

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA

AREA DE METALURGIA



D-6793

PROCESO DE MOLDEO CON TERRAJA PARA FABRICACION DE
HELICES

T E S I S D E G R A D O

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO MECANICO

P R E S E N T A D A P O R :

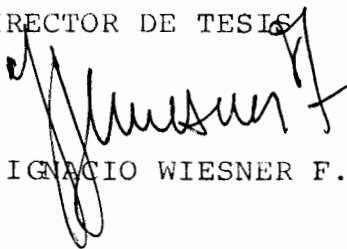
CPNV-EM. MANUEL MIÑO BARBERAN

GUAYAQUIL - ECUADOR

1.980

" PROCESO DE MOLDEO CON TERRAJA PARA FABRICACION
DE HELICES "

DIRECTOR DE TESIS



ING. IGNACIO WIESNER F.

A U T O R



MANUEL MINO BARBERAN

DECLARACION EXPRESA :

DECLARO QUE: Hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis son de responsabilidad de su autor y que el patrimonio intelectual de la misma corresponde a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL.)

A G R A D E C I M I E N T O

A la Armada que me formó y modeló como hombre, dándome las facilidades para que pueda estudiar en la Politécnica.

A la Politécnica que me preparó para adquirir otra profesión además de la de Oficial de Marina.

A Astilleros Navales Ecuatorianos que por intermedio de su Gerente, y todo el Personal Técnico, Empleados y Obreros - me brindaron toda la cooperación y las facilidades para la elaboración de esta Tesis, permitiendo una transferencia - de tecnología que significa progreso de la Armada en el campo del desarrollo, tanto para cubrir sus necesidades propias como de apoyo a la Industria Naval.

A mi Director de Tesis Ing. Mec. Ignacio WIESNER catedrático de la Escuela Superior Politécnica y al Lcdo. J. L. Enríquez, Técnico Español de NN.UU. que guiaron y encausaron con dedicación, capacidad y esmero la elaboración de esta Tesis, y

Final y principalmente a mi esposa que con su ejemplo al - continuar sus estudios universitarios luego de casados, inconcientemente y sin insinuación alguna, me estimuló para ingresar a la Politécnica y alcanzar hoy, un peldaño más en

la ruta de la superación.

A mis Padres que también con su ejemplo supieron modelarme e inculcarme bastos principios morales, preparándome para ser un elemento útil a la sociedad y a la Patria, y en fin a todas las personas que en una u otra forma han contribuido a la elaboración de esta Tesis.

DEDICATORIA :

A mi Esposa e hijos

A la memoria de mi Madre fallecida

A mi padre

A mis Hermanos

A la Politécnica

A la Armada

A mi Patria

R E S U M E N

Se hace estudio, aplicación e implementación del moldeo de una hélice empleando el Proceso con Terraja.

Se llegó a establecer la conveniencia de su aplicación, luego de realizar un breve estudio de mercado sobre demanda de hélices y una investigación de las industrias y talleres existentes dedicados a su producción en el área de Guayaquil.

Los resultados del estudio indican que existe una demanda de hélices de variados tamaños para buques pesqueros Industriales, de la cual el 48% es cubierto con producción de la Industria nacional, pero con un producto que no está garantizado y el 52% restante, mediante importación. Por este último medio se satisfacen además, demandas de buques de guerra y de otras embarcaciones menores.

Para poder reproducir las características de la hélice mol-deada, fue necesario investigar sobre su diseño y construcción y discutir los procesos de moldeo aplicables a la fabricación de las mismas, de los cuales seleccionamos el de Terraja y analizando la conveniencia de su aplicación, procedemos a describir la herramienta y sus componentes.

Ya dentro de la aplicación misma del "Proceso de Moldeo con Terraja" establecimos dos etapas, la primera que corresponde

a la parte preparatoria que incluye:

Selección del modelo de la hélice a fundir. Especificaciones de diseño, elaboración de planos y construcción de la terraja, cajas de moldeo y demás accesorios necesarios.

La segunda etapa corresponde al trabajo experimental que abarca a su vez dos fases, la una comprende los ensayos preliminares cuyos objetivos son:

- a. Encontrar el radio generatriz.
- b. Ubicar la manzana y la chapa de terraja (en altura y angularmente).
- c. Encontrar la inclinación correcta de la terraja.
- d. Introducir correcciones y ajustes y,

La segunda fase se refiere ya a la aplicación práctica del proceso de moldeo con terraja.

El análisis económico establece que para la fabricación de hélices de variados tamaños y en cantidades limitadas el proceso de moldeo de hélices con terraja es más económico que el proceso de moldeo directo, tanto desde el punto de vista del fabricante por ser más barato (87% del costo con moldeo directo), como del cliente, por requerir un tiempo sustancialmente menor (46.6% del que requerirá hacerlo por el proceso de moldeo directo).

En cambio el "Proceso de moldeo Directo" es más económico y -rápido cuando se trata de la fabricación de hélices o de piezas en general, en serie y en grandes cantidades.

Del presente trabajo se concluye que:

El proceso cumple con exigencias técnicas del caso, en cuanto a acabado y tolerancias dimensionales de las piezas.

Es más económico que el convencional de moldeo directo.

Demanda menor tiempo de fabricación que los otros procesos - cuando se parte de los planos de la pieza.

Los costos que demandó la transferencia de tecnología son irrisorios, comparados con los costos de esta misma transferencia si se la hubiera logrado bajo forma de contrato o condiciones similares; por lo tanto, la inversión hecha está - más que justificada, debiendo considerarse que queda construída una herramienta especial muy útil y valiosa, que es la terraja.

La recomendación más importante es la de continuar utilizando el proceso de Terraja para la fundición de hélices y no - perder la invalorable experiencia adquirida en este primer - trabajo; además usar el proceso de terraja para la realización de toda clase de piezas que sean cuerpos de revolución,

pues ese es su principal uso, eliminando la necesidad de hacer modelos en un gran número de aplicaciones.

" PROCESO DE MOLDEO CON TERRAJA
PARA FABRICACION DE HELICES"

CAPITULO 1	PAGINA
INTRODUCCION	
1.1 Aspectos generales	1
1.2 Breve estudio de mercado de hélices	3
1.3 Industrias, talleres o similares de dicados a la producción de hélices.	12
 CAPITULO 2	
DISEÑO Y CONSTRUCCION DE HELICES	
2.1 Definiciones	15
2.2 Componentes y detalles de una hélice	16
2.3 Geometría de la hélice	19
2.4 Dibujo y construcción de hélices	22
2.5 Principales factores que influyen en el diseño de una hélice.	24
 CAPITULO 3	
PROCESOS DE MOLDEO APLICABLES A LA ELABORACION DE HELICES	
3.1 Moldeo directo	29
3.2 Moldeo con modelo perdido de poliuretano	30
3.3 Moldeo por terraja	31
3.3.1 Generalidades sobre herramienta	33

3.3.2 Consideraciones sobre el moldeo de hélices.	37
3.3.3 Marcha seguida en el moldeo de hélice	40
3.3.4 Tipos de arena, mezclas y otros materiales usados para el moldeo de hélices.	48

CAPITULO 4

ELABORACION DE HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS PARA EL PROCESO DE MOLDEO CON TERRAJA.

4.1 Selección del modelo	50
4.2 Trabajo preliminar	51
4.3 Planificación del trabajo	52
4.4 Especificaciones de diseño	
4.4.1 Hélice	54
4.4.2 Terraja	58
4.4.3 Cajas de moldeo	67

CAPITULO 5

TRABAJO EXPERIMENTAL

5.1 Ensayos Preliminares	73
5.2 Preparación de la caja inferior	91
5.3 Trazado de la caja inferior	93
5.4 Preparación de caja superior	107
5.5 Acoples finales, resanes y moldeo	109

CAPITULO 6

ANALISIS ECONOMICO	126
--------------------	-----

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	156
--------------------------------	-----

BIBLIOGRAFIA	159
--------------	-----

ANEXOS

"A" FICHA DE INVESTIGACION	162
----------------------------	-----

"B" PLANOS USADOS EN TRABAJO EXPERIMENTAL	165
---	-----

C A P I T U L O 1

C A P I T U L O 1

I N T R O D U C C I O N

1.1 ASPECTOS GENERALES

En los últimos diez años el Ecuador ha experimentado un cambio significativo para convertirse en un país en vías de desarrollo, esta transformación se debe principalmente a la disponibilidad de recursos económicos provenientes de la exportación del petróleo.

El gobierno ha definido, por un lado, las áreas estratégicas que le corresponde desarrollar y por otro, ha creado incentivos mediante la expedición de la "Ley de Protección Industrial y Artesanía", para el establecimiento de nuevas industrias por parte del sector privado, con el propósito de crear otros polos de desarrollo que eviten el congestionamiento de las grandes ciudades y se logre un crecimiento armónico de las mismas.

Este propósito de acelerar el desarrollo constituye un serio desafío para el hombre ecuatoriano y particularmente para quienes hemos incursionado en el campo de la Ingeniería, pues nos corresponde participar en forma activa en la transformación iniciada, para lograr que se establezcan las industrias necesarias y convenientes que entreguen productos garantiza -

dos y de calidad requerida. Esto asegurará la sustitución - de los importados y le permitirá al país con el tiempo, disminuir su grado de dependencia del exterior.

Entre los múltiples problemas en el área de metalurgia mecánica en nuestro medio, encontramos que la elaboración de piezas moldeadas para diferentes usos, se la realiza únicamente a base de modelos que son caros y demorados en su fabricación.

Particularmente en el campo de la industria naval existe una demanda de hélices de tamaños variados para buques pesqueros cuyo 48% es cubierto con producción de la industria nacional y el 52% restante mediante importación. Por éste último medio se satisfacen además, demandas de buques de guerra y de otras embarcaciones menores.

Vemos entonces que para el caso de la fabricación de hélices, hay necesidad de construir una gran variedad de modelos lo cual resulta antieconómico.

El modelo que normalmente se hace de madera, con el tiempo se deteriora (se tuerce y deforma) y se vuelve inservible, de modo que si no se funden nuevas hélices dentro de cierto período de tiempo, será necesario confeccionar un nuevo modelo.

Frente a esta situación hemos investigado sobre nuevos proce-

los posibles de utilizar y el de "Moldeo de Hélices con Terraja" aparece como la solución conveniente ya que no requiere de la elaboración de un modelo separado, sino que se lo obtiene en la misma tierra de moldeo, resultando más económico y más rápido - que el Proceso de "Moldeo Directo" actualmente usado.

El proceso no es nuevo en el mundo pero si en nuestro país en donde se lo aplica por primera vez. Su implementación incluye dos aspectos fundamentales, el uno consiste en lograr reproducir a satisfacción las formas y las características mecánicas del elemento propulsor y el otro, comprobar si es más económico en su aplicación.

Se demuestra a través del presente trabajo que el proceso de moldeo propuesto es realmente de menor costo que el tradicional en cuanto que se han considerado comparativamente los rubros de fabricación de los dos procesos. Además también se demuestra que hay un ahorro adicional por tiempo de fabricación.

1.2 BREVE ESTUDIO DE MERCADO DE HELICES

Generalidades

A continuación haremos un breve estudio de mercado con el objeto de establecer si existe una demanda de hélices de variados tamaños, que justifique el empleo del Proceso de moldeo con terraja para la fabricación de éstas.

El estudio se basa en un inventario anual (Archivo de la Dirección de la Marina Mercante y del Litoral e Informes y estudios varios existentes hasta la fecha), de las Flotas Ecuatorianas y un estimado hasta el año 1985.

De acuerdo a la experiencia acumulada en nuestro medio y considerando que la hélice de un buque es factible de repararse varias veces, se estima para ella una "Vida Util" de 10 años para las de buques pesqueros y mercantes y de 5 años para las de los buques de guerra, estableciéndose esa diferencia en vista de que las unidades navales, cumplen diversidad de operaciones que conllevan peligro.

Análisis de demandas

El análisis de demanda de hélices se realizará para buques Pesqueros Industriales, Navales, Cargueros y Tanqueros; a los pesqueros Artesanales no los tomaremos en cuenta para este análisis por corresponder a unidades menores con hélices más pequeñas. Los mencionaremos únicamente dentro de los buques pesqueros para establecer su clasificación.

Para el cálculo de demanda dividiremos el número de buques existentes o estimados para el número de años de "Vida Util".

Pesqueros

Actualmente existen 599 buques según Cuadro N° 1, que incluye Nacionalizados y en Arrendamiento, de los cuales distinguimos dos grupos:

Industriales : 452 tienen eslora mayor de 15 metros hasta -
50 y unos pocos llegan a 60.

Artesanales : 150 tienen eslora menor de 15 metros.

La proyección de los 452 pesqueros "Industriales" existentes - en 1980, llegará en 1985 como máximo a 500 unidades; este aumento poco significativo se debe a que el incremento será compensado en parte por los que saldrán fuera de servicio y al - hecho de que estos nuevos buques serán más grandes y por lo - tanto con mayor capacidad de bodega.

Del total de buques pesqueros Industriales, según Cuadro N° 2, se establece la siguiente demanda de hélices (h):

a. 1980 : 452 : 10 = 45 h/año

b. 1985 : 500 : 10 = 50 h/año

C U A D R O N° 1

BUQUES PESQUEROS EXISTENTES EN EL ECUADOR

MATRICULADOS EN EL AÑO 79-80

CONDICION Y UBICACION	E S L O R A S E N M E T R O S						TOTAL
	MENORES						
	DE 10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-50	
	ARTESANAL			INDUSTRIAL			
NACIONALIZADOS	1	1	2	3	13	1	21
ARRENDAMIENTO	-	-	6	5	-	-	11
GALAPAGOS	13	3	-	1	-	-	17
BAHIA DE CARAQUEZ	1	6	1	-	-	-	8
SALINAS	5	19	13	2	1	2	42
PUERTO BOLIVAR	4	4	5	8	-	-	21
MANTA	6	37	27	32	3	1	106
GUAYAQUIL	1	40	134	165	12	4	356
ESMERALDAS	-	6	5	5	1	-	17
TOTAL PARCIAL	31	116	193	221	30	8	599
TOTAL POR GRUPOS	147			4 5 2			599

DISTRIBUCION DE BUQUES POR ESLORAS

BUQUES	AÑO	ESLORAS (METROS)					TOTAL BUQUES
		15-20	20-30	30-40	40-50	50-110	50-150
PESQUEROS :	1930	193	221	30	8		452
	1985	200	230	50	20		500
NAVALES :		<u>0</u>			<u>50</u>		<u>150</u>
	1980		20			13	33
	1985		20			21	41
CARGUEROS :							
CADOTAJE	80-82					11	11
	1985					12	12
						<u>hasta 110</u>	
INTERNACIONAL	80-82					22	22
	1985					25	25
TANQUEROS :						<u>50</u>	<u>120</u>
						mayores	
CADOTAJE	80-81					15	15
	1985					<u>15(10)</u>	<u>15(10)</u>
INTERNACIONAL	80-81						7
	1985						7

Navales

Del total de unidades navales según Cuadro N° 2 se establece la siguiente demanda de hélices:

a.	1980	:	5	No tienen hélices	
			21	tienen 1 hélice	21
			1	tiene 2 hélices	2
			3	tienen 3 hélices	9
			<u>3</u>	tienen 4 hélices	<u>12</u>
			33		44.5 = 9 h/año

b.	1985	:	4	No tienen hélices	
			24	tienen 1 hélice	24
			1	tiene 2 hélices	2
			3	tienen 3 hélices	9
			<u>9</u>	tienen 4 hélices	<u>36</u>
			41		71.5 = 14 h/año

Cargueros

Del total de buques cargueros según Cuadro N° 1 se establece la siguiente demanda:

a.	1980 - 82	:	Cabotaje	11:10 = 1 h/año
			Internacional	22:10 = 2 h/año

b. 1985	:	Cabotaje	12:10 = 1 h/año
		Internacional	25:10 = 3 h/año

Tanqueros

Se prevee hasta 1985 que no habrá incremento de unidades, en todo caso es posible una disminución por la instalación de - poliductos en tierra para el caso de cabotaje.

Para Internacional no habrá incremento, pues la Refinería Estatal, irá absorbiendo la producción de crudo.

Del total de tanqueros según Cuadro N° 1 se establece la si - guiente demanda :

a. 1980 - 81	:	Cabotaje	15:10 = 2 h/año
		Internacional	7:10 = 1 h/año

b. 1985	:	Cabotaje	15:10 = 2 h/año
		Internacional	7:10 = 1 h/año

Con los valores de demanda obtenidos, confeccionamos el Cuadro N° 3 "Resumen de demanda de hélices, en el que incluimos valo - res en metros sobre diámetros de hélices correspondientes a - distintos rangos de esloras. Lo hemos hecho únicamente para - buques pesqueros por las razones que se indican a continuación:

C U A D R O 112 2

RESUMEN DE DEMANDA DE HELICES
CON RELACION A DIAMETROS Y ESLORAS

DIAMETRO DE HELICES EN METROS		1-1.6	1.6-2.2	2.2-2.7	2.7-3	DEMANDA TOTAL DE HELICES POR AÑO.
BUQUES	AÑO	ESLOPAS EN METROS				
		15-20	20-30	30-40	40-50	
PESQUEROS	1980	19	22	3	1	45
	1985	20	23	5	2	50
NAVALES	1980					9
	1985					14
CARGUEROS	1980					3
	1985					3
TANQUEROS	1980					3
	1985					3

Los tamaños de las hélices dependen principalmente de la Potencia (HP) del motor, de las revoluciones por minuto del eje y de la velocidad del buque, sucediendo en la práctica - que aunque muchos tienen el mismo tamaño del casco, o a veces más pequeño que otros, requieren de hélices más grandes.

Para el caso especial de las unidades navales, tanqueros y mercantes, no se pueden establecer tamaños de hélices para rangos de esloras; en el caso de los pesqueros hay una relativa normalización de los sistemas de propulsión, pudiendo hacerselo, manteniéndose de todas maneras, la variedad de portes requeridos en cada rango y en pequeñas cantidades.

Del análisis del Cuadro N° 3, se establece que existe para buques pesqueros una demanda anual, importante que va de 45 a 50 hélices desde 1980 a 1985,

A continuación aparece la demanda de hélices para los buques de la Armada que incorporará de 9 a 14 unidades anuales en el mismo período de tiempo de 5 años; el resto de las demandas son poco significativas y se las descarta.

En resumen, se establece un mercado con una demanda de hélices de varios tamaños y en cantidades limitadas para buques pesqueros y de guerra, lo que justifica la implementación del proceso de moldeo con terraja para la fabricación de éstas.

1.3 INDUSTRIAS, TALLERES O SIMILARES DEDICADOS A LA PRODUCCION DE HELICES.

Con el objeto de conocer como se satisface la demanda del mercado de hélices en lo que respecta a la fabricación de éstas en el área de Guayaquil, se llevó a cabo una investigación (habiéndose preparado el formato que consta en el Anexo A).

Los principales parámetros investigados se refieren a industrias existentes, experiencia, procesos de fabricación, materiales usados, tamaños y producción.

El sistema utilizado fue mediante entrevista directa. Los resultados se tabulan en el Cuadro N° 4 del cual se establecen las siguientes conclusiones:

- a. La forma de moldeo utilizada es en verde.
- b. El proceso de fabricación es directo por medio de modelos.
- c. Los tipos de arenas usados son del Río Guayas y Posorja.
- d. Los materiales usados son Cobre, Zinc y Aluminio, sin incluir otros básicos como Níquel, Manganeso, etc. para obtener las especificaciones de dureza, resistencia y más propiedades necesarias; tampoco se lleva un control de calidad aceptable, por lo mismo, el producto final deja mucho que desear.
- e. Analizando la experiencia diremos que aunque hay Indus -

CUATRO RESUMEN DE INDUSTRIAS O TALLERES QUE HAN PARTICIPADO

EN LA PRODUCCION DE HELICES

No.	EMPRESA, TALLER, ETC.	EXPERIENCIA EN FUNDICION DE HELICES	FORMA DE MOLDEO	PROCESO FABRICACION	ARENAS USADAS	METALES USADOS	TAMAÑO Y APLICACION	PRODUCCION ACTUAL
1	Astilleros Navales Ecuatorianos.	20 años	En verde	Directo	Río Guayas Posorja	CU-Zn-Al	Hasta 1.5 m de - Ø para varias clases de buques	Ocasional
2	Fundición "Acuña"	10 años	En verde	Directo	Río Guayas Posorja	CU 90% Al 2% Estaño 5%	Hasta 60 cm de Ø para lanchas y - botes a motor fñe- ra de borda.	Ocasional
3	Fundición Fundiciones Metálicas "Guayaquil"	Ninguna	-----	-----	Posorja	-----	-----	-----
4	Taller de Fundición "San José"	Mínima	En verde	Directo	Río Guayas	Hierro (Castarra)	Pequeños	En fundido 2 o 3 helices en los 12 a- ños.
5	Cevallos Talleres Unidos	20 años	En verde	Directo	Río Guayas	CU-Zn-Al Acero.	Todos los tama- ños hasta 1.4 m de diámetro.	De 10 a 20 .

trias o Talleres con 10 y 20 años de establecidos, pero prácticamente existe una sólo que tiene experiencia aceptable en la fabricación de hélices y una producción importante

- f. En ella la producción de hélices llega a 20 unidades anuales como máximo y con diámetros de hasta 1.5 metros. Comparando con los datos del Cuadro N° 3, podemos decir que se está cubriendo la demanda de hélices para buques pesqueros con esloras de 15 a 20 metros.

Como resumen general del estudio de mercado y la investigación sobre industrias y talleres, se establece que existe un mercado satisfecho del 42% que corresponde a la demanda de hélices de variados tamaños y en cantidades limitadas, para buques pesqueros, quedando un 58% que se cubre obligatoriamente a través de las importaciones. De la misma forma anotada se satisface la demanda de hélices de unidades navales y de otras embarcaciones menores.

Por otro lado diremos, que no existe la tecnificación apropiada que permite entregar al mercado un producto garantizado.

C A P I T U L O 2

C A P I T U L O 2

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE HELICES

Para poder entrar en la fase práctica o de aplicación del método o proceso de Terraja para moldeo de hélices, es necesario conocer los aspectos principales que se refieren al diseño y construcción de éstas. Esto nos ayudará a visualizar las consideraciones que se hacen para lograr la reproducción de las características de la hélice que vamos a fundir.

2.1 DEFINICIONES

Antes de exponer nuestro concepto de hélices daremos a conocer algunas definiciones de diccionarios, libros y textos como se indica a continuación.

"En Geometría: Línea trazada sobre un cilindro cuyas generatrices cortan según un ángulo constante".

"Dispositivo que transforma el movimiento giratorio en rectilíneo constante, similarmente como define la Física al tornillo, ya que la hélice viene a ser una variante de éste".

"En Mecánica: Organo de propulsión de naves y aeronaves; en

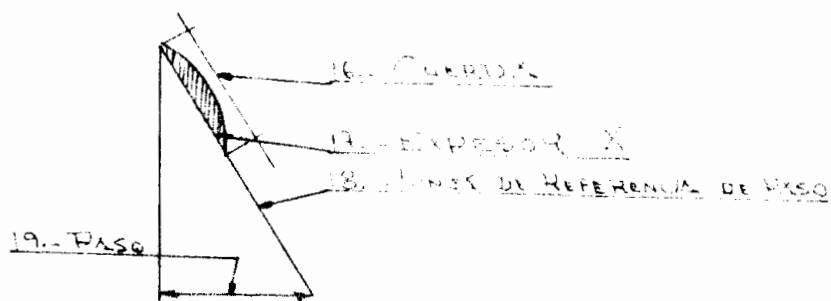
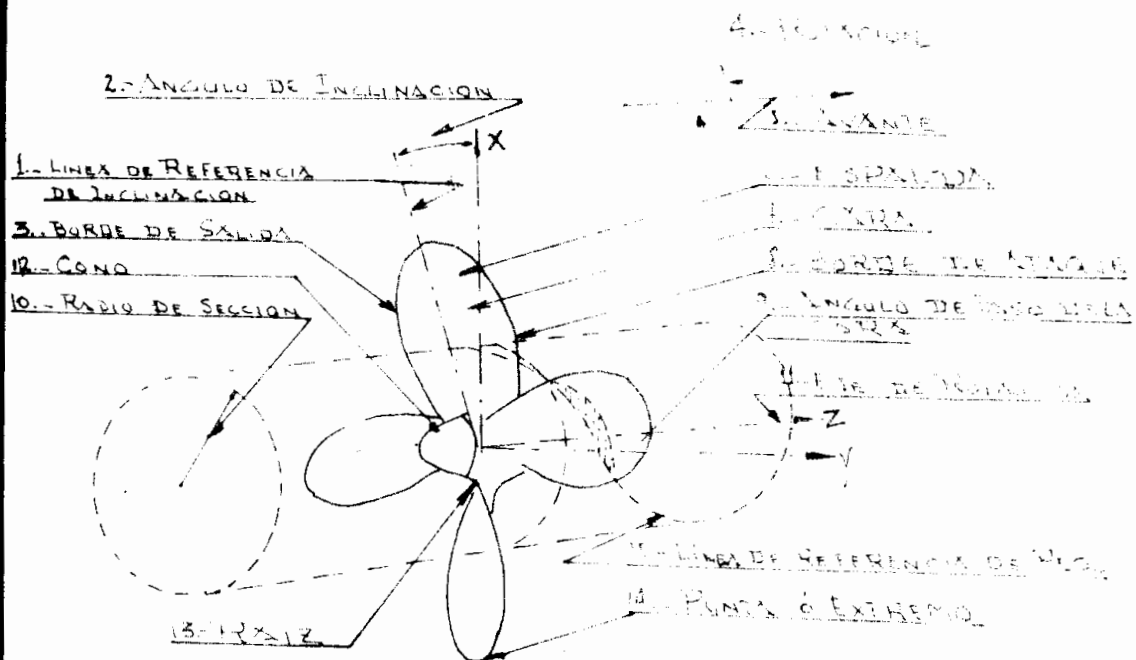
algunos tipos de aparatos aéreos, tienen también la función de suspensión".

Para el caso de un buque y resumiendo el concepto podemos - decir que la hélice es un dispositivo que transforma el movimiento giratorio del eje propulsor en rectilíneo constante, convirtiendo la mayor parte de la potencia del motor en fuerza de empuje para propulsar el buque.

La hélice, como el tornillo se enrosca en la tuerca, pero se atornilla en un medio fluído y de poca resistencia, por lo que en cada giro no avanza el paso medio geométrico que le corresponde sino una medida menor llamada Avance. La relación entre Paso y Avance por vuelta se llama Retroceso y su valor cuando se trata de hélices que trabajan en un medio fluído, es del 25% del Paso geométrico. Cuando el medio en el que actúan es el aire, el Retroceso está en valores del 30 al 35% del Paso Geométrico.

2.2 COMPONENTES Y DETALLES DE UNA HELICE

En las Figuras N° 1 y 1A, encontramos los componentes y detalles de una hélice marina similar a la que fundiremos probando el proceso de Moldeo con Terraja; un alto porcentaje de los términos indicados, se comprenden fácilmente por sí solos observando las figuras nombradas; del resto de términos los principales serán definidos en el numeral 2.4.



20.- SECCION DESARROLLADA

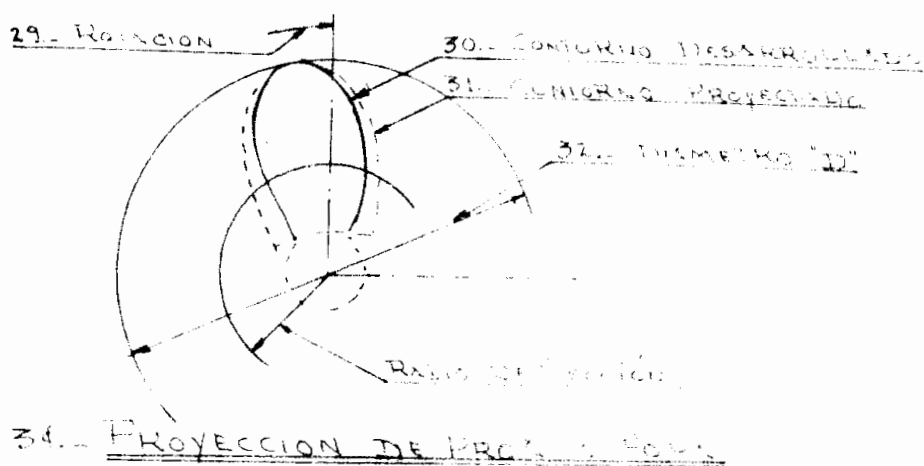


Fig. N° 1

Detalles de una Helice

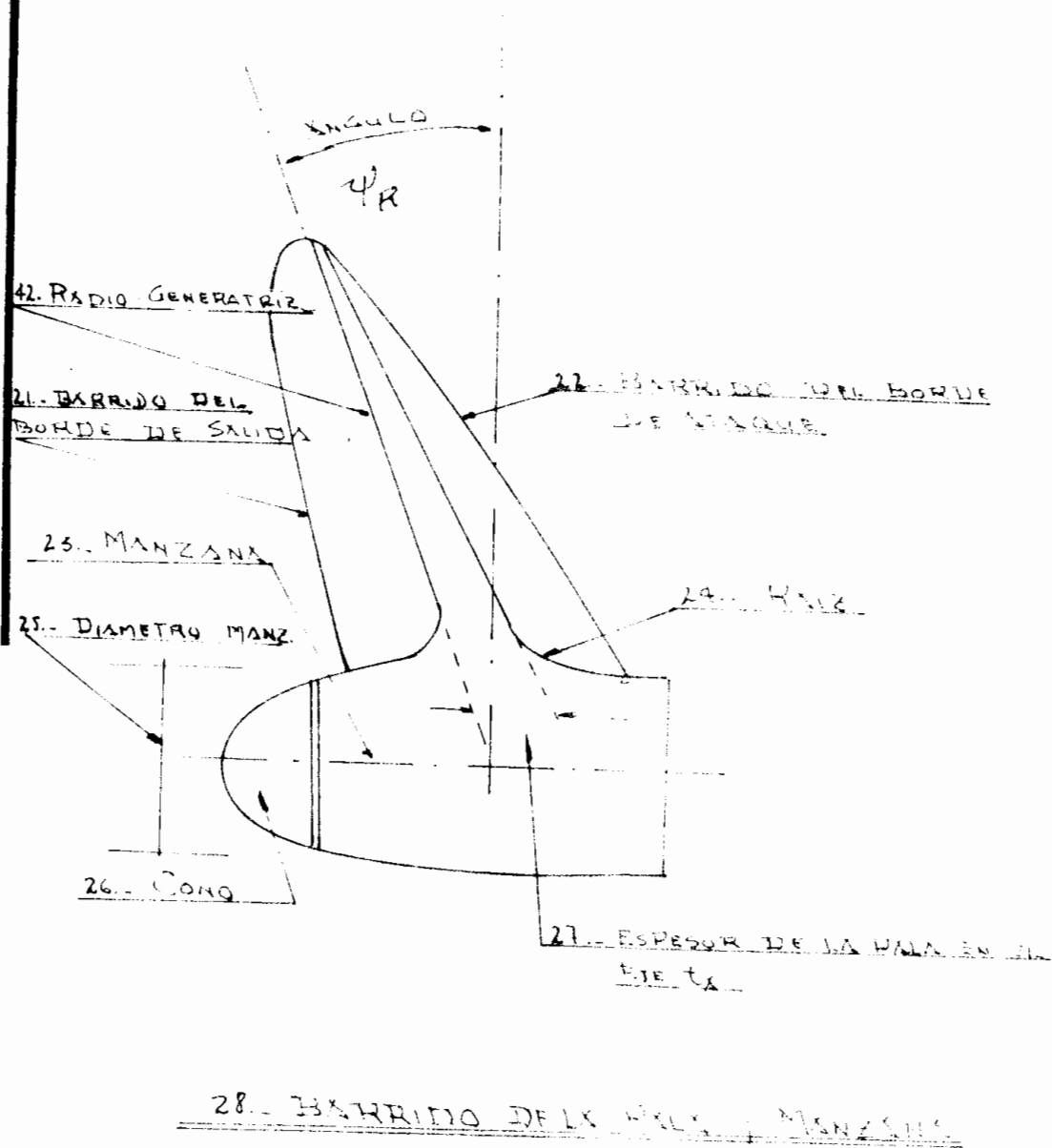


Fig. N° 1A

Detalles de una Helice

2.3 GEOMETRIA DE LA HELICE

La hélice está definida por sus dimensiones principales que son: El Diámetro y el Paso.

