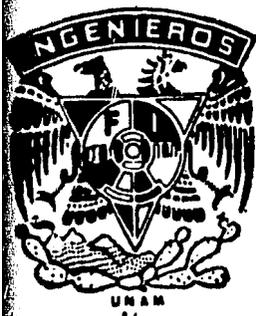


175
2 Ejun.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"FABRICACION Y MONTAJE DE PLATAFORMAS
DE ACERO TIPO FIJAS PARA PERFORACION
PETROLERA MARINA"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A

RAUL RODRIGUEZ MORFIN

MEXICO, D.F.

1985



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

P R O L O G O

La finalidad de este trabajo es presentar en una forma simple, las diferentes actividades que se desarrollan y los elementos que intervienen en la construcción en patio de las plataformas de acero, tipo fijas, para Perforación Petrolera Marina.

Debido a la gran potencialidad Petrolera Mexicana, en los yacimientos existentes en la llamada " Sonda del Golfo de Campeche ", se ha planteado la necesidad de optimizar el diseño e incrementar el número de plataformas que faciliten las maniobras en la operación de extracción de petróleo.

I N D I C E

CAPITULO		Páginas
I	Descripción de la obra y justificación económica.	1
II	Planeación , Programación y Organización.	9
III	Alternativas en procedimientos de construcción y justificación de los utilizados.	17
IV	Principales especificaciones y análisis de precios unitarios.	50
V	Observaciones y / o propuestas del alumno en relación con la obra estudiada.	69

CAPITULO I

DESCRIPCION DE LA OBRA Y JUSTIFICACION
ECONOMICA.

Las plataformas de acero marinas fijas, según su uso pueden clasificarse en los siguientes tipos:

- Perforación
- Producción
- Enlace
- Compresión
- Habitación

DESCRIPCION DE UNA PLATAFORMA DE PERFORACION.-

El objetivo de una plataforma de perforación marina es perforar y extraer el crudo del subsuelo, localizado con anterioridad en una determinada zona, previamente estudiada.

Las plataformas de acero se instalan en el mar, quedando sujetas al oleaje, corrientes marinas, sismos y viento, además de resistir las cargas verticales de peso propio y peso del equipo.

Para su diseño se deben tomar en cuenta dos condiciones:

- 1.- Contar con un área suficiente en donde colocar los equipos necesarios para la actividad y uso determinado, en éste caso de perforación.
- 2.- Ser una estructura lo suficientemente sólida para resistir la acción combinada de oleaje, corrientes, viento y sismo, tomando en cuenta las condiciones críticas que se hayan registrado en la zona donde vaya a ser instalada.

También se debe tomar en cuenta para su diseño la protección necesaria para asegurar su durabilidad, sobre todo por los daños que puede causar la corrosión.

En el caso del Golfo de México, en las costas mexicanas, Petroleos Mexicanos ha seleccionado un diseño de plataformas, en la mayoría de ocho patas y con posibilidad de perforar doce pozos direccionales. Las patas son tubulares de 48" de diámetro con dos cubiertas o niveles de operación, de aproximadamente 18 X 40 metros. La cubierta superior está a 21.6 metros sobre nivel del mar, la inferior se encuentra a 15.8 metros sobre el nivel del mar.

El equipo de una plataforma de perforación marina, es el siguiente:

En cubierta inferior:

- 2 bombas contra incendio
- 2 bombas de agua salada
- 1 bomba de sumidero
- 1 secador de aire de instrumentos
- 1 prefiltro aire de instrumentos
- 1 posfiltro aire de instrumentos
- 1 separador de pruebas
- 1 sumidero de drenajes
- 1 sistema de antiespuma
- 1 sirena de niebla
- 1 cápsula de salvamento
- 2 lanzadores de diablos
- 1 fuente ininterrumpible de energía
- 1 tablero de alarma y paro
- 1 tablero de control de pozos
- 1 bastidor de interruptores
- 1 tablero de contraincendio

En cubierta superior:

- Paquete de bombas
- Paquete de máquinas
- Paquete de almacenamiento

- Paquete de almacenamiento de líquidos
- Paquete de vivienda
- Torre de perforación
- Grúa
- Helipuerto

TIPOS DE PLATAFORMAS DE PERFORACION.-

Las plataformas de perforación pueden ser tipo flotante o tipo fija. Las primeras no se fijan al lecho marino y solamente se posicionan temporalmente en el lugar en que se va a realizar la perforación y explotación; éstas son las indicadas cuando existe premura para iniciar los trabajos y las profundidades son grandes. Este tipo de plataformas se clasifican en :

- Plataformas sumergibles
- Plataformas o buques flotantes
- Plataformas autoelevadoras

Las plataformas de perforación marina tipo fijas; se sujetan en el fondo del mar y son indicadas cuando las profundidades del agua no son muy grandes. Estas las podemos clasificar como sigue:

- a) Plataforma marina tipo torre
- b) Plataforma marina de concreto
- c) Plataforma marina de acero tipo convencional

a)- Las plataformas marinas tipo torre atirantada con cables, es la indicada para usarse a profundidades de agua entre 305 y 584 metros, ya que la cantidad de acero que se requeriría si se usara o utilizara una plataforma tipo convencional, cae fuera de factibilidad económica.

b)- Las plataformas marinas de concreto, son estructuras de concreto hidráulico y se aprovechan precisamente las cualidades

que tiene el concreto como son: alto peso específico, nulo efecto a la corrosión, tiene la ventaja de utilizar los huecos de la estructura para almacenamiento del producto. Estas plataformas son costosas, consumen gran tiempo de fabricación, requieren de un estudio de mecánica de suelos extraordinariamente confiable y además ocupan una gran extensión de fabricación.

c)- Las plataformas de acero tipo convencional, se apoyan y fijan en el lecho marino, están fabricadas de perfiles tubulares y vigas. Sólo se emplean hasta profundidades de 152 metros.

Este trabajo trata precisamente sobre plataformas marinas para perforación petrolera de acero tipo convencional.

PARTES DE UNA PLATAFORMA DE PERFORACION MARINA.-

En éstas plataformas pueden distinguirse tres partes perfectamente definidas como son:

- a) Superestructura (Deck)
- b) Subestructura (Jacket)
- c) Pilotes

a)- Superestructura o Deck, es la estructura superior que emerge de las aguas, su forma estructural está bien determinada por dos cubiertas rectangulares en dos niveles, apoyadas sobre vigas apertadas que están unidas a ocho columnas tubulares que se conectan directamente a los pilotes que están alojados dentro de las columnas de la subestructura.

En los casos en que la plataforma sea de perforación como la que se describe, la cubierta superior se diseña para colocar el equipo de perforación, pudiéndose también colocar la unidad habitacional y el helipuerto. La cubierta superior está revestida de piso de madera tratada. La cubierta inferior está construida de vigas y su piso es rejilla industrial electrosoldada.

b)- Subestructura o Jacket, es la parte de la plataforma que va sumergida en el agua con apoyo en el lecho marino, emergiendo - del agua 3.6 metros aproximadamente del nivel medio del mar. Se conecta con la superestructura a través del pilote que se en--
cuentra alojado en la columna e hincado en el fondo del mar.

La forma de ésta estructura es piramidal compuesta por ele-
mentos tubulares, el caso más típico es el que consta de ocho
columnas tubulares, formando cuatro marcos unidos entre sí por
arriostramientos horizontales e inclinados.

Los miembros estructurales, tanto del jacket como del deck,
ya sean éstos columnas o contaventeos, están formados por tubos
y las razones de haber seleccionado perfiles tubulares para la
construcción de las plataformas son varias:

- Mejores condiciones para soportar los embates de corrientes y oleaje.
- Posibilidad de flotación, condición necesaria en el caso del
jacket como se verá posteriormente durante su montaje.
- Posibilidad de pilotear el jacket, ya en posición vertical.

Las partes complementarias de la subestructura son tales como: defensas para la protección de la estructura por impacto de embarcaciones. Atracaderos para llegada de embarcaciones. Sistema de inundación para permitir la entrada del agua a las columnas en su instalación. Ánodos de sacrificio para proteger las - estructuras contra la corrosión en el sistema de protección catódica. Tableros de guías de conductores en los diferentes niveles cuando se trata de una plataforma de perforación.

c)- Pilotes; son elementos tubulares que se alojan en el int*-
rior de la o las columnas mejor dicho de la subestructura, se -
hincan en el fondo del mar, pudiendo decir que éstos son propia

mente las piernas de la plataforma que sujetan su peso y las -- cargas transmitidas.

Estos elementos son propiamente fabricados en tierra, en sec ciones de acuerdo con los tirantes de agua donde vaya a ser ins talada la plataforma, para luego ser transportados y colocados_ en su lugar por medio de martinets de capacidades adecuadas.

Las plataformas se equipan con dos grúas de cable, instala_ das sobre pedestales, con una capacidad aproximada de 50 tonela das cada una para el manejo de equipo y materiales.

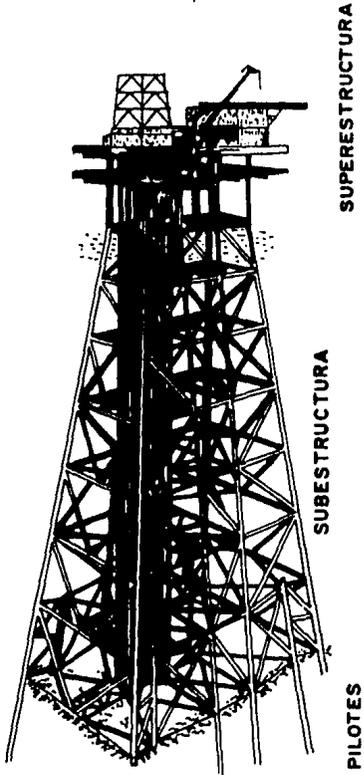
También cuentan con un helipuerto, el cual puede ir sobre la unidad habitacional, radio para establecer comunicación, juego_ de luces de navegación y sirenas, además tiene una cápsula de - emergencia.

JUSTIFICACION ECONOMICA.-

La demanda creciente de bienes y servicios que el hombre se_ ve obligado a satisfacer, ha inducido a buscar y extraer recur_ sos naturales más allá de tierra firme. Lo que se conoce como - trabajos de explotación de petróleo fuera de la costa, son tra_ bajos altamente especializados que requieren la aplicación de - la más nueva tecnología.

Los ingenieros de petroleos mexicanos (PEMEX) han estimado que la Bahía de Campeche en el Sud-Este de México ó Sonda de - Campeche, tiene yacimientos que se encuentran ubicados a 80 Ki_ lómetros de la costa y que tiene un potencial mayor que todo el Mar del Norte, es por eso que se ha dado prioridad máxima a su_ desarrollo y se ha hecho necesario instalar un gran número de - estructuras de explotación, producción de petróleo y gas.

Actualmente PEMEX ha desarrollado un amplio programa de ex_ pansión en el mar con los nuevos descubrimientos de yacimientos



PARTES PRINCIPALES DE UNA PLATAFORMA
MARINA

petroleros en la Sonda del Golfo de Campeche, donde planea incrementar la producción fabricando plataformas de perforación de ocho patas; muchas veces, las plataformas se conectan con otras - con puentes de hasta cien metros de longitud.

PEMEX, está aumentando la capacidad de fabricación en las instalaciones que se encuentran en Cd. Quetzalcoatl, Ver. y así poder explotar eficientemente los yacimientos de petróleo existente.

CAFITULO II

PLANEACION , PROGRAMACION Y ORGANIZACION

PLANEACION .-

Para realizar una planeación, se deben de tomar en cuenta -- una serie de consideraciones que nos darán un panorama más am-- plio de los alcances que podemos lograr. Para éste tipo de obra se toman en cuenta las siguientes, como son:

- a) capacidad
- b) recursos
- c) programa de construcción

a) Capacidad

Los patios de armado, soldadura y montaje, tienen un área de trabajo de 125000 metros cuadrados y cuentan con una capacidad_ instalada suficiente para trabajar simultaneamente en la cons-- trucción de tres plataformas, lo que permite construir 10 de -- ellas en un año.

