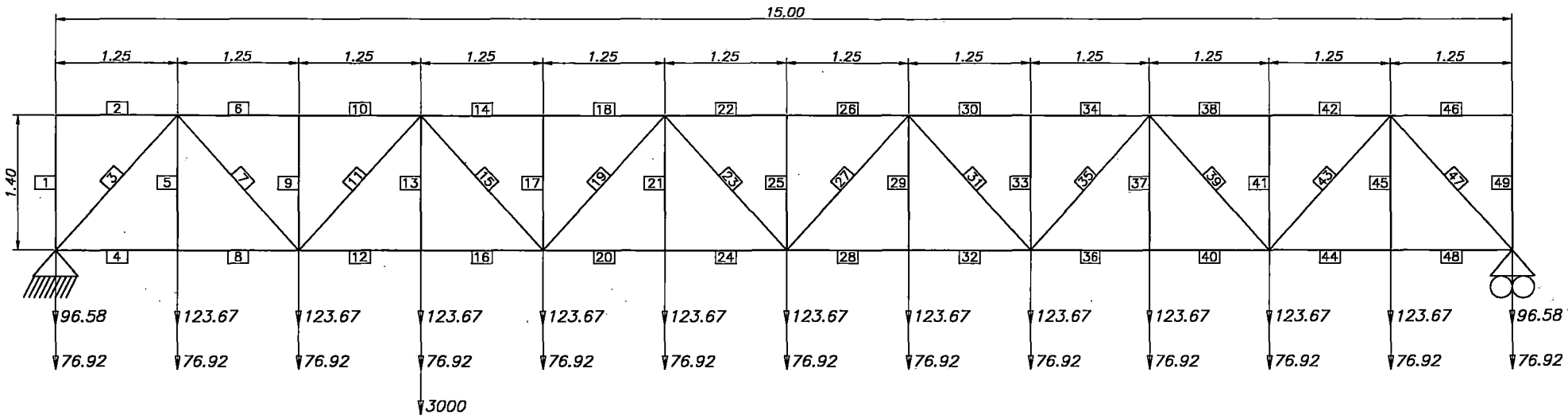
Elementos en Compresión: 14 y 18.

Tracción: 7.873 E+03 Kg.

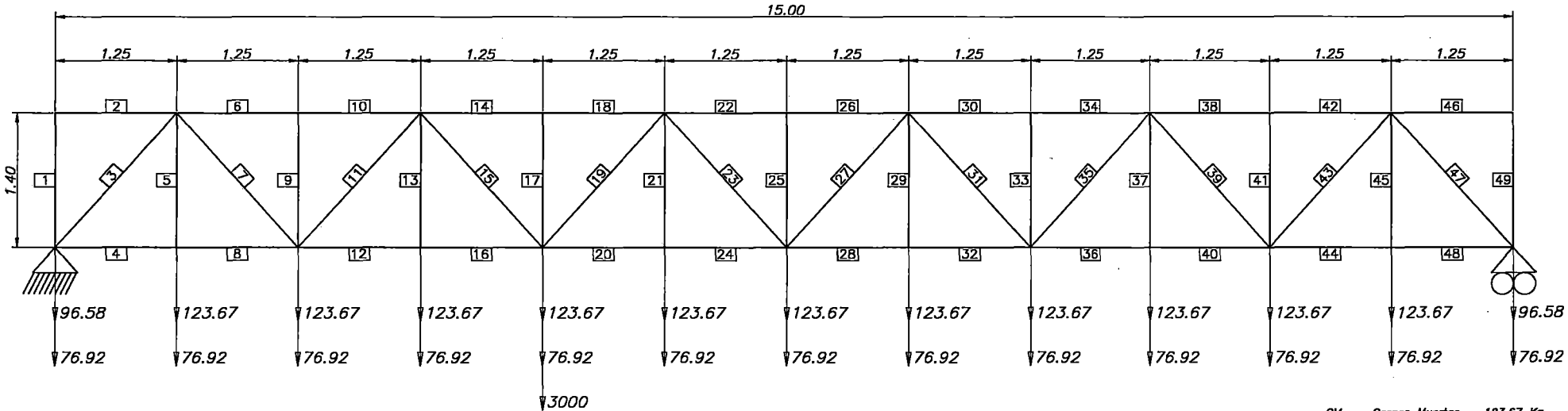
$$\Rightarrow \sigma = 7873/20.45 = 384.99 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -7.913 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 7913/20.45 = 386.94 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$



UBICACION DEL TERCER TREN DE CARGAS



UBICACION DEL CUARTO TREN DE CARGAS

CM = Cargas Muertas = 123.67 Kg.
 CV = Cargas Vivas = 76.92 Kg.
 CM = Cargas Movil = 3000 Kg.

SFTD AY/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	APROV. H. Lopez	FIRMA	YRL	MO	DAY
FECHA	DRAWN H. Lopez				
D.	DRW./CHK H. Lopez				
	DESIGN H. Lopez				
	DES. CHK M. Peña				

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU

ESCALA S/E

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL DLEODUCTO NORPERUANO

NUEVO PUEBLO RETICULADO - PONTON N° 1

UBICACION TRENS DE CARGAS

Job No. _____ Dwg. No. _____ REV. 01

Diagonales y Montantes (2'')

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 5.185 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5185/6.90 = 751.45 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -5.592 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5592/6.90 = 810.43 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11: -8.6882 E-03 < 0.03 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 7:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (4'')

Elementos en Tracción: 12 y 16.

Elementos en Compresión: 14 y 18.

Tracción: 6.027 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 6027/20.45 = 294.72 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -5.357 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5357/20.45 = 261.96 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2'')

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3 y 11.

Tracción: 3.016 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3016/6.90 = 437.10 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -3.016 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3016/6.90 = 437.10 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11 y 12: -4.9925 E-03 < 0.03 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (4"):

Elementos en Tracción: 12 y 16.

Elementos en Compresión: 14 y 18.

Tracción: 9.690 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 9690/20.45 = 473.83 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2$ **OK.**

Compresión: -9.699 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 9.699/20.45 = 474.28 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2$ **OK.**

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 4.850 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 4850/6.90 = 702.89 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2$ **OK.**

Compresión: -5.257 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 5257/6.90 = 761.88 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2$ **OK.**

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11: -1.0210 E-02 < 0.03 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 9:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (4"):

Elementos en Tracción: 20 y 24.

Elementos en Compresión: 14 y 18.

Tracción: 6.250 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 6250/20.45 = 305.62 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -7.143 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 7143/20.45 = 349.29 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2''):

Elementos en Tracción: 7 y 15.

Elementos en Compresión: 3 y 11.

Tracción: 2.681 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2681/6.90 = 388.55 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -2.681 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2681/6.90 = 388.55 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11 y 12: -6.2586 E-03 < 0.03 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (4''):

Elementos en Tracción: 20 y 24.

Elementos en Compresión: 14 y 18.

Tracción: 1.100 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 11000/20.45 = 537.89 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -1.148 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 11480/20.45 = 561.37 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

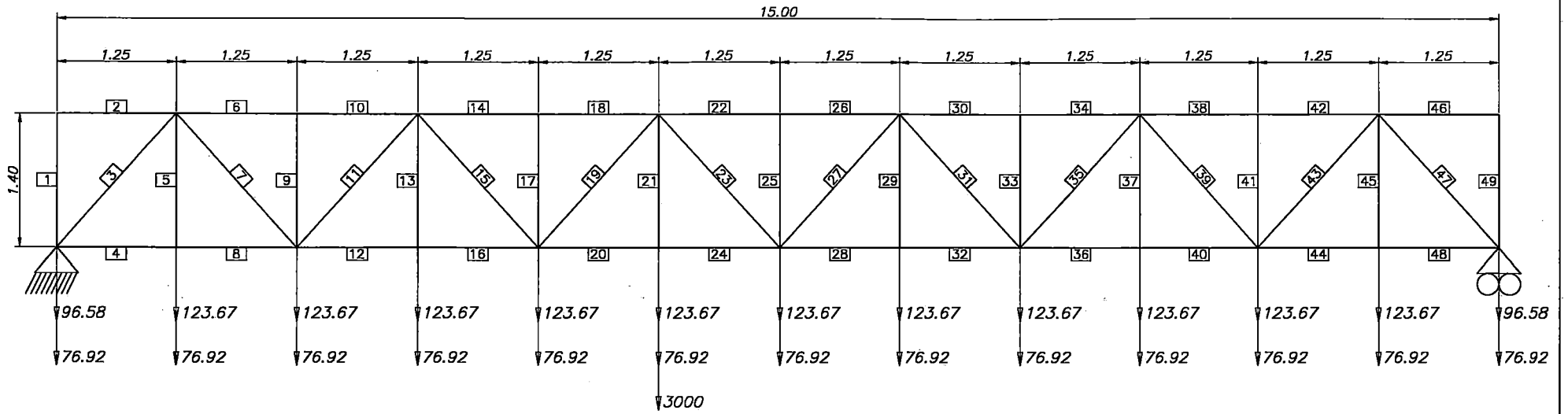
Diagonales y Montantes (2''):

Elementos en Tracción: 7.

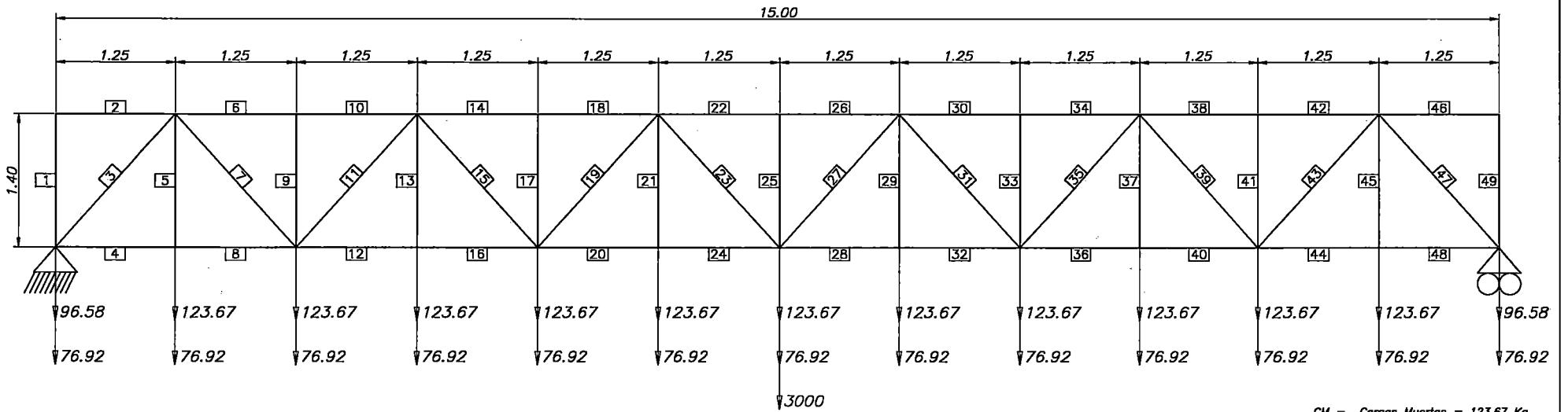
Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 4.515 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4515/6.90 = 654.35 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$



UBICACION DEL QUINTO TREN DE CARGAS



UBICACION DEL SEXTO TREN DE CARGAS

CM = Cargas Muertas = 123.67 Kg.
 CV = Cargas Vivas = 76.92 Kg.
 CM = Cargas Movil = 3000 Kg.

SFRD AT/ES 10/92 D CSD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV. BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV. BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	FIRMA	YR.	MO.	DAY
FECHA	APROV. H. Lopez	01		
D.	DRAWN H. Lopez	01		
	DISEÑO H. Lopez	01		
	DES. CHK. H. Lopez	01		
	DES. CHK. M. Palle	01		

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU

ESCALA S/E

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATMIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO

NUEVO PUNTE RETICULADO - PONTON N° 1

UBICACION TRENS DE CARGAS

Job No. _____ Dwg. No. _____ REV. 01

Compresión: -4.922 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4922/6.90 = 713.33 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11: -1.1476 E-02 < 0.03 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 11:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (4"):

Elementos en Tracción: 20 y 24.

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Tracción: 7.812 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 7812/20.45 = 382.00 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -6.696 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 6696/20.45 = 327.43 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 21.

Elementos en Compresión: 3, 11, 19.

Tracción: 3.000 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3000/6.90 = 434.78 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -2.346 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2346/6.90 = 340.00 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11: -7.4880 E-03 < 0.03 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (4"):

Elementos en Tracción: 20 y 24.

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Tracción: 1.256 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 12560/20.45 = 614.18 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -1.158 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 11580/20.45 = 566.26 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 4.179 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4179/6.90 = 605.65 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -4.587 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4587/6.90 = 664.78 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11: -1.2706 E-02 < 0.03 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 13:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (4"):

Elementos en Tracción: 20, 24, 28 y 32.

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Tracción: 6.696 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 6696/20.45 = 327.43 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -8.036 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 8036/20.45 = 392.96 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 7, 15, 23, 27, 35, 43.

Elementos en Compresión: 3, 11, 19, 31, 39, 47.

Tracción: 2.011 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 2011/6.90 = 291.45 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2$ OK.

Compresión: -2.011 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 2011/6.90 = 291.45 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2$ OK.

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 13 y 14: -7.5352 E-03 < 0.03 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (4"):

Elementos en Tracción: 20, 24, 28, 32.

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Tracción: 1.144 E+04 Kg.

⇒ $\sigma = 11440/20.45 = 559.41 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2$ OK.

Compresión: -1.292 E+04 Kg.

⇒ $\sigma = 12920/20.45 = 631.78 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2$ OK.

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 7, 43.

Elementos en Compresión: 3, 47.

Tracción: 3.844 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 3844/6.90 = 557.10 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2$ OK.

Compresión: -4.252 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 4252/6.90 = 616.23 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2$ OK.

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 13 y 14: -1.2893 E-02 < 0.03 mts

DATOS DE ENTRADA – PT Versión 2.3 – H. Scaletti (1975, Rev. 1995)

Análisis Estructural de Reticulado para Pontón N° 01

26,49,3,1	3,1,4,6.902E-4
1,0.00,0.00,11	4,1,3,20.449E-4
2,0.00,1.40,00	5,3,4,6.902E-4
3,1.25,0.00,00	6,4,6,20.449E-4
4,1.25,1.40,00	7,4,5,6.902E-4
5,2.50,0.00,00	8,3,5,20.449E-4
6,2.50,1.40,00	9,5,6,6.902E-4
7,3.75,0.00,00	10,6,8,20.449E-4
8,3.75,1.40,00	11,5,8,6.902E-4
9,5.00,0.00,00	12,5,7,20.449E-4
10,5.00,1.4,00	13,7,8,6.902E-4
11,6.25,0.0,00	14,8,10,20.449E-4
12,6.25,1.4,00	15,8,9,6.902E-4
13,7.50,0.0,00	16,7,9,20.449E-4
14,7.50,1.4,00	17,9,10,6.902E-4
15,8.75,0.0,00	18,10,12,20.449E-4
16,8.75,1.4,00	19,9,12,6.902E-4
17,10.0,0.0,00	20,9,11,20.449E-4
18,10.0,1.4,00	21,11,12,6.902E-4
19,11.25,0.0,00	22,12,14,20.449E-4
20,11.25,1.4,00	23,12,13,6.902E-4
21,12.50,0.0,00	24,11,13,20.449E-4
22,12.50,1.4,00	25,13,14,6.902E-4
23,13.75,0.0,00	26,14,16,20.449E-4
24,13.75,1.4,00	27,13,16,6.902E-4
25,15.00,0.0,01	28,13,15,20.449E-4
26,15.00,1.4,00	29,15,16,6.902E-4
1,1,2,6.902E-4	30,16,18,20.449E-4
2,2,4,20.449E-4	31,16,17,6.902E-4

32,15,17,20.449E-4	11,0,-123.67
33,17,18,6.902E-4	13,0,-123.67
34,18,20,20.449E-4	15,0,-123.67
35,17,20,6.902E-4	17,0,-123.67
36,17,19,20.449E-4	19,0,-123.67
37,19,20,6.902E-4	21,0,-123.67
38,20,22,20.449E-4	23,0,-123.67
39,20,21,6.902E-4	25,0,-96.58
40,19,21,20.449E-4	13
41,21,22,6.902E-4	1,0,-76.92
42,22,24,20.449E-4	3,0,-76.92
43,21,24,6.902E-4	5,0,-76.92
44,21,23,20.449E-4	7,0,-76.92
45,23,24,6.902E-4	9,0,-76.92
46,24,26,20.449E-4	11,0,-76.92
47,24,25,6.902E-4	13,0,-76.92
48,23,25,20.449E-4	15,0,-76.92
49,25,26,6.902E-4	17,0,-76.92
2E10	19,0,-76.92
13	21,0,-76.92
1,0,-96.58	23,0,-76.92
3,0,-123.67	25,0,-76.92
5,0,-123.67	1
7,0,-123.67	3,0,-3000.00
9,0,-123.67	1.4,1.7,1

Nota: Los Resultados del análisis se encuentran adjuntos en el Disquete incluido dentro de los anexos.

4.4.2.2. Análisis Estructural Reticulado Escalera Pontón N° 2

De los valores obtenidos procedemos al análisis ubicando los valores máximos:

Area Tubo 3": 14.39 Cm² Area Tubo 2": 6.90 Cm²

Máxima deflexión: $L/500 \Rightarrow 10.40/500 = 0.021$ mts.

Cargas Muertas (CM):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 28 y 32.

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Tracción: 1.244 E+03 Kg.

$\Rightarrow \sigma = 1244/14.39 = 86.45 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2$ OK.

Compresión: -1.244 E+03 Kg.

$\Rightarrow \sigma = 1244/14.39 = 86.45 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2$ OK.

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 4.742 E+02 Kg.

$\Rightarrow \sigma = 474.2/6.90 = 68.72 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2$ OK.

Compresión: -5.691 E+02 Kg.

$\Rightarrow \sigma = 569.1/6.90 = 82.48 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2$ OK.

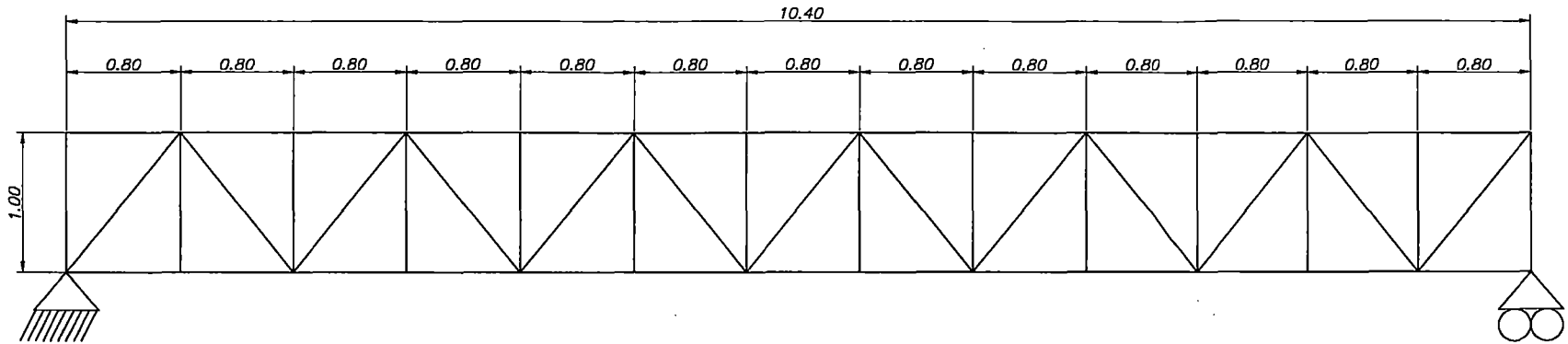
Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 15: -1.2369 E-03 < 0.021 mts.

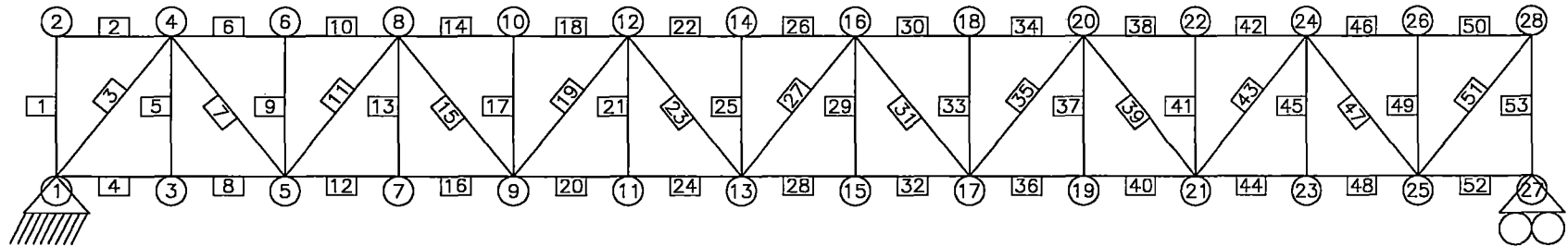
Cargas Vivas (CV):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 28 y 32.



ESTRUCTURA RETICULADA - PONTON N° 2



CODIFICACION DE NUDOS Y ELEMENTOS

COMPONENTES DEL PUENTE RETICULADO

- | | |
|----|-----------------------------------------------------------------------|
| N° | COMPOSICION |
| 01 | BRIDA SUPERIOR
Tub. Standard \varnothing 3"; Peso : 7.58 lbs/pie |
| 02 | BRIDA INFERIOR
Tub. Standard \varnothing 3"; Peso : 7.58 lbs/pie |
| 03 | DIAGONALES
Tub. Standard \varnothing 2"; Peso : 3.65 lbs/pie |
| 04 | MONTANTES
Tub. Standard \varnothing 2"; Peso : 3.65 lbs/pie |

SFTD AY/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV. BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV. BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	APROV.	H. Lopez	FIRMA	YRL	MOD	DAY
FECHA	DIABN	H. Lopez				
D.	DIR/CHK	H. Lopez				
	DISERD	H. Lopez				
	DES. DCH	M. Peña				

PETROPERU

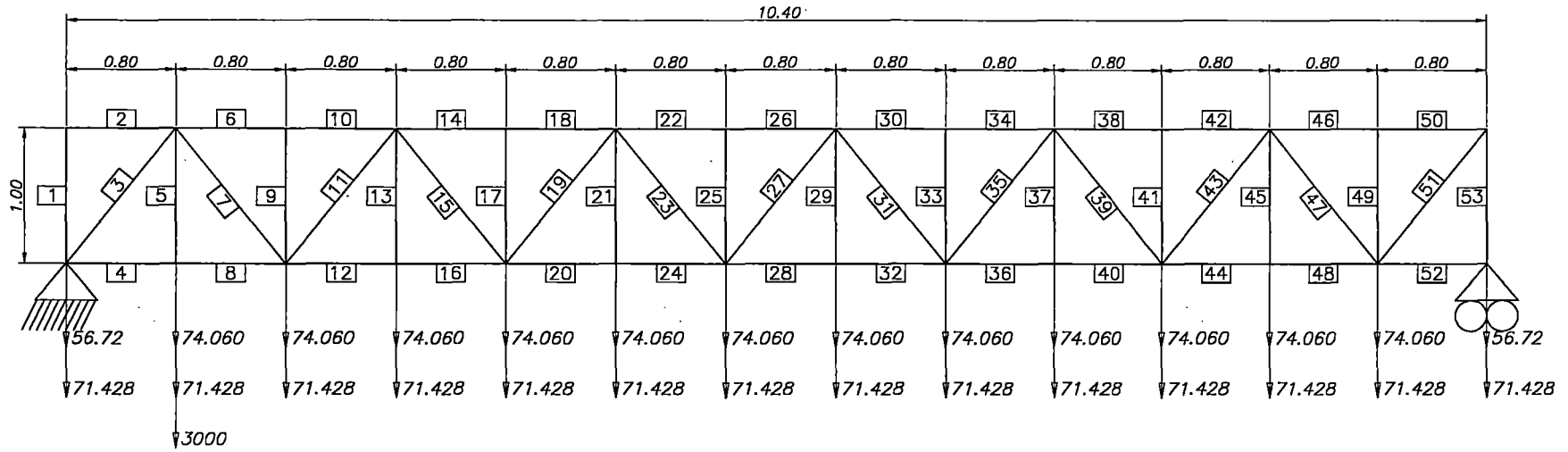
APROBADO POR
PETROPERU
DATE: _____

ESCALA
S/E

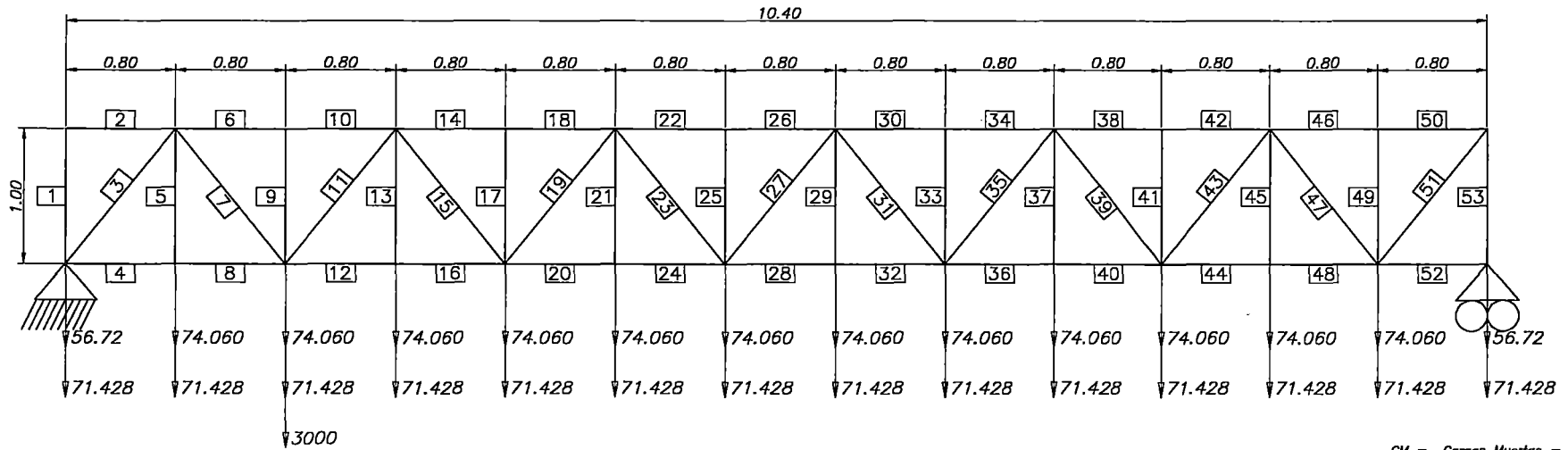
MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES
DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL
OLEODUCTO NORPERUANO

NUEVO PUENTE RETICULADO - PONTON N° 2
DETALLE DE ESTRUCTURA Y CODIFICACION

Job No. _____ Dwg. No. _____ REV. 01



UBICACION DEL PRIMER TREN DE CARGAS



UBICACION DEL SEGUNDO TREN DE CARGAS

CM = Cargas Muertas = 74.060 Kg.
 CV = Cargas Vivas = 71.428 Kg.
 CM = Cargas Movil = 3000 Kg.

SISTRO A1/ES 10/92 D CSD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	APROV. H. Lopez	FIRMA	YR. MO. DAY
FECHA	DESIGN H. Lopez		
	DISEÑO H. Lopez		
	DES. ENCL M. Peña		

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU
 ESCALA S/E
 DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO
 NUEVO PUENTE RETICULADO - PONTON N° 2
 UBICACION TRENES DE CARGAS
 Job No. _____ Dwg. No. _____ REV. 01

UNI-FAC. ING. CIVIL

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Tracción: 1.200 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 1200/14.39 = 83.39 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -1.200 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 1200/14.39 = 83.39 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2''):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 4.574 E+02 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 457.4/6.90 = 66.29 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -5.488 E+02 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 548.8/6.90 = 79.54 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 15: -1.1930 E-03 < 0.021 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 3:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (3''):

Elementos en Tracción: 4 y 8.

Elementos en Compresión: 6 y 10.

Tracción: 2.215 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2215/14.39 = 153.93 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -2.031 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2031/14.39 = 141.14 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2''):

Elementos en Tracción: 5.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 3.000 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 3000/6.90 = 434.78 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2$ OK.

Compresión: -3.546 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 3546/6.90 = 513.91 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2$ OK.

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11 y 12: -1.4368 E-03 < 0.021 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 20.

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Tracción: 5.079 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 5079/14.39 = 352.95 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2$ OK.

Compresión: -5.074 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 5.074/14.39 = 352.61 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2$ OK.

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 5.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 3.225 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 3225/6.90 = 467.39 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2$ OK.

Compresión: -5.276 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 5276/6.90 = 764.64 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2$ OK.

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 13 y14: -5.1389 E-03 < 0.021 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 5:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 12 y 16.

Elementos en Compresión: 6 y 10.

Tracción: 3.692 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3692/14.39 = 256.57 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -4.062 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4062/14.39 = 282.28 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 3.251 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3251/6.90 = 471.16 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -3.251 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3251/6.90 = 471.16 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11 y 12: -2.8080 E-03 < 0.021 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 20.

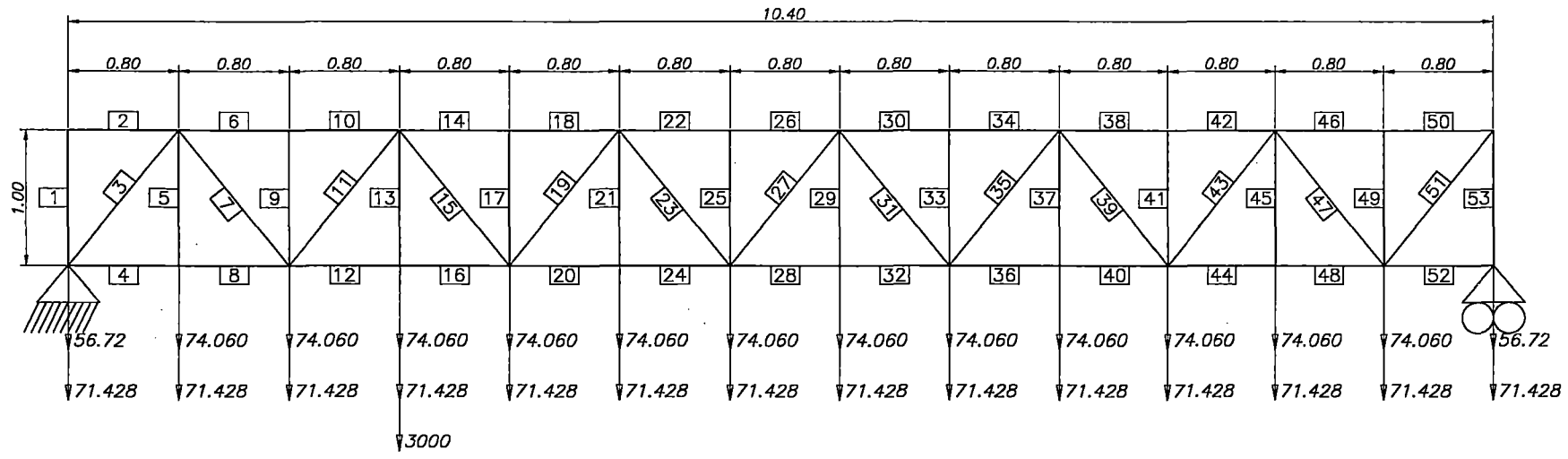
Elementos en Compresión: 14 y 18.

Tracción: 6.556 E+03 Kg.

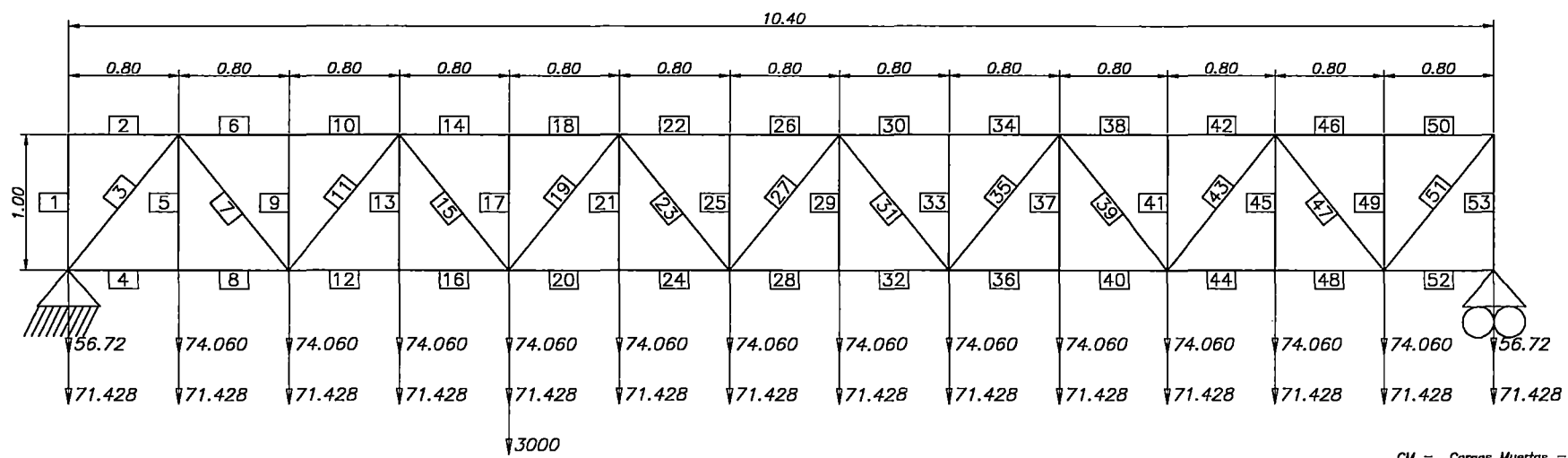
$$\Rightarrow \sigma = 6556/14.39 = 455.59 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -6.565 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 6565/14.39 = 456.22 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$



UBICACION DEL TERCER TREN DE CARGAS



UBICACION DEL CUARTO TREN DE CARGAS

CM = Cargas Muertas = 74.060 Kg.
 CV = Cargas Vivas = 71.428 Kg.
 CM = Cargas Movil = 3000 Kg.

SPRO AT/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	APROV.	H. Lopez	FIRMA	YR.	MO.	DAY
FECHA	DRUM	H. Lopez		01		
	DRW/CHK	H. Lopez		01		
D.	DESERD	H. Lopez		01		
	DES. ENK	M. Peña		01		

PETROPERU

APROBADO POR
PETROPERU

ESCALA
S/E

UNI-FAC. ING. CIVIL

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO	
NUEVO PUENTE RETICULADO - PONTON N° 2 UBICACION TRENS DE CARGAS	
Job No.	Desg. No.
REV.	01

Diagonales y Montantes (2'')

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 4.692 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4692/6.90 = 680.00 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -4.981 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4981/6.90 = 721.88 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 13 y 14: -6.4845 E-03 < 0.021 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 7:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (3'')

Elementos en Tracción: 12 y 16.

Elementos en Compresión: 14 y 18.

Tracción: 5.538 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5538/14.39 = 384.85 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -4.985 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4985/14.39 = 346.42 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2'')

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3 y 11.

Tracción: 3.000 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3000/6.90 = 434.78 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -2.955 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2955/6.90 = 428.26 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11 y 12: -4.0477 E-03 < 0.021 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 12 y 16.

Elementos en Compresión: 14 y 18.

Tracción: 8.240 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 8240/14.39 = 572.62 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2$ **OK.**

Compresión: -8.226 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 8226/14.39 = 571.65 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2$ **OK.**

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 4.397 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 4397/6.90 = 637.25 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2$ **OK.**

Compresión: -4.685 E+03 Kg.

⇒ $\sigma = 4685/6.90 = 678.99 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2$ **OK.**

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 13 y 14: -7.7151 E-03 < 0.021 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 9:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 20 y 24.

Elementos en Compresión: 14 y 18.

Tracción: 5.908 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5908/14.39 = 410.56 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -6.646 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 6646/14.39 = 461.85 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2''):

Elementos en Tracción: 7 y 15.

Elementos en Compresión: 3 y 11.

Tracción: 2.660 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2660/6.90 = 385.51 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -2.660 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2660/6.90 = 385.51 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11 y 12: -5.0905 E-03 < 0.021 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (3''):

Elementos en Tracción: 20 y 24.

Elementos en Compresión: 14 y 18.

Tracción: 9.509 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 9509/14.39 = 660.81 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -9.888 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 9888/14.39 = 687.14 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

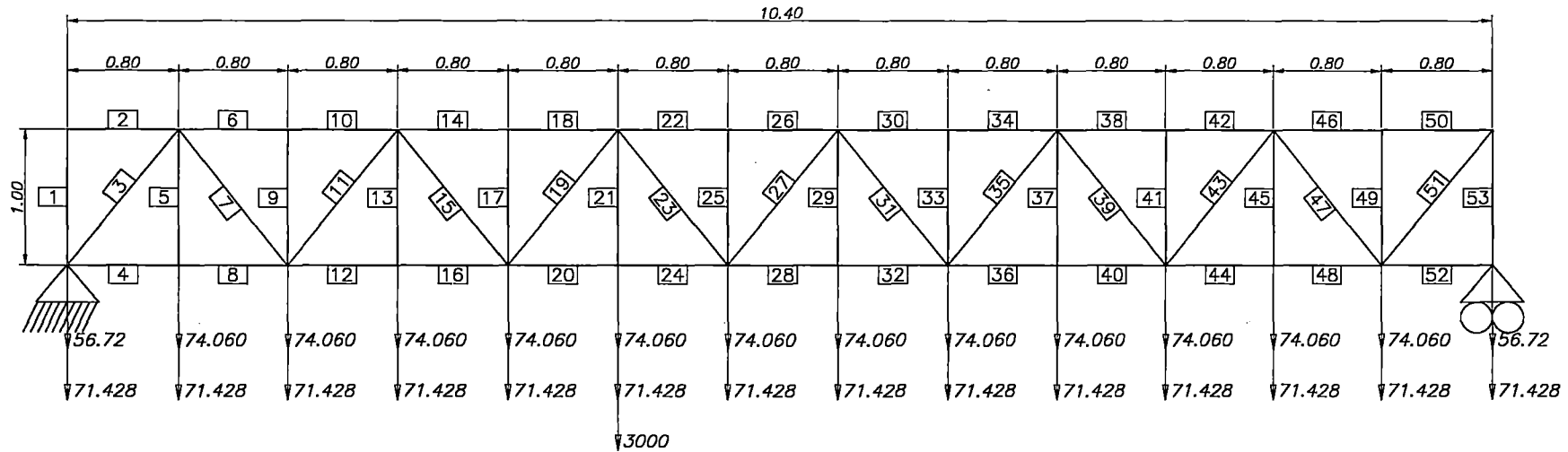
Diagonales y Montantes (2''):

Elementos en Tracción: 7.

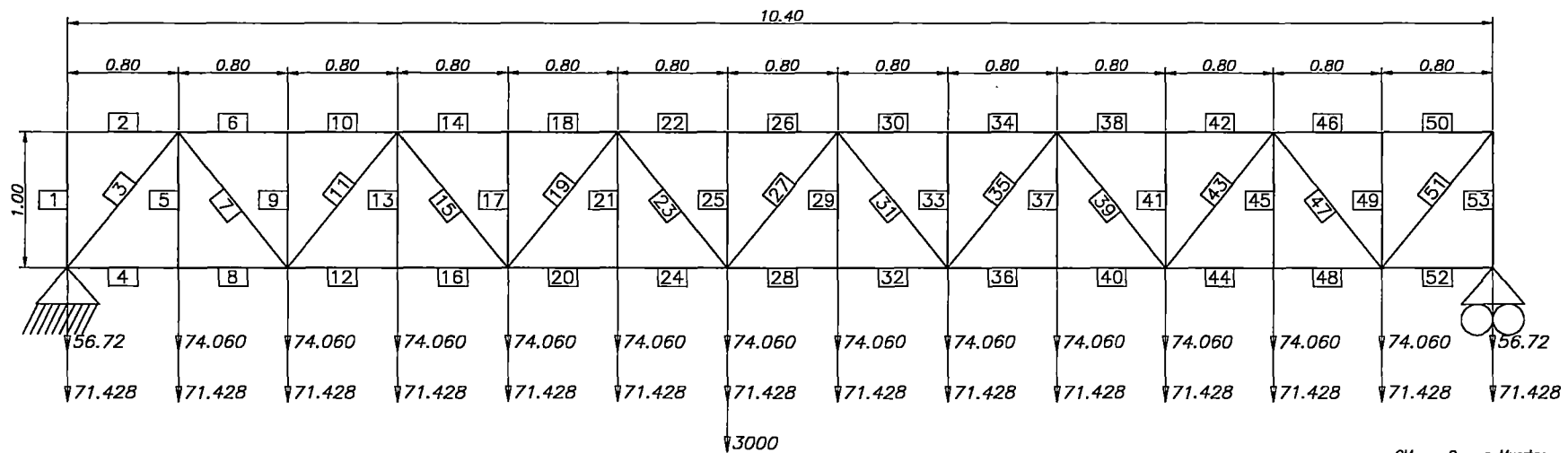
Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 4.101 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4101/6.90 = 594.35 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$



UBICACION DEL QUINTO TREN DE CARGAS



UBICACION DEL SEXTO TREN DE CARGAS

CM = Cargas Muertas = 74.060 Kg.
 CV = Cargas Vivas = 71.428 Kg.
 CM = Cargas Mavil = 3000 Kg.

SFCO AT/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	APROB. H. Lopez	FIRMA	TEL. NO. DIA
FECHA	DESIGN. H. Lopez		
	DISEÑO H. Lopez		
	DES. CIV. M. Peña		

UNI-FAC. ING. CIVIL

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU

ESCALA S/E

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO		
NUEVO PUENTE RETICULADO - PONTON N° 2 UBICACION TRENS DE CARGAS		
Job No.	Dwg. No.	REV. 01

Compresión: -4.389 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4389/6.90 = 636.09 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 13 y 14: -8.7732 E-03 < 0.021 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 11:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 20 y 24.

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Tracción: 7.385 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 7385/14.39 = 513.20 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -6.462 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 6462/14.39 = 449.06 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 21.

Elementos en Compresión: 3, 11, 19.

Tracción: 3.000 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3000/6.90 = 434.78 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -2.364 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2364/6.90 = 342.61 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11: -6.0877 E-03 < 0.021 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 20 y 24.

Elementos en Compresión: 26.

Tracción: 1.099 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 1099/14.39 = 76.37 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -1.024 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 1024/14.39 = 71.16 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 3.806 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3806/6.90 = 551.59 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -4.094 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4094/6.90 = 593.33 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11: -9.6300 E-03 < 0.021 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 13:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 28 y 32.

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Tracción: 6.646 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 6646/14.39 = 461.85 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -7.754 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 7754/14.39 = 538.85 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 7, 15, 23.

Elementos en Compresión: 3, 11, 19.

Tracción: 2.069 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2069/6.90 = 299.86 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -2.069 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2069/6.90 = 299.86 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11 y 12: -5.8655 E-03 < 0.021 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (3'')

Elementos en Tracción: 28, 32.

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Tracción: 1.043 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 10430/14.39 = 724.81 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -1.154 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 11540/14.39 = 801.95 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2'')

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 3.510 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3510/6.90 = 508.69 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -3.798 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3798/6.90 = 550.43 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 15: -9.9057 E-03 < 0.021 mts

DATOS DE ENTRADA – PT Versión 2.3 – H. Scaletti (1975, Rev. 1995)
Análisis Estructural de Reticulado para Pontón N° 02

28,53,3,1	1,1,2,6.902E-4
1,0.00,0.00,11	2,2,4,14.39E-4
2,0.00,1.00,00	3,1,4,6.902E-4
3,0.80,0.00,00	4,1,3,14.39E-4
4,0.80,1.00,00	5,3,4,6.902E-4
5,1.60,0.00,00	6,4,6,14.39E-4
6,1.60,1.00,00	7,4,5,6.902E-4
7,2.40,0.00,00	8,3,5,14.39E-4
8,2.40,1.00,00	9,5,6,6.902E-4
9,3.20,0.00,00	10,6,8,14.39E-4
10,3.20,1.0,00	11,5,8,6.902E-4
11,4.00,0.0,00	12,5,7,14.39E-4
12,4.00,1.0,00	13,7,8,6.902E-4
13,4.80,0.0,00	14,8,10,14.39E-4
14,4.80,1.0,00	15,8,9,6.902E-4
15,5.60,0.0,00	16,7,9,14.39E-4
16,5.60,1.0,00	17,9,10,6.902E-4
17,6.40,0.0,00	18,10,12,14.39E-4
18,6.40,1.0,00	19,9,12,6.902E-4
19,7.20,0.0,00	20,9,11,14.39E-4
20,7.20,1.0,00	21,11,12,6.902E-4
21,8.00,0.0,00	22,12,14,14.39E-4
22,8.00,1.0,00	23,12,13,6.902E-4
23,8.80,0.0,00	24,11,13,14.39E-4
24,8.80,1.0,00	25,13,14,6.902E-4
25,9.60,0.0,00	26,14,16,14.39E-4
26,9.60,1.0,00	27,13,16,6.902E-4
27,10.4,0.0,01	28,13,15,14.39E-4
28,10.4,1.0,00	29,15,16,6.902E-4

30,16,18,14.39E-4	7,0,-74.06
31,16,17,6.902E-4	9,0,-74.06
32,15,17,14.39E-4	11,0,-74.06
33,17,18,6.902E-4	13,0,-74.06
34,18,20,14.39E-4	15,0,-74.06
35,17,20,6.902E-4	17,0,-74.06
36,17,19,14.39E-4	19,0,-74.06
37,19,20,6.902E-4	21,0,-74.06
38,20,22,14.39E-4	23,0,-74.06
39,20,21,6.902E-4	25,0,-74.06
40,19,21,14.39E-4	27,0,-56.72
41,21,22,6.902E-4	14
42,22,24,14.39E-4	1,0,-71.428
43,21,24,6.902E-4	3,0,-71.428
44,21,23,14.39E-4	5,0,-71.428
45,23,24,6.902E-4	7,0,-71.428
46,24,26,14.39E-4	9,0,-71.428
47,24,25,6.902E-4	11,0,-71.428
48,23,25,14.39E-4	13,0,-71.428
49,25,26,6.902E-4	15,0,-71.428
50,28,26,14.39E-4	17,0,-71.428
51,28,25,6.902E-4	19,0,-71.428
52,27,25,14.39E-4	21,0,-71.428
53,27,28,6.902E-4	23,0,-71.428
2E10	25,0,-71.428
14	27,0,-71.428
1,0,-56.72	1
3,0,-74.06	3,0,-3000.00
5,0,-74.06	1.4,1.7,1

Nota: Los Resultados del análisis se encuentran adjuntos en el Disquete incluido dentro de los anexos.

4.4.2.3. Análisis Estructural Reticulado Escalera Pontón N° 3

De los valores obtenidos procedemos al análisis ubicando los valores máximos:

Area Tubo 3": 14.39 Cm² Area Tubo 2": 6.90 Cm²

Máxima deflexión: L/500 \Rightarrow 8.00/500 = 0.016 mts.

Cargas Muertas (CM):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 20 y 24.

Elementos en Compresión: 14, 18, 22 y 26.

Tracción: 7.357 E+02 Kg.

$\Rightarrow \sigma = 735.7/14.39 = 51.13 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Compresión: -7.063 E+02 Kg.

$\Rightarrow \sigma = 706.3/14.39 = 49.08 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 7 y 35.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 3.298 E+02 Kg.

$\Rightarrow \sigma = 329.8/6.90 = 47.79 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Compresión: -4.240 E+02 Kg.

$\Rightarrow \sigma = 424.0/6.90 = 61.45 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

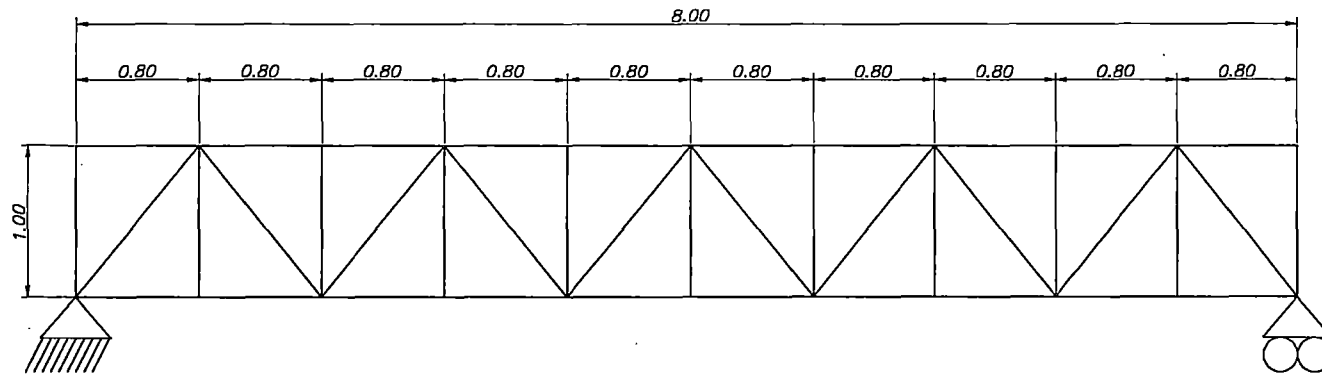
Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11: -4.8881 E-04 < 0.016 mts.