Paso

Se denomina así, a la distancia vertical AA, Fig. N° 2 que recorre el punto generatríz A al dar una revolución completa.

Antes de establecer una clasificación según el Paso, entremos a definir el término "Radio Generatríz" pues lo utilizaremos posteriormente.

Radio Generatríz

Es la línea que genera la forma de la pala en el sentido radial y que deberá colocarse en la terraja propiamente dicha o bandera. Constituye el factor fundamental que nos permitirá obtener la forma de la parte inferior de la pala que debemos reproducir con el terrajado.

En la práctica, se ha comprobado que es más conveniente hacer el radio generatríz como una recta inclinada o una línea curva o mixta, como se ve en la Fig. N° 3, en lugar de una recta normal al eje.

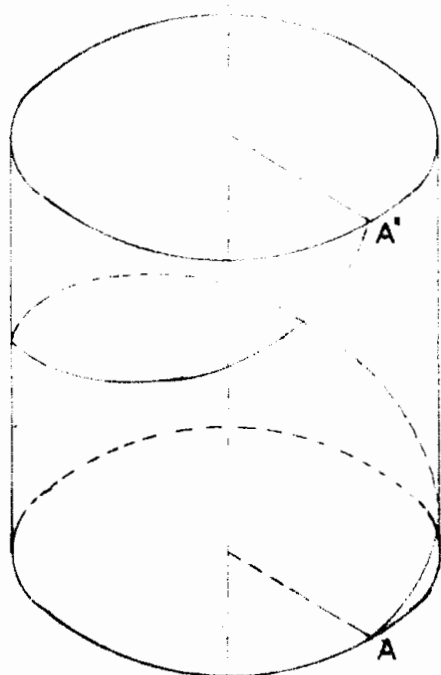


Fig. N° 2

Paso de una Helice

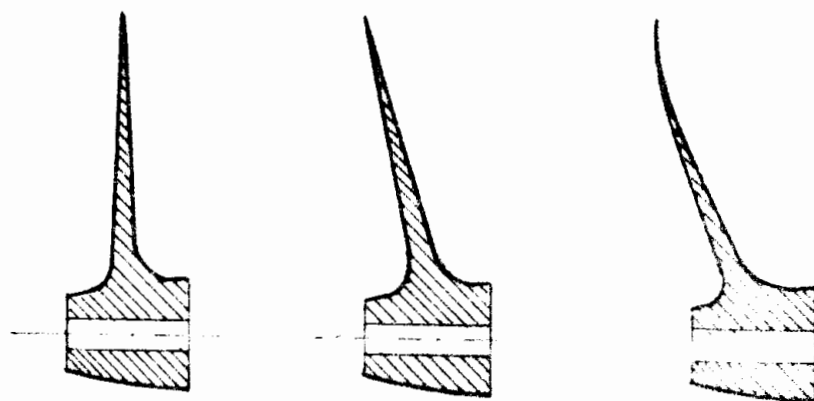


Fig. N° 3

Inclinacion de Radio Generatriz

En cuanto al Paso de la hélice, existen varios criterios de clasificación y nosotros estableceremos uno que está de acuerdo con la experiencia y costumbre en nuestro medio y es el siguiente:

- a. Paso Constante
- b. Paso Variable
- c. Paso Variado

- a. Se denominan hélices de Paso Constante, aquellas en que todos los puntos del radio generatriz se desplazan a distancias proporcionalmente iguales en una revolución.
- b. Hélices de Paso Variable, son aquellas en que el ángulo de inclinación de las palas, puede ser variado, manual o mecánicamente dentro de ciertos límites.
- c. Hélices de Paso Variado, son aquellas en que los puntos del radio generatriz se desplazan a distancias proporcionalmente desiguales en una revolución.

Diámetro

Se llama Diámetro de una hélice, al equivalente de la circunferencia descrita por el eje de la pala.

La hélice o línea helicoidal ideal es entonces la línea re

sultante de la composición de dos movimientos que podemos visualizar en la Fig. N° 2: rotación de un punto alrededor de un eje O-O' a una velocidad uniforme y traslación paralela a dicho eje y con velocidad también uniforme.

2.4 DIBUJO Y CONSTRUCCION DE HELICES

Dentro del diseño y construcción de una hélice, debemos - considerar los siguientes parámetros, además del diámetro y del Paso, algunos de los cuales constan en las Figuras N° 1 y 1A.

- a. Número de palas
- b. Sentido de giro dextrorso o sinextrorso
- c. Manzana o núcleo central
- d. Espesor
- e. Radio Generatriz
- f. Inclinación y Oblicuidad

A continuación se indican las definiciones de los parámetros enunciados y que no se explican por sí solos.

Espesor

En cuanto al espesor diremos, que debe ser de tal magnitud - que resista los esfuerzos a los que estarán sometidas las palas de la hélice; como el esfuerzo no es el mismo a lo largo

de toda la pala, sino que es mayor en la raíz y va disminuyendo conforme avanza hacia el extremo, entonces el espesor variará también en forma proporcional al esfuerzo, dando como resultado una pala que es más gruesa en la raíz y más delgada en el extremo. Se obtiene así, secciones transversales en forma lobular aerodinámica, que la hacen más eficiente.

Inclinación y Oblicuidad

Es usual, que en los buques que tienen una sólo hélice, ésta sea inclinada y la inclinación se tome con relación a la línea normal del eje de rotación; las hélices cuyas palas son inclinadas, generalmente presentan oblicuidad (skew).

Para propósitos de cálculos de esfuerzos de una pala, se dice que tiene oblicuidad si los centros de gravedad de sus secciones transversales, no se encuentran en un plano normal con relación al eje de rotación.

Para clarificar el término oblicuidad, imaginemos la pala de una hélice vista lateralmente como en la Vista A del plano N° 1 (Anexo B), la inclinación es hacia la derecha o hacia la izquierda y la oblicuidad es en dirección hacia adentro o hacia afuera del papel.

El objeto de hacer que una pala, además de inclinada sea oblicua es el de reducir las vibraciones que produce ésta al

pasar a través de regiones de amplia variación de estela, en la abertura de la popa del buque.

Incluimos adicionalmente definiciones de otros parámetros que serán de utilidad en nuestro trabajo y que constan en la Fig. N° 1.

Contorno Desarrollado

Es el correspondiente al área desarrollada A_D que es el área total aproximada (de todas las palas) despreciando la inclinación. Está comprendida entre el contorno de la pala y la línea de intercepción en la manzana, (conside - rando que no hay curvatura en la raíz).

Contorno Proyectado

Es el correspondiente al área proyectada A_p que es el área (de todas las palas) proyectada sobre un plano normal al eje de rotación (el plano X o Y) incluida entre el con - torno de la pala y la línea de intercepción en la manzana considerando que no hay curvatura en la raíz.

2.5 PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DISEÑO DE UNA HELICE.

a. Datos requeridos para el diseño de una hélice.

Tipos de casco, tamaño y forma, velocidad, resistencia, detalles de la popa.

Tipo de máquina, potencia, velocidad del eje (o rango de velocidad del eje).

Estipulaciones (si hay alguna) como por ejemplo: restricciones en el tamaño de la hélice, número de palas, especificaciones de materiales usados.

b. Aspectos considerados en el diseño.

Estimado preliminar sobre propulsión, factores de propulsión, eficiencia de la hélice, chequeo de los datos de poder y resistencia.

Características detalladas de las hélices, tipo, número de palas, forma de las palas, distribución de estela y variación relacionada con el Paso.

Cálculos estimados de funcionamiento y propulsión.

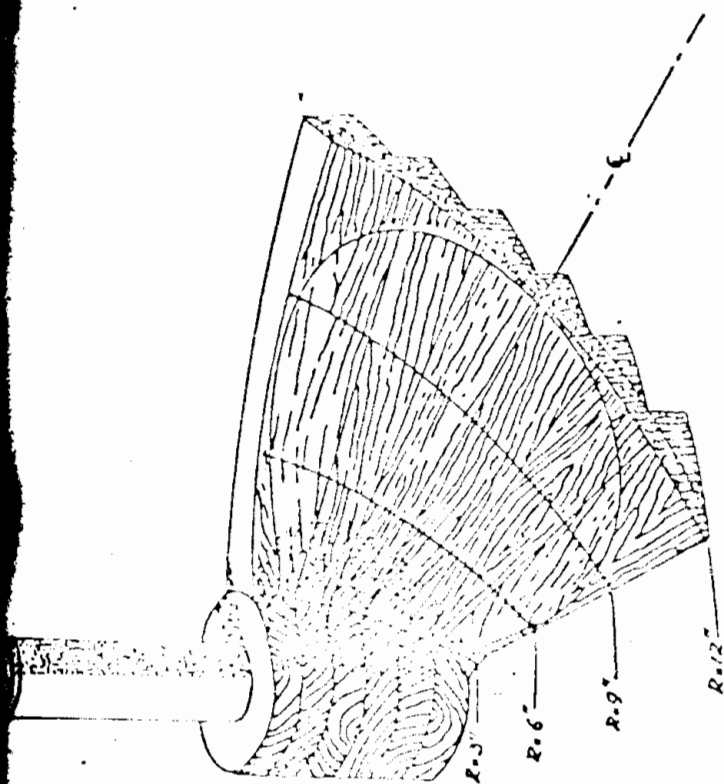
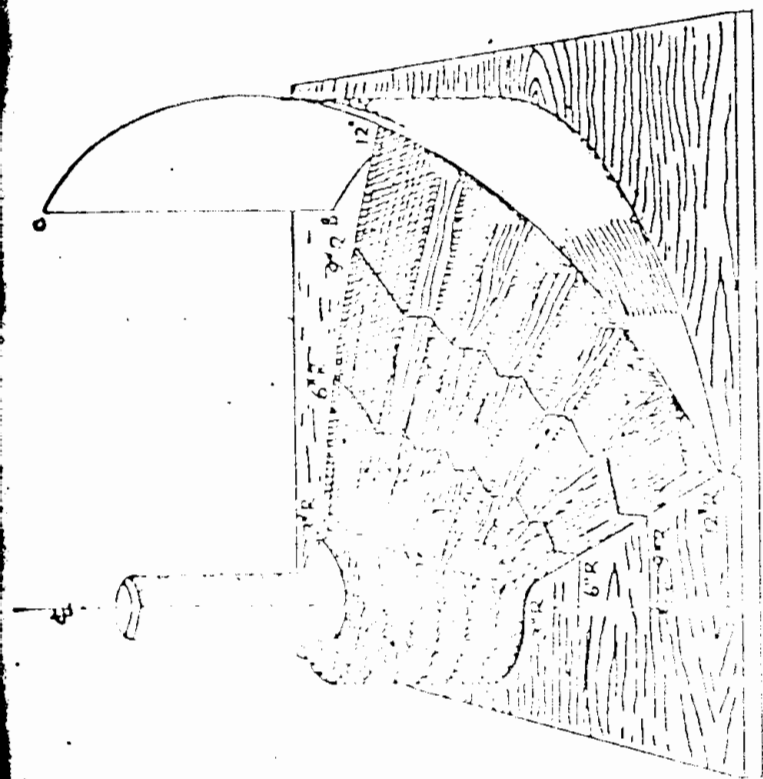
Comparación con otros aparatos de propulsión. Estimado de datos de propulsión dentro de un rango de condiciones de operación.

c. Documentación entregada por el diseñador.

Particularidades de la hélice, planos desarrollados, - estimado de peso y momento de inercia, estimado de comportamiento de la hélice y estimado de la propulsión.

Finalmente incluimos a continuación dos gráficos adi -

cionales que nos permiten visualizar la secuencia del desarrollo de una hélice, Figuras N° 4 y 5.



FORMACION DE LA CARA DE SUCCION

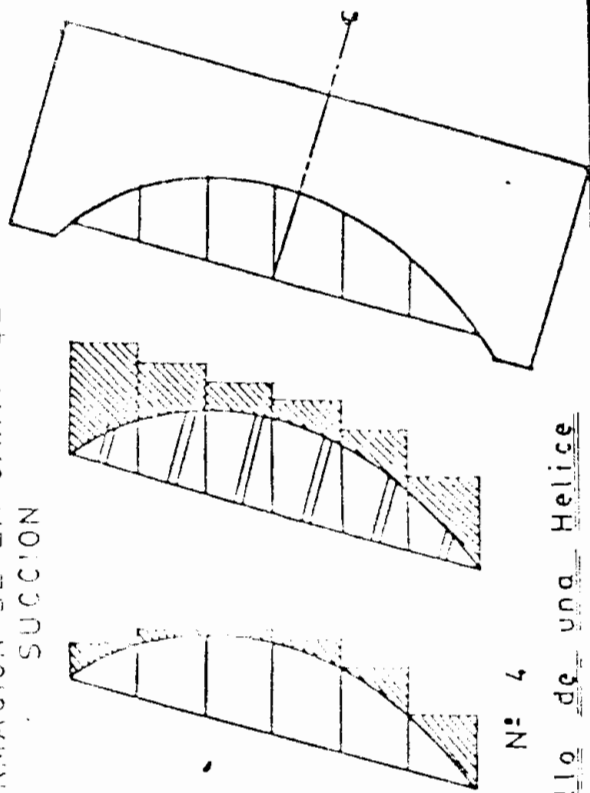
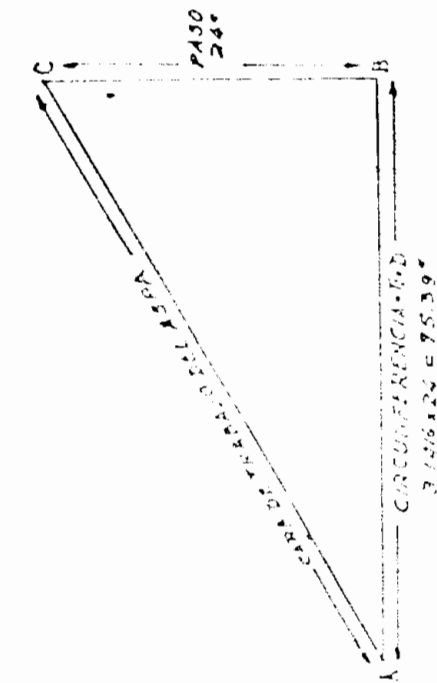


Fig. N° 4
Secuencia del Desarrollo de una Helice

C A P I T U L O 3

PROCESOS DE MOLDEO APLICABLES A LA FABRICACION DE HELICES

Entramos a conocer en este capítulo los procesos de moldeo aplicables a la elaboración de hélices dentro de las cuales se encuentra el de Terraja, analizando la conveniencia de su aplicación procedemos a describir la Terraja y sus componentes; se transcribe un proceso de moldeo que se toma como ejemplo para la realización del trabajo y se analizan las posibilidades de materiales que se podrán utilizar.

Los procesos de moldeo aplicables a la fabricación de hélices son los siguientes: Moldeo Directo, Moldeo con modelo perdido de Poliuretano y Terraja.

1 MOLDEO DIRECTO

Es aquel que utiliza directamente la hélice o un modelo fabricado en madera, en cualquier metal, yeso, plástico u otros materiales convenientes para obtener el molde.

Ventajas

- a. Cuando se dispone de una hélice de repuesto, no se requiere confeccionar modelo para hacer otras. La fundición de la nueva resulta en este caso más rápido.
- b. Los costos de inversión al disponer de la hélice inclu-

yen únicamente la fundición de la misma y su acabado, resultando por lo mismo más barata.

- c. Es conveniente y económico el uso de modelos cuando se van a fundir piezas en serie y en gran cantidad.

Desventajas

- a. Cuando no se dispone de una hélice es necesario fabricar un modelo en madera que es caro y demorada su confección.
- b. Si el modelo de madera no se vuelve a usar dentro de mucho tiempo, se deforma y se daña. Si se desea tener un modelo permanente, se debe fundir uno de metal a base del modelo de madera, lo que hace subir aún más los costos de fabricación.
- c. Mientras más grandes sean las piezas a moldear más difícil y cara resulta la confección del modelo.
- d. Mientras más grande sea el modelo a utilizar es más difícil su manipulación.

3.2 MOLDEO CON MODELO PERDIDO DE POLIURETANO

Es una variedad del moldeo directo y consiste en la elaboración de un modelo de poliuretano con la circunstancia especial de que el modelo no se lo retira una vez logrado el molde sino que se lo deja en sitio, siendo destruido por la colada el momento de fundir la hélice. Para obtener los mo

delos en plástico se utiliza una máquina que los produce en serie.

Ventajas

- a. Como no es necesario separar las cajas para retirar el modelo, se logra un buen acabado y dimensiones exactas de la hélice.
- b. El tiempo necesario para la producción de los modelos - es mínimo.
- c. Existe una reducción en el tiempo, necesario para la fundición de las piezas.
- d. Mientras más piezas en serie se fabriquen y en mayor - cantidad, es más económico.

Desventajas

- a. El material utilizado para los modelos es caro.
- b. El modelo sirve para ser utilizado una sólo vez.
- c. Resulta antieconómico su empleo para la fabricación de - hélices en cantidades limitadas.
- d. El requerir de una máquina para hacer modelos involucra gran inversión inicial.

3.3 MOLDEO POR TERRAJA

Este tipo de moldeo constituye una variación substancial y -

significativa de los otros métodos, ya que no requiere la confección de un modelo; el molde se lo elabora en la misma tierra de moldeo con una herramienta especial llamada - "Terraaja".

Ventajas

- a. No requiere de la fabricación de un modelo.
- b. El tiempo total necesario para moldeo y fundición de la hélice es menor.
- c. El empleo del proceso es más económico para moldeo de - piezas en cantidades limitadas.

Desventajas

- a. No es conveniente cuando se trata de la fabricación de piezas en serie.
- b. Requiere de mayor supervisión técnica.

Al analizar las ventajas y desventajas de los procesos nombrados se establece que: cuando se dispone de una hélice - de repuesto, el proceso de moldeo directo es el más conveniente y económico de todos porque no necesitamos fabricar ningún modelo; pero en la práctica sucede que esto no es - lo usual, sino que se deben fabricar las piezas a base de un plano.

Para la fabricación de gran cantidad de piezas en serie, - el proceso de moldeo directo con modelo perdido de poliuretano, es más aplicable que el directo que utiliza modelos fabricados de otros materiales, porque aunque tiene un costo inicial mayor, el tiempo menor requerido para la fundición de hélices, permite fabricar mayor número de unidades y además por la precisión de las dimensiones de las piezas que se logra y el buen acabado de éstas, los tiempos requeridos para el maquinado y pulido final, son menores, lo - que hace que éste tenga menos costos de fabricación.

Cuando se trata de la fabricación de hélices de diferentes tamaños y en cantidades limitadas, el proceso de moldeo - con terraja es más conveniente que los otros dos por las - ventajas previamente anotadas.

Por lo expuesto y considerando la problemática local expuesta en el primer capítulo se selecciona el proceso de moldeo con terraja que fácilmente puede implementarse en la producción de talleres artesanales y empresas de carácter industrial y suplir el déficit que existe en la oferta de estos artículos de vital importancia para el normal desenvolvi- miento de la actividad pesquera.

.3.1 Generalidades sobre la Herramienta

La palabra Terraja está definida en el Diccionario como si-

que: "Pieza de madera o metal recortada con la forma de una moldura que se desliza sobre el yeso o estuco húmedo para hacer esa moldura".

El Terrajado entonces, consiste en el raspado que se hace en la tierra de moldeo por medio de la terraja para dar la forma del cuerpo que queremos desarrollar.

La terraja es la herramienta que lleva el perfil generatriz que al girar desarrolla el cuerpo en el espacio, por lo mismo, sirve para moldear toda clase de cuerpos que sean producto de revolución, es decir, que su aplicación es muy amplia y extensa y que el moldeo de hélices constituye sólo una parte, pero eso sí, la más difícil de su aplicación.

En el ambiente de la fundición se conoce que la terraja está constituida por los componentes que se detallan a continuación y que también se ubican claramente en la Fig. N° 6: Base o Rangua, Arbol de Terraja, Collarín, Abanico y Terraja - propiamente dicha o Bandera.

La Base o Rangua se acopla al árbol de terraja y tiene la función de soportar la terraja y sus componentes; normalmente va enterrada en el suelo y con la entrada del árbol un poco más baja del nivel del piso.

El Arbol de Terraja Es un eje con conicidad en uno de sus -

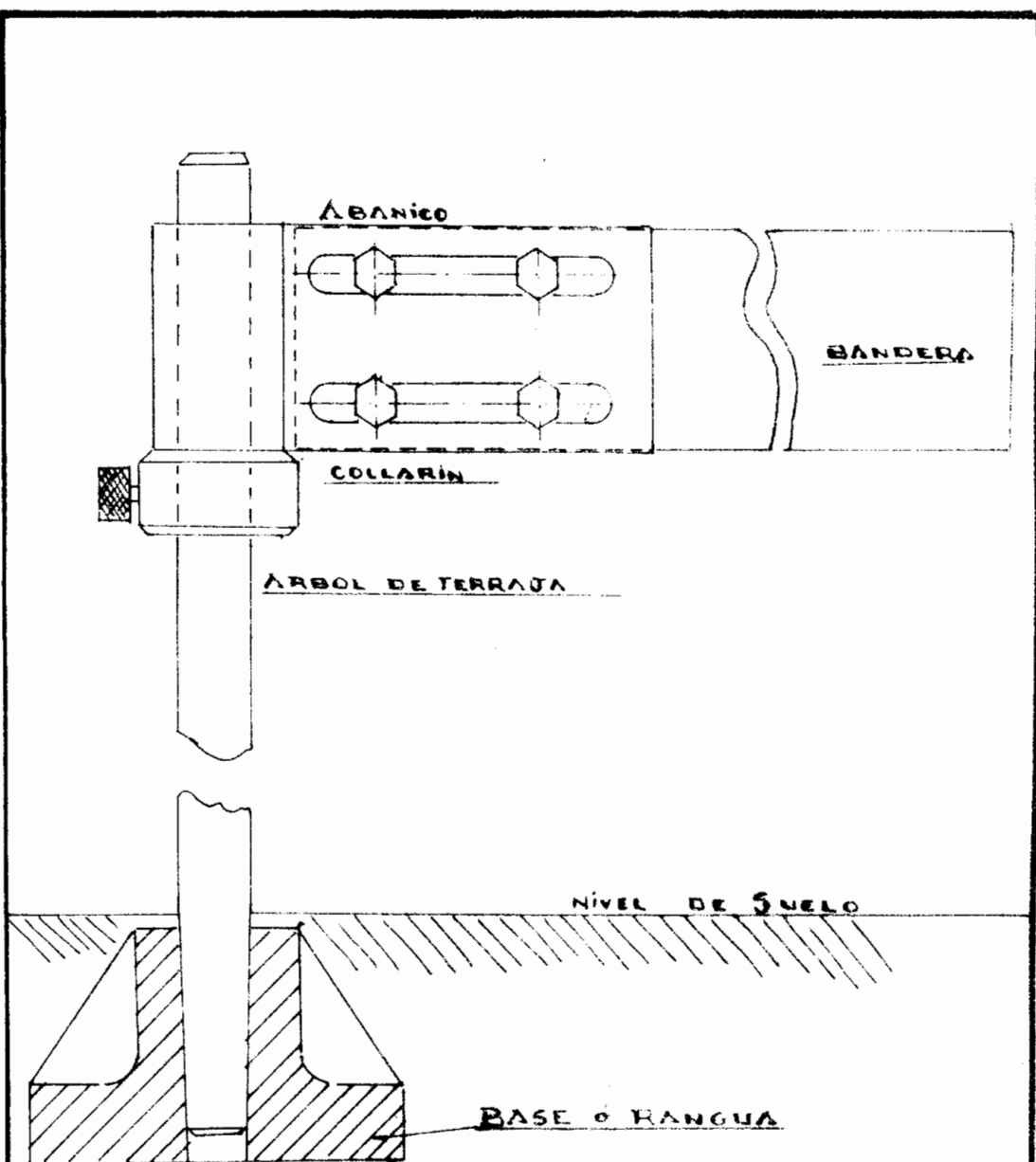


Fig N° 6

Terra ja

extremos que sirve para acoplarse a la base. Sus dimensiones varían según el tamaño de la pieza a moldear y la característica principal es de que el árbol no debe flexar en el trabajo de terrajado.

El Collarín Es un bocín de diámetro del mismo orden del diámetro del árbol, con una pequeña fuga para su fácil deslizamiento en éste y provisto de un tornillo para fijarse en cualquier posición. Sirve para soportar el abanico y la bandera.

El Abanico Es un soporte cilíndrico con una aleta, se aloja en el árbol y gira libremente apoyándose en el collarín; en él se asegura la terraja.

La Terraja Se acopla al abanico mediante pernos y es el componente más importante de la herramienta, ya que lleva el perfil generatriz del cuerpo a desarrollar, en el espacio, siendo el componente que efectivamente realiza el trabajo de moldeo; para comprender su importancia vamos a indicar sus características de construcción y, a mostrar su aplicación.

Básicamente la terraja es una pieza de madera que va asegurada al abanico en forma horizontal.

De acuerdo a la información disponible se conoce que el material normalmente usado para hacer la terraja es la madera de pino, pero en nuestro medio disponemos de otras equivalentes

como el laurel, el roble, el cedro de castilla o la cedrela.

El modelista no necesita hacer el acabado en todo el espesor correspondiente al borde de la madera que lleva el perfil generatriz, sino que es suficiente con unos 4 o 5 mm, Fig. N°

7. El resto del canto termina en forma inclinada para dar salida al sobrante de arena; para proteger el canto de corte debe llevar una platina de acero.

La amplia y variada aplicación de la terraja, podemos visualizarla al observar la Fig. N° 8 que es una pieza de un volante de inercia; para este caso, hacemos la terraja lo suficientemente ancha para poder introducir, por un lado el perfil exterior del cuerpo y por otro, el perfil interior como se muestra en la Fig. N° 9; una vez terrajado un perfil, se vira la terraja y se procede con el otro.

Cuando la pieza a desarrollar está provista de partes que no son de revolución completa, se preparan los apliques sueltos y se los estampará en el lugar correspondiente.

2 Consideraciones sobre el moldeo de hélices

A continuación vamos a presentar un resumen del proceso de moldeo a terraja de una hélice de cuatro palas de 2.450 mm de diámetro y realizada en la firma, talleres "La Industrio-

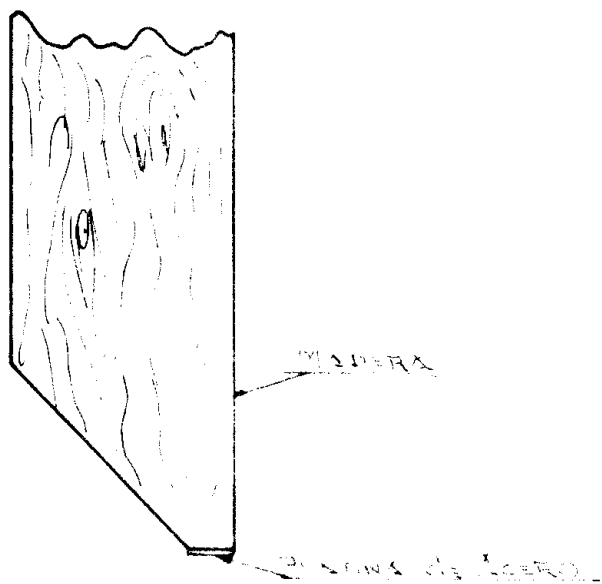


Fig. N° 7
Terraja o Bandera

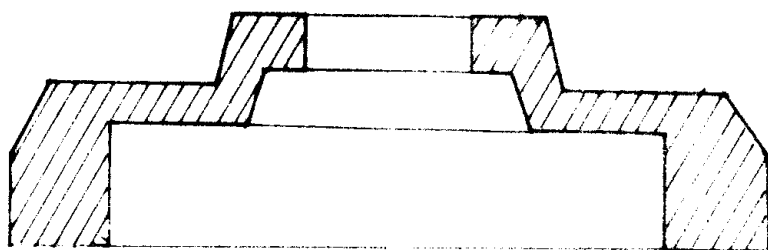


Fig. N° 8
Volante de Inercia

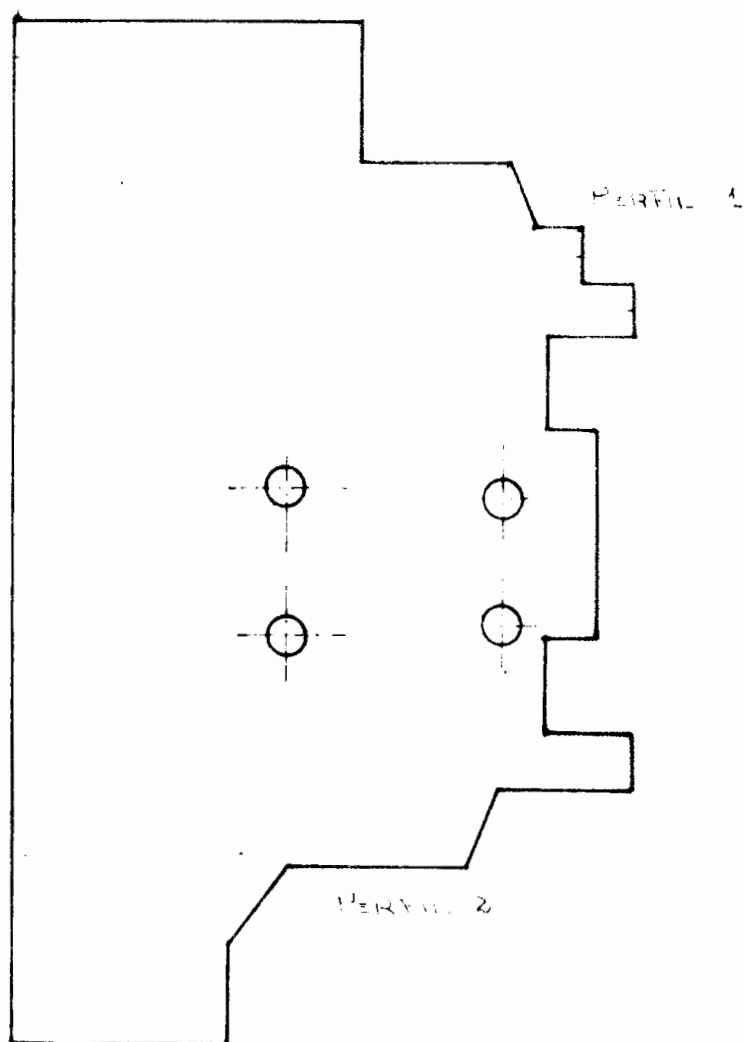


Fig. N° 9

Terraja para Volante de Inecia.