Estos patios de armado, se encuentran en la margen derecha - del Río Pánuco, al Norte del estado de Veracruz y como se sabe_ la llamada Sonda de Golfo de Campeche, está ubicada en el Sud-- Este de México, así es de que la distancia es considerable y -- los gastos de transportación se podrían ver reducidos si se ins_ talaran uno o más patios de armado, soldadura y montaje en luga_ res más cercanos al sitio donde se instalarán las plataformas, _ que éste caso vendría siendo, la llamada Sonda del Golfo de Cam_ peche cuyo campo tiene una potencialidad petrolera enorme y se_

hace necesario instalar un gran número de estas estructuras de explotación y producción de petróleo y gas, por lo tanto, sería necesario instalar algunos patios de fabricación y montaje para satisfacer más eficientemente esa demanda.

b) Recursos

Se cuenta con el equipo necesario, grúas para montaje con capacidades de 20 hasta 150 toneladas y todos los equipos complementarios como generadores, compresores, malacates, soldadoras, etc.

El personal técnico y obrero, es altamente calificado. Se cuenta con una escuela para dar adiestramiento al personal obrero. También se tiene un departamento de ingeniería especializado para ejecutar los trabajos de diseño de campo con la mayor precisión y el menor tiempo. El servicio de suministro trabaja eficientemente para surtir los materiales necesarios en las fechas previstas, lo que permite cumplir oportunamente con los programas de construcción.

c) Programas de construcción.

El programa de construcción se elabora, refiriéndose a la unidad de tiempo que más convenga; hora, día, semana, mes, etc., cada una de las actividades del proyecto. La experiencia y los resultados obtenidos en proyectos similares realizados con anterioridad son los que sirven de base para la elaboración de dicho programa.

PROGRAMACION.-

Una de las partes de que consta una plataforma de perforación marina fija, es la superestructura, de la cual se muestra el programa de fabricación en forma de diagrama de flechas, según el método de la ruta crítica.

a.- Breve explicación del diagrama de flechas.-

La representación visual del método, es el diagrama de flechas o red de actividades. La red está formada por flechas que representan actividades y nudos que representan hechos.

El conjunto de actividades representa o constituye mejor dicho una cadena y el conjunto de cadenas, ligadas entre sí, la red o diagrama.

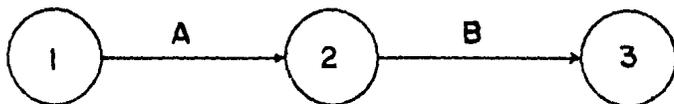


DIAGRAMA 1

La numeración de las flechas, permite identificar las diferentes actividades mediante los hechos de iniciación y terminación.

Los hechos que siguen inmediatamente a otro se llaman hechos subsecuentes, lo mismo las actividades.

En el diagrama 1, la actividad B es subsecuente a la A, significa además que para que pueda ejecutarse B, tiene que haberse ejecutado A.

Los hechos que están antes de otros se llaman antecedentes ó precedentes, lo mismo que las actividades. En el diagrama 1, el hecho 1 es precedente a 2; la actividad A es precedente a B.

En una actividad la longitud de la flecha, no representa ni su duración, ni su volumen de la obra.

La flecha representa algo que tiene que ser realizado. El origen de la flecha representa el comienzo de la actividad y la punta la terminación.

Los nudos o uniones de flechas, denominados hechos ó eventos se representan en forma de círculos.

Para preparar un diagrama de flechas, se deben contestar las tres preguntas básicas sobre cada flecha ó actividad específica.

- 1.- ¿ Qué actividades deben ser realizadas inmediatamente antes de la ejecución de ésta ?
- 2.- ¿ Qué actividades deben llevarse a cabo inmediatamente después de realizar la presente ?
- 3.- ¿ Qué actividades se pueden realizar simultáneamente a la ejecución de ésta ?

La actividad ficticia, sirve para evitar que dos ó más actividades, se identifiquen con los mismos números ó para poder representar gráficamente algunos casos de afectación de una actividad sobre otra u otras.

La ventaja principal de éste sistema, es la capacidad de ver las holguras ó tiempo flotante que hay entre unas u otras actividades, mismas que pueden utilizarse para reducir costos, distribuyendo adecuadamente los recursos , además de determinar

La ruta crítica que viene a ser la serie de actividades de principio a fin que no tiene holgura y que indica el menor tiempo en el que puede terminar un proyecto. Se le considera crítica, porque un atraso de tiempo en alguna de ellas, afecta la duración de todo el proyecto.

b.- Definiciones.-



I = evento inicial

T = evento terminal

I_r = tiempo de iniciación más remoto de la actividad

I_p = tiempo de iniciación más próximo de la actividad

T_r = tiempo de terminación más remoto de la actividad

T_p = tiempo de terminación más próximo de la actividad

H_t = Holgura total.- Es el tiempo que puede desplazarse una actividad, sin que se modifique la duración del proyecto.

H_l = Holgura libre.- Es el tiempo que puede desplazarse una actividad, sin modificar la fecha de iniciación más próxima de las actividades que en cadena le siguen.

$$I_r = T_r - d$$

$$H_t = T_r - T_p$$

$$T_p = I_p + d$$

$$H_l = T_p - I_p - d \text{ (Tomada del diagrama de flechas).}$$

c.- Procedimiento para programar.-

Primero.- Dibujar el diagrama de flechas.

Teniendo el desglose de actividades y representando cada una de ellas con una flecha, se procede a unir las de acuerdo a su secuencia lógica.

Por ejemplo: para el armado de los marcos deben de terminarse la fabricación de columnas y el prefabricado de vigas y éstas se pueden iniciar simultáneamente.

Segundo.- Numeración de nodos ó eventos, el número se anota en el semicírculo, sólo debe haber un nodo al principio y uno al final.

Tercero.- Cálculo de I_p .-

Se suman las duraciones de cada actividad. En el caso de los nodos, donde lleguen más de una flecha se anota el que resulte mayor. Por ejemplo; al nodo 16 llegan las actividades 11-16 --- $(54+15)=69$ y la actividad 15-16 $(68+6)=74$, en éste caso se anota el 74 ya que es mayor que 69.

Cuarto.- Cálculo de T_r .-

El procedimiento es a la inversa del paso anterior, o sea restando las duraciones de cada actividad, anotando su resultado en el cuadrante derecho, comenzando por el último cuyo valor debe ser el mismo que el del otro cuadrante. En el caso de los nodos donde llegue más de una flecha, se anota la cifra menor.

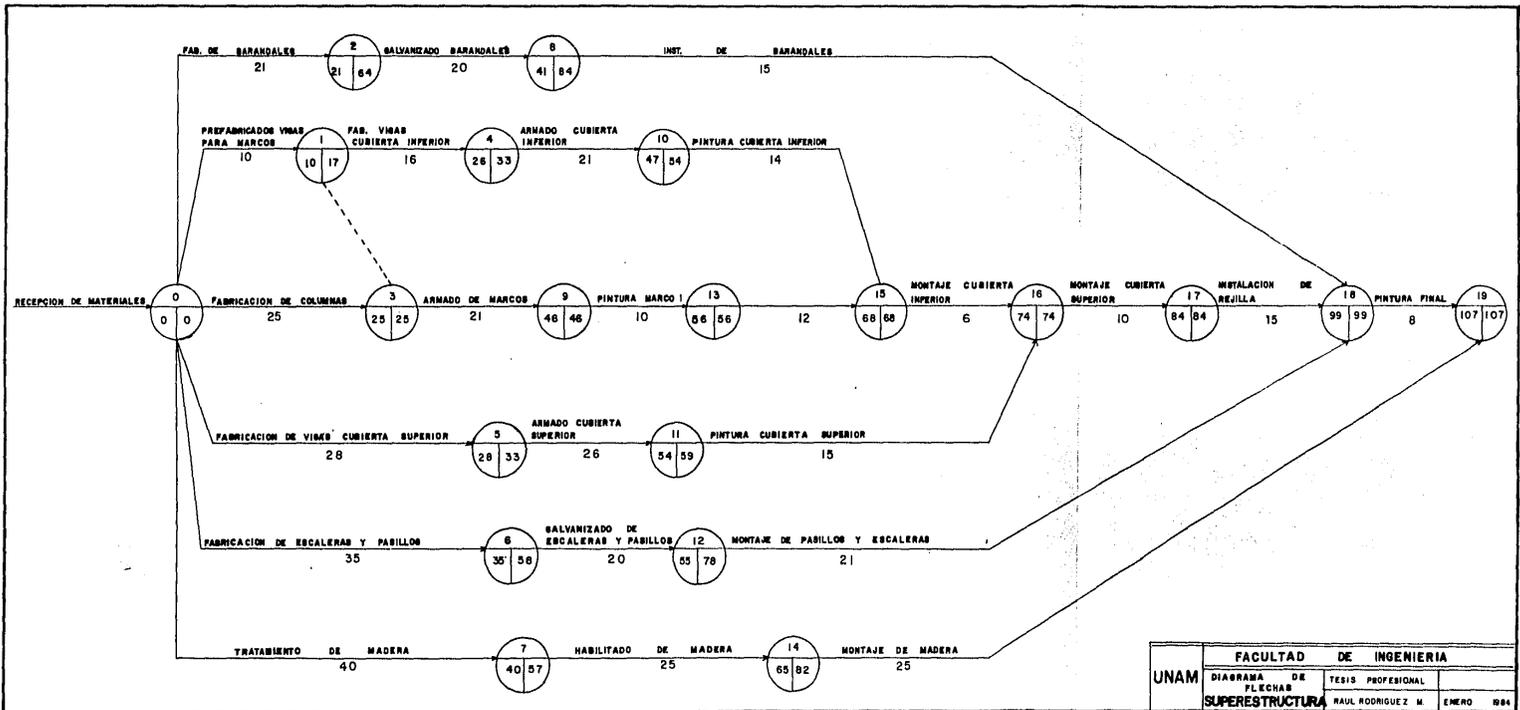
Quinto.- Cálculo de la ruta crítica y holguras.-

Para determinar la ruta crítica deberán cumplirse los siguientes conceptos :