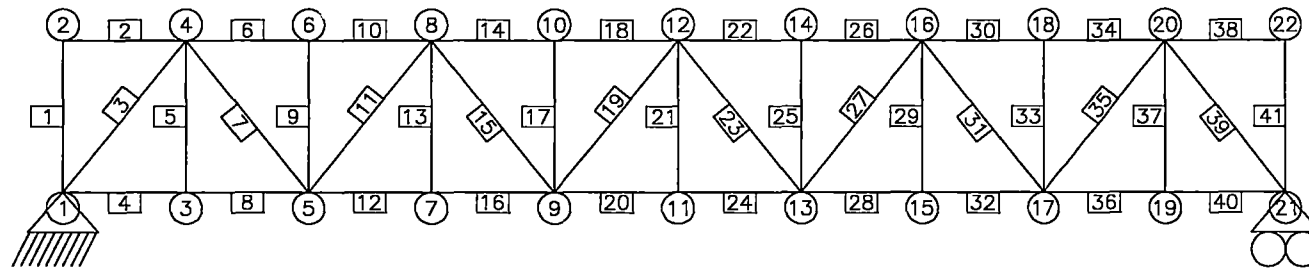
Cargas Vivas (CV):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 20 y 24.



ESTRUCTURA RETICULADA - PONTON N° 3



CODIFICACION DE NUDOS Y ELEMENTOS

COMPONENTES DEL PUENTE RETICULADO	
N°	COMPOSICION
01	BRIDA SUPERIOR Tub. Standard ϕ 3"; Peso : 7.58 lbs/pie
02	BRIDA INFERIOR Tub. Standard ϕ 3"; Peso : 7.58 lbs/pie
03	DIAGONALES Tub. Standard ϕ 2"; Peso : 3.65 lbs/pie
04	MONTANTES Tub. Standard ϕ 2"; Peso : 3.65 lbs/pie

SFWO A/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV. BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV. BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	APROV. H. Lopez	FIRMA	YRL	MO	DAY
FECHA	DRW/CHK H. Lopez				
D.	DES/END H. Lopez				
	DES. CRK M. Parfo				

PETROPERU

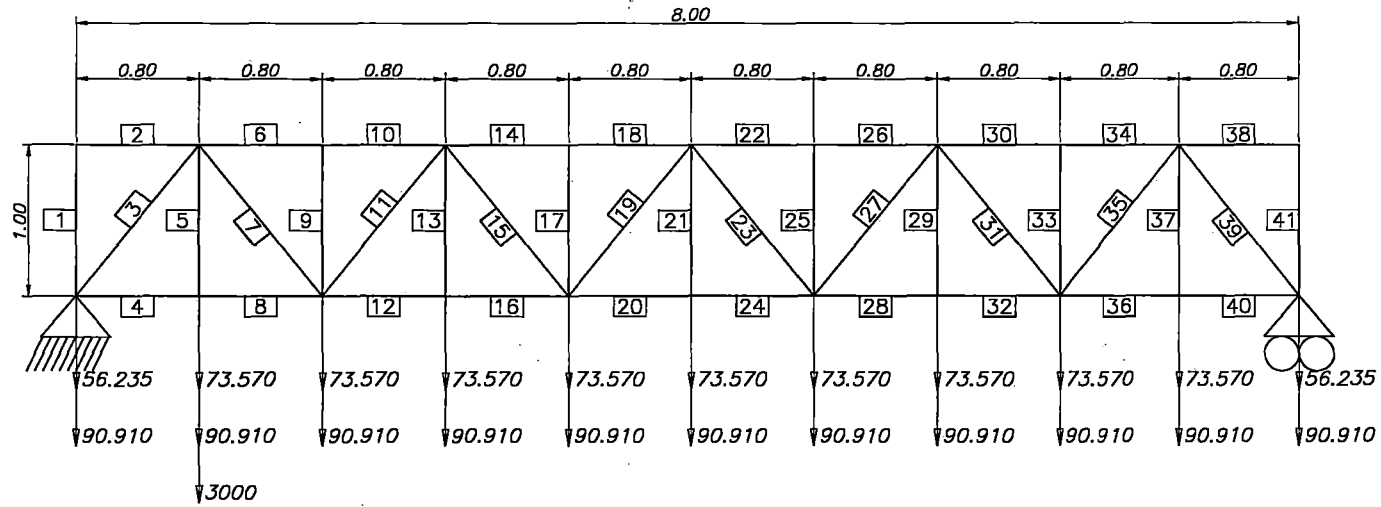
APROBADO POR PETROPERU

ESCALA S/E

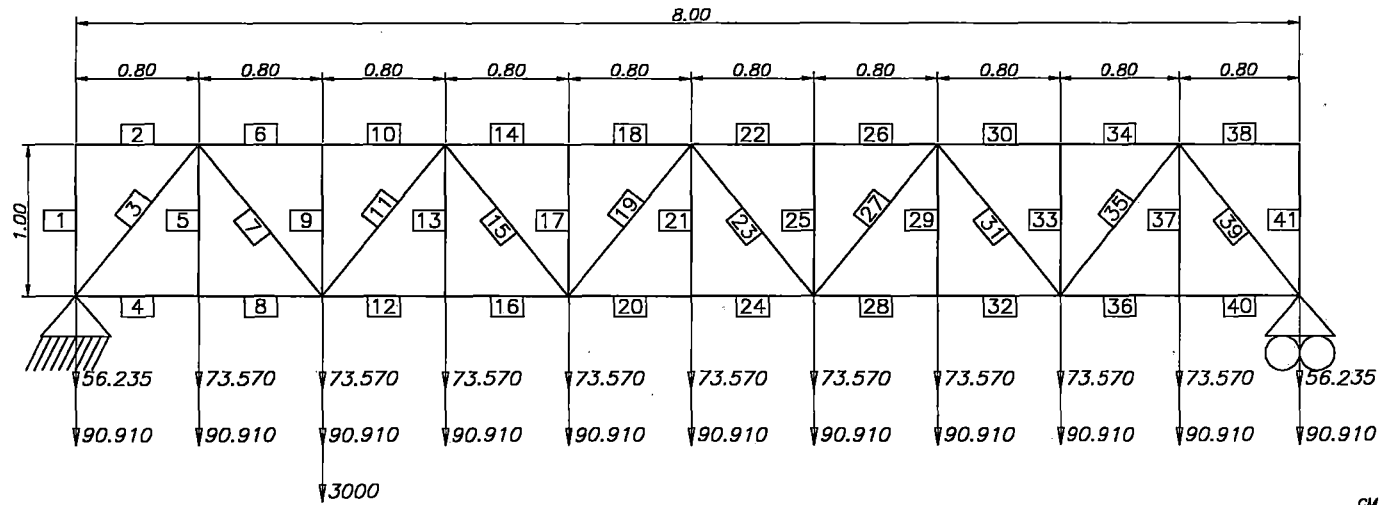
UNI-FAC. ING. CIVIL

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO		
NUEVO PUENTE RETICULADO - PONTON N° 3 DETALLE DE ESTRUCTURA Y CODIFICACION		
Job No.	Desg. No.	REV. 01



UBICACION DEL PRIMER TREN DE CARGAS



UBICACION DEL SEGUNDO TREN DE CARGAS

CM = Cargas Muertas = 73.570 Kg.
 CV = Cargas Vivas = 90.910 Kg.
 CM = Cargas Movil = 3000 Kg.

SFR0 AY/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	APROV. H. Lopez	FIRMA	TYL	MOD	DAY
FECHA	DESIGN H. Lopez				
	DESIGN H. Lopez				
	DESIGN H. Lopez				
	DES. CHK. M. Peña				

UNI-FAC. ING. CIVIL

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU

ESCALA S/E

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO	
NUEVO PUENTE RETICULADO - PONTON N° 3 UBICACION TRENES DE CARGAS	
Job No.	Dwg. No.
	01

Elementos en Compresión: 14, 18, 22 y 26.

Tracción: 9.091 E+02 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 909.1/14.39 = 63.17 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -8.727 E+02 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 872.7/14.39 = 60.65 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 7 y 35.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 4.075 E+02 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 407.5/6.90 = 59.06 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -5.239 E+02 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 523.9/6.90 = 75.93 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11: -6.0402 E-03 < 0.016 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 3:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 4 y 8.

Elementos en Compresión: 6 y 10.

Tracción: 2.160 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2160/14.39 = 150.10 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -1.920 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 1920/14.39 = 133.43 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 5.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 3.000 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3000/6.90 = 434.78 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -3.458 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3458/6.90 = 501.16 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 9 y 10: -9.5700 E-04 < 0.016 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 12 y 16.

Elementos en Compresión: 14 y 18.

Tracción: 3.843 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3843/14.39 = 267.06 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -3.912 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3912/14.39 = 271.86 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 5.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 3.258 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3258/6.90 = 472.17 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -4.942 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4942/6.90 = 716.23 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11: -2.6065 E-03 < 0.016 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 5:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 12 y 16.

Elementos en Compresión: 6 y 10.

Tracción: 3.360 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3360/14.39 = 233.49 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -3.840 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3840/14.39 = 266.85 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 3.073 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3073/6.90 = 445.36 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -3.073 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3073/6.90 = 445.36 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 9 y 10: $-1.850 \text{ E-03} < 0.016 \text{ mts}$

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 12 y 16.

Elementos en Compresión: 6 y 10.

Tracción: 5.523 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5523/14.39 = 383.81 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -5.488 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5488/14.39 = 381.37 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2''):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 4.228 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4228/6.90 = 612.75 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -4.558 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4558/6.90 = 660.58 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 9 y 10: -3.4656 E-03 < 0.016 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 7:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (3''):

Elementos en Tracción: 12 y 16.

Elementos en Compresión: 14 y 18.

Tracción: 5.040 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5040/14.39 = 350.24 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -4.320 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4320/14.39 = 300.21 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2''):

Elementos en Tracción: 13.

Elementos en Compresión: 3 y 11.

Tracción: 3.000 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3000/6.90 = 434.78 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -2.689 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2689/6.90 = 389.71 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 9 y 10: $-2.6148 \text{ E-}03 < 0.016 \text{ mts}$

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 12 y 16.

Elementos en Compresión: 14 y 18.

Tracción: $7.203 \text{ E+}03 \text{ Kg.}$

$\Rightarrow \sigma = 7203/14.39 = 500.56 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Compresión: $-6.792 \text{ E+}03 \text{ Kg.}$

$\Rightarrow \sigma = 6792/14.39 = 471.99 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: $3.844 \text{ E+}03 \text{ Kg.}$

$\Rightarrow \sigma = 3844/6.90 = 557.10 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Compresión: $-4.173 \text{ E+}03 \text{ Kg.}$

$\Rightarrow \sigma = 4173/6.90 = 604.78 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 9 y 10: $-4.2305 \text{ E-}03 < 0.016 \text{ mts}$

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 9

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 20.

Elementos en Compresión: 14 y 18.

Tracción: $4.800 \text{ E+}03 \text{ Kg.}$

$$\Rightarrow \sigma = 4800/14.39 = 333.56 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -5.760 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5760/14.39 = 400.28 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 7 y 15.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 2.305 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2305/6.90 = 334.06 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -2.305 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2305/6.90 = 334.06 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 9 y 10: -3.1876 E-03 < 0.016 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 20 y 24.

Elementos en Compresión: 14 y 18.

Tracción: 7.375 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 7375/14.39 = 512.51 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -8.232 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 8232/14.39 = 572.06 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

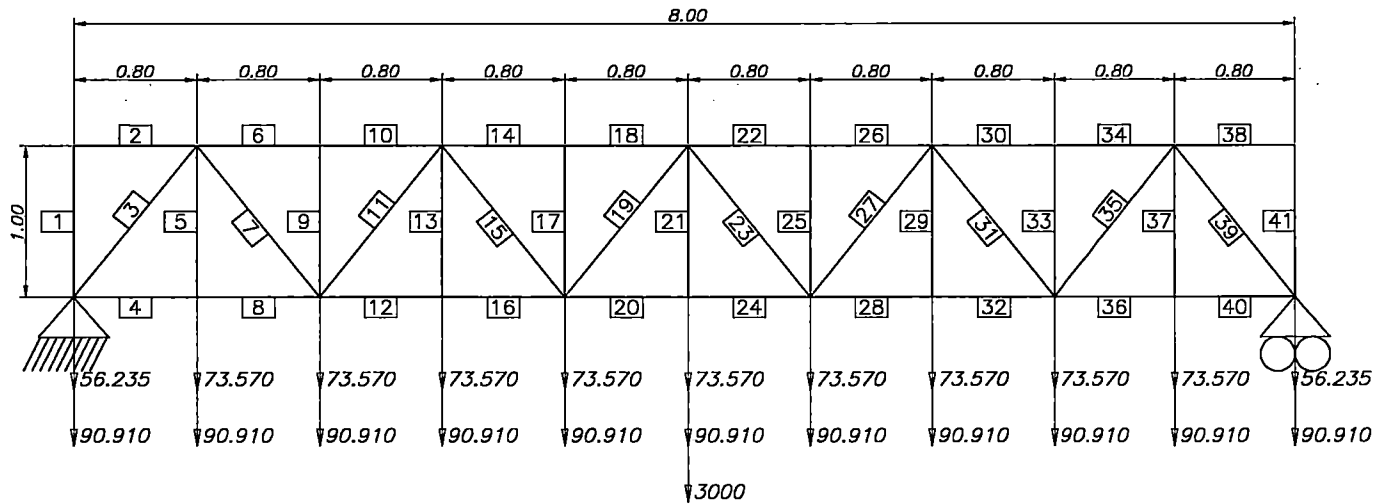
Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 3.459 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3459/6.90 = 501.30 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$



UBICACION DEL QUINTO TREN DE CARGAS

CM = Cargas Muertas = 73.570 Kg.
 CY = Cargas Vivas = 90.910 Kg.
 CM = Cargas Movil = 3000 Kg.

SFRD AN/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	APROV. H. Lopez	FIRMA	YR.	MO	DAY
FECHA	DRAWN H. Lopez				
D.	DRAW/CHK H. Lopez				
	DESIGN H. Lopez				
	DES. DISE. M. Peña				

UNI-FAC. ING. CIVIL

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU ESCALA S/E

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO		
NUEVO PUENTE RETICULADO - PONTON N° 3 UBICACION TRENES DE CARGAS		
Job No.	Deg. No.	REV. 01

Compresión: -3.789 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3789/6.90 = 549.13 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 9 y 10: -4.8032 E-03 < 0.016 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 11

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 20 y 24.

Elementos en Compresión: 14, 18, 22 y 26.

Tracción: 6.000 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 6000/14.39 = 416.96 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -4.800 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4800/14.39 = 333.56 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2"):

Elementos en Tracción: 21.

Elementos en Compresión: 3, 11, 19, 23, 31, 39.

Tracción: 3.000 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3000/6.90 = 434.78 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -1.921 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 1921/6.90 = 278.41 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11: -3.6267 E-03 < 0.016 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (3"):

Elementos en Tracción: 20 y 24.

Elementos en Compresión: 14, 18, 22, 26.

Tracción: 8.575 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 8575/14.39 = 595.89 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -7.272 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 7272/14.39 = 505.35 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2''):

Elementos en Tracción: 21.

Elementos en Compresión: 3, 39.

Tracción: 3.258 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3258/6.90 = 472.17 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -3.405 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3405/6.90 = 493.48 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 11: -5.3378 E-03 < 0.016 mts

DATOS DE ENTRADA – PT Versión 2.3 – H. Scaletti (1975, Rev. 1995)

Análisis Estructural de Reticulado para Pontón N° 03

22,41,3,1	6,4,6,14.39E-4
1,0.00,0.00,11	7,4,5,6.902E-4
2,0.00,1.00,00	8,3,5,14.39E-4
3,0.80,0.00,00	9,5,6,6.902E-4
4,0.80,1.00,00	10,6,8,14.39E-4
5,1.60,0.00,00	11,5,8,6.902E-4
6,1.60,1.00,00	12,5,7,14.39E-4
7,2.40,0.00,00	13,7,8,6.902E-4
8,2.40,1.00,00	14,8,10,14.39E-4
9,3.20,0.00,00	15,8,9,6.902E-4
10,3.20,1.0,00	16,7,9,14.39E-4
11,4.00,0.0,00	17,9,10,6.902E-4
12,4.00,1.0,00	18,10,12,14.39E-4
13,4.80,0.0,00	19,9,12,6.902E-4
14,4.80,1.0,00	20,9,11,14.39E-4
15,5.60,0.0,00	21,11,12,6.902E-4
16,5.60,1.0,00	22,12,14,14.39E-4
17,6.40,0.0,00	23,12,13,6.902E-4
18,6.40,1.0,00	24,11,13,14.39E-4
19,7.20,0.0,00	25,13,14,6.902E-4
20,7.20,1.0,00	26,14,16,14.39E-4
21,8.00,0.0,01	27,13,16,6.902E-4
22,8.00,1.0,00	28,13,15,14.39E-4
1,1,2,6.902E-4	29,15,16,6.902E-4
2,2,4,14.39E-4	30,16,18,14.39E-4
3,1,4,6.902E-4	31,16,17,6.902E-4
4,1,3,14.39E-4	32,15,17,14.39E-4
5,3,4,6.902E-4	33,17,18,6.902E-4

34,18,20,14.39E-4	17,0,-73.57
35,17,20,6.902E-4	19,0,-73.57
36,17,19,14.39E-4	21,0,-56.235
37,19,20,6.902E-4	11
38,20,22,14.39E-4	1,0,-90.91
39,20,21,6.902E-4	3,0,-90.91
40,19,21,14.39E-4	5,0,-90.91
41,21,22,6.902E-4	7,0,-90.91
2E10	9,0,-90.91
11	11,0,-90.91
1,0,-56.235	13,0,-90.91
3,0,-73.57	15,0,-90.91
5,0,-73.57	17,0,-90.91
7,0,-73.57	19,0,-90.91
9,0,-73.57	21,0,-90.91
11,0,-73.57	1
13,0,-73.57	3,0,-3000.00
15,0,-73.57	1.4,1.7,1

Nota: Los Resultados del análisis se encuentran adjuntos en el Disquete incluido dentro de los anexos.

4.4.2.4. Análisis de la Flexo compresión en los elementos

Utilizando el valor máximo de la compresión sufrida en las bridas y diagonales para los tres puentes tenemos:

En Bidas: (Tubería de 4")

$$C_{max} = 12.920 \text{ Ton}$$

$$L = 125.00 \text{ cm}$$

$$r = 3.8354 \text{ cm}$$

$$L / r = 32.5911 < C_c = 126.1 \text{ Pandeo Inelástico}$$

$$F_a = 1392.99 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_a = C_{max} / \text{Área} = 631.78 \text{ Kg/cm}^2 < F_a = 1392.99 \text{ Kg/cm}^2$$

Es conforme.

En Diagonales: (Tubería de 2")

$$C_{max} = 5.927 \text{ Ton}$$

$$L = 187.683 \text{ cm}$$

$$r = 1.999 \text{ cm}$$

$$L / r = 93.888 < C_c = 126.1 \text{ Pandeo Inelástico}$$

$$F_a = 970.02 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_a = C_{max} / \text{Área} = 858.99 \text{ Kg/cm}^2 < F_a = 970.02 \text{ Kg/cm}^2$$

Es conforme.

4.4.3. Diseño Estructural de Escalera de Acceso al Pontón

4.4.3.1. Mejoramiento Estructural de Escalera Existente Típica

El presente calculo estructural tiene por fin, el mejoramiento estructural de las escaleras actuales de acceso a los pontones, para lo cual, se ha tomado en cuenta la necesidad de cambiar la actual brida superior de las escaleras de 2 ½" por una nueva de 4", así como refuerzos diagonales en todas las montantes a fin de distribuir mejor los esfuerzos en la nueva estructura. Por lo tanto la nueva configuración de la escalera tendrá como elementos típicos:

- Brida Superior : Tubos de 4"
- Brida Inferior : Tubos de 6"
- Diagonales y Montantes : Tubos de 2 ½"
- Vigas Transversales : Tubos de 6"
- Pisos de Acero : iguales a los actuales
- Malla de Protección : Malla Galvanizada de 2 x 2

De los valores obtenidos procedemos al análisis ubicando los valores máximos:

Area Tubo 6" : 35.99 Cm² Area Tubo 4" : 20.45 Cm²

Área Tubo 2 ½" : 10.96 Cm²

Máxima deflexión: $L/500 \Rightarrow 14.15/500 = 0.028$ mts.

Cargas Muertas (CM):

Bridas Superior (4"):

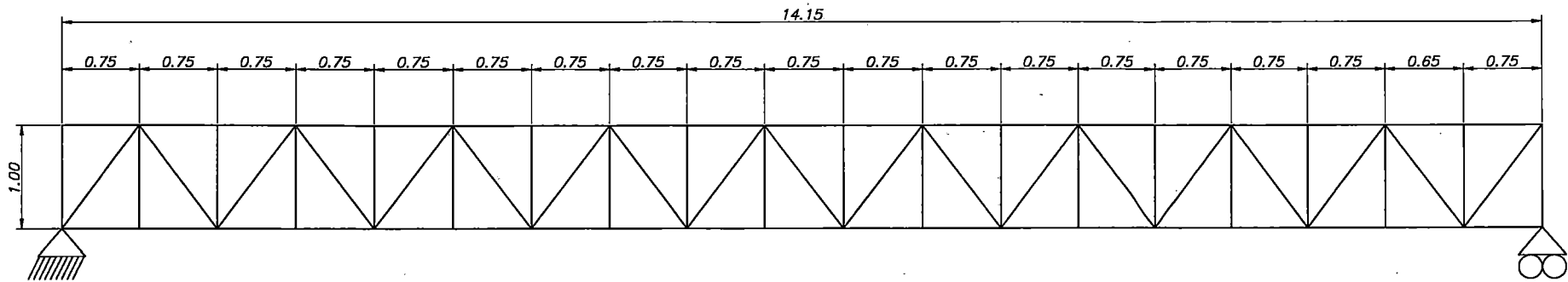
Elementos en Compresión: 38, 42.

Compresión: -3.445 E+03 Kg.

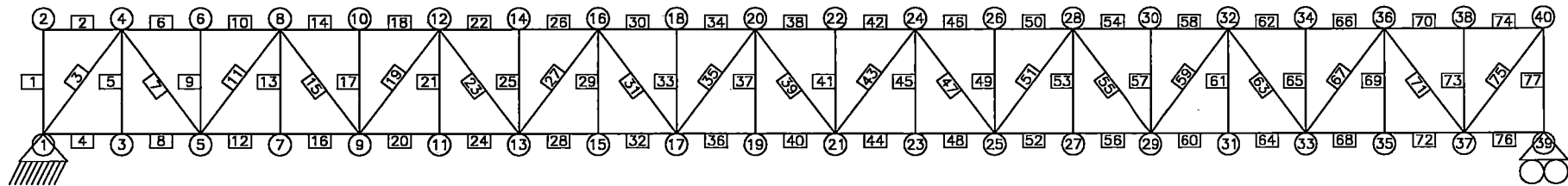
$\Rightarrow \sigma = 3445/20.45 = 168.46$ kg/cm² < 1000 kg/cm² OK.

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 36, 40.



ESTRUCTURA DE ESCALERA TIPICA



CODIFICACION DE NUDOS Y ELEMENTOS

COMPONENTES DEL PUENTE RETICULADO	
N°	COMPOSICION
01	BRIDA SUPERIOR Tub. Standard \varnothing 4"; Peso : 10.79 lbs/pie
02	BRIDA INFERIOR Tub. Standard \varnothing 6"; Peso : 18.97 lbs/pie
03	DIAGONALES Tub. Standard \varnothing 2 1/2"; Peso : 5.79 lbs/pie
04	MONTANTES Tub. Standard \varnothing 2 1/2"; Peso : 5.79 lbs/pie

SFRD A7/ES 10/92 D CMO FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	FIRMA	YR.	MO.	DAY
FECHA	APROV. H. Lopez	01		
	DRAWN H. Lopez	01		
	DRW/CHK H. Lopez	01		
	DESIGN H. Lopez	01		
	DES. CHK. H. Pallas	01		

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU

ESCALA S/E

UNI-FAC. ING. CIVIL

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL QLEDDUCTO MORPERUANO	
MEJORAMIENTO DE ESCALERA TIPICA	
DETALLE DE ESTRUCTURA Y CODIFICACION	
Job No.	REV. 01

Tracción: 3.450 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3450/35.99 = 95.86 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 75.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 1.170 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 1170/10.96 = 106.75 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -1.156 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 1156/10.96 = 105.47 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 21 y 22: -3.1979 E-03 < 0.028 mts.

Cargas Vivas (CV):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 38 y 42.

Compresión: -1.666 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 1666/20.45 = 81.47 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 36, 40.

Tracción: 1.668 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 1668/35.99 = 46.35 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

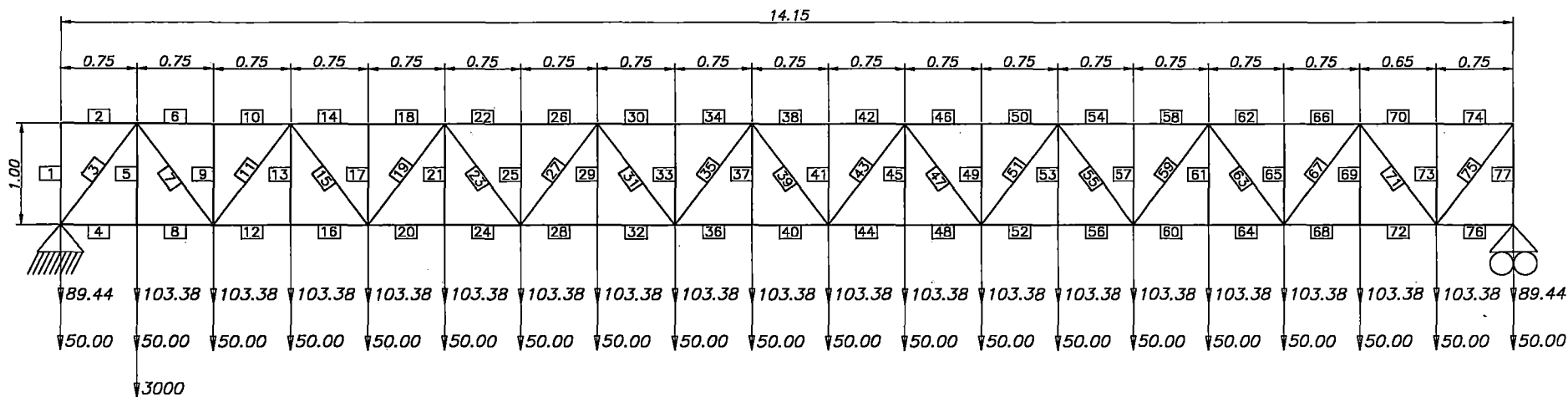
Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 75.

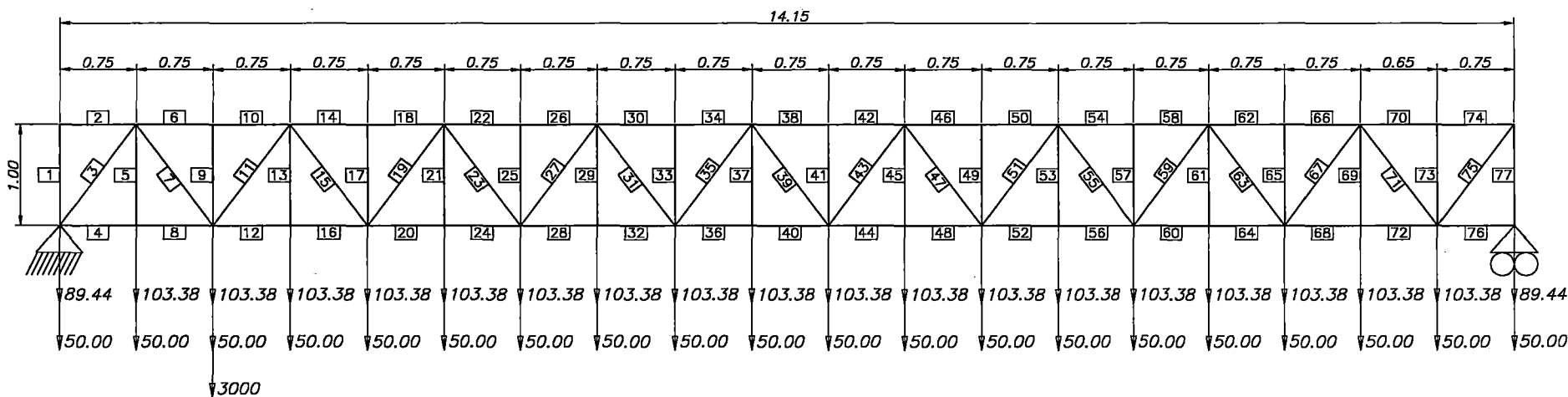
Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 5.660 E+02 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 566/10.96 = 51.64 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$



UBICACION DEL PRIMER TREN DE CARGAS



UBICACION DEL SEGUNDO TREN DE CARGAS

CM = Cargas Muertas = 103.38 Kg.
 CV = Cargas Vivas = 50.00 Kg.
 CM = Cargas Movil = 3000 Kg.

SPTD AY/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK	ENG.	PE

APROBADO	APROV. H. Lopez	FIRMA	YR. MO. DAY
FECHA	DRAWN H. Lopez		
D.	DRW/CHK H. Lopez		
	DESENO H. Lopez		
	DES. CHK M. Peña		

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU

ESCALA S/E

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO

MEJORAMIENTO DE ESCALERA TIPICA UBICACION TRENES DE CARGAS

Job No. _____ Desg. No. _____ REV. 01

UNI-FAC. ING. CIVIL

Compresión: -5.590 E+02 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 559/10.96 = 51.00 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 21 y 22: -1.5467 E-03 < 0.028 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 3:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 6, 10.

Compresión: -2.011 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2011/20.45 = 98.33 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 4 y 8.

Tracción: 2.131 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2131/35.99 = 59.21 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 5.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 3.000 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3000/10.96 = 273.72 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -3.551 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3551/10.96 = 323.99 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 17 y 18: -1.2652 E-03 < 0.028 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 30 y 34.

Compresión: -8.799 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 8799/20.45 = 430.27 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 36 y 40.

Tracción: 8.842 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 8842/35.99 = 245.68 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 5.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 3.230 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3230/10.96 = 294.71 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -6.119 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 6119/10.96 = 558.30 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 19: -8.3342 E-03 < 0.028 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 5:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 6 y 10.

Compresión: -4.023 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4023/20.45 = 196.72 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 12 y 16.

Tracción: 3.784 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3784/35.99 = 105.14 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 3.352 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3352/10.96 = 305.84 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -3.351 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3352/10.96 = 305.84 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 17 y 18: -2.5101 E-03 < 0.028 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 30 y 34.

Compresión: -1.010 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 10100/20.45 = 493.89 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Bridas Superior e Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 36, 40.

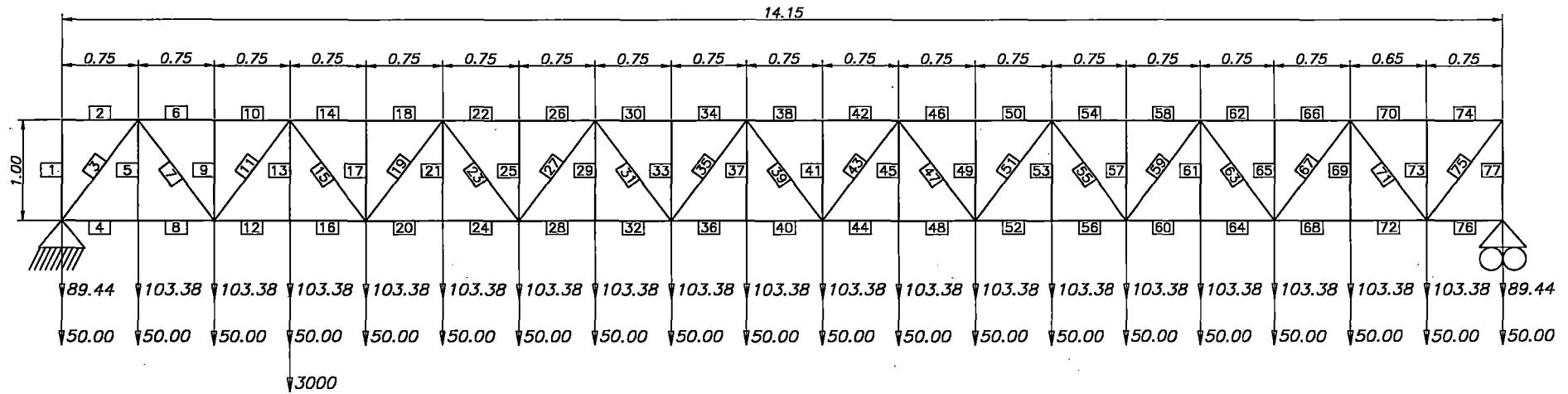
Tracción: 1.002 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 10020/35.99 = 278.41 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

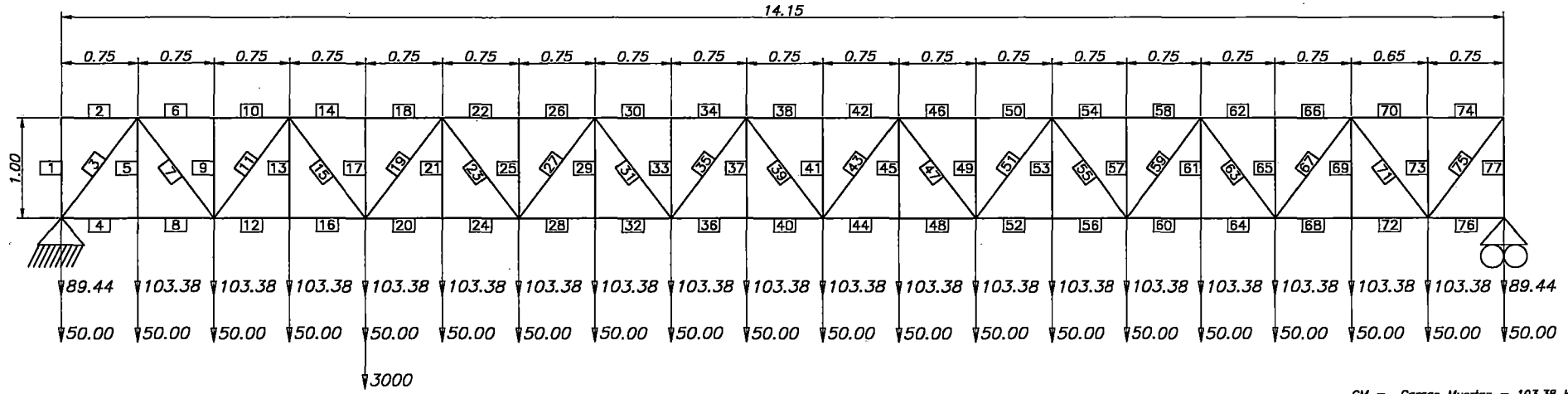
Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.



UBICACION DEL TERCER TREN DE CARGAS



UBICACION DEL CUARTO TREN DE CARGAS

CM = Cargas Muertas = 103.38 Kg.
 CV = Cargas Vivas = 50.00 Kg.
 CM = Cargas Movil = 3000 Kg.

SFTRO A/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV. BY	CHK.	ENC.	PE	DATE	REVISION	REV. BY	CHK.	ENC.	PE

APROBADO	APROV.	H. Lopez	01	FIRMA	YRL	MD	DAY
FECHA	DRAWN	H. Lopez	01				
	DRAW/CHK	H. Lopez	01				
	DESERD	H. Lopez	01				
	DES. CIVIL	M. Pallas	01				
UNI-FAC. ING. CIVIL							

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU

ESCALA S/E

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO	
MEJORAMIENTO DE ESCALERA TIPICA UBICACION TRENES DE CARGAS	
Job No.	Rev. 01

Tracción: 5.634 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5634/10.96 = 514.05 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -5.921 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5921/10.96 = 540.24 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 19: -9.5494 E-03 < 0.028 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 7:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 14 y 18.

Compresión: -5.319 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5319/20.45 = 260.09 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 12 y 16.

Tracción: 5.677 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5677/35.99 = 157.74 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3 y 11.

Tracción: 3.154 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3154/10.96 = 287.77 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -3.154 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3154/10.96 = 287.77 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 17 y 18: $-3.6838 \text{ E-}03 < 0.028 \text{ mts}$

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 30, 34.

Compresión: $-1.139 \text{ E+}04 \text{ Kg}$.

$\Rightarrow \sigma = 11390/20.45 = 556.97 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 36, 40.

Tracción: $1.120 \text{ E+}04 \text{ Kg}$.

$\Rightarrow \sigma = 11200/35.99 = 311.19 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: $5.435 \text{ E+}03 \text{ Kg}$.

$\Rightarrow \sigma = 5435/10.96 = 495.89 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Compresión: $-5.722 \text{ E+}03 \text{ Kg}$.

$\Rightarrow \sigma = 5722/10.96 = 522.08 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 19: $-1.0700 \text{ E-}02 < 0.028 \text{ mts}$

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 9:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 14 y 18.

Compresión: $-7.092 \text{ E+}03 \text{ Kg}$.

$$\Rightarrow \sigma = 7092/20.45 = 346.80 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 20 y 24.

Tracción: 6.615 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 6615/35.99 = 183.80 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 7 y 15.

Elementos en Compresión: 3 y 11.

Tracción: 2.955 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2955/10.96 = 269.62 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -2.955 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2955/10.96 = 269.62 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 17 y 18: -4.7967 E-03 < 0.028 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 22, 26.

Compresión: -1.280 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 12800/20.45 = 625.92 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

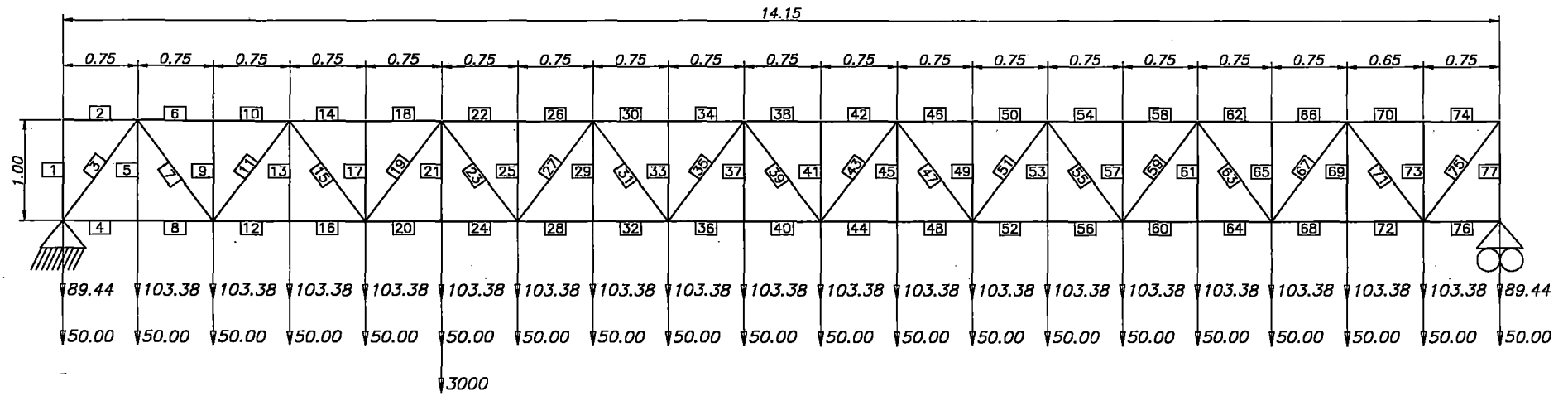
Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 28 y 32.

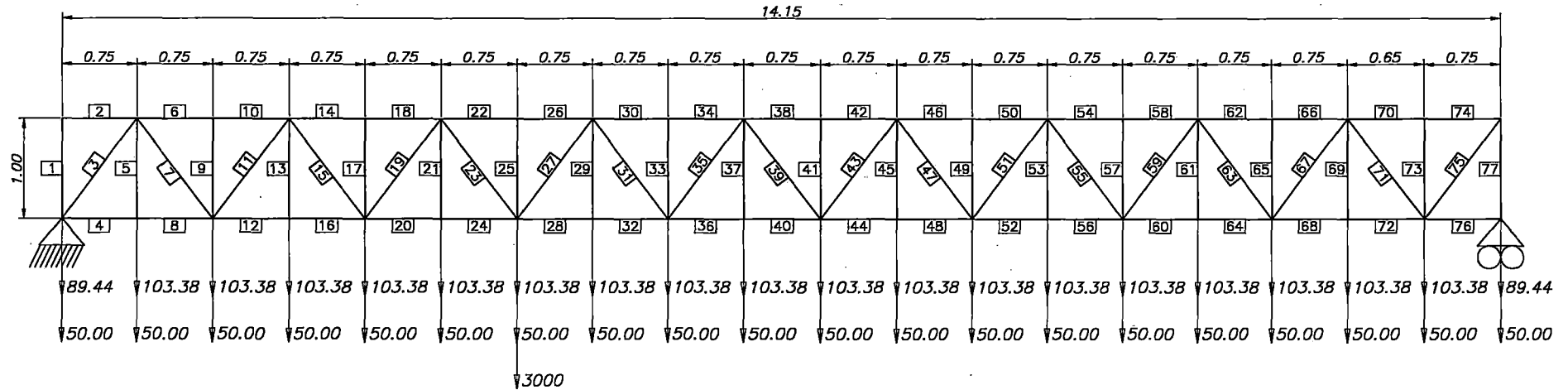
Tracción: 1.283 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 12830/35.99 = 356.49 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2 ½"):



UBICACION DEL QUINTO TREN DE CARGAS



UBICACION DEL SEXTO TREN DE CARGAS

CM = Cargas Muertas = 103.38 Kg.
 CV = Cargas Vivas = 50.00 Kg.
 CM = Cargas Movil = 3000 Kg.

SEFRO A/ES 10/92 D CMO FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENCL.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENCL.	PE

APROBADO	APROV. H. Lopez	FIRMA	TEL. MO	DAY
FECHA	DAVIN H. Lopez			
D.	DRAWING H. Lopez			
	DISEÑO H. Lopez			
	DES. CIVIL M. Parla			

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU

ESCALA S/E

UNI-FAC. ING. CIVIL

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO	
MEJORAMIENTO DE ESCALERA TIPICA UBICACION TRENES DE CARGAS	
Job No.	REV. 01
Dwg. No.	

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 5.236 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5236/10.96 = 477.74 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -5.523 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5523/10.96 = 503.92 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 19: -1.1795 E-02 < 0.028 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 11:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Compresión: -7.672 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 7672/20.45 = 375.16 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 20 y 24.

Tracción: 8.269 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 8269/35.99 = 229.76 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 21.

Elementos en Compresión: 3, 11, 19.

Tracción: 3.000 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3000/10.96 = 273.72 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -2.756 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2756/10.96 = 251.46 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 17 y 18: $-5.7670 \text{ E-03} < 0.028 \text{ mts}$

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior e Inferior (4"):

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Compresión: -1.433 E+04 Kg .

$\Rightarrow \sigma = 14330/20.45 = 700.73 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 20 y 24.

Tracción: 1.425 E+04 Kg .

$\Rightarrow \sigma = 14250/35.99 = 395.94 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 5.037 E+03 Kg .

$\Rightarrow \sigma = 5037/10.96 = 459.58 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Compresión: -5.324 E+03 Kg .

$\Rightarrow \sigma = 5324/10.96 = 485.77 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 19: $-1.2761 \text{ E-02} < 0.028 \text{ mts}$

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 13:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Compresión: -9.207 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 9207/20.45 = 450.22 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 28 y 32.

Tracción: 8.491 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 8491/35.99 = 235.93 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 7, 15, 23.

Elementos en Compresión: 3, 11, 19.

Tracción: 2.557 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2557/10.96 = 233.30 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -2.557 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2557/10.96 = 233.30 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 17 y 18: -6.6360 E-03 < 0.028 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 22 y 26.

Compresión: -1.587 E+04 Kg.

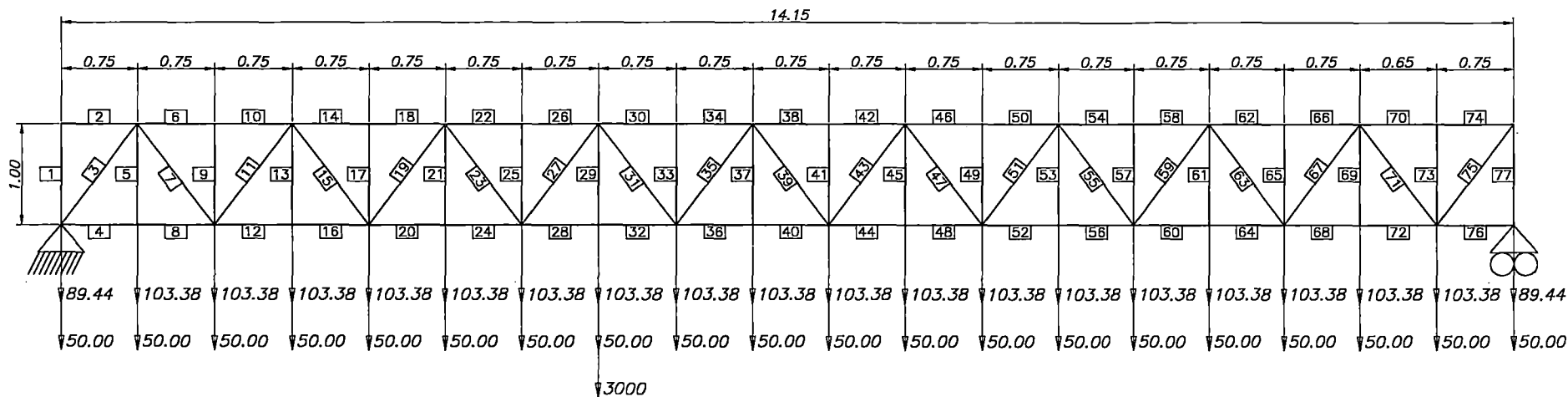
$$\Rightarrow \sigma = 15870/20.45 = 776.04 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Bridas Inferior (6"):

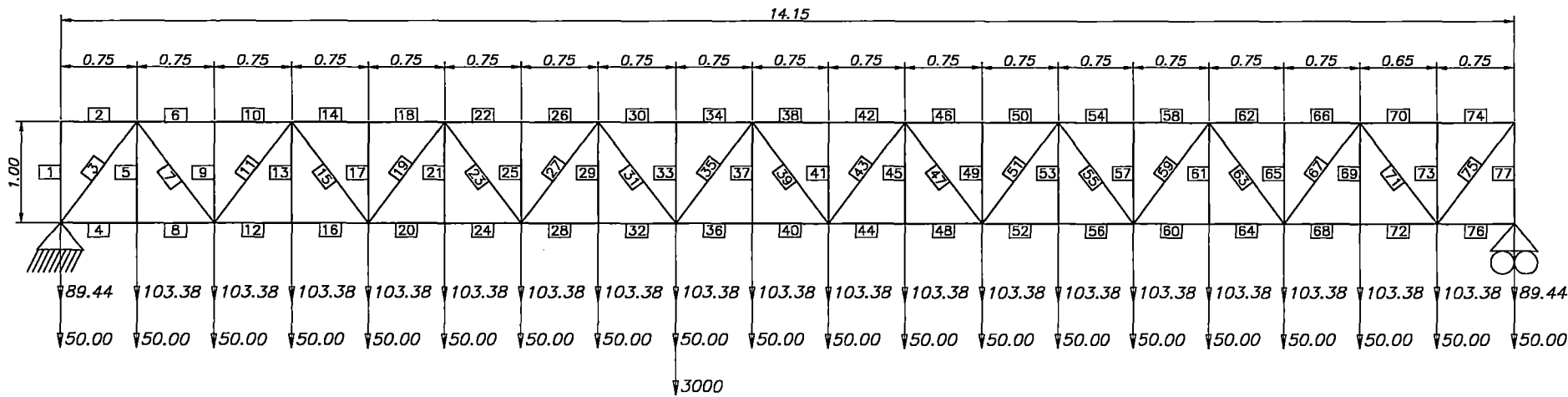
Elementos en Tracción: 28, 32.

Tracción: 1.566 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 15660/35.99 = 435.12 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$



UBICACION DEL SEPTIMO TREN DE CARGAS



UBICACION DEL OCTAVO TREN DE CARGAS

CM = Cargas Muertas = 103.38 Kg.
 CV = Cargas Vivas = 50.00 Kg.
 CM = Cargas Movil = 3000 Kg.

SPERO AY/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV. BY	CHK.	ENG.	PE.	DATE	REVISION	REV. BY	CHK.	ENG.	PE.

APROBADO	APROV. H. Lopez	FIRMA	TYL	MO	DAY
FECHA	DRWBY H. Lopez				
D.	DRWCHK H. Lopez				
	DISEÑO H. Lopez				
	DES. CHOC M. Peña				
UNI-FAC. ING. CIVIL					

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU _____ ESCALA S/E

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO	
MEJORAMIENTO DE ESCALERA TIPICA UBICACION TRENS DE CARGAS	
Job No.	Dwg. No.
	REV. 01

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 4.838 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4838/10.96 = 441.42 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -5.126 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 5126/10.96 = 467.70 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 19: -1.3635 E-02 < 0.028 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 15:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 30, 34.