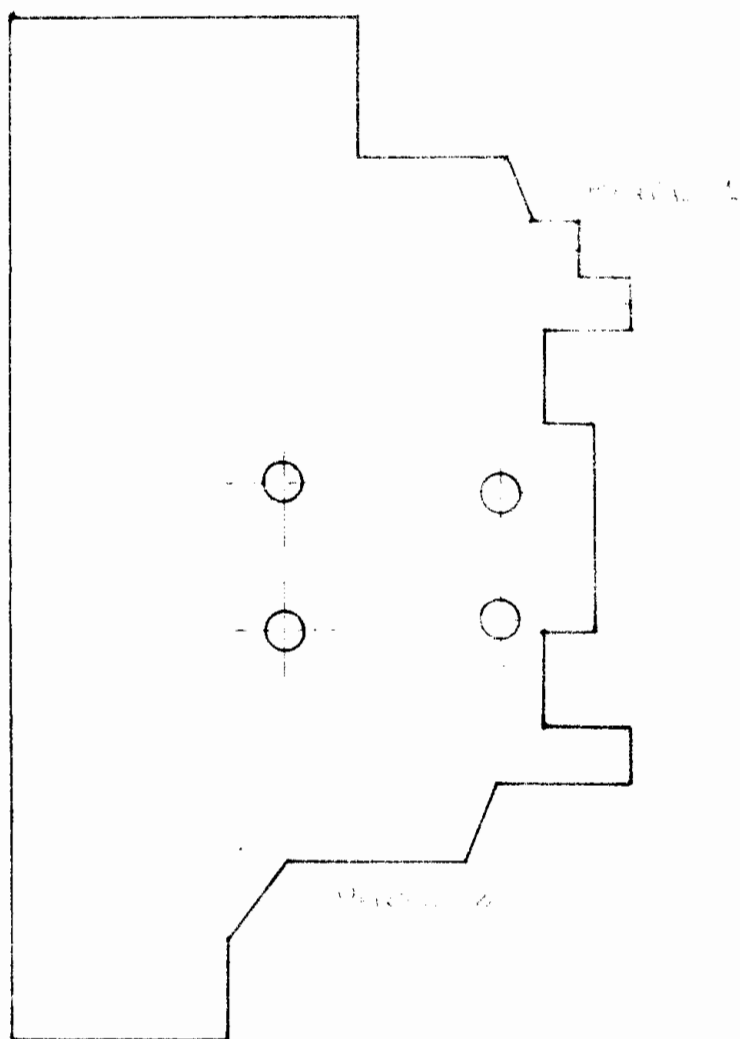


Fig. N° 9

Terraja para Volante de Inecia.

sa" de Vigo (España), que servirá de guía para aplicación en nuestro trabajo.

Sintetizamos únicamente la parte pertinente hasta la obtención del molde en la tierra de moldeo.

- a. Para reproducir la hélice en sus dimensiones exactas, es necesario trazar el contorno de la misma sobre tierra terrajada, dándole un porcentaje apropiado de incremento para compensar la contracción del material.
- b. Con el diámetro y el paso de la hélice se procede a diseñar la chapa de terraja que está constituida por un número de triángulos rectángulos que depende del número de palas que tenga la hélice.

Los triángulos se graban y se cortan en una chapa cuya longitud está dada por πD y el cateto vertical que da el Paso (P) de la hélice tiene un valor de $P/4$, ver Fig. N° 10.

Las chapas de terraja deben construirse en un diámetro de 60 a 100 mm mayor que el de la hélice.

Marcha seguida en el moldeo de la hélice

Preparación del Foso

- a. Se abre el foso de colada añadiendo el 1% al diámetro de

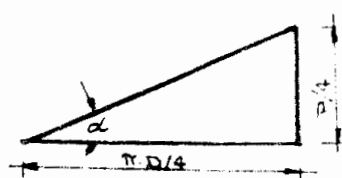
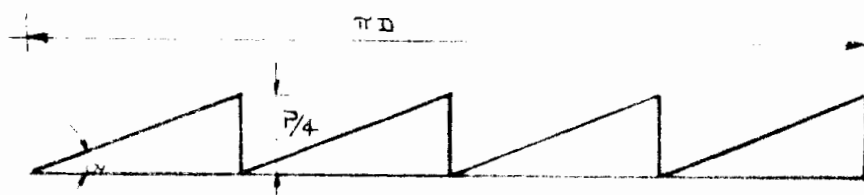


Fig. N° 10

Chapa de terraja

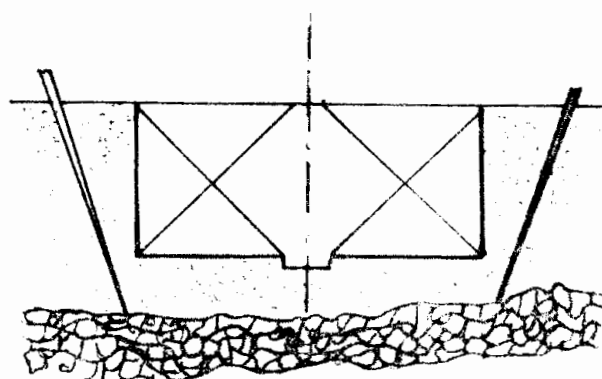


Fig. N° 11

Foso

la hélice y se coloca la chapa de terraja. El foso es -
preparado, (Fig. N° 11) teniendo el cuidado de asegurar
la evacuación de los gases, colocándose para tal efecto
una base de coque con tubos de salida de gases.

- b. Debidamente centrada en el foso, se coloca la base de la
terraja (Fig. N° 12) en la que se aloja el árbol, éste -
debe tener un diámetro apropiado para que no vibre.
- c. La terraja lleva unas marcas que corresponden a los dis-
tintos radios de la pala; las cuales tienen la función -
de imprimir los radios en la tierra al momento de hacer
el terrajado, para que posteriormente puedan ser coloca-
dos los espesores de las aspas de la hélice. (Fig. N° -
12).

Preparación del Molde

- a. Previa a la preparación del molde es importante comprobar
que exista una nivelación correcta, de modo que el árbol
de terraja quede vertical y el radio perfectamente horizon-
tal.
- b. A continuación se colocan tablas verticales alrededor de -
lo que va a ser la pala y se ataca Arena Base o de Relleno
de las siguientes características:

Arena de Sílice	90 %
Bentonita	6 %
Polvo de Hulla	4 %
Agua sobre el total	5 %

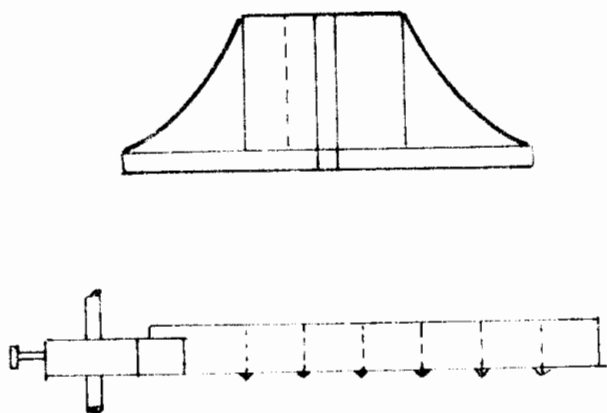


Fig. N° 12

Base o Rangua y Terraja

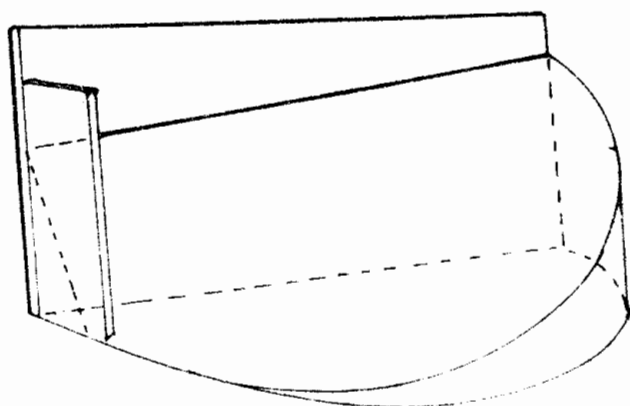


Fig. N° 13

Preparacion de Pala para Atacar
Arena

Luego se apisona fuertemente y se pasa la terraja apoyada en la orilla dentada de la chapa (Fig. N° 13). Seguida - mente se ataca con la mano Arena de Contacto de las si - guientes características:

Arena de Sílice	90%
Cemento Portland	10%
Agua sobre total	7%

- c. Se forma una capa apropiada y se continúa pasando la terraja hasta apoyar en los dientes de chapa, procediendo a alisar con la paleta y luego se deja fraguar.

Una vez endurecida la arena de contacto se pasa la terraja con puntas de alambre colocadas para marcar los radios y el eje que posicionaran los sitios donde se alojarán los espesores. Comprobamos con un compás de puntas, si las distancias entre puntos homólogos son iguales, (Fig. N° 14) para hacer cualquier corrección oportunamente; se coloca luego el modelo del núcleo de la hélice que tiene una línea circular de la cual partirá una de las cuatro generatrices.

- d. Se colocan los espesores, asegurándolos con clavos para que no se muevan sus medidas, son tomadas éstas del diseño y se hacen de plomo para que puedan curvarse con facilidad y coincidan con los radios trazados por las puntas de la terraja; en el último espesor y a 90 grados en la parte del centro, se coloca una punta que marcará la dis-

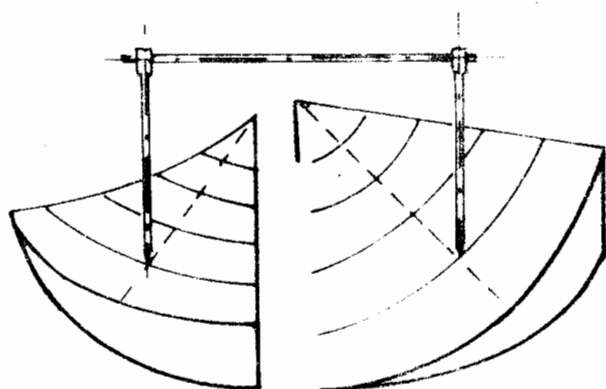


Fig. N°14

Comprobacion de Medidas.

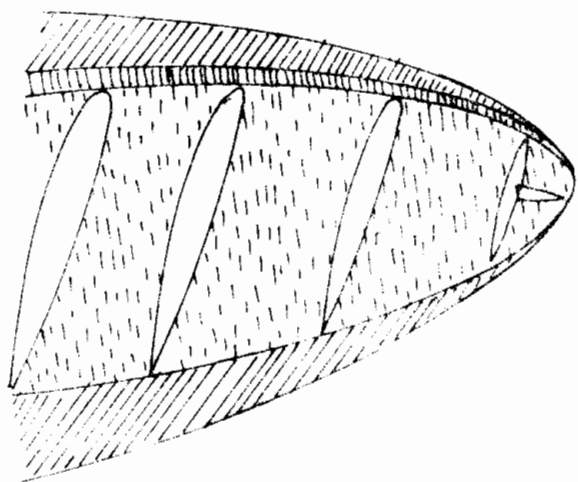


Fig. N°15

Acoplado Espesores

minución de la pala en el extremo de la misma, (Fig. N° 15). Se colocan clavos en el resto de la pala, teniendo el cuidado de que no sobresalgan de los espesores, - se llenan luego con arena de moldeo apisonando y raspando con una regla sobre las piezas de plomo, formando corrrectamente la parte superior y contornos de la pala; a continuación se sacan los espesores y se procede hacer las otras palas.

- e. Seguidamente se rodea los bordes de la pala con una chapa y se procede a atacar Arena Sintética por su parte - exterior (Fig. N° 16), hasta nivelar con el piso, se retiran luego barras y chapas y con una regla se van formando las salidas o ángulos que faciliten el manipuleo de la tapa del molde; lo que evitará desmoronamientos - de tierra.
- f. Se ataca Arena de Contacto rellenando la cavidad superior con pedazos de coque del tamaño de un puño, se colocan ganchos verticales en la periferia, respiros para gasear el molde y rebose de la colada. Tenemos entonces - formadas las palas, quedando de esta forma el molde listo para ser colado.

En esta forma hemos obtenido un molde en la misma tierra de moldeo sin necesidad de hacer modelo, confeccionando las palas que posea el diseño de la hélice de una en una.

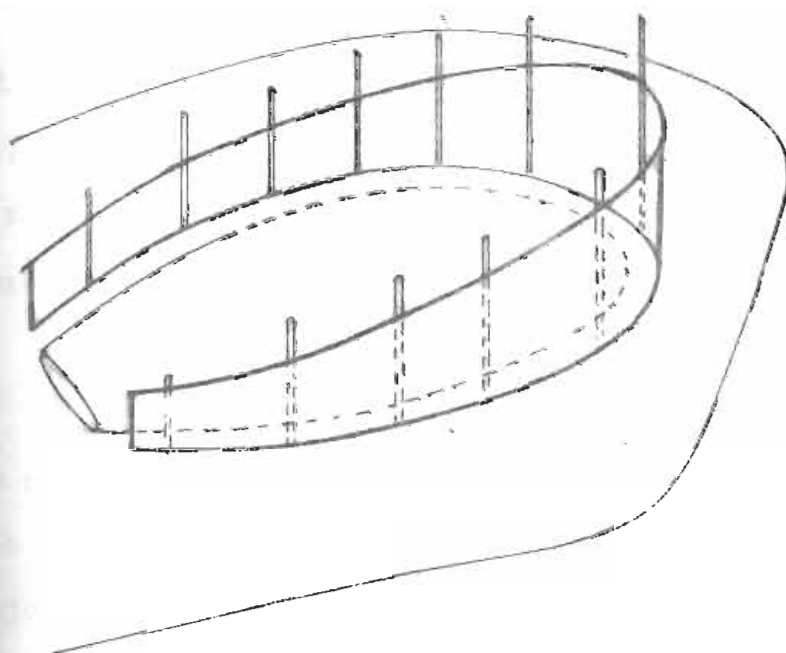


Fig. N° 16

Pala de Chapa Apuntalada

A continuación se siguen los pasos respectivos para fundir la hélice.

4. Tipos de arenas, mezclas y otros materiales usados para el moldeo de hélices.

De acuerdo a lo tratado en los numerales anteriores y resumen, tenemos que las arenas utilizadas en el ejemplo que tomamos como referencia fueron las siguientes:

<u>Arena de Contacto :</u>		<u>Arena de Relleno :</u>	
Arena Sílice	90%	Arena de Sílice	90%
Cemento Portland	10%	Bentonita	6%
Agua sobre total	7%	Polvo de hulla	4%
		Agua sobre el total	5%

Veamos a continuación cuales son las posibilidades en nuestro medio de utilizar las mismas mezclas o similares para el trabajo que vamos a realizar.

Con relación a la mezcla de arena de contacto usando cemento portland como aglomerante diremos que los ensayos efectuados en Guayaquil, principalmente por la Escuela Superior Politécnica no han dado resultados satisfactorios hasta la fecha, - pues el problema radica en que el cemento no fragua, sin haberse podido determinar las causas todavía; por lo tanto, se descarta la posibilidad de usar esa técnica.

De acuerdo a últimas experiencias y resultados de análisis efectuados por la misma Institución, se han encontrado que la arena Hemerenciana es una arena Sílice de muy buena calidad y que al aglomerarla con Silicato de Sodio, se constituye en un buen material para ser empleado como arena de contacto.

Con respecto a la mezcla de arena de relleno podemos utilizar la misma arena hemerenciana en las proporciones recomendadas para arena de relleno, de carácter sintético.

Otra arena que se utiliza tradicionalmente en casi todas las fundiciones con relativo éxito, en nuestro medio, tanto para contacto como para relleno, es la de Posorja, ya que es de fácil acondicionamiento, preparación y adquisición. Esta arena es de carácter natural o sea aglutinada con arcilla en el propio yacimiento.

Según lo expuesto se resuelve utilizar para el trabajo de fundición de la hélice las siguientes arenas:

Para Caja inferior :	Arena de Posorja
Para relleno de palas	Arena hemerenciana con
y Caja superior :	Silicato de Sodio curada con CO ₂ .

C A P I T U L O 4

ELABORACION DE HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS PARA EL PROCESO DE MOLDEO CON TERRAJA.

La aplicación del proceso de moldeo con terraja la dividiremos en dos etapas: la primera cubre los trabajos básicos - que incluyen la selección del modelo de la hélice, especificaciones de diseño, elaboración de planos y construcción de la terraja, cajas de moldeo y demás accesorios necesarios. La segunda etapa trata de la aplicación misma del proceso. Los planos del N° 1 al N° 18 constan en el Anexo "B".

4.1 SELECCION DEL MODELO

El criterio principal que orienta la selección del modelo de la hélice, es el de escoger una pequeña, siempre que se disponga del plano de la misma, ya que como se trata de probar un nuevo proceso de moldeo en nuestro país, se corren muchos riesgos y por lo mismo, deben disminuirse los costos en lo posible.

Según lo expresado, se selecciona una hélice para patrullera de las siguientes características:

Diámetro	900 mm
Paso	715
Número de Palas	3

Sentido de Giro	Izquierda, derecha
Material	50 GMSB
Peso	85 Kg.

La especificación del material 50 GMS B norma DIN alemana, corresponde aproximadamente a la siguiente composición: 54 Al 56 Cu-1 al 2 Mn-1 al 2 AL-1 al 2 Fe- el resto Zn.

La norma DIN 50 GMS B corresponde aproximadamente a las siguientes especificaciones de norma americana: BRONCE AL MAN GANESO (65.000 psi) (57.5 Cu - 39.25 Zn - 1.25 Fe - 1.25 Al-0.25 Mn) ASTM B30 (8A), MIL-B-16443. Dureza 98 BHN (con 500 kilos de carga).

También puede utilizarse el BRONCE AL ALUMINIO (90.000 psi), (82 Cu- 4Fe- 9 Al- 4 N₁- 1 Mn) con especificación MIL-B-21230- Dureza 150 BHN (con 3.000 kilos de carga).

Como el objetivo del trabajo, es probar el proceso de moldeo con terraja de una hélice no es imprescindible hacer el cola do en pruebas preliminares con el material especificado por el fabricante.

Se decide utilizar una aleación de 70% de Cu. y 30% de Zn. - que equivale a un latón.

2.2 TRABAJO PRELIMINAR

Una vez seleccionado el modelo de la hélice que vamos a mol-

dear y a fin de reducir al mínimo los errores que puedan derivarse de la inexperiencia en la aplicación del método de terraja, utilizado por primera vez en el país, realizaremos toda clase de chequeos y comprobaciones posibles. Consideramos también que el modelo de la hélice, presenta una geometría un tanto complicada, ya que por un lado las palas son inclinadas y tienen oblicuidad; sobrepasan la altura de la manzana y por otro, la hélice es de Paso Variado.

Nuestra principal preocupación al inicio del trabajo y a través de el, es encontrar el radio generatriz. Este al girar en el espacio nos reproducirá la forma de un lado de las palas que debemos obtener con el terrajado y se constituirá en el parámetro fundamental.

Para salir de un sinnúmero de incógnitas que se nos presentan, decidimos orientar el trabajo hacia la comprobación de las características de la hélice y a la obtención del radio generatriz. Para esto nos valdremos de la hélice de repuesto y del plano. Montaremos también la caja inferior y la terraja, una vez construídas, para efectuar pruebas preliminares que nos permitan realizar todas las correcciones y ajustes necesarios.

.3 PLANIFICACION DEL TRABAJO

A continuación se describe la idea global de desarrollar -

las tareas, lo que permitirá ir estableciendo especificaciones precisas para el desarrollo de los diseños y planos.

El modelo de la hélice a desarrollar en la arena de moldeo, corresponderá únicamente a sus palas que son las partes complicadas. La manzana se construirá en modelo de madera separado y se ubicará con la conicidad hacia abajo con el objeto que pueda sacarse fácilmente.

Con la posición indicada de la manzana, las puntas de las palas que sobrepasen a ésta, quedarán hacia abajo, debiendo considerarse este factor para establecer la altura de la caja inferior y el posicionamiento del molde a desarrollar; además la hélice se ubicará totalmente en la caja inferior, quedando para la caja superior únicamente la mazarota.

La manzana de la hélice, debe tener un orificio que permita el paso del árbol de terraja para poder terrajar con ésta colocada. Esto evitará desmoronamientos en la raíz de las palas y permitirá que quede de una vez formada la manzana en la arena de moldeo.

La Base de la Terraja con su soporte, quedará enterrada y un poco más abajo del nivel del piso.

Las tres palas se desarrollarán simultáneamente, debiendo prepararse por lo mismo tres juegos de espesores. Para fa-

cilitar el relleno de los espesores de las palas y delinear su contorno, se debe construir un cerco para cada una .

Se usará arena de Posorja para la caja inferior y arena Hemerenciana con Silicato para la superior y el relleno de las palas.

4.4 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

4.4.1 HELICE

Chapa de Terraja (Plano N° 2) Fig. N° 17

- a. Plancha de Aluminio de 6 mm (1/4") de espesor que tiene suficiente resistencia para que no se deforme al apoyarse la punta de la terraja.
- b. Incremento para diámetro de chapa 60 mm
- c. Bajo los triángulos, dejar una base de 100 mm para evitar que se rompa la chapa.
- d. Trazar una muesca en la chapa para trazar el eje de la pala.

Espesores de Pala Fig. N° 18

- a. Dibujar plantillas idénticas a las del plano N° 1 (Escala 1:1)

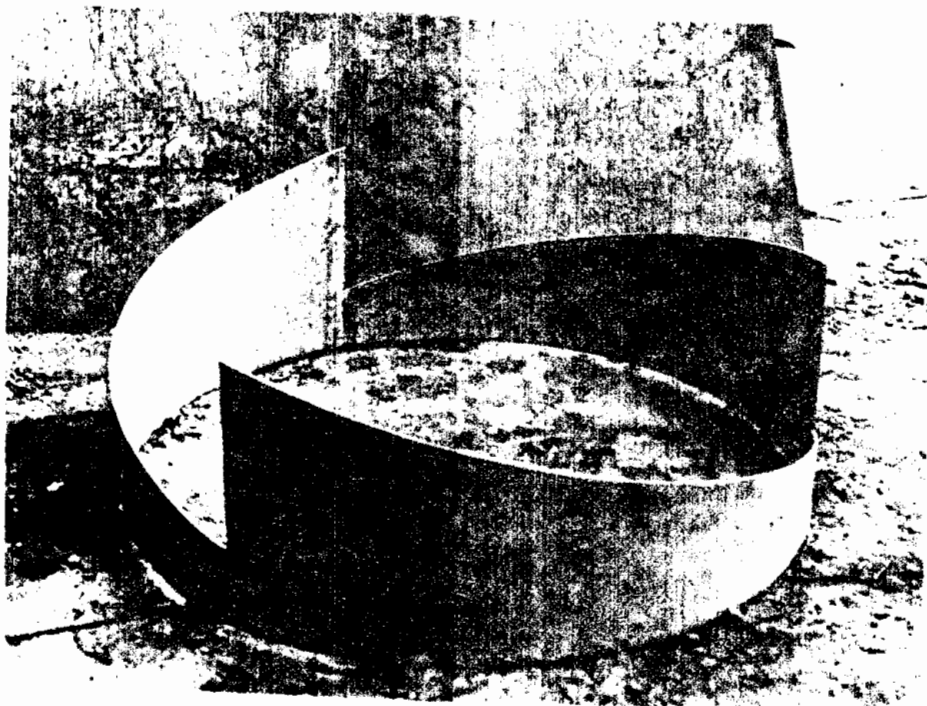


Figura No. 17
Chapa de terraja

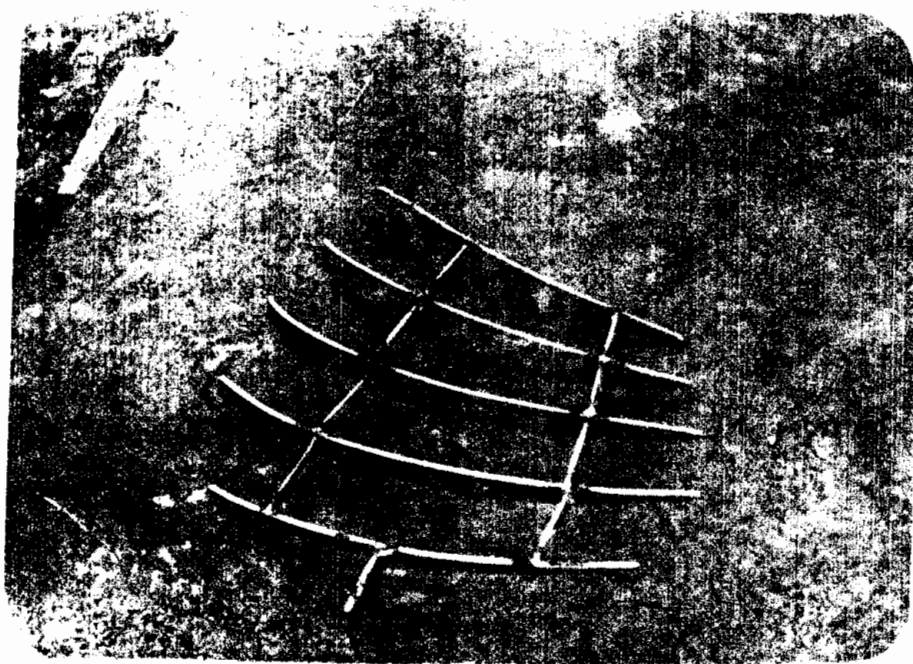


Figura No. 18
Espesores de pala

- b. Dejar para contracción del material de la pala un incremento del 1%.
- c. Las plantillas de los espesores deben ser curvadas, según radios de la pala desarrollada, vista B del plano N° 1.
- d. Para formar el extremo de la pala se confeccionará una punta triangular que vaya desde el centro del último espesor hacia afuera.

Cercos Fig. N° 19

- a. Construir un cerco de aluminio de 3.4 mm (1/8") de espesor por 7 mm (1/4") de ancho.
- b. La forma en cuanto al perímetro, estará dada por la pala expandida, vista B del plano N° 1, más un incremento del 1% del eje de la pala para contracción del material se formará así el "Foso de Colada". Aumentaremos además en el ancho la diferencia existente entre el perímetro nombrado y la pala de modelo.
- c. La forma en cuanto a la inclinación, está dada por la superficie terrajada. Para formar la curvatura del cerco haremos coincidir un extremo con la marca del inicio del terrajado, (punto S) señalado en la manzana, y el otro extremo con la marca del final del terrajado, (punto I) también señalado en la manzana.

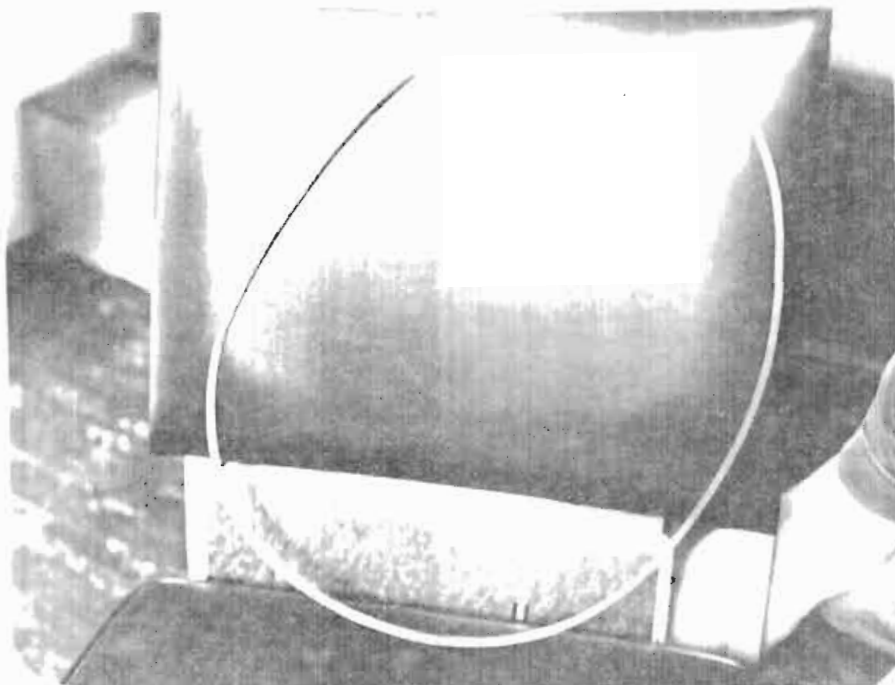


Figura No. 19
Cerco de la pala



Figura No. 20
Manzana de la hélice

Manzana (Plano N° 3) Fig. N° 20

- a. Construir un modelo de madera, en guayacán, con un incremento del 1%, tanto en altura como en diámetro.
- b. No conviene practicar el orificio central para el acople con el eje del buque, en previsión de fallas o porosidades que puede derivarse en esa zona, ésto se lo hace por medio de maquinado una vez fundida la hélice; lo que sí es necesario practicar, es el orificio para que pase el árbol de terraja con incremento mínimo que facilite el desplazamiento franco del mismo.

Mazarota (Plano N° 4) Fig. N° 21

- a. Construir en madera corriente, un modelo cilíndrico con las dimensiones en diámetro igual a la manzana y en altura, un equivalente del 75% de la altura de ésta, con el objeto de asegurar una alimentación efectiva de la hélice.
- b. El modelo debe tener en la parte central en un solo extremo, una prolongación cilíndrica que acople con el orificio central practicado en la manzana.

4.4.2 TERRAJA FIGURA N° 27

Base o Rangua (Plano N° 5) Fig. N° 22



Figura No. 21
Mazarota

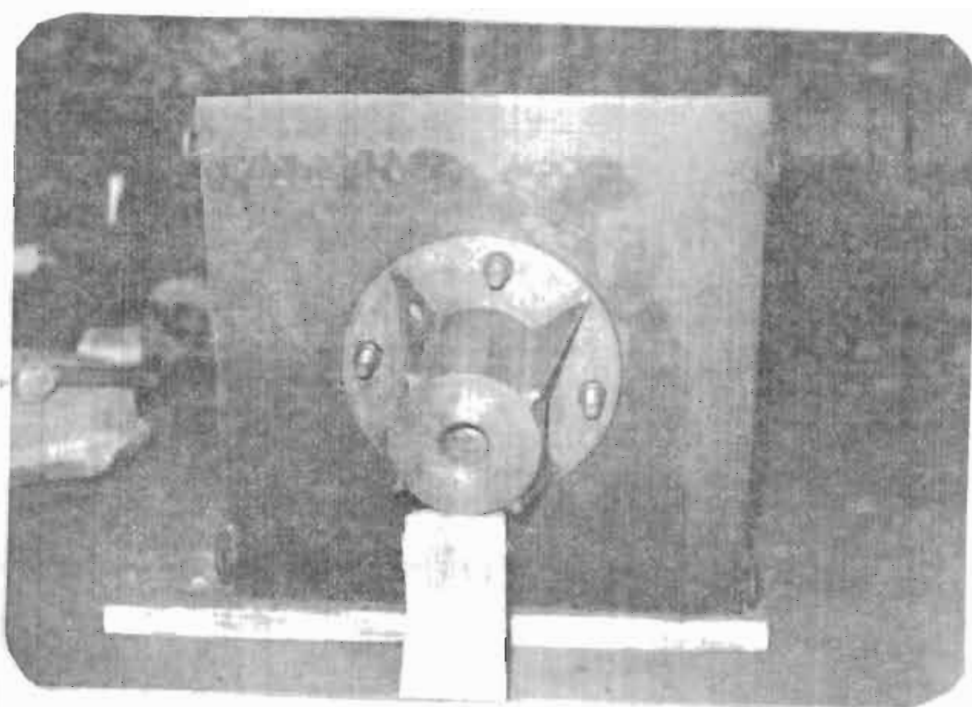


Figura No. 22
Rangua o base de terraja

- a. La Base puede ser fundida o construída por planchas de hierro y barras de acero, de una medida apropiada, de modo que tenga buena estabilidad. Es conveniente que lleve una plancha soporte con este propósito.
- b. La base debe llevar en su parte central, un orificio - de forma cónica para el alojamiento y fijación del árbol de terraja.
- c. Las dimensiones de la base dependen en parte del tamaño de la caja en la que va a trabajar, si va dentro de ésta, pero si está enterrada en el suelo, sus medidas son independientes. El criterio principal, es el de - que la base debe ser lo suficientemente fuerte para soportar el árbol de terraja, el abanico y la terraja.