$$I_p = I_r$$

$$H = 0$$

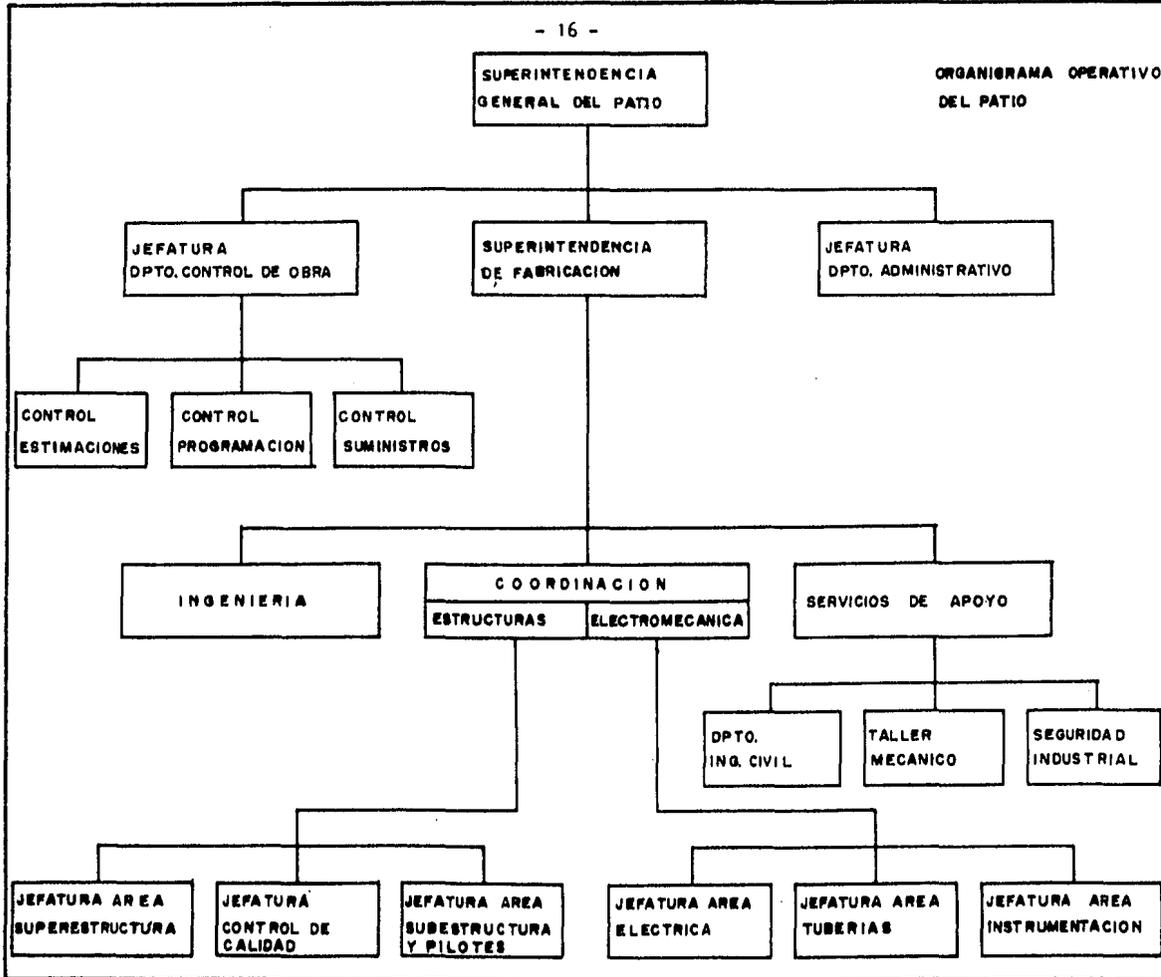
$$T_p = T_r$$



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	DIAGRAMA DE FLECHAS	TESIS PROFESIONAL
	SUPERESTRUCTURA	RAUL RODRIGUEZ M ENERO 1984

CUADRO DE HOLGURAS

ACTI- VIDAD	DESCRIPCION	D	IP	TP	Ir	Tf	H
0-1	PREFABRICADOS VIGAS MARCOS	10	0	10	7	17	7
0-2	FAB. DE BARANDALES	21	0	21	43	64	43
0-3	FAB. DE COLUMNAS	25	0	25	0	25	0
0-5	FAB. VIGAS CUBIERTA SUPERIOR	28	0	28	5	33	5
0-6	FAB. ESCALERAS Y PASILLO	35	0	35	23	58	23
0-7	TRATAR MADERA	40	0	40	17	57	17
1-3	AFECCION	10	0	10	15	25	15
1-4	FAB. VIGAS CUBIERTA INFERIOR	16	10	26	17	33	7
2-8	GALVANIZADO DE BARANDALES	20	21	41	64	84	43
3-9	ARMADO DE MARCOS	21	25	46	25	46	0
4-10	" CUBIERTA INFERIOR	21	26	47	33	54	7
5-11	" " SUPERIOR	26	28	54	33	59	5
6-12	GALV. DE ESCALERAS Y PASILLOS	20	35	55	58	78	23
7-14	HABILITADO DE MADERA	25	40	65	57	82	17
8-18	INST. DE BARANDALES	15	41	56	84	99	43
9-13	PINTURA DE MARCOS	10	46	56	46	56	0
10-15	" CUBIERTA INFERIOR	14	47	61	54	68	7
11-16	" " SUPERIOR	15	54	69	59	74	5
12-18	MONTAJE DE ESC. Y PASILLOS	21	55	76	78	99	23
13-15	" DE MARCOS	12	56	68	56	68	0
14-19	" DE MADERA	25	65	90	82	107	17
15-16	" CUBIERTA INFERIOR	6	68	74	68	74	0
16-17	" " SUPERIOR	10	74	84	74	84	0
17-18	INST. DE REJILLA	15	84	99	84	99	0
18-19	PINTURA FINAL	8	99	107	99	107	0



CAPITULO III

ALTERNATIVAS EN PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION Y JUSTIFICACION DE LOS UTILIZADOS.

La construcción de plataformas de perforación petrolera marina fijas, se ejecuta en tres partes bien definidas como son: superestructura (deck), subestructura (jacket) y pilotes.

Para la fabricación de éstas partes, es necesario de un sitio en tierra bastante amplio y que reúna las necesidades mínimas tales como: acceso marítimo, comunicaciones terrestres, aproximación a centros de población y tener abrigo marítimo.

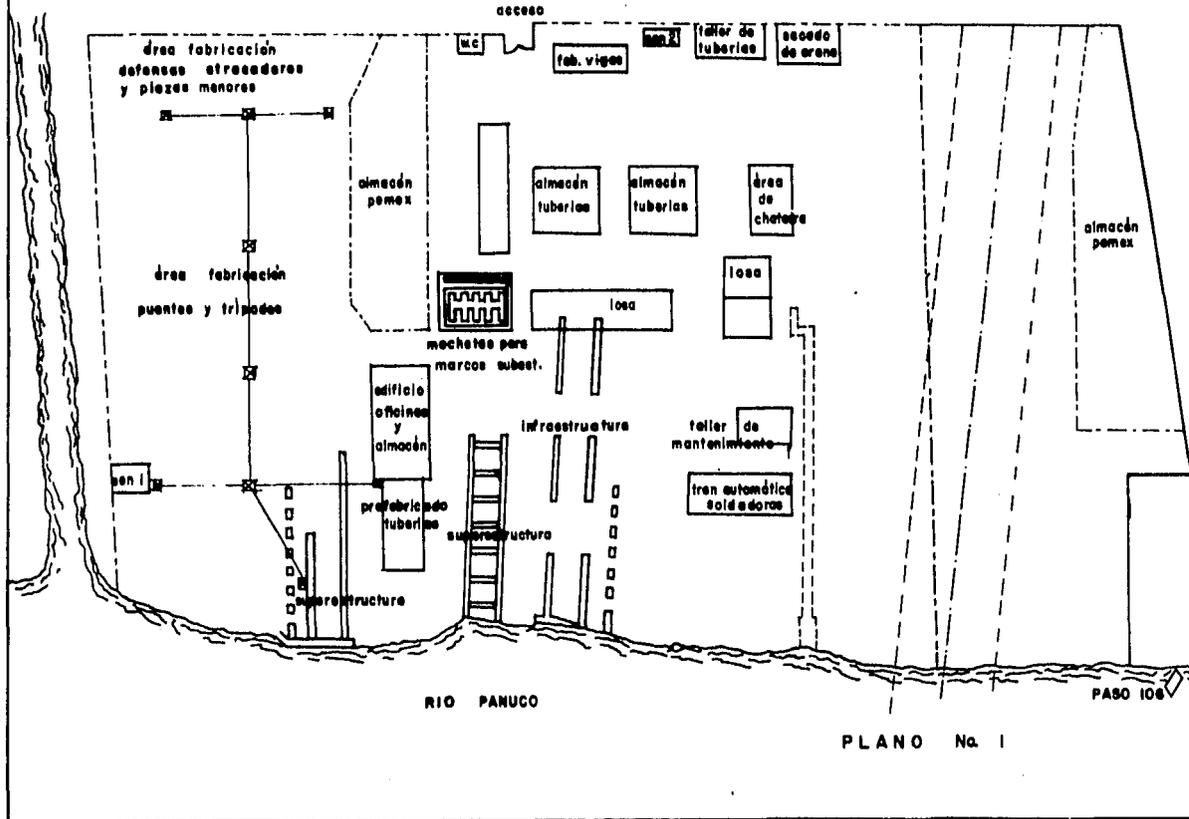
Independientemente de éstas condiciones naturales, se requerirá preparar y equipar adecuadamente el patio para poder operar en él con lo siguiente:

- 1.- Trabes de concreto cimentadas sobre pilotes, en donde se apoyarán y deslizarán las estructuras para ser cargadas a las embarcaciones.
- 2.- Cimentaciones menores y pisos de concreto para el armado de piezas diversas.
- 3.- Instalaciones eléctricas de fuerza y alumbrado.
- 4.- Instalaciones neumáticas para herramientas.
- 5.- Nivelación y drenajes adecuados.
- 6.- Revestimientos de accesos de circulación para soporte y tránsito de equipo pesado.

Además de lo anterior, se requieren por supuesto instalaciones propias para la supervisión, administración y control de los trabajos de fabricación, como se ve en el plano No. 1.

INSTALACIONES EN CD. QUETZALCOATL VER.
PARA LA CONSTRUCCION DE
PLATAFORMAS MARINAS

- 18 -



PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION.-

En la construcción de plataformas marinas fijas, se emplean dos tipos de procedimientos, los cuales son muy similares y consisten en lo siguiente:

Primeramente se arma un marco en piso, una vez que se tiene armado éste, se continúa la construcción siguiendo cualquiera de los dos procedimientos siguientes:

- 1.- Seguir armando en piso
- 2.- Seguir armando en el espacio

En lo que corresponde al montaje el procedimiento es similar.

El procedimiento más conveniente, es el que consiste en armar y montar la estructura a nivel de piso, es decir, éste proceso de construcción en el taller de campo está comprendido dentro de dos etapas principales.

La primera consiste en la prefabricación al nivel del piso de conjuntos parciales, cuya finalidad es conseguir el mayor avance en el trabajo de habilitación, ensamble y soldadura de todos los elementos, bajo las mejores condiciones de rendimiento, calidad, seguridad y plazos de ejecución.

La segunda etapa tiene por objeto, la integración de los conjuntos parciales hasta integrar un todo de dimensiones y peso predeterminado, cuyas condiciones de ensamble y soldadura en el espacio por razón natural son mucho más complicadas. Esta segunda etapa que concluye con la fabricación de las partes principales de la plataforma, se ejecuta procurando que quede en una zona donde pueda ser cargada a la embarcación que la conducirá a su lugar de instalación.

Utilizando éste procedimiento de armado y montaje en piso, se ve que el volumen de trabajo es mucho mayor que si se armara en el espacio y ésto implica una disminución en el costo de la obra.

Fabricándola en piso es menor el riesgo para el personal que labora en la obra, que cuando se hace en el espacio.

SECUENCIA DE ARMADO Y MONTAJE DE UNA PLATAFORMA.-

El armado y montaje de una plataforma de perforación petrolera marina fija, se realiza en tres partes como son:

- A.- Superestructura
- B.- Subestructura
- C.- Pilotes

El equipo para el armado y montaje, en forma general es el siguiente:

- Equipos de soldar
- Soldadoras manuales
- Cabezales automáticos y semiautomáticos
- Equipo de corte
- Compresores y herramientas neumáticas
- Generadores de corriente
- Equipo de maniobra que incluye desde malacates hasta grúas que servirán para el izaje de los marcos.
- Equipo de transporte

Para la fabricación de la tubería de la plataforma, se utiliza un acero de alta resistencia A-36 (AISI).

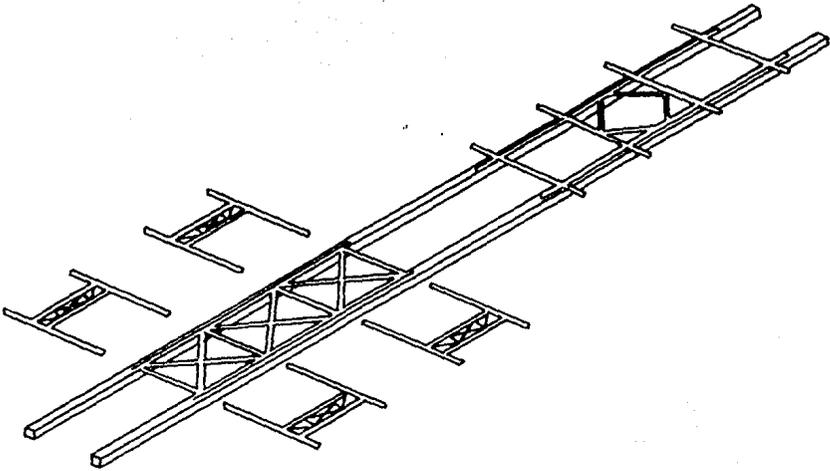
A.- SUPERESTRUCTURA.-

La superestructura se erigirá verticalmente apoyada en sus -- ocho columnas, sobre una estructura auxiliar que servirá para -- deslizarla y cargarla a la embarcación que la conducirá a su lugar de instalación.