Compresión: -9.072 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 9072/20.45 = 443.62 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 28 y 32.

Tracción: 9.906 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 9906/35.99 = 275.24 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 29.

Elementos en Compresión: 3, 11, 19, 27.

Tracción: 3.000 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3000/10.96 = 273.72 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -2.359 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2359/10.96 = 215.24 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 17 y 18: -7.2911 E-03 < 0.028 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 30, 34.

Compresión: -1.657 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 16570/20.45 = 810.27 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 28, 32.

Tracción: 1.707 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 17070/35.99 = 474.30 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 4.640 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4640/10.96 = 423.36 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -4.927 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4927/10.96 = 449.54 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 19: -1.4315 E-02 < 0.028 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 17:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 30 y 34.

Compresión: -1.037 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 10370/20.45 = 507.09 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 36 y 40.

Tracción: 9.413 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 9413/35.99 = 261.54 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 7, 15, 23, 31.

Elementos en Compresión: 3, 11, 19, 27.

Tracción: 2.160 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2160/10.96 = 197.08 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -2.160 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 2557/10.96 = 197.08 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 17 y 18: -7.8045 E-03 < 0.028 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior (4"):

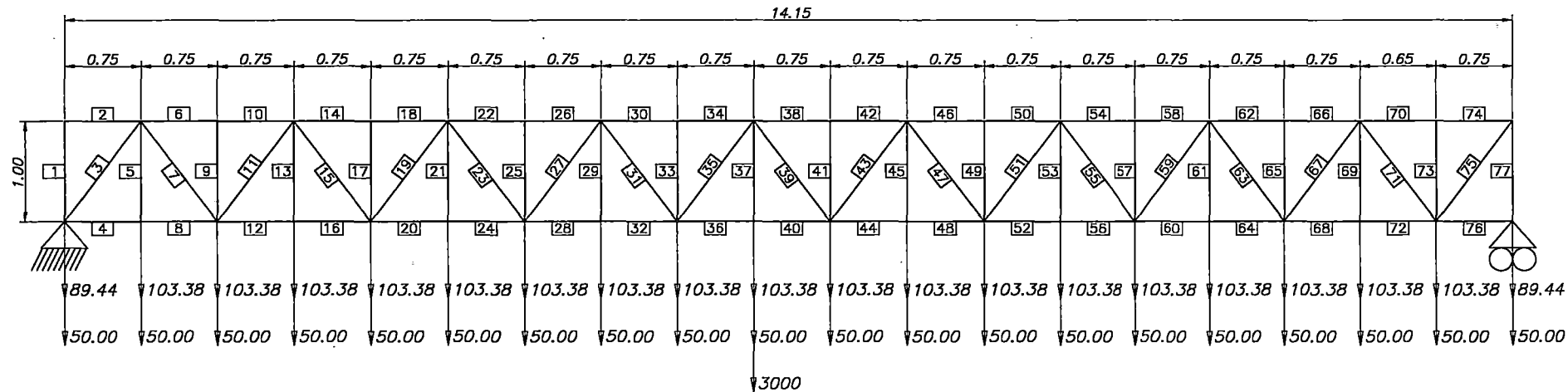
Elementos en Compresión: 30 y 34.

Compresión: -1.787 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 17870/20.45 = 873.84 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 36, 40.



UBICACION DEL NOVENO TREN DE CARGAS

CM = Cargas Muertas = 103.38 Kg.
 CV = Cargas Vivas = 50.00 Kg.
 CM = Cargas Movil = 3000 Kg.

SEPO A/ES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	APROV.	H. Lopez	FECHA	YR.	MO.	DAY
FECHA	DRUM	H. Lopez				
D.	DRW/CHK	H. Lopez				
	DESERD	H. Lopez				
	DES. CHK	M. Pardo				

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU

ESCALA S/E

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO

MEJORAMIENTO DE ESCALERA TIPICA UBICACION TRENES DE CARGAS

Job No. _____ Desg. No. _____ REV. 01

UNI-FAC. ING. CIVIL

Tracción: 1.708 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 17080/35.99 = 474.58 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 7.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 4.441 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4441/10.96 = 405.20 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -4.728 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4728/10.96 = 431.39 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 19: -1.4866 E-02 < 0.028 mts

- Análisis del Tren de Cargas en el Nudo 19:

Cargas Movibles (Cm):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 38 y 42.

Compresión: -9.517 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 9517/20.45 = 465.38 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 36 y 40.

Tracción: 1.059 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 10590/35.99 = 294.25 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 37.

Elementos en Compresión: 3, 11, 19, 27, 35.

Tracción: 3.000 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 3000/10.96 = 273.72 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -1.961 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 1961/10.96 = 178.92 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 19: -6.6360 E-03 < 0.028 mts

Cargas Factoradas (1.4 CM + 1.7 CV + 1.0 Cm):

Bridas Superior (4"):

Elementos en Compresión: 38 y 42.

Compresión: -1.717 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 17170/20.45 = 839.61 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Bridas Inferior (6"):

Elementos en Tracción: 36, 40.

Tracción: 1.826 E+04 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 18260/35.99 = 507.36 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Diagonales y Montantes (2 ½"):

Elementos en Tracción: 75.

Elementos en Compresión: 3.

Tracción: 4.390 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4390/10.96 = 400.55 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Compresión: -4.529 E+03 Kg.

$$\Rightarrow \sigma = 4529/10.96 = 413.23 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Análisis de deflexiones:

Máxima deflexión nudos 19: -1.5295 E-02 < 0.028 mts

DATOS DE ENTRADA – PT Versión 2.3 – H. H.Scaletti (1975, Rev. 1995)

Análisis Estructural de Escalera Típica

40,77,3,1	29,10.50,0.00,00
1,0.00,0.00,11	30,10.50,1.00,00
2,0.00,1.00,00	31,11.25,0.00,00
3,0.75,0.00,00	32,11.25,1.00,00
4,0.75,1.00,00	33,12.00,0.00,00
5,1.50,0.00,00	34,12.00,1.00,00
6,1.50,1.00,00	35,12.75,0.00,00
7,2.25,0.00,00	36,12.75,1.00,00
8,2.25,1.00,00	37,13.40,0.00,00
9,3.00,0.00,00	38,13.40,1.00,00
10,3.00,1.00,00	39,14.15,0.00,01
11,3.75,0.00,00	40,14.15,1.00,00
12,3.75,1.00,00	1,1,2,1.096E-03
13,4.50,0.00,00	2,2,4,2.045E-03
14,4.50,1.00,00	3,1,4,1.096E-03
15,5.25,0.00,00	4,1,3,3.599E-03
16,5.25,1.00,00	5,3,4,1.096E-03
17,6.00,0.00,00	6,4,6,2.045E-03
18,6.00,1.00,00	7,4,5,1.096E-03
19,6.75,0.00,00	8,3,5,3.599E-03
20,6.75,1.00,00	9,5,6,1.096E-03
21,7.50,0.00,00	10,6,8,2.045E-03
22,7.50,1.00,00	11,5,8,1.096E-03
23,8.25,0.00,00	12,5,7,3.599E-03
24,8.25,1.00,00	13,7,8,1.096E-03
25,9.00,0.00,00	14,8,10,2.045E-03
26,9.00,1.00,00	15,8,9,1.096E-03
27,9.75,0.00,00	16,7,9,3.599E-03
28,9.75,1.00,00	17,9,10,1.096E-03

18,10,12,2.045E-03
19,9,12,1.096E-03
20,9,11,3.599E-03
21,11,12,1.096E-03
22,12,14,2.045E-03
23,12,13,1.096E-03
24,11,13,3.599E-03
25,13,14,1.096E-03
26,14,16,2.045E-03
27,13,16,1.096E-03
28,13,15,3.599E-03
29,15,16,1.096E-03
30,16,18,2.045E-03
31,16,17,1.096E-03
32,15,17,3.599E-03
33,17,18,1.096E-03
34,18,20,2.045E-03
35,17,20,1.096E-03
36,17,19,3.599E-03
37,19,20,1.096E-03
38,20,22,2.045E-03
39,20,21,1.096E-03
40,19,21,3.599E-03
41,21,22,1.096E-03
42,22,24,2.045E-03
43,21,24,1.096E-03
44,21,23,3.599E-03
45,23,24,1.096E-03
46,24,26,2.045E-03
47,24,25,1.096E-03
48,23,25,3.599E-03
49,25,26,1.096E-03

50,28,26,2.045E-03
51,28,25,1.096E-03
52,27,25,3.599E-03
53,27,28,1.096E-03
54,28,30,2.045E-03
55,28,29,1.096E-03
56,27,29,3.599E-03
57,29,30,1.096E-03
58,30,32,2.045E-03
59,29,32,1.096E-03
60,29,31,3.599E-03
61,31,32,1.096E-03
62,32,34,2.045E-03
63,32,33,1.096E-03
64,31,33,3.599E-03
65,33,34,1.096E-03
66,34,36,2.045E-03
67,33,36,1.096E-03
68,33,35,3.599E-03
69,35,36,1.096E-03
70,36,38,2.045E-03
71,36,37,1.096E-03
72,35,37,3.599E-03
73,37,38,1.096E-03
74,38,40,2.045E-03
75,37,40,1.096E-03
76,37,39,3.599E-03
77,39,40,1.096E-03
2E10
20
1,0.0,-89.440
3,0.0,-103.380

5,0.0,-103.380	5,0.0,-50.00
7,0.0,-103.380	7,0.0,-50.00
9,0.0,-103.380	9,0.0,-50.00
11,0.0,-103.380	11,0.0,-50.00
13,0.0,-103.380	13,0.0,-50.00
15,0.0,-103.380	15,0.0,-50.00
17,0.0,-103.380	17,0.0,-50.00
19,0.0,-103.380	19,0.0,-50.00
21,0.0,-103.380	21,0.0,-50.00
23,0.0,-103.380	23,0.0,-50.00
25,0.0,-103.380	25,0.0,-50.00
27,0.0,-103.380	27,0.0,-50.00
29,0.0,-103.380	29,0.0,-50.00
31,0.0,-103.380	31,0.0,-50.00
33,0.0,-103.380	33,0.0,-50.00
35,0.0,-103.380	35,0.0,-50.00
37,0.0,-103.380	37,0.0,-50.00
39,0.0,-89.440	39,0.0,-50.00
20	1
1,0.0,-50.00	3,0.0,-3000.00
3,0.0,-50.00	1.4,1.7,1

Nota: Los Resultados del análisis se encuentran adjuntos en el Disquete incluido dentro de los anexos.

4.4.3.2. Análisis de la Flexo compresión en los elementos

Utilizando el valor máximo de la compresión sufrida en las bridas y diagonales para la Escalera Típica tenemos:

En Bidas: (Tubería de 4")

$$C_{max} = 17.870 \text{ Ton}$$

$$L = 75.00 \text{ cm}$$

$$r = 3.8354 \text{ cm}$$

$$L / r = 19.554 < C_c = 126.1 \text{ Pandeo Inelástico}$$

$$F_a = 1456.90 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_a = C_{max} / \text{Área} = 873.84 \text{ Kg/cm}^2 < F_a = 1456.90 \text{ Kg/cm}^2$$

Es conforme.

En Diagonales: (Tubería de 2 ½")

$$C_{max} = 6.119 \text{ Ton}$$

$$L = 125.00 \text{ cm}$$

$$r = 2.405 \text{ cm}$$

$$L / r = 51.966 < C_c = 126.1 \text{ Pandeo Inelástico}$$

$$F_a = 1282.31 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_a = C_{max} / \text{Área} = 558.30 \text{ Kg/cm}^2 < F_a = 1282.31 \text{ Kg/cm}^2$$

Es conforme.

4.5. Diseño de Pilotes Guía

4.5.1. Pilotes

4.5.1.1. Generalidades

El uso del pilote es una de las técnicas más antiguas del hombre para superar las dificultades de cimentaciones en suelos blandos.

A medida que el desarrollo industrial crea una demanda de estructuras pesadas en lugares de terreno blando, es necesaria la introducción de nuevos procedimientos y materiales más resistentes, como los pilotes de concreto capaces de soportar compresiones y tensiones mucho mayores, además que puede moldearse en cualquier forma estructural de acuerdo a las sofisticaciones de carga y de tipo de suelo sobre el cual serán hincados.

Posteriormente, el pilote de acero por su fácil maniobrabilidad y de gran resistencia al hincado en grandes profundidades, empezó a tener auge siendo los problemas de corrosión dominados con la introducción de capas de pinturas durables y resistentes.

Conforme al costo de las cimentaciones piloteadas toma importancia la necesidad de determinar un # de pilotes que no fuese mayor del necesario para proporcionar seguridad a la estructura; se llega entonces a especulaciones teóricas que dan por resultado formulas de hinca que posteriormente se determino, que adolecían de grandes defectos, haciéndose usual determinar la carga admisible del pilote ejecutando ensayos de carga sobre un pilote de prueba determinando el # de pilotes mediante el cociente de la división de la carga total entre la carga admisible del pilote.

Algunas estructuras resultaron satisfactorias mas otras fallaron de lo cual se deduce que el asentamiento de una cimentación no esta necesariamente

relacionado con el asentamiento de un pilote a prueba aun cuando la carga por pilote fuese igual a la carga del pilote de prueba.

Por lo tanto para tener una cabal comprensión del comportamiento de los pilotes se debe conocer los tipos de pilotes y los métodos de instalación. El diseño y la construcción de las cimentaciones piloteadas es un campo de la mecánica de suelos en la que se requiere el criterio de un ingeniero que no se confíe en el discutible valor de una formula y que sepa hacer uso de su experiencia, sentido común e intuición en el comportamiento de los materiales.

4.5.1.2. Función y usos de los Pilotes

El pilote es un elemento estructural que forma parte de la infraestructura de la edificación cuyas funciones principales son las siguientes:

- a. Transferir cargas de la superestructura y del resto de la infraestructura a través de estratos (suelos) débiles o compresibles a través del agua o aire hasta estratos inferiores con suficiente capacidad de carga como para soportar la estructura comportándose el pilote como una extensión de columna o pilar; estos estratos inferiores pueden ser rocas, arcillas duras o suelos de compresibilidad, al pilote que reposa sobre estos estratos se denomina "pilote de punta".
- b. Transferir o repartir la carga sobre un suelo relativamente suelto a través de la fricción de superficie del pilote y el suelo este tipo de pilote se denomina "pilote de fricción" y que a su vez se puede subdividir, según Terzagui en pilotes de fricción en suelos de grano grueso muy permeable y pilotes de fricción en suelos de grano fino o de baja permeabilidad, en la naturaleza es difícil encontrar estratos de suelos homogéneos con lo cual no existe un límite real entre categorías.

- c. En situaciones donde el suelo alrededor de un pilote lo mueve hacia abajo, a este se le denomina fricción negativa, esta fricción tiende a hundir al pilote y si este no puede penetrar mas en la punta del pilote se genera una presión concentrada este caso se puede presentar cuando se hinca un pilote en un estrato en cuya superficie se coloca algún tipo de material que consolide el terreno, entonces este al consolidarse generara en las caras del pilote una fuerza de fricción hacia abajo.
- d. Proporcionar anclaje a estructuras sujetas a sub-presiones, momentos de volteo o cualquier efecto que trate de levantar la estructura. (Anclaje de los pontones).
- e. Alcanzar con la cimentación, profundidades que no estén sujetas a erosión, socavaciones y otros efectos.
- f. Para evitar los daños que pueden producir una futura excavación a la cimentación de una edificación adyacente en este caso el pilote lleva carga de cimentación debajo del nivel de excavación esperado.
- g. Proteger estructuras marinas como los muelles, atracaderos contra impactos de barcos u objetos flotantes. (Dolphins).
- h. Soportar muros de contención contrafuertes o cimentación de maquinas.
- i. Compactar el suelo.

4.5.2. Clases de Pilotes

Dentro de la gran variedad de tipos de pilotes se pueden encontrar varias clasificaciones que lo agrupan, las más comunes son las que se van a enumerar:

a. Por el material que lo forman

Pueden ser de madera, concreto, acero y mixto.

b. Por el método de instalación

1. Pilotes Hincados.- Todos tienen la similitud de ser hincadas por golpe de martillo, comprenden a los pilotes de madera, concreto prefabricado, concreto pretensado, de acero de perfil H ó I y el tipo tubería.
2. Pilotes Gateados.- Cualquiera de los anteriores pero colocados por medio de gatas.
3. Pilotes Hincados y Vaciados *in-situ*.- Son pilotes que contienen una envoltura de acero delgado que es hincado, relleno con concreto y después retirada.
4. Pilotes perforados y Vaciados *in-situ*.- Son pilotes que mueven el suelo por perforación y posteriormente se llenan de concreto con forro o sin él.
5. Pilotes Tornillo.- Son pilotes roscados en el suelo, se instalan por medio de maquinarias especiales y con una hélice adosada a un mandril.

c. Por el desplazamiento de terreno.

- Pilotes Desplazantes.- se subdivide en pilotes tipo hincado y pilote tipo hincado vaciado *in-situ*.

Tipo Hincado.- Dentro de estas categorías se encuentran los pilotes de sección sólida y de sección hueca con extremo cerrado y son:

- a. Madera de sección redonda o cuadrada.
- b. Concreto prefabricado de sección sólida o tubular

- c. Concreto pretensado de sección sólida o tubular
- d. Tubo de acero con extremos cerrados (también del tipo gateado)
- e. Tubo de acero aflautado y cónico.
- f. Cajón de acero.

Tipo Hincado y Vaciado In-Situ.- Corresponde a este tipo:

- a. Tubo de acero hincado y retirado después de vaciado el concreto
 - b. Cascaron de concreto prefabricado vaciado con concreto.
 - c. Cascaron de acero con pared delgada con mandil retirable y luego vaciado con concreto.
- Pilote de Pequeño Desplazamiento.- También son hincados o gateados dentro de la tierra pero poseen pequeña sección transversal, estos son los siguientes:
 - a. Pilote prefabricado (sección tubular con extremo abierto)
 - b. Pilote de Concreto pretensado (Sección tubular con extremo abierto o cruciforme)
 - c. Pilote de acero de sección H
 - d. Pilote de acero de sección tubular (extremo abierto)
 - e. Pilotes tornillo
 - f. Cilindro roscado
- Pilotes No Desplazantes.- Conformado por un rango de técnicas de perforación, la operación empieza removiendo el suelo por perforación si se desea se forra el hueco resultante, posteriormente se aloja en concreto pudiéndose retirar el forro. Los tipos más comunes son:
 - a. Concreto vaciado en hueco perforados por taladros rotatorios, método de circulación invertida.

- b. Tubo puesto en hueco perforado y vaciado *In-Situ*.
- c. Unidades de concreto prefabricado puesto en el hueco.
- d. Sección de acero puesto en el hueco perforado.
- e. Tubo de acero perforado en tierra.

4.5.2.1. Selección del tipo de pilote

En base a los criterios anteriormente señalados, se considera que son tres los tipos de pilotes que pueden ser utilizados para el presente caso, estos son:

1. Pilotes Tubulares Metálicos.
2. Pilotes Prefabricados de Concreto.

La utilización de pilotes metálicos nos da ciertas ventajas con respecto a los pilotes de concreto, debido a las condiciones de trabajo a las cuales van a estar sujetos:

- Los pilotes tubulares metálicos pueden ser diseñados como pilotes metálicos de sección circular.
- Solo se necesita un área específica para su almacenamiento.
- El hincado de estos pilotes es inmediato a la obtención de materiales (tubo de acero). No se necesita programar un tiempo adicional para fabricación.
- Dadas las características de los tipos de suelo predominante se puede esperar que los pilotes tengan que ser recortados o alargados en alguna medida. En los pilotes de Acero esta operación es sencilla de realizar, soldando o recortando los tubos de acero en la medida que sean necesarios para conseguir el rechazo indicado.

El empleo de pilotes prefabricados de concreto tiene, en las circunstancias presentes, las siguientes desventajas comparativas:

- Su fabricación puede ser relativamente costosa, por la falta de canteras de agregados para la elaboración del concreto.
- Requieren de cancha de regular dimensión para la elaboración y almacenaje, incluyendo áreas cubiertas para la fabricación de los pilotes y los equipos y accesorios para el curado respectivo.
- Dadas las longitudes requeridas y su considerable peso, los equipos necesarios para su manipulación transporte e instalaciones (Grúas y Martinetes), requieren de la movilización de equipos de apreciables dimensiones.
- Para proceder al hincado se requiere de un tiempo considerable que debe incluir tanto el tiempo de fabricación como el periodo necesario para que el concreto alcance suficiente resistencia para soportar los esfuerzos producidos durante su manipulación y la hinca respectiva.
- Los tipos de suelo predominante y lo limitado de la información geotécnica disponible puede representar que los pilotes tengan que ser recortados o alargados en alguna medida. En los pilotes prefabricados de concreto, estas operaciones son lentas y complicadas y resultan poco recomendables. En el presente caso, esta limitación resulta determinante para señalar la inconveniencia de emplear pilotes de este tipo.

Por lo anteriormente expuesto, entre los tipos de pilotes señalados para el presente caso, se considera que lo más conveniente es el uso de algunos de los tipos de pilotes metálicos de sección circular o sección I según sea el

caso. La elección final de las características tipo de tubo de acero o perfil a ser utilizado, será definida en la etapa de diseño en donde se elegirá un diámetro o dimensión de perfil que no genere mayores esfuerzos durante el proceso de hincado.

4.5.2.2. Longitud del pilote

La longitud de los pilotes, definida en base a la información geotécnica que se pudo disponer, es del orden de los 20m.

4.5.3. Análisis Estático de Pilotes

Se va a realizar el análisis Estático para el hincado de pilotes lo cual implica el calculo de la capacidad por punta y fricción de un pilote de acero de diámetro de 18" que será el nuevo pilote guía para la nueva posición de los pontones N° 1, 2 y 3.

Tomaremos en consideración para la capacidad estática de carga las consideraciones siguientes:

$$\begin{aligned} P_{\text{estático}} &= P_{\text{fricción}} + P_{\text{punta}} \\ P &= P_f + P_p \end{aligned}$$

4.5.3.1. Capacidad de Carga por Punta

Se evaluarán los distintos métodos de reconocidos investigadores y se determinara en un resumen final un valor para la capacidad de Carga por Punta.

4.5.3.1.1. Método de Meyerhof

Basado en numerosas pruebas de carga este método evalúa la capacidad estática de carga de la siguiente forma:

$$P_p = A_p \times (c.N_c + \eta.q.N'_q + \frac{1}{2} \times \delta.B. N'_\delta.S\delta)$$

Simplificando y eliminando términos pequeños:

$$\begin{aligned}P_p &= A_p \times (\eta \cdot q \cdot N'_q) \\ \eta &= (1+2 K_0) / 3 & K_0 &= 1+ \text{sen } \phi \\ \phi &= 27^\circ & \Rightarrow & \eta = 0.697 \\ q &= \delta \times D_f \\ \delta &= 1.850 \text{ Tn} / \text{m}^3 \\ D_f &= 8.0 \text{ m}\end{aligned}$$

Se utilizará un tubo de diámetro de 18 pulgadas.

$$\begin{aligned}\text{Área} &= 0.164 \text{ m}^2 \\ L/B &= 1000/30 = 33 & \Rightarrow & \phi = 27^\circ : & N'_q &= 40.00 \\ P_p &= (0.164) \times (0.697 \times 1.85 \times 8.0 \times 40) \\ P_p &= 67.67 \text{ Tn}\end{aligned}$$

4.5.3.1.2. Método de Vesic

$$\begin{aligned}P_p &= A_p \times (\eta \cdot q \cdot N'_q) \\ N'_q &\Rightarrow \text{ Por Vesic} : & N'_q &= f(I_{rr}) \\ I_{rr} &= \text{Índice de reducción de rigidez} \\ I_{rr} &= 100 & \phi = 27^\circ & \Rightarrow & N'_q &= 40.86 \\ P_p &= (0.164) \times (0.697 \times 1.85 \times 8.0 \times 40.86) \\ P_p &= 69.13 \text{ Tn}\end{aligned}$$

4.5.3.1.3. Método de Bowles

$$\begin{aligned}P_p &= A_p \times (\delta \cdot D_f \cdot d_q) N'_q \\ L/B &= 10.00 / 0.30 = 33.00 > 1.0 & \Rightarrow & \text{Calculamos } d_q \\ d_q &= 1+2 \tan \phi (1- \text{sen } \phi)^2 \times \text{tg}^{-1} (L/B)\end{aligned}$$

$$L = 8.00 \text{ mts}$$

$$B = 0.30 \text{ mts}$$

$$\text{Por lo tanto: } d_q = 1.381$$

$$N'_q \Rightarrow \text{según Bowles } N'_q = 13.25$$

$$P_p = (0.164) \times (1.85 \times 8.0 \times 1.381) \times 13.25$$

$$P_p = 44.41 \text{ Tn}$$

4.5.3.1.4. Método de Jambu

$$P_p = A_p \times (q \cdot N'_q)$$

$$N'_q \Rightarrow \text{según Jambu } \phi = 27^\circ \quad \phi = 90^\circ \quad N'_q = 14.80$$

$$P_p = (0.164) \times (1.85 \times 8.0 \times 14.80)$$

$$P_p = 35.92 \text{ Tn}$$

4.5.3.1.5. Método de Terzaghi

$$P_p = A_p \times (c \cdot N_c + q \cdot N'_q + \frac{1}{2} \times \delta \cdot B \cdot N'_\delta)$$

Reduciendo:

$$P_p = A_p \times (q \cdot N'_q)$$

$$N'_q \Rightarrow \text{según Terzaghi, para } \phi = 27^\circ \quad N'_q = 16.62$$

$$P_p = (0.164) \times (1.85 \times 8.0 \times 16.62)$$

$$P_p = 40.34 \text{ Tn}$$

Resumen general para el calculo de la capacidad estática de carga:

$$\text{Meyerhof} : P_p = 67.67 \text{ Tn}$$

$$\text{Vesic} : P_p = 69.13 \text{ Tn}$$

$$\text{Bowles} : P_p = 44.41 \text{ Tn}$$

$$\text{Jambu} : P_p = 35.92 \text{ Tn}$$

$$\text{Terzaghi} : P_p = 40.34 \text{ Tn}$$

Tomamos como capacidad estática de carga:

$$P_{estático} = 50.00 \text{ Tn}$$

Esto es porque los métodos de Vesic, Meyerhof y Bowles están basados en pruebas de carga.

4.5.3.2. Cálculo de la Capacidad de Carga por Fricción

Si bien es cierto que existe cierta fricción no la estamos considerando.

4.5.3.3. Capacidad de Carga Total

La capacidad de carga estática total sería:

$$P_{total} = 50.00 \text{ Tn}$$

4.5.4. Análisis Dinámico de Pilotes

4.5.4.1. Importancia Del Comportamiento Durante El Hincado

En una cimentación, la capacidad de un pilote de longitud y dimensiones dadas, esta determinada por la facultad del suelo que lo rodea y en el que se apoya para proporcionarle fricción lateral y apoyo en la punta. Excepto por los efectos de alteración de carácter del suelo, que puede ser algunas veces apreciable, la manera en que el pilote llega a su posición final en el subsuelo no tiene importancia.

La capacidad de un pilote de fricción, es igual a la adherencia o a la fricción por unidad de área de contacto entre el suelo y el pilote, multiplicada por dicha área de contacto; prácticamente en nada influenciada por pequeñas diferencias en la longitud hincada, o por la facilidad o dificultad con la que se haga la penetración con un martinete determinado.

Por otra parte a menos que un pilote de punta pueda alcanzar contacto adecuado o suficiente penetración en el estrato resistente, no puede desarrollarse la capacidad requerida.

El aumento en la penetración de unos cuantos centímetros, puede aumentar mucho la capacidad, pero el que la penetración necesaria pueda lograrse, depende de la eficiencia del procedimiento de hincado. Como hincar el pilote hasta alcanzar la resistencia adecuada, es un requisito esencial para asegurar la capacidad necesaria, el ingeniero no puede evitar considerar las aplicaciones de la dinámica del hincado del pilote.

4.5.4.2. Formulas Dinámicas

Parece obvio que a la mayor resistencia de un pilote hincado corresponde la mayor capacidad del pilote para soportar cargas. Tomando como punto de partida este aparente axioma, muchos ingenieros han concluido que sería posible calcular la capacidad de un pilote, conociendo la energía aplicada por el martillo y la penetración del pilote con cada golpe del martinete. Las expresiones resultantes para la capacidad de carga se conocen como ***fórmulas dinámicas***.

Todas las formulas dinámicas comunes para los pilotes, igualan la energía aplicada por el martillo al trabajo hecho por el pilote, al penetrar su punta una distancia s contra una resistencia R , con varios márgenes de para las pérdidas de energía asociadas al procedimiento. Los aspectos del fenómeno de transmisión de esfuerzos que dependen del tiempo se ignoran.

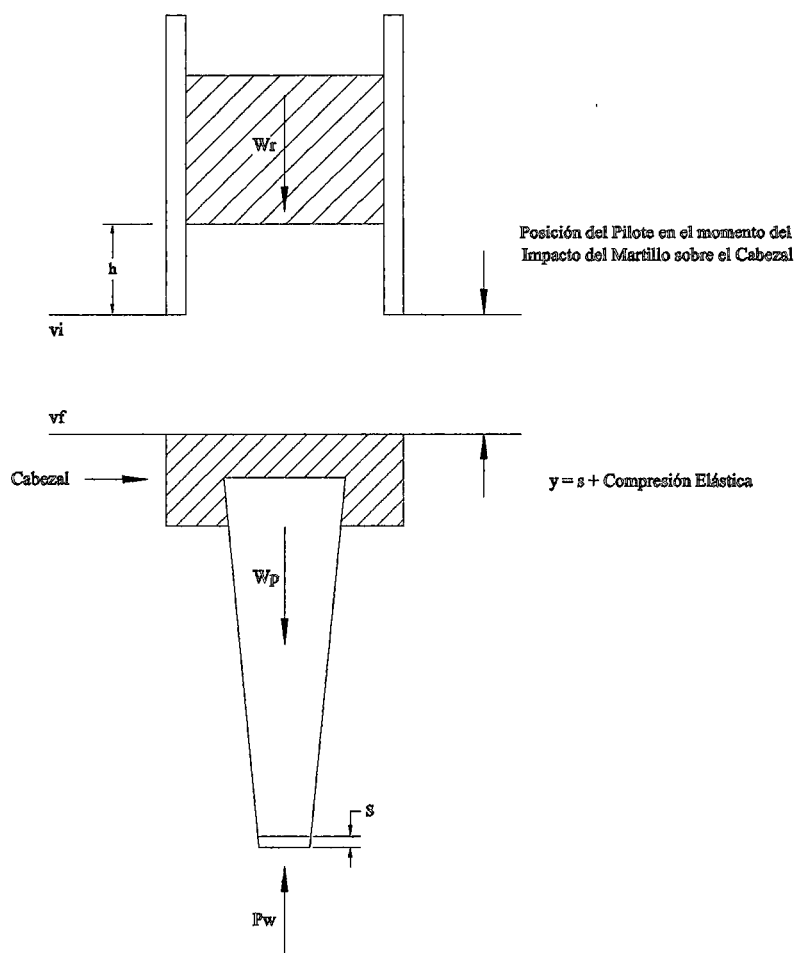
Las comparaciones entre las capacidades medidas y calculadas, han demostrado que unas cuantas de las muchas formulas dinámicas son estadísticamente superiores a las otras. Sin embargo, aun esas fórmulas son fundamentalmente irracionales, porque no consideran los aspectos de los fenómenos dinámicos que dependen del tiempo. Por lo tanto, excepto

cuando se disponga de correlaciones empíricas bien comprobadas, basadas en condiciones físicas y geológicas especificadas, el uso de formulas, aparentemente mejores que la del Engineering News tampoco se justifica.

4.5.4.3. Formula Racional De Pilotes

La formula dinámica de la capacidad del pilote llamada la Formula Racional del Pilote depende del principio de impulso de momento. Usaremos la siguiente lista de símbolos, ver Fig. siguiente.

- A = área de la sección del pilote.
- E = modulo de Elasticidad.
- eh = eficiencia del martillo.
- Eh = energía del martillo.
- g = aceleración de la gravedad.
- h = altura del martillo.
- l = cantidad de impulso causando compresión o cambio de momento.
- k1 = compresión elástica del amortiguador superior y cabezal, se calcula según P_u/AE
- k2 = compresión elástica del pilote.
- k3 = compresión elástica del suelo.
- L = longitud del pilote.
- m = masa.
- Mr = momento del martillo.
- n = coeficiente de restitución.
- nl = cantidad de impulso causando restitución.
- Pu = capacidad ultima del pilote.
- s = cantidad de penetración de punta por golpe.
- Vce = velocidad del pilote y martillo al final del periodo de compresión.
- vi = velocidad del martillo (ram) al momento del impacto.
- vp = velocidad del pilote en el periodo de restitución.
- Wp = peso del pilote incluyendo peso del cabezal y amortiguador.



SIGNIFICADO DE CIERTOS TERMINOS USADOS EN LA DETERMINACION DE FORMULAS DINAMICAS

W_r = peso del martillo.

En el impacto el momento del martillo es:

$$M_r = W_r * \frac{V_i}{g}$$

Al final del periodo de compresión el momento del martillo es:

$$M_r = W_r * \frac{V_i}{g} - I$$

Con una velocidad de:

$$V_{c\theta} = (W_r * \frac{V_i}{g} - I) * \frac{g}{w_r} \quad (a)$$

Si asumimos que en ese instante el momento del pilote $M_p = I$, la velocidad del pilote es:

$$V_{c\theta} = \frac{g}{w_p} * I \quad (b)$$

Asumiendo que el pilote y el martillo no se han separado al final del periodo de compresión, la velocidad instantánea del pilote y martillo son iguales, por lo tanto combinando las ecuaciones anteriores (a) y (b),

$$I = V_i * \frac{W_r * W_p}{g * (W_r + W_p)} \quad (c)$$

Al final del periodo de restitución, el momento del pilote es:

$$I + nI = V_p * \frac{W_p}{g} \quad (d)$$

Y sustituyendo en (c) por I y resolviendo para la velocidad del pilote.

$$V_p = \frac{(W_r + nW_r)}{(W_r + W_p)} * V_i \quad (e)$$

En el final el periodo de restitución, el momento del martillo es:

$$W_r * \frac{V_i}{g} - I - nI = \frac{W_r}{g} * V_r \quad (f)$$

Sustituyendo por I, resolviendo para V_r, podemos obtener:

$$V_r = \frac{(W_r - nW_p)}{(W_r + W_p)} * V_i \quad (g)$$

La energía total disponible en el pilote y martillo al final del periodo de

$$\left(\frac{1}{2}mv^2\right)_{\text{pilote}} + \left(\frac{1}{2}mv^2\right)_{\text{ram}}$$

restitución es:

Y sustituyendo (e) y (g) con algunas simplificaciones obtenemos:

$$\frac{W_r}{2g}v_r^2 + \frac{W_p}{2g}v_p^2 = e_h W_r * h * \frac{(W_r + n^2W_p)}{(W_r + W_p)} \quad (h)$$

Si el sistema fuese 100% eficiente, la capacidad ultima multiplicada por el desplazamiento puede ser:

$$P_u * S = e_h * W_r * h$$

El desplazamiento instantáneo del pilote es $s + k_1 + k_2 + k_3$, de la cual solo s es permanente y el dato actual de energía al sistema del pilote es:

$$e_h * W_r * h = P_u * (s + k_1 + k_3) = P_u * (s + C)$$

Reemplazando al termino equivalente de energía con el equivalente de la ecuación (h),

$$P_u = \frac{(e_h * W_r * h) (W_r + n^2 W_p)}{(s + C) (W_r + W_p)} \quad (i)$$

Una inspección detallada de la ecuación de Hiley o ec(i) y una separación de términos resulta en:

Energía = Trabajo + perdida de impacto + perdida de cabezal + perdida del pilote + perdida en el suelo.

$$e_h * W_r * h = P_u * s + e_h * W_h \frac{W_p(1 - n^2)}{(W_p + W_r)} + P_u * k_1 + P_u * k_2 + P_u * k_3$$

Los mejores resultados de la fórmula dinámica son obtenidos cuando se tenga un estudio más detallado de los varios factores de perdida.

4.5.4.4. Variedad De Formulas Dinámicas

La gran variedad de fórmulas dinámicas son obtenidas de las ecuaciones planteadas, la diversidad se deberá a la experiencia de tratar con suelos variables y condiciones de martillo así como las fórmulas dinámicas no tienen muy buena relación con la expresión de campo, sobre todo cuando son usados en diferentes lugares.

Si definimos el termino impacto en la ecuación de Hiley como:

$$CI = \frac{(W_r + n^2 W_p)}{(W_r + W_p)}$$

Y reordenando tenemos:

$$CI = \frac{(1 + n^2 \frac{W_p}{W_r})}{(1 + \frac{W_p}{W_r})}$$

Y tomando:

$$n^2 \frac{W_p}{W_r} = 0$$

Obtenemos:

$$C1 = \frac{1}{(1 + \frac{W_p}{W_r})}$$

Cual llega a ser el punto de partida de las muchas formulas dinámicas.

La formula de la Engineering News (comúnmente, pero incorrectamente llamada ENR) publicada en 1888 y desarrollada para pilotes de madera usando un martillo de caída con un factor de seguridad aproximado FS=6. La fórmula ha sido modificada para diferentes equipos y probablemente el más usado de muchas formulas dinámicas para Pilotes, fue obtenido por reducir toda la compresión elástica en un simple factor C=1 pulg. Con eh=1=C1 obtenido para el martillo de caída.

$$P_u = W_r * \frac{h}{(s+1.0)}$$

y para martillos a vapor con C=0.1, obtenemos:

$$P_u = W_r * \frac{h}{(s+1.0)}$$

En general todas las formulas dinámicas para pilotes igualan la energía aplicada por el martillo al trabajo realizado por el pilote, al penetrar la punta contra una resistencia Pu, con varios márgenes para las pérdidas de energía

asociadas al procedimiento. En donde los efectos de transmisión de efectos en el tiempo se ignoran.

Por ejemplo la formula del Engineering News, todas las perdidas de energía asociadas a cada golpe del martinete de vapor de acción simple, se supone que son equivalentes al trabajo que habría hecho una penetración de 0.25cm contra la resistencia Pu. Todo el trabajo efectuado durante la penetración útil s y la penetración que se supone perdida, es:

$$W_r * h = P_u(s + 0.25)$$

donde W_r es el peso del martillo expresado en las mismas unidades que R y s esta en cms, si h se expresa en m y se supone un factor de seguridad de 6, la resistencia en condiciones de trabajo es:

$$P_u = 16.68 W_r * \frac{h}{(s + 0.25)}$$

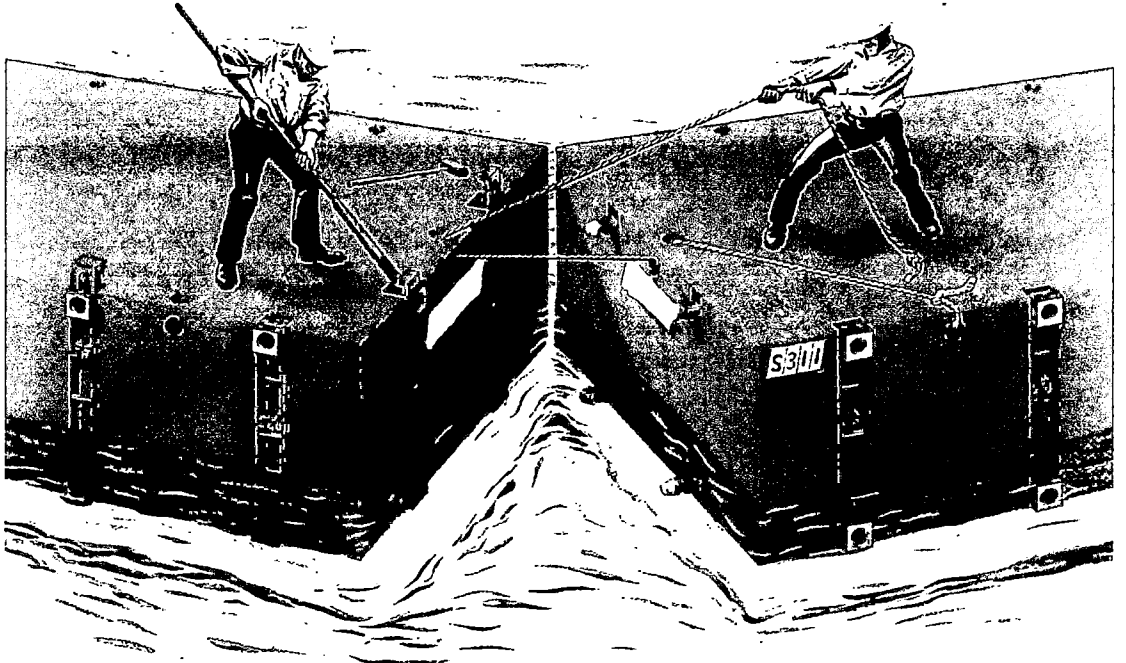
Para otros martinetes que no sean los de acción sencilla el numerador se reemplaza por $2E$ donde E es la energía del martillo por golpe.

Entre las diversas formulas Dinámicas, tenemos:

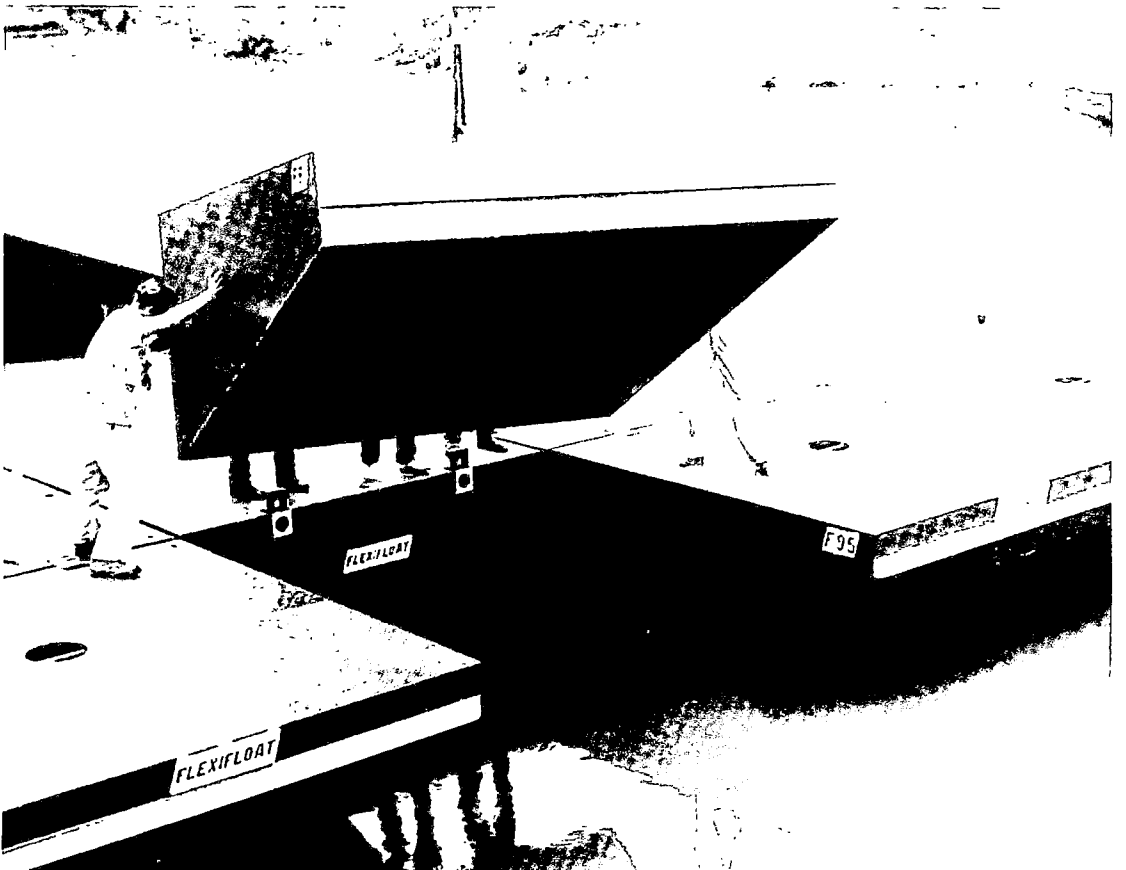
- CÓDIGO NACIONAL DE CONSTRUCCIÓN DE CANADÁ; el cual usa un factor de seguridad (F.S.) de 3 y usa formulas de aproximación siguientes:

$$P_u = \frac{(e h * E_h * C_1)}{(s + C_2 + C_3)}$$

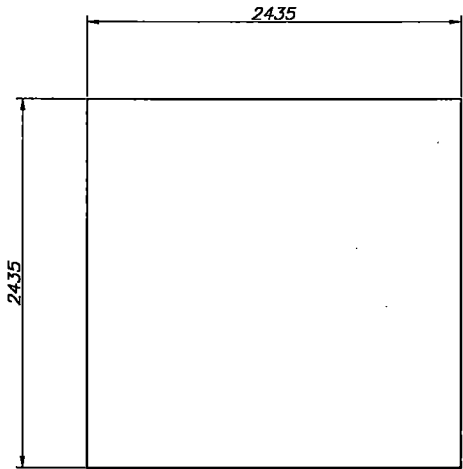
Donde:



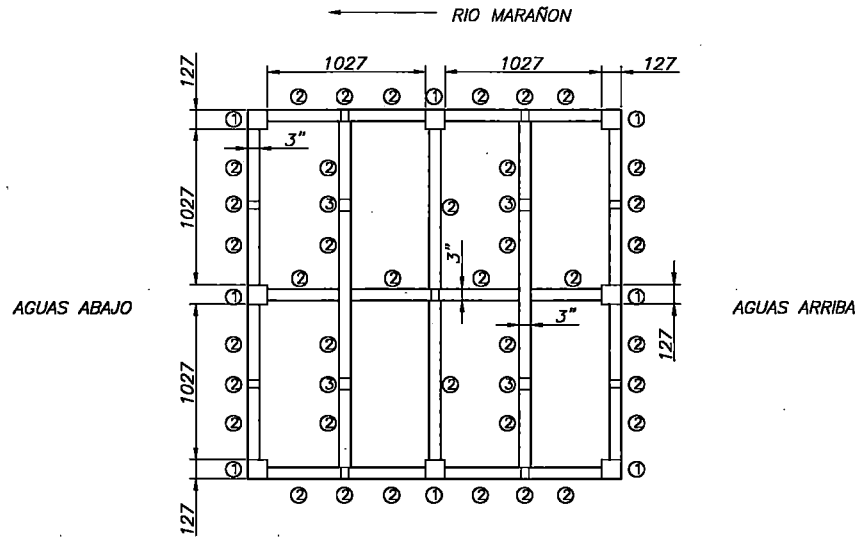
Unión de unidades de flotación



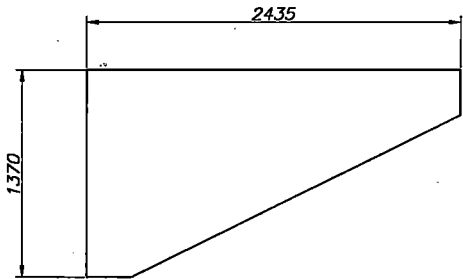
Montaje de unidades de Flotación de extremo



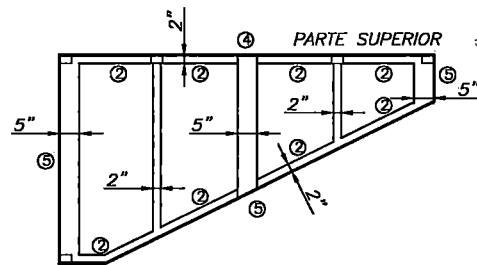
PLANTA



LADO RIBERA
CORTE SUPERIOR



ELEVACION



CORTE DE ELEVACION

COMPONENTES DE FLOTADORES

POSICION	COMPOSICION
01	TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO 5"x5" (3/8" espesor) ; Peso : 22.37 lbs/pie
02	TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR 3"x2" (3/16" espesor) ; Peso : 5.59 lbs/pie
03	TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO 3"x3" (3/16" espesor) ; Peso : 6.87 lbs/pie
04	PLANCHA ESTRIBADA Espesor : 1/4" (0.25) ; Medida Existente : 0.27
04	PLANCHA DEL FONDO Y LATERALES Espesor : 5/16" (0.31) ; Medida Existente : 0.29

SFRD AYTES 10/92 D CAD FILE No.

DRAWING N°	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE

APROBADO	APROV.	H. Lopez	FRMA	YR.	MO.	DAY
FECHA						
D.	DRW.CHK.	H. Lopez				
	DES. CHK.	H. Lopez				
		M. Peña				

PETROPERU

APROBADO POR PETROPERU

ESCALA 1/50

DATE: _____

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO

FLOTADORES
DETALLE DE FLOTADOR TIPO 2

Job No. _____ Desg. No. _____ REV. 01

UNI-FAC. ING. CIVIL

$$C1 = \frac{(Wr + n^2(0.5Wp))}{(Wr + Wp)}$$

$$C2 = \frac{3Pu}{2a}$$

$$C3 = \frac{L}{E} + 0.0001(\text{in}^3/k)$$

Notar que producto de C2C3 lleva unidades de s.