Arbol de Terraja (Plano N° 6) Fig. N° 23

- a. Los diámetros de los ejes normalmente son de: 30, 40 y 50 mm, en casos aislados hasta de 60 y excepcionalmente de 70 o mayores.
- b. Es muy importante, que el árbol tenga un diámetro suficiente, para evitar vibraciones.
- c. El material a emplearse, es acero ASSAB 7210
- d. En un extremo, debe ser cónico de modo que se aloje y quede fijo en la base.
- e. La medida de la conicidad será dada de acuerdo al diámetro del eje.

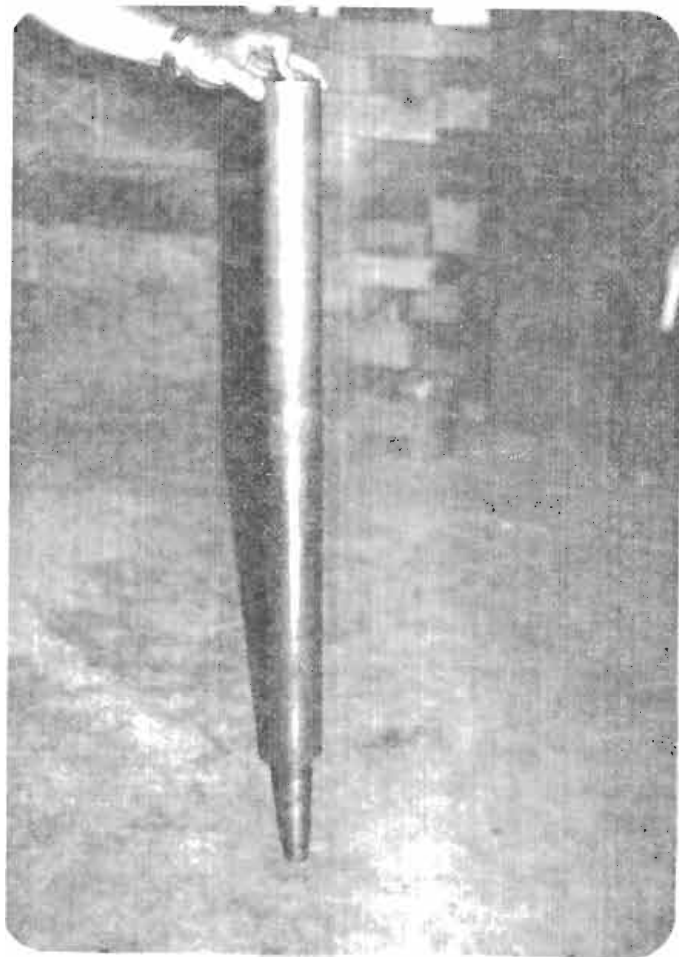


Figura No. 23
Arbol de Terraaja

Collarín (Plano N° 7) Fig. N° 24

- a. Debe tener un diámetro interior igual al árbol de terraja + 0.1 a 0.2 de mm, de modo que se deslice fácilmente en el mismo.
- b. La altura será alrededor de 50 a 57 mm .
- c. Llevará un tornillo de acero con cabeza exagonal y - bronce en el extremo, de modo que le permita asegurarse en cualquier posición en el árbol sin dañarlo.

Abanico (Plano N° 8) Fig. N° 25

- a. El abanico consta de un cilindro hueco y una aleta soldada a éste. La longitud del cilindro hueco, será tres veces el diámetro del árbol de terraja.
- b. El diámetro interior del cilindro hueco, será igual al del árbol de terraja + 0.1 a 0.2 mm .
- c. La longitud de aleta, será 5 veces el diámetro del árbol de terraja.
- d. Se usará para el cilindro, así como para la aleta, acero de transmisión.
- e. La aleta irá soldada al cilindro en forma tal que la - prolongación del radio del cilindro coincida con una cara de la misma.

Terraja propiamente dicha o Bandera (Planos N° 9 y 10) -

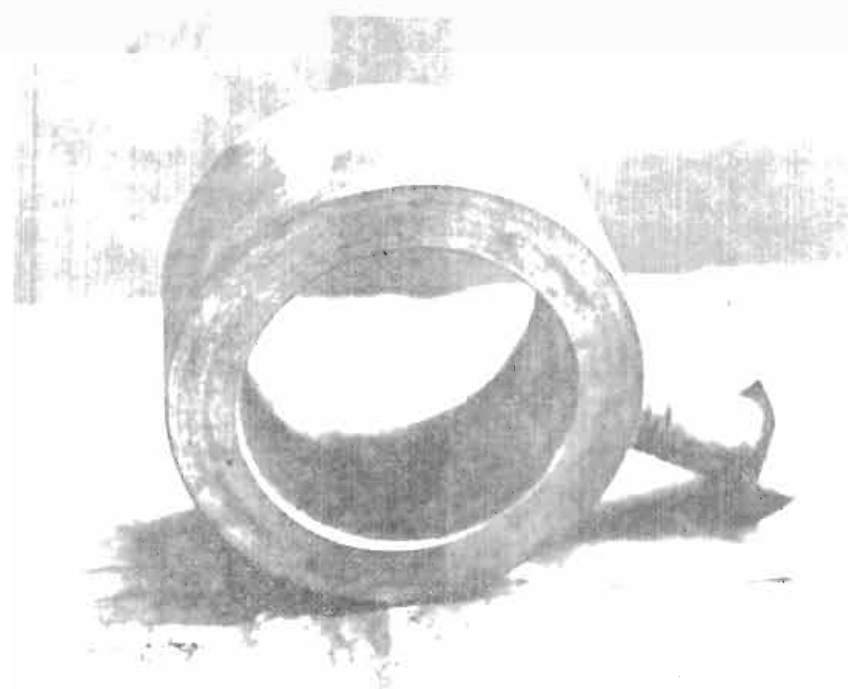


Figure 1
Q. 1

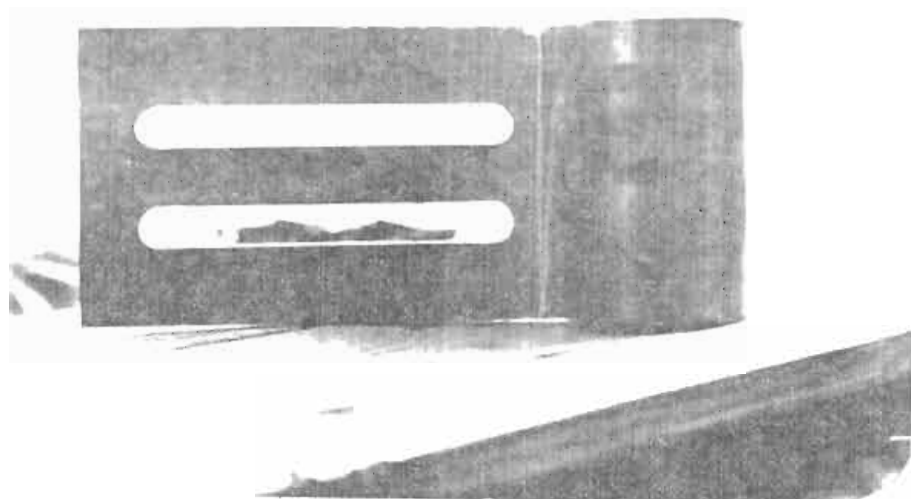


Figure 2

6-10-1960

Su diseño constituye uno de los aspectos esenciales del trabajo a desarrollar y debe ponerse el mayor cuidado, inclusive exagerar las verificaciones que se puedan hacer para tener la seguridad que se logra obtener el radio generatriz correcto. Este al girar en el espacio reproducirá la pala. Las especificaciones que se dan a continuación, fueron obtenidas del Trabajo Preliminar realizado:

- a. Reproducir el borde izquierdo correspondiente al perfil interior de la vista A del plano N° 1, que está marcado con línea roja.

Se debe tener el cuidado de no tomar el perfil que corresponde al borde marcado de azul, porque la reproducción sale cambiada en la raíz de la pala.

- b. Introducir en la terraja, la inclinación correspondiente al ángulo de inclinación de diseño que aparece en la vista A del plano N° 1.

- c. La variación del paso, está dada en la vista B, por las líneas que van a los puntos n, a, b, c, d, e, u, notándose en la línea horizontal que hay una diferencia en distancias $x-x_1$ de 12 mm, que equivale a una abertura angular determinada y que corresponde a la variación del paso.

El valor angular de variación lo restamos del ángulo

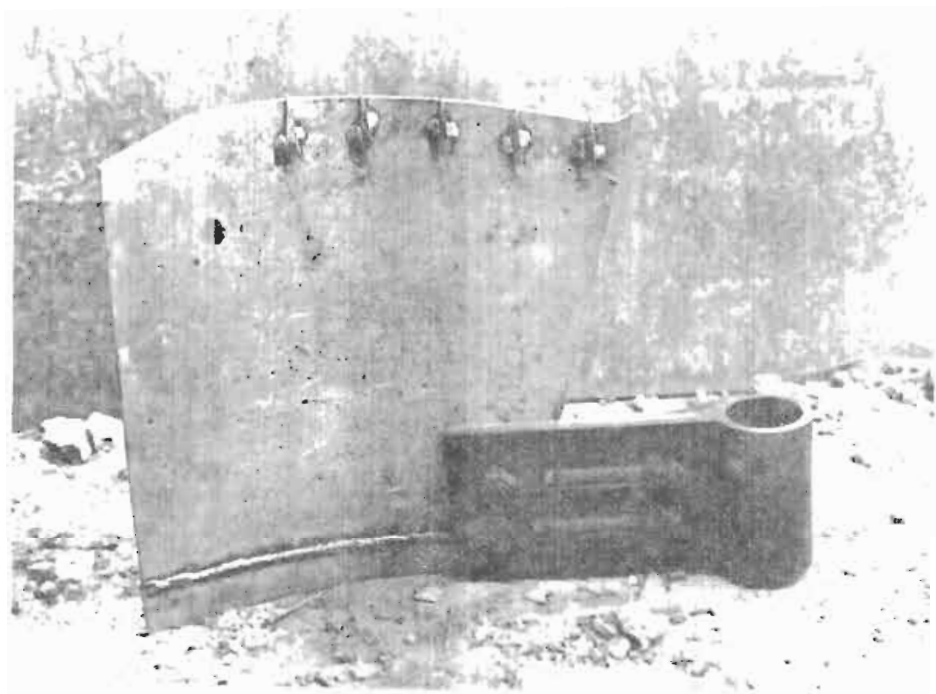


Figura No. 26

Bandera o terraja propiamente dicha.

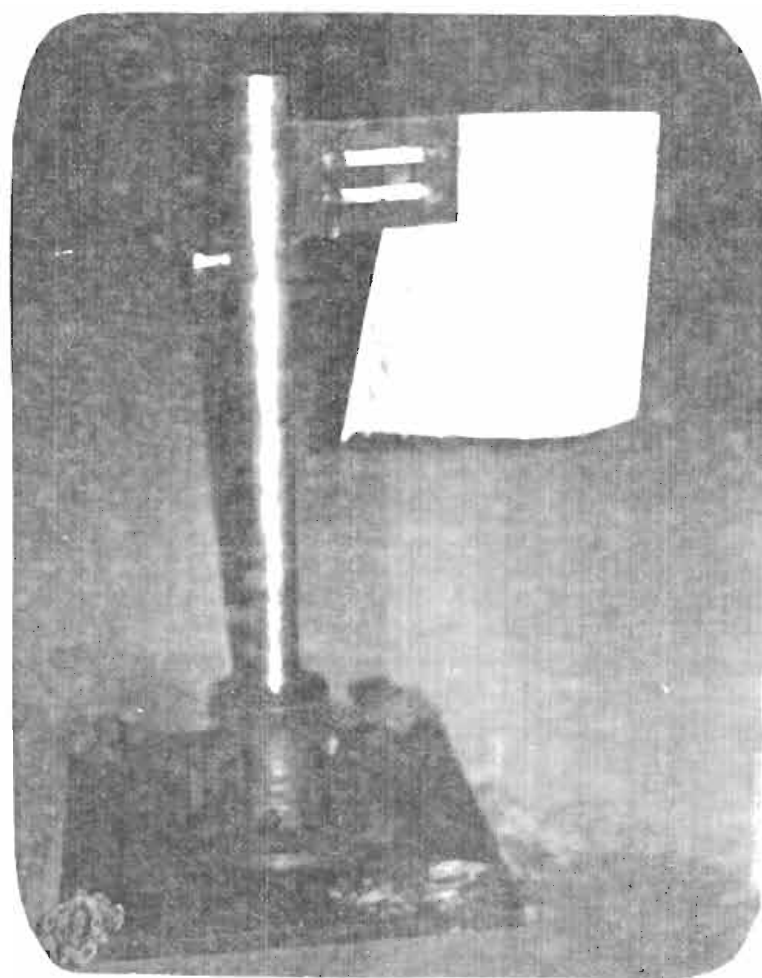


Figura No. 27
Ternaja completa

de inclinación de la pala, introduciéndose finalmente en la terraja, un ángulo de inclinación que es la diferencia entre el ángulo de inclinación de diseño y - el ángulo de variación de Paso, Plano N° 10.

- d. Curvar la terraja según la forma del eje que consta - en la vista B del plano N° 1.
- e. Marcar los radios de la pala en la terraja. Soldar - puntas en el perfil del radio generatriz correspondiente a éstos radios. Hacer esta operación por la parte posterior y contraria a la dirección del terrajado; ésto es con el objeto de que al trabajar en la arena, - las puntas soldadas a la bandera, no corten la continuidad del Radio Generatriz.
- f. La longitud de la terraja, debe ser prolongada la cantidad necesaria de modo que su extremo se apoye en la chapa de terraja. En la parte que sobrepase la terraja, - practicar un corte inclinado con el objeto de que al terrajar, el extremo forme una parte de las salidas de la caja superior.

4.4.3 CAJAS DE MOLDEO

Caja Inferior (Plano N° 11) Fig. N° 28

Para el diseño de esta caja, deben considerarse los siguientes factores:

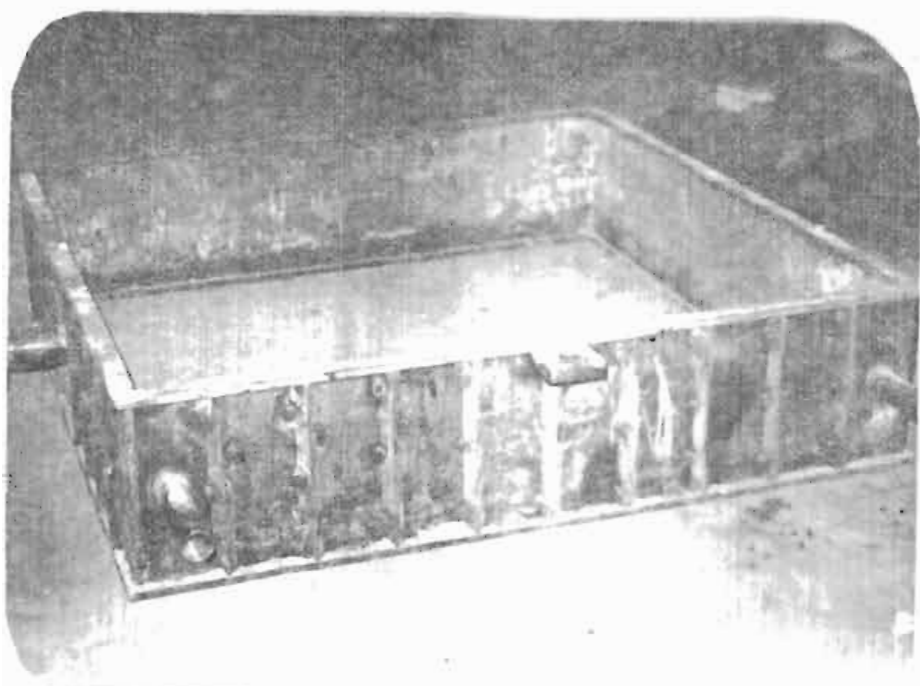


Figura No. 28
Caja inferior de moldeo



Figura No. 29
Caja superior de moldeo

- a. Diámetro de la hélice a moldear.
- b. Diámetro de Foso de colada de la pala
- c. Distancia libre entre el Foso de colada y la chapa de terraja.
- d. Diámetro de la chapa de terraja.
- e. Espacio libre mínimo necesario entre la chapa de terraja y la caja, para poder hacer las salidas de la caja superior y porque generalmente se producen derrames de la colada. Se considera conveniente dejar de 100 a 150 mm (4 a 6").
- f. Preveer la utilización de la caja para futuro moldeo de hélices de diámetros mayores.
- g. Para la altura de la caja, considerar:
Altura de la Base de terraja si ésta va incluida en la caja.
Altura de la manzana de la hélice.
Altura de la chapa de terraja
Altura de la Mazarota.
- h. La caja será de 1400 x 1400 mm de lado; de plancha de hierro de 7 mm (1/4") y 300 mm (12") de alto.
- i. Tendrá una platina tanto en el borde superior como inferior de la caja y refuerzos laterales de ángulo de 24 mm (1") por 25 mm (1") por 4 mm (1/8") espaciados a intervalos regulares.
- j. Llevará 2 tubos soldados en el centro de dos caras opuestas de la caja. Estos tendrán una brida en sus

extremos libres. El objeto de los tubos es facilitar -
volteo de la caja.

- k. Para transporte llevará 4 tubos ubicados en las esquinas de la caja.
- l. En el punto medio superior de las dos caras laterales li bres y opuestas debe ir una platina de 25 mm (1") de espesor, con un orificio. En el se alojará el pasador -
guía para el acople de las cajas.

Caja Superior (Plano N° 12) Fig. N° 29

- a. Será de las mismas dimensiones de la caja inferior, con la diferencia de que las platinas de 25 mm(1") de espesor con orificios, irán ubicadas en el borde inferior. La localización de esta platina debe estar en correspondencia con su similar de la caja inferior.
- b. Para guiado de las cajas, se confeccionarán dos pasadores de acero de 300 mm (12") de longitud cada uno, con cabeza y un pasador de seguro; el diámetro será igual al del orificio de las platinas de las dos cajas.

En las figuras N° 30 y 31, incluimos la herramienta principal que se utilizará en el trabajo de moldeo.

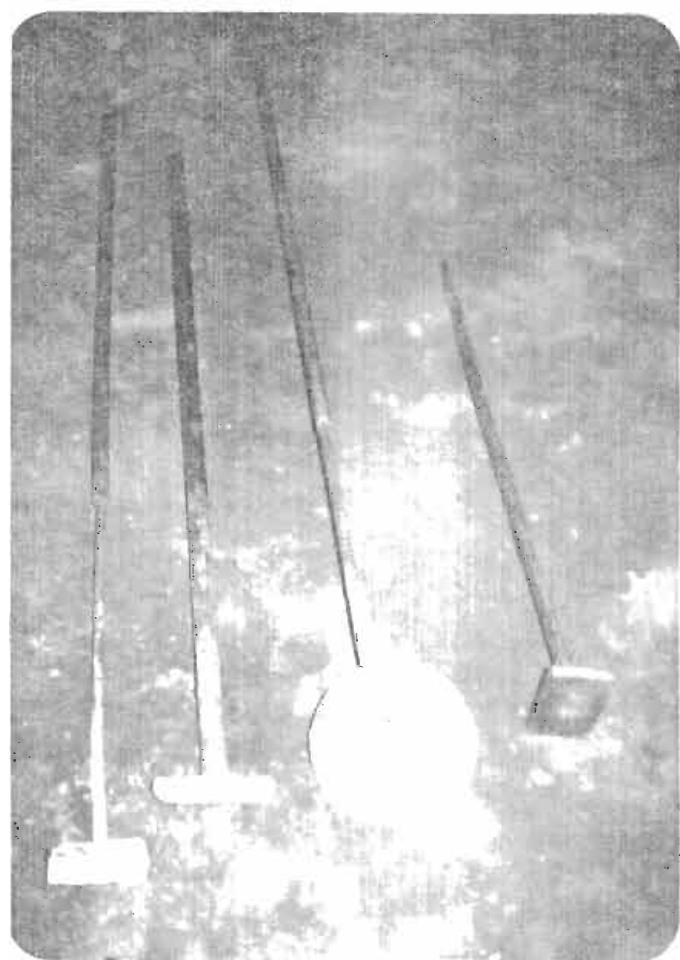


Fig. 30.

RE. ANTI. TA. DE. ...

... (2)

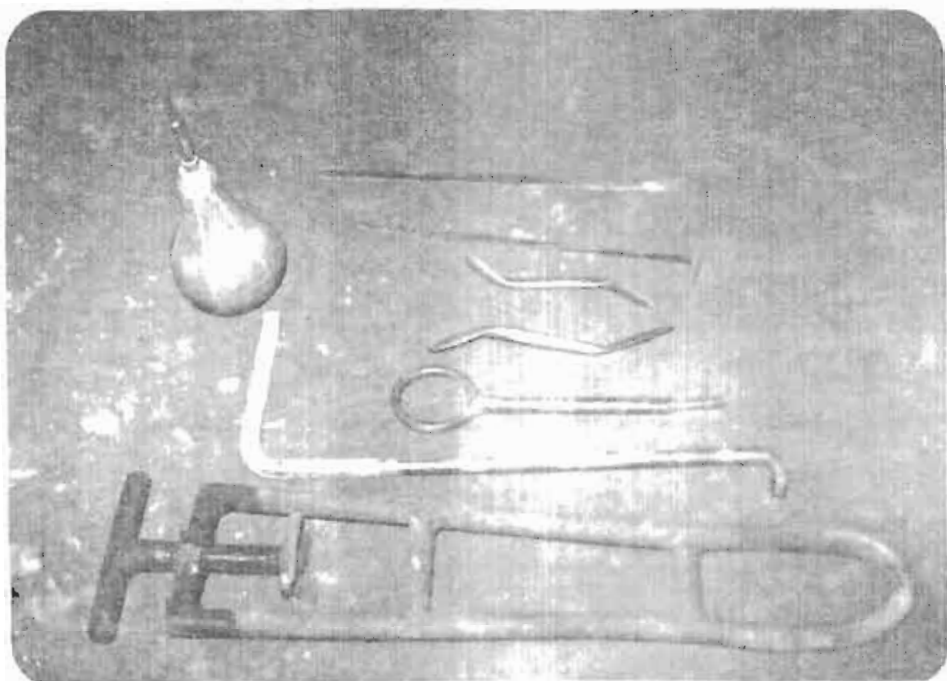


Figura No. 1

H. RAMIREZ, M.D.

Grupo de seguro, pincho extractor, uréteres, y silla de ...

C A P I T U L O 5

C A P I T U L O 5

TRABAJO EXPERIMENTAL

El trabajo experimental abarca dos fases perfectamente diferenciadas: la una comprende los ensayos preliminares cuyos objetivos son:

- a. Encontrar el radio generatriz
- b. Ubicación de la manzana con relación a la chapa de terraja (en altura y angularmente)
- c. Encontrar la inclinación correcta de la terraja
- d. Introducir las correcciones y ajustes que sean necesarios hasta lograr que la hélice de modelo, calce perfectamente en la superficie terrajada.

La segunda fase corresponde a la aplicación práctica del proceso.

1. ENSAYOS PRELIMINARES

Prueba N° 1

Esta prueba está encaminada a encontrar el radio generatriz para lo cual se utiliza un PASOMETRO, Fig. N° 32 y 33, que es una herramienta que nos permite comprobar las características de las hélices y que consta de un eje vertical con

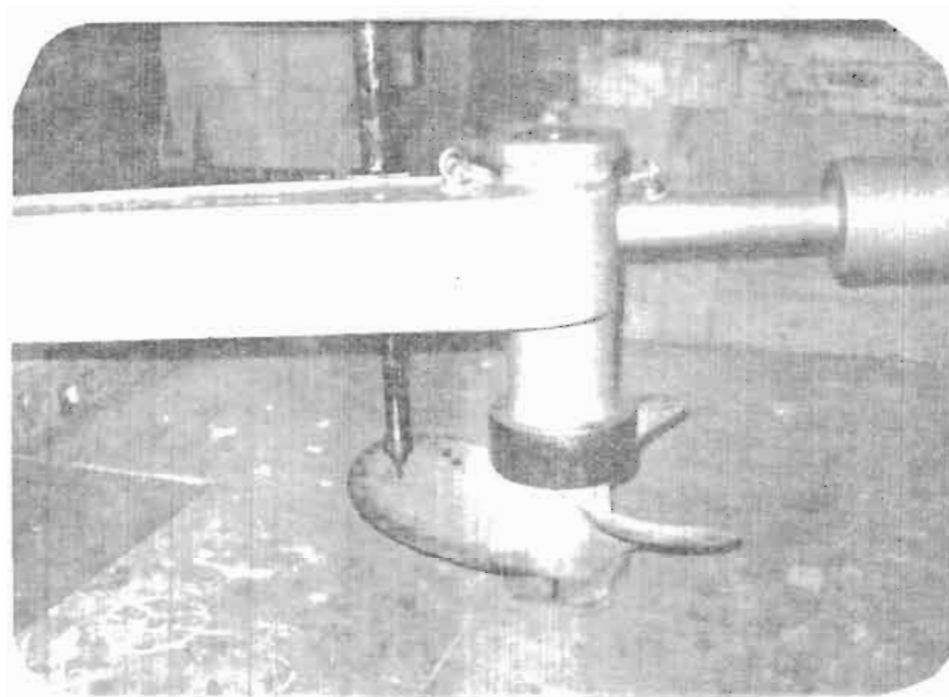


Figura No. 32

Rasómetro visto frontal trayendo radio de la pala

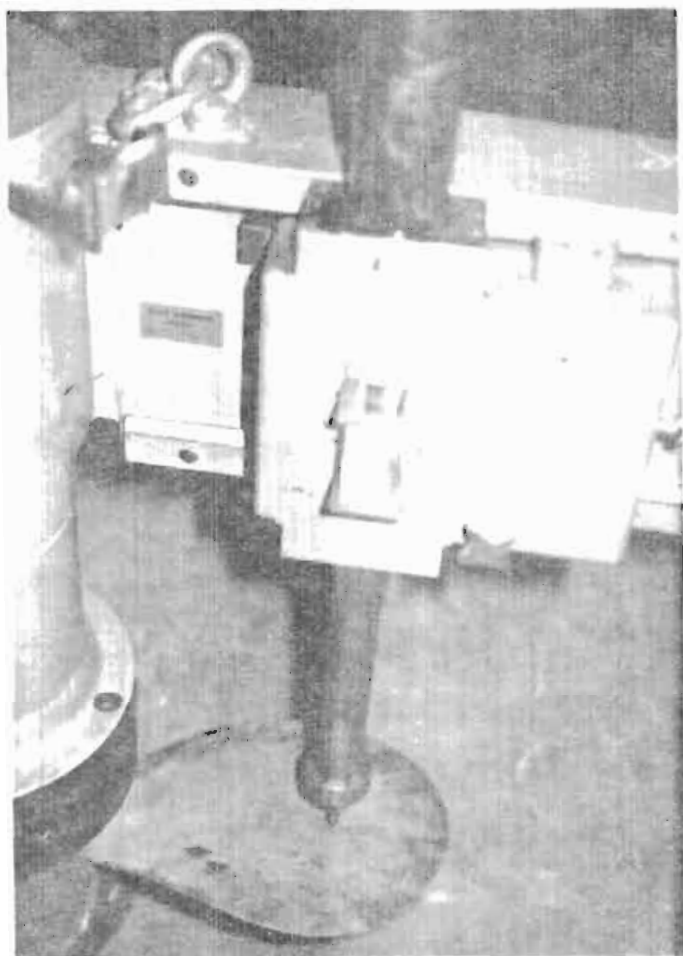


Figura No. 53

Pasómetro vista lateral trazando eje de la pala.

una base que se acopla en la manzana de la hélice, un soporte horizontal que gira libremente y que a su vez lleva un brazo que puede graduarse horizontal y verticalmente, además un sistema de medida con vernier con una punta cónica.

Montamos la herramienta en la hélice y procedemos a trazar el eje de 450 mm y los distintos radios en una pala. Se destaca el hecho de que existe un solo punto en el extremo de la pala, que coincide con la distancia de 450 mm, de modo que la ubicación y trazado del eje, son exactos.

A continuación, procedemos a obtener la plantilla N° 1 de la forma de la pala (plano N° 13) sobre el eje trazado. Buscamos el perfil que corresponde al Radio Generatriz.

Para encontrar otras plantillas, haremos previamente el análisis e interpretación del Plano N° 1 de la hélice, en el cual distinguimos tres vistas que llamaremos A, B y C.

a. En la Vista A vemos que en el perfil exterior, aparece la proyección lateral de la pala.

El perfil interior, corresponde a una vista lateral de la pala en un corte de la hélice a través de los espesores máximos en cada radio.

De este perfil interior, el borde izquierdo que da hacia el lado cónico de la manzana, corresponde al lado de la pala que queremos terrajar. Como va a través de

los espesores máximos y éstos no están necesariamente en la parte media de los radios, su forma tiene que ser curva y desplazada ligeramente del eje de la pala (como se ve en la pala expandida de la Vista C).

Se obtiene entonces la Plantilla N° 2 del Radio General - tríz con el borde azul y la Plantilla N° 3 con el borde rojo; ambas con el perfil curvo (Planos N° 9 y 13).

b. En la Vista B, tenemos:

1. La pala proyectada en un plano horizontal en línea con tínua.
2. La pala desarrollada marcada en línea cortada.

Los radios de la pala desarrollada sirven para curvar de esa forma los espesores respectivos de la pala, obtenidos del plano expandido en la Vista C.

Los espesores curvados, al desarrollar la pala en el terrajado, coincidirán con la curvatura de los radios de la pala proyectada. Aparece esta correspondencia - por medio de las líneas horizontales que unen los extremos de los radios de las palas proyectada y desarrollada.

3. Plano de pala expandida que sirve para obtener la forma del cerco.

c. En la Vista C, encontramos los distintos espesores de la pala que corresponden a los radios y cuyas plantillas u-

tilizaremos.

Procedemos seguidamente a comparar las PLantillas N° 1 con la N° 2 (Plano N° 13) superponiéndolas; estableciéndose - que la Plantilla N° 1, corresponde sólo al eje de la pala, más no al radio generatriz, ya que no coinciden, por lo - tanto, se la elimina.

Nos quedan entonces, la Plantilla N° 2 y 3 las mismas que utilizaremos en las siguientes pruebas.

Prueba N° 2

Se arma la caja inferior quedando en Posición (1) la chapa de terraja y la manzana como se ve en la Fig. N° 34, se - realizan prácticas de terrajado usando la Plantilla N° 2; la terraja se asegura únicamente con prensas al abanico y se trabaja así hasta encontrar su posición definitiva. Se coloca entonces la hélice de repuesto sobre el terrajado - para probarla.

Resultados

La Hélice no calza. Asientan únicamente los extremos de las palas quedando sobresalida la manzana. La curvatura - de la raíz de las palas está errada, (Plano N° 13-B).