La secuencia de armado y montaje se puede dividir en el si-- guiente orden de actividades:

- 1.- Fabricar las ocho columnas tubulares que sirven de soporte a las cubiertas de las plataformas.
- 2.- Formación de dos marcos por cada eje longitudinal, uniendo dos columnas con una viga al nivel de la cubierta de producción e instalando un elemento tubular al nivel inferior, formando así cuatro marcos como se observa en el dibujo OIII-01 .
- 3.- Montaje de marcos, iniciando por el más próximo a la margen de aproximación de las embarcaciones de carga, tal como se observa en el dibujo OIII-02 .
- 4.- Presentación y armado en piso de la cubierta de producción a base de viguetas longitudinales, unidas por canales y apoyadas sobre una vigueta en cada eje transversal de la superestructura, una vez ejecutada la soldadura de todo el conjunto, se procede al izaje completo de toda la cubierta realizando las uniones de las viguetas transversales en cada eje sobre cada una de las columnas, quedando así la cubierta del piso de producción integrada a las ocho columnas.
- 5.- Presentación y armado en piso de la cubierta superior e inferior, sobre la cubierta inferior se coloca el piso de rejilla electrosoldada y la cubierta superior se cubre con madera de pino tratada. La cubierta superior está formada a base de viguetas longitudinales unidas entre sí por canales y viguetas secundarias, todo el conjunto está apoyado sobre las cuatro travesas principales transversales que fueron niveladas previamente para recibir la cubierta. Su izaje se hace en la parte más cercana a las

ARMADO EN PISO DE MARCOS Y CUBIERTAS



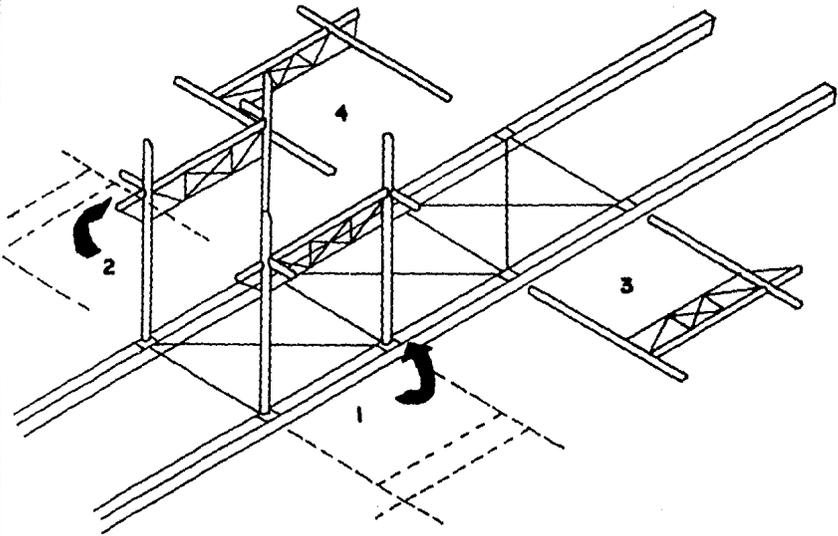
UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

FABRICACIÓN DE TESIS PROFESIONAL DIBUJO N.º 0111-01

SUPERESTRUCTURA RAUL RODRIGUEZ M. ENERO - 1984

IZAJE DE MARCOS



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL	DIBUJO No. 0111-02
	FABRICACION DE SUPERESTRUCTURA	RAUL RODRIGUEZ M.	ENERO-1984

embarcaciones. Dicho izaje consiste en levantar la cubierta y -- una vez que se tenga a la altura requerida, se procede a desli-- zar la otra pieza hasta quedar exactamente debajo de la cubierta, de ésta forma las trabes principales transversales apoyan en los extremos de cada columna, efectuando enseguida la soldadura en - cada una de las conexiones, dibujo OIII-O3.

6.- El sistema de protección anticorrosiva consistente en la lim pieza con chorro de arena, a metal blanco, aplicación de prima-- rio inorgánico de zinc y acabado epóxico de alto contenido de só lidos con un espesor de 15 a 16 milésimas (2 manos).

7.- Posteriormente se instalarán escaleras, barandales, pasillos de acceso, camisas de bombas, pedestal de grúas, rejilla electro forjada en el piso de producción y madera incombustible en la cu bierta superior.

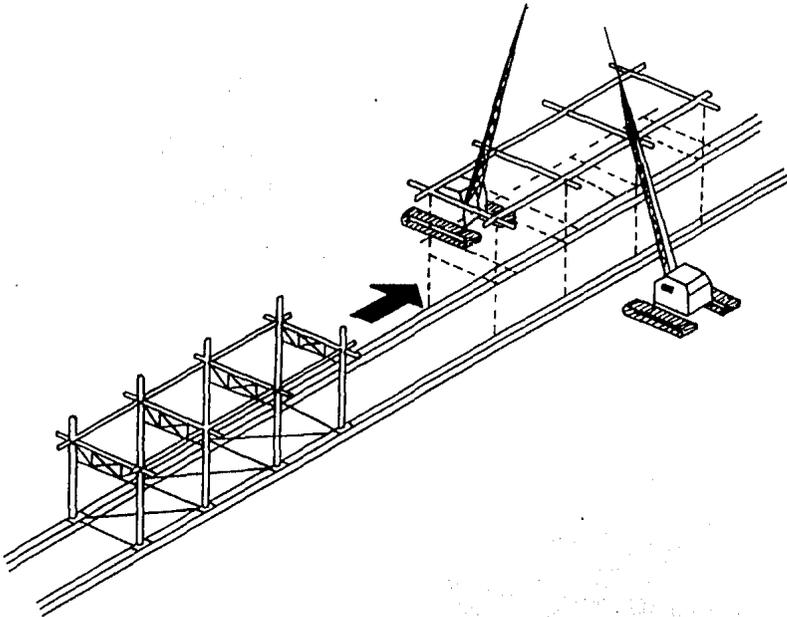
8.- El montaje electromecánico se inicia después de tener termi-- nada la parte estructural con sus pisos, barandales, escaleras y pasillos.

9.- Por último se procede a hacer una limpieza general y resanes con ésto queda lista para ser embarcada.

B.- SUBESTRUCTURA.-

Es una estructura piramidal, formada en su mayor parte de --- miembros tubulares y se compone de cuatro marcos unidos entre sí con elementos horizontales e inclinados describiendo tableros; - su altura depende del tirante de agua donde se vaya a instalar,-- siendo ésta la variante que se presenta pero que no modifica el pro cedimiento usual de fabricación, el cual es como sigue:

MONTAJE CUBIERTA SUPERIOR Y TRASLADO DE MARCOS 1, 2, 3 Y 4



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

FABRICACION DE SUPERESTRUCTURA

TESIS PROFESIONAL

DIBUJO N. 0111-03

RAUL RODRIGUEZ M.

ENERO-1984

1.- Se fabrican las columnas tubulares de diámetros que oscilan de 1321 a 1524 milímetros y espesores variables de 16 a 32 mm.

2.- Habilitado de elementos tubulares a la dimensión con el corte de la intersección de sus extremos por medio de plantillas a escala natural, para determinar con toda precisión el ensamble entre dos ó más miembros, dibujo OIII-04.

3.- Presentación de las columnas formando los marcos con la unión de los elementos tubulares. Es importante vigilar bien el armado de soldadura de éstos, ya que son los que nos van a regir en las medidas exactas de la subestructura, dibujo OIII-05.

4.- En el lapso de habilitado de elementos y columnas, debemos estar trabajando en la fabricación de atracaderos, defensas, pasillos, barandales y demás accesorios.

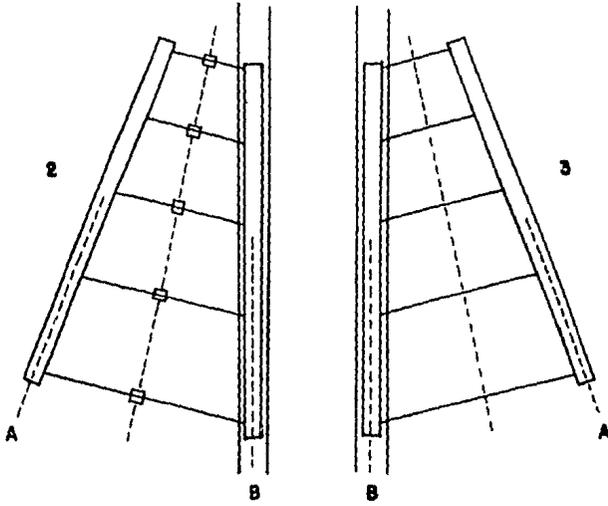
5.- Erección del primer marco central de la subestructura apoyando sobre una de las traveses de concreto, el montaje se efectúa con dos grúas de 150 toneladas, el marco se ventea con cables de acero a unos muertos de concreto para poder soltar las grúas y proceder a izar el otro marco central colocándolo sobre la otra trabe y así unir los dos marcos por medio de sus elementos, dibujo OIII-06.

6.- Los otros dos marcos laterales se izan y se apoyan provisionalmente en soportes, mientras se unen con sus miembros de diseño.

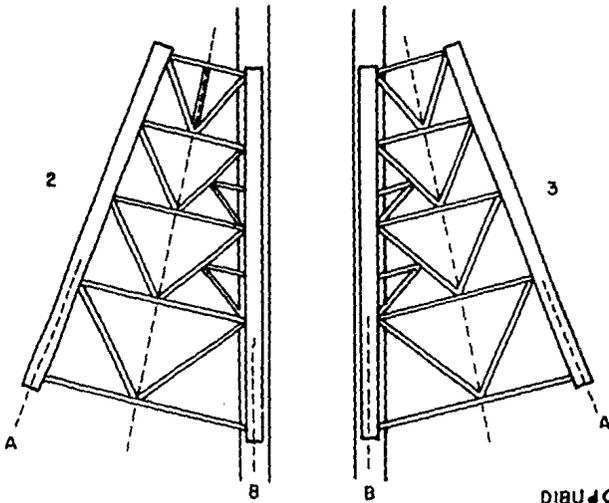
7.- Todos los componentes de la subestructura que son: sistema de inundación, ánodos de sacrificio y defensas, son instalados en piso para evitar efectuar maniobras en el espacio.