- FORMULA DE DANISH; que usa un F.S. de 3 a 6:

$$Pu = \frac{eh * Eh}{(s + C1)}$$

$$C1 = \sqrt{\frac{eh * Eh * L}{2AE}}$$

Unidades de s

- FORMULA DE EYTELWEIN; usa un F.S.=6

$$Pu = \frac{eh * Eh}{s + 0.1(Wp / Wr)}$$

- FORMULA DE GATES; usa un F.S.=3

$$Pu = a\sqrt{eh * Eh}(b - \log s)$$

$P_u = \text{kips ó Kn}$ $Eh = \text{kips-ft ó Kn-m}$

Considerando la siguiente tabla:

	S	A	B
Fps	In	27	1.0
SI	Mm	104.5	2.4

$eh = 0.75$ para martillos de caída libre y 0.85 para otros martillos.

- FORMULA DE JAMBU; que usa un F.S. de 3 a 6

$$P_u = \frac{eh * Eh}{k_u * s}$$

$$C_d = 0.75 + 0.15 \frac{W_p}{W_r}$$

$$k_u = C_d * \left(1 + \sqrt{1 + \frac{\lambda}{C_d}}\right)$$

$$\lambda = \frac{eh * Eh * L}{AEs^2}$$

- FORMULA DEL ENR MODIFICADA; usa un F.S.=6

$$P_u = \frac{1.25ehEh}{s+0.1} \frac{W_r + n^2 W_p}{W_r + W_p}$$

- AASHTO; usa un F.S.=6 primordialmente para pilotes de madera.

$$P_u = \frac{2h(W_r + A_{rp})}{s+0.1}$$

Para martillos de doble acción a vapor se toma $A_r =$ sección transversal del ram, $p =$ presión de vapor, para martillos de simple acción y a gravedad, $A_r \cdot p = 0$.

- FORMULA DE NAVY-MACKAY; usa un F.S.=6

$$P_u = \frac{ehEh}{s(1 + 0.3C_1)}$$

$$C_1 = \frac{W_p}{W_r}$$

- FORMULA DE PCUBC (Código de Construcción de Costa del Pacífico) que usa un F.S. de 4

$$P_u = \frac{ehEhC_1}{s + C_2}$$

$$C_1 = \frac{W_r + kW_p}{W_r + W_p}$$

$k = 0.25$ para pilotes de acero

$k = 0.10$ para otros pilotes

- FORMULA DE LOS MARTILLOS DELMAG.

En la deducción de esta formula se incluye un factor que considera la elasticidad del sistema suelo – pilote.

$$E_{total} = E_{util} + E_{perdida}$$

$$E_c = P_d S + E_e$$

Donde:

E_c = Energía Cinética instantánea en el impacto.

E_e = Energía perdida por la elasticidad del sistema suelo – pilote.

$$E_c = \frac{1}{2}(M_m + M_p)V^2$$

Donde:

M_m = Masa del pistón del martillo

M_p = Masa del pilote

V = Velocidad del conjunto pistón – pilote ocurrido en el impacto.

Cantidad de movimiento C .

$$C_{\text{antes del impacto}} = C_{\text{después del impacto}}$$

$$M_m V_m + M_p V_p = (M_m + M_p)V$$

$$V = \frac{(M_m V_m + M_p V_p)}{(M_m + M_p)}$$

Por caída libre del pistón:

$$h = \frac{V_m^2}{2g}$$

$$V_m = \sqrt{2gh}$$

reemplazando:

$$V = \frac{M_m \sqrt{2gh}}{M_m + M_p}$$

$$E_c = \frac{1}{2}(M_m + M_p) \left(\frac{M_m}{M_m + M_p} \right)^2 (2gh)$$

$$E_c = \frac{W_m^2 h}{W_m + W_p}$$

$$E_c = \frac{E_m W_m}{W_m + W_p}$$

E_e = Energía perdida por elasticidad del sistema suelo – pilote.

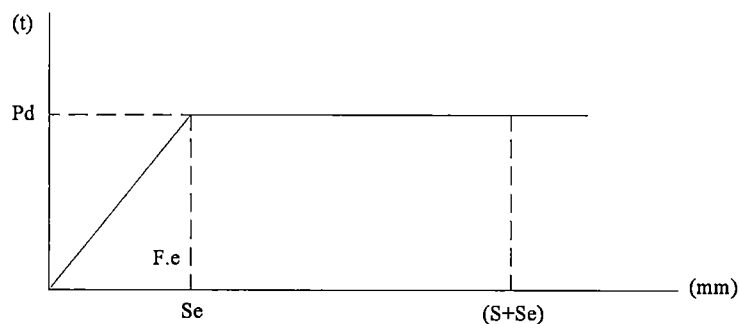
$$E_e = \frac{P_e S_e}{2}$$

$$\frac{E_m W_m}{W_m + W_p} = P_d S + P_d \frac{S_e}{2}$$

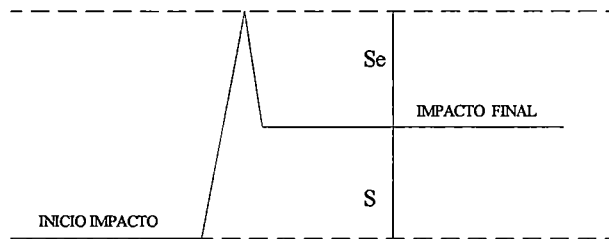
$$P_d = \frac{E_m W_m}{\left(S + \frac{1}{2} S_e\right) (W_m + W_p)}$$

Por lo general la formula de Delmag cuenta con un factor de seguridad de 2 (F.S.=2) por lo tanto:

$$P_d = \frac{E_m W_m}{2\left(S + \frac{1}{2} S_e\right) (W_m + W_p)}$$



El factor de elasticidad Se , se obtiene mediante un registro gráfico, tal como se muestra en la figura siguiente, durante las pruebas de carga.



4.5.4.5. Análisis Dinámico con la Ecuación de Onda

En sus principios este método matemático de Ecuación de Onda fue desarrollado para calcular fuerzas en los trabajos de hincado en los elementos componentes como cabezales, pilotes, mandiles y tener un diseño apropiado.

Esta solución matemática que en aplicación especial la hacemos para pilotes de concreto que es uno de los mas comunes utilizados en nuestro medio.

En las soluciones efectuadas mediante la Ecuación de onda se pueden tomar valores de amortiguadores blandos y duros, cabe recalcar que al decir duros lo decimos en forma relativa por que existen amortiguadores mas duros que son utilizados en pilotes de otros materiales más resistentes como es caso de pilotes de acero, que tienen mayor resistencia y pueden absorber energía mucho más que los pilotes de concreto.

Luego se ha tomado otros dos extremos en las soluciones como son el porcentaje de carga tomado por la punta en donde se abarcan los casos de pilotes por fricción o por punta, cabe agregar que en estos resultados varían relativamente poco.

Además se han utilizado parámetros apropiados comúnmente utilizados en este tipo de obras.

Se está calculando la capacidad dinámica de carga utilizando un martillo Delmag D-12 para el cálculo pues es factible, tal como lo demuestran los resultados en obras similares, que se puedan utilizar martillos superiores como el Delmag D - 22 o equipos similares cuya energía este dentro del rango de estos mismos martillos.

4.5.4.5.1. Martillo Delmag D – 12

- Cálculo por medio de la Ecuación de Onda.

Se adjunta el listado del calculo de la capacidad dinámica de carga por medio de una ecuación de onda de esfuerzos inducidos.

En el mismo gráfico esta graficada la curva de capacidad de carga con la fórmula de los martillos Delmag.

Se adjuntan los gráficos de capacidad de carga vs. Nº de golpes/10 cm. Para tomar el valor final de Capacidad Dinámica de carga, tomamos como referencia final la curva de ecuación de onda y tenemos que para 25 golpes la capacidad de carga es de 170 Ton, si consideramos un FS = 2 tenemos entonces:

$$P_{\text{dinámico}} = 85.00 \text{ Tn}$$

- Cálculo por medio de la fórmula Delmag

Se ha graficado la curva de rechazo vs capacidad de carga

4.5.5. Diseño Estructural de Pilotes

4.5.5.1. Cálculo de la Fuerza de la Corriente en los Pontones

De acuerdo al art. 3.1.8.1 del AASHTO la presión que ejerce la corriente del río es la siguiente:

$$P = k v^2$$

Donde:

P = Presión en Lb/pie²

v = Velocidad del Agua en pie/seg

k = Constante de forma:

Extremos Cuadrados = 1 3/8

Extremos con Angulo 30° = 0.50

Extremo Circular = 2/3

En el presente caso la infraestructura es circular por lo que $k = 2/3$

De acuerdo al estudio de corrientes y Levantamiento topográfico realizado por el Ingeniero Luis G. Nazario y a las mediciones Hidrométricas: Calculo de la velocidad media concluimos que la velocidad del agua es de:

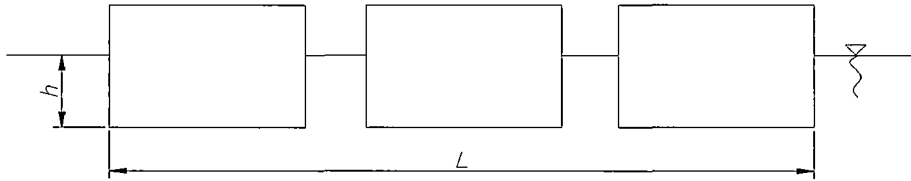
$$V = 1.75 \text{ m/seg} = 5.74 \text{ pies/seg}$$

$$\Rightarrow P = k v^2 = 2/3 \times (5.74)^2 = 21.97 \text{ Lb/pie}^2$$

Como $1 \text{ Lb/pie}^2 = 4.89 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow$ tenemos que:

$$P = 21.97 \times 4.89 = 107.4 \text{ kg/m}^2 = 0.11 \text{ Tn/m}^2$$

Área del pontón sobre la que ejerce presión el río:



$$L = 7.60 \text{ mts}$$

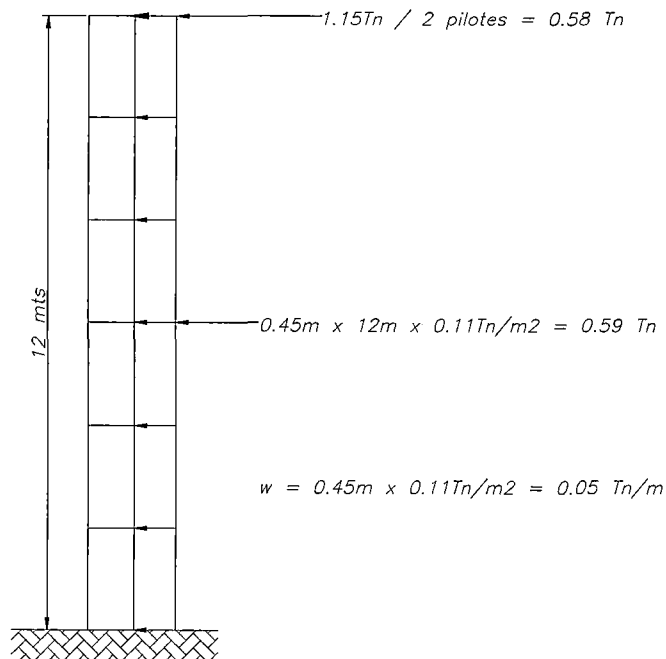
$$H = 1.37 \text{ mts}$$

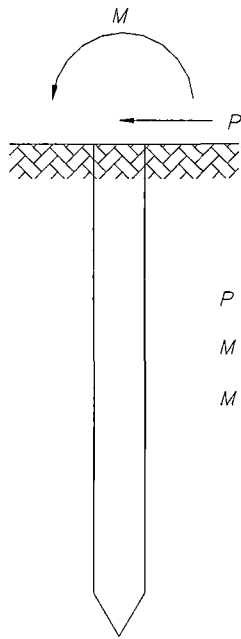
$$\text{Area} = L \times H = 10.41 \text{ m}^2$$

Carga Lateral que ejerce el río sobre el pontón: F

$$F = 10.41 \text{ m}^2 \times 0.11 \text{ Tn/m}^2 = 1.15 \text{ Tn}$$

Esta carga se reparte en los 2 Pilotes que sirven de guía al pontón:





$$P = 0.58 + 0.59 = 1.17 \text{ Tn}$$

$$M = 0.58 \times 12 + 0.59 \times 6$$

$$M = 10.50 \text{ Tn-mt}$$

- Verificación Estructural de la sección de acero:

Se utilizará un pilote de diámetro = 18" y espesor de pared $t_w = \frac{1}{2}$ "

Calculo del esfuerzo de trabajo (σ_t):

$$\sigma_t = (M \cdot y) / I = (10.5 \times 10^5 \text{ kg-cm}^2 \times 22.86 \text{ cm}) / 43836.25 \text{ cm}^4$$

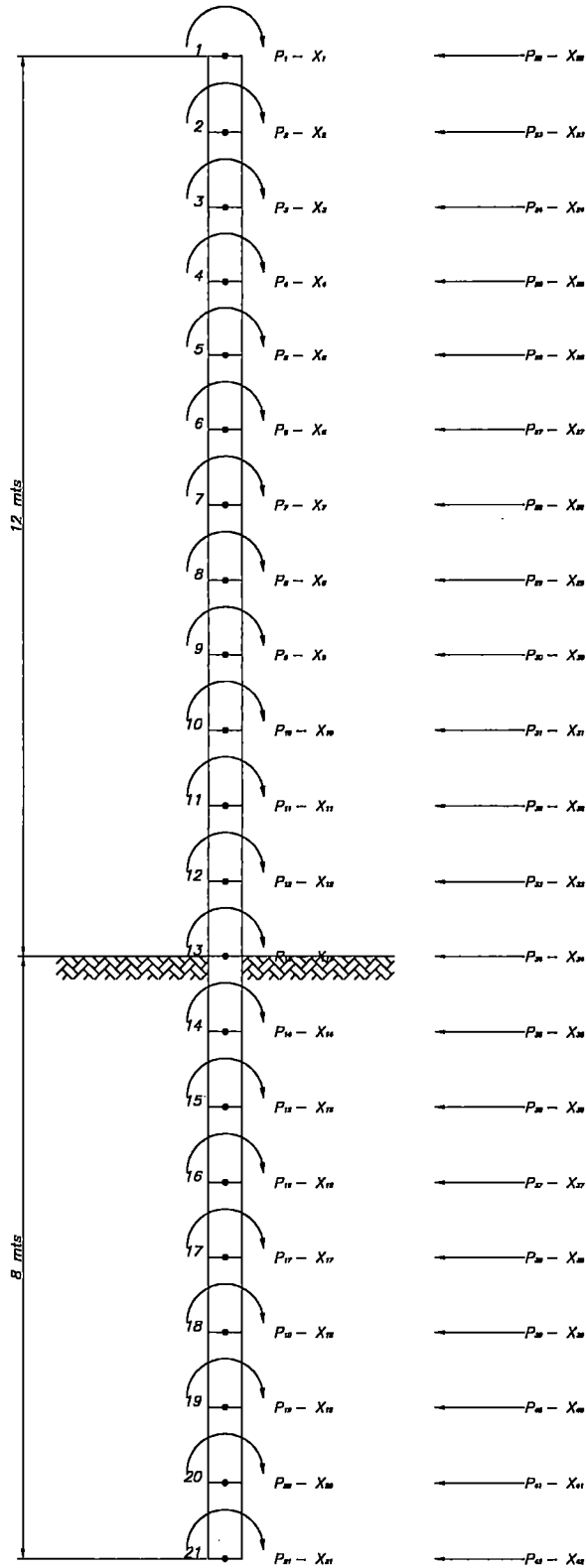
$$\sigma_t = 547.56 \text{ kg/cm}^2$$

Se debe cumplir que $\sigma_t \leq 0.66 F_y = 2376 \text{ kg/cm}^2$

$$547.56 \leq 0.66 F_y = 2376 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK Cumple}$$

CODIFICACION DE RESULTADOS

Pilote de Acero $\phi = 18''$ L = 20 mts (20 elementos de 1 m)



SERO A/FES 10/92 D CAD FILE No.

		APROBADO		FIRMA	TEL. NO. / DAY	PETROPERU	MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LOS PONTONES DE LA ESTACION DE BOMBEO N° 1 DEL OLEODUCTO NORPERUANO	
		FECHA	APROV. H. Lopez		01		HINCADO DE PILOTES DIAGRAMA DE CARGAS PILOTE DE ACERO	
			DRW. CHL. H. Lopez		01			
			DES. CHL. H. Lopez		01		Job No. _____ Dwg. No. _____	
			DES. CHL. M. Palae		01	ESCALA 1/100		
		UNI-FAC. ING. CIVIL			APROBADO POR PETROPERU		DATE: _____	
DATE	REVISION	REV.	BY	CHK.	ENG.	PE	REV. 01	

M CM KN KN-M KN/M2 KN/M3 100.00 00
 20 0 1 12 13 0

PILOTE CARGADO LATERALMENTE POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

LONGITUD DEL PILOTE = 20.00 M

LADO DEL PILOTE (CUADRADO) = .0000 M

DIÁMETRO DEL PILOTE (CIRCULAR) = .4500 M

MODULO DE ELASTICIDAD DEL PILOTE = 204091800.

KN/M2

NUMERO DE NUDOS CON CORRECCIÓN = 0

NUDO DONDE EMPIEZA EL SUELO = 13

NUMERO DE CONDICIONES DE CARGA = 1

MODULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE 1570.00 + 3500.00 *Z** .670

DEFORMACIÓN LINEAL MÁXIMA DEL SUELO , XMAX = 7.50 CM

MODULO DE INERCIA DEL PILOTE .0004384 M **4

LONGITUD DE SEGMENTO DEL PILOTE 1.000 M

EL MODULO DEL SUELO EN EL NUDO

13	1570.00000
14	5070.00000
15	7138.75600
16	8877.00300
17	10430.30000
18	11859.11000
19	13195.98000
20	14460.92000
21	15667.38000

LA MATRIZ P ES LA SIGUIENTE

LAS FUERZAS NO LINEALES DEL SUELO, G(I), SON

1	5.9300	.0000
2	.4900	.0000
3	.4900	.0000
4	.4900	.0000
5	.4900	.0000
6	.4900	.0000
7	.4900	.0000
8	.4900	.0000
9	.4900	.0000
10	.4900	.0000
11	.4900	.0000
12	.4900	.0000
13	.0000	.0000
14	.0000	.0000
15	.0000	.0000
16	.0000	.0000
17	.0000	.0000
18	.0000	.0000
19	.0000	.0000
20	.0000	.0000
21	.0000	.0000
22	.0000	.0000
23	.0000	.0000
24	.0000	.0000
25	.0000	.0000
26	.0000	.0000
27	.0000	.0000
28	.0000	.0000
29	.0000	.0000
30	.0000	.0000

31	.0000	.0000
32	.0000	.0000
33	.0000	.0000
34	.0000	.0000
35	.0000	.0000
36	.0000	.0000
37	.0000	.0000
38	.0000	.0000
39	.0000	.0000
40	.0000	.0000
41	.0000	.0000
42	.0000	.0000

LA MATRIZ S EN DOS COLUMNAS

1	357862.80	178931.40
2	178931.40	357862.80
3	357862.80	178931.40
4	178931.40	357862.80
5	357862.80	178931.40
6	178931.40	357862.80
7	357862.80	178931.40
8	178931.40	357862.80
9	357862.80	178931.40
10	178931.40	357862.80
11	357862.80	178931.40
12	178931.40	357862.80
13	357862.80	178931.40
14	178931.40	357862.80
15	357862.80	178931.40
16	178931.40	357862.80
17	357862.80	178931.40
18	178931.40	357862.80
19	357862.80	178931.40
20	178931.40	357862.80
21	357862.80	178931.40
22	178931.40	357862.80
23	357862.80	178931.40
24	178931.40	357862.80
25	357862.80	178931.40
26	178931.40	357862.80
27	357862.80	178931.40
28	178931.40	357862.80
29	357862.80	178931.40
30	178931.40	357862.80
31	357862.80	178931.40
32	178931.40	357862.80
33	357862.80	178931.40
34	178931.40	357862.80
35	357862.80	178931.40
36	178931.40	357862.80
37	357862.80	178931.40
38	178931.40	357862.80
39	357862.80	178931.40
40	178931.40	357862.80
41	.00	.00
42	.00	.00
43	.00	.00
44	.00	.00
45	.00	.00
46	.00	.00
47	.00	.00
48	.00	.00
49	.00	.00
50	.00	.00
51	.00	.00
52	.00	.00
53	321.29	.00

54	2227.83	.00
55	3200.05	.00
56	3987.72	.00
57	4688.97	.00
58	5333.15	.00
59	5935.49	.00
60	6505.22	.00
61	3435.77	.00

LA MATRIZ P (KN O KN-M) ES			DEFLEXIONES DE NUDOS (RADIANES O CM) SON			MOMENTOS FLECTORES (KN O KN-M) SON				
DIR.	CARGA.	1	5.9300	DIR.	NUDO.	1	.001633	MOMENTO	1	5.931
DIR.	CARGA.	2	.4900	DIR.	NUDO.	2	.001566	MOMENTO	2	-5.928
DIR.	CARGA.	3	.4900	DIR.	NUDO.	3	.001495	MOMENTO	3	6.425
DIR.	CARGA.	4	.4900	DIR.	NUDO.	4	.001417	MOMENTO	4	-6.419
DIR.	CARGA.	5	.4900	DIR.	NUDO.	5	.001335	MOMENTO	5	6.910
DIR.	CARGA.	6	.4900	DIR.	NUDO.	6	.001246	MOMENTO	6	-6.918
DIR.	CARGA.	7	.4900	DIR.	NUDO.	7	.001153	MOMENTO	7	7.404
DIR.	CARGA.	8	.4900	DIR.	NUDO.	8	.001053	MOMENTO	8	-7.408
DIR.	CARGA.	9	.4900	DIR.	NUDO.	9	.000948	MOMENTO	9	7.899
DIR.	CARGA.	10	.4900	DIR.	NUDO.	10	.000838	MOMENTO	10	-7.898
DIR.	CARGA.	11	.4900	DIR.	NUDO.	11	.000722	MOMENTO	11	8.389
DIR.	CARGA.	12	.4900	DIR.	NUDO.	12	.000601	MOMENTO	12	-8.391
DIR.	CARGA.	13	.0000	DIR.	NUDO.	13	.000474	MOMENTO	13	8.882
DIR.	CARGA.	14	.0000	DIR.	NUDO.	14	.000349	MOMENTO	14	-8.883
DIR.	CARGA.	15	.0000	DIR.	NUDO.	15	.000233	MOMENTO	15	9.373
DIR.	CARGA.	16	.0000	DIR.	NUDO.	16	.000138	MOMENTO	16	-9.377
DIR.	CARGA.	17	.0000	DIR.	NUDO.	17	.000068	MOMENTO	17	9.867
DIR.	CARGA.	18	.0000	DIR.	NUDO.	18	.000024	MOMENTO	18	-9.870
DIR.	CARGA.	19	.0000	DIR.	NUDO.	19	.000000	MOMENTO	19	10.361
DIR.	CARGA.	20	.0000	DIR.	NUDO.	20	-.000009	MOMENTO	20	-10.366
DIR.	CARGA.	21	.0000	DIR.	NUDO.	21	-.000011	MOMENTO	21	10.856
DIR.	CARGA.	22	.0000	DIR.	NUDO.	22	-1.436069	MOMENTO	22	-10.863
DIR.	CARGA.	23	.0000	DIR.	NUDO.	23	-1.276107	MOMENTO	23	11.353
DIR.	CARGA.	24	.0000	DIR.	NUDO.	24	-1.123048	MOMENTO	24	-11.360
DIR.	CARGA.	25	.0000	DIR.	NUDO.	25	-.977442	MOMENTO	25	11.360
DIR.	CARGA.	26	.0000	DIR.	NUDO.	26	-.839839	MOMENTO	26	-11.069
DIR.	CARGA.	27	.0000	DIR.	NUDO.	27	-.710789	MOMENTO	27	11.069
DIR.	CARGA.	28	.0000	DIR.	NUDO.	28	-.590844	MOMENTO	28	-9.617
DIR.	CARGA.	29	.0000	DIR.	NUDO.	29	-.480551	MOMENTO	29	9.617
DIR.	CARGA.	30	.0000	DIR.	NUDO.	30	-.380461	MOMENTO	30	-7.426
DIR.	CARGA.	31	.0000	DIR.	NUDO.	31	-.291127	MOMENTO	31	7.426
DIR.	CARGA.	32	.0000	DIR.	NUDO.	32	-.213099	MOMENTO	32	-5.045
DIR.	CARGA.	33	.0000	DIR.	NUDO.	33	-.146932	MOMENTO	33	5.045
DIR.	CARGA.	34	.0000	DIR.	NUDO.	34	-.093181	MOMENTO	34	-2.912
DIR.	CARGA.	35	.0000	DIR.	NUDO.	35	-.052072	MOMENTO	35	2.912
DIR.	CARGA.	36	.0000	DIR.	NUDO.	36	-.023119	MOMENTO	36	-1.296
DIR.	CARGA.	37	.0000	DIR.	NUDO.	37	-.004777	MOMENTO	37	1.296
DIR.	CARGA.	38	.0000	DIR.	NUDO.	38	.005298	MOMENTO	38	-.316
DIR.	CARGA.	39	.0000	DIR.	NUDO.	39	.009689	MOMENTO	39	.316
DIR.	CARGA.	40	.0000	DIR.	NUDO.	40	.010728	MOMENTO	40	.000
DIR.	CARGA.*		.0000	DIR.	NUDO.	41	.010201	FUERZA	41	.000
DIR.	CARGA.*		.0000	DIR.	NUDO.	42	.009197	FUERZA	42	.000
								FUERZA	43	.000
								FUERZA	44	.000
								FUERZA	45	.000
								FUERZA	46	.000
								FUERZA	47	.000
								FUERZA	48	.000
								FUERZA	49	.000
								FUERZA	50	.000
								FUERZA	51	.000
								FUERZA	52	.000
								FUERZA	53	.299
								FUERZA	54	1.160
								FUERZA	55	.740
								FUERZA	56	.191
								FUERZA	57	-.248

FUERZA	58	-.517
FUERZA	59	-.637
FUERZA	60	-.664
FUERZA	61	-.316

CORTE EN CADA SEGMENTO, KN		MOMENTO FLECTOR EN CADA ORDENADA KN - M		REACCIÓN DEL SUELO EN CADA ORDENADA KN
1	.0000	1	5.9314	.0000
2	.0000	2	6.4249	.0000
3	.0000	3	6.9105	.0000
4	.0000	4	7.4043	.0000
5	.0000	5	7.8991	.0000
6	.0000	6	8.3894	.0000
7	.0000	7	8.8818	.0000
8	.0000	8	9.3726	.0000
9	.0000	9	9.8669	.0000
10	.0000	10	10.3607	.0000
11	.0000	11	10.8564	.0000
12	.0000	12	11.3526	.0000
13	-.2994	13	11.3601	-.2994
14	-1.4595	14	11.0687	-1.1601
15	-2.1993	15	9.6174	-.7398
16	-2.3898	16	7.4264	-.1905
17	-2.1413	17	5.0449	.2484
18	-1.6246	18	2.9119	.5167
19	-.9878	19	1.2956	.6368
20	-.3242	20	.3160	.6636
		21	.0000	.3160
		SUMA DE REACCIONES DE SUELO =		-0.082 (.000)

4.5.5.2. Cálculo Estructural con la Ecuación de Onda

Del análisis con el programa de la Ecuación de Onda y al realizar las graficas comparativas con la fórmula Delmag para el análisis dinámico del pilote se concluye que el hincado del pilote para 85 ton tomar el valor final de Capacidad Dinámica de carga, tomamos como referencia final la curva de ecuación de onda y tenemos que para 25 golpes / 10 cm la capacidad de carga del pilote será de 85 Ton.

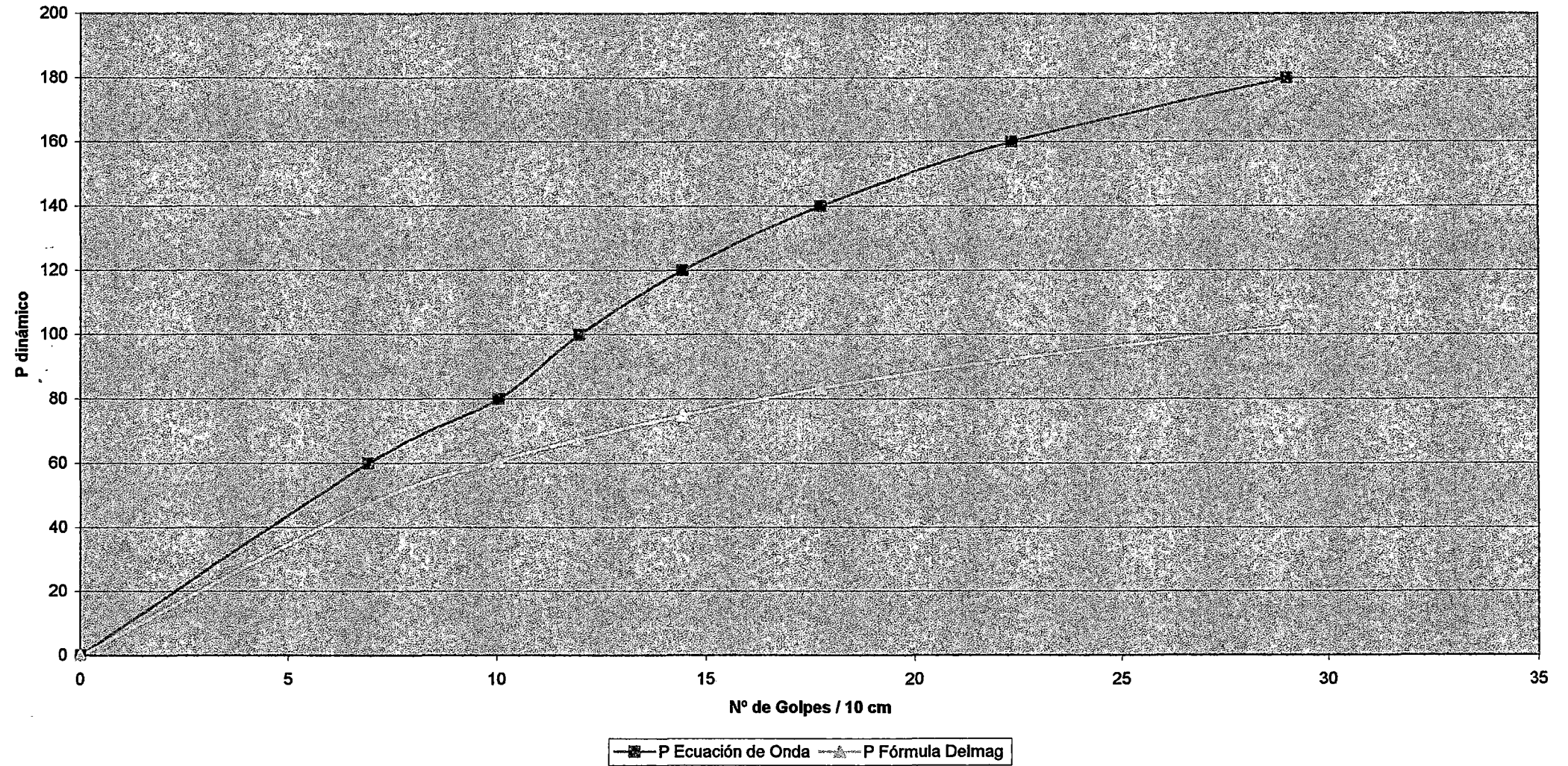
CALCULO DE LA CAPACIDAD DINAMICA DE CARGA

METODOS : FORMULA DELMAG Y ECUACION DE ONDA

R =	1250	(Martillo Delmag D - 12)
E = 2.5 R =	3125	
c =	0.3	
L =	20 mts	
Q =	2784.4 kg	

Rechazo N golpes / 10 cm	P Ecuación de Onda	P Fórmula Delmag
0	0 Tn	0.00 Tn
6.92	60 Tn	47.34 Tn
10.03	80 Tn	60.63 Tn
11.96	100 Tn	67.42 Tn
14.44	120 Tn	74.91 Tn
17.76	140 Tn	83.25 Tn
22.33	160 Tn	92.40 Tn
29.02	180 Tn	102.50 Tn

**CAPACIDAD DINAMICA DE CARGA DE UN PILOTE DE ACERO
MARTILLO DELMAG D - 12**



CAPACIDAD DINÁMICA DE CARGA

**** % DE CARGA ULTIMA LLEVADA POR LA PUNTA DEL PILOTE : .700

** DATOS GENERALES DE ENTRADA **

Nº DE SEGMENTOS DEL PILOTE = 10.0 LONGITUD DEL ELEMENTO = 2.000 MT

Nº DE ELEMENTOS INCLINADOS (INCLUYE MARTINETE Y CABEZAL) = 12

MODULO DE ELASTICIDAD DEL PILOTE = 2100.0 TN/CM2

PESO/MT DE PILOTE = .1380 TN SECCION DEL PILOTE = 177.350 CM2

PESOS DE LOS ELEMENTOS, TN : MARTINETE = 1.200 CABEZAL = .1250

PESO FINAL DE PUNTA = .2760 PUNTA H. = .0000

ALTURA DE CAIDA = 2.500 MT EFICIENCIA DEL MARTILLO = .75

CONSTANTE DE AMORTIGUAMIENTO LATERAL, SJ= .165 CONSTANTE DE AMORTIGUAMIENTO EN LA PUNTA, PJ = .195

CONSTANTE DE RESORTE TN/CM : RES.CAP.= 150.000 RESOR.CUSHI. = .000

1862.175 1º SEG DEL PILOTE = 1862.175 2º SEG DEL PILOTE =

COEF DE RESTITUCION CAP BLOCK = .500 COEF DE RESTITUCION DEL CUSHION = 1.000

***** RESISTENCIA ULTIMA ASUMIDA DEL PILOTE = 60.00 TN

I	RU(I), TN
4	.00
5	2.25
6	2.25
7	2.25
8	2.25
9	2.25
10	2.25
11	2.25
12	2.25
13	42.00

INTERVALO DE TIEMPO = .0001330 SEG

NUMERO DE ITERACIONES = 131 DEMS = .320 CM DESP PROMEDIO = 1.4452 CM NO DE VALORES USADOS = 4 #GOLPES/10cms= 6.92

DT =	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
F =	.000	.000	.365	1.961	5.945	13.292	24.273	38.155	53.308	67.714	79.683
ELEM NO	13	13	4	4	4	4	4	4	4	4	4

DT =	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00001	.00002
F =	88.470	94.521	99.230	104.301	111.002	119.624	129.390	138.843	146.526	151.643	154.405
ELEM NO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
DT =	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00004	.00009	.00021	.00044	.00086	.00162	.00291	.00500	.00825	.01310	.02003
F =	155.899	157.563	160.515	165.035	170.438	175.438	178.767	179.768	178.692	176.548	178.179
ELEM NO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
DT =	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.02958	.04223	.05838	.07827	.10193	.12914	.15946	.19225	.22678	.26235	.29835
F =	178.959	177.787	175.376	177.325	177.554	175.879	174.470	175.708	174.932	172.144	168.540
ELEM NO	5	5	5	6	6	6	7	7	7	7	8
DT =	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
DESP =	.01439	.05045	.08697	.12444	.16325	.20363	.24559	.28894	.33335	.37843	.42384
D =	.33439	.37045	.40697	.44444	.48325	.52363	.56559	.60894	.65335	.69843	.74384
F =	166.496	161.650	154.013	144.411	136.302	126.051	113.337	98.406	97.078	95.382	91.207
ELEM NO	8	8	8	7	7	7	7	7	11	11	11
DT =	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
DESP =	.46932	.51475	.56010	.60538	.65057	.69553	.74002	.78367	.82603	.86667	.90521
D =	.78932	.83475	.88010	.92538	.97057	1.01553	1.06002	1.10367	1.14603	1.18667	1.22521
F =	84.569	75.991	69.926	69.883	69.824	69.689	69.397	68.877	68.086	67.025	65.735
ELEM NO	11	11	13	13	13	13	13	13	13	13	13
DT =	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
DESP =	.94141	.97512	1.00631	1.03500	1.06121	1.08493	1.10611	1.12468	1.14059	1.15383	1.16447
D =	1.26141	1.29512	1.32631	1.35500	1.38121	1.40493	1.42611	1.44468	1.46059	1.47383	1.48447
F =	64.288	62.758	61.207	59.668	58.141	56.607	55.042	53.435	51.794	50.153	48.556
ELEM NO	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
DT =	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
DESP =	1.17266	1.17858	1.18240	1.18428	1.18433	1.18262	1.17922	1.17423	1.16782	1.16026	1.15192
D =	1.49266	1.49858	1.50240	1.50428	1.50433	1.50262	1.49922	1.49423	1.48782	1.48026	1.47192
F =	47.043	45.642	44.354	43.159	42.031	40.948	39.905	38.925	38.054	37.347	44.669
ELEM NO	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	9
DT =	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
DESP =	1.14319	1.13454	1.12640	1.11917	1.11322	1.10886	1.10637	1.10594	1.10768	1.11159	1.11753
D =	1.46319	1.45454	1.44640	1.43917	1.43322	1.42886	1.42637	1.42594	1.42768	1.43159	1.43753
F =	57.688	68.400	76.469	82.228	86.446	93.259	97.437	98.297	99.138	102.267	109.290
ELEM NO	10	10	10	10	10	11	11	11	10	7	8
DT =	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
DESP =	1.12523	1.13433	1.14437	1.15492	1.16561	1.17618	1.18654	1.19668	1.20673	1.21690	1.22739
D =	1.44523	1.45433	1.46437	1.47492	1.48561	1.49618	1.50654	1.51668	1.52673	1.53690	1.54739
F =	116.388	121.138	123.224	122.789	120.655	117.384	111.347	105.568	99.710	94.302	86.795
ELEM NO	8	8	8	8	9	9	8	8	7	7	7
DT =	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121
DESP =	1.23845	1.25026	1.26300	1.27674	1.29149	1.30713	1.32338	1.33987	1.35610	1.37159	1.38587
D =	1.55845	1.57026	1.58300	1.59674	1.61149	1.62713	1.64338	1.65987	1.67610	1.69159	1.70587
F =	77.178	72.852	72.235	68.628	65.133	61.515	55.686	52.152	51.998	51.534	50.793
ELEM NO	7	11	11	11	12	12	12	13	13	13	13
DT =	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	
DESP =	1.39863	1.40972	1.41916	1.42709	1.43368	1.43902	1.44311	1.44575	1.44664	1.44544	
D =	1.71863	1.72972	1.73916	1.74709	1.75368	1.75902	1.76311	1.76575	1.76664	1.76544	
F =	49.857	48.830	47.815	46.884	46.056	45.293	44.514	43.625	42.550	41.259	
ELEM NO	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	

LAS FUERZAS EN LOS SEGMENTOS DEL PILOTE SON

FUERZA MAX EN EL ELEMENTO	DT	FUERZA ULTIMA DE COMP : TN	V(M,2) ULTIMA, MT/SEG	
2	175.56	29.	.00	-.58
3	176.96	26.	.00	-.16
4	179.77	30.	-13.93	-.13
5	178.96	34.	-33.62	-.34
6	177.55	38.	-43.61	-.61
7	175.71	41.	-55.84	-.66
8	168.54	44.	-68.81	-.61
9	158.17	40.	-57.85	-.51
10	137.89	41.	-42.26	-.42
11	109.51	37.	-16.98	-.44
12	92.04	50.	3.03	-.44
13	70.01	56.	41.26	-.27

NUMERO DE ITERACIONES = 132 DEMS = .320 CM DESP PROMEDIO = 1.4446 CM NO DE VALORES USADOS = 5 #GOLPES/10cms= 6.92

FUERZA MIN EN PIL. DE CONCRETO	DT = 132	FUERZA ULT DE RESORTE TN	V(M,2) ULTIMO MT/SEG	
2	.00	132.	.00	-.58
3	.00	132.	.00	-.16
4	-37.69	67.	-8.59	-.09
5	-62.75	66.	-26.92	-.26
6	-61.23	69.	-42.40	-.55
7	-87.62	73.	-57.05	-.60
8	-81.73	74.	-71.46	-.55
9	-77.33	75.	-60.03	-.57
10	-58.13	75.	-41.62	-.51
11	-24.34	72.	-16.99	-.57
12	-1.23	132.	-1.23	-.53
13	.00	11.	39.78	-.46

FUERZ MIN NEGATIVA = -87.6229 TN EN ELEMENTO 7 EN ITERACION 73

**** % DE CARGA ULTIMA LLEVADA POR LA PUNTA DEL PILOTE : .700

** DATOS GENERALES DE ENTRADA **

Nº DE SEGMENTOS DEL PILOTE = 10.0 LONGITUD DEL ELEMENTO = 2.000 MT

Nº DE ELEMENTOS INCLINADOS (INCLUYE MARTINETE Y CABEZAL) = 12

MODULO DE ELASTICIDAD DEL PILOTE = 2100.0 TN/CM2

PESO/MT DE PILOTE = .1380 TN SECCION DEL PILOTE = 177.350 CM2

PESOS DE LOS ELEMENTOS, TN : MARTINETE = 1.200 CABEZAL = .1250

PESO FINAL DE PUNTA = .2760 PUNTA H. = .0000

ALTURA DE CAIDA = 2.500 MT EFICIENCIA DEL MARTILLO = .75

CONSTANTE DE AMORTIGUAMIENTO LATERAL, SJ= .165 CONSTANTE DE AMORTIGUAMIENTO EN LA PUNTA, PJ = .195

CONSTANTE DE RESORTE TN/CM : RES.CAP.= 150.000 RESOR.CUSHI. = .000

1862.175 1º SEG DEL PILOTE = 1862.175 2º SEG DEL PILOTE =

COEF DE RESTITUCION CAP BLOCK = .500 COEF DE RESTITUCION DEL CUSHION = 1.000

***** RESISTENCIA ULTIMA ASUMIDA DEL PILOTE = 80.00 TN

I	RU(I), TN
4	.00
5	3.00
6	3.00
7	3.00
8	3.00
9	3.00
10	3.00
11	3.00
12	3.00
13	56.00

INTERVALO DE TIEMPO = .0001330 SEG

NUMERO DE ITERACIONES = 103 DEMS = .320 CM DESP PROMEDIO = .9972 CM NO DE VALORES USADOS = 5 #GOLPES/10cms= 10.03

DT =	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
F =	.000	.000	.365	3.032	9.551	20.293	34.131	48.806	61.814	71.450	77.514
ELEM NO	13	13	4	4	4	4	4	4	4	4	4

DT =	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00001	.00002
F =	81.358	85.242	91.280	100.459	112.185	124.549	135.201	142.417	145.876	146.777	147.267
ELEM NO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

DT =	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00006	.00014	.00030	.00061	.00118	.00219	.00386	.00650	.01051	.01632	.02440
F =	149.434	154.346	161.578	169.433	175.728	178.852	178.507	175.823	175.165	177.944	177.730
ELEM NO	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5

DT =	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.03520	.04909	.06625	.08673	.11030	.13656	.16493	.19480	.22555	.25671	.28799
F =	175.328	177.637	178.020	176.246	173.663	173.878	175.045	173.671	170.360	168.899	167.161
ELEM NO	5	4	4	6	6	7	7	7	7	8	8

DT =	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
DESP =	.00000	.03061	.06258	.09568	.13022	.16624	.20353	.24177	.28058	.31968	.35891
D =	.31928	.35061	.38258	.41568	.45022	.48624	.52353	.56177	.60058	.63968	.67891
F =	162.424	155.964	152.295	146.611	137.906	125.933	114.428	117.708	118.163	115.104	108.679
ELEM NO	8	7	7	7	7	7	11	11	11	11	11

DT =	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
DESP =	.39826	.43781	.47765	.51775	.55797	.59797	.63733	.67556	.71227	.74714	.78002
D =	.71826	.75781	.79765	.83775	.87797	.91797	.95733	.99556	1.03227	1.06714	1.10002
F =	100.564	93.076	93.022	90.674	89.019	88.845	88.312	87.394	86.134	84.631	82.998
ELEM NO	10	10	12	12	13	13	13	13	13	13	13

DT =	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
DESP =											
D =											
F =											
ELEM NO											

CONSTANTE DE RESORTE TN/CM : RES.CAP.= 150.000 RESOR.CUSHI. = .000

1º SEG DEL PILOTE = 1862.175 2º SEG DEL PILOTE =

1862.175

COEF DE RESTITUCION CAP BLOCK = .500 COEF DE RESTITUCION DEL CUSHION = 1.000

***** RESISTENCIA ULTIMA ASUMIDA DEL PILOTE = 80.00 TN

I	RU(I), TN
4	.00
5	3.00
6	3.00
7	3.00
8	3.00
9	3.00
10	3.00
11	3.00
12	3.00
13	56.00

INTERVALO DE TIEMPO = .0001330 SEG

NUMERO DE ITERACIONES = 103 DEMS = .320 CM DESP PROMEDIO = .9972 CM NO DE VALORES USADOS = 5 #GOLPES/10cms= 10.03

DT =	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
F =	.000	.000	.365	3.032	9.551	20.293	34.131	48.806	61.814	71.450	77.514
ELEM NO	13	13	4	4	4	4	4	4	4	4	4
DT =	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00001	.00002
F =	81.358	85.242	91.280	100.459	112.185	124.549	135.201	142.417	145.876	146.777	147.267
ELEM NO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
DT =	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00006	.00014	.00030	.00061	.00118	.00219	.00386	.00650	.01051	.01632	.02440
F =	149.434	154.346	161.578	169.433	175.728	178.852	178.507	175.823	175.165	177.944	177.730
ELEM NO	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
DT =	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.03520	.04909	.06625	.08673	.11030	.13656	.16493	.19480	.22555	.25671	.28799
F =	175.328	177.637	178.020	176.246	173.663	173.878	175.045	173.671	170.360	168.899	167.161
ELEM NO	5	4	4	6	6	7	7	7	7	8	8
DT =	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
DESP =	.00000	.03061	.06258	.09568	.13022	.16624	.20353	.24177	.28058	.31968	.35891
D =	.31928	.35061	.38258	.41568	.45022	.48624	.52353	.56177	.60058	.63968	.67891
F =	162.424	155.964	152.295	146.611	137.906	125.933	114.428	117.708	118.163	115.104	108.679
ELEM NO	8	7	7	7	7	7	11	11	11	11	11
DT =	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
DESP =	.39826	.43781	.47765	.51775	.55797	.59797	.63733	.67556	.71227	.74714	.78002
D =	.71826	.75781	.79765	.83775	.87797	.91797	.95733	.99556	1.03227	1.06714	1.10002
F =	100.564	93.076	93.022	90.674	89.019	88.845	88.312	87.394	86.134	84.631	82.998
ELEM NO	10	10	12	12	13	13	13	13	13	13	13
DT =	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77

DESP =	.81086	.83967	.86641	.89101	.91328	.93303	.95009	.96435	.97586	.98478	.99135
D =	1.13086	1.15967	1.18641	1.21101	1.23328	1.25303	1.27009	1.28435	1.29586	1.30478	1.31135
F =	81.325	79.651	77.959	76.192	74.289	72.218	70.002	67.711	65.452	63.324	61.392
ELEM NO	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
DT =	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
DESP =	.99581	.99836	.99907	.99797	.99499	.99011	.98339	.97502	.96530	.95461	.94336
D =	1.31581	1.31836	1.31907	1.31797	1.31499	1.31011	1.30339	1.29502	1.28530	1.27461	1.26336
F =	59.663	58.088	56.589	55.090	53.553	51.995	50.486	49.127	48.018	47.223	51.262
ELEM NO	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	10
DT =	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
DESP =	.93192	.92060	.90966	.89929	.88971	.88112	.87376	.86779	.86334	.86037	.85869
D =	1.25192	1.24060	1.22966	1.21929	1.20971	1.20112	1.19376	1.18779	1.18334	1.18037	1.17869
F =	58.981	64.283	68.744	78.234	84.754	87.685	87.331	85.795	86.642	90.075	97.273
ELEM NO	10	10	11	11	11	11	11	10	10	8	8
DT =	100	101	102	103							
DESP =	.85799	.85786	.85787	.85767							
D =	1.17799	1.17786	1.17787	1.17767							
F =	102.400	105.342	106.922	108.115							
ELEM NO	8	8	9	9							

LAS FUERZAS EN LOS SEGMENTOS DEL PILOTE SON

FUERZA MAX EN EL ELEMENTO	DT	FUERZA ULTIMA DE COMP : TN	V(M,2) ULTIMA, MT/SEG	
2	174.66	29.	.00	-.63
3	181.17	32.	.00	-.30
4	178.85	28.	30.00	-.32
5	177.94	32.	66.37	-.22
6	176.81	36.	82.70	-.24
7	175.05	40.	94.06	-.22
8	168.90	43.	105.87	-.27
9	151.70	39.	108.12	-.20
10	135.25	40.	78.04	-.10
11	118.16	53.	62.33	-.26
12	107.79	49.	48.70	-.12
13	89.02	60.	55.84	-.05