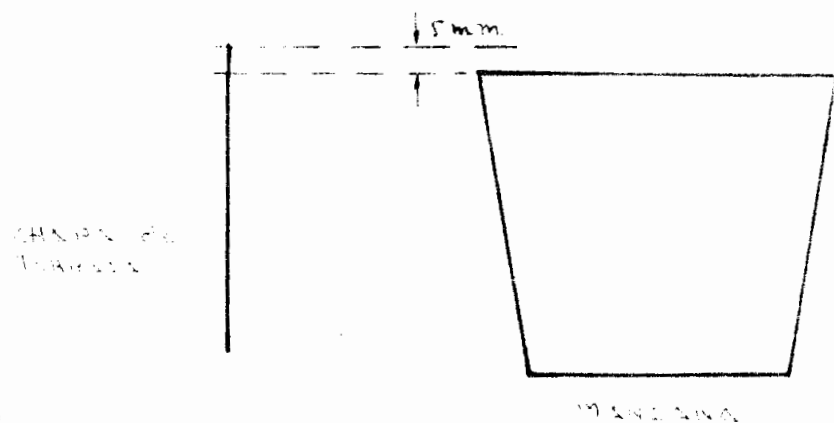


Fig. N° 34

Posicion de Chapa de Terraja y
Manzana en Posicion

(1)

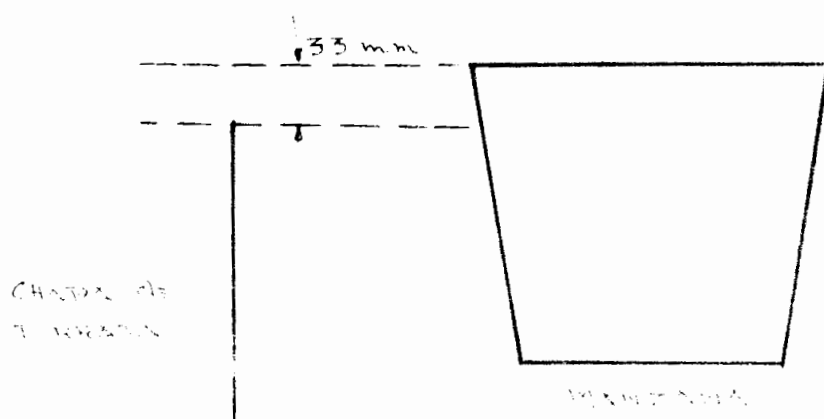


Fig. N° 35

Posicion de Chapa de Terraja y
Manzana en Posicion

(2)

Correcciones

Se toma la medida entre el Terrajado y la pala dando 38 - mm ($2\frac{1}{2}$ ") que es la distancia que se debe subir a la manzana; la plantilla N° 2 queda descartada.

Prueba N° 3

Se hace nuevamente el Terrajado con la ubicación de la - manzana corregida, Posición (2) y se usa la Plantilla N° 3, Fig. N° 35.

Resultados

- a. La Hélice asienta correctamente a excepción de los ex - tremos de las palas que quedan levantados 25 mm (1") Plano N° 10.
- b. Se verifica con el Plano N° 1 y se comprueba que es - correcta la diferencia de 33 m entre la manzana y la Chapa de Terraja ya que la curvatura de la pala co - mienza a 33 mm más abajo del extremo superior de la - manzana.
- c. Luego del análisis se establece que los extremos de - las palas quedan levantados debido a que la Chapa de Terraja está cortada para Paso constante.

Alternativas de Corrección

- a. Introducir en la Chapa la variación del Paso.
- b. Variar la inclinación de la Terraja en un ángulo igual a la variación del Paso y en la dirección apropiada.
Esto equivale a restar del ángulo de inclinación de la pala, el ángulo de variación del Paso.

Se resuelve optar por la segunda alternativa y se mueve la terraja regresando el ángulo de inclinación lo equivalente a 1", Plano N° 10.

Prueba N° 4

Se terraja nuevamente y se calza otra vez la hélice, luego de retirar previamente la manzana y el árbol de terraja; - Fig. N° 36 y 37.

Resultados

- a. La Hélice asienta totalmente, Fig. N° 38 y 39 habiéndose se introducido correctamente la variación del Paso.
- b. Se procede a asegurar las partes en su posición, tomar las medidas definitivas para el diseño final de la terraja y su posicionamiento con relación al abanico, lo cual se muestra en el Plano N° 10.

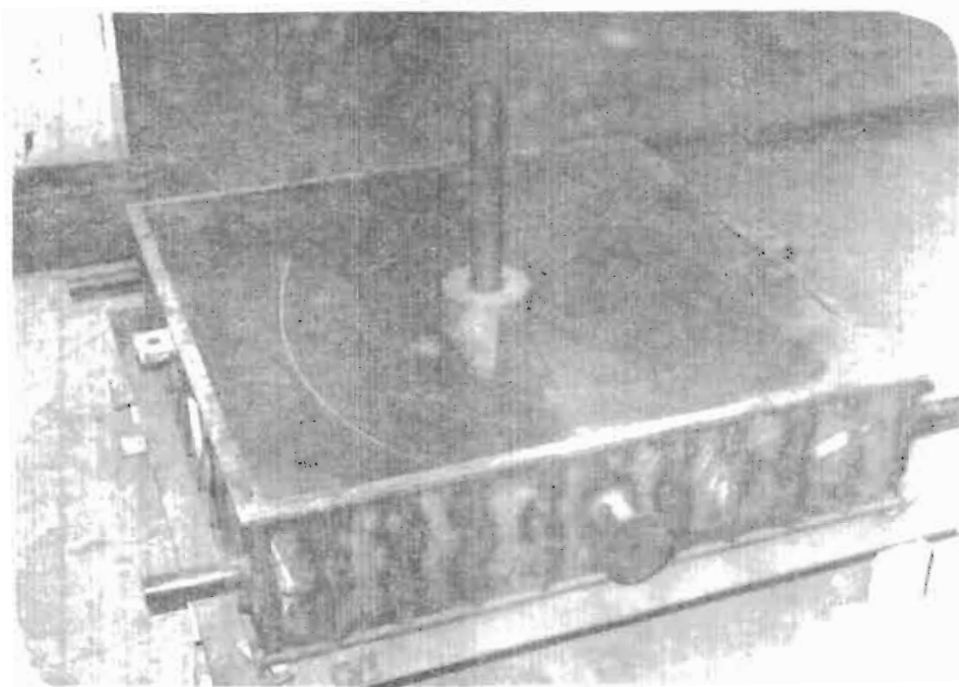


Figura No. 36

Terminado el terrajado de las pilas se saca la manzana

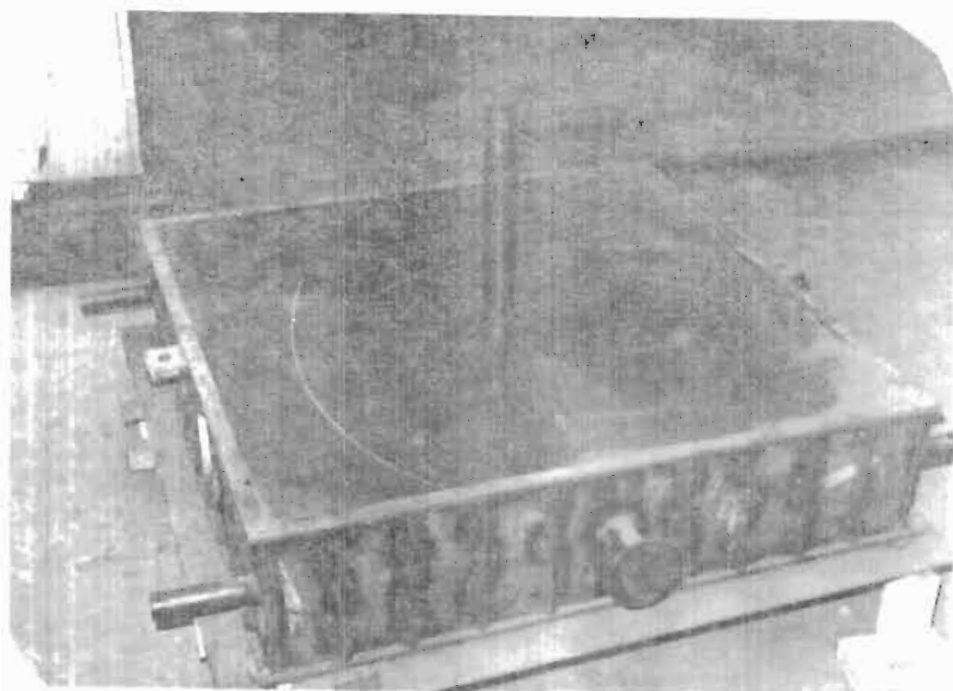


Figura No. 37

A continuación se deja el árbol de Tierra.

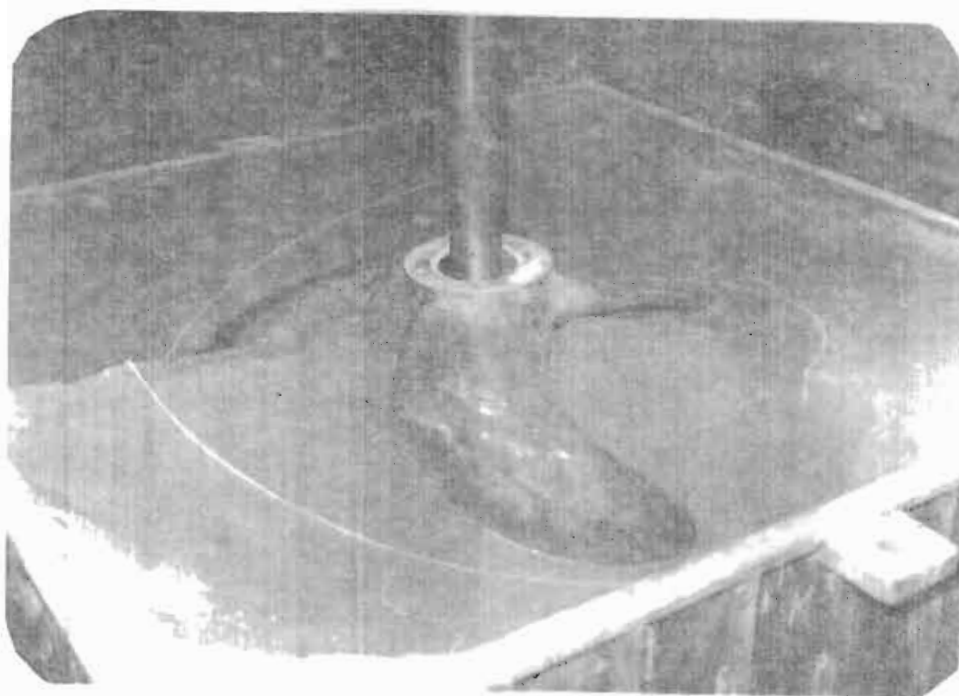


Figura No. 38

Hélice calza correctamente introducida la corrección por variación del paso.

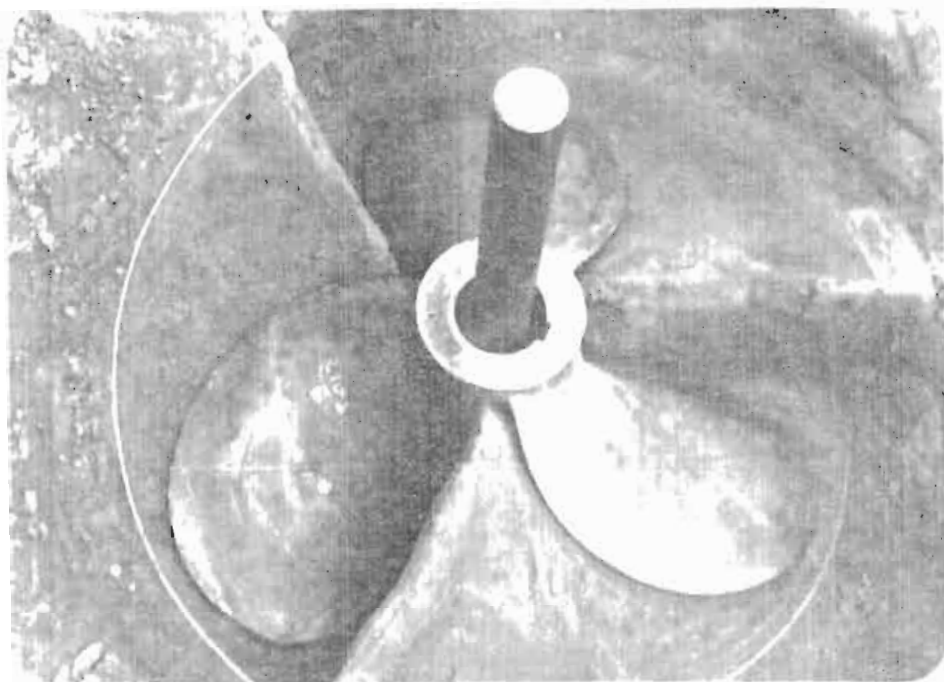


Figura No. 11
Hélice totalmente

Prueba N°5

- a. A continuación para obtener la posición angular de la manzana con relación a la chapa de terraja y determinar el eje de la pala, una vez calzada la hélice, se procede a marcar en la manzana, en la sección correspondiente a cada una de las palas, los puntos donde i nicia en la parte Superior (S) y donde termina en la parte Inferior (I) el Terrajado, Fig. N° 40, Plano N° 14.
 - b. A continuación se mide la distancia SN tomada de la - Vista B del Plano N° 1 y se la traslada a la manzana; haciendo base en el punto S se marca el punto N que - corresponde al eje de cada Pala, Plano N° 14, quedando posicionados los tres ejes de las palas a 120° Fig. N° 41.
 - c. Hemos comprobado que los valores obtenidos una vez - marcados los trazos del inicio S y fin del terrajado en la manzana, Plano N° 14-b, corresponden a los valores del Plano N° 1. De este modo el procedimiento para posicionar angularmente la manzana y la chapa de - terraja y marcar los ejes de las palas queda establecido como se describe (Plano N° 14):
1. Se traza en la cara de mayor diámetro de la manzana, un número de líneas igual al número de palas que ten-

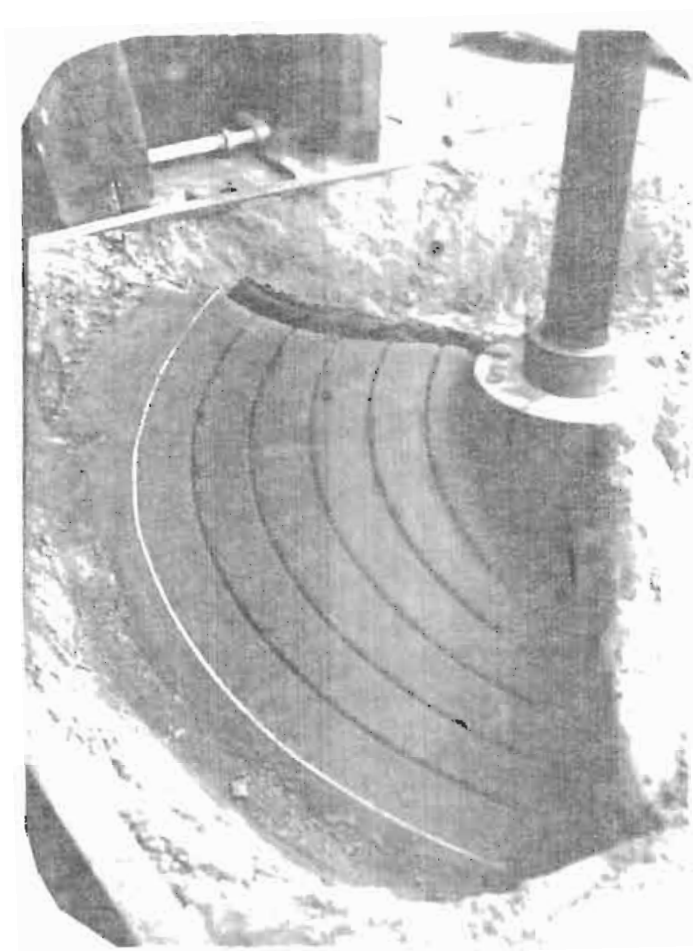


Figura 18. 40

Marcando puntos S e I correspondientes a la salida y terminación del Tercer nivel.

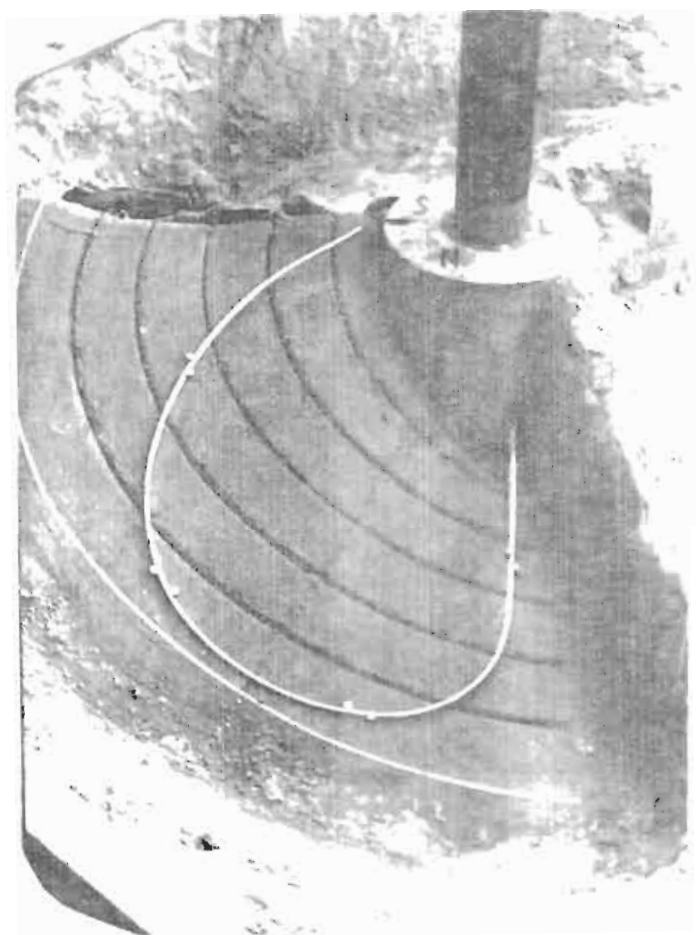


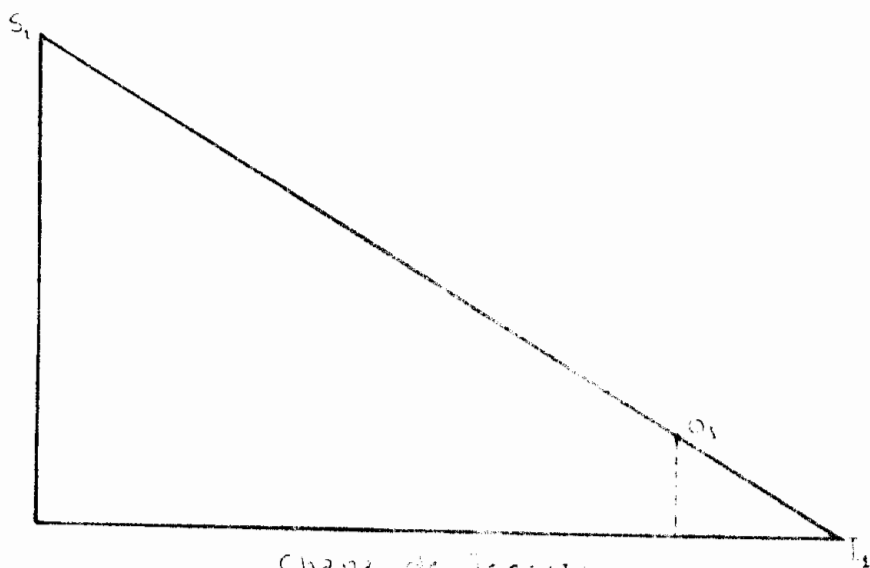
Figura No. 41.

Marcando eje de la pala con el nivel N-S del plano No. 1 y se marca también el contorno de la pala.

ga la hélice con la abertura angular respectiva; se prolongan las líneas verticalmente hacia el cono de la manzana, Plano N° 14; obteniendo así los ejes de las palas (en nuestro caso 3 líneas a 120 grados).

2. Se toma la distancia NS de la Vista B del Plano N° 1 y haciendo centro en N se marca sobre la manzana y en dirección contraria a las agujas del reloj - (Plano N° 14), el punto que corresponde a la misma posición del cateto vertical del triángulo de la - chapa de terraja.
3. Con una escuadra grande y desde la manzana, se traza el eje de la pala en la tierra terrajada, marcando su posición en la chapa de terraja, mediante una muesca.

La razón para trazar el punto S en sentido contrario a las agujas del reloj es por la posición del punto alto de la chapa de terraja en que comienza a realizarse el terrajado, siempre de derecha a izquierda. El valor para trazar la muesca en la chapa de terraja puede obtenerse también matemáticamente, uniendo los puntos S e I de la manzana cuya inclinación corresponde a la del terrajado; marcamos el punto O y hacemos relación de triángulos con el de la chapa de terraja, Fig. N° 42 como se indica:

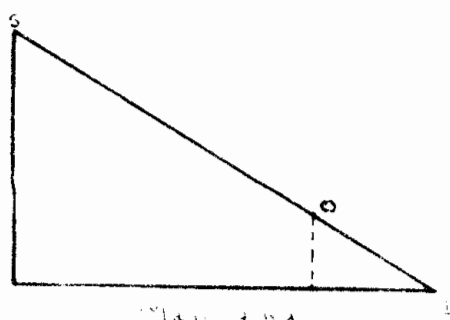


Chapa de Teeraja.

$$I, S_1 = 101.4 \text{ mm}$$

$$IS = 270.0 \text{ mm}$$

$$IO = 93.0 \text{ mm}$$



$IO = 113 \pm 11.4$

Fig. N° 42

Relación de Triángulos

Valores medidos de
la manzana :

IS = 270 mm

IO = 93 mm

Valor medido en la
chapa de terraja :

IIS1 = 107.4

Valor desconocido I1 01

Relación de Triángulos

$$r = \frac{IS}{IO} = \frac{IIS1}{I101}$$

$$r = \frac{270}{93} = 2.9$$

$$r = \frac{IIS1}{I101}$$

$$I101 = \frac{I1 \ S1}{r}$$

$$I101 = \frac{107.4}{2.9} = 370$$

$$I101 = 370 \text{ mm}$$

Por lo tanto la muesca debe marcarse a 370 mm del punto I1; este mismo valor se obtiene haciendo el trazado directo con la escuadra como se indicó anteriormente.

Prueba N° 6

- a. Se curva el contorno de acuerdo a pala expandida de la Vista B del Plano N° 1 y se compara con la pala de la hélice, notándose que el contorno del plano es menor según se muestra en la sección sombreada en el Plano N° 1.

- b. Como es una pequeña diferencia, se resuelve dejar el - contorno a la medida de la pala real, porque es preferible que ésta salga más grande, en caso contrario no habrá posibilidad de corrección.
- c. A continuación se coloca el Cerco en el terrajado y se marca el contorno, Fig. N° 41.

Prueba N° 7

- a. Una vez trazado el eje de la pala y su contorno se retira el cerco y se acoplan los espesores. En ellos se ha marcado previamente, según el Plano N° 1, el punto por donde pasa el eje de la pala. Se hace entonces coincidir con éste y se sueldan unas varillas punteadas para a coplar los espesores entre sí, Fig. N° 43.
- b. A continuación se vuelve a colocar el contorno y se comprueba el acople, Fig. N° 44.

Quedan de esta manera terminadas todas las pruebas preliminares y los ajustes necesarios.

5.2 PREPARACION DE LA CAJA INFERIOR

Con la preparación de la caja inferior se inicia la fase final de nuestro trabajo que corresponde a la aplicación práctica del proceso de moldeo con terraja.

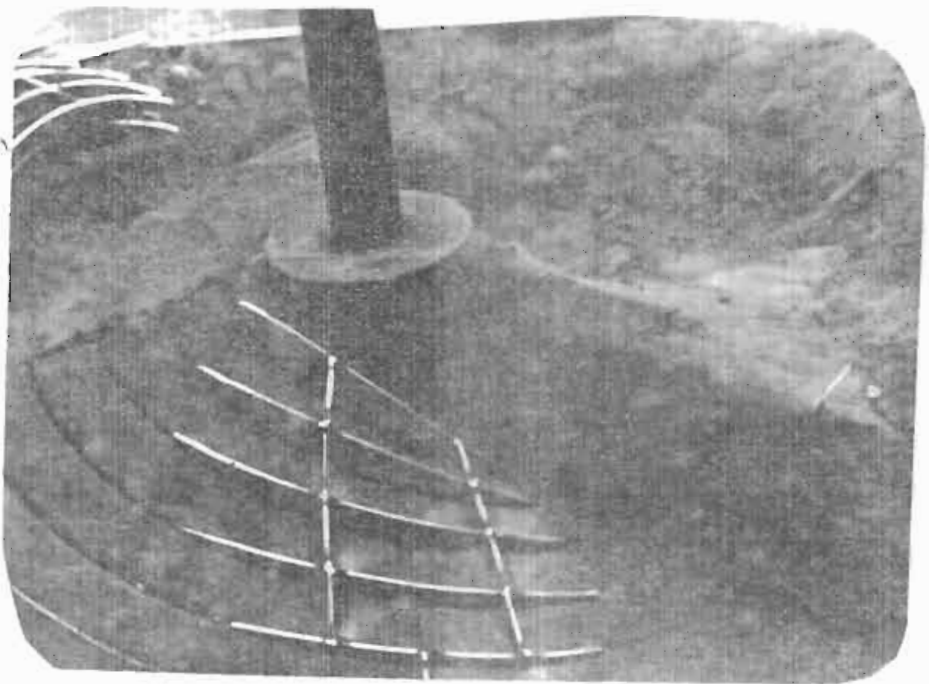


Figura No. 43

Acople de espesores y asegurados con varillas

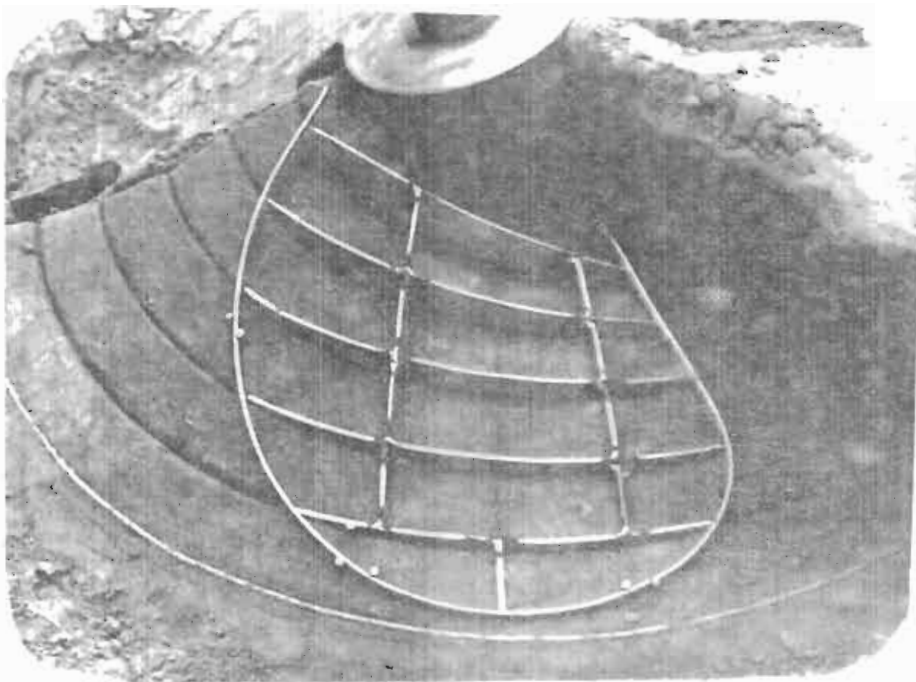


Figura No. 44

Acople final de espesores y Cerco

- a. Se hace un hueco en la tierra de modo que la base de la terraja con su soporte, queden más abajo del nivel del piso, Fig. N° 45.
- b. En la base de terraja se coloca el árbol bien engrasado, de modo que cuando sea necesario sacarlo, salga fácilmente, Fig. N° 46.
- c. A continuación se rellena el hueco quedando enterrada y nivelada la base y sólo sobresale el árbol de terraja, Fig. N° 47; se coloca la caja inferior debidamente centrada respecto al árbol de terraja, Fig. N° 48; luego se coloca la chapa de terraja igualmente centrada y se nivelan tanto la caja como la chapa, Fig. N° 49.
- d. Se ubica la manzana con el cono hacia abajo, haciendo coincidir las marcas de ésta con las aristas verticales de la chapa.
- e. La altura de la chapa de terraja con respecto al borde superior de la manzana queda 33 mm más abajo de ésta, - según lo obtenido en las Pruebas Preliminares; la graduación de altura se consigue utilizando un suple de madera, Fig. N° 50.
- f. Se ataca arena de Posorja a la caja llenándola y apisonándola fuertemente y se comprueba la horizontalidad de caja, manzana y terraja con un nivel, Fig. N° 51.

TRAZADO DE LA CAJA INFERIOR

- a. Se coloca la terraja en el árbol y se inicia el terraja

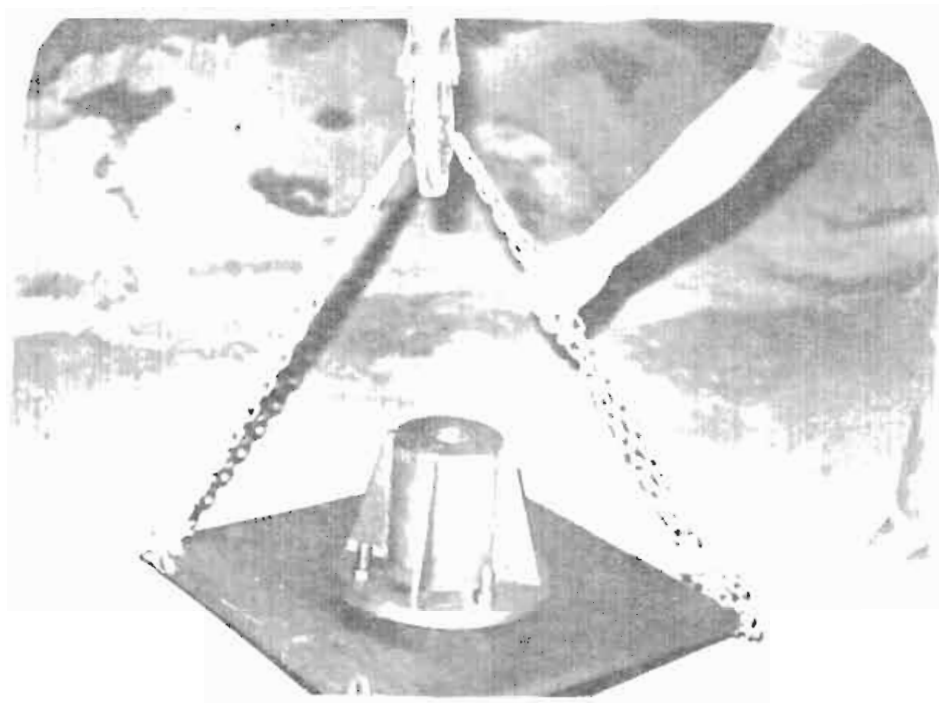


Figura No. 45

Foso abierto y base de terraja con su soporte es colocada en sitio.



Figura No. 46
Colocado árbol de terraja en la base.