8.- Terminada la parte estructural principal, se procede a la colocación de pasillos, atracaderos, escaleras, barandales y efec-

PIERNAS DE MARCOS (2 Y 3)

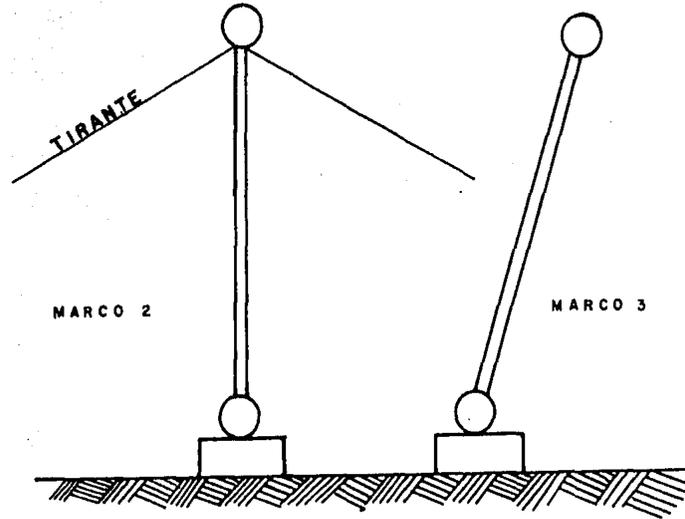


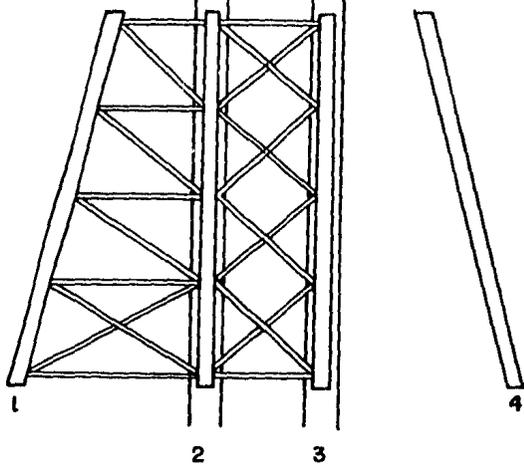
DIBUJO 0111-04



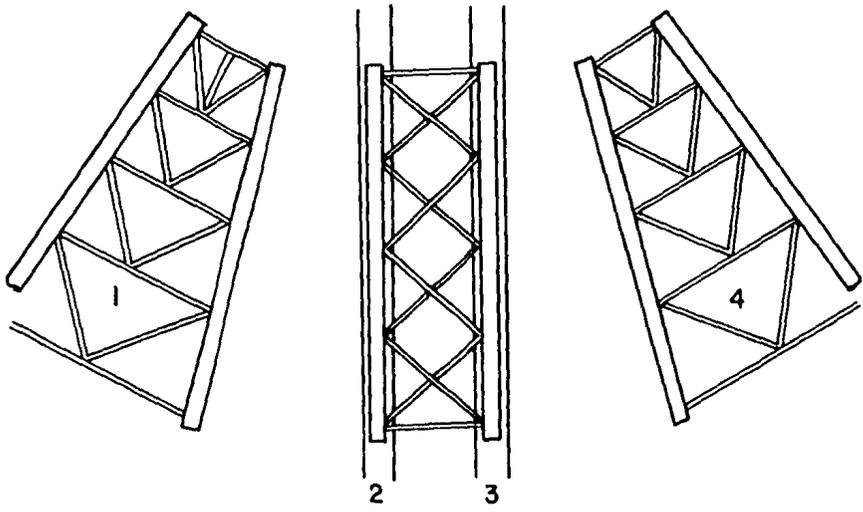
DIBUJO 0111-05

IZAJE DE MARCOS (2 Y 3)



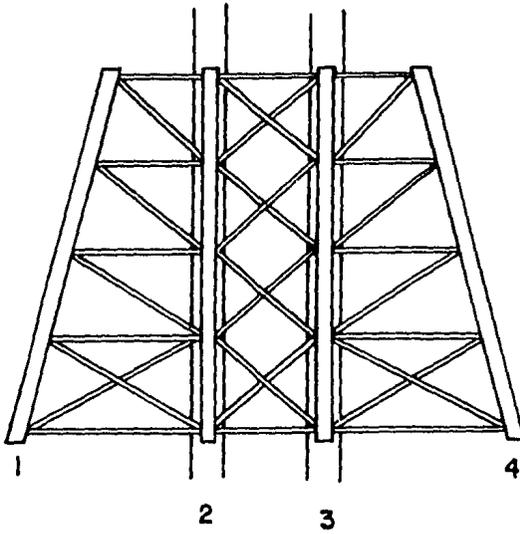


COLOCACION DE ELEMENTOS ENTRE MARCOS 1 Y 2



COLOCACION DE ELEMENTOS ENTRE MARCOS 2 Y 3

ESTRUCTURA TERMINADA
ELEMENTOS PRINCIPALES



tuar la limpieza y resane de pintura que se había realizado ya - en el piso, quedando así lista para su embarque.

El tirante de una subestructura normalmente es de 40 a 60 metros, dependiendo del lugar donde vaya a ser instalada.

Todo el proceso descrito anteriormente se puede ver en los dibujos correspondientes a la subestructura.

C.- PILOTES.-

La fabricación de los pilotes, consiste en la preparación y -- unión de tubos de dimensiones específicas, generalmente los pilotes son de 48" de diámetro por 1.25" y 2.00" de espesor, en longitudes de 15 hasta 65 metros.

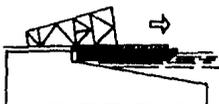
Para una plataforma de ocho patas o sea ocho columnas, se re-- quiere el mismo número de pilotes, los cuales finalmente dispondrán de una longitud sensiblemente mayor a la longitud de las -- columnas de la subestructura, más su penetración de hincado en - el lecho marino.

Una vez terminados de fabricar los pilotes son cargados en las embarcaciones que los transportarán a su lugar de instalación, - en donde son recibidos por equipos especiales para llevar a cabo ésta operación.

En los dibujos de transportación, se observa desde el momento_ en que se efectúa la carga a la embarcación, hasta que queda la_ plataforma totalmente instalada.

El peso promedio de las partes de una plataforma de perfora--- ción petrolera marina fija fluctúa entre:

1 CARGA DE LA SUBESTRUCTURA



LA SUBESTRUCTURA ES CARGADA A UN CHALAN POR MEDIO DE DOS MALAGATES MONTADOS SOBRE LA CUBIERTA.

2 TRANSPORTE DE LA SUBESTRUCTURA



LA SUBESTRUCTURA DESPUES DE FIJARSE AL CHALAN ES REMOLCADO AL SITIO DE INSTALACION.

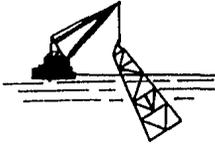
3 LANZAMIENTO DE LA SUBESTRUCTURA



EL CHALAN ES INCLINADO POR MEDIO DE UN CONTROL DE LASTRE Y SU MALACATE ES USADO PARA DESCARGAR LA SUBESTRUCTURA AL MAR, UN BRAZO DE LANZAMIENTO DE 15 M. DEL CHALAN FACILITA ESTA OPERACION.

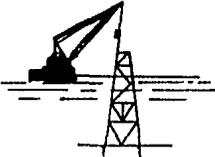
UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA		
	INSTALACION DE PLATAFORMA	TESIS PROFESIONAL	
		RAUL RODRIGUEZ M.	ENERO 1984

4 INSTALACION DE LA SUBESTRUCTURA PRIMER PASO



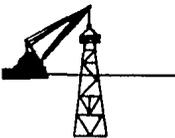
LA SUBESTRUCTURA ES INCLINADA Y PUESTA LENTAMENTE EN POSICION VERTICAL POR MEDIO DE LAS COLUMNAS, LAS CUALES PROVEEN LA FLOTACION SIENDO LLENADAS POR MEDIO DEL SISTEMA DE INUNDACION.

5 INSTALACION SEGUNDO PASO



LOS PILOTES SON INCERTADOS EN CADA COLUMNA ENHANCADOS EN EL LECHO MARINO SECCION POR SECCION UNIDOS POR SOLDADURA HASTA ALCANZAR UNA LONGITUD DE PROYECTO DE ACUERDO A LOS ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS.

6 MONTAJE DE LA SUPERESTRUCTURA



INSTALACION DE LA SUPERESTRUCTURA Y PAQUETES.

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

INSTALACION DE PLATAFORMAS

TESIS PROFESIONAL

RAUL RODRIGUEZ M.

ENERO -- 19 84

- Superestructura	300 / 450	Toneladas	.
- Subestructura	700 / 900	"	
- Pilotes	1200 / 1500	"	

ANALISIS Y SELECCION DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION ANTICORROSIVA
Y PROCESO DE SOLDADURA.

Definición de corrosión.-

La corrosión, es la gradual destrucción y desintegración debido a la acción de los ácidos, alcalis u otras sustancias químicas ó erosión de cualquier material.

En las plataformas marinas existen tres zonas a proteger contra la corrosión y son:

- 1.- Zona de salpicaduras
- 2.- Zona atmosférica
- 3.- Zona sumergida

1.- ZONA DE SALPICADURAS.-

Es aquella área extendida cuatro metros arriba de la marea alta, hasta tres metros abajo de la marea baja. Estas se referencian en la plataforma del nivel más menos cero.

Se emplean varios métodos como:

- a) Empleando acero extra, en exceso del requerido según el proyecto.

b) Utilizando una envoltura metálica no corrosiva.

c) Empleando recubrimiento.

En éste caso el más utilizado, es el de emplear recubrimiento, el cual, debe cumplir con los siguientes pasos para que cumpla con las especificaciones.

1.- Preparación de la superficie; se efectúa una limpieza con chorro de arena.

2.- Recubrimiento primario, será de dos a tres milésimas de película seca de primario cien por ciento inorgánico de zinc de curado posterior.

3.- Recubrimiento intermedio; se aplicarán cinco milésimas de película seca de recubrimiento epóxico de alto contenido de sólidos, catalizador con poliamidas en color blanco.

4.- Recubrimiento de acabado; diez milésimas de película seca aplicadas en dos capas de cinco milésimas cada una, de recubrimiento epóxico de alto contenido de sólidos, catalizado con poliamidas en color amarillo u otro color según se indique, con esto obtenemos un espesor total de dieciocho milésimas.

2.- ZONA ATMOSFERICA.-

Está comprendida desde el nivel +4, hasta el nivel superior de la superestructura, incluyendo la misma superestructura, los barandales, rejillas, muelles, pedestal de grúa, etc.. En ésta zona se emplean propiamente varios sistemas de pintura y galvanizado.

En todo lo que respecta a barandales, rejilla, escaleras, cables de acero y tornillería, deberán ser galvanizados por inmersión en baño caliente.

En todas las demás estructuras deberá seguirse el siguiente método, para que cumpla con las especificaciones.

- 1.- Preparación de la superficie; limpieza con chorro de arena.
- 2.- Recubrimiento primario; será de dos a tres milésimas de película seca de primario, cien por ciento inorgánico de zinc, de curado posterior.
- 3.- Recubrimiento intermedio; se hará de cinco milésimas de película seca, de recubrimiento epóxico de alto contenido de sólidos catalizado con poliamidas en color blanco.
- 4.- Recubrimiento de acabado; se hará de cinco milésimas de película seca, de recubrimiento epóxico de alto contenido de sólidos, catalizado con poliamidas en color amarillo, u otro color según se indique. Con ésto tendremos un acabado con un espesor seco -- de 13 milésimas.

3.- ZONA SUMERGIDA.-

Comprende la parte inferior de la subestructura, por debajo de la zona de mareas y oleajes. Cualquiera de los siguientes métodos podrán ser usados para proteger ésta zona.

- 1.- Protección catódica con ánodos de sacrificio
- 2.- Protección catódica con corriente aplicada

En éste caso Pemex, seleccionó el primero de los sistemas, -- usando ánodos de sacrificio tipo galvalum para estructuras marinas.

Los ánodos deberán estar diseñados para garantizar protección por un período mínimo de 10 años. El peso varía de 325 a 375 libras.

PROCESOS DE SOLDADURA.-

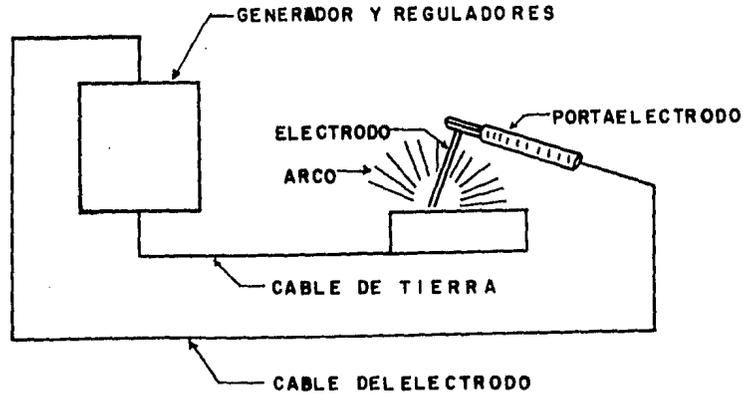
El proceso de soldadura, es un método en donde se lleva a cabo la unión de metales, ya sea por medio de calentamiento a temperaturas adecuadas con o sin la aplicación de presión o por medio de la aplicación de presión solamente y sin calentamiento, - en ambos casos con o sin el uso de un metal de aporte.