FUERZA MIN EN PIL. DE CONCRETO DT = 104 FUERZA ULT DE RESORTE TN V(M,2) ULTIMO MT/SEG

2	.00	104.	.00	-.63
3	.00	104.	.00	-.30
4	-29.20	66.	27.38	-.32
5	-41.08	64.	67.04	-.22
6	-38.19	74.	82.20	-.24
7	-62.53	72.	95.19	-.22
8	-59.41	75.	104.26	-.27
9	-54.20	75.	105.52	-.20
10	-37.24	74.	81.96	-.10
11	-10.03	78.	59.00	-.26
12	.00	10.	46.83	-.12
13	.00	11.	55.47	-.05

FUERZ MIN NEGATIVA = -62.5257 TN EN ELEMENTO 7 EN ITERACION 72

**** % DE CARGA ULTIMA LLEVADA POR LA PUNTA DEL PILOTE : .700

D =	.00006	.00014	.00029	.00061	.00118	.00217	.00383	.00645	.01041	.01614	.02410
F =	149.879	154.856	162.153	170.071	176.421	179.589	179.278	176.623	175.395	178.209	178.017
ELEM NO	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
DT =	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.03472	.04831	.06506	.08495	.10773	.13293	.15997	.18819	.21697	.24586	.27457
F =	175.987	178.700	179.200	176.051	173.489	173.186	174.370	173.014	169.745	167.931	166.317
ELEM NO	4	4	4	6	6	7	7	7	7	8	8
DT =	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
DESP =	.00000	.01128	.03969	.06883	.09912	.13068	.16339	.19696	.23108	.26547	.29999
D =	.30303	.33128	.35969	.38883	.41912	.45068	.48339	.51696	.55108	.58547	.61999
F =	161.769	155.988	152.603	147.256	138.955	127.476	127.291	132.012	133.763	131.764	126.103
ELEM NO	8	7	7	7	7	7	11	11	11	11	11
DT =	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
DESP =	.33462	.36944	.40454	.43989	.47535	.51058	.54517	.57866	.61065	.64087	.66918
D =	.65462	.68944	.72454	.75989	.79535	.83058	.86517	.89866	.93065	.96087	.98918
F =	117.753	110.812	110.134	107.840	106.385	106.160	105.498	104.369	102.833	101.015	99.055
ELEM NO	11	10	12	12	13	13	13	13	13	13	13
DT =	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
DESP =	.69554	.71997	.74245	.76287	.78107	.79684	.81000	.82046	.82827	.83359	.83666
D =	1.01554	1.03997	1.06245	1.08287	1.10107	1.11684	1.13000	1.14046	1.14827	1.15359	1.15666
F =	97.060	95.073	93.065	90.960	88.679	86.185	83.507	80.739	78.015	75.460	73.150
ELEM NO	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
DT =	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
DESP =	.83772	.83696	.83444	.83017	.82407	.81613	.80638	.79501	.78230	.76860	.75429
D =	1.15772	1.15696	1.15444	1.15017	1.14407	1.13613	1.12638	1.11501	1.10230	1.08860	1.07429
F =	71.089	69.213	67.419	65.612	63.746	61.846	59.999	58.329	56.953	55.942	55.309
ELEM NO	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
DT =	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	
DESP =	.73968	.72504	.71055	.69636	.68264	.66955	.65729	.64603	.63585	.62673	
D =	1.05968	1.04504	1.03055	1.01636	1.00264	.98955	.97729	.96603	.95585	.94673	
F =	60.288	64.074	69.440	77.594	82.892	84.739	83.447	80.030	76.556	78.783	
ELEM NO	10	10	11	11	11	11	11	11	10	7	

LAS FUERZAS EN LOS SEGMENTOS DEL PILOTE SON

FUERZA MAX EN EL ELEMENTO	DT	FUERZA ULTIMA DE COMP : TN	V(M,2) ULTIMA, MT/SEG	
2	174.83	29.	.00	-.69
3	181.70	32.	.00	-.35
4	179.59	28.	32.55	-.05
5	178.21	32.	44.11	-.18
6	176.60	36.	62.61	-.24
7	174.37	40.	78.78	-.41
8	167.93	43.	78.11	-.49
9	149.77	39.	65.80	-.77
10	133.71	40.	74.28	-1.07
11	133.76	53.	71.65	-.93
12	121.28	49.	74.47	-.79
13	106.39	60.	60.64	-.62

FUERZA MIN EN PIL. DE CONCRETO DT =	99	FUERZA ULT DE RESORTE TN	V(M,2) ULTIMO MT/SEG	
2	.00	99.	.00	-.69
3	.00	99.	.00	-.35
4	-22.93	66.	35.58	-.05
5	-29.74	64.	45.60	-.18
6	-22.55	75.	67.00	-.24
7	-41.87	72.	80.66	-.41

8	-40.43	76.	85.02	- .49
9	-34.68	76.	73.33	- .77
10	-18.49	74.	70.71	-1.07
11	.00	9.	68.19	- .93
12	.00	10.	70.30	- .79
13	.00	11.	61.53	- .62

FUERZ MIN NEGATIVA = -41.8724 TN EN ELEMENTO 7 EN ITERACION 72

**** % DE CARGA ULTIMA LLEVADA POR LA PUNTA DEL PILOTE : .700

** DATOS GENERALES DE ENTRADA **

Nº DE SEGMENTOS DEL PILOTE = 10.0 LONGITUD DEL ELEMENTO = 2.000 MT

Nº DE ELEMENTOS INCLINADOS (INCLUYE MARTINETE Y CABEZAL) = 12

MODULO DE ELASTICIDAD DEL PILOTE = 2100.0 TN/CM2

PESO/MT DE PILOTE = .1380 TN SECCION DEL PILOTE = 177.350 CM2

PESOS DE LOS ELEMENTOS, TN : MARTINETE = 1.200 CABEZAL = .1250
PESO FINAL DE PUNTA = .2760 PUNTA H. = .0000

ALTURA DE CAIDA = 2.500 MT EFICIENCIA DEL MARTILLO = .75

CONSTANTE DE AMORTIGUAMIENTO LATERAL, SJ= .165 CONSTANTE DE AMORTIGUAMIENTO EN LA PUNTA, PJ = .195

CONSTANTE DE RESORTE TN/CM : RES.CAP.= 150.000 RESOR.CUSHI. = .000
1º SEG DEL PILOTE = 1862.175 2º SEG DEL PILOTE =

1862.175

COEF DE RESTITUCION CAP BLOCK = .500 COEF DE RESTITUCION DEL CUSHION = 1.000

***** RESISTENCIA ULTIMA ASUMIDA DEL PILOTE = 120.00 TN

I	RU(I), TN
4	.00
5	4.50
6	4.50
7	4.50
8	4.50
9	4.50
10	4.50
11	4.50
12	4.50
13	84.00

INTERVALO DE TIEMPO = .0001330 SEG

NUMERO DE ITERACIONES = 91 DEMS = .320 CM DESP PROMEDIO = .6924 CM NO DE VALORES USADOS = 4 #GOLPES/10cms= 14.44

DT =	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
F =	.000	.000	.365	3.032	9.551	20.293	34.132	48.809	61.822	71.468	77.548
ELEM NO	13	13	4	4	4	4	4	4	4	4	4
DT =	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00001	.00002
F =	81.419	85.340	91.422	100.654	112.439	124.866	135.586	142.878	146.424	147.427	148.031
ELEM NO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
DT =	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00006	.00013	.00029	.00060	.00117	.00216	.00380	.00639	.01031	.01597	.02381
F =	150.322	155.363	162.723	170.705	177.110	180.321	180.043	177.417	175.620	178.469	178.299
ELEM NO	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
DT =	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.03424	.04755	.06390	.08322	.10523	.12943	.15520	.18187	.20884	.23564	.26202
F =	176.953	179.754	180.370	177.353	173.308	172.934	173.692	172.352	169.120	166.957	165.466
ELEM NO	4	4	4	4	6	5	7	7	7	8	8
DT =	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
DESP =	.00000	.00000	.01877	.04436	.07074	.09815	.12655	.15575	.18546	.21543	.24554
D =	.28794	.31347	.33877	.36436	.39074	.41815	.44655	.47575	.50546	.53543	.56554
F =	161.101	155.991	152.886	147.869	139.960	133.642	138.178	144.292	147.411	146.632	141.932
ELEM NO	8	7	7	7	7	12	11	11	11	11	11
DT =	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
DESP =	.27577	.30620	.33688	.36780	.39881	.42959	.45974	.48881	.51642	.54232	.56640
D =	.59577	.62620	.65688	.68780	.71881	.74959	.77974	.80881	.83642	.86232	.88640
F =	134.217	126.657	125.645	123.405	122.189	121.911	121.124	119.799	118.009	115.904	113.647
ELEM NO	11	10	12	12	13	13	13	13	13	13	13
DT =	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
DESP =	.58862	.60899	.62751	.64407	.65850	.67058	.68015	.68711	.69151	.69352	.69337
D =	.90862	.92899	.94751	.96407	.97850	.99058	1.00015	1.00711	1.01151	1.01352	1.01337
F =	111.364	109.097	106.805	104.395	101.770	98.886	95.781	92.572	89.419	86.471	83.817
ELEM NO	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
DT =	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
DESP =	.69130	.68749	.68200	.67482	.66587	.65511	.64260	.62848	.61303	.59658	.57946
D =	1.01130	1.00749	1.00200	.99482	.98587	.97511	.96260	.94848	.93303	.91658	.89946
F =	81.456	79.306	77.243	75.151	72.978	70.753	68.583	66.612	64.973	63.741	62.918
ELEM NO	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
DT =	89	90	91								
DESP =	.56195	.54427	.52653								
D =	.88195	.86427	.84653								
F =	62.440	63.854	69.814								
ELEM NO	13	10	11								

LAS FUERZAS EN LOS SEGMENTOS DEL PILOTE SON

FUERZA MAX EN EL ELEMENTO	DT	FUERZA ULTIMA DE COMP : TN	V(M,2) ULTIMA, MT/SEG
2	174.99	29.	.00
3	182.24	32.	.00
4	180.37	36.	9.85
5	178.47	32.	12.98
6	176.39	36.	20.53
7	173.69	40.	12.23
8	166.96	43.	30.97
			-.75
			-.39
			-.04
			-.01
			-.30
			-.62
			-.92

9	147.87	39.	56.22	-.93
10	136.74	53.	64.86	-.95
11	147.41	53.	69.81	-.97
12	133.64	50.	63.15	-1.25
13	122.19	60.	62.16	-1.33

FUERZA MIN EN PIL. DE CONCRETO DT = 92 FUERZA ULT DE RESORTE TN V(M,2) ULTIMO MT/SEG

2	.00	92.	.00	-.75
3	.00	92.	.00	-.39
4	-18.59	82.	9.03	-.04
5	-20.18	83.	20.13	-.01
6	-20.09	86.	28.58	-.30
7	-22.66	72.	19.51	-.62
8	-23.23	76.	31.27	-.92
9	-17.06	76.	56.68	-.93
10	-1.60	75.	65.42	-.95
11	.00	9.	76.79	-.97
12	.00	10.	65.03	-1.25
13	.00	11.	62.24	-1.33

FUERZ MIN NEGATIVA = -23.2298 TN EN ELEMENTO 8 EN ITERACION 76

**** % DE CARGA ULTIMA LLEVADA POR LA PUNTA DEL PILOTE : .700

** DATOS GENERALES DE ENTRADA **

Nº DE SEGMENTOS DEL PILOTE = 10.0 LONGITUD DEL ELEMENTO = 2.000 MT

Nº DE ELEMENTOS INCLINADOS (INCLUYE MARTINETE Y CABEZAL) = 12

MODULO DE ELASTICIDAD DEL PILOTE = 2100.0 TN/CM2

PESO/MT DE PILOTE = .1380 TN SECCION DEL PILOTE = 177.350 CM2

PESOS DE LOS ELEMENTOS, TN : MARTINETE = 1.200 CABEZAL = .1250

PESO FINAL DE PUNTA = .2760 PUNTA H. = .0000

ALTURA DE CAIDA = 2.500 MT EFICIENCIA DEL MARTILLO = .75

CONSTANTE DE AMORTIGUAMIENTO LATERAL, SJ= .165 CONSTANTE DE AMORTIGUAMIENTO EN LA PUNTA, PJ = .195

CONSTANTE DE RESORTE TN/CM : RES.CAP.= 150.000 RESOR.CUSHI. = .000

1º SEG DEL PILOTE = 1862.175 2º SEG DEL PILOTE =

1862.175

COEF DE RESTITUCION CAP BLOCK = .500 COEF DE RESTITUCION DEL CUSHION = 1.000

***** RESISTENCIA ULTIMA ASUMIDA DEL PILOTE = 140.00 TN

I RU(I), TN

4	.00
5	5.25
6	5.25
7	5.25
8	5.25
9	5.25
10	5.25
11	5.25
12	5.25
13	98.00

INTERVALO DE TIEMPO = .0001330 SEG

NUMERO DE ITERACIONES = 76 DEMS = .320 CM DESP PROMEDIO = .5630 CM NO DE VALORES USADOS = 4 #GOLPES/10cms= 17.76

DT =	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
F =	.000	.000	.365	3.032	9.551	20.293	34.133	48.810	61.826	71.476	77.566
ELEM NO	13	13	4	4	4	4	4	4	4	4	4

DT =	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00001	.00002
F =	81.450	85.388	91.494	100.752	112.566	125.024	135.777	143.108	146.697	147.750	148.411
ELEM NO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

DT =	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00006	.00013	.00029	.00060	.00116	.00214	.00377	.00634	.01021	.01580	.02352
F =	150.763	155.867	163.290	171.334	177.794	181.049	180.805	178.207	175.839	178.724	178.576
ELEM NO	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5

DT =	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.03377	.04681	.06276	.08153	.10280	.12604	.15061	.17584	.20110	.22598	.25025
F =	177.909	180.798	181.528	178.650	173.123	173.588	173.212	171.690	168.495	165.972	164.605
ELEM NO	4	4	4	4	6	5	5	7	7	8	8

DT =	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
DESP =	.00000	.00000	.00000	.02226	.04513	.06869	.09305	.11810	.14362	.16944	.19542
D =	.27388	.29699	.31974	.34226	.36513	.38869	.41305	.43810	.46362	.48944	.51542
F =	160.419	155.972	153.141	148.448	141.982	144.460	146.984	154.357	158.888	159.537	156.102
ELEM NO	8	7	7	7	12	12	11	11	11	11	11

DT =	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
DESP =	.22155	.24787	.27445	.30124	.32809	.35471	.38069	.40562	.42916	.45105	.47119
D =	.54155	.56787	.59445	.62124	.64809	.67471	.70069	.72562	.74916	.77105	.79119
F =	149.330	140.708	139.664	137.442	136.582	136.240	135.333	133.829	131.815	129.457	126.938
ELEM NO	11	11	12	12	13	13	13	13	13	13	13

DT =	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
DESP =	.48956	.50618	.52102	.53399	.54491	.55358	.55982	.56354	.56479	.56374
D =	.80956	.82618	.84102	.85399	.86491	.87358	.87982	.88354	.88479	.88374
F =	124.396	121.875	119.325	116.635	113.696	110.455	106.960	103.346	99.799	96.491
ELEM NO	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13

LAS FUERZAS EN LOS SEGMENTOS DEL PILOTE SON

FUERZA MAX EN EL ELEMENTO	DT	FUERZA ULTIMA DE COMP : TN	V(M,2) ULTIMA, MT/SEG
2	175.15	29.	.00
3	182.77	32.	.00

4	181.53	36.	22.06	-.75
5	178.72	32.	24.32	-.40
6	176.17	36.	3.80	-.17
7	173.01	40.	2.20	-.23
8	165.97	43.	-7.30	-.32
9	146.00	39.	-.59	-.33
10	146.43	54.	14.83	-.31
11	159.54	54.	38.39	-.39
12	144.46	50.	63.58	-.20
13	136.58	60.	96.49	-.23

NUMERO DE ITERACIONES = 77 DEMS = .320 CM DESP PROMEDIO = .5625 CM NO DE VALORES USADOS = 5 #GOLPES/10cms= 17.78

FUERZA MIN EN PIL. DE CONCRETO DT = 77 FUERZA ULT DE RESORTE TN V(M,2) ULTIMO MT/SEG

2	.00	77.	.00	-.81
3	.00	77.	.00	-.42
4	-11.94	66.	13.27	-.82
5	-9.73	64.	18.72	-.45
6	.00	4.	5.33	-.13
7	-5.44	73.	4.30	-.25
8	-7.30	76.	-6.97	-.29
9	-1.23	77.	-1.23	-.38
10	.00	8.	16.95	-.42
11	.00	9.	33.74	-.49
12	.00	10.	64.32	-.37
13	.00	11.	93.52	-.37

FUERZ MIN NEGATIVA = -11.9382 TN EN ELEMENTO 4 EN ITERACION 66

**** % DE CARGA ULTIMA LLEVADA POR LA PUNTA DEL PILOTE : .700

** DATOS GENERALES DE ENTRADA **

Nº DE SEGMENTOS DEL PILOTE = 10.0 LONGITUD DEL ELEMENTO = 2.000 MT

Nº DE ELEMENTOS INCLINADOS (INCLUYE MARTINETE Y CABEZAL) = 12

MODULO DE ELASTICIDAD DEL PILOTE = 2100.0 TN/CM2

PESO/MT DE PILOTE = .1380 TN SECCION DEL PILOTE = 177.350 CM2

PESOS DE LOS ELEMENTOS, TN : MARTINETE = 1.200 CABEZAL = .1250

PESO FINAL DE PUNTA = .2760 PUNTA H. = .0000

ALTURA DE CAIDA = 2.500 MT EFICIENCIA DEL MARTILLO = .75

CONSTANTE DE AMORTIGUAMIENTO LATERAL, SJ= .165 CONSTANTE DE AMORTIGUAMIENTO EN LA PUNTA, PJ = .195

CONSTANTE DE RESORTE TN/CM : RES.CAP.= 150.000 RESOR.CUSHI. = .000

1º SEG DEL PILOTE = 1862.175 2º SEG DEL PILOTE =

1862.175

COEF DE RESTITUCION CAP BLOCK = .500 COEF DE RESTITUCION DEL CUSHION = 1.000

***** RESISTENCIA ULTIMA ASUMIDA DEL PILOTE = 160.00 TN

I	RU(I), TN
4	.00
5	6.00
6	6.00
7	6.00
8	6.00
9	6.00
10	6.00
11	6.00
12	6.00
13	112.00

INTERVALO DE TIEMPO = .0001330 SEG

NUMERO DE ITERACIONES = 75 DEMS = .320 CM DESP PROMEDIO = .4478 CM NO DE VALORES USADOS = 4 #GOLPES/10cms= 22.33

DT =	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
F =	.000	.000	.365	3.032	9.551	20.293	34.133	48.812	61.830	71.485	77.583
ELEM NO	13	13	4	4	4	4	4	4	4	4	4

DT =	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00001	.00002
F =	81.480	85.437	91.565	100.850	112.692	125.181	135.969	143.337	146.969	148.071	148.789
ELEM NO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

DT =	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00006	.00013	.00029	.00060	.00116	.00213	.00374	.00628	.01011	.01563	.02324
F =	151.202	156.367	163.852	171.959	178.474	181.773	181.561	178.990	176.086	178.971	178.847
ELEM NO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5

DT =	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.03330	.04608	.06165	.07988	.10044	.12277	.14620	.17006	.19375	.21686	.23919
F =	178.853	181.829	182.674	179.934	173.531	174.228	173.985	171.024	167.868	166.241	164.773
ELEM NO	4	4	4	4	4	5	5	7	7	6	6

DT =	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00238	.02234	.04253	.06317	.08430	.10585	.12769	.14975
D =	.26076	.28171	.30220	.32238	.34234	.36253	.38317	.40430	.42585	.44769	.46975
F =	160.693	155.934	153.371	148.994	148.419	152.408	153.732	161.985	167.726	169.852	167.979
ELEM NO	6	7	7	7	12	12	11	11	11	11	11

DT =	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
DESP =	.17201	.19452	.21727	.24022	.26319	.28590	.30797	.32903	.34874	.36688	.38336
D =	.49201	.51452	.53727	.56022	.58319	.60590	.62797	.64903	.66874	.68688	.70336
F =	162.614	155.029	152.477	150.083	149.725	149.291	148.248	146.574	144.365	141.796	139.060
ELEM NO	11	11	12	12	13	13	13	13	13	13	13

DT =	67	68	69	70	71	72	73	74	75
DESP =	.39816	.41128	.42271	.43234	.43999	.44547	.44861	.44932	.44765
D =	.71816	.73128	.74271	.75234	.75999	.76547	.76861	.76932	.76765
F =	136.298	133.553	130.763	127.809	124.571	120.999	117.146	113.167	109.267
ELEM NO	13	13	13	13	13	13	13	13	13

LAS FUERZAS EN LOS SEGMENTOS DEL PILOTE SON

FUERZA MAX EN EL ELEMENTO	DT	FUERZA ULTIMA DE COMP : TN	V(M,2) ULTIMA, MT/SEG	
2	175.32	29.	.00	-.87
3	183.29	32.	.00	-.44
4	182.67	36.	33.26	-1.04
5	178.97	32.	36.28	-.76
6	175.94	36.	16.97	-.65
7	172.32	40.	12.86	-.58
8	164.98	43.	9.05	-.63
9	144.15	39.	17.07	-.56
10	154.52	55.	27.77	-.47
11	169.85	54.	55.85	-.50
12	153.71	51.	74.05	-.29
13	149.73	60.	109.27	-.29

FUERZA MIN EN PIL. DE CONCRETO DT = 76 FUERZA ULT DE RESORTE TN V(M,2) ULTIMO MT/SEG

2	.00	76.	.00	-.87
3	.00	76.	.00	-.44
4	-6.86	66.	26.30	-1.04
5	-.91	63.	33.46	-.76
6	.00	4.	15.22	-.65
7	.00	5.	14.28	-.58
8	.00	6.	7.18	-.63
9	.00	7.	14.94	-.56
10	.00	8.	28.34	-.47
11	.00	9.	50.76	-.50
12	.00	10.	74.06	-.29
13	.00	11.	105.63	-.29

FUERZ MIN NEGATIVA = -6.8556 TN EN ELEMENTO 4 EN ITERACION 66

**** % DE CARGA ULTIMA LLEVADA POR LA PUNTA DEL PILOTE : .700

** DATOS GENERALES DE ENTRADA **

Nº DE SEGMENTOS DEL PILOTE = 10.0 LONGITUD DEL ELEMENTO = 2.000 MT

Nº DE ELEMENTOS INCLINADOS (INCLUYE MARTINETE Y CABEZAL) = 12

MODULO DE ELASTICIDAD DEL PILOTE = 2100.0 TN/CM2

PESO/MT DE PILOTE = .1380 TN SECCION DEL PILOTE = 177.350 CM2

PESOS DE LOS ELEMENTOS, TN : MARTINETE = 1.200 CABEZAL = .1250

PESO FINAL DE PUNTA = .2760 PUNTA H. = .0000

ALTURA DE CAIDA = 2.500 MT EFICIENCIA DEL MARTILLO = .75

CONSTANTE DE AMORTIGUAMIENTO LATERAL, SJ= .165 CONSTANTE DE AMORTIGUAMIENTO EN LA PUNTA, PJ = .195

CONSTANTE DE RESORTE TN/CM : RES.CAP.= 150.000 RESOR.CUSHI. = .000

1862.175 1º SEG DEL PILOTE = 1862.175 2º SEG DEL PILOTE =

COEF DE RESTITUCION CAP BLOCK = .500 COEF DE RESTITUCION DEL CUSHION = 1.000

***** RESISTENCIA ULTIMA ASUMIDA DEL PILOTE = 180.00 TN

I	RU(I), TN
4	.00
5	6.75
6	6.75
7	6.75
8	6.75
9	6.75
10	6.75
11	6.75
12	6.75
13	126.00

INTERVALO DE TIEMPO = .0001330 SEG

NUMERO DE ITERACIONES = 74 DEMS = .320 CM DESP PROMEDIO = .3446 CM NO DE VALORES USADOS = 4 #GOLPES/10cms= 29.02

DT =	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
F =	.000	.000	.365	3.032	9.551	20.293	34.133	48.813	61.834	71.494	77.600
ELEM NO	13	13	4	4	4	4	4	4	4	4	4
DT =	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00001	.00002
F =	81.510	85.485	91.636	100.947	112.819	125.339	136.160	143.565	147.240	148.392	149.165
ELEM NO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
DT =	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.00006	.00013	.00029	.00059	.00115	.00212	.00372	.00623	.01002	.01546	.02296
F =	151.637	156.865	164.410	172.579	179.149	182.492	182.313	179.769	176.889	179.209	179.112
ELEM NO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
DT =	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
D =	.03284	.04536	.06055	.07828	.09815	.11960	.14195	.16453	.18675	.20822	.22879
F =	179.786	182.848	183.808	181.207	174.956	174.855	174.743	171.730	167.238	166.506	165.189
ELEM NO	4	4	4	4	4	5	5	5	7	6	6
DT =	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
DESP =	.00000	.00000	.00000	.00000	.00188	.01927	.03664	.05418	.07196	.09000	.10831
D =	.24849	.26749	.28598	.30410	.32188	.33927	.35664	.37418	.39196	.41000	.42831
F =	161.266	155.881	153.579	151.553	158.838	158.137	160.751	167.675	174.291	177.703	177.422
ELEM NO	6	7	7	13	13	13	12	11	11	11	11
DT =	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
DESP =	.12690	.14580	.16498	.18435	.20371	.22277	.24118	.25858	.27469	.28932	.30237
D =	.44690	.46580	.48498	.50435	.52371	.54277	.56118	.57858	.59469	.60932	.62237
F =	173.724	167.599	164.444	161.781	161.768	161.212	160.007	158.153	155.761	153.017	150.113
ELEM NO	11	11	12	13	13	13	13	13	13	13	13

DT =	67	68	69	70	71	72	73	74
DESP =	.31383	.32371	.33196	.33848	.34308	.34558	.34582	.34372
D =	.63383	.64371	.65196	.65848	.66308	.66558	.66582	.66372
F =	147.179	144.245	141.240	138.035	134.510	130.621	126.435	122.124
ELEM NO	13	13	13	13	13	13	13	13

LAS FUERZAS EN LOS SEGMENTOS DEL PILOTE SON

FUERZA MAX EN EL ELEMENTO		DT	FUERZA ULTIMA DE COMP : TN	V(M,2) ULTIMA, MT/SEG
2	175.48	29.	.00	-.93
3	183.82	32.	8.67	-.55
4	183.81	36.	40.34	-1.17
5	179.21	32.	43.51	-1.05
6	175.71	36.	32.54	-1.07
7	171.63	40.	26.12	-.91
8	163.98	43.	26.19	-.90
9	143.62	46.	34.14	-.75
10	161.36	56.	43.10	-.65
11	177.70	54.	71.45	-.56
12	165.43	57.	85.81	-.40
13	161.78	59.	122.12	-.33

FUERZA MIN EN PIL. DE CONCRETO DT = 75 FUERZA ULT DE RESORTE TN V(M,2) ULTIMO MT/SEG

2	.00	75.	.00	-.93
3	.00	73.	24.24	-.55
4	-2.26	66.	37.33	-1.17
5	.00	3.	43.84	-1.05
6	.00	4.	28.57	-1.07
7	.00	5.	25.91	-.91
8	.00	6.	22.40	-.90
9	.00	7.	31.78	-.75
10	.00	8.	40.96	-.65
11	.00	9.	67.31	-.56
12	.00	10.	84.15	-.40
13	.00	11.	117.91	-.33

FUERZ MIN NEGATIVA = -2.2615 TN EN ELEMENTO 4 EN ITERACION 66

CAPITULO V
ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE
DOLPHINES DE ATRAQUE

5. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE DOLPHINES DE ATRAQUE

5.1. Definición de Dolphin

Los Dolphins son estructuras de defensa, sea de concreto u acero usadas en gran parte para amarrar los barcos que atracan al muelle y para defensa del impacto generado por estas naves. Algunos también son usados para el giro de las embarcaciones durante el procedimiento de atraque y desatraque.

Normalmente se usan dolphins en combinación con malecones y muelles para acortar la longitud de estas estructuras.

5.2. Tipos de Dolphin

Entre las distintas clases de dolphins tenemos dos principales a discutir: los Breasting Dolphins o Dolphins de Atraque, y los Mooring Dolphins o Dolphins de Amarre.

Se diseñan Breasting Dolphins para tomar el impacto de la nave al atracar y para sostener la nave contra vientos laterales. Se diseñan Dolphins de Amarre para amarrar un barco y no para tomar los impactos de naves. Dichos dolphins se localizan a una poca distancia detrás de la cara de atraque, aproximadamente 45° fuera de proa y la popa de un barco de tamaño normal, para que las líneas de amarre normalmente no estén a menos de 200 ft ni a más de 400 ft mucho tiempo. También pueden usarse dolphins simplemente como marcadores de la navegación.

Los Breasting Dolphins son más pesados que los dolphins de amarre, debido a que estos dolphins deben permanecer de pie frente a impactos pesados. También se utilizan grupos de dolphins pesados como dolphins de giro o para dar la vuelta la nave al final del muelle. Cuando las embarcaciones son más grandes, en el diseño de los dolphins se debe considerar el uso de

plataformas con losas de concreto pesadas, apoyadas en pilotes verticales, los cuales son normalmente de acero, aunque los pilotes prefabricados de concreto también son utilizados. La capacidad de absorción de energía necesaria depende principalmente de la masa y la velocidad transversal al atracadero. La elección de las dimensiones del pilote depende de las cargas, la profundidad de agua, de las condiciones del suelo y del equipo disponible (martillos de Hince, grúas) en el sitio.

Como comentario existen dolphins especiales como “el donut flotante” que se diseña para flotar concéntricamente con el pilote, la defensa se construye con un anillo de acero, hecho a medida, para rellenar el contorno del pilote equipado con una superficie especial de baja fricción en el interior. Una capa concéntrica de celdas cerrada de forma flexible esta unida entonces a este anillo de acero. Luego, la espuma interior es cubiertas con un duro elastómero reforzado y resistente a la abrasión. La protección adicional contra la abrasión es proporcionada por una malla externa tejida de duras cintas de nylon pesado. La defensa completa tiene unos 8 ft de diámetro y unos 11 ft de altura total. Cuando es comprimida a su límite de diseño, proporciona unos 70 ft-kips de absorción de energía. De esta manera comparte la absorción de energía con el pilote flexible, reduciendo la fuerza de reacción para un nivel dado de energía. La fuerza de la reacción de la defensa en un diseño a compresión es 164 kips.

La forma de esta defensa tipo donut realmente facilita los requisitos de guía de la barcaza. Después de absorber cualquier impacto inicial, la barcaza se desvía en el deslizamiento por el donut ya que el donut rueda en el pilote. El tamaño y colocación de la defensa donut le permiten ser utilizado para atracaderos en cualquier lado de la defensa flotante. Porque la defensa es de flotación libre, sube y se baja con el nivel de agua al igual que la defensa flotante.

Según estudios del Dr. Bernholz presenta la siguiente tabla en la cual se lista la capacidad de absorción de energía, la carga de impacto permisible, la desviación del máximo y la constante de elasticidad para dos pilotes de diámetros diferentes y cuatro calidades de acero. La tabla muestra que la capacidad de absorción de energía depende bruscamente del cuadrado del esfuerzo de fluencia

Capacidad de Absorción de Energía, Carga de Impacto permisible, Deflexión, Constante de Elasticidad y Profundidad necesaria de Hincado para algunos Pilotes Tubulares de Breasting Dolphins.

Diámetro Exterior y espesor de pared y nivel de impacto para Pilotes de Acero Tubulares	Esfuerzo de Fluencia (kg/mm ²)	Capacidad de Absorción de Energía (tm)	Máxima Carga de Impacto permisible (t)	Máxima Deflexión al Impacto (m)	Constante de Elasticidad (t/m ²)	Profundidad Necesaria de Hincado
558 mm	24	2.9	16.5	0.35	47.5	6.1
40 mm de espesor	35	6.5	23.7	0.55	42.8	6.8
Nivel de Impacto: 10 m arriba del nivel de tierra	52	15.0	34.4	0.88	39.3	7.6
	70	28.5	45.4	1.25	36.3	8.2
2000 mm	24	31	154	0.40	386	12.0
50 mm de espesor	35	70	220	0.63	347	13.3
Nivel de Impacto: 20 m arriba del nivel de tierra	52	158	320	0.99	324	15.0
	70	304	422	1.44	294	16.3

Para ahorrar peso y costo, el espesor de la pared y calidad de acero deben ajustarse al diagrama de momento de flexión. Cuando los dolphins construidos con pilotes únicos no tienen la suficiente capacidad de absorción de energía se debe replantear el diseño del dolphin con pilotes múltiples en forma paralela. La fuerza de impacto se ejerce en un tablero de defensa más ancho y se transmite por medio de un nudo bisagra a la viga que conecta los pilotes. La articulación del nudo bisagra asegura la movilidad del tablero en todas las direcciones para que siempre tenga contacto con el casco de la nave. Los momentos de torsión que se originan del impacto excéntrico son uniformemente distribuidos en los pilotes por medio de barras de torsión.

5.3. Sistemas de Defensa

5.3.1. Accidentes con Dolphins

Algunas de las causas y consecuencias de accidentes en Dolphins producto de impactos fuertes pueden ser:

- Infringiendo los límites de la hélice del remolcador con la cuerda de remolque
- Rotura de la soga del remolque
- Avería del remolcador
- Error humano por ejemplo: entendiendo mal las instrucciones del piloto
- La nave golpea la defensa en su punto medio en lugar de la cuarta parte debido a un cálculo erróneo relativamente menor de velocidad longitudinal.

Las consecuencias de estas situaciones accidentales pueden ser muy serias, por ejemplo:

- Daño serio a los Dolphins de defensa

- Si el desplazamiento accidental de los Dolphins es grande, el daño puede resultar entonces a la estructura del muelle que soporta los equipos de carga y descarga de la nave, que a su vez puede dañarse seriamente
- Esto puede producir muchos meses el cierre de la instalación, sobre todo si la reparación involucra mayores operaciones de Hincado de Pilotes
- Daño serio a la nave, produciendo quizá el encallamiento de la nave en o cerca al muelle.
- Derramamientos de aceite mayores o la explosión igual en el caso de petroleros.

Estos comentarios demuestran que los Dolphins son elementos muy importantes en los muelles para los barcos de gran tamaño. El gran cuidado debe mostrarse por consiguiente en el diseño, particularmente afianzando las fuerzas extremas que pueden ocurrir.

5.3.2. Impacto al Atracar a la Estructura

Para obtener un buen atraque es, por consiguiente, deseable orientar la maniobra para que el primer punto que hace contacto con la estructura este lo mas lejos posible del centro de gravedad de la nave.

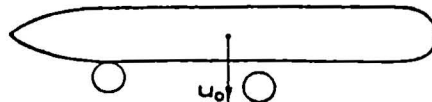
Como las defensas sólo se adaptan bien al casco cuando el contacto es establecido en el medio cuerpo paralelo, se recomienda que el primer contacto de la nave con el defensa se hiciera exactamente al final del cuerpo paralelo.

5.3.3. Atraque a los Dolphins

El amarrado de una nave a los Dolphins requiere gran cuidado con el posicionamiento de la nave respecto de los Dolphins.

Es conveniente orientar la maniobra de atraque de tal manera que el primer contacto se establezca cerca del extremo del medio cuerpo paralelo. Esto implica que el atraque se logra cuando el centro de la nave esta fuera de un par de Dolphins, siempre que el medio cuerpo paralelo de la nave no sea de una longitud precisamente igual a la distancia entre los dos Dolphins.

Figure 4-378. Berthing to a pair of dolphins with the ship in an off-center position (recommended procedure for large ships).



Se observa que con el centro de la embarcación fuera para el atraque al par de Dolphins, como es recomendado, puede dar ocasión después a un segundo impacto particularmente violento en el otro dolphin. También debe notarse que si el centro de la embarcación esta demasiado fuera, el impacto tendrá lugar fuera del medio cuerpo paralelo de la nave, lo cual puede dar ocasión a que el contacto del casco con los Dolphins sea hecho bajo pobres condiciones.

El posicionamiento de la nave con el centro fuera puede distribuirse, incluso en el caso de que el par de Dolphins estén mas cerca que la longitud del medio cuerpo; lo cual en ausencia de corrientes y viento, puede atracarse con un simple movimiento de rotación. Esto porque la cantidad de energía a ser absorbida disminuye, para una velocidad angular dada, cuando la distancia del punto de contacto al centro de gravedad disminuye.

De las consideraciones mencionadas, se concluye que, cuando las condiciones para el acercamiento a un par de Dolphins son difíciles es conveniente hacer un atraque con el centro fuera de la embarcación, de tal manera que el primer contacto se establezca al final del medio cuerpo paralelo. Si las condiciones del acercamiento son fáciles, y se puede estar seguro de traer la nave cerca de los Dolphins para poder atracarlo en un movimiento de rotación simple, entonces no hay necesidad para un atraque con el centro fuera.

5.4. Espaciamiento entre Dolphins

Todos los muelles móviles del presente proyecto tienen como medida de defensa para los impactos de las barcas de carga de Petróleo, dos dolphins a cada lado los cuales están espaciados a una distancia de 25 mts aproximadamente de los bordes de cada Pontón

El espaciamiento a considerar para los nuevos dolphins, seguirá las mismas consideraciones que se tomarán para el desplazamiento de los Pontones N° 1, 2 y 3; es decir los 2 dolphins de amarre del Pontón N° 01 se desplazarán de su posición actual una distancia de 15 mts, los dolphins del Pontón N° 02 se desplazarán 10.40 mts y los dolphins del Pontón N° 03 se desplazarán una distancia de 8.00 mts.

5.5. Diseño Estructural del Dolphin

5.5.1. Absorción de energía

La energía por impacto de una nave puede ser absorbida por aplicación de varios principios. Uno es la total absorción de energía por la propia defensa menos la energía absorbida por el casco de la nave. Lo último depende muchísimo de características del barco. Un barco viejo puede aceptar fuerzas en el casco de 20 t/m², mientras que uno nuevo de 30 t/m². Pero la absorción de energía por el barco no debe ser demasiado alta, por ejemplo, no mas del 10–20% de la energía total en el impacto.

Los Breasting Dolphins deben ser fornidos. La opción final depende en las condiciones del fondo. Se pueden utilizar caissons para un fondo sólido y firme, y los pilotes cuando el fondo firme se encuentra debajo de las capas de material suave. Los caissons se encuentran en muchas versiones. Los caissons rectangulares son de uso común, pero ellos tienen que ser sentados a sus cuatro esquinas. En este caso para evitar serios esfuerzos torsionales se requiere un filtrado preciso del colchón de piedra a preparar, lo

cual puede ser difícil. Una alternativa mejor parece ser el caisson triangular sentado en tres puntos. Proporcionando confinamiento, la estructura puede ser nivelada por el lastrado diferencial y rellenando los espacios vacíos con grout.

La siguiente tabla muestra la energía involucrada en un impacto de varias clases de tamaños de barcos.

Algunos valores para la Capacidad de Absorción de Energía Necesaria para hacer frente a Dolphins para Diseños preliminares.

Dimensiones de Barcos marineros				Capacidad de Absorción de Energía mínima de los Breasting Dolphins
Tonelaje dwt	Longitud global (m)	Anchura (m)	Calado (cargado) (m)	(tm)
10000	165	21	9.5	20
50000	235	30	11.5	80
80000	265	37	14	130
100000	280	41	15	160
200000	350	50	17.5	320
300000	395	57	22	480
500000	410	70	26	800

Puede observarse que el impacto por un 300 000 DWT se tasa a 480 tm, lo cual, según algunos resultados que Europort a proporcionado es el máximo momento de impacto del 99% de tales barcos.

Al absorber la energía, la fuerza de la reacción debe ser tan pequeña como sea posible. Considerado la ecuación de momento:

$Kdt = dB$

Fuerzas X Tiempo = Momento

Esto significa que el dt debe ser "lo más grande posible" para reducir K . Esto habla para las defensas muy suaves. Esto es, sin embargo, un hecho que casi todas las defensas "suaves" de caucho tienen una tendencia a ser muy suaves "al principio" y muy duras "al final." La consecuencia de eso es una mala igualdad para la defensa, el dolphin y el barco. Un golpe largo significa una fuerza más baja en la estructura. Pero esto no debe ser reflexivo porque la fuerza se devolverá rápidamente al barco que podría producir una oscilación muy indeseable que pone en peligro la estabilidad del sistema del amarre.

La misma defensa puede ser una unidad compacta, por ejemplo: un atiesador sólido o el bloque de caucho penetrado amarrado a una estructura del muelle inflexible como un caisson. En ese caso la absorción de energía será casi completamente absorbida por la propia defensa. Esto mismo será verdad, si un diseño de pilote rígido de concreto premezclado o pilotes de acero rellenos con concreto son usados. Tales estructuras a menudo fallan debido a su rigidez. Estos diseños se han abandonado ahora grandemente y son reemplazados por defensas de tipo compuesto. Tales defensas absorben la energía por esfuerzos o desviaciones de la base en la que el caucho u otro tipo de defensa se ubican.

Hay varios tipos de "defensas compuestas" que absorben energía en más de una manera. Las viejas defensas de gravedad, donde se suspenden pesos pesados como un péndulo o como cuñas que se mueven inclinados hacia arriba durante los impactos, han encontrado aplicación pequeña. Las defensas de bloques de concreto pesado, que descansan indirectamente en una losa de concreto y se mueven lateralmente durante un impacto es una

solución rara, pero se ha usado en el Terminal de Aceite de Kalundborg en Dinamarca.

5.5.2. Diseño del Dolphin

Para el diseño de los nuevos dolphins se está considerando reutilizar los elementos estructurales de los dolphins existentes, previa extracción de los existentes con un corte en su respectiva base, y su desplazamiento según se ha indicado anteriormente para cada uno de los pontones.

Los nuevos dolphins tienen una nueva distribución estructural, para lo cual se está incluyendo 2 pilotes inclinados adicionales a medida de darle mayor soporte para enfrentar el impacto de las embarcaciones que transportan crudo, así como también planchas atiesadoras a lo largo de la sección para mejorar la rigidez del perfil a utilizar. En la parte superior están unidos por una viga de acero de sección similar a la de los pilotes verticales.

Según recomendación de PETROPERU se va a considerar como carga de impacto de las embarcaciones en el dolphin, una carga de 30 Ton, las cuales serán repartidas en los 3 perfiles de acero que componen el nuevo dolphin. El nuevo modelo de Dolphin será ejecutado con el programa SAP2000 versión educativa, para calcular los esfuerzos en todos los elementos del dolphin.

5.5.2.1. Efectos Máximos sobre Pilotes Verticales

$$M_{max} = 1426 \text{ Ton} - \text{cm}$$

$$\text{Asumiendo } F_b = 0.60 \times F_y = 1500 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{req} = M_{max} / F_b = 950.67 \text{ cm}^3 < S_{disp} = 1419.06 \text{ cm}^3$$

Es conforme.

5.5.2.2. Efectos Máximos sobre Viga de Amarre

$$M_{\max} = 496 \text{ Ton} - \text{cm}$$

$$\text{Asumiendo } F_b = 0.60 \times F_y = 1500 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{\text{req}} = M_{\max} / F_b = 330.67 \text{ cm}^3 < S_{\text{disp}} = 1758.09 \text{ cm}^3$$

Es conforme.

5.5.2.3. Efectos Máximos sobre Pilotes Inclinados

$$C_{\max} = 45.22 \text{ Ton}$$

$$L = 1148 \text{ cm}$$

$$r = 7.43 \text{ cm}$$

$$L / r = 154.51 > C_c = 126.1 \text{ Pandeo Elástico}$$

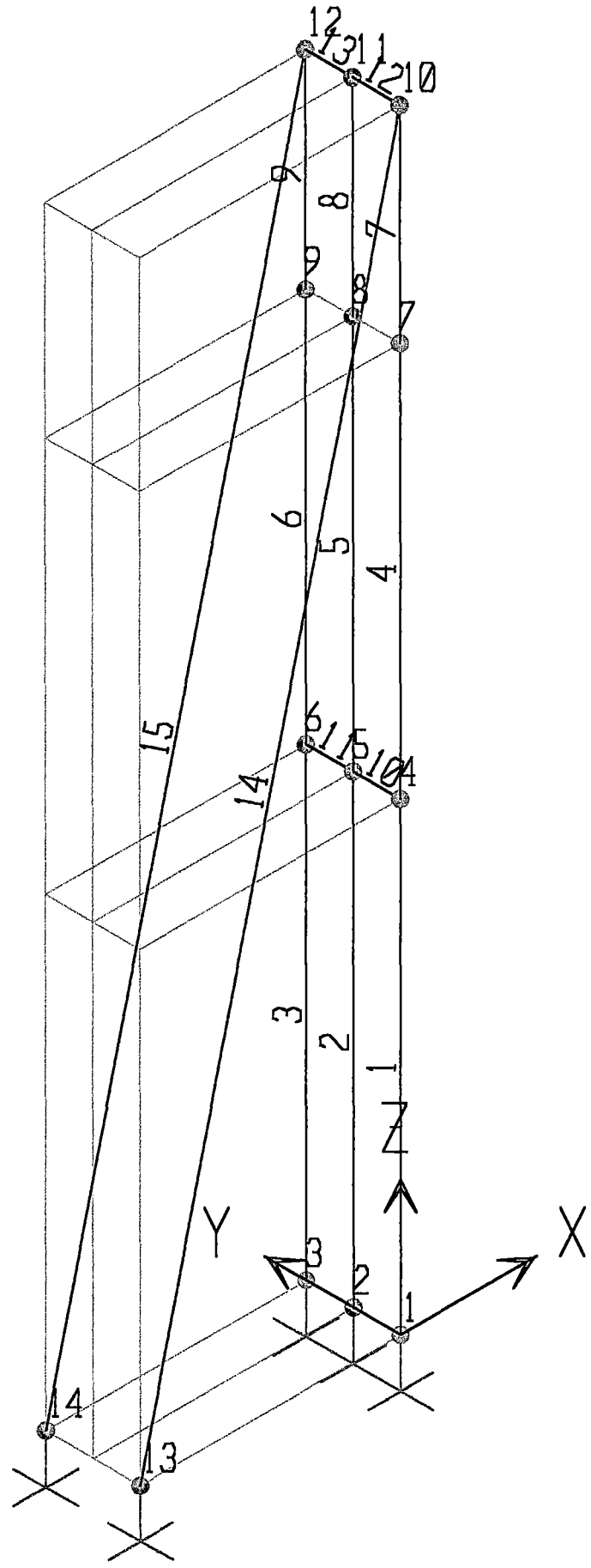
$$F_a = 438.94 \text{ Kg/cm}^2$$

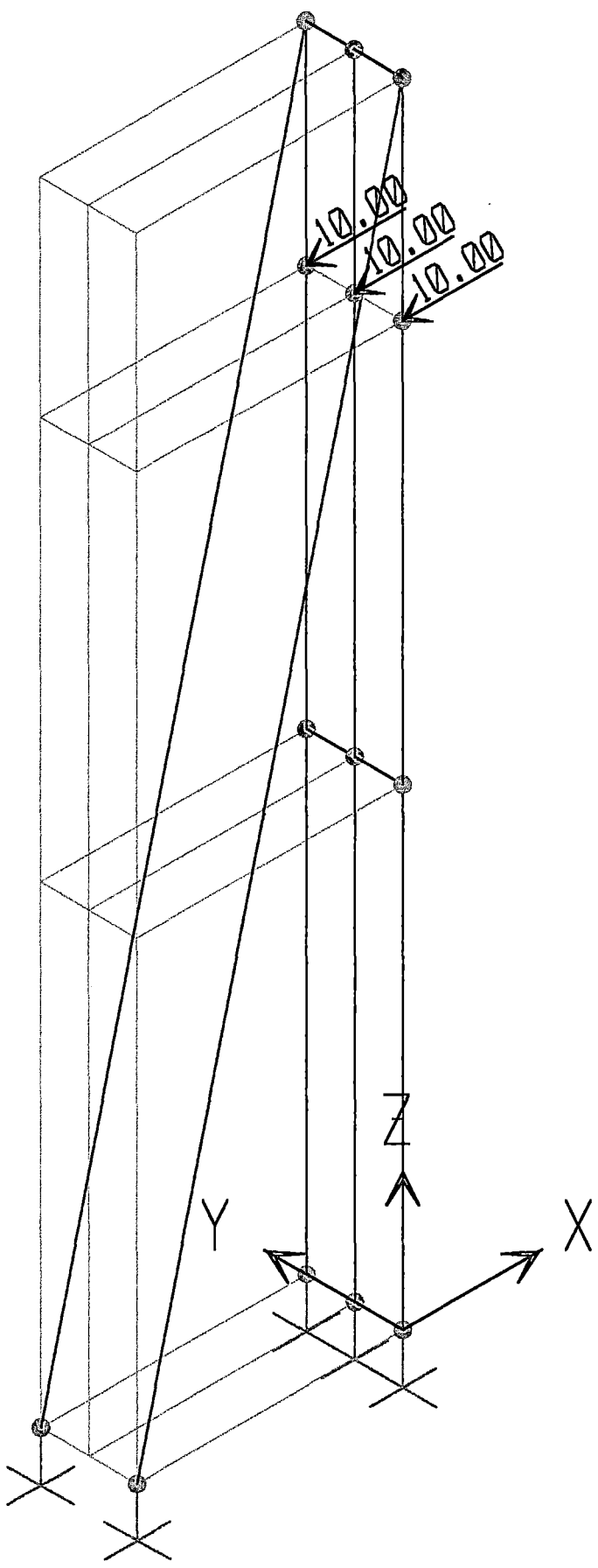
$$f_a = C_{\max} / \text{Área} = 349.68 \text{ Kg/cm}^2 < F_a = 438.94 \text{ Kg/cm}^2$$

Es conforme.