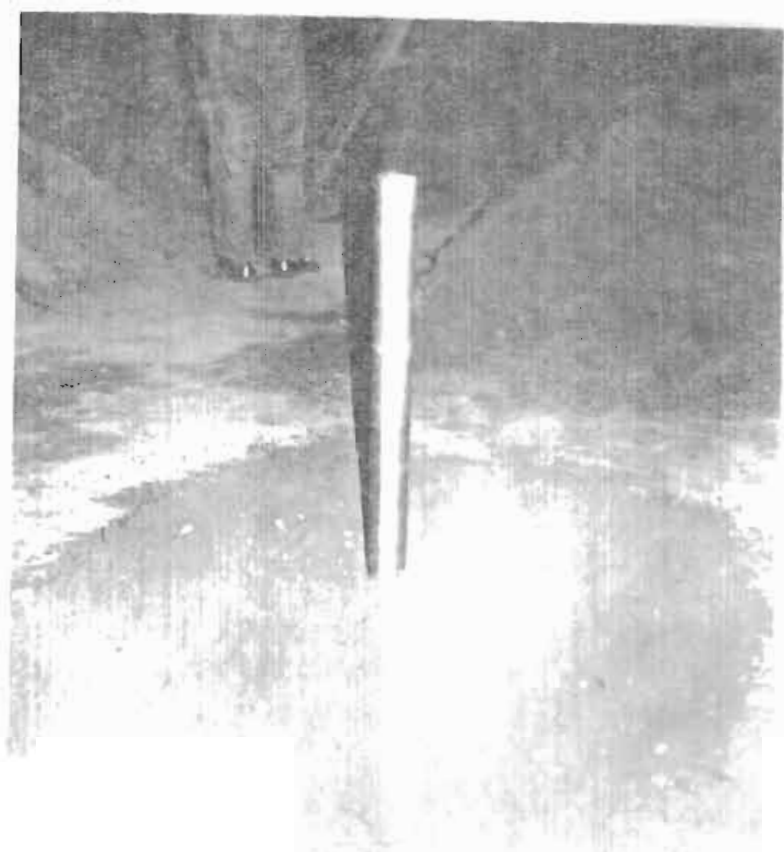


Figura No. 47

Piso nivelado y base de terraja enterrada

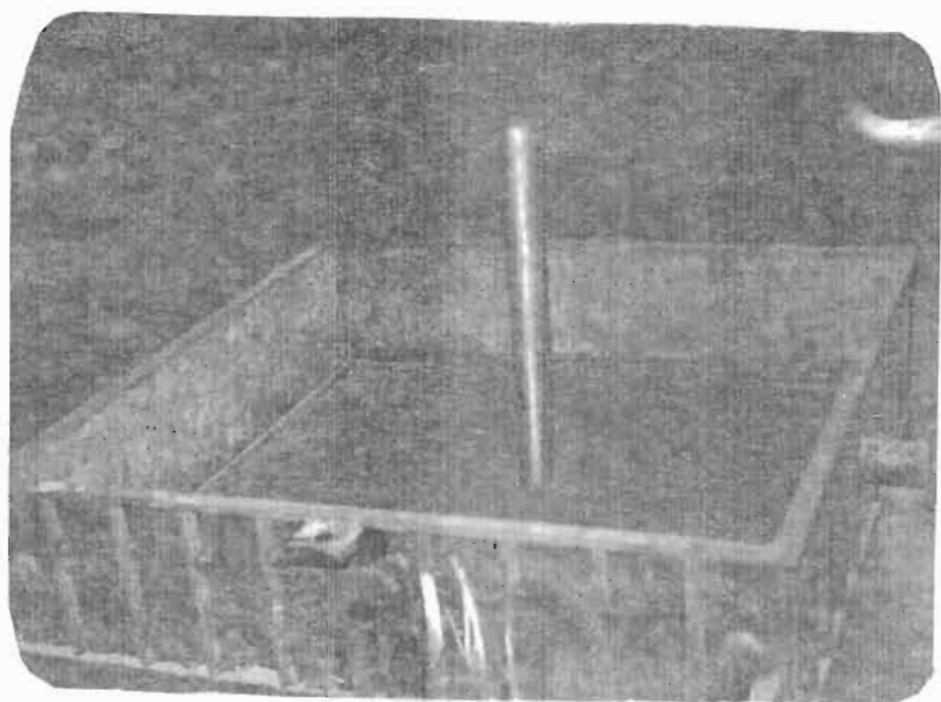


Figura No. 48
Caja Inferior colocada

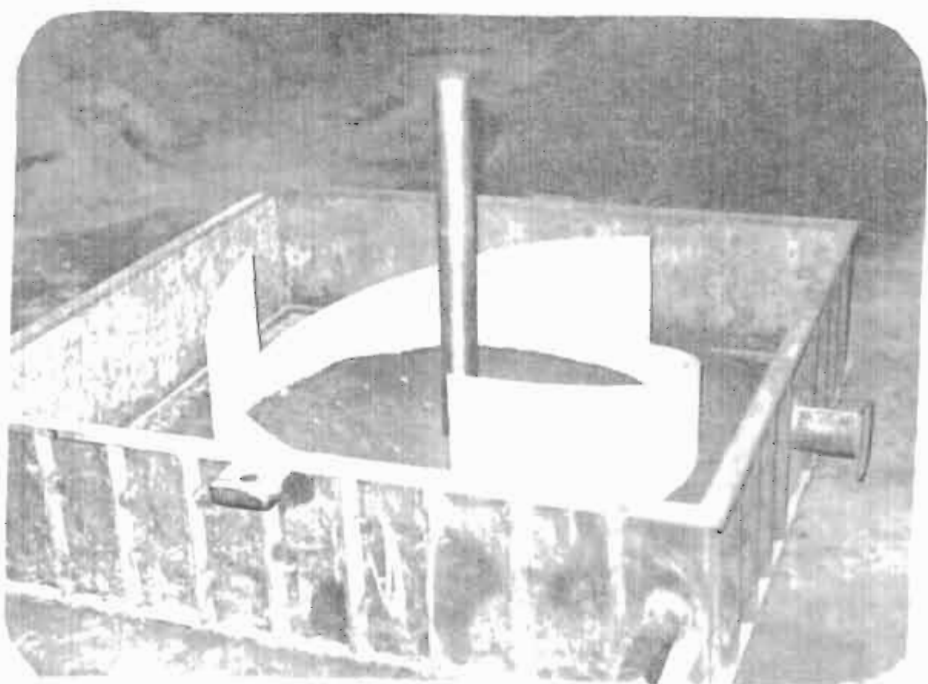


Figura No. 49
Chapa de Terraja instalada y nivelada

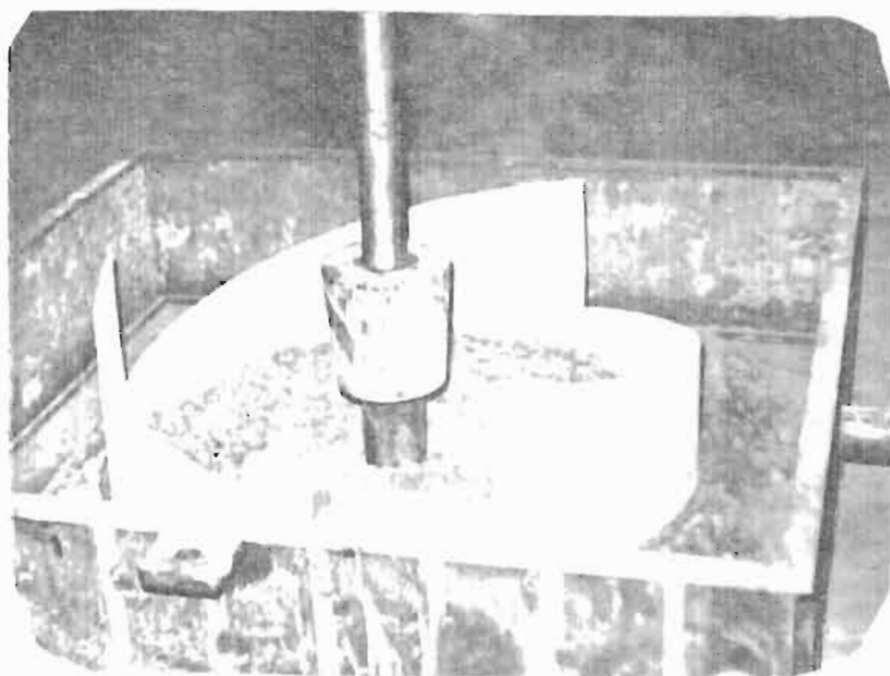


Figura No. 50

Manzana instalada y altura graduada utilizando Suple de madera.

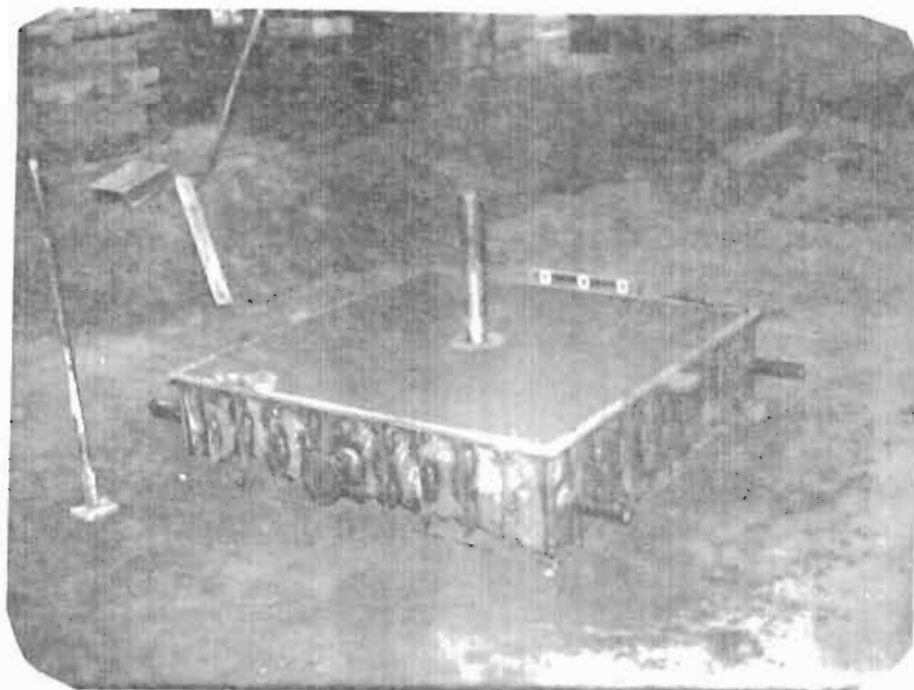


Figura No. 51

Caja Inferior Armada y Nivelada

do a los 360° Fig. N° 52; cuando la parte inferior de la bandera topa con el vértice superior de los triángulos de la chapa, se comienza el terrajado de la pala N° 1; luego de la N° 2 y por último de la N° 3, Fig. N° 53, 54, 55 y 56. (En las figuras pueden verse los radios de la pala obtenidos por el rascado realizado con las puntas de la terraja).

- b. Conforme se va terrajando se van formando desde el borde de la caja hacia adentro, las salidas de la caja superior (o sea los declives que permitirán que despegue y se posicione fácilmente la caja superior), éstas salidas se las hace lo más suave posibles procurando que no formen pendientes pronunciadas.
- c. Una vez terminado el terrajado de las 3 palas, se procede a trazar el eje de cada una utilizando una escuadra y alineando las marcas de la manzana con las de la chapa de terraja, Fig. N° 57.
- d. Se procede a comprobar con un compás de puntas secas, si las distancias entre puntos homólogos de cada dos palas, son iguales, Fig. N° 58.
- e. Como la punta de la terraja que dá hacia adentro, (o sea hacia el lado de la manzana), no forma totalmente la curvatura en la raíz de la hélice, es necesario hacer el acabado manualmente usando la plantilla obtenida del Plano N° 15. Se la hace de cartulina. Después se prueba que las tres palas queden iguales.
- f. Se van ubicando los espesores de la pala haciendo coinci



Figura No. 52
Inicio del Terrajado de los 360°

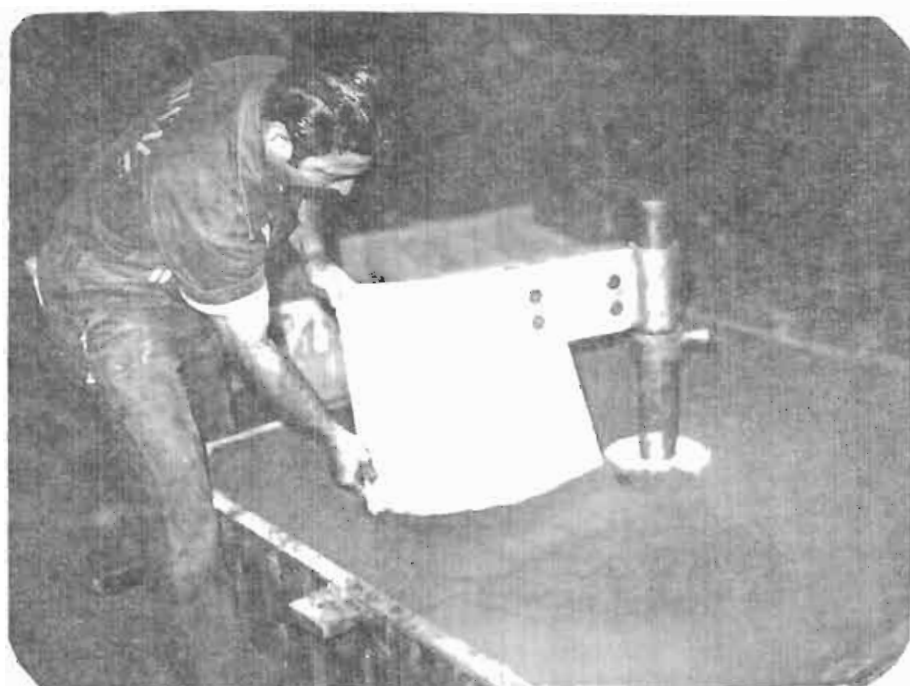


Figura No. 53
Inicio del Terrajado de Pala No. 1

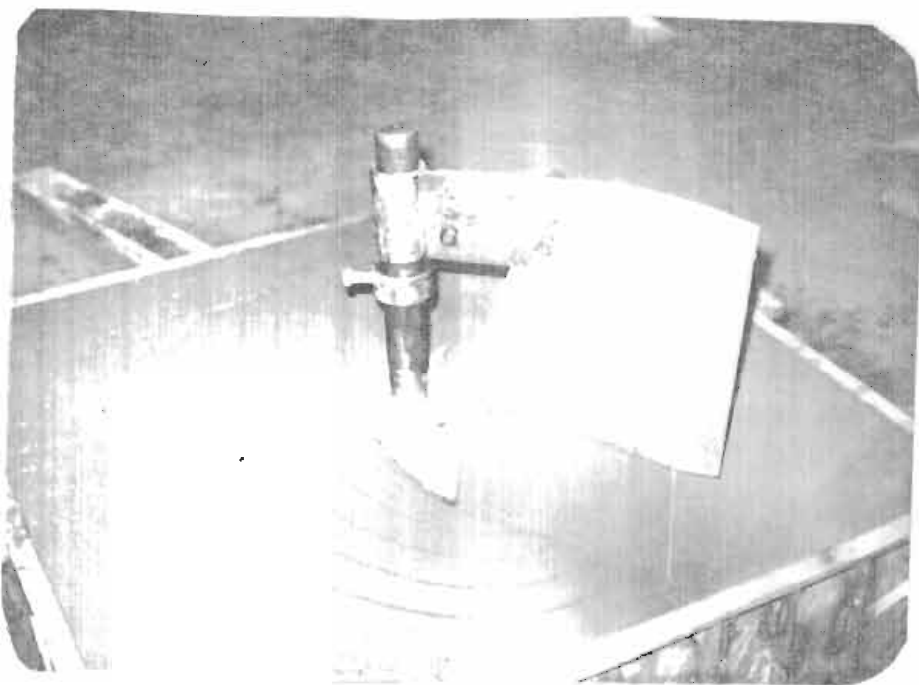


Figura No. 54
Terminando Terrajado de Pala No. 1

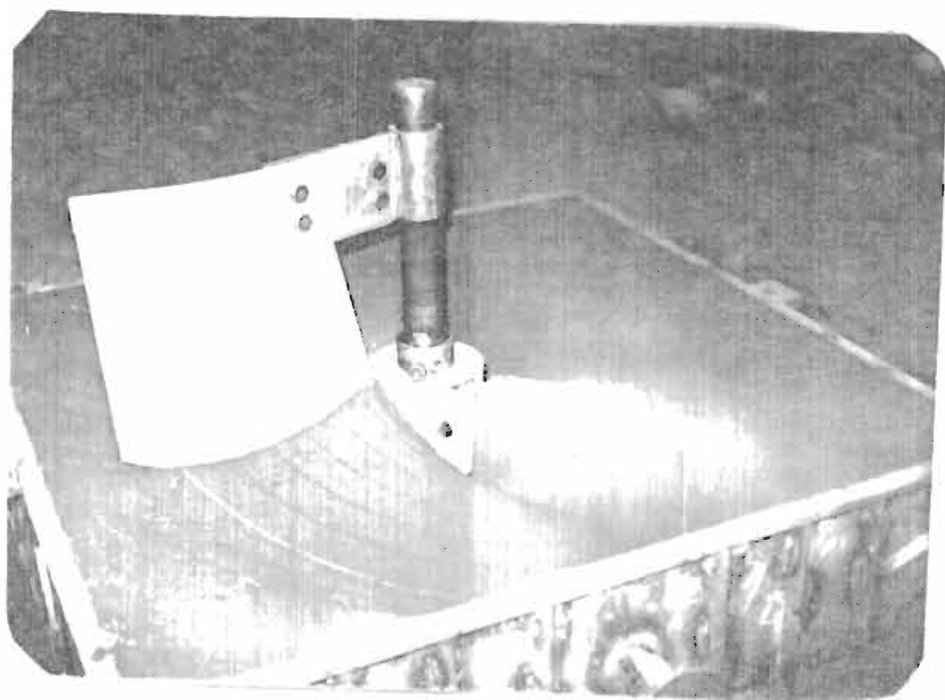


Figura No. 55
Terminando Terrajado Pala No. 2

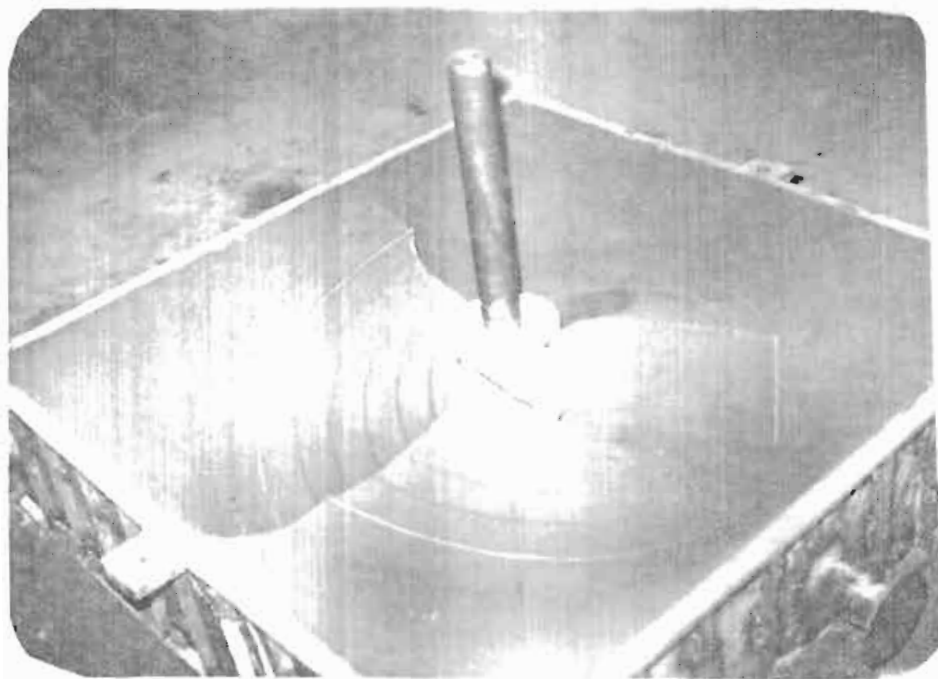


Figura No. 56

Terminado Terrajado Pala No. 3



Figura No. 57

Trabajo del eje de la Pala

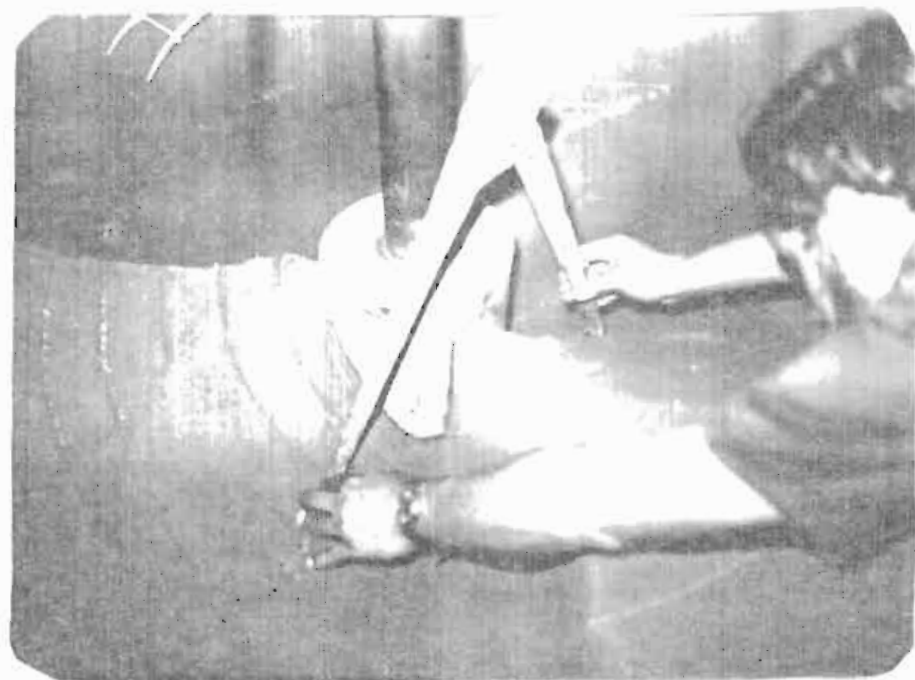


Figura No. 58

Verificación de distancia de puntos Homólogos

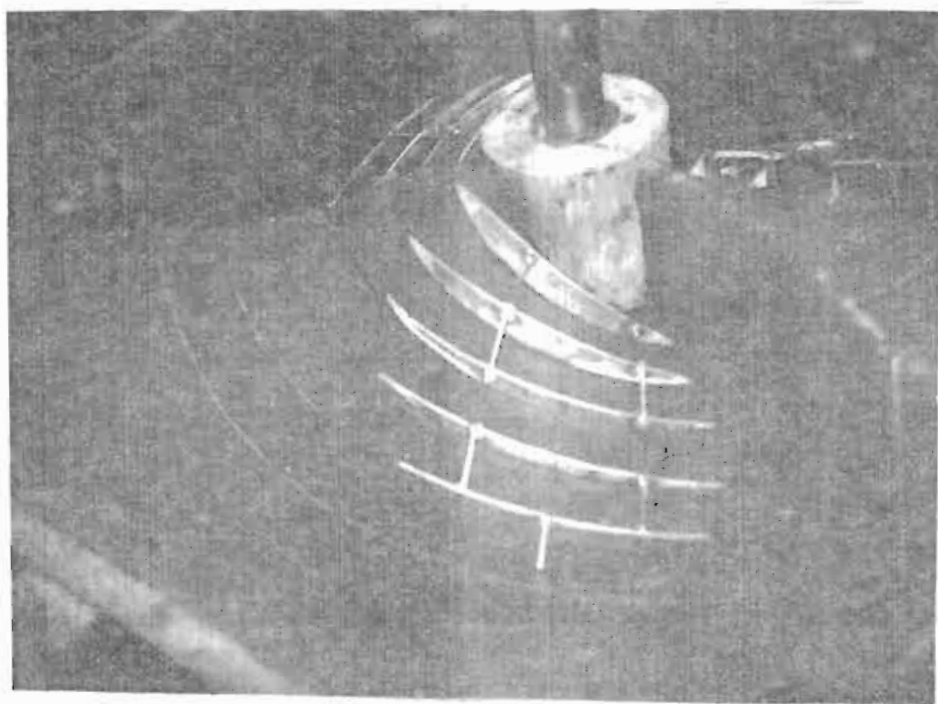


Figura No. 59

Acoplando espesores

dir la marca del centro de éstos con el eje trazado; cada uno de los espesores es asegurado con clavos de lado y lado para fijarlos en su posición, Fig. N° 59.

g. Luego se colocan los cercos con el objeto de que al rellenar las palas no se desborde el material y se aseguran con clavos, Fig. N° 60, 61 y 62; también se humedece el fondo de la pala para evitar que resbale especialmente en las partes con declive, la arena de río que se le coloca (para partir la pala).

h. Se procede luego a rellenar las palas con Arena Hemerenciana mezclada con Silicato de Sodio y con una regla metálica se rasca, apoyándose en los bordes de los espesores para formar la parte superior de las palas, Fig. N° 63.

i. Para dar forma al borde de las palas se deben sacar los cercos, pero como existe el peligro de que al penetrar la colada en el molde, ésta arrastre escoria que se vaya a depositar en los bordes, es preferible y recomendable dejar colocados los cercos aunque los bordes nos resulten más gruesos.

Así una vez fundida la hélice se le da el acabado correcto eliminando las deficiencias de escoria; por lo tanto se resuelve dejarlos.

j. Se hacen varios orificios en las palas utilizando un tubo delgado y se las gasea con CO₂ para endurecerlas. La aplicación del gas se hace lentamente desde arriba describiendo círculos para que vayan endureciéndose poco a poco y al momento de aplicar CO₂ en los orificios practicados

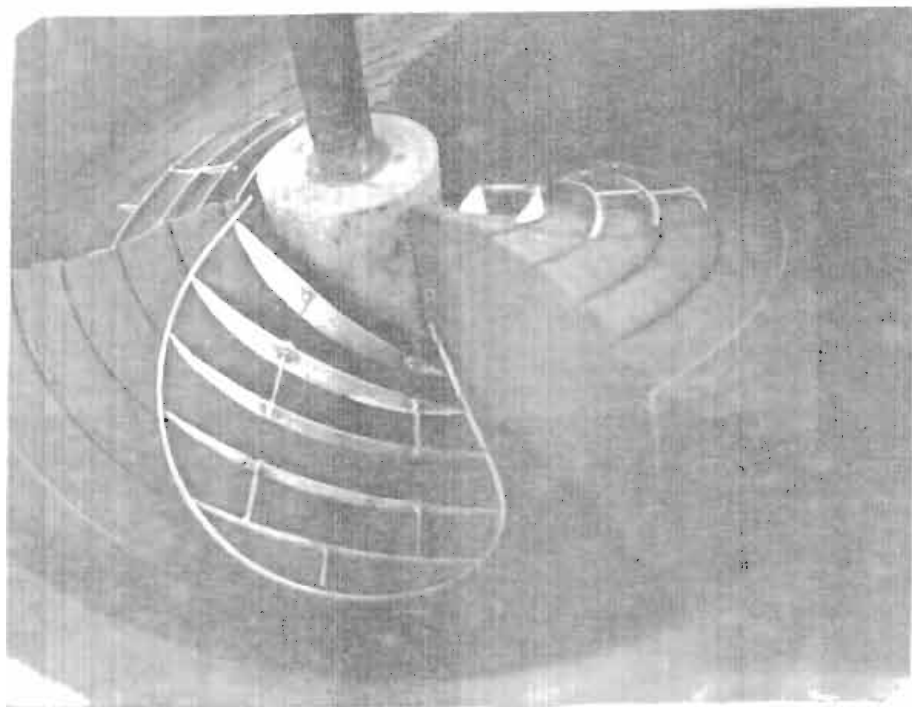
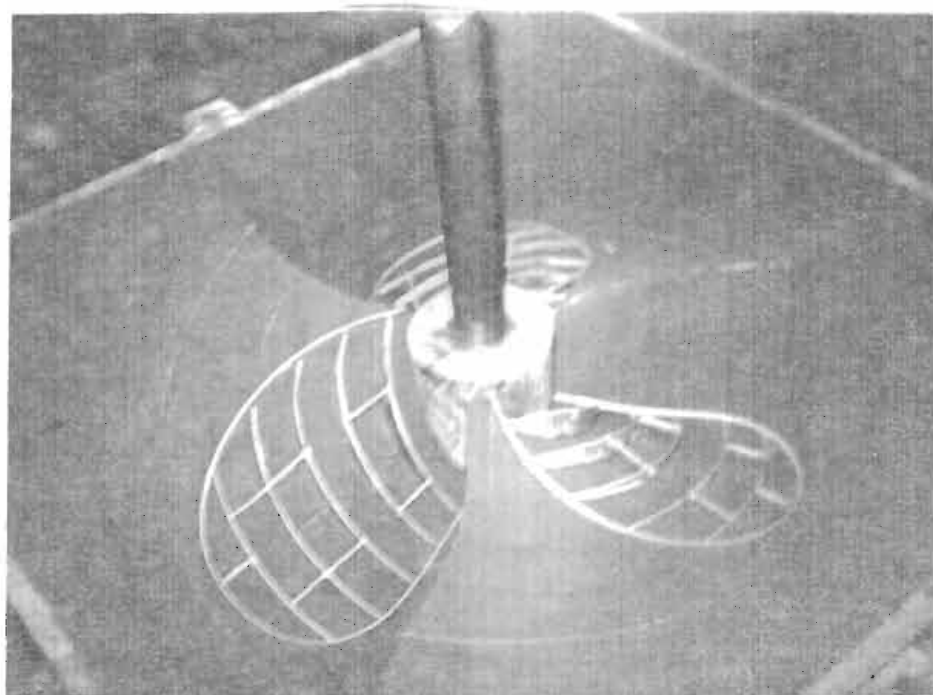


Figura No. 60
Cerco y espesores acoplados



Figur No. 61
Espesores y cerco colocados y asegurados

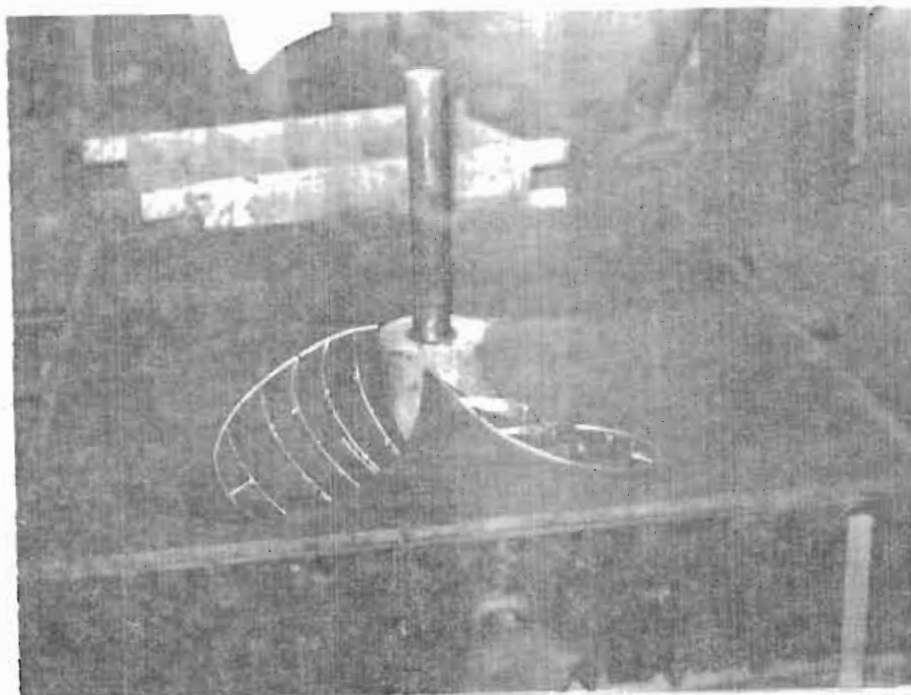


Figura No. 62

Vista objetiva de la forma y espesor variable de las palas

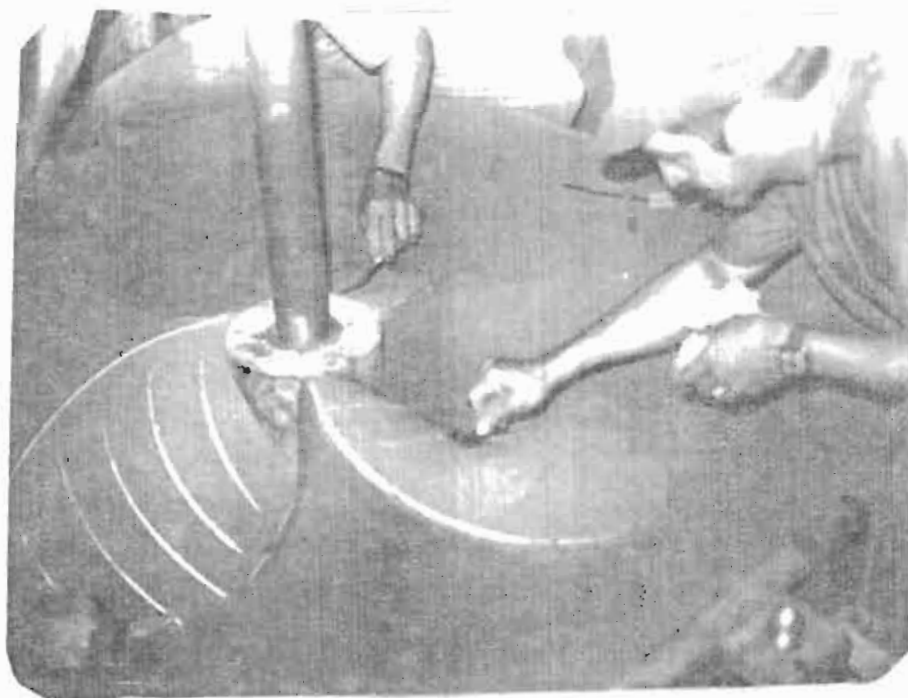


Figura No. 63

Rellenando palas con silicato de sodio

previamente, no se desprenda la arena.