Breve explicación del circuito eléctrico en soldadura.-

En el dibujo OIII-07, se observa que el circuito se inicia en terminal o borne donde se sujeta el cable del electrodo a la máquina y acaba en la terminal o borne en que se fija el cable de tierra al aparato. La corriente fluirá por el cable al portaelectrodos, luego al electrodo y saltará el arco, al mismo tiempo la corriente circulará por el metal base al cable de tierra y volverá a la máquina generadora. Esto nos confirma que el circuito debe cerrarse para que la corriente fluya, estableciendo así la -- continuidad necesaria para mantener encendido el arco.

Máquinas de soldar.-

En el proceso de soldadura con el arco eléctrico no es posible el uso directo de la corriente alterna de red (de fuerza) _



CIRCUITO ELECTRICO EN SOLDADURA

para formar el arco de soldar si la corriente es de alto voltaje y bajo amperaje. En tal caso se emplearán máquinas expresamente construidas para que se alimenten con alto voltaje y bajo amperaje y por medio de ésta fuerza se genera (generadores) o se transforma (transformadores) un tipo de corriente llamado simplemente " corriente de soldadura " con características opuestas a la corriente de red, o sea con alto amperaje y bajo voltaje.

Dichas máquinas pueden ser:

-
- Convertidor (generador de corriente continua)
- Transformador (transformador de corriente alterna)
- Transformador (con rectificador de selenio o silicio)

Procesos usados en la fabricación de plataformas.-

Considerando las condiciones a las cuales van a estar sometidas las plataformas marinas en su proceso de fabricación, al momento de la carga a chalanes, al efectuar el lanzamiento e instalación y una vez que se encuentran ya instaladas, se requiere -- que se cumplan los códigos de soldadura más estrictos, conforme a sus últimas ediciones, así mismo se deberán respetar las especificaciones editadas por el Instituto Americano del Petroleo.

Considerando lo antes expuesto y los grandes volúmenes de soldadura que se manejan, hubo necesidad de estudiar los métodos de soldadura a emplear, seleccionando los siguientes:

- a) Soldadura manual de arco
- b) Soldadura semiautomática
- c) Soldadura automática por arco sumergido o protegido

a) Soldadura manual de arco.-

Este es uno de los métodos más antiguos de unir metales y sigue siendo uno de los más adaptables. Para llevar a cabo éste, -- se requiere ya sea de una máquina soldadora con rectificador, -- que son en sí transformadores de 1 a 3 fases a las que se les acopla un rectificador de silicio para cambiar la corriente de sa lida de alterna a continua o una máquina del tipo generador que no requiere alimentación de corriente.

Además se requiere de los siguientes accesorios convenciona-- les que son elementos auxiliares para que el operario pueda ma-- niobrar con facilidad y seguridad al mismo tiempo.

- 1.- cables para soldar
- 2.- terminales
- 3.- portaelectrodos
- 4.- grapas o pinzas de tierra
- 5.- guantes y pecheras

En las diferentes partes que componen la plataforma se emplea éste procedimiento utilizado para el primer cordón (fondeo) e- lectrodos E-6010 y posteriormente electrodos E-7018, en sus dife- rentes diámetros.

En términos generales, el fundente de los electrodos-soldadu- ras de clasificación AWS, (American Welding Society) comprendi- do entre los 6010, 6011, 6012 y 6013, está fabricado a base de - celulosa y otros ingredientes.

Básicamente la diferencia entre estos electrodos está en la - penetración y el tipo de corriente con que se deben usar. Entre_

mayor sea el contenido de celulosa en un fundente, mayor será la penetración.

Ejemplo :

Un electrodo 6010 contiene en su fundente mayor cantidad de celulosa que un 12 o 13 y es esa la razón principal por la cual el 6010 es un electrodo de mayor penetración.

La numeración de los electrodos según la clasificación AWS -- tiene que ver directamente con sus características de aplicación, tipo de corriente con que se deben usar, así como el tipo de depósito.

Para un electrodo con cuatro cifras, según el AWS se tiene -- que AWS 6010 :

60 : significa un mínimo de resistencia de 43.6 a 53.5 Kg / Cm² - o sea 60 libras por pulgada cuadrada.

1 : Significa la posibilidad de aplicación, que en éste caso -- es en todas las posiciones.

0 : Significa alta penetración y que se debe aplicar únicamente con polaridad invertida y corriente continua.

Significado del penúltimo número :

1: Toda posición

2: Posición plana y horizontal

3: Sólo soldable en posición plana

Significado del último número :

- 0: Alta penetración, para soldar únicamente con c.c. en corriente invertida (celulosa y sodio)
- 1: Alta penetración, para soldar en c.a. y c.c., polaridad invertida (celulosa y Potasio).
- 2: Mediana penetración , para soldar en c.a. polaridad directa y polaridad invertida (titanio y sodio).
- 3: Ligera penetración, acabado terso para aplicarse con c.a.-c.c. directa o invertida (titanio y potasio).
- 4: Penetración mediana, polaridad directa o invertida (polvo de hierro y titanio).
- 5: Bajo hidrógeno y sodio, para soldar en c.c. polaridad invertida.
- 6: Bajo hidrógeno y potasio, para soldar en c.c.-c.a. polaridad invertida.
- 7: Bajo hidrógeno, polvo de hierro, óxido de hierro, para soldar con c.c. polaridad invertida.
- 8: Bajo hidrógeno y polvo de hierro, para soldar con c.c. polaridad invertida. También se puede con c.a.

Los electrodos como el que se indica con E-7018, quiere decir que tiene una resistencia de 70000 libras por pulgada cuadrada.

Se emplean todo tipo de posiciones que se conocen y se suelda todo tipo de juntas, las cuales se muestran a continuación.

TIPOS DE JUNTAS EN SOLDADURA TUBERIAS

DENOMINACION	TIPO DE UNIONES	
COSTURA DE LADOS PENDIENTES CON SOPORTES		
COSTURA EN "V"		
COSTURA DE BISEL QUEBRADO		
COSTURA EN "U"		
COSTURA EN "J"		
COSTURA EN "V" CON TALON		

b) Soldadura semiautomática.-

Como sabemos en la aplicación de electrodos de varilla, la -- eficiencia depende en gran parte de la destreza del operario, - que tiene que regular la velocidad de alimentación en dos sentidos, hacia el arco y hacia la línea de acción.

Cuando se logra regular automáticamente la velocidad de ali-- mentación, se dice que estamos empleando el proceso semiautomáti-- co, si bien el operario tiene que seguir regulando la velocidad de desplazamiento a lo largo de la junta.

En este proceso se seleccionó el alambre " Inner Shield " de Lincoln, empleando para éste una soldadura de rectificador de C. D. de 600 amperes y una unidad de control en donde va instalado el rollo de alambre.

Este procedimiento ofrece muchas ventajas, siendo las más sig-- nificativas, la excelente calidad de las soldaduras y la aprecia-- ble economía.

Las partes de la plataforma en las cuales se aprovecha este -- sistema, son principalmente en : los nudos que forman los elemen-- tos en la subestructura, así como en el prefabricado de vigas -- compuestas por tres placas para la superestructura.

Estas zonas seleccionadas, son donde se requiere aplicar gran-- des volúmenes de soldadura, es por ello que se seleccionó este -- proceso que nos permite mayores velocidades de deposición.

Las principales ventajas de este método son:

- 1.- Mayor velocidad de depósito, lo que implica reducción de cos-- tos.

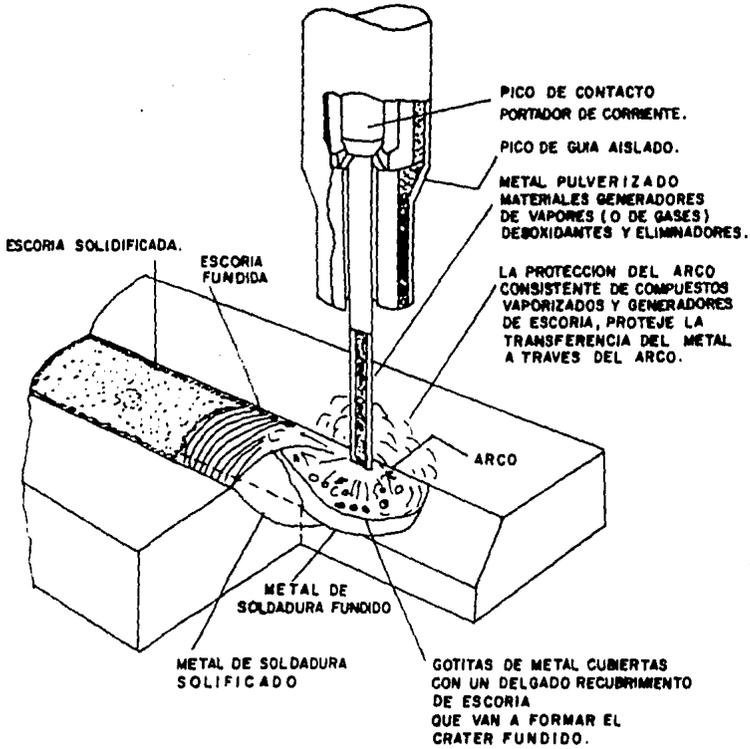
- 2.- Buena penetración.
- 3.- Se requiere menos limpieza.
- 4.- Se emplea en todas posiciones.
- 5.- Buena apariencia en soldadura.
- 6.- El personal requiere menos entrenamiento.
- 7.- Los operarios no requieren ayudantes.

En resumen, este proceso supera al manual con electrodo de varilla en un 25 % de rendimiento y en el costo total, este proceso en un 42 % más económico.

c) Soldadura automática por arco sumergido o protegido.-

Es un proceso para soldar automático, el arco no es visible - por encontrarse debajo del fundente granulado, de aquí su nombre de arco protegido o sumergido; la fuente de calor se tiene de un arco eléctrico formado entre un electrodo descubierto y el metal que se va a soldar. El fundente granulado se alimenta mediante - una tolva y se extiende sobre la unión que se va a soldar, justamente delante de los electrodos como se muestra en la figura - de soldadura automática. El calor que se obtiene del arco invisible ocasiona una fusión local del fundente, el metal base y el - electrodo.

PROCESO DE SOLDADURA SEMIAUTOMATICA
CON ALAMBRE LINCOLN INNERSHIELD.



La velocidad para soldar y la corriente son muy altos; la temperatura queda concentrada debajo del fundente, de manera que las secciones gruesas se soldan con facilidad.

El fundente es aislador cuando esta frío, pero se transforma en conductor cuando está fundido; para vencer dicho efecto aislante, se coloca una pieza de lana de alambre de acero entre el extremo del electrodo y la superficie del material que se va a soldar, esto crea la trayectoria de conducción necesaria para que la corriente pueda atravesar ocasionando con ello que se pueda generar el arco; la temperatura del arco funde de inmediato el fundente, el que de esa manera se transforma en conductor.

La longitud del arco puede mantenerse electrónicamente o puede ser ajustable, lo cual significa simplemente que si se forma un arco más largo de lo normal, el voltaje decrecerá al igual que la corriente, lo mismo acontecerá con el porcentaje al que se consume el alambre del electrodo, lo que ocasionará que el arco se acorte, pero ocurrirá lo contrario si el arco llega a ser demasiado corto.

El rollo de alambre se encuentra suspendido de la cabeza de soldado, alimenta el área de soldadura en forma continua a una velocidad predeterminada. Este alambre que es consumible, proporciona a la junta la cantidad que se desea de metal de relleno.

Durante este proceso es necesario que se cuente con algún material de respaldo debido a la gran cantidad de metal fundido que puede haber en cualquier momento dado y a razón también de que la profundidad de penetración es elevada y debe controlarse.