5.5.2.4. Desplazamientos Transversales Máximos

$$\text{Desplazamiento Máximo} = 0.0241 \text{ cms}$$





ANÁLISIS DE DOLPHIN SOMETIDO A CARGA DE IMPACTO DE EMBARCACIÓN

SAP2000 v6.11 File: DOL2 Ton-m Units PAGE 1
 Abril 29, 2001 17:34

S T A T I C L O A D C A S E S

STATIC CASE	CASE TYPE	SELF WT FACTOR
LOAD1	DEAD	1.0000

SAP2000 v6.11 File: DOL2 Ton-m Units PAGE 2
 Abril 29, 2001 17:34

J O I N T D A T A

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	RESTRAINTS	ANGLE-A	ANGLE-B	ANGLE-C
1	0.00000	0.00000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
2	0.00000	0.50000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
3	0.00000	1.00000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
4	0.00000	0.00000	4.85000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
5	0.00000	0.50000	4.85000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
6	0.00000	1.00000	4.85000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
7	0.00000	0.00000	9.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
8	0.00000	0.50000	9.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
9	0.00000	1.00000	9.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
10	0.00000	0.00000	11.15000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
11	0.00000	0.50000	11.15000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
12	0.00000	1.00000	11.15000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
13	-2.75000	0.00000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
14	-2.75000	1.00000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000

SAP2000 v6.11 File: DOL2 Ton-m Units PAGE 3
 Abril 29, 2001 17:34

F R A M E E L E M E N T D A T A

FRAME	JNT-1	JNT-2	SECTION	ANGLE	RELEASES	SEGMENTS	R1	R2	FACTOR	LENGTH
1	1	4	PERFIL	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.850
2	2	5	PERFIL	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.850
3	3	6	PERFIL	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.850
4	4	7	PERFIL	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.150
5	5	8	PERFIL	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.150
6	6	9	PERFIL	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.150
7	7	10	PERFIL	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.150
8	8	11	PERFIL	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.150
9	9	12	PERFIL	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.150
10	4	5	PERFIL	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	0.500
11	5	6	PERFIL	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	0.500
12	10	11	PERFIL	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	0.500
13	11	12	PERFIL	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	0.500
14	13	10	PERFIL	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	11.484
15	14	12	PERFIL	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	11.484

SAP2000 v6.11 File: DOL2 Ton-m Units PAGE 4
 Abril 29, 2001 17:34

M A T E R I A L P R O P E R T Y D A T A

MAT LABEL	MODULUS OF ELASTICITY	POISSON'S RATIO	THERMAL COEFF	WEIGHT PER UNIT VOL	MASS PER UNIT VOL
STEEL	20389018	0.300	1.170E-05	7.833	0.798
CONC	2531051	0.200	9.900E-06	2.403	0.245
PF	21000000	0.300	1.170E-05	7.850	0.798

SAP2000 v6.11 File: DOL2 Ton-m Units PAGE 5
 Abril 29, 2001 17:34

M A T E R I A L D E S I G N D A T A

MAT LABEL	DESIGN CODE	STEEL FY	CONCRETE FC	REBAR FY	CONCRETE FCS	REBAR FYS
STEEL	S	25310.504				
CONC	C		2812.278	42184.176	2812.278	28122.783
PF	S	25311.000				

SAP2000 v6.11 File: DOL2 Ton-m Units PAGE 6
 Abril 29, 2001 17:34

F R A M E S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

SECTION LABEL	MAT LABEL	SECTION TYPE	DEPTH	FLANGE WIDTH	FLANGE THICK	WEB THICK	FLANGE WIDTH	FLANGE THICK
PERFIL	STEEL		0.300	0.300	1.590E-02	1.270E-02	0.300	1.590E-02

SAP2000 v6.11 File: DOL2 Ton-m Units PAGE 7
 Abril 29, 2001 17:34

F R A M E S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

SECTION LABEL	AREA	TORSIONAL INERTIA	MOMENTS OF INERTIA		SHEAR AREAS	
			I33	I22	A2	A3
PERFIL	1.293E-02	0.000	2.129E-04	7.148E-05	3.810E-03	7.938E-03

SAP2000 v6.11 File: DOL2 Ton-m Units PAGE 8
 Abril 29, 2001 17:34

F R A M E S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

SECTION LABEL	SECTION MODULII	PLASTIC MODULII	RADIOI OF GYRATION			
	S33	S22	Z33	Z22	R33	R22
PERFIL	1.419E-03	4.766E-04	1.582E-03	7.252E-04	0.128	7.435E-02

SAP2000 v6.11 File: DOL2 Ton-m Units PAGE 9
 Abril 29, 2001 17:34

FRAME SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
PERFIL	5.918	0.603

SAP2000 v6.11 File: DOL2 Ton-m Units PAGE 10
 Abril 29, 2001 17:34

SHELL SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	MAT LABEL	SHELL TYPE	MEMBRANE THICK	BENDING THICK	MATERIAL ANGLE
SSEC1	CONC	1	1.000	1.000	0.000

SAP2000 v6.11 File: DOL2 Ton-m Units PAGE 11
 Abril 29, 2001 17:34

SHELL SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
SSEC1	0.000	0.000

SAP2000 v6.11 File: DOL2 Ton-m Units PAGE 12
 Abril 29, 2001 17:34

JOINT FORCES Load Case LOAD1

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	GLOBAL-XX	GLOBAL-YY	GLOBAL-ZZ
7	-10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	-10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	-10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

SAP2000 v6.11 File: DOL2 Ton-m Units PAGE 13
 Abril 29, 2001 17:34

FRAME GRAVITY LOADS Load Case LOAD1

FRAME	UX	UY	UZ
1	0.0000	0.0000	-1.0000
2	0.0000	0.0000	-1.0000
3	0.0000	0.0000	-1.0000
4	0.0000	0.0000	-1.0000
5	0.0000	0.0000	-1.0000
6	0.0000	0.0000	-1.0000
7	0.0000	0.0000	-1.0000
8	0.0000	0.0000	-1.0000
9	0.0000	0.0000	-1.0000
10	0.0000	0.0000	-1.0000
11	0.0000	0.0000	-1.0000
12	0.0000	0.0000	-1.0000
13	0.0000	0.0000	-1.0000
14	0.0000	0.0000	-1.0000
15	0.0000	0.0000	-1.0000

ANÁLISIS DE DOLPHIN SOMETIDO A CARGA DE IMPACTO DE EMBARCACIÓN

SAP2000 v6.11 File: DOL2 Ton-m Units PAGE 1
 Abril 27, 2001 18:53

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

JOINT	LOAD	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
1	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	LOAD1	-0.0152	0.0000	4.897E-04	-3.930E-05	-3.800E-03	6.316E-05
5	LOAD1	-0.0152	0.0000	4.385E-04	0.0000	-4.464E-03	0.0000
6	LOAD1	-0.0152	0.0000	4.897E-04	3.930E-05	-3.800E-03	-6.316E-05
7	LOAD1	-0.0208	-2.249E-04	9.578E-04	1.572E-05	2.360E-03	2.013E-04
8	LOAD1	-0.0241	0.0000	7.617E-04	0.0000	2.583E-03	0.0000
9	LOAD1	-0.0208	2.249E-04	9.578E-04	-1.572E-05	2.360E-03	-2.013E-04
10	LOAD1	-0.0129	0.0000	1.206E-03	-2.620E-04	3.017E-03	2.729E-04
11	LOAD1	-0.0130	0.0000	9.344E-04	0.0000	6.093E-03	0.0000
12	LOAD1	-0.0129	0.0000	1.206E-03	2.620E-04	3.017E-03	-2.729E-04
13	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

SAP2000 v6.11 File: DOL2 Ton-m Units PAGE 2
 Abril 27, 2001 18:53

J O I N T R E A C T I O N S

JOINT	LOAD	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1	LOAD1	2.5243	0.0145	-26.1294	-0.0232	9.5218	-9.713E-05
2	LOAD1	1.8512	0.0000	-23.3492	0.0000	8.4839	0.0000
3	LOAD1	2.5243	-0.0145	-26.1294	0.0232	9.5218	9.713E-05
13	LOAD1	11.5501	0.0212	43.7217	-0.0786	4.2007	0.0192
14	LOAD1	11.5501	-0.0212	43.7217	0.0786	4.2007	-0.0192

SAP2000 v6.11 File: DOL2 Ton-m Units PAGE 3
 Abril 27, 2001 18:53

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
1	LOAD1							
		0.00	26.13	-2.52	-1.445E-02	9.713E-05	-2.324E-02	-9.52
		2.42	26.62	-2.52	-1.445E-02	9.713E-05	1.181E-02	-3.40
		4.85	27.11	-2.52	-1.445E-02	9.713E-05	4.685E-02	2.72
2	LOAD1							
		0.00	23.35	-1.85	0.00	0.00	0.00	-8.48
		2.42	23.84	-1.85	0.00	0.00	0.00	-3.99
		4.85	24.33	-1.85	0.00	0.00	0.00	4.945E-01
3	LOAD1							
		0.00	26.13	-2.52	1.445E-02	-9.713E-05	2.324E-02	-9.52
		2.42	26.62	-2.52	1.445E-02	-9.713E-05	-1.181E-02	-3.40
		4.85	27.11	-2.52	1.445E-02	-9.713E-05	-4.685E-02	2.72
4	LOAD1							
		0.00	29.32	-1.79	-6.590E-02	2.483E-04	-1.561E-01	2.73
		2.08	29.74	-1.79	-6.590E-02	2.483E-04	-1.932E-02	6.44
		4.15	30.16	-1.79	-6.590E-02	2.483E-04	1.174E-01	10.15

5	LOAD1	0.00	20.11	-3.32	0.00	0.00	0.00	4.747E-01
		2.08	20.54	-3.32	0.00	0.00	0.00	7.37
		4.15	20.96	-3.32	0.00	0.00	0.00	14.26
6	LOAD1	0.00	29.32	-1.79	6.590E-02	-2.483E-04	1.561E-01	2.73
		2.08	29.74	-1.79	6.590E-02	-2.483E-04	1.932E-02	6.44
		4.15	30.16	-1.79	6.590E-02	-2.483E-04	-1.174E-01	10.15
7	LOAD1	0.00	30.16	8.21	-6.590E-02	2.483E-04	1.174E-01	10.15
		1.07	30.38	8.21	-6.590E-02	2.483E-04	1.883E-01	1.33
		2.15	30.60	8.21	-6.590E-02	2.483E-04	2.591E-01	-7.50
8	LOAD1	0.00	20.96	6.68	0.00	0.00	0.00	14.26
		1.07	21.17	6.68	0.00	0.00	0.00	7.09
		2.15	21.39	6.68	0.00	0.00	0.00	-9.178E-02
9	LOAD1	0.00	30.16	8.21	6.590E-02	-2.483E-04	-1.174E-01	10.15
		1.07	30.38	8.21	6.590E-02	-2.483E-04	-1.883E-01	1.33
		2.15	30.60	8.21	6.590E-02	-2.483E-04	-2.591E-01	-7.50
10	LOAD1	0.00	5.145E-02	-2.21	-7.358E-01	-9.908E-03	1.512E-04	-2.029E-01
		1.3E-01	5.145E-02	-2.18	-7.358E-01	-9.908E-03	9.212E-02	7.172E-02
		2.5E-01	5.145E-02	-2.16	-7.358E-01	-9.908E-03	1.841E-01	3.432E-01
		3.8E-01	5.145E-02	-2.13	-7.358E-01	-9.908E-03	2.761E-01	6.115E-01
		5.0E-01	5.145E-02	-2.11	-7.358E-01	-9.908E-03	3.680E-01	8.767E-01
11	LOAD1	0.00	5.145E-02	2.11	7.358E-01	9.908E-03	3.680E-01	8.767E-01
		1.3E-01	5.145E-02	2.13	7.358E-01	9.908E-03	2.761E-01	6.115E-01
		2.5E-01	5.145E-02	2.16	7.358E-01	9.908E-03	1.841E-01	3.432E-01
		3.8E-01	5.145E-02	2.18	7.358E-01	9.908E-03	9.212E-02	7.172E-02
		5.0E-01	5.145E-02	2.21	7.358E-01	9.908E-03	1.512E-04	-2.029E-01
12	LOAD1	0.00	-8.706E-02	-10.80	-3.34	4.589E-02	-3.918E-02	-4.164E-01
		1.3E-01	-8.706E-02	-10.77	-3.34	4.589E-02	3.781E-01	9.316E-01
		2.5E-01	-8.706E-02	-10.75	-3.34	4.589E-02	7.955E-01	2.28
		3.8E-01	-8.706E-02	-10.72	-3.34	4.589E-02	1.21	3.62
		5.0E-01	-8.706E-02	-10.70	-3.34	4.589E-02	1.63	4.96
13	LOAD1	0.00	-8.706E-02	10.70	3.34	-4.589E-02	1.63	4.96
		1.3E-01	-8.706E-02	10.72	3.34	-4.589E-02	1.21	3.62
		2.5E-01	-8.706E-02	10.75	3.34	-4.589E-02	7.955E-01	2.28
		3.8E-01	-8.706E-02	10.77	3.34	-4.589E-02	3.781E-01	9.316E-01
		5.0E-01	-8.706E-02	10.80	3.34	-4.589E-02	-3.918E-02	-4.164E-01
14	LOAD1	0.00	-45.22	7.444E-01	2.115E-02	1.313E-04	8.089E-02	4.20
		5.74	-44.09	1.02	2.115E-02	1.313E-04	-4.058E-02	-8.735E-01
		11.48	-42.96	1.30	2.115E-02	1.313E-04	-1.620E-01	-7.55
15	LOAD1	0.00	-45.22	7.444E-01	-2.115E-02	-1.313E-04	-8.089E-02	4.20
		5.74	-44.09	1.02	-2.115E-02	-1.313E-04	4.058E-02	-8.735E-01
		11.48	-42.96	1.30	-2.115E-02	-1.313E-04	1.620E-01	-7.55

CAPITULO VI
MANTENIMIENTO DEL NIVEL DE FONDO DE RÍO
(DRAGADO) Y DEFENSA RIBEREÑA

6. MANTENIMIENTO DEL NIVEL DE FONDO DE RÍO (DRAGADO) Y DEFENSA RIBEREÑA

6.1. Introducción

El presente crecimiento económico de los países se debe mucho al desarrollo de las áreas costeras. Con el completo uso de las tecnologías de dragado y expansión, se ha creado una inmensa cantidad de áreas ganadas al mar a lo largo del área costera y se han introducido industrias básicas allí, como las del acero y las fundiciones, industrias petroquímicas, de electricidad, etc., así como otras industrias formando toda una zona industrial costera.

También, como es sabido en nuestro país se han excavado diversas áreas frente al mar abierto, con rompeolas construidos para crear puertos artificiales con miras a desarrollar diversas industrias con el puerto como un núcleo, y para desarrollo regional con una población creciente.

En vista del enorme crecimiento de las poblaciones y de las industrias la demanda por muelles más grandes, han ido en incremento, tal es así que, atracaderos con profundidades en aguas profundas de -15 hasta -25 metros han sido requeridos debido a la tendencia mundial de agrandamiento del tamaño de las naves y el incremento del uso de naves exclusivas.

Para reunir tales requisitos, muchos dragadores según tamaños se han construido y operado a lo largo de las ciudades en todo el mundo. En los trabajos de dragado y roturación de rocas es necesario también el apoyo de otros tipos de equipos y embarcaciones como grúas flotantes, barcasas amarradas, barcos remolcadores, barcasas de depósito, etc. Una combinación apropiada de estas naves y el uso total de ellos hará el trabajo de dragado más eficaz y barato.

6.2. Tipos de Dragas

6.2.1. Dragador de Bomba

6.2.1.1. Descripciones de la planta

6.2.1.1.1. Generalidades

Los dragadores de bomba son divididos en dos tipos diferentes, los dragadores de bomba con y sin cortador. Los primeros son normalmente llamados como dragadores de succión de corte, y los segundos como dragadores de succión de corte mínimo.

Los dragadores de succión de corte pueden llevar a cabo dragados y fracturaciones al mismo tiempo y tiene una amplia aplicabilidad para los suelos. El dragador de succión de corte mínimo está provisto con un equipo de agua a presión que se usa para la excavación y agitación de materiales del fondo en lugar del cortador. Este tipo es normalmente empleado para el trabajo de coleccionar materiales arenosos para roturación u otros usos.

El dragador de succión de corte es principalmente no-propulsado y tiene un casco de tipo pontón donde la bomba de dragado esta instalada.

Debido a su comparativamente amplio ancho, su estabilidad es mucho mayor que cualquier otra nave ordinaria. Por el contrario, las estructuras como la escalera de succión y los spuds actúan para disminuir su estabilidad.

El tamaño del casco varía y depende del tipo y tamaño del movedor primario, la capacidad del dragado con bomba y la profundidad de dragado. En algunos casos debe darse consideración especial al tamaño del casco para llevar a cabo el funcionamiento eficaz contra las severas condiciones del tiempo.

Ella consiste en: la escalera, el tubo de succión, el cortador, la bomba principal, y así sucesivamente.

La tubería de succión, instalada en la proa del casco, se apoya en una estructura de escalera fuerte que es agarrada por una escalera alámbrica. La profundidad de dragado es ajustada al extenderse o enrollarse la escalera alámbrica. Dos spuds son instalados en la popa del casco, los cuales son usados para el giro y movimiento de pasos hacia delante del dragador.

Durante el dragado, una tubería de entrega que consiste en una línea flotante una línea de costa es conectada con el dragador.

Los materiales del fondo son excavados por un cortador y succionados por una bomba de dragado y luego transportados al sitio de entrega a través de tuberías.

6.2.1.1.2. El Sistema de Energía

Los dragadores de bomba son clasificados según el tipo del movedor primario para el manejo de la bomba de dragado.

- Tipo Eléctrico
- Tipo Diesel
- Tipo Turbina

6.2.1.1.3. La Bomba de dragado

La bomba de dragado es el equipo más importante y un sumo cuidado debe ser considerado en su planificación, diseño y aplicaciones. La bomba de dragado cambia su actuación notablemente con la variación de una consistencia sólida de mezclas de arena y agua. Una disminución de la proporción del flujo a veces puede causar sedimentación de sólidos en la tubería. Para evitar problemas operacionales causados por la variación de

las condiciones del trabajo, algunas contramedidas eficaces se deben tomar en campo.

Las partes principales de la bomba de dragado, a saber son, el impulsor, la línea y la cubierta, las cuales siempre están sujetas a ambientes abrasivos severos, por consiguiente es necesario guardar algunas partes de repuesto, para dar el debido mantenimiento en el sitio de trabajo.

La especificación de la bomba es indicada por la cabeza total (H), la cantidad de entrega (Q) y las revoluciones (n_p). La lenta velocidad de revolución es adoptada con un objetivo de disminución del uso y en la mayoría de los casos la velocidad específica (n_s) es diseñada de 110 a 160.

6.2.1.1.4. El Cortador

Los cortadores, que se usan para la excavación de materiales de fondo de mar y luego haciéndoles aflojar para la succión, son unidos al extremo final de la escalera y manejados por un motor de corte. Ellos son clasificados según la siguiente lista:

- Canasta de nariz cerrada
- Brazo recto
- Canasta modificado
- Canasta de nariz abierta
- Canasta de nariz íntima con dientes renovables

Se usan cortadores del tipo abiertos principalmente para manipular suelos suaves, y cortadores de tipo canasta con hojas delgadas y afiladas para la tierra dura. Una torcedura dada a la hoja hará que el flujo de la mezcla sea de succión lisa y eficaz.

Sin embargo, los puntos débiles están apuntando a que los costos iniciales son elevados y el cambio de hojas es inoportuno. Si los cortadores tipo canasta son usados para arcillas suaves, estas se pegarán a las hojas y formarán trozos que decrecerán la eficacia del funcionamiento.

Con respecto a la forma de las hojas, hay hojas llanas; hojas de dientes visibles y las hojas con garras unidas. Ellas son usadas respectivamente según la dureza del suelo. Los caballos de fuerza aplicados a los cortadores varían con el trabajo y el tamaño del dragador.

La velocidad de rotación para el corte depende de los materiales a ser dragados y del tamaño del cortador. Por lo general dicha velocidad es de 10 a 30 RPM. Para los materiales suaves, es recomendable aumentar la velocidad de la rotación con velocidades de balance más altas. Para los materiales duros las velocidades lentas son mejores.

6.2.1.1.5. El diámetro de la Tubería

La selección del diámetro de la tubería es un factor importante en el momento de determinar las características y la capacidad del dragador.

El diámetro de la tubería de entrega debe determinarse considerando la transportabilidad de la arena y las características del dragador.

Se usan tuberías de diámetros comparativamente pequeños para el transporte a distancias largas, porque las tuberías con diámetro pequeño ofrecen condiciones más ventajosas para las partículas de arena que están suspendidas en el agua. Sin embargo, con una disminución en el diámetro de la tubería, la pérdida de fricción de la tubería aumentará la desventaja para el transporte. Por consiguiente, en la selección de un diámetro de tubería determinado debe considerarse la velocidad de flujo que puede transportar arenas finas sin estancamiento para el dragado con bomba.

El diámetro de la tubería en el lado de la succión debe ser aproximadamente de 50 – 75 mm más grandes que el lado de entrega. Esto es debido a que hay un límite para el vacío, y la pérdida de fricción en la tubería de succión debe hacerse lo más pequeño que sea posible.

6.2.1.1.6. La profundidad de Dragado

La profundidad de dragado nominal se define como la distancia entre la punta de cortador y la superficie del agua cuando la escalera de succión se pone a una inclinación de 45°

En el pasado, la profundidad de dragado de los dragadores grandes clasificados según tamaño estaba en los 20 a 22 metros como máximo. Actualmente sin embargo, existe una demanda fuerte por dragados profundos, por lo cual los dragadores son capaces de dragar hasta 30 metros o más, bajo la superficie del mar.

El aumento de la profundidad de dragado causa un marcado aumento en la suspensión de mezclas de arena y agua. Para cubrir con tales condiciones adversas, varias contramedidas han sido desarrolladas, como dispositivos de agua de elevada presión, sistemas eyectores y bombas de propulsión sumergibles, para ser equipados en la tubería de succión.

6.2.1.1.7. La longitud de la tubería de Descarga

Aunque una longitud de tubería de descarga representa la distancia real de la popa del dragador al sitio de entrega, para la propia bomba de dragado significa la distancia desde la boca de succión a la toma de entrega. Además, las tuberías interiores, la tubería flotante y las tuberías de tierra tienen una estructura diferente con coeficientes de fricción diferentes, por consiguiente no pueden discutirse de la misma manera.

Existe una interrelación entre la longitud de descarga de la tubería y la cantidad entregada (o la velocidad del flujo dentro de la tubería).

Sin embargo, se podría definir la longitud de descarga nominal de la tubería como la distancia en que las arenas finas en un contenido de sólidos del 10% pueden ser transportada continuamente bajo una operación normal de bombeo. Un punto que une la línea flotante y la línea de costa será determinada, considerando el hecho que el área de dragado esta restringida por la longitud de la tubería flotante. Su longitud es de 120 a 600 metros, pero puede aumentar para un tamaño más grande de bomba de dragado, como cuando normalmente se adopta en los trabajos de dragado en aguas profundas y la manipulación de grandes cantidades de suelo de un área de dragado ancha.

6.2.1.2. Características del Dragado

Las características especiales del dragado con bomba pueden resumirse como:

- Los dragadores de bomba pueden excavar y al mismo tiempo pueden transportar muchos materiales de debajo del agua directamente y continuamente.
- Ellos pueden operarse con elevada eficacia.
- El costo de dragar es razonable comparado con otros métodos de dragado.
- La longitud de tubería de descarga es limitada, por lo cual, para evitar este demérito a veces se instalan estaciones propulsoras de bombeo. El cambiar un diámetro de tubería a uno más pequeño también es una contramedida muy efectiva.
- La profundidad máxima de dragado es limitada, es así que, la profundidad máxima de dragado de la bomba de dragado existente, la cual es definida por la profundidad de dragado con la escalera en

ángulo de 45°, es aproximadamente de 8 a 12 m para 300 - 500 de PS, de 20 a 27 m para 3,000 - 4,000 PS y de 30 a 33 m para 8,000 PS.

- Mucha abrasión ocurre en la bomba y la tubería
- Las tuberías flotantes son fácilmente dañadas por las olas y los vientos.

6.2.1.3. La capacidad de Dragado

La capacidad de dragado por hora puede ser descrita como sigue:

$$Q = q \cdot E \cdot n$$

Donde:

Q = Es la capacidad de dragado por hora (m³ /hr)

q = Es la capacidad estándar de dragado por hora (m³/hr)

E = Es el Coeficiente operacional de campo

n = Es el Coeficiente de las horas de trabajo real

La capacidad de dragado estándar por hora esta en función de factores tales como el tipo de suelo, la longitud de descarga, la profundidad de dragado, las condiciones de trabajo y otros.

En las operaciones de dragado, el tiempo de abastecimiento de agua antes y después del transporte de la mezcla a través de la tubería de descarga, lo que significa para vaciar o limpiar el interior de la tubería, y el tiempo de alternamiento de spuds, debe de ser considerado en el tiempo de dragado real.

En el caso de transportar arenas que contengan partículas de diámetros grandes o al ser transportadas distancias largas, las arenas pueden

sedimentarse en la tubería. Para evitar tal molestia, debe realizarse un funcionamiento alternado. Durante estos periodos, sin embargo, la bomba esta operando continuamente. Por consiguiente, la capacidad dragado se refiere a la cantidad de suelo manipulada durante tal tiempo de funcionamiento. Cabe anotar que la capacidad de dragado es afectada por la distancia de descarga.

6.2.2. Dragador de Succión

6.2.2.1. Descripciones de la planta

6.2.2.1.1. Generalidades

La draga de Succión es autopropulsada y se parece a una embarcación común en apariencia. Tiene un depósito grande en el casco y brazos de dragado para el arrastre, en cuyos extremos finales hay cabezas de dragado para cortar y absorber los materiales del fondo. Los materiales de fondo del mar ó del fondo de río son succionados por bombas de dragado a través de las cabezas de dragado y de los brazos de dragado, y cargados dentro del depósito de almacén. Luego son llevados al sitio de descarga del suelo y se descargan a través de las puertas de fondo del depósito o a la orilla sobre un sistema de transporte del suelo.

Este tipo de dragador puede ser clasificado según la posición de los brazos de dragado como sigue:

- Posición de Brazo para dragado lateral
- Posición de Brazo para dragado desde Popa
- Posición de Brazo para dragado desde el centro

La posición de los brazos para dragado lateral es el tipo más común para el dragado con brazos a cada lado. La posición de los brazos para dragar desde la popa está a menudo provista con un cortador y llamada como el

dragado de succión amarrado. La posición de los brazos para el dragado desde el centro es más complicada para la estructura del casco

6.2.2.1.2. La cabeza de dragado

La cabeza de Dragado es uno de los elementos más importantes de este dragador, y su configuración geométrica afecta el rendimiento de dragado grandemente. Los principales tipos son:

- Tipo de California, este tipo está extensamente disponible para los distintos tipos de materiales que van desde la arcilla a las arenas muy compactadas
- Tipo Río Delaware, este tipo está usándose para el mantenimiento del Río Delaware en U.S.A.. Se dice que es eficaz para las capas de arcillas.
- Tipo de Coral, este tipo es eficaz para el dragado de corales.

6.2.2.1.3. El tipo de depósito para almacén

El depósito de almacén, consiste de una serie de compartimentos que incrementan la estabilidad del casco y el buen ajuste. Estos compartimentos tienen puertas para la eliminación del suelo, las cuales se encuentran en el fondo de cada compartimento. Normalmente, se instalan bocas de succión en el fondo del depósito a través de las cuales, los materiales dragados se succionan y son entregados al área destinada a través de la tubería de descarga a bordo. En este caso la boca de succión esta siempre equipada con algún aparato para la agitación de tierras, como las boquillas del motor de reacción de agua.

6.2.2.1.4. El método de descarga del suelo

El método de descarga del suelo, luego del dragado de succión se escogerá de los métodos siguientes:

- Descarga libre, este es el método más común en el que la tierra dragada se descarga directamente a través de las puertas de fondo del depósito de almacén.
- Agitando el dragado y echándolo al costado del dragado, en este caso, el dragador está provisto con una tubería de descarga grande colgada en ángulo recto al casco de la nave. La tierra dragada se lanzará a través de esta cañería al medio del río y transportada a la desembocadura del río por los rápidos o las corrientes de las mareas.
- Método de reutilización de sumideros, la embarcación del depósito de almacén se usa como un sumidero reutilizable al cual la tierra dragada es descargada y luego transportada a un sitio remoto por medio de un sistema de bombeo equipado en la embarcación.
- Bombeo fuera directo, las tuberías de descarga abordo están conectadas directamente con la tubería de transporte del suelo y los materiales son enviados al área de depósito, a través de una serie de estaciones de bombeo propulsado.

6.2.2.2. Características del Dragado

Las características del dragado de succión son resumidas como sigue:

- Los dragadores de succión pueden realizar su trabajo de dragado sin perturbar la navegación de otras embarcaciones debido a que son autopropulsadas incluso en el mismo sitio de trabajo.
- Pueden ejecutar dragados en considerables mares agitados fuera de la orilla.

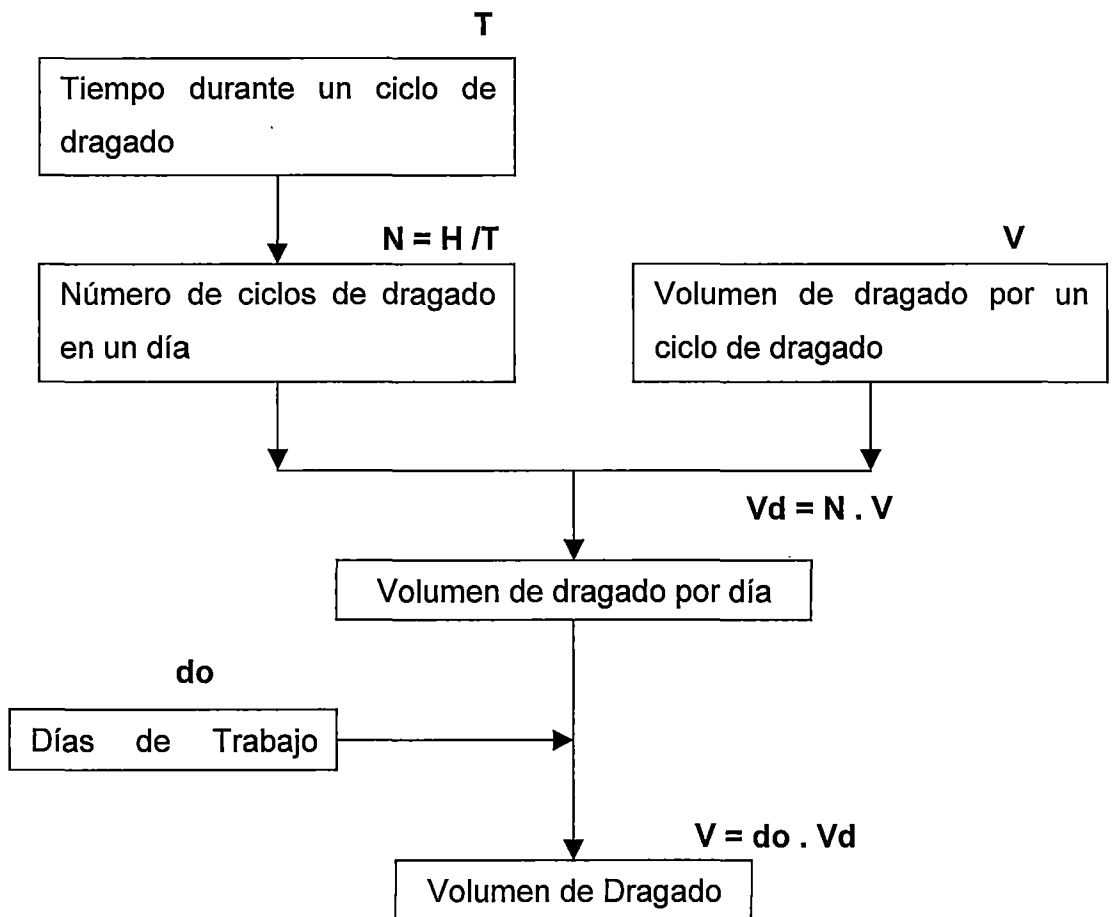
- Aunque la larga distancia al sitio de descarga de la tierra, pueda ser un problema grande para un dragador de bomba, este tipo de dragador es a menudo ventajoso en este punto.
- Toda la tripulación que trabaja en dos o tres turnos esta a bordo y el trabajo es mejor coordinado.
- El trabajo de dragado se suspenderá hasta que los materiales dragados en el depósito de almacén sean descargados.
- Es bastante difícil dragar el fondo del mar de plano. Sobre todo, si el material del fondo es muy duro, la configuración del dragado del fondo puede volverse como una trinchera profunda, en la cual las cabezas de dragado pueden resbalarse abajo en las operaciones siguientes.
- La construcción y los costos de mantenimiento son bastante caros.

6.2.2.3. Capacidad de Dragado

El ciclo de trabajo del dragado de succión consiste de dragar, arrastrar y descargar. Si el tiempo de dragado es demasiado largo, el ciclo del tiempo se volverá más largo, produciendo una reducción en el rendimiento a dragar por día.

Por el contrario si el tiempo de dragado es demasiado corto, el número de ciclos de trabajo aumentará pero el volumen de tierra dragada por cada ciclo se vuelve pequeño. Por consiguiente, existe un tiempo de dragado óptimo para producir el máximo volumen de dragado por día. Los dragadores deben operarse para crear el máximo rendimiento de dragado dentro de un periodo de trabajo dado. Lo siguiente es una manera para determinar el tiempo de dragado óptimo y producir el máximo rendimiento de dragado por día.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA DETERMINAR EL VOLUMEN A DRAGAR



6.2.3. Dragador de Cubos

6.2.3.1. Descripciones de la planta

6.2.3.1.1. Generalidades

El dragador de cubos tiene un pozo bien incorporado en su casco, en donde un tren con varios cubos que son soportados por una escalera móvil. La escalera es una viga de acero, cuyo extremo final esta articulado a la punta de la torre que esta ubicada sobre el centro del casco, mientras que el otro extremo esta suspendido por cables y es capaz de moverse de arriba a abajo según la profundidad dragando.

En el momento del dragado, la manivela que suspende la escalera se suelta para poner la escalera hacia el fondo del mar, y entonces la línea de cubos empieza a moverse para excavar la arena y la tierra continuamente. Los cubos llevan los materiales dragados a la cima de la escalera donde ellos se vuelven hacia abajo sobre faja transportadora o un chute para luego descargarlos alternadamente en ambos lados del dragador.

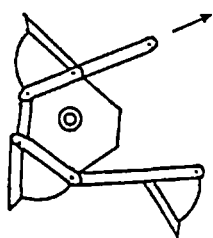
Este tipo de dragador esta disponible a usar desde suelos suaves hasta suelos duros. Los dragadores de cubos pueden ser clasificados por la posición del pozo según como sigue:

- Con el pozo en Proa abierta
- Con el pozo en Proa cerrada
- Con el pozo en Popa

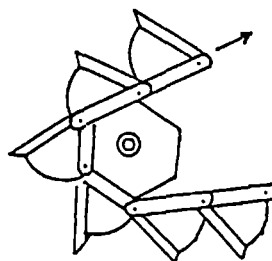
El tipo con el pozo en proa abierta es el más común y el más barato al construir. El tipo con el pozo en popa tiene dos sistemas de propulsión y buena navegabilidad.

6.2.3.1.2. Línea de cubos

Hay dos tipos de líneas de cubos, la de tipo estrechamente conectada y de tipo abiertamente conectada.



Tipo abiertamente
conectada



Tipo estrechamente
conectada

Durante el trabajo de dragado, los cubos sufren de abrasión y daños serios. El gasto necesario para arreglarlos puede ser bastante grande comparado con otros gastos de mantenimiento. Una especial atención debe prestarse al momento de elegir su material, el costo inicial, la durabilidad, costos de reparación, las pérdidas traídas las interrupciones en el trabajo de dragado, etc.,

6.2.3.2. Características del Dragado

Las características del dragado del dragador de cubos puede resumirse como sigue:

- a) Tiene una capacidad de dragado grande y esta encaja para un trabajo de dragado relativamente de gran escala.
- b) El costo por unidad de dragado del dragador de cubos es más bajo que cualquier otro tipo de dragador.
- c) La superficie del área de dragado puede terminarse comparativamente pareja.
- d) Es comparativamente fuerte contra los vientos, olas y corrientes de las mareas.
- e) En un tipo equipado con mayor poder para excavar, es posible dragar fondos comparativamente duros.
- f) Cuando el dragador de cubos opera alargando las líneas de anclaje a puntos distantes, se requiere de una área comparativamente grande y puede restringir el tráfico de otras embarcaciones.

- g) Su proporción de depreciación por día es muy alta. Cuando sus anclas son pesadas y las líneas del anclaje son largas, toma mucho tiempo para cambiar de anclajes. Por consiguiente, no es conveniente para el dragado en pequeña escala.

6.2.3.3. Capacidad de dragado

La capacidad de dragando por hora puede calcularse según la siguiente ecuación:

$$Q = (60 \cdot N \cdot Q_0 \cdot f) \cdot K \cdot E \cdot n$$

Donde:

Q = Capacidad de dragado por hora (m^3 / hr)

N = Número de Cubos por minuto

Tipo de cubos continuo	24	-	45
Tipo de cubos discontinuos	14	-	18

Q₀ = Volumen de cubos

Tipo de cubos continuo	0.2	-	0.5	m^3
Tipo de cubos discontinuos	0.3	-	0.75	m^3

f = Factor de conversión para materiales dragados

Arena	0.7	-	1.0
Arena gruesa y arena fina con grava	0.7	-	0.9
Roca	0.55	-	0.65

E = Coeficiente de operaciones en campo

n = Coeficiente de las horas de trabajo real

K = Eficiencia de la excavación con cubos según la tabla siguiente

Clase de Suelo		K	Valores de N
Arena	Suave	1.0 – 0.9	Menos de 10
	Mediana	1.0 – 0.9	10 – 20
	Dura	1.0 – 0.5	20 – 30
	Muy Dura	0.6 – 0.0	Más de 30
Arena con grava	Suave	1.0 – 0.5	Menos de 30
	Dura	0.6 – 0.0	Más de 30
Roca	Suave	0.6 – 0.0	Posible de excavar
	Dura	–	Imposible de excavar

6.2.4. Dragador de Cucharas

6.2.4.1. Descripciones de la planta

6.2.4.1.1. Generalidades

Una draga de cucharas es una embarcación, en la cuál una o dos grúas con cucharas están montadas. El trabajo de dragando es realizado por el giro de la grúa y la excavación del material de fondo con su cuchara.

Hay dos tipos de dragador con cucharas, o con y sin el depósito de almacén. El primero es autopropulsado y puede llevar el material por si mismo, pero el segundo sólo realiza el trabajo de dragar y el material dragado es llevado por barcasas de depósito.

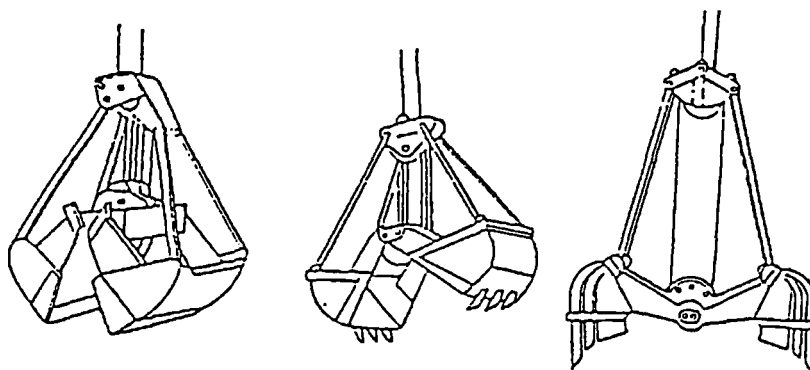
6.2.4.1.2. Tipos de dragadores de cucharas

Hay varios tipos de cucharas para estos dragadores según como siguen:

- a) Tipo plato, que tiene una estructura entera sin dientes en los bordes de la mandíbula, y se usa para materiales suaves.

- b) Tipo Almeja (media punta), que tiene una estructura de acero con dientes cortos en los bordes de la mandíbula que son apropiados para arenas, arenas que contienen arena gruesa, rocas aplastadas, etc.
- c) Tipo Almeja (punta entera), que tiene una estructura con barra espaciadora de dientes largos que se usan para las rocas y las rocas fragmentadas.
- d) Tipo Orange – peal, que tiene cuatro o más segmentos esféricos adelgazados al fondo. Este tipo es usado principalmente para agarrar bultos grandes como rocas, bloques de concreto, maderas, etc.,

Una draga de cucharas es ajustada a menudo con 2 o 3 dragas de cubos de tipos diferentes. La proporción del peso a la capacidad del dragado con cubos es a menudo usado para la selección del dragador de cucharas.



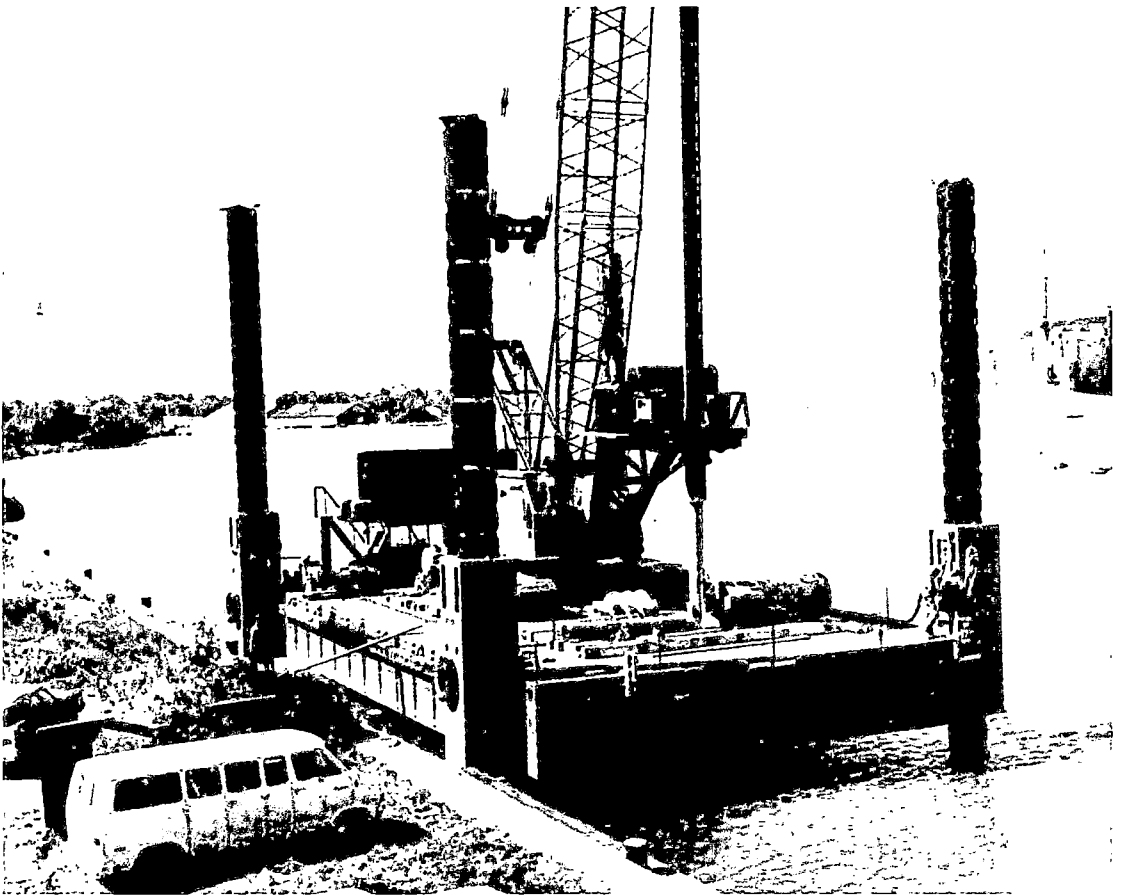
Tipo Plato

Tipo Almeja
(media punta)

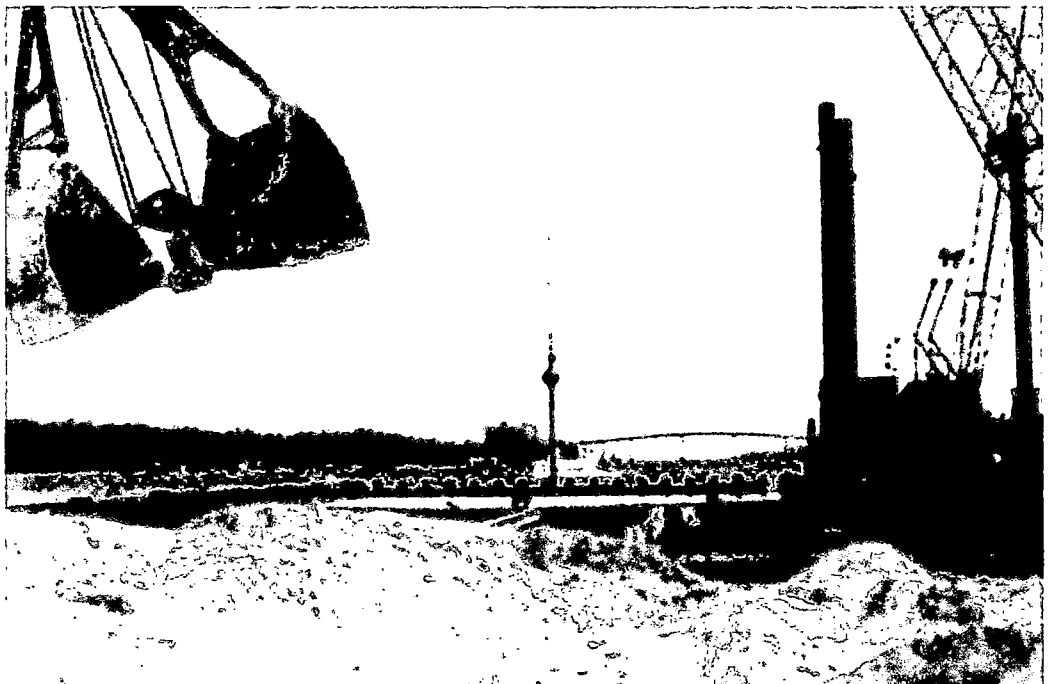
Tipo Almeja
(punta entera)

La excavacionabilidad aumenta en proporción al peso de la cuchara, y el volumen de suelo a ser dragado al tamaño y peso de la cuchara misma.

La proporción del peso / volumen de la cuchara es aproximadamente como sigue:



Ejemplo de disposición de Grúa para el dragado



Ejemplo de trabajo de dragado con cucharas

para arenas suaves	menos de 2
para el material arenoso	2 - 4
para el material duro y rocoso	mayor que 4

En forma de expresar la capacidad del dragador de cucharas, se podrían considerar los siguientes items:

- La capacidad de la cuchara de mantener el agua dentro sí misma
- La capacidad calculada de la cuchara
- La capacidad del volumen apilable dentro de la cuchara

6.2.4.2. Características del dragado

En general el dragador de cucharas tiene las ventajas siguientes:

- a) Es simple la estructura del cascaron y pequeña en tamaño, los dragadores de este tipo pueden ser usados en dragados de lugares pequeños.
- b) Como la unidad de dragando de este dragado es más pequeña que cualquier otro tipo de dragador, este tipo puede usarse convenientemente en trabajos de dragado a pequeña escala.
- c) Puesto que la profundidad de dragado puede ajustarse con la longitud de los cables de sujeción, este tipo es capaz de dragar a un fondo muy profundo.
- d) Ya que la reacción de excavar sólo es sostenida por el cubo de las cucharas, este tipo puede aumentar el poder excavando fácilmente sólo reemplazando las cucharas.

- e) Ya que el mecanismo de excavación y las cucharas están conectados por medio de cables, los movimientos de las cucharas causados por las olas tendrán una influencia pequeña en el mecanismo de excavación.

Por otro lado, este dragador tiene las desventajas siguientes:

- a) El fondo excavado se pone irregular y algunas partes del sitio dragado son propensas a quedar intactas.
- b) Debido a la apertura y cierre del mecanismo de las cucharas o mandíbulas del cubo, y también al movimiento del giro, el dragador está sujeto a los cambios frecuentes en el corte y rodadura de la cuchara.
- c) Una draga de cuchara puede irse a la deriva por las corrientes durante su caída en el agua y pueden producirse dificultades en ubicarla en un determinado lugar.
- d) Una draga de cuchara puede darse volteretas cuando es fijada en un lugar oblicuo.