- k. Se procede entonces a partir la caja superior humedeciendo la caja inferior y rociándole arena del río.

Queda de esta forma totalmente terminada la caja inferior.

1.4 PREPARACION DE LA CAJA SUPERIOR

- a. Por medio del puente grúa se levanta la caja superior y se la prueba colocándola sobre la inferior, bajándola lentamente ayudada por los pasadores guías; luego se la saca y se procede a pasarle una capa de lodo que se toma de la orilla del estero; este lodo tiene la función de a ayudar a que la tierra de relleno de la tapa superior se adhiera efectivamente a las paredes de la caja. Entretanto se sacan los clavos que aseguraban exteriormente el cerco de cada una de las palas en la caja inferior, con el objeto de evitar que las cabezas dañen los bordes de la tapa superior.
- b. Se pone definitivamente la caja superior sobre la inferior y se procede a ganchear la superior, lo que permitirá sujetar bien la arena que se ataca en ésta. Se colocan además, 3 venteos que corresponden a cada una de las palas, Fig. N° 64 y 65.
- c. En este punto retiramos el eje de la Terraja de la Caja Inferior, (que sale fácilmente por estar engrasado) y se coloca la mazarota que tiene el objeto de alimentar el

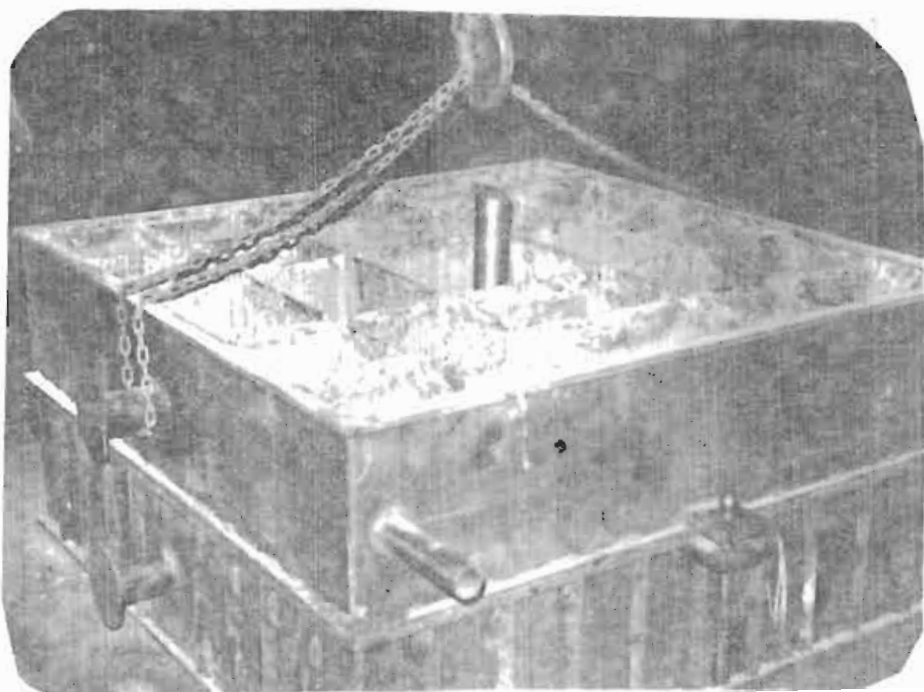


Figura No. 64
Colocando caja superior



Figura No. 65
Atacando caja superior

rechupe de las palas ayudando a evitar las porosidades que puedan producirse por insuficiente alimentación de la colada.

- d. Atacamos la Caja Superior con arena de Posorja, colocando un suple cilíndrico de madera para que no quede ventrada la mazarota y con una varilla se puntea por arriba toda la caja, con el objeto de ventear la misma, Fig. N° 66.
- e. Terminada la operación anterior se saca el suple de madera, la mazarota y los tubos de los tres venteos, Fig. N° 67.

5.5 ACOPLES FINALES, RESANES Y MOLDEO

- a. A continuación se levanta la caja superior con el puente grúa, guiándola con los pasadores; cuatro hombres, ayudan en la maniobra. Se retira la caja superior hacia atrás y se la vira, Fig. N° 68.
- b. En la caja inferior se procede a retirar los cercos y el material de relleno de las palas, que no sale entero, Fig. N° 69. Se establece que no hubo una efectiva aplicación de CO₂ que endurezca las palas; se retiran además los espesores.
- c. Como existen ciertos desprendimientos, se procede a resanar las caja superior e inferior, utilizando los cercos que se constituyen en una ayuda importante y valiosa para este trabajo, Fig. N° 70, 71 y 72.

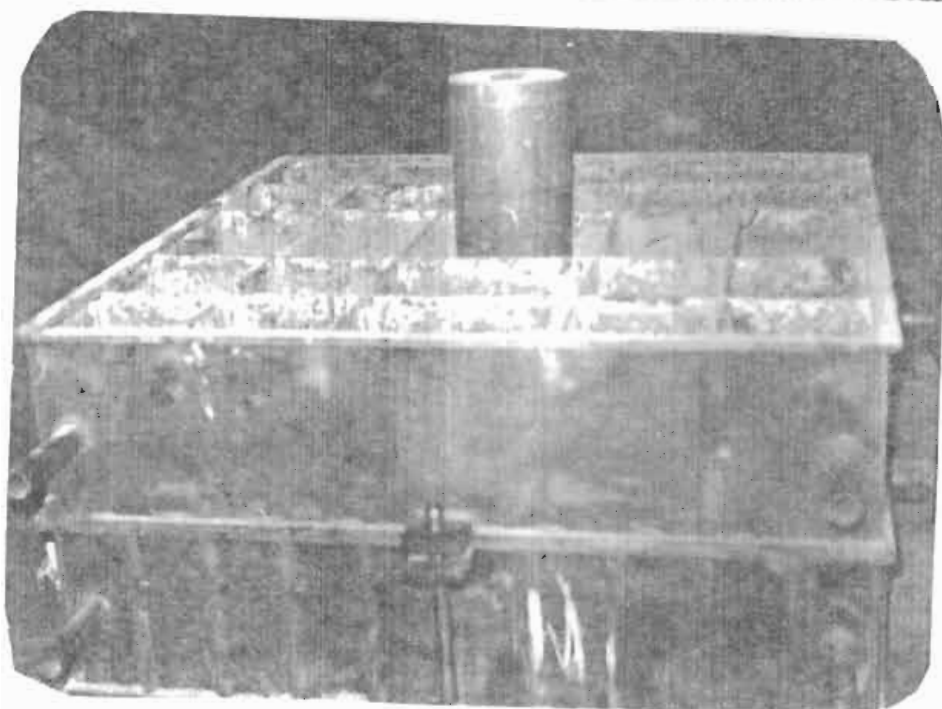


Figura No. 66
Colocada Mazarota y Suple de Madera



Figura No. 67
Caja superior una vez retirada mazarota, y suple cilíndrico de madera



Figura No. 68

Virando caja superior una vez desacoplada



Figura No. 69

Retirando cercos, espesores y arena con silicato de
caja inferior.



Figura No. 70
Caja superior con desprendimientos



Figura No. 71
Resanando caja superior

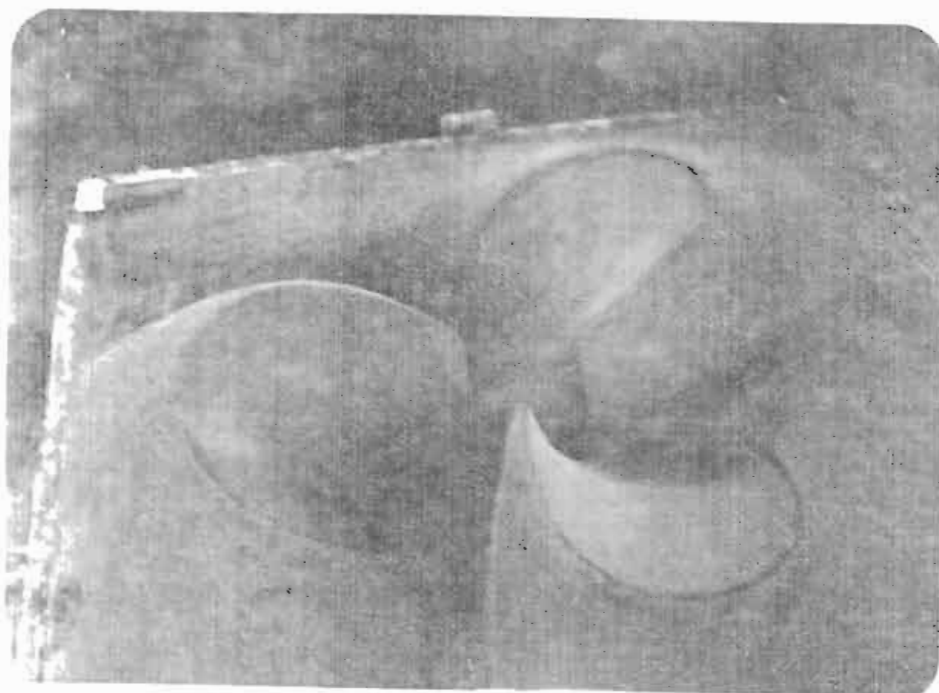


Figura No. 72
Caja superior resanada y pintada

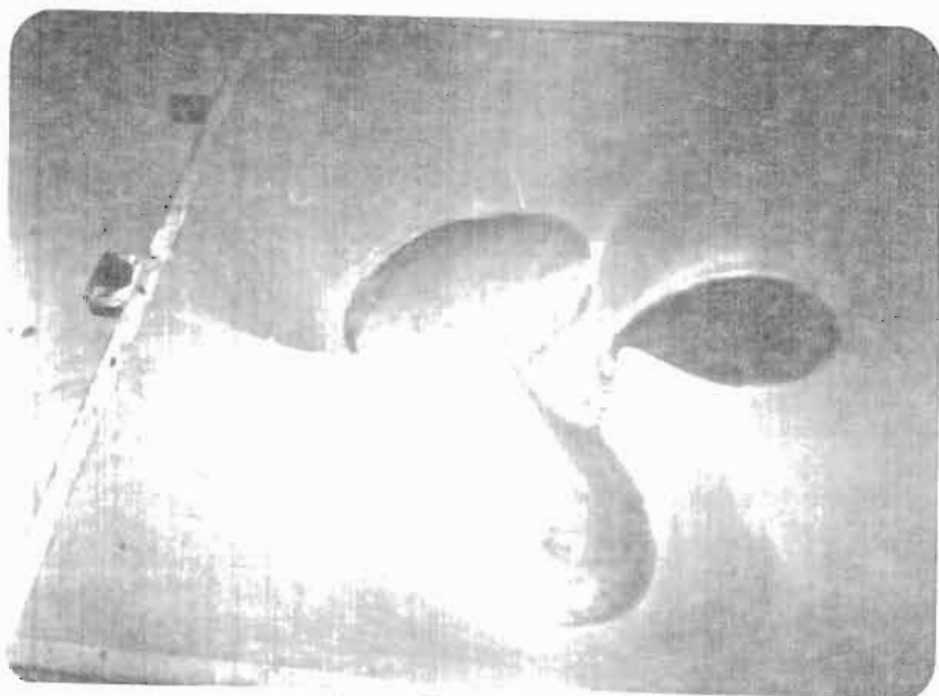


Figura No. 73
Caja inferior resanada y pintada con plomo negro

- d. Se dejaron secar las cajas 20 horas; luego se colocan - clavos de 4 pulgadas en toda la caja superior y en la - parte correspondiente a las palas en la caja inferior. El objeto de esto es evitar que en el momento de alimentar la colada para fundir la hélice, el golpe de ésta - al caer, dañe los acabados.
- e. Se pintan con Plombagina las cajas, (Fig. N° 73 y 74) - para dar un buen acabado a las superficies de la hélice al fundirla y para que la tierra no se pegue. Se deja secar al fuego la caja superior, Fig. N° 75.
- f. Colocamos nuevamente la caja superior sobre la inferior y se prueba 2 veces, destapando para asegurarse de que ya no existen desprendimientos, (Fig. N° 76), se retira la caja superior dejándola suspendida del puente grúa, sin virarla durante 18 horas, al cabo de las cuales se comprueba que no han habido desprendimientos, Fig. N° - 77.
- g. Colocamos la caja superior sobre la inferior y se aseguran las mismas con 4 grapas, quedando listo el molde para recibir la colada (Fig. N° 78, 79 y 80).
- h. Previamente se ha prendido el horno y se pone el Zinc y el Cobre para preparar la colada, añadiéndose una substancia desgasificadora; una vez lista la colada se vierte en las cucharas, Fig. N° 81 y se retira la escoria - que flota en la parte superior, Fig. N° 82.
- i. Se vierte a continuación la colada en el molde, Fig. N° 83, dejándose enfriar por espacio de 3 horas, al cabo -

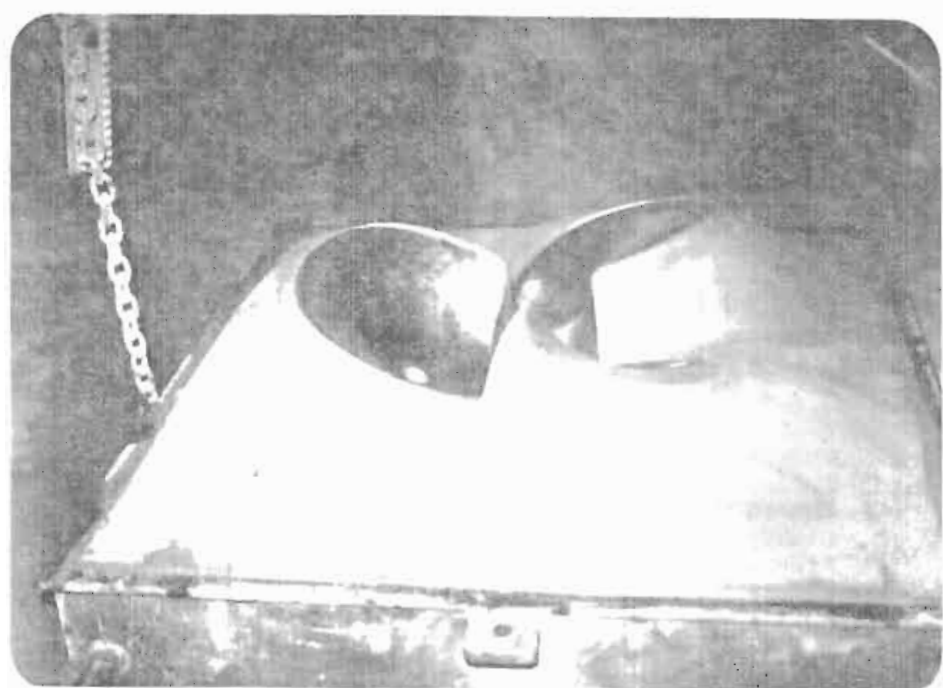


Figure No. 74

Gage superior resinada y con alfileres

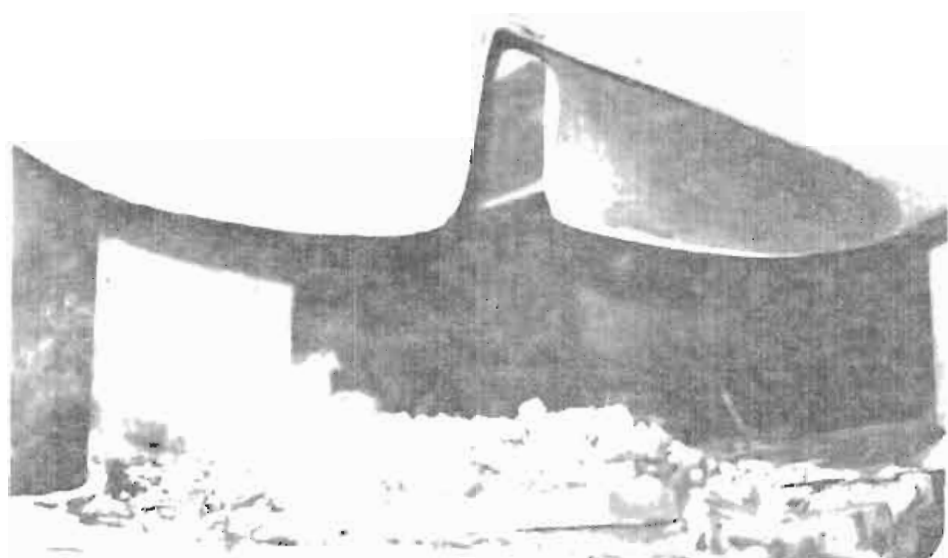


Figure No. 75

Gage superior metal

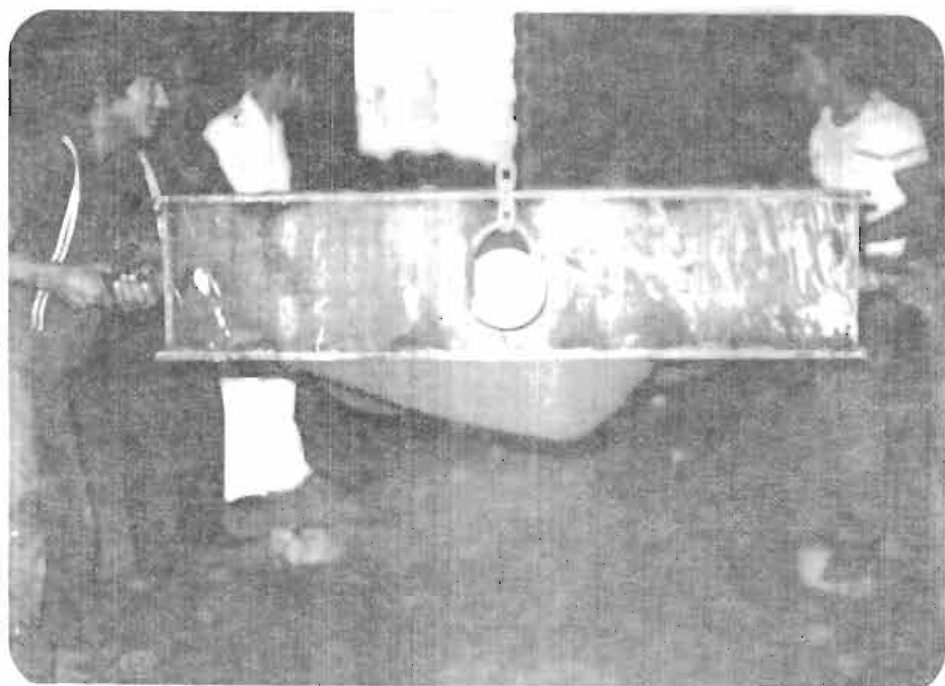


Figura No. 76
Caja superior list: para prueba

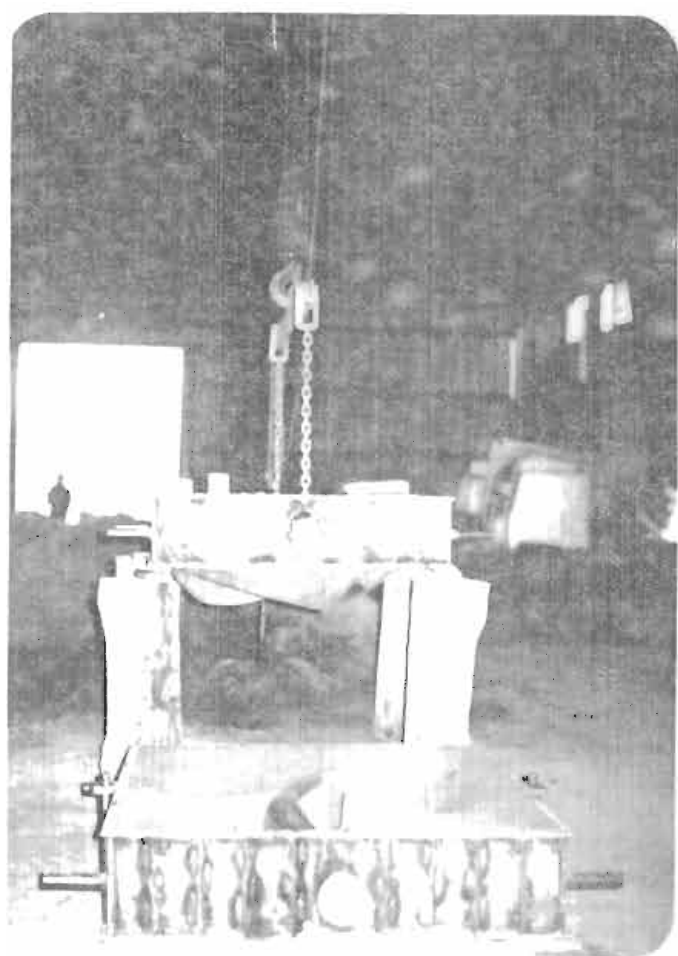


Figura 10.
Caja superior

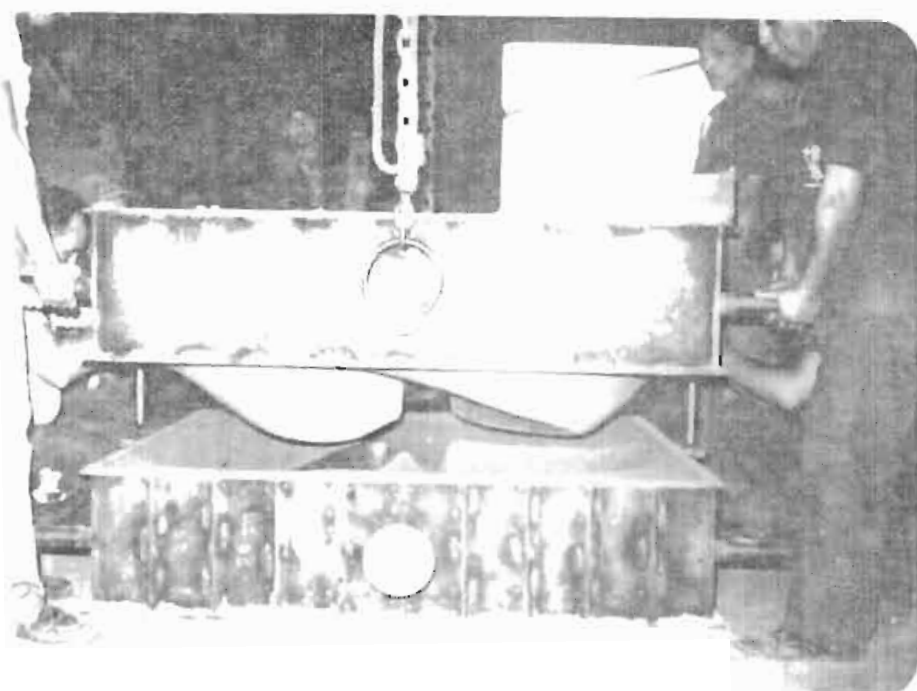


Figura 10.
Molduri finale de oja suprasupra int.

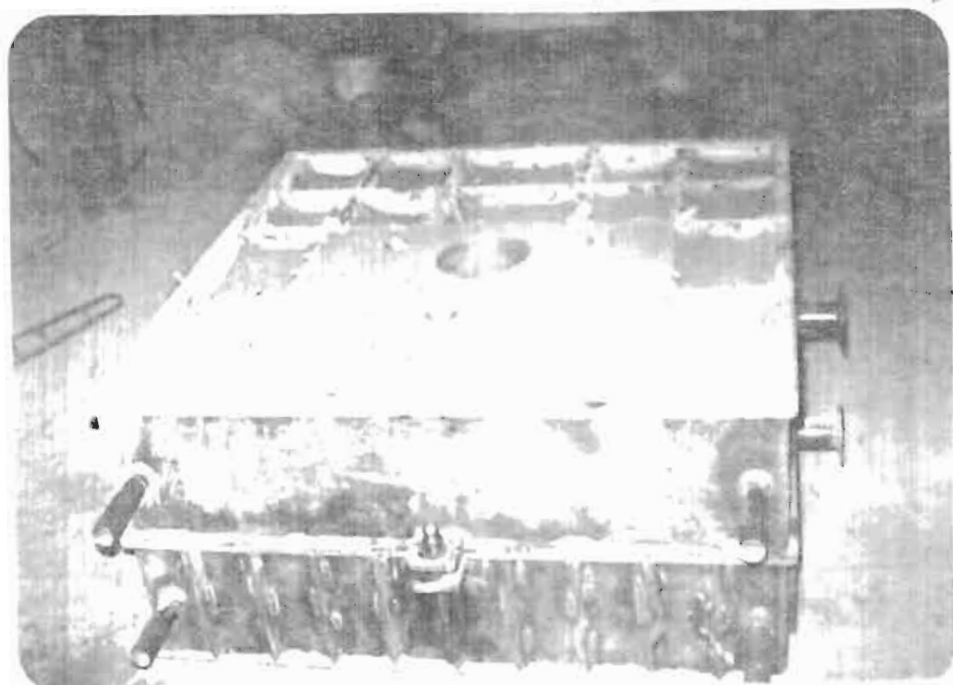


Figura 11.
Molduri finale de oja suprasupra int.

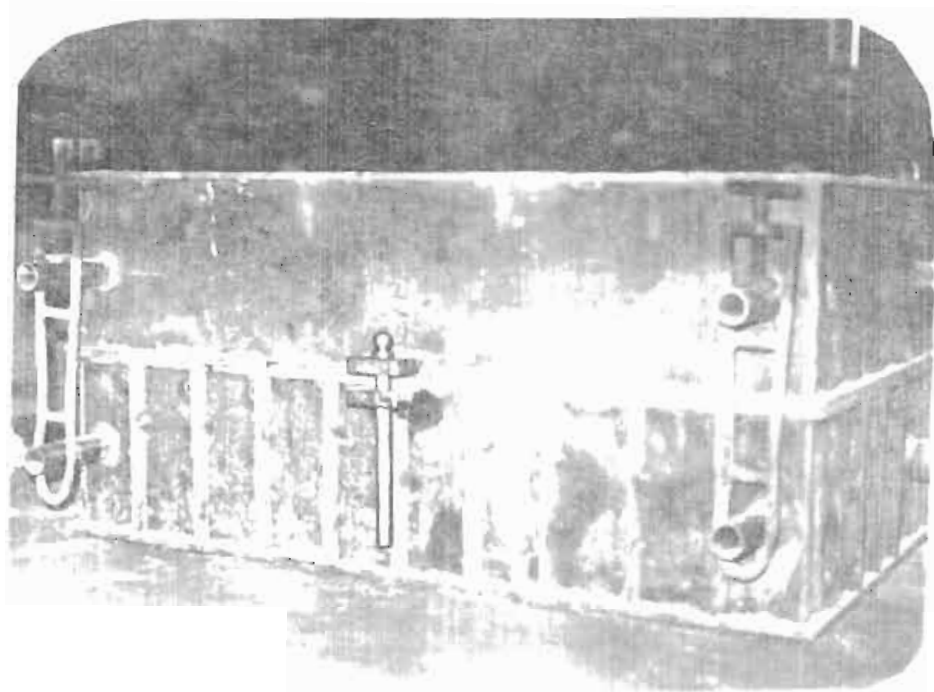


Fig. 1. Schematic diagram of the furnace.



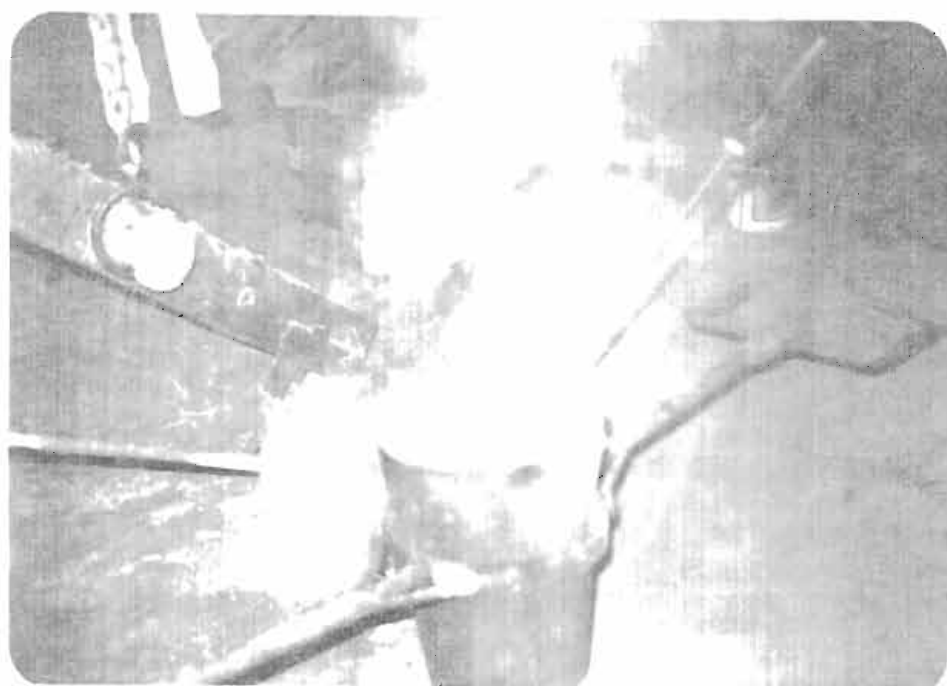


Figura No. 10.
Escoria de la fundición.