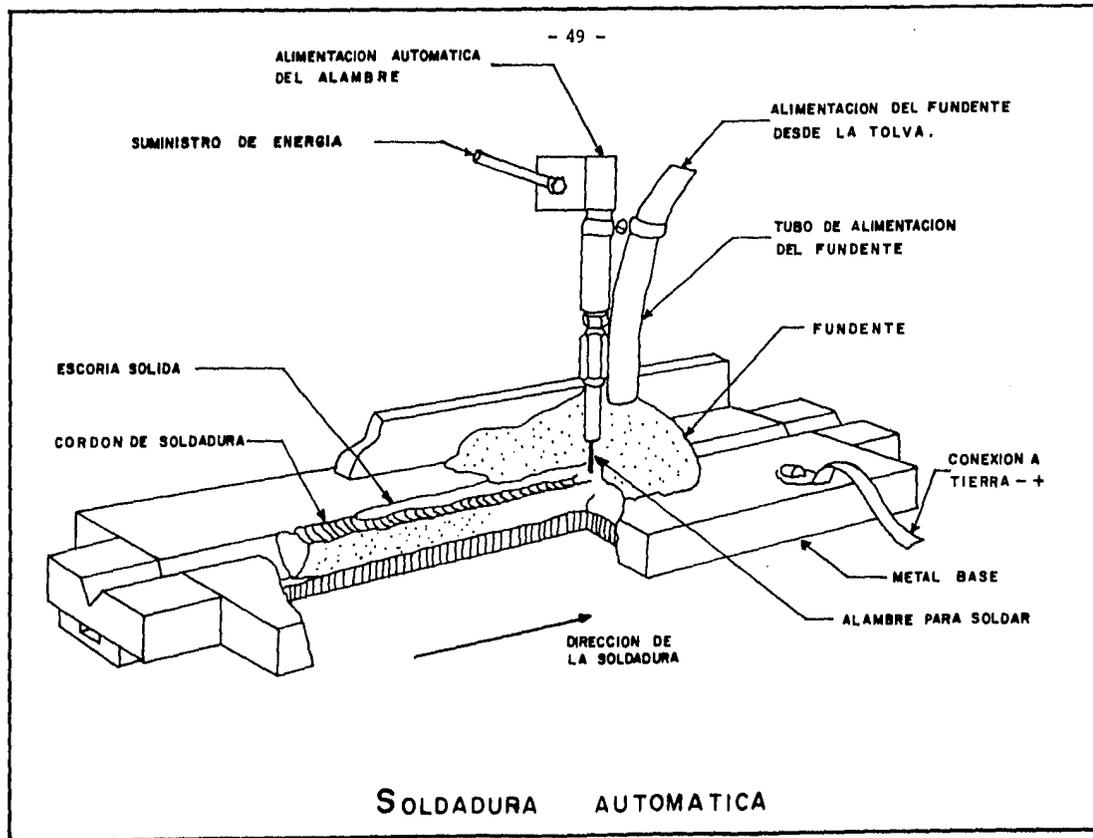
Se recomienda usar para este método las siguientes formas de respaldo.

- 1.- Puede colocarse una barra de cobre como respaldo en el lado inferior de la unión, éste puede quitarse una vez que la soldadura se ha terminado.
- 2.- Pueden depositarse algunos cordones de soldadura metálica en la parte de abajo de la unión que se va a hacer, estos cordones inferiores de soldadura se pueden depositar empleando el proceso de soldadura de arco manual.
- 3.- Puede colocarse una tira de metal, semejante al que se va a soldar por debajo de la base de la soldadura, en este caso - la soldadura la penetra y se vuelve parte de la unión.

En la fabricación de plataformas, este proceso se emplea generalmente para soldar tubos de diámetros mayores y de espesor considerable.

Para llevar a cabo la soldadura de arco sumergido en tuberías se acondiciona el área en la forma siguiente.

- 1.- Bases de concreto para sentar rieles, carriles de máquinas - automáticas.
- 2.- Losa de concreto para instalar y desplazar posicionadores - donde se instalará el tubo.
- 3.- Grapas especiales para conexión de cables de tierra.
- 4.- Alimentación de aire y corriente de 110 volts.
- 5.- Alimentación especial para máquina automática.



CAPITULO IV

PRINCIPALES ESPECIFICACIONES Y ANALISIS
DE PRECIOS UNITARIOS.

A.- PRINCIPALES ESPECIFICACIONES.-

1.- Recubrimiento de protección.-

Estas especificaciones cubren la preparación de la superficie, sistemas de recubrimiento, aplicación del recubrimiento, inspección y retoque de todas las superficies de acero pertenecientes a la estructura marina considerada y sistema de protección catódica. Las especificaciones son las siguientes:

- a.- Seleccionar correctamente la película de abrasivo a usar para la limpieza con chorro de arena.
- b.- Utilizar personal técnico y obrero especializado.
- c.- Procurar adecuados espesores de película seca.
- d.- La superficie a pintar, deberá estar libre de escamas de laminación, óxido, aceite o cualquier otro elemento extraño.
- e.- Se deben usar separadores y filtros adecuados para evitar cualquier humedad en el aire comprimido.
- f.- La limpieza con chorro de arena se deberá llevar a cabo durante horas de luz solar y sobre superficies que no se humedecerán después de la limpieza o antes de la aplicación de la pintura. La superficie limpia deberá recubrirse con la capa primaria durante el mismo día de la limpieza y antes de la puesta del sol.

g.- Para evitar la contaminación de polvo o arena, la limpieza deberá efectuarse en donde se harán las operaciones de pintura.

h.- Los materiales de recubrimiento a emplear, deberán estar en recipientes cerrados indicando claramente su contenido.

i.- No deberá aplicarse ninguna capa de recubrimiento sin que se haya secado la anterior.

j.- La mezcla deberá estar continuamente agitándose por aspersores mecánicos, los volúmenes por mezclarse deben medirse con exactitud y en recipientes limpios.

k.- Mezclar las cantidades que se utilizarán durante la aplicación, pero sin exceder el tiempo de caducidad de aplicación.

Cuando se alcance dicho límite la pintura debe desecharse.

l.- Los espesores deberán respetarse estrictamente. Este espesor podrá verificarse por medio de un Elcometro o un Mikrotest.

2.- Especificaciones de soldadura.-

Es importante contar con soldadores capaces, con el objeto de reducir al mínimo las reparaciones de soldadura mal puesta que cuestan tiempo y dinero. En el patio de fabricación se ha logrado abatir esto llevando a cabo lo siguiente:

a.- Pruebas de calificación de soldadores dependiendo de su categoría. Los soldadores podrán ser precalificados para el material, el procedimiento de soldadura y la posición que se vaya a utilizar. Las pruebas serán presenciadas por el supervisor.

Ningún soldador podrá ser empleado sin la aprobación del supervisor.

b.- Calidad de mano de obra y técnica. No se aceptará ninguna soldadura defectuosa o de calidad deficiente, ya que de ésta depende la resistencia de las uniones estructurales.

En todo material por soldar que se encuentra previamente pintado, se eliminará hasta 76 mm. de distancia de la superficie que se vaya a soldar. Las superficies por soldar estarán libres de humedad, grasa, escamas y toda materia ajena.

No efectuar soldaduras cuando las piezas estén expuestas a la lluvia polvo y viento, siempre que sea necesario se emplearán protectores contra el viento.

Preparar las piezas a soldar a la mayor precisión posible. Cada soldador identificará sus soldaduras mediante un estampado o marca.

Se llevará semanalmente un reporte donde se marque el porcentaje de soldadura rechazada por soldador.

Se harán muestras de soldadura. Cada soldador hará sus propias reparaciones en caso de que la soldadura no esté bien.

Se deben seleccionar los electrodos adecuados conforme al tipo de material que se vaya a soldar.

c.- Inspección. Pemex tendrá el derecho de inspeccionar todas las soldaduras visualmente, por medio de métodos no destructivos o remover las soldaduras para su sometimiento a pruebas mecánicas y metalúrgicas y así juzgar si la soldadura es o no defectuosa.

Todo defecto de soldadura será evaluado por el supervisor.

d.- Soldadura estructural.- La soldadura de placas, tubos y perfiles en los que se emplea soldadura de tope, de filete , en bisel^{es} o de tapón, se harán por cualquiera de los métodos siguientes de soldadura por arco eléctrico: protegido con pantalla de gas tungsteno y/o sumergido en pantalla gaseosa, usando el procedimiento manual, automático o semiautomático.

3.- Fabricación y tolerancias para fabricación estructural.-

La fabricación se llevará a cabo en patio. El sitio deberá adaptarse para poder recibir materiales y equipos transportados por carretera, ferrocarril y por vía marítima.

Todo el acero estructural que se emplee, deberá ser de calidad producida por horno de hogar abierto de oxígeno básico o eléctrico.

La localización de cada miembro dentro de la estructura, será función de la geometría de ésta. A continuación se especifican unas tolerancias de posicionamiento de dichos elementos con respecto al resto de la estructura.

a.- Columnas de la subestructura y superestructura.

a1.- Distancias horizontales.

La distancia horizontal desde el eje de cualquier otra columna adyacente, no deberá variar 9.5 mm. de las dimensiones originales mostradas en los planos.

a2.- Distancias en diagonal.-

Las distancias en diagonal entre columnas principales, opuestas diagonalmente no deberán variar en más de 12.7 milímetros.

a3.- Alineamiento vertical.-

El alineamiento vertical de las columnas principales, deberá mantenerse dentro de ± 6.3 milímetros.

b.- Escaleras y descansos.-

La localización de los descansos y escaleras no deberán variar en ± 12.7 milímetros de las dimensiones mostradas en los planos.

La elevación de los descansos debe quedar dentro de ± 6.31 milímetros de los niveles mostrados en los planos.

B.- ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.-

Los elementos que intervienen en el análisis de los precios unitarios son:

$$\left. \begin{array}{l} \text{a) Costos directos} \\ \text{b) Costos indirectos} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Costo} \\ \text{unitario} \end{array} + \text{Utilidad} = \begin{array}{l} \text{Precio} \\ \text{unitario} \end{array}$$

a.- Costo directo.-

Es la suma de gastos de materiales, mano de obra y equipo. -- Por su naturaleza se puede referir concretamente a estos elementos como necesarios para la ejecución de un trabajo.

Materiales.-

En los costos de materiales se toman en cuenta aquellos que van a quedar instalados en la obra (materiales propios), así como aquellos materiales auxiliares que sirven de apoyo para la ejecución del trabajo (materiales de consumo).

Mano de obra.-

El salario que se toma en cuenta para calcular los precios unitarios es el llamado salario real, el cual resulta al afectar el salario base tabulado, por una serie de factores como son:

1.- Cuota patronal; la cubre el patrón, representa un porcentaje de los salarios tabulados, en el caso de los salarios mínimos el patrón debe cubrir en su totalidad la cuota.

2.- Pagos correspondientes a días festivos que marca la ley, así como algunos que la costumbre ha establecido que se conceda asueto personal.

MANO DE OBRA (SALARIOS REALES)

Obtención del factor:

Días que no se laboran	10. de enero
	5 de febrero
	21 de marzo
	10. de mayo
	16 de septiembre
	20 de octubre
	0.167 10. de diciembre
	25 de diciembre
	6 días de vest. locales
	6 días de vacaciones
	52 domingos
	<hr/>
Total	71.17 días

365.25 - 71.17 = 294.08 días.

Análisis del salario real de un peón.