6.2.4.3. Capacidad de dragado

La capacidad de dragado por hora puede calcularse según la siguiente ecuación:

$$Q = 3600 \cdot Q_0 \cdot f \cdot K \cdot E \cdot n / C_m$$

Donde:

Q = Capacidad de dragado por hora (m^3 / hr)

Q_0 = Capacidad de dragado con cucharas

C_m = Tiempo del ciclo (seg)

f = Factor de conversión para materiales dragados

E = Coeficiente de operaciones en campo

n = Coeficiente de las horas de trabajo real

K = Eficiencia de la excavación con cucharas

La eficiencia de la excavación y el ciclo de tiempo son una función de factores tales como la profundidad de dragado, el tipo de suelo, el tipo de cucharas a usar, el peso de las cucharas, la clase de maquinarias, y así sucesivamente. El tiempo de un ciclo normal a una profundidad 10 metros bajo el agua, es aproximadamente como sigue:

Tiempos de ciclos normales					
Capacidad de las Cucharas (m ³)	0.8	1.2	2.0	4.0	8.0
Tiempo del ciclo (sec)	69	72	75	80	90

6.3. Material Dragado

El termino "Dragado" quiere decir excavar y remover la tierra y la base de rocas que se encuentran bajo el agua. Normalmente se utiliza esta técnica para hacer cauces y anclajes más profundos y más anchos, removiendo el terreno suave y débil para reemplazarlo por materiales buenos, creando un suelo nuevo, a base de materiales arenosos buenos como agregados, y así sucesivamente.

El dragado es el trabajo a ser dirigido bajo el agua, lo cual significa que es muy difícil de saber las características del suelo precisamente bajo el agua, y que el trabajo es fácilmente afectado por las condiciones meteorológicas y oceanográficas. Además, la construcción con dragados es muy cara y se necesita mucho dinero para efectuarlos y luego mantenerlos. Por consiguiente la cosa más importante que se debe considerar cuando se

dispone de un plan de dragado es examinar estos factores minuciosamente para hacer las operaciones lo más eficaces y baratas.

El planeamiento del trabajo de dragado generalmente es hecho por el procedimiento siguiente. Primeramente, la naturaleza del suelo del sitio de trabajo tiene que ser investigada. En segundo lugar, la cantidad de tierra a ser dragada es calculada por un sondaje del fondo. En tercer lugar, se toma la decisión de que tipo de dragador será empleado, y al mismo tiempo se estudia los problemas de donde y cómo disponer los materiales dragados. Por último, se toma la decisión de la capacidad y el número de dragas a ser empleadas.

6.3.1: Métodos de Dragado

Los métodos de dragado podrían ser divididos en: el dragado de suelo general y el dragado de roca o suelo duro.

La operación de dragado de suelos comunes es comparativamente para materiales suaves que son excavados con dragas normales sin el predragado a través de otros métodos especiales. La mayoría de trabajos de dragado pertenecen a esta categoría. El dragado de suelo común puede ser realizado por los métodos siguientes:

- a) Dragado hidráulico
- b) Dragado de Cubos con cuchara
- c) Dragado de Cubos
- d) Dragado con cucharón
- e) Otros

Los dragados especiales significan la excavación de materiales duros o rocas por métodos especiales como rotura de rocas, explosiones, etc. El dragado especial es realizado por los métodos siguientes:

- a) La excavación de la base de roca por métodos mecánicos y la remoción de rocas por métodos de dragado normales.
- b) La excavación de la base de roca por explosiones y la remoción de rocas por métodos de dragado normales.
- c) Otros

(Por ejemplo, la excavación de la base de roca por nuevos métodos como la fracturación de rocas por medio de micro - ondas, el corte de rocas con agua de alta presión, y más en adelante, otros métodos que están bajo desarrollo.)

6.3.2. Investigaciones necesarias para hacer un plan de dragado

- Las condiciones meteorológicas, las oceanográficas y topográficas.
El trabajo de dragado siempre es realizado por un dragador, lo cual es una habilidad flotante y fácilmente influenciado por las condiciones meteorológicas y oceanográficas. Un mal tiempo causa deterioración en la capacidad de dragado, el funcionamiento de seguridad y la preservación de exactitud en la construcción.

Es esencial obtener todos los datos meteorológicos durante el año. Sobre todo los datos estadísticos del viento son muy importantes. Los datos de lluvias y temperatura no son tan importantes como aquellos de los de viento, pero a veces se tienen en cuenta los datos de niebla cuando el dragado es realizado cerca de cauces con tráfico pesado.

En cuanto a las condiciones oceanográficas, las olas, las corrientes y las mareas deben investigarse minuciosamente. Como las corrientes

de las mareas a veces causan la tendencia litoral, su fuente de suministro, dirección y proporción de transporte litoral tienen que ser investigadas de antemano. El rango de la marea alta causa corrientes altas que interrumpe no sólo las horas laborables reales del dragador sino también la capacidad de dragado de este mismo.

En cuanto a las condiciones topográficas, la investigación debe extenderse no sólo al estudio del fondo de mar del sitio a dragar y descargar sino también sobre la ruta de transporte de la barcaza de descarga.

La decisión de ubicar marcadores de estación y personal para mareas también es importante.

- Exploración del suelo

En el planeamiento del trabajo de dragado, es muy importante seleccionar un apropiado tipo de draga, luego de una investigación cuidadosa de la clase de suelo en el lugar de trabajo a ser dragado.

Sin embargo, ningún método es perfecto para investigar la naturaleza del suelo, que permitirá seleccionar el tipo de draga correctamente conveniente, se ha desarrollado todavía.

Siempre se paga pequeñas consideraciones por la exploración del suelo para trabajos de dragado. Pero un método de dragado óptimo es determinado a través de los resultados de la exploración del suelo por la cual uno puede reducir el periodo de construcción y los gastos.

La exploración del suelo para trabajos de dragado debe hacerse a un intervalo de 100 a 150 m. Es necesario aumentar el número de perforaciones donde el suelo presenta cambios en su composición

notablemente. Una manera apropiada de la exploración del suelo depende de la clase de suelo, de la profundidad de exploración, etc.

Los métodos siguientes son adoptados para este propósito:

- a) Método de la perforación rotatoria
- b) Método de perforación de Percusión
- c) Método de la prueba de dragado
- d) Observación bajo el fondo mar
- e) Exploración geofísica
- f) Método de perforación del chorro a presión

Las pruebas del suelo realizadas para este propósito son las siguientes:

- a) Análisis mecánico
- b) Prueba de gravedad específica
- c) Penetración Estándar
- d) Otros (Observación de estado de fracturación, etc.)

6.4. Dragado de Fondo del Río

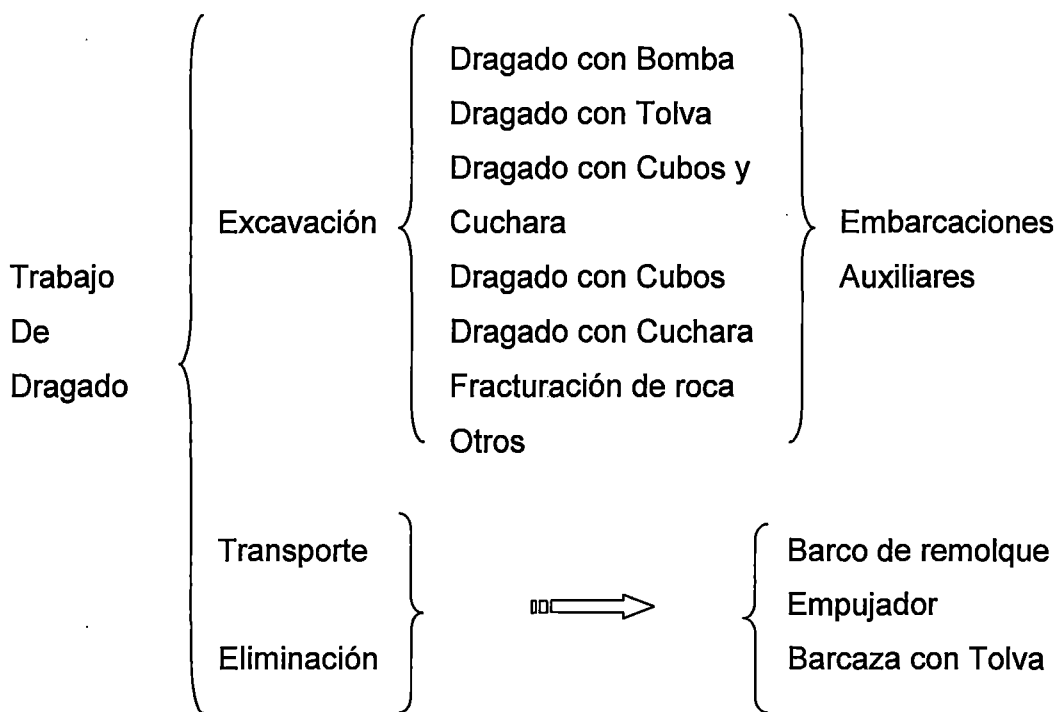
6.4.1. Selección de Dragador

Los asuntos siguientes se deben tomar en cuenta al momento de seleccionar el tipo de dragas mas apropiadas para el dragado del fondo del río.

- a) Tipo de suelo
- b) Volumen de suelo y periodo de la construcción
- c) Condiciones Meteorológicas, oceanográficas y condiciones topográficas
- d) La profundidad dragado y espesor del suelo a ser dragado
- e) Método de eliminación del suelo

- f) Alteración de sedimentos del fondo
- g) El tipo de dragador y barcas auxiliares
- h) Posibilidad de empleo del dragador deseado

El trabajo de dragado es en líneas generales dividido en tres procesos principales, excavación, transporte y eliminación. Las embarcaciones de trabajo usados en cada categoría son como sigue:



Los siguientes items deben ser considerados en la selección de un dragador apropiado:

- Tipo de suelo

La eficiencia de un dragador cambia grandemente según la naturaleza del suelo, por ejemplo, de grueso a fino, de duro a suave. En los dragados una clasificación del suelo puede ser útil para una selección apropiada de la draga y una eficiente dirección en el trabajo.

Una clasificación disponible para este propósito es:

Lodo	Barro y la arcilla suave.
Tierra y arena	Arcilla, sedimentos, arena fina, arena media, areniscas, grava arcillosa
Terreno firme	arcilla dura, arena fina compactada, esquistos y piedras suaves (incluyendo las piedras porosas).
Rocas	

Deben examinarse los materiales del fondo a ser dragados desde dos puntos de vista diferentes, la transportabilidad y la excavacionabilidad. Para examinar lo anterior, N valores son normalmente usados para los materiales arenosos, y el valor de fuerza compresiva y valor de velocidad de ondas elásticas para los materiales duros y rocosos. En cuanto a la transportabilidad, el tamaño de grano, el peso específico, etc., son examinados.

Determinando un dragado conveniente desde un punto de vista de la clase de suelo a tratar, los siguientes items deben discutirse también:

- La composición del suelo, la tenacidad, el intemperismo, el diámetro del máximo de arenas gruesas, gravedad específica, distribución del tamaño de grano, etc.
- La clase de rocas, intemperismo, estado de fragmentación, etc.,
- Resultados reales de dragados vecinos y trabajo de la fragmentación.

La relación entre el tipo de suelos y los métodos estándar de dragado se pueden recomendar según la Tabla siguiente.

Tabla N° 1

Clases de Suelo y Metodos de Dragado Estandar

Clase de Suelo			Tipo de Dragador					
Clasificación	Estado	Valor N	Dragado con Bomba	Dragado con Tolva	Dragado con Cuchara	Dragado con Balde	Dragado con Cucharón	Fracturación de Roca
Suelo Arcilloso	Tierra Blanda	- 4						
	Suave	4 - 10						
	Media	10 - 20						
	Duro	20 - 30						
	Muy duro	30 - 40						
	Muy duro	40 - 50						
Suelo Arenoso	Suave	- 10						
	Media	10 - 20						
	Duro	20 - 30						
	Muy duro	30 - 40						
	Muy duro	40 - 50						
Suelo Arcilloso con Grava	Suave	- 30						
	Duro	30 -						
Suelo Arenoso con Grava	Suave	- 30						
	Duro	30 -						
Roca	Muy Suave	40 - 50						
	Suave	50 - 60						
	Media							
	Duro							
	Muy duro							
Grava	Suelta							
	Densa							

Notas:

- El Dragado con Balde incluye el dragado de materiales fragmentados despues de la rotura de rocas.
- La capacidad de Dragado no es siempre constante en cada suelo
- El conteo de números de caída de un peso de 140 lb de 30" de altura hasta alcanzar el muestrario de diámetro 2" a 12" bajo el fondo de mar desde la posición inicial a 6".

- Volumen de suelo y periodo de construcción

El volumen de suelo a ser dragado y el periodo de la construcción son muy importantes para determinar el tamaño y la capacidad del dragador. Si se adopta por un dragador de gran tamaño contra otro más pequeño tamaño se dependerá de la comparación económica aun cuando ambos dragadores puedan lograr el trabajo dentro del término del contrato.

- Condiciones Meteorológicas, oceanográficas y topográficas.

Cada dragador tiene una diferente actuación contra las condiciones del tiempo. En general, un dragador autopropulsado tiene meritos en el mar y puede realizar dragados en lugares que enfrentan el mar abierto. Pero los dragadores no propulsados por si mismos, especialmente aquellos que requieren spuds para fijación, son fácilmente afectados por el viento y las olas. Por consiguiente, el tipo de dragador debe determinarse después del examinar los siguientes items:

- a) Olas, vientos, corrientes, mareas, áreas protegidas, etc.
- b) Días laborables, horas laborables
- c) Volumen de dragado, máxima profundidad de dragado
- d) Área de trabajo, lugar de amarre de embarcación, volumen de tráfico.
- e) El lugar de refugio para los dragadores y otras embarcaciones, reparando la facilidad
- f) Fuerzas de anclaje
- g) Acomodamiento del dragador y trabajos manuales diversos.

- **Profundidad de Dragado y espesor del suelo a ser dragado**
 Cada dragador tiene una profundidad de dragado máxima, la cual viene de una diferencia en los mecanismos de dragado, el tamaño del equipo de dragado o la capacidad de la maquinaria de dragar. En caso de dragados hidráulicos, la profundidad de dragado tiene una gran influencia en la capacidad de dragado. Incluso en el dragado con cuchara, el ciclo de tiempo de dragado cambiará según la profundidad de dragado.
- **El método de la eliminación del suelo**
 La eliminación de los materiales extraídos dependerá bastante de los equipos con que se cuente en el momento de las operaciones de dragado, así como el sitio predispuesto para su acumulación, sea el caso de eliminación o de reutilización.
- **Alteración de sedimentos de fondo**
 En las áreas donde la alteración de los sedimentos del fondo pueda causar problemas medioambientales, se debe prestar una debida atención a la protección de la contaminación y la selección del dragador.
- **Tipo de Dragador y barcas auxiliares**
 La mayoría de los dragadores no propulsados, a excepción de los dragadores de bomba, necesitan barcasas de depósito para cargar los materiales dragados.

Normalmente se acompañan estas barcasas de depósito con un barco remolcador o jalador. Si los números o combinaciones de estas embarcaciones son inapropiados, el dragador será forzado a perder el tiempo por la operación de carga de la embarcación, lo cual disminuye

la operatividad de la draga. Esto significa que los asuntos siguientes deben ser considerados en el momento de selección la de una óptima combinación embarcaciones de trabajo.

- a) La combinación conveniente de tamaño y capacidad de cada embarcación de trabajo
- b) El número apropiado de barcazas de depósito de reserva

- Posibilidad de empleo del dragador deseado

A veces puede ocurrir que traer el dragador deseado de un lugar distante necesitará un costo mayor. En esta ocasión la discusión económica será un factor gobernante para la determinación de un plan de dragado.

6.4.2. Selección de un lugar para la eliminación del suelo

Para la eliminación de los materiales extraídos se deberá considerar los siguientes argumentos:

- a) Distancia y ruta desde el sitio de dragado
- b) El área y profundidad del sitio de eliminación
- c) Condiciones meteorológicas y oceanográficas
- d) Los ambientes circundantes son ocupados por actividades como la pesquería, etc.,
- e) Tipo de tierra

- Distancia y ruta desde el sitio de dragado

Es recomendable escoger un lugar muy cercano al sitio de dragado. Desde un punto de vista de navegación segura para las barcazas de depósito, el sitio de descarga de la tierra debe ser un lugar donde las condiciones meteorológicas y oceanográficas son buenas y el tráfico

marino no es tan congestionado. Las mismas condiciones son necesarias sobre la ruta de navegación de la barcaza.

- **Área y profundidad del sitio de descarga**

El sitio de descarga de la tierra debe tener una sección tipo trapezoidal y la profundidad de agua suficiente. Cuando la profundidad de agua es muy poco profunda para descargar la tierra directamente de las puertas de barcaza de depósito, la tierra se descarga en los alrededores del sitio destinado que tienen profundidades mayores, para luego ser recargados con otro dragador al sitio destino.

La capacidad y el número de barcazas del depósito son determinados en consideración al volumen de suelo, ancho y profundidad del área de relleno, distancia, etc.

- **Otras consideraciones importantes**

En el sitio de descarga en el mar, el grado de turbialidad y dispersión de las partículas de suelo por las olas, corrientes marinas, etc., y una afección en general a las embarcaciones, peces y otras especies animales que viven en el mar, etc., debe tomarse en cuenta.

6.4.3. Perfil de fondo de dragado

La sección transversal estándar de un canal es mostrada en la figura siguiente:

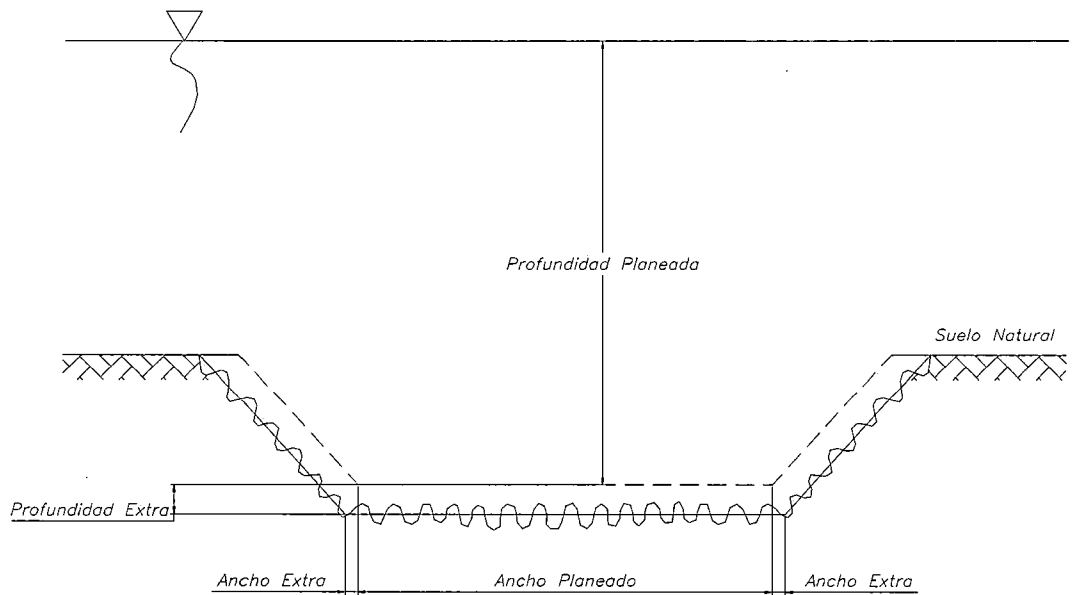


Fig.1 Perfil estándar del canal

La configuración del fondo de dragado del cauce y los anclajes tienen endurecimientos de 0.2 a 1.0 m que dependen del tipo de dragador y el suelo. Para hacer una base nivelada, una máquina para la nivelación mecánica es usada a veces en Japón, pero principalmente, el dragado de una profundidad extra resuelve esta materia (Ver Fig. 1).

Decidir el espesor o cantidad extra de dragado es un problema difícil, cuando esto depende de:

- La profundidad de dragado
- La dureza de la tierra
- El tipo y capacidad del dragador
- Las condiciones del mar o río
- La habilidad operacional

Aunque la profundidad extra de dragado necesaria puede variar con los factores anteriores, normalmente es tomado entre 0.5 a 1.0 m. El ancho del cauce también necesita de un ancho extra que dragar el cual normalmente es tomado entre 4.0 y 6.5 m en cada lado del cauce.

El gradiente de la pendiente establecida después de dragar puede diferir incluso en el caso de suelo de la misma naturaleza según el espesor de la tierra a ser dragada, la profundidad de dragado, las olas y corrientes.

La cuesta lateral del cauce se diseña para ser ligeramente plana con el ángulo de reposo de la tierra en el aire. Las pendientes normales de dragado se indican en la siguiente tabla.

Suelo			Medida de Pendiente
Clasificación	Estado	Valor de N	
Tierra arcillosa	Barro Suave	- 4	3.0 - 5.0
	Suave	4 - 8	2.0 - 3.0
	Medio	8 - 20	1.5 - 2.0
	Duro	20 - 40	1.0 - 1.5
Tierra Arenosa	Suave	- 10	2.0 - 3.0
	Medio	10 - 30	1.5 - 2.0
	Duro	30 - 50	1.0 - 1.5
Arena gruesa			1.0 - 1.5
Roca			1.0

Nota: Los valores anteriores están sujetos a las influencias de las olas y las corrientes de las mareas. La cuesta lateral en ese caso debe ser más mansa.

En caso de dragar fondos suaves, los lados de pendientes agudas causan derrumbamientos e inestabilidad contra la ruptura circular. Por consiguiente,

cuando el área dragando esta muy cerca de estructuras pesadas existiendo, es necesario examinar su estabilidad contra la ruptura circular.

6.4.4. Estimación del Volumen de Dragado

La cantidad de tierra a ser dragada es expresada por la cantidad de suelo en su estado natural al fondo del mar. La cantidad necesaria de tierra a ser dragada a un sitio de trabajo dado está entendida por el método de la sección transversal, es decir, dividiendo el área del sitio de trabajo a intervalos adecuados, calculando en cada sección transversal el volumen de la tierra de cada sección, y sumándolos luego.

El intervalo de división tomado puede diferir según el tamaño del área del estudio, la ondulación al fondo, la condición geográfica al sitio y la situación de estaquillas de la estación usadas para definir el sitio dragando, pero la norma general puede tomarse a través de 10 a 50 metros.

Luego de deducir el volumen de tierra ser dragado, los puntos siguientes deben tenerse en cuenta:

- La Gradiente del lado con pendiente
- El desnivel de la línea de la cara a dragar
- El Dragado extra
- La afluencia del suelo

Entre las causas de afluencia del área de dragado se incluyen:

- Arena suelta llevada por las corrientes de la marea y olas,
- Arena llevada abajo por el curso del río, y
- El barro llevado desde tierra por aguas de sobra y aguas de lluvia.

Es necesario deducir la cantidad de estos elementos a través de la investigación. Cuando estos puntos se tienen en cuenta, las relaciones entre la anchura planeada de la sección del sitio a ser dragado, la profundidad planeada de agua, el espesor del dragado extra y la pendiente normal de la cuesta.

6.4.5. Operaciones de Dragado

Durante el trabajo de dragado los asuntos siguientes deben controlarse cada día:

- La Seguridad del cauce de navegación y los anclajes de la cuenca.
- El funcionamiento de la seguridad en los dragadores y otros trabajos manuales
- Prevención de la contaminación medioambiental
- Confirmación de la posición de funcionamiento
- Confirmación de la profundidad de dragado
- Confirmación de horario de trabajo

Durante las operaciones de dragado, debe tenerse cuidado para que los cauces de navegación o los anclajes en las cuencas vecinas puedan ponerse poco profundas con los sedimentos. Mientras la draga está bajo funcionamiento o permanece enganchada en el puerto se debe mantener la señalización de seguridad debida.

En cuanto al funcionamiento de la seguridad, un lugar de refugio y personas a cargo del mantenimiento de seguridad de la nave deben determinarse de antemano. Planes de emergencia, incluso la preparación de equipo necesario como juegos auxiliares de anclas, cadenas, alambres, marcadores de emergencia, señales, equipo de salvamento, etc., también deben examinarse previamente al trabajo de dragado.

Confirmado el sitio del funcionamiento, se trazaran líneas de perspectiva en base a las boyas y/o marcadores existentes en la estación. Para asegurar la exactitud, la posición es decidida usando un sextante o marcadores fijos de la estación, usando radios y equipos que permitan un posicionamiento de elevada exactitud. Esto es una ayuda fundamental para el ingeniero a cargo ya que permite tener una posición de las operaciones de dragado.

Una vez definido el nivel del agua, se debe utilizar al personal de medida que relacione dicho nivel al nivel datum del sitio de dragado. El nivel de agua debe ser leído cada 10 cm y debe contarse igualmente las fracciones. La lectura se hace con referencia a los niveles de la marea, y los intervalos de lectura deben ser menores al intervalo de cambio en el nivel de agua en cantidades de 10 cm.

En cuanto al horario de trabajo, es necesario hacer un diagrama que muestre el volumen planeado de tierra a remover, el volumen dragado de tierra, y la proporción del progreso.

Cuando el dragado esta en marcha, el estado de excavaciones bajo el agua debe confirmarse inmediatamente después del trabajo. Es así que, después de las labores de dragado, un sondaje de la profundidad debe ser realizado para confirmar el avance del proyecto.

6.4.6. Reducción de gastos de dragado

Los gastos de dragado pueden ser divididos en gastos directos e indirectos.

- Gastos directos:

- Los gastos directos incluyen los costos de preparaciones para el trabajo y el costo del funcionamiento de cada barca de trabajo.

- Costos de preparación:
 - Instalar medios para abastecer agua, combustibles y aceites.
 - Instalación de tuberías de la descarga
 - El mantenimiento de oficinas, almacenes, campamentos y el transporte de cada embarcación
 - Costos de topografía y pruebas
 - Gastos corrientes
- Gastos indirectos:
 - Costos de Reparación
 - Depreciación Permitida
 - Costos de Dirección

6.4.7. Sondajes

La profundidad de los sondajes incluye el sitio inspeccionando y el sondaje de la profundidad del agua; ambas operaciones se llevan a cabo al mismo tiempo.

- Examinación del lugar

La examinación del lugar de trabajo es llevada a cabo con varios métodos de inspección:

 - Sogas
 - Tránsito
 - Radioposicionamiento
 - Instrumentos de medida infrarroja

El método más conveniente se selecciona según la topografía del sitio a dragar.

- Medida de la profundidad a dragar

La medida de la profundidad es llevada a cabo por los métodos siguientes:

- Guía de sondaje
- Personal
- Eco sonoro

El método más conveniente se selecciona según el espacio disponible para la operación de los equipos y el área a cubrir.

- Intervalos entre sondajes

Los intervalos entre sondajes pueden tomarse según el tipo de terreno a dragar según como sigue:

Antes de dragar	fondo plano	arena 20 - 50 m
		piedra 10 - 30 m
	fondo áspero	arena 10 - 20 m
		piedra 10 - 20 m

Medida de las inspecciones.- Los intervalos entre las lineras de sondaje se determinan según la situación del lugar. Generalmente, los valores siguientes que expresan la anchura dejada de sondear en el fondo del mar pueden ser usados:

Fondo arenoso y lodoso	menos de 3.0 metros
Fondo rocoso	menos de 0.5 metros

6.4.8. Operación de Dragado de la Estación N° 1

Luego de analizar las condiciones de trabajo para la operación de dragado del Río Marañón, y en función a los argumentos anteriores, se concluye que

el dragado a efectuar tendrá como prioridad principal limpiar las áreas adyacentes a los 3 pontones a reparar, eliminando las palizadas acumuladas en los lados del pontón y recuperar el nivel de fondo de río en esta zona, esto luego del desmontaje del pontón.

Para este trabajo de dragado recomiendo utilizar una draga de cucharas tipo Orange – Peal, debido a la gran cantidad palizadas acumuladas, la cual trabajará con una grúa de 25 Tn de capacidad. Debido a lo inconveniente que sería trabajar la operación desde la orilla del río, por presentar un gran desnivel y ser demasiado inestable para soportar tales equipos, el dragado se debe efectuar desde el río con la grúa y dragas operando desde una barcaza. La profundidad de dragado será de 3.5 mts en promedio. Los volúmenes extraídos de material serán depositados aguas abajo de la zona de trabajo.

6.5. Defensas Ribereñas

Las defensas Ribereñas existentes para la Protección de la margen Izquierda del Río Marañón, en la Estación de Bombeo N° 01 del Oleoducto Nor peruano, están compuestas de pequeños espigones de acero para la protección de la ribera.

Dichos espigones están compuestos por perfiles H de 0.35 x 0.35, hincados en la ribera y espaciados cada 3.50, los cuales están unidos por una viga, en su parte superior, que tiene las mismas características de los perfiles anteriores, con una longitud de 11.40 mts aproximadamente.

Estos espigones de acero, se encuentran ubicados a lo largo de la ribera del Río Marañón, aguas arriba de la Estación N° 01, teniendo como objetivo principal el evitar la pérdida de la ribera del río, protegiendo así tanto las instalaciones de la Estación como el poblado San José de Saramuro.

Debido al buen estado de conservación en que se encuentran y al mínimo desgaste de acero que han sufrido las estructuras en si, es viable tan solo dar un mantenimiento rutinario a los espigones, el cual consta de un refuerzo con planchas de acero en las zonas más débiles del espigón, para su posterior arenado y pintado, siguiendo las recomendaciones indicadas en esta tesis para el mantenimiento de las planchas de acero de los pontones.

CAPITULO VII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Comentarios

La necesidad urgente de una solución a los problemas de trabajo de los muelles móviles de la Estación N° 01 de PETROPERU, me ha motivado a plantear las nuevas alternativas estructurales para el mejoramiento de la operatividad de la Estación N° 01. Para tal fin me he valido del uso de ciertos programas de aplicación estructural y formulas ampliamente conocidas para facilitar en la evaluación de la nueva propuesta de diseño.

Todas las soluciones planteadas en esta tesis, han sido ampliamente estudiadas de manera que sean las mas indicadas a solucionar los problemas existentes y a la vez, sean lo mas económicas posibles; dado que el principal objetivo del ingeniero es brindar soluciones consistentes a los problemas a un costo moderado.

El principal objetivo del planteamiento de desplazar los muelles móviles longitudes determinadas en torno a su posición actual es buscar una mayor profundidad para su trabajo regular en épocas de vaciante del río. De esta manera se busca evitar ciertas operaciones riesgosas e incómodas para la operación de traslado de crudo de una estación a otra. Una prueba de ello es que actualmente, para poder realizar la descarga de crudo en el pontón N° 02 las embarcaciones de transporte no pueden acercarse al pontón, lo cual lo podemos verificar en las fotos que se anexan con esta tesis. Como una solución temporal se ha acoderado una chata o embarcación pequeña al pontón, a la cual recién las embarcaciones de transporte pueden acoderar.

Como el principal objetivo entonces es dar una mayor profundidad de trabajo a los pontones, ha surgido la necesidad de replantear todas las estructuras vinculadas con ellos mismos. Por esto, se ha tenido que diseñar nuevos

puentes de acceso de longitudes iguales a los nuevos desplazamientos, involucrando no solo la fabricación de la estructura en si, sino también la necesidad de un hincado de tubos de 12" para soporte de estos nuevos puentes. Estos puentes guardan relación con los ya existentes, pues su conformación utiliza los mismos materiales y diámetros de tubería existentes para su fabricación, por lo cual, el diseño de los mismos es mas que todo una verificación estructural de su capacidad de trabajo. El mejoramiento estructural planteado de las escaleras puente de acceso a los pontones no ha modificado en nada su configuración actual a manera de minimizar los costos de reparación, por lo cual se ha buscado su optimización con las longitudes existentes entre sus elementos, y el reemplazo de las secciones de acero en las cuales los esfuerzos resultantes son mayores a los que puede soportar el elemento.

A fin de mejorar la estabilidad de los muelles móviles, actualmente los pontones trabajan apoyados en dos pilotes guías, en torno a los cuales el pontón se desplaza en forma vertical libremente. El nuevo diseño contempla la necesidad de hincar un tercer pilote a uno de los costados del pontón, de manera que restringimos el movimiento horizontal del pontón y evitamos en un futuro las inclinaciones riesgosas a las que se ven sujetos actualmente producto de la acumulación de palizadas en su parte inferior.

Los dolphins existentes, de secciones circulares o perfiles I, en algunos casos, están sobredimensionados, con una cantidad excesiva de acero, y en ningún caso se esta usando pilotes inclinados para soportar los esfuerzos de impacto en la pantalla del dolphin. Es decir, los dolphins actuales son perfiles o tubos hincados verticalmente, en algunos casos unidos por una viga de acero o planchas de acero de 5/8", los cuales como es de comprender al acoderar las embarcaciones de transporte de crudo generan grandes desplazamientos con respecto a sus posiciones iniciales.

Los nuevos dolphins propuestos, son mucho mas sencillos, contando con pilotes inclinados, que ayudaran a minimizar los desplazamientos horizontales producto del impacto de las embarcaciones. Además estos dolphins han sido diseñados para soportar una carga de impacto de 30 toneladas a sugerencia de PETROPERU lo cual es relativamente alto para el impacto normal que generan las embarcaciones con las que trabajan.

El mantenimiento de los pontones incluido en esta tesis, si bien es cierto es de mas índole mecánica, no me restringe a hacer algunas sugerencias en torno a los procedimientos para el reemplazo de las planchas gastadas de los flotadores, así como sugerir los procedimientos a seguir para el soldado de las planchas, los arenados y pintados de los elementos de acero componentes del pontón.

El dragado a efectuar en la ribera del río, debe buscar principalmente la limpieza de la zona de trabajo, especialmente en las zonas aledañas o contiguas al pontón con el que se va a trabajar, eliminando las palizadas acumuladas por el paso de la corriente del río, para la fácil liberación del pontón y poder comenzar las maniobras de reubicación del pontón en su nueva ubicación.

7.2. Conclusiones

1. Los puentes de acceso nuevos tienen una disposición estructural a las estructuras existentes, por lo cual el diseño planteado en esta tesis cumple una función de verificación estructural lo cual también es planteado para la escalera típica a la cual se le dará un mantenimiento y mejoramiento estructural cambiando la brida superior existente de 2 1/2 " por una nueva de 4".
2. La necesidad de incluir un pilote extra a los 2 pilotes guía existentes de los pontones móviles, esta basada en un criterio de mayor estabilidad al muelle y a la vez para evitar las peligrosas inclinaciones producto de las palizadas que generan daños a los sistemas de bombeo apoyados sobre él mismo. Actualmente los pontones, están operando normalmente y sin problemas, salvo el de las palizadas, por lo cual no se han realizado rediseños de la flotabilidad del muelle.
3. El programa de la ecuación de Onda fue desarrollado para calcular fuerzas de tensión y compresión que se producen por efecto del trabajo de hincado en los elementos componentes como son: el cabezal y los segmentos del pilote; y tener un diseño apropiado en el refuerzo. Así también nos brinda la penetración "s" por golpe del pilote.
4. El conocimiento limitado de la mecánica de suelos es bastante incompleto, especialmente bajo la acción del hincado de los pilotes. Si bien es cierto el programa estructural usado de la Ecuación de Onda, nos brinda una buena aproximación del comportamiento del pilote durante el hincado, todavía este programa estructural puede ser investigado y desarrollado para chequear y analizar los resultados de las pruebas de carga.

5. En el momento del clavado es muy importante la utilización de un buen amortiguador, porque permite proteger el cabezal del martillo, no permitiendo el impacto y evitando rajaduras. En cuanto a los pilotes, el amortiguador evita las rajaduras en los pilotes de concreto y las deformaciones de la sección transversal en los pilotes de acero.

6. Es importante indicar que la longitud de análisis para los pilotes de 20 mts para evaluar las fuerzas horizontales y de hincado, considera un empotramiento estimado de 8 mts. sobre el particular es importante mencionar que, si bien esta es una función de la capacidad de soporte del lecho del río, aun para valores bastante pequeños de soporte lateral como de 0.40 lb/pulg³, para sedimentos de limo orgánico, como de 20 lbs/pulg³, para el caso de mezclas de grava – arena medianamente densas, para las longitudes de análisis de pilotes parecen ser bastante razonables, para las verificaciones realizadas.

Como un comentario adicional debe indicarse que si bien la capacidad de soporte del terreno puede variar considerablemente las longitudes de soporte lateral son inversamente proporcionales a la raíz quinta de la capacidad de soporte, por lo que se atenúa considerablemente la variabilidad de la capacidad de soporte en los cálculos antes indicados.

7. En la Estación N° 01 del Oleoducto Nor Peruano se presenta continuamente el problema de acumulación de palizadas de manera frecuente. Como Medida de defensa, en el pontón N° 01 existe una fila de pilotes que sirven de defensa ribereña; lo cual genera acumulación de material en esa zona y permanentemente se ejecutan trabajos de eliminación de palizada. Por tal motivo para continuar con sus trabajos normales, dicha Estación se ve obligada a contratar los servicios de un

subcontratista que durante 20 días por mes efectúa el trabajo de “despalizaje”.

Como una sugerencia adicional a esta propuesta de mejoramiento de operatividad de los pontones, se debe contemplar la reubicación de estos pilotes que sirven de defensa ribereña y que generan acumulación de palizada.

8. Se ha comprobado la efectividad de los espigones de acero (estructuras de defensa ribereña) en las márgenes del río Marañón donde no ha habido pérdida de la ribera, sin embargo se ha observado pérdida de la ribera entre el poblado San José de Saramuro y la Estación de Bombeo Nº 01 del Oleoducto Nor Peruano, por lo cual sería recomendable reconstruir y mejorar los espigones antiguos en esta ubicación.

Se sugiere la construcción de 10 espigones de protección similares los existentes, espaciados a 35 mts, lo cual hace un total de 350 mts de ribera protegida.

Para un mejoramiento del comportamiento estructural de estos espigones, se sugiere también, incluir pilotes inclinados para un mejor comportamiento a la carga lateral provenientes de las palizadas y de la fuerza del río.

9. Al realizar el diseño de los dolphins se considero una carga de impacto sugerida por PETROPERU de 30 Tn. Como un indicador de la certeza de esta aproximación podemos tener en cuenta que embarcaciones mayores de 25000 Tn tienen como carga promedio de impacto el valor de 70 Tn.

Al analizar las embarcaciones con las que trabaja PETROPERU tenemos valores de hasta 9000 Tn de carga, valor para el cual efectuando una

proporción simple se obtiene una carga de impacto de 25 Tn, lo cual nos demuestra que el valor tomado esta dentro de los limites para el diseño.

10. El propósito de un dolphin es absorber la energía del ataque de las naves y proteger los medios de carga contra los daños que podrían detener el funcionamiento.

El diseño de los dolphins cuyo "objetivo es la seguridad" debe estar basado en la optimización económica u otras consideraciones que sean especificadas. Vía un análisis de riesgo, los riesgos mayores pueden identificarse y pueden tenerse cuidado de ellos en el diseño. En este estudio se nombraron las seguridades del muelle móvil, la maniobra de atraque y la seguridad estructural de los dolphins. En un diseño equilibrado todos deben ser de la misma magnitud a menos que las consideraciones económicas señalen otra parte. La seguridad estructural de los Breasting Dolphins depende de la probabilidad de fracaso de todos los mecanismos.

11. Al evaluar la necesidad de efectuar un dragado en esta zona para limpiar la ribera y facilitar las labores de mantenimiento de los pontones, nos enfrentamos a un problema de índole económica. Como es recomendación de este estudio, al utilizar un dragado con jaivas o dragadores de cucharas (o cualquier otro sistema de dragado) el costo de reparaciones o mantenimientos se verá incrementado notablemente. Esto debido a que este tipo de labores en sí son costosas, por lo cual es sugerencia de esta tesis, efectuar estos dragados si las condiciones del terreno no permiten realizar las labores de mantenimiento o en todo caso minimizar las áreas de dragado a fin de no incrementar los costos ni retrasar el avance de la obra.

PLANOS

PLANOS

Se anexan los siguientes planos en el orden que sigue:

PP – E – 00	PLANO DE UBICACIÓN DE ZONA DE TRABAJO
PP – E – 01	TOPOGRAFÍA – LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y BATIMÉTRICO
PP – E – 02	PONTÓN N° 01 - POSICIÓN FINAL NUEVO RETICULADO DE ESCALERA
PP – E – 03	PONTÓN N° 02 - POSICIÓN FINAL NUEVO RETICULADO DE ESCALERA
PP – E – 04	PONTÓN N° 03 - POSICIÓN FINAL NUEVO RETICULADO DE ESCALERA
PP – E – 05	PONTÓN N° 01 – MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE ESCALERA
PP – E – 06	PONTÓN N° 02 – MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE ESCALERA
PP – E – 07	PONTÓN N° 03 – MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE ESCALERA
PP – E – 08	PONTÓN N° 01 – NUEVO PUENTE DE ACCESO
PP – E – 09	PONTÓN N° 02 – NUEVO PUENTE DE ACCESO
PP – E – 10	PONTÓN N° 03 – NUEVO PUENTE DE ACCESO
PP – E – 11	SOLDADURAS – DETALLE DE SOLDADURAS EN UNIONES
PP – E – 12	ESTRUCTURAS DE DEFENSA RIBEREÑA – ALTERNATIVA DE PLANTA DE DOLPHINES

PP – E – 13	ESTRUCTURAS DE DEFENSA RIBEREÑA – DETALLE ESTRUCTURAL DE DOLPHINES
PP – E – 14	ESTRUCTURAS AUXILIARES – DETALLE DE GUÍA DE PONTONES
PP – E – 15	PONTÓN Nº 01 – DETALLE DE FLOTADORES Y GUÍAS
PP – E – 16	PONTÓN Nº 02 – DETALLE DE FLOTADORES Y GUÍAS
PP – E – 17	PONTÓN Nº 03 – DETALLE DE FLOTADORES Y GUÍAS
PP – E – 18	RIGIDIZADOR DE PONTONES – DETALLE DE VIGA RIGIDIZADORA TÍPICA

ANEXOS

ANEXOS

- Planos de Ubicación de la zona de Trabajo
- Ensayos de Laboratorio practicados a los suelos existentes
- Disquete con Resultados de Análisis Estructural de Nuevos Puentes de Acceso para los 3 Pontones y Escalera Típica de Acceso
- Norma para Arenado SSPC-SP5/NACE No.1
- Pintura Base en SHERWIN WILLIAMS – PRIMER EPOXY REPINTABLE.
- Pintura de acabado de flotadores en SHERWIN WILLIAMS – COAL TAR EPOXY C-200. (Para llegar al espesor requerido se requieren dos manos de aplicación).
- Pintura de acabado de flotadores en SHERWIN WILLIAMS COAL - TAR EPOXY HI SOLD. (Para alcanzar el espesor de 16 Mils se necesita una sola mano de aplicación).
- Para acabado de otros elementos en SHERWIN WILLIAMS usar Poly Lon 1500 poliéster Poliuretano (Se debe lograr 4 Mils de anticorrosivo y 3 Mils de acabado).

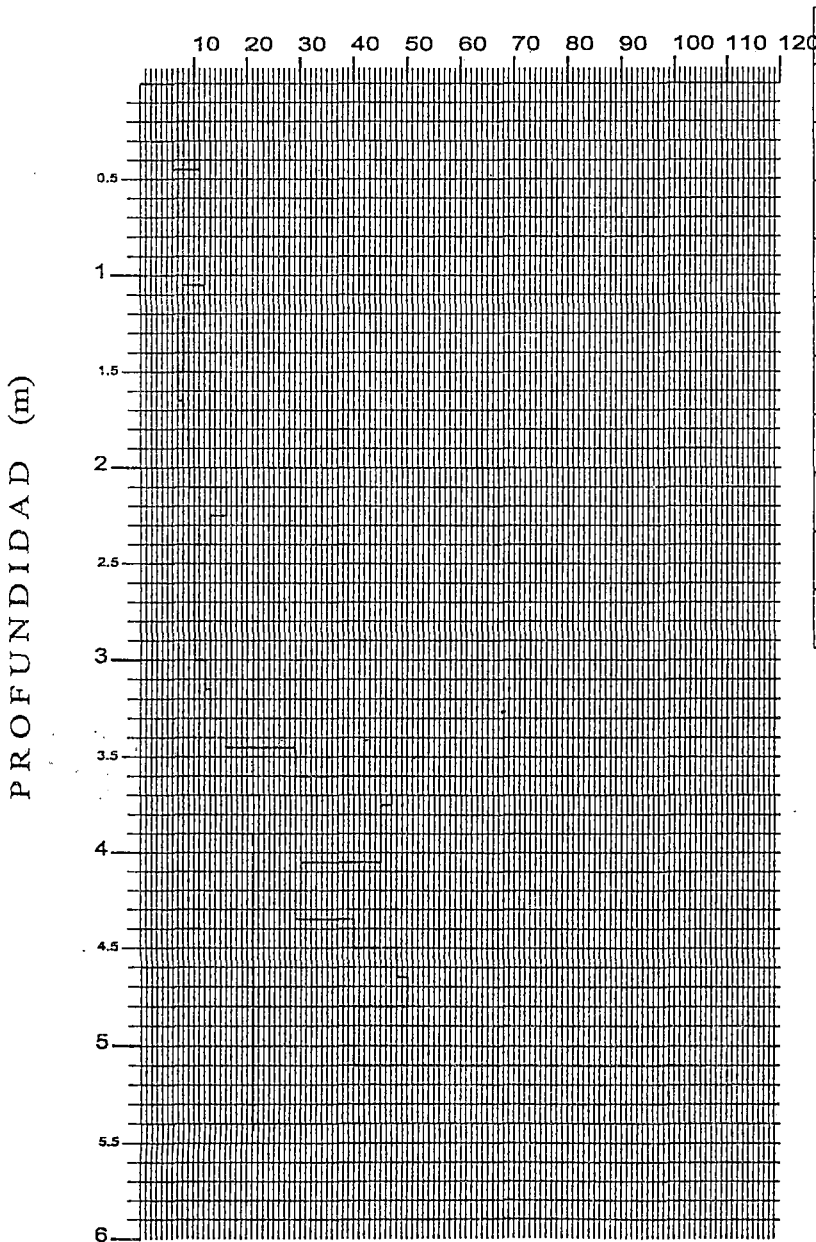
MARTINEZ INGENIERIA GEOTECNICA

REGISTRO DE SONDAJES

Solicitado : CIPORT
Proyecto : ZONA DE PONTONES-ESTACION N° 1 *Revisado* : ING. JOSE MARTINEZ DEL R.
Ubicación : SAN JOSE DE SARAMURO-LORETO *Cota Superficial* :
Fecha : SET - 99 *Profundidad N.F.(m)* :
Operador : J. D. M. *Profundidad Total (m)* : 5.25


CONO PECK N° PONTON 1

N° DE GOLPES



cm	N° DE GOLPES			
15	2	7	12	48
30	2	8	13	50
45	6	9	16	40
60	11	9	29	40
75	13	16	47	110
90	13	13	45	
105	12	10	45	
120	8	10	30	
135	8	10	29	
150	8	10	40	

Martínez Ingeniería Geotécnica E.I.R.L.