Salario nominal	suelo	\$ 550 X 365.25 =	200887.5
	aguinaldo	\$ 550 X 15 =	8250.0
	vacaciones prima	\$ 550 X 1.5 =	825.0
I.P.T.	1% remuneración	=	2008.87
	Mínimo	19.6875 %	= 39549.73
Seguro Social	Mayor a salario mínimo	15.93%	=
	Guarderías	1% remuneración	= 2008.87
<hr/>			
\$ 253529.95			

Salario real = $\frac{253529.95}{294.08} = \$ 862.11$

Factor para salario mínimo = $\frac{862.11}{550} = 1.5674$

Factor para salario mayor que el mínimo = 1.5209

CATEGORIAS	SALARIO NOMINAL	FACTOR	SALARIO REAL	SALARIO REAL/HORA
PEON	550.00	1.5674	862.07	107.76
AYUDANTE DE OPERARIO	650.00	1.5209	988.58	123.57
OPERADOR DE TERCERA	800.00	"	1216.72	152.09
" " SEGUNDA	1200.00	"	1825.08	228.13
" " PRIMERA	1400.00	"	2129.26	266.16
" ESPECIALISTA	1600.00	"	2433.44	304.16
CABO DE OFICIOS	1200.00	"	1825.08	228.13

MAQUINARIA Y EQUIPO.-

La renta del equipo se calcula por hora, los factores básicos que intervienen son:

1.- Cargos fijos

- a.- Depreciación anual
- b.- Inversión
- c.- Seguros
- d.- Almacenaje
- e.- Mantenimiento

2.- Consumos

- a.- Combustibles
- b.- Lubricantes
- c.- Llantas

3.- Operación

Los salarios del operador se calculan tal como se indicó a la hora de calcular el salario real de la mano de obra.

RENTAS DE EQUIPO (TABULADOR)

DESCRIPCION	COSTO POR				TOTAL/ HORAS
	HORAS	OPERACIONES	COMBUSTIBLES	MANTENIMIENTO	
Grúa de 150 Tons. sobre orugas.	11077	1771.9	583.75	1107.7	14540.55
Grúa sobre camión de 45 tons.	11077	1195.75	490.10	1062.1	13368.95
Grúa osiosa de 150 Tons.	11077				11077.00
Grúa hidráulica de 18 Tons.	2729.2	1062.7	558.2	272.9	4123.00
Generador de 300 Kw.	3325.25	855.7	1146.6	332.5	5600.05
Generador de 250 Kw.	2065.5	855.7	631.7	206.7	3759.45
Generador de 400 Pcm.	1260.75	"	2830.25	126.05	5072.75
Compresor de 325 Pcm.	297.2	"	"	29.7	4012.85
Soldadora de rectificador	106.2	0.00	404.3	10.6	521.1

b.- Costo indirecto.-

Es la suma de gastos de una empresa constructora necesarios para llevar a cabo la ejecución de las obras y que por su naturaleza no se pueden referir concretamente a trabajos particulares, es decir, son los gastos generales que tiene la empresa -- para hacer posible la prosecución de todas sus operaciones en las obras a su cargo.

A grandes rasgos podemos clasificar los aspectos que dan lugar a los costos indirectos dentro de los cinco grupos siguientes:

- 1.- Imprevistos.
- 2.- Gastos de administración.
- 3.- Gastos de administración central.
- 4.- Financiamiento, fianzas, impuestos, etc.
- 5.- Utilidades.

1.- Imprevistos.-

El concepto de imprevisto, es la evaluación del riesgo que el constructor considera sobre todos y cada uno de los costos de la obra.

2.- Gastos de administración.-

Los costos de administración, son los gastos de una empresa constructora y éstos se pueden agrupar en : técnico administrativo, moviliario, equipo de oficina, instalaciones provisionales y transporte.

3.- Gastos de administración central.-

Los costos de la administración central son la suma de gastos de la empresa constructora que se efectúan para la operación total de la empresa, abarcando los gastos para todas las construcciones, generalmente se efectúa conforme a los montos de la obra.

4.- Financiamiento, fianzas, seguros, etc.-

Dependiendo de los tipos de contratación, las empresas constructoras se ven obligadas a efectuar gastos por financiamiento y fianzas, los cuales deberán de gravitar sobre los gastos indirectos. En términos generales, podemos indicar que dentro de rangos normales, el financiamiento puede representar entre 10 % y 15% del costo total de una obra, las fianzas representan entre un 1% y 1.5% del costo total de la obra.

5.- Utilidades.-

Dentro de nuestro régimen de empresa libre y de economía privada, el capital tiene un papel generador; al desempeñarlo asume un riesgo, es pues de conveniencia social y de justicia evidente que tenga una remuneración equitativa.

La utilidad se expresa como un porcentaje de la suma del costo directo total y de los costos indirectos y queda claro que el criterio de evaluación más significativo es el basado en el riesgo a que estará sujeto el contratista. Otros factores que pueden influir en la determinación del porcentaje de utilidad pueden ser: grado de dificultad técnica de la obra, localización de la misma, plazo en que debe ejecutarse, magnitud de la obra, etc.

Es común que el porcentaje de utilidad en nuestro medio sea de un 10 %.

Para la mano de obra y equipo, en la actualidad se considera para las empresas constructoras un 45 % de factor de indirectos.

ANALISIS DEL PRECIO UNITARIO DE UNA SUPERESTRUCTURA

El análisis del precio global de una superestructura, cuyo peso aproximado es de 450 toneladas. Incluye suministro de mate riales, prefabricado y montaje de la estructura principal y demás accesorios que la integran.

Mano de obra.-

La cuadrilla básica está integrada por:

- Cabo de oficios	3
- Cortador especialista	1
- Trazador especialista	1
- Armador especialista	5
- Montador especialista	4
- Maniobrista especialista	2
- Soldador especialista	10
- Pintores especialistas	6
- Ayudantes	27

El promedio de ejecución de una superestructura es de cuatro meses, trabajando jornadas de 10 horas, pero comunmente no se trabaja los domingos y el sábado se labora solo medio turno, de lo que resulta el tiempo efectivo a considerar.

TIEMPO EFECTIVO = Tiempo programado - (Domingos + medias jornadas de los sábados).

Calculado en horas es igual a :

T. E. = 1200 horas - (160 + 80) horas.

T. E. = 1200 - 240

T. E. = 960 horas.

Tomando el importe de las horas del tabulador de precios reales, se tiene.

CATEGORIA	CANT. DE HORAS	COSTO/HORA	IMPORTE
Cabo de oficios	2880	228.135	657028.80
Cortador especialista	960	304.16	291993.60
Trazador "	960	"	291993.60
Armador "	4800	"	1459968.00
Montador "	3840	"	1167974.40
Maniobrista "	1920	"	583987.20
Soldador "	9600	"	2919936.00
Pintor "	5760	"	1751961.60
Ayudantes	25920	123.57	3202934.40
		Suma	<u>12327775.00</u>
		Indirectos 45 % ; 12327775 X 0.45	<u>5547498.70</u>
		Costo	<u>\$17875273.70</u>

Equipo.-

El equipo básico que se emplea es el siguiente :

- Una grúa de 150 toneladas.
- Una grúa de 45 toneladas.
- Un camión con malacate de 5 toneladas.
- 17 soldadoras de 400 Amp.
- Un generador de 225 Kw.
- 3 compresores de 365 P.C.M.

La grúa de 150 toneladas, se utiliza normalmente 2/3 del tiempo en que se lleva a cabo la ejecución de la obra. El demás equipo se emplea el tiempo completo.

De la tabla de renta de equipo se tiene:

DESCRIPCION	CANT. DE HORAS	PRECIO/ HORA	IMPORTE
Grúa de 150 T. Ocupada	640	14540.35	9305600
Grúa de 150 T. ociosa	320	11077.00	3544640
Camión de 5 T.	960	1764.95	1694352
Soldadora de 400 Amp.	16320	521.10	8504352
Generador de 250 Kw.	960	3759.45	3609072
Compresor de 325 P.C.M.	2880	4012.85	11557008
Grúa sobre camión 45 T.	960	13368.95	12834192
		Suma	\$ 51039216
			+
Indirectos	51039216 X 0.45		\$ 22967647
		Costo	\$ 74006863

Materiales .-

Cuando los materiales de adquisición son importantes en cantidad, es frecuente considerar los costos indirectos en un 30 %.

Los materiales pueden ser propios y de consumo:

a.- Propios :

Tenemos que el peso de la superestructura es de 450 toneladas y considerando un peso propio promedio de 200 000 pesos por tonelada se tiene:

$$450 \times 200\ 000 = 90\ 000\ 000$$

considerando los indirectos en un 30 %

$$90\ 000\ 000 \times 0.30 = 27\ 000\ 000$$

Costo total \neq 117 000 000

b.- De consumo ;

Los principales materiales de consumo son : Oxígeno, gas -- tungsteno y soldadura.

En la cuadrilla básica se tienen 10 elementos, los cuales - consumen cada uno de ellos dos cargas por jornada por lo que nos dá una cantidad de:

$$10 \times 2 \times 104 = 2080 \text{ cargas}$$

El promedio que se toma de la relación de oxígeno-gas butano es de 1 a 12 por lo que tenemos:

$$2080 / 12 = 173 \text{ cargas de gas butano.}$$

Por experiencia se tiene que un soldador consume un promedio de 9 kilogramos de soldadura por jornada, por lo que se tiene:

$$10 \times 9 \times 104 = 9360 \text{ Kgs.}$$

Comparación de éste dato, normalmente se considera en un -- 2 % del peso total de la estructura, por lo que tenemos:

$$450 \times 0.02 = 9 \text{ Toneladas}$$

Resumen de materiales de consumo:

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Oxígeno	carga	2080	2280	4742400
Gas butano	carga	173	856	148088
Soldadura	Kg.	9360	582	5447520
Suma				\$ 10338008
Indirectos: 10 3338 008 X 0.45 = ..				\$ 4652104
Costo				\$ 14990112

Herramienta .-

Se considera un 5 % de la mano de obra.

$$17\ 875\ 273.7 \times 0.05 = \$ 893\ 763.65$$

RESUMEN TOTAL :

Mano de obra	17 875 273 . 7
Equipo	74 006 863 . 0
Materiales	
Propios	117 000 000 . 0
De consumo	14 990 111 . 0
Herramienta	<u>893 763 . 65</u>
Costo total de la superestructura	₡ 224 766 011 . 35

Del analisis anterior se deduce que :

El precio / Tonelada es de ₡ 499 480.

CAPITULO V.

OBSERVACIONES Y/O PROPUESTAS DEL ALUMNO EN RELACION CON LA OBRA ESTUDIADA.

Naturalmente se cuenta con las instalaciones necesarias, así -- como los recursos humanos y equipo para llevar a cabo cualquier fa- bricación de estructuras fuera de costa. Realmente la tecnología para dichas fabricaciones es reciente, pero de inmediato se dejó - sentir el beneficio . Por ejemplo en México se han construido una serie de plataformas marinas fijas en los últimos años y que han - servido para explotar algunos yacimientos de petróleo que se en- - cuentran en la llamada Sonda del Golfo de Campeche.

Aquí en México se ha desarrollado una tecnología para aplicarla en estos trabajos fuera de costa, compitiendo en calidad, costo y tiempo con cualquier empresa extranjera.

Una de las cosas importantes de las que debemos preocuparnos, - es la de crear nuestras propias normas y especificaciones y adap- - tarlas a los productos y materiales que se producen aquí en nuestro país, para que nuestros proyectos y construcciones se basen en los mismos y así podamos librarnos de la influencia extranjera que en este aspecto, considero que retarda grandemente el desarrollo in- - dustrial de México.

Debemos hacer evolucionar las técnicas de perforación a profundidades grandes, ya que las que actualmente se aplican no son suficientes. Algunas de las alternativas que existen actualmente para mejorar la técnica son las plataformas flotantes, ancladas al fondo marino con tensionadores y columnas a tensión, para poder explotar las reservas de petróleo que en su mayoría se encuentran localizadas en el mar y como se dijo anteriormente, si la profundidad donde se encuentra el campo por explotar es muy grande, cae fuera de factibilidad económica el utilizar plataformas de acero tipo fijas, ya que se emplearía una gran cantidad de acero.

B I B L I O G R A F I A

- Archivos técnicos de F.I.M.S.A.
(Fabricación, Ingeniería y Montaje)
- Ruta Crítica .
(Publicación del Dpto. de Construcción de la facultad de Ingeniería de la U.N.A.M.)
- Soldadura eléctrica manual .
(Massimo Vladimiro Piredda C.)
- Proceso de instalaciones de plataformas marinas .
(Petroleos Mexicanos).