 Ing° José A. Martínez del Rosario
 Titular Gerente

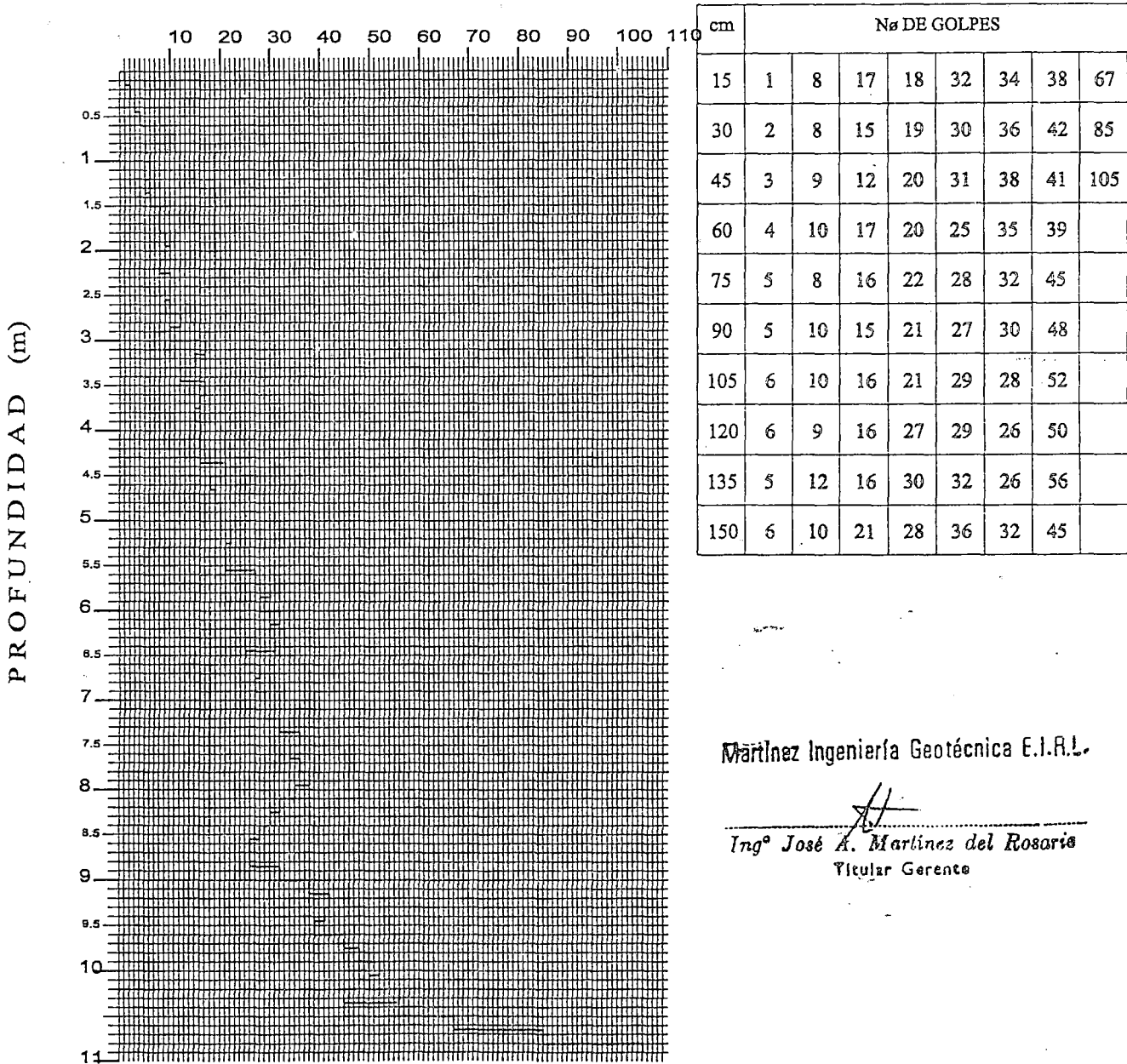
MARTINEZ INGENIERIA GEOTECNICA

REGISTRO DE SONDAJES


Solicitado : CIPORT
 Proyecto : ZONA DE PONTONES-ESTACION N° 1 Revisado : ING. JOSE MARTINEZ DEL R.
 Ubicación : SAN JOSE DE SARAMUO-LORETO Cota Superficial :
 Fecha : SET - 99 Profundidad N.F.(m) :
 Operador : J. D. M. Profundidad Total (m) : 10.95

CONO PECK N° PONTON 2

N° DE GOLPES



Martínez Ingeniería Geotécnica E.I.R.L.


 Ing° José A. Martínez del Rosario
 Titular Gerente

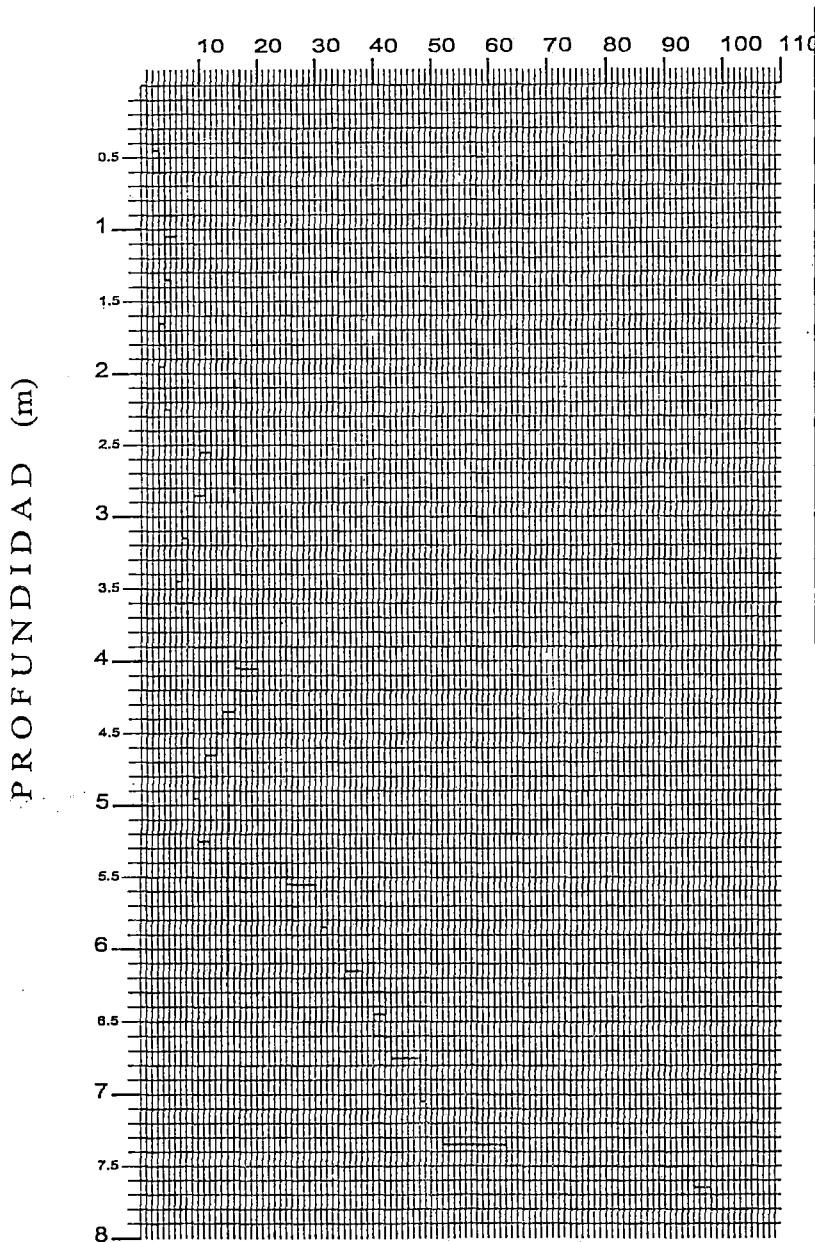
MARTINEZ INGENIERIA GEOTECNICA

REGISTRO DE SONDAJES

Solicitado : CIORT
Proyecto : ZONA DE PONTONES - ESTACION N° *Revisado* : ING. JOSE MARTINEZ DEL R.
Ubicación : SAN JOSE DE SARAMURO - LORETO *Cota Superficial* :
Fecha : SET - 99 *Profundidad N.F.(m)* :
Operador : J. D. M. *Profundidad Total (m)* : 7.95

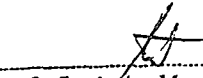
CONO PECK N° PONTON 3

N° DE GOLPES



cm	Nº DE GOLPES					
15	1	4	7	13	35	95
30	1	3	8	11	38	98
45	2	4	7	9	42	105
60	3	3	6	10	40	
75	4	4	8	10	43	
90	4	5	8	12	48	
105	5	12	16	25	48	
120	4	10	20	30	49	
135	4	11	16	31	52	
150	5	9	14	32	63	

Martínez Ingeniería Geotécnica E.I.R.L.


 Ing° José A. Martínez del Rosario
 Titular Gerente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Pag. 1

INFORME

Del : Laboratorio N°1-Ensayo de Materiales
 A : **PSV CONSTRUCTORES S.A.**
 Obra : Estudio Defensa Ribereña Estación N°01 ONP
 SAN JOSE DE SORAMURO
 Asunto : Ensayo de Agregados
 Expediente : 00 - 2809
 Recibo : 56038
 Fecha : 21/11/2000

D) MUESTRA .--

Consistente en una muestra de Arena fina, procedente de la Cantera 1; muestra proporcionada por el Peticionario

RESULTADOS .--

1.1) Ensayo de Granulometría : ASTM C136

Malla	% Retenido
N°4	0.06
N°8	0.20
N°16	0.06
N°30	0.44
N°50	39.74
N°100	51.90
Fondo	7.60

Modulo de Finura = 1.34

1.2) Ensayo de Peso Específico : ASTM C128

p.e. de masa 2.60
 p.e. de masa sat. sup. seco 2.62
 p.e. aparente 2.65





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Pág. 2

1.3) Ensayo de Peso Unitario : ASTM C-29

p.u. suelto 1,464 kg/m³
p.u. compactado 1,661kg/cm³

1.4) Ensayo de Contenido de Humedad : ASTM C-29

Contenido de humedad 0.70%

1.5) Ensayo de Porcentaje de Absorción : ASTM C 128

Porcentaje de Absorción 0.75

1.6) Ensayo de Porcentaje que pasa la Malla N°200 : ASTM C117

% que pasa la malla # 200 = 1.92 %

1.7) Impurezas Orgánicas

Si presenta cualitativamente materia orgánica.

L.E.M.

1.8) Partículas Friables

Partículas Friables 1.20 %





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

II) MUESTRA .-

Consistente en una muestra de Arena Gruesa, procedente de la Cantera 2; muestra proporcionada por el Peticionario.

RESULTADOS .-

2.1) Ensayo de Granulometría : ASTM C136

Malla	% Retenido
Nº4	0.24
Nº8	0.50
Nº16	2.20
Nº30	9.60
Nº50	63.30
Nº100	23.18
Fondo	0.98
Modulo de Finura	= 1.91

2.2) Ensayo de Peso Especifico : ASTM C128

p.e. de masa	2.54
p.e. de masa sat. sup. seco	2.58
p.e. aparente	2.63

L.E.M.

2.3) Ensayo de Peso Unitario : ASTM C-29

p.u. suelto	1,512 kg/m3
p.u. compactado	1,698 kg/cm3

2.4) Ensayo de Contenido de Humedad : ASTM C-29

Contenido de humedad	0.86%
----------------------------	-------

JFO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Pág. 4

2.5) Ensayo de Porcentaje de Absorción : ASTM C 128

Porcentaje de Absorción 1.27

2.6) Ensayo de Porcentaje que pasa la Malla N°200 : ASTM C117

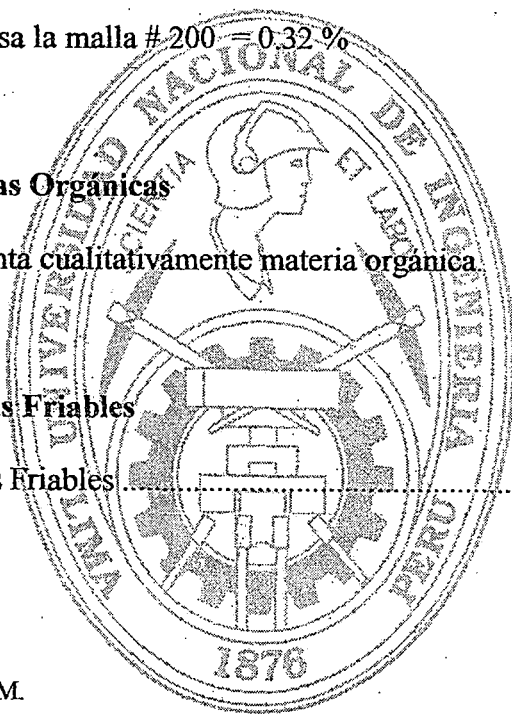
% que pasa la malla # 200 = 0.32 %

2.7) Impurezas Organicas

No presenta cualitativamente materia organica.

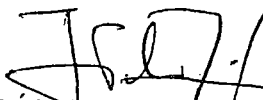
2.8) Particulas Friables

Particulas Friables 0.48 %



HECHO POR : Ing. R.C.H.
TECNICO : Sr. T.M.-M.M.

L.E.M.


ING. JESÚS VELARDE DORREGO
Jefe (e) del Laboratorio N°1
Ensayo de Materiales



01-98

POLY LON 1500 Poliéster Poliuretano

DESCRIPCION

Poly-Lon 1500 Poliéster Poliuretano, es un recubrimiento de dos componentes de alta performance desarrollado con resinas a base de Uretano Alifático - Poliéster.
Este producto apropiadamente curado presenta una excelente apariencia y alto brillo; asimismo presenta una máxima retención de brillo y color en exposiciones prolongadas. Tiene una sobresaliente resistencia a ambientes agresivos industriales presentando una excelente durabilidad en condiciones ambientales severas, así como resistencia a la abrasión, impacto y ataque químico.

USOS

Poly-Lon 1500 Poliéster Poliuretano es recomendado como capa de acabado generalmente sobre sistemas Epóxicos en Mantenimiento Industrial (exteriores de tanques, tuberías, todo tipo de estructuras de acero, puentes, uso marino, refineries, plantas químicas, etc)
Por su alta resistencia a la abrasión en Sistemas Aeroespaciales (aviones, helicópteros, etc), asimismo para Transporte Pesado (buses, minibuses, camiones, etc.)

CARACTERISTICAS

VEHICULO	: Poliol Poliéster / Isocianato
SOLIDOS EN VOLUMEN	: 50% +/- 2 (Mezcla)
COLORES	: Según carta
ACABADO	: Brillante
No. DE COMPONENTES	: Dos Parte A : Pigmentada Parte B : Catalizador
RELACION DE MEZCLA	: Mezclar 4 volúmenes de la parte "A" con 1 volumen de la parte "B"
TIEMPO MINIMO DE INDUCCION	: No necesita inducción

TIEMPO DE VIDA UTIL DE LA MEZCLA : 8 horas (a 25°C)

INTERNACIONAL DE PINTURAS S.A.

Avenida Universitaria N° 254 - Lima I - Casilla 2314 Lima 100 - Perú - Telfs. (511) 452-0070 / 452-3914
Fax Ventas: (511) 452-1812 Fax Administración: 451-7742



TIEMPO DE SECADO

: (a 4.0 mils húmedos , 25°C y 50% H.R.)
Al Tacto : 30 minutos
Recubrir : 10 horas mínimo
48 horas máximo

ESPESOR SECO RECOMENDADO

: 2.0 - 3.0 mils (50 - 75 micrones) por capa

ESPESOR HUMEDO RECOMENDADO

: 4.0 - 6.0 mils (100 - 150 micrones) por capa

RENDIMIENTO TEORICO

: 37 m2/gal a 2.0 mils secos, sin considerar pérdidas por aplicación y trasegado del producto

PREPARACION DE SUPERFICIE

HIERRO O ACERO :

Normalmente se aplica como capa de acabado sobre Sistemas Epóxicos.

HIERRO GALVANIZADO :

Efectuar una limpieza con solventes SSPC-SP-1. Aplicar una capa de Wash-Primer o Primer Filler Universal y recubrir el mismo día con Poly-Lon 1500

ALUMINIO O ALEACIONES : (Uso en Sistema Aeroespacial y Transporte Pesado).

Efectuar una limpieza con solventes SSPC-SP-1. Aplicar una capa de Primer Filler Universal y posteriormente aplicar como capa de acabado Poly-Lon 1500.

CEMENTO TARRAJEADO O CONCRETO

PAREDES : Deberá estar completamente seco o fraguado, libre de polvo, grasa y suciedad. Aplicar como base un recubrimiento de tipo epóxico y como capa de acabado Poly-Lon 1500

PISOS : El concreto deberá estar completamente seco o fraguado, libre de polvo, grasa o cualquier suciedad. Se aplicará el Sistema Epóxico para Pisos (sellador epóxico, capa intermedia autonivelante tipo Hi Bild o mortero epóxico) y como capa de acabado Poly-Lon 1500.

SOLVENTES DE DILUCION : Diluyente Industrial R7KLP550.

APLICACION

EQUIPO DE APLICACION

BROCHA : Usar la pintura tal como queda después de catalizar.

De ser necesario diluir con Diluyente Industrial R7KLP550
INTERNACIONAL DE PINTURAS S.A.

Av. Universitaria N° 254 - Lima 1 - Casilla 2314 Lima 100 - Perú - Telfs. (511) 452-0070 / 452-3914
Fax Ventas: (511) 452-1812 Fax Administración: 451-7742

DE PRE
PISTOLA

PISTOLA

SOLVEN

SOLVEN

TEMPER

BASES R

Depender
Para infor

Av. Unive



*

INFORMACION
TECNICA

3.02

Mantenimiento Industrial y Marino

COAL-TAR
EPOXY
HI SOLID

DESCRIPCION

Es un recubrimiento a base de Coal-Tar Epoxy Poliamida de dos componentes y del tipo Hi-Bild (Alto Espesor). Recomendado para utilizarse en superficies de Acero, Galvanizado, Concreto, Aluminio, etc. Provee excelente resistencia a la inmersión en Agua Dulce, Agua de Mar, así como para superficies enterradas.

Por ser un recubrimiento de alto espesor en una sola capa alcanza espesores de película seca hasta de 16 mils., es decir el doble del espesor que alcanza los Esmaltes Epóxicos, Coal-Tar C-200 (8.0 mils.), con el consecuente ahorro de mano de obra y tiempo de ejecución, y evitando posibles problemas de contaminación entre capas muy común en este tipo de pinturas.

Su composición y alto espesor de película que alcanza lo hace especialmente recomendable para obra viva de embarcaciones, pilotes de muelles, zonas de splash, tuberías enterradas, compuertas, exposiciones de Agentes Químicos, repicaduras de los mismos y a los más variados ambientes corrosivos.

CARACTERISTICAS

VEHICULO:
Epoxy Poliamida

SOLIDOS EN VOLUMEN:
73% +/- 1% (Mezcla)

COLOR:
Negro y Marrón

Nº DE COMPONENTES:
Dcs. Parte A : Pigmentada
Parte B : Catalizador

RELACION DE MEZCLA:
Mezclar 4:1 en volumen, 4 partes de "A"
con 1 parte de "B"

TIEMPO MÍNIMO DE INDUCCION:
10 minutos (a 25°C)

TIEMPO DE VIDA UTIL DE LA MEZCLA:
3 o 4 horas (a 25°C)

TIEMPO UTIL DE ALMACENAJE:
10 meses, sin mezclar y a condiciones normales.

TIEMPO DE SECADO:
(a 22.0 mils. húmedos, 25°C, 50% H.R.)
Al Tacto : 6 - 8 horas
Recubrir
Para Condiciones de Inmersión:

12 horas mínimo
48 horas máximo

Para Condiciones de Exposición al Medio Ambiente:
12 hora mínimo
7 días como máximo

El tiempo de repintado entre capa y capa varía de acuerdo a las condiciones de temperatura del medio ambiente.

TIEMPO DE CURADO TOTAL:
De 7 a 10 días dependiendo de la temperatura y de la humedad relativa.

ESPESOR SECO RECOMENDADO:
8.0 - 16.0 mils (200 - 400 micrones). R2K40

ESPESOR HUMEDO RECOMENDADO:
11.0 - 22.0 mils. (275 - 550 micrones) por capa (pintura sin dilución).

RENDIMIENTO TEORICO:
7.0m²/gln a 16.0 mils. secos por capa.

PREPARACION DE
SUPERFICIE

HIERRO O ACERO:
Mínimo Arenado Comercial SSPC-SP-6,
Óptimo Arenado al Metal Blanco SSPC-SP-5. Perfil de rugosidad promedio 2 mils.

HIERRO GALVANIZADO:
Limpieza con Solventes SSPC-SP-1,
Aplicar una capa de Wash Primer F-117 y recubrir el mismo día con el Coal-Tar Epoxy Hi Solids

CEMENTO TARRAJEADO O CONCRETO:
Deberá estar completamente seco o fra-
guado, libre de polvo, grasa o suciedad.

APLICACION

PREPARACION DE LA PINTURA:
Mezclar los componentes "A" y "B", dejar en reposo la mezcla por 10 minutos (tiempo de inducción). Luego aplicar la pintura.

Nº DE CAPAS RECOMENDADAS: Una

EQUIPO DE APLICACION:
Brocha: Usar la pintura tal como queda después de catalizada; de ser necesario diluir con Diluyente Industrial R2K40

Pistola Convencional.- Reducir en caso necesario hasta con 12% de Diluyente Industrial R2K40. Equipo de Vilbiss JGA 502 ó equivalente, pico de fluido D, presión de atomización 60 psi, presión de la pintura 40 psi.

Pistola Airless: Reducir en caso necesario hasta 10% con Diluyente Industrial R7K40. Equipo de Vilbiss ó equivalente, presión de la pintura 2,500 - 3,000 psi.

SOLVENTE PARA LIMPIEZA:
Diluyente Industrial R2K40

SOLVENTE DE DILUCION:
Diluyente Industrial R7K40

RESISTENCIA AL CALOR:
120°C máximo

TEMPERATURA DE APLICACION:
De 12 a 35°C (Condiciones Ambientales).

ACABADOS
RECOMENDADOS:

Normalmente no es necesario. En caso de deseársela aplicar:
- Anticorrosivo Epóxico Tile Clad II
- Anticorrosivo Epóxico Tile Clad II Hi-Bild
- Anticorrosivo Epóxico Kem Hi Solids
- Primer Epoxy Mastie
- Primer Epoxy Repintable
- Anticorrosivo Epóxico Zinc Clad 7
- Anticorrosivo Epóxico Zinc Clad 6
- Anticorrosivo Zinc Clad II Etill Silicato

SHERWIN - WILLIAMS PERUANA S.A.

Concesionaria de *The Sherwin - Williams Company, Cleveland, Ohio, USA



*

...nimiento Industrial y Marino

COAL TAR EPOXY C-200

DESCRIPCION

Es un recubrimiento Epoxi-Poliáamida a base de Coal-Tar, de dos componentes y de tipo Hi-Bild (alto espesor), recomendado para usarse en superficies de acero, galvanizado, concreto, etc. Excelente dureza, flexibilidad y alta resistencia a inmersión en agua dulce, agua de mar, petróleo crudo, así como, para recubrir superficies enterradas. Especialmente recomendado para obra viva de embarcaciones de acero y de madera que permanentemente se encuentran en inmersión.

Su composición y alto espesor de película que alcanza, lo hace recomendable para exposiciones a agentes químicos, salpicaduras de los mismos y a los más variados ambientes corrosivos.

CARACTERISTICAS

- VEHICULO:**
Epoxi-Poliáamida
- SOLIDOS EN VOLUMEN:**
73% +/- 1 (Mezcla)
- COLOR:**
Negro y marrón
- No. DE COMPONENTES:**
Dos, Parte A : Pigmentada,
Parte B : Catalizador.
- RELACION DE MEZCLA:**
Mezclar 4:1 en volumen, 4 Partes de "A" con 1 Parte de "B"
- TIEMPO MINIMO DE INDUCCION:**
10 minutos (a 25 °C).
- TIEMPO DE VIDA UTIL DE LA MEZCLA:**
3 a 4 horas (a 25 °C).
- TIEMPO UTIL DE ALMACENAJE:**
10 meses, sin mezclar y a condiciones normales.

TIEMPO DE SECADO:
(a 10.4 mils húmedos, 25 °C, 50% HR).
Al Tacto : 4 horas
Recubrir : 12 hrs. mínimo - 72 hrs. máximo.

Para condiciones de inmersión, repintar como máximo 24 horas. El tiempo de repintado entre capa y capa varia de acuerdo a las condiciones de temperatura del medio ambiente.

TIEMPO DE CURADO TOTAL:
De 7 a 10 días, dependiendo de la temperatura y H.R.

ESPESOR SECO RECOMENDADO:
8.0 mils (200 micrones) por capa.

ESPESOR HUMEDO RECOMENDADO:
10.4 mils (260 micrones) por capa (pintura sin dilución).

RENDIMIENTO TEORICO:
13.5 m²/gal. a 8.0 mils secos por capa.

No. DE CAPAS RECOMENDADAS:
Dos

RESISTENCIA AL CALOR SECO:
120 °C. máximo

PREPARACION DE SUPERFICIE

HIERRO O ACERO: Mínimo Arenado Comercial SSPC-SP-6. Optimo Arenado al metal Blanco SSPC-SP-5.

HIERRO GALVANIZADO: Limpieza con Solventes SSPC-SP-1. Aplicar una capa de Wash Primer y recubrir el mismo día con el Coal-Tar Epoxy C-200.

CEMENTO TARRAJEADO O CONCRETO: Deberá estar completamente seco o fraguado, libre de polvo, grasa ó suciedad.

APLICACION

PREPARACION DE LA PINTURA:
Mezclar los componentes A y B, dejar en reposo la mezcla por 10 minutos (tiempo de inducción). Luego aplicar la pintura.

EQUIPO DE APLICACION:
Brocha.- Usar la pintura tal como queda después de Catalizada. De ser necesario diluir con Diluyente Industrial R2K40.

Pistola Convencional.- Reducir en caso necesario hasta con 12% de Diluyente Industrial R2K40. Equipo de Vilbiss JGA 502 ó equivalente, pico de fluido D, presión de atomización 60 psi, presión de la pintura 40 psi.

Pistola Airless.- Reducir en caso necesario hasta con 10% de Diluyente Industrial R2K40. Equipo Graco o equivalente, orificio 0.017"-0.025" presión de la pintura 2,500-3,000 psi.

SOLVENTE DE DILUCION:
Diluyente Industrial R2K40.

SOLVENTE PARA LIMPIEZA DE EQUIPO:
Diluyente Industrial R2K40.

TEMPERATURA DE APLICACION:
De 12 a 35 °C. (condiciones ambientales)

BASES (O PRIMERS) RECOMENDADAS:

- Normalmente no es necesario. En caso particular aplicar:
- Anticorrosivo Epóxico Tile Clad II
- Antic. Epóx. Tile Clad II Hi-Bild.
- Anticorrosivo Epóxico Kem H.S.
- Anticorrosivo Epóxico Zinc Clad 7.
- Anticorrosivo Zinc Clad 6
- Anticorrosivo Zinc Clad II
- Primer Epoxy Mastic
- Primer Epoxy Repintable



PRIMER EPOXY REPINTABLE

Entorno Industrial y Marino

DESCRIPCION

El Primer Epoxy Repintable, es un anticorrosivo Epoxi-Amina de dos componentes repintable sin límites de tiempo, formulado a base de pigmentos inhibidores de la corrosión y vehículos de características especiales.

USOS

Como Shop Primer o como Primer Epoxy, donde se requiera tiempos variables de repintado.

Se caracteriza por su excelente versatilidad en el repintado, debido a que no se requiere de activación u otro tipo de preparación de superficie (después de 7 días) para aplicar los acabados, proporcionando flexibilidad en los trabajos cuando los horarios para hacer los acabados no pueden ser especificados o se requieren de traslados de las estructuras pintadas a las zonas de operación, para su posterior montaje y aplicación de la capa de acabado. Asimismo, el Primer Epoxy Repintable puede aplicarse sobre restos de óxidos y pintura antigua bien adherida (inclusive alquídica).

CARACTERISTICAS

- VEHICULO: Epoxi-Amina
- SOLIDOS EN VOLUMEN: 65% +/- 2%
- COLOR: Rojo Oxido
- No. DE COMPONENTES: Dos, Parte "A" (Pigmentada) Parte "B" (Catalizador)
- RELACION DE MEZCLA: Mezclar 1:1 en volumen
- TIEMPO MINIMO DE INDUCCION: 30 minutos (25 °C).
- TIEMPO DE VIDA UTIL DE LA MEZCLA: 8 horas (25 °C)

TIEMPO UTIL DE ALMACENAJE: 12 meses, sin mezclar y a condiciones normales.

TIEMPO DE SECADO: (a 6.0 mils. húmedos, 25 °C, 50% H.R.)

- Al Tacto : 1 1/2 horas
- Recubrir : 6 horas mínimo
- 1 año máximo

TIEMPO DE CURADO: De 7 a 10 días dependiendo de la temperatura y la humedad relativa.

ESPESOR SECO RECOMENDADO: 3.0 - 4.0 mils (100 micrones) por capa. Dependiendo del tiempo y medio ambiente de exposición.

ESPESOR HUMEDO RECOMENDADO: 6.0 mils (150 micrones) por capa (pintura sin dilución).

RENDIMIENTO TEORICO: 25 m²/gal. a 4.0 mils secos por capa, sin considerar pérdidas por aplicación o trasegado del producto.

RESISTENCIA AL CALOR SECO: 135 °C máximo

PREPARACION DE SUPERFICIE

HIERRO O ACERO: Superficie con Pintura Antigua y Resto de Oxido.- Puede aplicarse sobre superficies donde solo se haya efectuado una Limpieza Manual Mecánica equivalente a la Norma SSPC-SP-2, SSPC-SP-3 ó SSPC-SP-11. Asegurar la limpieza mediante el uso de solventes antes de aplicar la pintura.

Superficies Nuevas para condiciones de inmersión: Optimo.- Arenado Cercano al Metal Blanco según Norma SSPC-SP-10.

APLICACION

PREPARACION DE LA PINTURA: Mezclar los componentes "A" y "B", dejar en reposo la mezcla por 30' (tiempo de inducción). Luego aplicar la pintura.

EQUIPO DE APLICACION: Brocha o Rodillo: Usar la pintura tal como queda después de catalizada. De ser necesaria diluir con Diluyente Industrial R7K58.

Pistola Convencional.- Reducir hasta 10% con Diluyente Industrial R7K58. Equipo de Viltiss JGA 510 ó equivalente, pico de fluido E, casquillo de aire 704, presión de atomización 40-60 psi, presión de pintura 10-20 psi.

Pistola Airless.- Equipo Graco o similar, Presión de trabajo 2400-2500 psi, orificio 0.017" - 0.019"

SOLVENTE DE DILUCION: Diluyente Industrial R7K58

SOLVENTE PARA LIMPIEZA DE EQUIPO: Diluyente Industrial R7K58

TEMPERATURA DE APLICACION: Entre 10 y 35 °C (Condiciones Ambientales)

ACABADOS RECOMENDADOS

- Esmalte Epoxy Mastic
- Esmalte Epóxico Tile Clad II
- Esmalte Epóxico Kern Hi Bild
- Esmalte Epóxico Kern Hi Solids
- Esmalte Poliuretano Kern
- Coal Tar Epoxy C-200
- Coal Tar Epoxy Hi Solids
- Sher Tar Epoxy
- Sher Mar Epoxy
- Sher Mil Epoxy 650
- Sher Mil Epoxy 800
- Otros Esmaltes Epóxicos

However, it is strongly recommended that the procurement document require the use of visual standards or comparators.

SSPC-Vis 1-89 provides color photographs for the various grades of surface preparation as a function of the initial condition of the steel. NACE visual comparators are encapsulated steel coupons depicting different finished blast conditions:

NACE Visual Comparator for Surfaces of New Steel Airblast Cleaned with Sand Abrasive (complements NACE Standard TM0170)

NACE Visual Comparator for Surfaces of New Steel Centrifugally Blast Cleaned with Steel Grit (complements NACE Standard TM0175)

NACE Visual Comparator for Surfaces of New Steel Centrifugally Blast Cleaned with Steel Shot (complements NACE Standard TM0175)

NACE Visual Comparator for Surfaces of New Steel Airblast Cleaned with Slag Abrasive (complements NACE Standard TM0170)

The NACE Visual Comparator for Surface Finishing of Welds Prior to Coating is a plastic weld replica that complements NACE Standard RP0178. Other available visual standards are described in Section 7 of SSPC-SP COM.

A.5 SURFACE IMPERFECTIONS: Surface imperfections can cause premature failure when the service is severe. Coatings tend to pull away from sharp edges and projections, leaving little or no coating to protect the underlying steel. Other features that are difficult to properly cover and protect include crevices, weld porosity, laminations, etc. The high expense to remedy the surface imperfections requires weighing the benefits of edge rounding, weld spatter removal, etc., versus a potential coating failure.

Poorly adhering contaminants, such as weld slag residues, loose weld spatter, and some minor surface laminations, may be removed during the blast cleaning operation. Other surface defects (steel laminations, weld porosities, or deep corrosion-pits) may not be evident until the surface preparation has been completed. Therefore, proper planning for such surface repair work is essential because the timing of the repairs may occur before, during, or after the blast cleaning operation. Section 4 of SSPC-SP COM and NACE Standard RP0178, "Fabrication Details, Surface Finish Requirements, and Proper Design Considerations for Tanks and Vessels to be Lined for Immersion Service," contain additional information on surface imperfections.

A.6 CHEMICAL CONTAMINATION: Steel contaminated with soluble salts (i.e., chlorides and sulfates) develops rust-back rapidly at intermediate and high humidities. These soluble salts can be present on the steel surface prior to blast cleaning as a result of atmospheric contamination. In addition, contaminants can be deposited on the steel surface during blast cleaning whenever the abrasive is contaminated. Therefore, rust-back can be minimized by removing these salts from the steel

surface (preferably before blast cleaning) and eliminating sources of recontamination during and after blast cleaning. Identification of the contaminants and their concentrations may be obtained from laboratory and field tests. A number of tests for soluble salts have been examined by SSPC, ASTM, the National Shipbuilding Research Program⁽²⁾, and the International Organization for Standardization⁽³⁾.

A.7 RUST-BACK: Rust-back (re-rusting) occurs when freshly cleaned steel is exposed to moisture, contamination, or a corrosive atmosphere. The time interval between blast cleaning and rust-back will vary greatly from one environment to another. Under mild ambient conditions, if chemical contamination is not present (see Section A.6), it is best to blast clean and coat a surface during the same day. Severe atmospheric environmental conditions may require more expedient coating application to avoid contamination from fallout. Chemical contamination should be removed prior to coating (see Section A.6).

A.8 DEW POINT: Moisture condenses on any surface that is colder than the dew point of the surrounding air. Therefore, it is recommended that the temperature of the steel surface be at least 5 °F (3 °C) above the dew point during blast cleaning operations. It is advisable to visually inspect for moisture and periodically check the surface temperature and dew point during blast cleaning operations and to avoid the application of a coating over a damp surface.

A.9 WET ABRASIVE BLAST CLEANING: Steel that is wet abrasive blast cleaned may rust rapidly. Clean water should be used for rinsing (studies have shown that water of at least 15,000 ohm-cm resistivity is preferred). Inhibitors may need to be added to the water or applied to the surface immediately after blast cleaning to temporarily prevent rust formation. The coating should then be applied before any rusting is visible. **CAUTION:** Some inhibitive treatments may interfere with the performance of certain coating systems.

A.10 FILM THICKNESS: It is essential that ample coating be applied after abrasive blast cleaning to adequately cover the peaks of the surface profile. The dry film thickness above the peaks of the profile should equal the thickness known to be needed for the desired protection. If the dry film thickness over the peaks is inadequate, premature rust-through or failure may occur. To ensure that coating thicknesses are properly measured, refer to SSPC-PA 2, "Measurement of Dry Paint Thickness with Magnetic Gages."

A.11 MAINTENANCE AND REPAIR PAINTING: When this standard is used in maintenance painting, specific instructions should be given on the extent of the surface to be blast cleaned or spot blast cleaned to this degree of cleanliness. SSPC-PA Guide 4, "Guide to Maintenance Repainting with Base or Alkyd Painting Systems," provides a description of accepted practices for retaining old sound paint, removing old sound paint, feathering, and spot cleaning.

⁽²⁾ National Shipbuilding Research Program, c/o Naval Surface Weapons Center, Carderock Division, (C1253), Bethesda, MD 20084-5000.

⁽³⁾ International Organization for Standardization, 1 rue de Varembe, Case Postale 56, CH-1121, Geneva 20, Switzerland.

imperfections shall be corrected to meet the requirements of Section 2.3. NOTE: Additional information on surface imperfections is given in Section A.5 of Appendix A.

7.4 Any visible rust that forms on the surface of the steel after blast cleaning shall be removed by reblasting the rusted areas to meet the requirements of this standard before painting. NOTE: Information on rust-back (re-rusting) and surface contamination is given in Sections A.6, A.7 and A.8 of Appendix A.

8. Inspection

8.1 Work and materials supplied under this standard are subject to inspection by a representative of those responsible for establishing the requirements. Materials and work areas shall be accessible to the inspector. The procedures and times of inspection shall be as agreed upon by those responsible for establishing the requirements and those responsible for performing the work.

8.2 Conditions not complying with this standard shall be corrected. In the case of a dispute, an arbitration or settlement procedure established in the procurement documents (project specification) shall be followed. If no settlement procedure is established, then a procedure mutually agreeable to purchaser and supplier shall be used.

8.3 The procurement documents (project specification) should establish the responsibility for inspection and for any required affidavit certifying compliance with this standard.

9. Safety and Environmental Requirements

9.1 Because abrasive blast cleaning is a hazardous operation, all work shall be conducted in compliance with applicable insurance underwriter, local, state, and federal occupational and environmental health and safety rules and regulations. NOTE: SSPC-PA Guide 3, "A Guide to Safety in Paint Application," addresses safety concerns for coating work.

10. Comments

10.1 Additional information and data relative to this standard are contained in Appendix A. Detailed information and data are presented in a separate document, SSPC-SP COM, Surface Preparation Commentary. The recommendations contained in the Appendix and SSPC-SP COM are believed to present good practice, but are not to be considered as requirements of this standard. The sections of SSPC-SP COM that discuss subjects related to white metal blast cleaning are listed below.

Subject	Commentary Section
Abrasive Selection	5
Degree of Cleaning	11.5
Film Thickness	10
Wet Abrasive Blast Cleaning	9
Maintenance Painting	3.2
Rust-Back (Re-rusting)	8

Surface Profile	6
Visual Standards and Comparators	7
Weld Spatter	4.1

Appendix A. Explanatory Notes

A.1 FUNCTION: White metal blast cleaning (SSPC 5/NACE No. 1) provides a greater degree of cleaning than near-white blast cleaning (SSPC-SP 10/NACE No. 2). White metal blast cleaning should be used when the highest degree of blast cleaning is required. The hierarchy of blasting standards is as follows: white metal blast cleaning, near-white blast cleaning, commercial blast cleaning, and brush-off blast cleaning.

A.2 ABRASIVE SELECTION: Types of metallic and non-metallic abrasives are discussed in the Surface Preparation Commentary (SSPC-SP COM). It is important to recognize that blasting abrasives may become embedded in or leave residue on the surface of the steel during preparation. While normally such embedments or residues are not detrimental, care should be taken to assure that the abrasive is free of detrimental amounts of water-soluble, solvent-soluble, acid-soluble, and other soluble contaminants (particularly if the prepared steel is to be used in an immersion environment). Criteria for selecting and evaluating nonmetallic abrasives are provided in SSPC-SP 1, "Mineral and Slag Abrasives."

A.3 SURFACE PROFILE: Surface profile is the roughness of the surface that results from abrasive blast cleaning. The profile depth (or height) is dependent upon the size, type, and hardness of the abrasive, particle velocity and angle of impact, hardness of the surface, amount of recycling, and proper maintenance of working mixtures of grit and/or shot.

The allowable minimum/maximum height of profile is usually dependent upon the thickness of the coating to be applied. Large particle-sized abrasives (particularly metallic abrasives) can produce a profile that may be too deep to be adequately covered by a single thin-film coat. Accordingly, it is recommended that the use of larger abrasives be avoided in these cases. However, larger abrasives may be needed to facilitate removal of thick coatings, heavy mill scale, or rust. If control of profile (minimum/maximum) is deemed to be significant to coating performance, it should be addressed in the procurement documents (project specification).

Typical maximum profile heights achieved with commercial abrasive media are shown in Table 8 of the Surface Preparation Commentary (SSPC-SP COM). Surface profile should be measured in accordance with NACE Standard RP0287, "Field Measurement of Surface Profile of Abrasive Blast Cleaned Surfaces Using a Replica Tape," or ASTM⁽¹⁾ D 4417, "Test Method for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel."

A.4 VISUAL STANDARDS AND COMPARATORS: Note that the use of visual standards or comparators in conjunction with this standard is required only when specified in the procurement document (project specification) covering the work.

⁽¹⁾ ASTM, 1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103-1187.

Joint Surface Preparation Standard SSPC-SP 5/NACE No. 1 White Metal Blast Cleaning

The Structures Painting Council (SSPC)/NACE International standard represents a consensus of those individuals who have reviewed this document, its scope and contents. Its acceptance does not in any respect preclude anyone, whether he has adopted the standard or not, from manufacturing, marketing, purchasing, or using products, processes, or procedures not in conformance with this standard. Nothing contained in this standard is to be construed as obligating anyone, by implication or otherwise, to manufacture, use, or sell in connection with any method, apparatus, or product covered by Letters Patent, or as indemnifying or protecting anyone against liability for infringement of Letters Patent. This standard represents minimum requirements and should in no way be interpreted as a restriction on the use of better processes or materials. Neither is this standard intended to apply in cases relating to the subject. Unpredictable circumstances may negate the usefulness of this standard in specific instances. SSPC and NACE assume no responsibility for the interpretation or use of this standard by other parties and accept no liability for only those official interpretations issued by SSPC and NACE in accordance with their respective governing procedures and policies, which preclude the issuance of interpretations by individual volunteers.

The members of this standard are responsible for reviewing appropriate health, safety, and regulatory documents and for determining applicability in relation to this standard prior to its use. The SSPC/NACE standard may not necessarily address all problems and hazards associated with the use of materials, operations, and/or equipment detailed or referred to in this document.

CAUTIONARY NOTICE: SSPC/NACE standards are subject to periodic review and may be revised or withdrawn at any time without prior notice. SSPC and NACE require that action be taken to reaffirm, revise, or withdraw this standard no later than 18 months from the date of initial publication. The user is cautioned to obtain the latest edition.

International
231340
77231-8340
6435

Structures Painting Council
11th Floor
PA 15222

Foreword

This joint standard covers the use of blast cleaning abrasives to achieve a defined degree of cleaning of steel surfaces prior to the application of a protective coating or lining system. This standard is intended for use by coating or lining specifiers, applicators, inspectors, or others whose responsibility it may be to define a standard degree of surface cleanliness.

The focus of this standard is white metal blast cleaning. Near-white blast cleaning, commercial blast cleaning, and brush-off blast cleaning are addressed in separate standards.

This standard was prepared by the SSPC/NACE Joint Task Group A on Surface Preparation by Abrasive Blast Cleaning. This task group is comprised of members of both the SSPC Surface Preparation Committee and NACE Unit Committee T-6G on Surface Preparation.

1. General

1.1 This standard covers the requirements for white metal blast cleaning of steel surfaces by the use of abrasives.

1.2 The mandatory requirements are described in Sections 1 to 9 as follows:

Section 1	General
Section 2	Definition
Section 3	Reference Documents
Section 4	Procedure Before Blast Cleaning
Section 5	Blast Cleaning Methods and Operation
Section 6	Blast Cleaning Abrasives
Section 7	Procedures Following Blast Cleaning and Immediately Prior to Painting
Section 8	Inspection
Section 9	Safety and Environmental Requirements

1.3 Section 10, "Comments," and Appendix A, "Explanatory Notes," are not mandatory requirements of this standard.

2. Definition

2.1 A white metal blast cleaned surface, when viewed without magnification, shall be free of all visible oil, grease, dust, dirt, mill scale, rust, coating, oxides, corrosion products, and other foreign matter.

2.2 Acceptable variations in appearance that do not affect surface cleanliness as defined in Section 2.1 include variations caused by type of steel, original surface condition, thick-

ness of the steel, weld metal, mill or fabrication marks, heat treating, heat-affected zones, blasting abrasive, and differences in the blast pattern.

2.3 When a coating is specified, the surface shall be roughened to a degree suitable for the specified coating system.

2.4 Immediately prior to coating application, the surface shall comply with the degree of cleaning as specified herein.

2.5 Visual standards or comparators may be specified to supplement the written definition. In any dispute, the written standards shall take precedence over visual standards and comparators. NOTE: Additional information on visual standards and comparators is given in Section A.4 of Appendix A.

3. Reference Documents

3.1 The following documents are referenced in this standard:

- Steel Structures Painting Council (SSPC) Standards:
SSPC-AB 1 Mineral and Slag Abrasives
SSPC-SP-1 Solvent Cleaning
SSPC-PA Guide 3. A Guide to Safety in Coating Application

3.2 The latest issue, revision, or amendment of the reference documents in effect on the date of invitation to bid shall govern unless otherwise specified. If there is a conflict between the cited reference documents and this standard, this standard shall prevail unless otherwise indicated in the procurement documents (project specification).

4. Procedure Before Blast Cleaning

4.1 Before blast cleaning, visible deposits of oil or grease shall be removed in accordance with SSPC-SP 1 or other agreed-upon method.

4.2 Before blast cleaning, surface imperfections such as sharp fins, sharp edges, weld spatter, or burning slag shall be removed from the surface to the extent required by the procurement documents (project specification). NOTE: Additional information on surface imperfections is given in Section A.5 of Appendix A.

4.3 If a visual standard or comparator is specified to supplement the written standard, the condition of the steel prior to blast cleaning shall be determined before blasting commences.

5. Blast Cleaning Methods and Operation

5.1 Clean, dry compressed air shall be used for nozzle blasting. Moisture separators, oil separators, traps, or other equipment may be necessary to achieve this requirement.

5.2 Any of the following methods of surface preparation may be used to achieve a white metal blast cleaned surface:

5.2.1 Dry abrasive blasting using compressed air, blast nozzles, and abrasive.

5.2.2 Dry abrasive blasting using a closed-cycle, recirculating abrasive system with compressed air, blast nozzle, and abrasive, with or without vacuum for dust and abrasive recovery.

5.2.3 Dry abrasive blasting using a closed-cycle, recirculating abrasive system with centrifugal wheels and abrasive.

5.3 Other methods of surface preparation (such as wet abrasive blasting) may be used to achieve a white metal blast cleaned surface by mutual agreement between those responsible for performing the work and those establishing the requirements. NOTE: Information on the use of inhibitors to prevent the formation of rust immediately after wet blast cleaning is given in Section A.9 of Appendix A.

6. Blast Cleaning Abrasives

6.1 The selection of abrasive size and type shall be based on the type, grade, and surface condition of the steel to be cleaned, type of blast cleaning system employed, the finished surface to be produced (cleanliness and roughness), and whether the abrasive will be recycled.

6.2 The cleanliness and size of recycled abrasives shall be maintained to ensure compliance with this standard.

6.3 The blast cleaning abrasive shall be dry and free of oil, grease, and other contaminants as determined by the test methods found in SSPC-AB 1. Note that even though SSPC-AB 1 addresses mineral and slag abrasives, the tests are applicable to most abrasives.

6.4 Any limitations or restrictions on the use of specific abrasives, quantity of contaminants, or degree of embedment shall be included in the procurement documents (project specification) covering the work, because abrasive embedment and abrasives containing contaminants may not be acceptable to some service requirements. NOTE: Additional information on abrasive selection is given in Section A.2 of Appendix A.

7. Procedures Following Blast Cleaning and Immediately Prior to Painting

7.1 Visible deposits of oil, grease, or other contaminants shall be removed according to SSPC-SP 1 or other method agreed upon by those responsible for establishing the requirements and those responsible for performing the work.

7.2 Dust and residues shall be removed from prepared surfaces by brushing, blowing off with clean dry air, vacuum cleaning, or other methods agreed upon by those responsible for establishing the requirements and those responsible for performing the work. Moisture separators, oil separators, traps, or other equipment may be necessary to achieve clean, dry air.

7.3 After blast cleaning, surface imperfections that remain (e.g., sharp fins, sharp edges, weld spatter, burning slag, scabs, slivers, etc.) shall be removed to the extent required by the procurement documents (project specification). Any damage to the surface profile resulting from the removal of surface



DE PREFERENCIA

FISTOLA CONVENCIONAL : Diluir 50% en volúmen con Diluyente Industrial R7KLP550. Equipo De Vilbiss JGA-510, casquillo 704, pico de fluido E, presión de pintura 10-20 psi.

FISTOLA AIRLESS : Equipo Graco, boquilla 0.013" a 0.017" y 2400 - 2800 psi de presión de pintura. Dilución de 20-30% con Diluyente Industrial R7KLP550.

SOLVENTE DE DILUCION : Diluyente Industrial R7KLP550

SOLVENTE PARA LIMPIEZA DE EQUIPO : Diluyente Industrial R7KLP550

TEMPERATURA DE APLICACION : De 10 a 35°C (Condiciones Ambientales)

BASES RECOMENDADAS

Dependerá del tipo de superficie a recubrir.

Para información adicional consultar nuestro Departamento de Servicio Técnico.

INTERNACIONAL DE PINTURAS S.A.

Av. Universitaria N° 254 - Lima I. - Casilla 2314 Lima 100 - Perú - Telfs. (511) 452-0070 / 452-3914
Fax Ventas: (511) 452-1812 Fax Administración: 451-7742

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Per Bruun
Port Engineering
Harbor Planning, Breakwaters, and Marine Terminals
Editorial Gulf Publishing Company

- Bowles E Joseph
Foundation Analysis and Design
Engineering
Editorial Mc Graw – Hill

- Bowles E Joseph
Analytical and Computer Methods in Foundation
Engineering
Editorial Mc Graw – Hill

- Fuentes Ortiz César
Apuntes de clase curso de Estructuras Especiales y Puertos
Universidad Nacional de Ingeniería

- Robishaw Engineering
Flexifloat Construction Systems

- Mario Peña Fuentes
Análisis Estático y Dinámico entre el Suelo y Cimentaciones Superficiales
Piloteadas
Universidad Nacional de Ingeniería

- Mario Peña Fuentes

Curso Internacional de Diseño de Obras Portuarias
Sociedad de Ingenieros del Atlántico
Barranquilla Colombia 1991

- J. Lowe and E. Jones
Capacity of Driven Pilots Computed by Stress Waves
ASCE 1960

- Mario Peña Fuentes
Capacidad Dinámica de Carga en Pilotes por medio de la Ecuación de Onda.
3er Congreso de la Construcción
Viña del Mar – Chile

- Group Training Course in Port and Harbour Engineering
Dredger and Dredging Work
Japan International Cooperation Agency