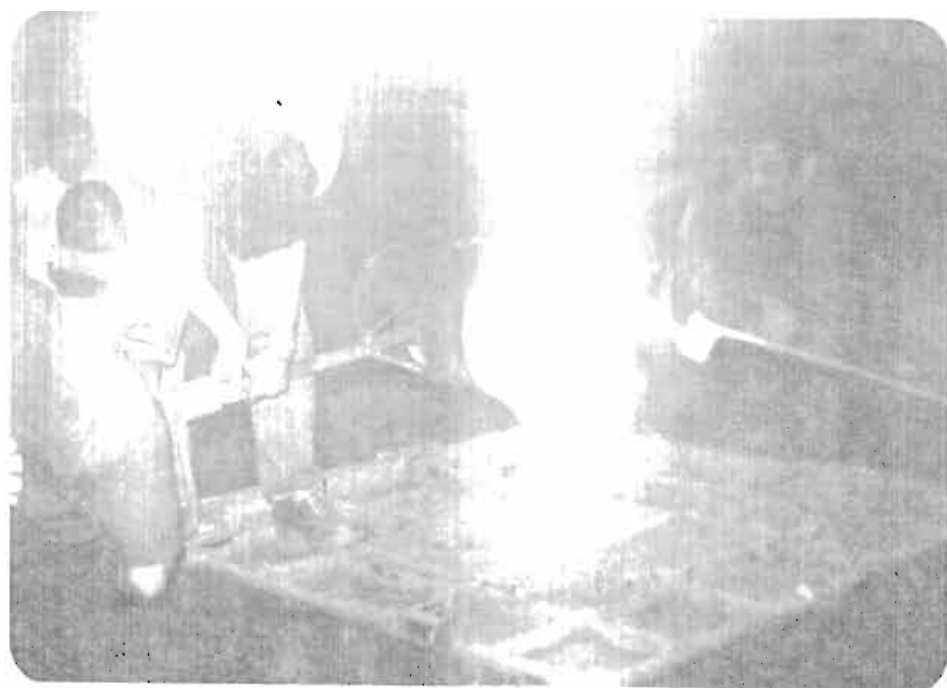


Figura No. 11.
Colando el metal.

de los cuales se destapan las cajas y encontramos en la superior adherida la hélice. Fig. N° 84, 85 y 86.

Hemos logrado en esta forma fundir un propulsor por primera vez en el país, sin utilizar modelo, probando satisfactoriamente el proceso con terraja.

La prueba de Dureza de la hélice da 45 BHN que es un valor bajo y equivale a un latón. Esto está dentro de lo esperado pues se planificó fundir en prueba una unidad lo menos costosa, por lo tanto la hélice no puede ser probada en una embarcación.

Al comparar la pala fundida con la original, (Plano N° 16), se nota que la primera es más grande y que además en el ancho salió incluido el incremento dejado según prueba N° 6 - del capítulo 5; por lo tanto, es suficiente que en el futuro el tamaño del cerco sea igual al del plano de la hélice.

La verificación del paso se hace colocando la Plantilla N° 1 (Plano N° 13) en la pala fundida (Plano N° 17), notando - que existe una diferencia máxima de 2 mm y en el tercio hacia el lado de la raíz de la pala, comprobándose que no se logró hacer una corrección total de la variación de éste - (Fig. N° 87).

Con relación a la manera en que se hizo la corrección del -

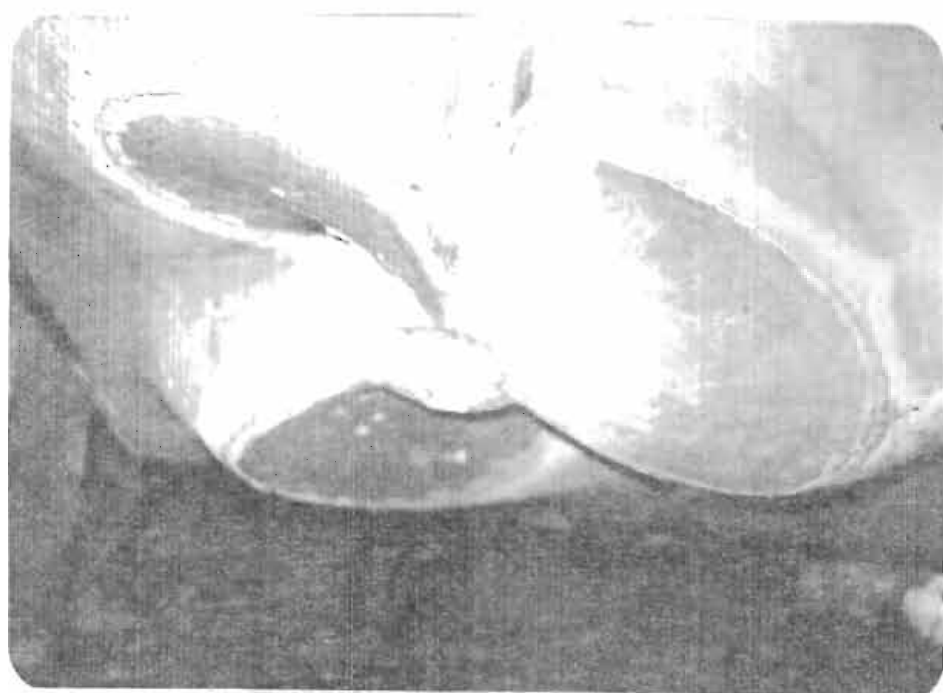


Figura No. 84
Hélice fundida, adherida a la caja superior



Figura No. 85
Desacoplando hélice de caja superior



Figura No. 6

Hélice formada por el método de ... en el lizar ...

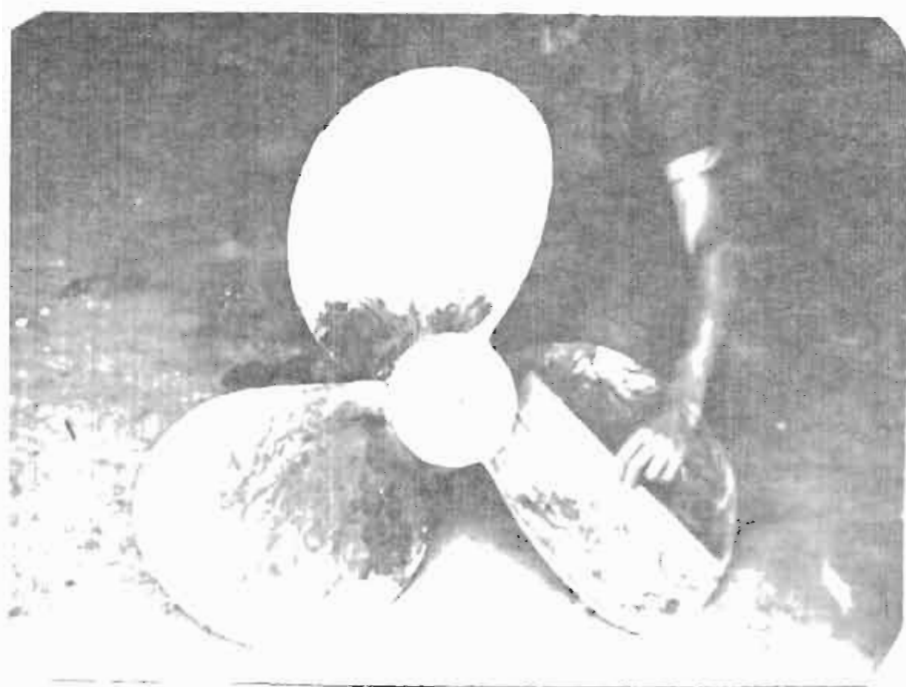


Figura No. 7

Ver ... piso en ...

paso se establece que no fue la más apropiada, pues como la variación está dentro del primer tercio de la longitud de la pala considerada desde la raíz, la forma como se introdujo la corrección afectó también al resto de la pala.

El propulsor obtenido es satisfactorio porque la diferencia encontrada es muy pequeña y además está hacia la raíz de la pala, de modo que es despreciable. El análisis de este resultado permitió encontrar finalmente la forma de obtener el radio generatriz correcto bajo las siguientes consideraciones:

- a. No se puede introducir una variación parcial en la chapa de terraja, pues cualquier modificación que se haga en ella, afectará a toda la longitud de la pala (Plano N° 18).
- b. La variación se introduce únicamente en la terraja cambiando la forma del perfil generatriz en una cantidad igual al valor de ésta variación y en el sector correspondiente (Plano N° 18).
- c. Obtenemos en esta forma que trabajando a paso constante sobre la chapa de terraja, simultáneamente introducimos la variación solo en el sector de la pala afectado por ésta.

C A P I T U L O 6

C A P I T U L O 6

A N A L I S I S E C O N O M I C O

En este Capítulo estableceremos los costos que demandó la realización del Proyecto "Proceso de moldeo con terraja para la fabricación de hélices".

Vamos a considerar los costos reales hasta la fundición de la hélice. Como no se realiza su acabado, se hace un estimado de este costo para sumarlo al de la hélice fundida y obtener el total de la misma hecha en el Ecuador. No se consideran ganancias sino únicamente costos netos.

Se ha tomado especial cuidado, en llevar un control de tiempo que permita disponer de bases reales para la realización de futuros trabajos.

Los costos están determinados por rubros específicos, de modo que se pueda realizar un análisis comparativo adecuado.

El precio de una hélice de 900 mm importada, incluido el flete y con exoneración de impuestos es aproximadamente de 45.000 su cres (1.500 dólares).

Para claridad del análisis la terraja se la considera con todas sus partes a excepción de la bandera, quedando como una herra -

mienta de uso permanente para utilizarse en múltiples trabajos. La bandera sirve sólo para fundir la hélice del presente trabajo, por eso no se la considera en los costos.

No se cuantifica la participación del personal técnico a nivel Ingeniero, que intervino y que constituye la base medular de los resultados obtenidos, porque en este trabajo nuevo en nuestro medio, participaron más de los necesarios, con el afán de asimilar tecnología.

Tampoco se cuantifica lo referente a elaboración de documentación, planos y similares que también se necesitó.

Se establece un costo estimado de 3.600 sucres para la asistencia técnica que será necesaria en trabajos futuros aplicando el "Proceso de Terraja" y de 2.400 si se usa el "Proceso Directo"; estos valores se los utiliza para fines de comparación (Cuadro N° 17).

Se han efectuado cuadros que resumen costos, inherentes a los diferentes rubros de construcción de herramientas, proceso de moldeo y fundición y en ellos se considera que el tiempo de trabajo está dado por días laborables de 8 horas.

Del compendio de los cuadros del N° 5 al 15, establecemos que el costo total de la implementación del proyecto es de S/ 65.415,16 como se indica:

Cuadro N° 5	Confección de chapa de terraja, espesores y cercos.	S/ 4.785,00
Cuadro N° 6	Confección de manzana.	" 1.010,00
Cuadro N° 7	Confección de mazarota	" 850,00
Cuadro N° 8 al 11.	Confección de terraja sin - bandera.	" 11.316,05
Cuadro N° 12	Confección de terraja o bandera.	" 844,27
Cuadro N° 13	Confección de Caja de Moldeo y Pasadores guías.	" 22.284,14
Cuadro N° 14	Fundición de Hélice.	" 12.618,80
Cuadro N° 15	Pruebas Preliminares	" 11.706,90
		S/ 65.415,16

El costo total de la hélice fundida sin acabado, considerados los valores de los Cuadros N° 5, 6, 7, 12, 14 es de 20.108,07 sucres como se resume a continuación:

Cuadro N° 5	Confección de chapa de terraja, espesores y cercos.	S/ 4.785,00
Cuadro N° 6	Confección de manzana	" 1.010,00
Cuadro N° 7	Confección de mazarota	" 850,00
Cuadro N° 12	Confección de terraja(bandera)	" 844,27
Cuadro N° 14	Fundición de hélice	" 12.618,80
		S/ 20.108,07

El costo de la hélice totalmente terminada es de S/ 26.688,07 que incluye los 20.108,07 de la hélice fundida, 3.600 sucres

estimados para asistencia técnica que se requerirá en el futuro para aplicar el proceso con terraja y 2.980 sucres para el acabado de la misma, incluido el balanceamiento dinámico (Cuadro N° 18).

El costo total de la Terraja sin Bandera, Cuadros N° 8, 9, 10 y 11 es de S/ 11.316,05 como se indica a continuación:

Cuadro N° 8	Base y soporte de árbol de terraja.	S/ 5.448,92
Cuadro N° 9	Árbol de terraja.	" 2.772,13
Cuadro N° 10	Collarín	" 1.317,43
Cuadro N° 11	Abanico	" 1.777,57
		S/ 11.316,05

El costo de las Pruebas Preliminares es de S/ 11.706,90.

El costo estimado para la confección del modelo de la hélice cuando se usa el proceso directo es de S/ 13.568,00 según el Cuadro N° 16.

El costo de las partes adicionales que se confeccionaron para aplicar el moldeo con terraja, es de S/ 6.639,27 según el siguiente detalle:

Cuadro N° 5	Confección de chapa de terraja, espesores y cercos.	S/ 5.785,00
-------------	---	-------------

Cuadro N° 6	Confección de manzana.	S/ 1.010,00
Cuadro N° 12	Confección de terraja o bandera.	" 844,27
		S/ 6.639,27

Analizando desde el punto de vista económico los valores totales gastados en la aplicación del proceso con terraja de - 65.415,16 sucres, observamos que los correspondientes a la - terraja sin bandera y cajas de moldeo, constituyen una inversión efectiva de 33.600, 19 que equivale al 51% del total y queda construída una herramienta y las cajas de moldeo para uso permanente.

El valor de 20.108,07 sucres que equivale al 31%, corresponde a gastos para la confección de los accesorios requeridos y a la fundición misma de la hélice sin acabados. Estos valores no se pierden si se vuelven a fundir, una o varias hélices de dimensiones iguales a la tratada en este caso.

Queda un valor sobrante de 11.706,90 sucres que corresponde - al 18%, gastado en las Pruebas Preliminares. Este último valor, prácticamente es el único gasto que no es recuperable, - pero en cambio equivale al costo de la transferencia de tecnología lograda.

En el Cuadro N° 17 resumimos los parámetros que nos permiten hacer un análisis comparativo del "Proceso de moldeo de héli-

ces con terraja", con el "Proceso de moldeo directo, con los siguientes resultados:

Con relación al tiempo vemos que mientras el Proceso Directo emplea 25,5 días, el de Terraja sólo requiere de 11,9, lo - que equivale al 46,6% del tiempo utilizado por el primero.

El costo para la fundición de la hélice con el proceso directo es de 30.616,8 sucres y con el de terraja 26.688,07, que equivale al 87% del costo del primero.

Al observar otros rubros de este cuadro, vemos que los mayores costos y tiempos del proceso de moldeo directo corresponden a la elaboración del modelo.

Por otro lado el tiempo para fundición de la hélice con terraja es mayor en 8 horas que en el proceso directo; ésta diferencia se debe a que en este tiempo está incluido la elaboración del molde con la terraja.

Tenemos entonces que si utilizamos el modelo para fabricar - piezas en serie y en grandes cantidades, el costo del modelo prácticamente se vuelve despreciable, así como el tiempo largo que se emplea para confeccionarlo.

En cambio si tenemos que fabricar continuamente modelos para la elaboración de limitado número de unidades, el proceso de

moldeo directo es antieconómico y es reemplazado con muchas ventajas, por el proceso de moldeo con terraja como se ha planteado.

Por otro lado, al comparar el valor estimado de 45.000 sucres que cuesta una hélice de 900 mm importada, con los 26.688,07 sucres de una elaborada en el Ecuador, establecemos una diferencia de 18.312 sucres.

A este valor debemos descontar el de la ganancia del fabricante que oscila entre el 20 al 30% y una cantidad por diferencia entre los materiales empleados en la hélice fundida y la original.

Estimamos que el costo total de la hélice subirá a unos 33.000 o 36.000 sucres, como máximo, quedando una diferencia significativa de 12.000 o 9.000 sucres respectivamente, a favor de la hélice de fabricación nacional con relación a la importada.

El análisis económico realizado finalmente nos lleva a establecer que para la fabricación de hélices de variados tamaños y en cantidades limitadas el proceso de moldeo de hélices con terraja es más económico que el proceso de moldeo directo, tanto desde el punto de vista del fabricante por ser más barato (87% del costo con moldeo directo), como del cliente, por requerir un tiempo sustancialmente menor (46.6% del que requere

rirá hacerlo por el proceso de moldeo directo).

En cambio el "Proceso de moldeo directo" es más económico y rápido cuando se trata de la fabricación de hélices o de piezas en general, en serie y en grandes cantidades.

La hélice de fabricación nacional es más barata que una importada exonerada de impuestos y también sin considerar costos de control de propiedades de la aleación constituyente de la pieza y materiales adicionales a la fundición como cuproaleaciones y fundentes.

C U A D R O N° 5

CONFECCION DE CHAPA DE TERRAJA, ESPESORES Y CERCOS

Rubro	Tiempo/H.	Hombres/H.	Costo H/h.	Total
Cortada de Chapa, rola <u>da</u> y soldada.	7	1	90	630
Cortada de 15 Espeso - res, acople y curvado.	7	1	90	630
Confección de tres (3) cercos.	<u>3</u>	1	90	<u>270</u>
	T 17			T 1.530

MATERIALES	Cantidad	Costo U.	Total
Plancha de Aluminio de 4 mm (3/16") de 2 m por 1 m	1 u	3.255	3.255
<u>RESUMEN</u>			
Costo de Mano de Obra			1.530
Costo de Materiales			<u>3.255</u>
			S/ 4.785

C U A D R O N° 6

CONFECCION DE MANZANA PARA HELICE DE 900 mm

Rubro	Tiempo/H.	Hombre/h.	Costo h/H.	Total
Torneada de la madera para hacer cono y perforación a diámetro - 70 mm	7	1	130	910

MATERIALES	Cantidad	Precio U.	Total
Pieza de Guayacán de 220 mm (8 ³ / ₄ ").	1 u.	100	100

<u>RESUMEN</u>			
Costo de Mano de Obra			910
Costo de Materiales			100
			<u> </u>
			S/1010

C U A D R O N° 7

CONFECCION DE MAZAROTA

Rubro	Tiempo/H.	Hombre/h.	Costo h/H.	Total
Corte del Material y acoples preliminares.	2	1	70	140
Torneada de la Mazarota con espiga y acople a la manzana.	5	1	130	650
	T 7			T 790

MATERIALES	Cantidad	Precio U.	Total
Pieza de Guayacán de 220 mm	1 u.	60	60

RESUMEN			
Costo de Mano de Obra.		S/	790
Costo de Materiales.		"	60
		S/	850

C U A D R O N° 8

CONFECCION DE BASE Y SOPORTE PARA ARBOL DE TERRAJA

Rubro	Tiempo/H.	Hombre/h.	Costo h/H.	Total
Corte de Plancha soporte a 1 por 1 m, brida de la base y radiales.	1	1	130	130
Corte de brida de la base y cepillada hasta dejar en medida.	4	1	130	520
Señalamiento de piezas para perforar y fresa canales en plancha.	4	1	130	520
Fresada vertical.	6	1	130	780
Soldada de radiales y brida de la base.	4	1	90	360
Confección cono de la base.	4	1	130	520
	T 23			T2.830

MATERIALES	Cantidad	Precio U.	Total
Acero de Transmisión de 152 mm (6") de diámetro.	80 lbs.	13.5	1.080,00
Plancha de hierro de 25 mm (1") de 1 por 1.	1 m ² .	1110	1.110,00
Plancha de hierro de 10 mm (3/8").	0.25 m ² .	317,88	317,88
Pernos de acero de 19 mm (3/4") por 39 mm (1 1/2").	4 u.	19,39	77,56
Tuercas 19 mm (3/4").	4 u.	8,37	33,48
			2.618,92

C U A D R O N° 8

(CONTINUACION)

RESUMEN

Costo de Mano de Obra	S/ 2.830,00
-----------------------	-------------

Costo de Materiales	" 2.618,92
---------------------	------------

	S/ 5.448,92
--	-------------

C U A D R O N° 9

CONFECCION DE ARBOL DE TERRAJA

Rubro	Tiempo/H. Hombre/h.		Costo h/H.	Total
Torneada del eje	4	1	130	520
Confección del eje	4	1	130	520
Acoplamiento del <u>e</u> je con la base.	<u>4</u>	1	130	<u>520</u>
	T 12			T 1560

MATERIALES	Cantidad	Precio U.	Total
Acero de Transmisión de 76 mm (3")	85 lbs	14	1.190
Lija de hierro fina	1 u.	4.23	4.23
Lija de agua grano fino	1 u.	6.30	6.30
Lija de hierro	1 u.	4.25	4.25
Lija de hierro grano medio	1 u.	7.35	<u>7.35</u>
			S/ 1.212,13

RESUMEN

Costo de Mano de Obra	1.560,00
Costo de Materiales	<u>1.212,13</u>
	S/ 2.772,13

C U A D R O N° 1 0

CONFECCION DE COLLARIN PARA ARBOL DE TERRAJA

Rubro	Tiempo/H. Hombre/h.		Costo h/H.	Total
Corte de Material de 127 mm (5") para hacer bocín del Collarín.	0.5	1	130	75
Perforación de eje y rebajado hasta que quede 70 mm	3	1	130	390
Pulida y acabado del bocín y perforación para perno de 3/4 para sujeción del bocín en el eje.	2	1	130	260
Confección del perno de acero de transmisión con punta de bronce.	3	1	130	390
	<u>T 8.5</u>			<u>T 1115</u>

MATERIAL	Cantidad	Precio U.	Total
Acero de Transmisión de 100 mm (4") de diámetro.	13 lbs.	14	182.00
Acero de Transmisión de 19 mm (3/4") por 100 mm (4").	1 lbs.	15.08	15.08
Lija de agua N° 180	1 u.	5.35	5.35
			<u>S/202.43</u>

C U A D R O N.º 10

(CONTINUACION)

RESULTS

Costo de Mano de Obra.

S/ 1.115,00

Costo de Materiales.

" 202,43

S/1.317,43

CONFECCION DE ABANICO PARA TERRAJA

Rubro	Tiempo/H.	Hombre/h.	Costo h/H.	Total
Sacada de material de bodega de 5" y corte para bocín - de abanico.	0.5	1	130	75
Trabajo en el bocín y perforación a diámetro de 70 mm	3	1	130	390
Pulida y acabado - del bocín del abanico.	2	1	130	260
Confección de aleta para abanico.	4	1	130	520
Soldada de aleta y bocín y acople al eje.	<u>1</u>	1	130	<u>130</u>
	T 10.5			T 1375

MATERIALES	Cantidad	Precio U.	Total
Acero de Transmisión de 127 mm (5")	20 lbs	14	280
Plancha de hierro 13 mm (1/2") de 254 mm (10") por 127 mm (5").	0.1 m ²	129.69	12.97
Pernos de acero de 19 mm (3/4") por 89 mm (3 1/2").	4 u.	27.40	<u>109.60</u>
			S/ 402.57

C U A D R O N° 11

(CONTINUACION)

RESUMEN

Costo de Mano de Obra	1.375,00
Costo de Materiales	<u>402,57</u>
	S/1.777,57

COSTO DE TERRAJA SIN BANDERA

Base y Soporte	S/ 5.448,92
Arbol de Terraja	" 2.772,13
Collarín	" 1.317,43
Abanico	<u>" 1.777,57</u>
	S/ 11.316,05

C U A D R O N° 1 2

CONFECCION DE BANDERA

Rubro	Tiempo/H.	Hombre/h.	Costo h/H.	Total
Cortada del Material, formación del radio generatriz y curvado.	3	1	90	270

MATERIALES	Cantidad	Precio U.	Total
Plancha de Aluminio de 6 mm (1/4") de 530 mm (21") por 530 mm (21").	0.25 m ²	4.594,10	574,27

<u>RESUMEN</u>	
Costo de Mano de Obra	S/ 270,00
Costo de Material	" 574,27
	S/ 844,27

<u>COSTO COMPLETO DE TERRAJA:</u>	
Base y Soporte	5.448,92
Arbol de Terraja	2.772,13
Collarín	1.317,43
Abanico	1.777,57
Terraja	844,27
	12.160,32

C U A D R O N° 1 3

CONFECCION DE DOS CAJAS DE MOLDEO CON DOS PASADORES

Rubro	Tiempo/H.	Hombre/h.	Costo h/H.	Total
Confección de Caja Inferior	40	1	90	3.600
y Superior de moldeo.	70	1	90	6.300
Confección de dos (2) Pasadores Guías.	8	1	130	1.040
				10.9 40

MATERIALES	Cantidad	Precio U.	Total
Acero de Transmisión de 39 mm (1 ¹ / ₂ " por 610 mm (24")	44 lbs.	18.41	810,00
<u>Cajas</u>			
Soldadura AGA 7018 5/32"	2 lbs.	31.77	63,54
Plancha SHIP PLATE (IMPORS) 1" de 4" por 16".	60 Unids	0.21	12,60
Soldadura AGA 7018 5/32"	1 lb.	31.77	31,77
Hoja de Sierra SONFLEXO	1 Unid.	27.10	27,10
Angulo de Hierro 1" de 1/8 por 1	2 Unids	137.82	275,64
Plancha SHIP PLATE 1/8" por 4 por 12	2 Unids	1805.51	3.611,02
Plancha de Hierro 1/2 por 10 por 5	10 Hp ²	129.69	1.296,70
Plancha SHIP PLATE 3/4 por 4 por 16	22 Hp ²	119.43	2.627,46
Soldadura SIRCA 60" 1/8"	10 lbs	28.78	287,80

C U A D R O N° 1 3

(CONTINUACION)

MATERIALES	Cantidad	Precio U.	Total
Soldadura SIRCA 60" 5/32"	5 lbs	27.90	139,50
Tubo de Acero S/C. 1 ¹ / ₂ "	1.6 mts	270.45	432,72
Tubo Negro 80 2 ¹ / ₂ "	1 m	494.18	494,18
Plancha de Hierro	1 1/2 fta ²	314.16	471,24
Oxigeno	1 botella	239.40	239,40
Soldadura AIRCO 6011 5/82	5 lbs	27.90	139,50
Hojas de Sierra SONFLEXO	6 Unids	29.40	176,40
Disco Mble MD3 7 por 1/4 por 7/8	3 Unids	90.30	270.90
Hoja de Sierra SONFLEXO	1 Unid.	27.40	27,40
Hoja de Sierra SONFLEXO	1 Unid.	27.40	27,40
Soldadura SIRCO GULL 5/32"	3 lbs	27.90	83,70
			<u>11.543,97</u>

RESUMEN

Costo de Mano de Obra	S/ 11.543,97
Costo de Materiales	<u>" 10.740,17</u>
	S/ 22.284,14

C U A D R O N° 1 4

FUNDICION DE HELICE

Rubro	Tiempo/H. Hombre/h.		Costo h/H.	Total
Cernida de arena.	4	2	90	720
Preparación de orificio, colocación de terraja, chapa de terraja, caja inferior y atacada.	1	4	90	360
Preparación de horno giratorio y callanas.	2	1	90	180
Terrajado de caja inferior y formación de salidas de caja superior.	3	2	90	540
Trazado de ejes de las palas, ubicación de espesores y cercos, relleno de palas con mezclas de arena con Silicato de Sodio y gasificado.	3	3	90	810
Preparación de caja Superior.	2	3	90	540
Pruebas de cajas, desacople, resanes y pintada con plumbagina.	3	3	90	810
Acople final de Cajas, engrapada y fundida.	3	4	90	1080
Destapada de Cajas y varios.	3	4	90	1080
	T 24			T 6120

C U A D R O N.º 1 4

(CONTINUACION)

MATERIALES	Cantidad	Precio U.	Total
Clavos alambre 3"	5 lbs.	12,74	63,70
Zinc electrolítico 1/2	100 lbs.	16,10	1.610,00
Clavos alambre 4'	5 lbs.	14,70	73,50
Cobre para fundir	100 lbs.	14,00	1.400,00
Cobre	231 lbs.	12,60	2.910,60
Plombagina	2 lbs.	73,50	147,00
Acido bórico en polvo	1 klg.	84,00	84,00
Gas CO2.	2 klg.	105,00	210,00
			6.498,80

RESUMEN

Costo de Mano de Obra	S/ 6.120,00
Costo de Materiales	" 6.498,80
	S/ 12.618,80

C U A D R O N° 1 5

PRUEBAS PRELIMINARES

Rubro	Tiempo/H. Hombre/h.		Costo h/H.	Total
Acople con la Caja moldeado con la base del eje.	8	2	90	720
Llenado de tierra en la caja y taqueo de la caja.	6.5	2	90	1.170
Acople de la Bandera	3.5	1	90	315
Rectificado de fallas	8	2	90	1.440
Se realizan todas las comprobaciones y se desarma todo lo concerniente a pruebas. Se pasa todo el material a fundición.	8	2	90	1.440
Rectificación de espesores y confección de nuevos acoples con varillas similares.	30	1	90	2.700
Confección de Plantilla N° 1 y N° 2 de radio generatriz, ajustes y similares.	16	1	90	1.440
Confección de cercos.	4	1	90	360
	T. 85			T. 9.585

MATERIALES	Cantidad	Precio U.	Total
Plancha para buques 6 mm (1/4") de 1.5 m por 1.5 m	2.25 m ²	404.85	9 10,9
Plancha de Aluminio de 6 mm	15 lbs.	65.65	9 84,75
Acero de Transmisión	43 lbs.	16.16	226,26
			T 2.121,90

C U A D R O N° 1 5

(CONTINUACION)

RESUMEN

Costo de Mano de O ^{ra}	S/ 9.585,00
----------------------------------	-------------

Costo de Materiales	" 2.121,90
---------------------	------------

S/11.706,90

C U A D R O N° 1 6

PRESUPUESTO ESTIMADO PARA CONFECCION DE MODELO DE MADERA
Y FUNDICION DE HELICE DE 900 MM

MODELO DE MADERA

Rubro	Tiempo/H.	Hombre/h.	Costo h/H.	Total
Confección de Modelo	140	1	85	11.900

MATERIALES	Cantidad	Precio U.	Total
3 Tablas de madera cedrela de 2"			1.320
2 Litros de alcohol industrial.			40
1 Libra de gomalaca			128
6 Lijas para madera			60
2 Litros blancola			120
			1.668

RESUMEN

Costo de Mano de Obra	S/ 11.900
Costo de Materiales	" 1.668
	<u>S/ 13.568</u>

C U A D R O N° 1 6

(CONTINUACION)

FUNDICION DE HELICE

Rubro	Tiempo/H.	Hombre/h.	Costo h/H.	Total
Moldeo, pintada y se cada de Cajas Supe - rior e inferior.	8	3	90	2160
Tapada de Caja, en - grapada y fundir.	8	3	90	2160
	T 16			T 4320

MATERIALES	Cantidad	Precio U.	Total
Clavos alambre 3"	5 lbs.	12,74	63,70
Zinc electrolítico 1/2	100 lbs.	16,10	1.610,00
Clavos alambre 4'	5 lbs.	14,70	73,50
Cobre para fundir	100 lbs.	14,00	1.400,00
Cobre	231 lbs.	12,60	2.910,60
Plombagina	2 lbs.	73,50	147,00
Acido bórico en polvo	1 klg.	84,00	84,00
Gas CO2.	2 klg.	105,00	210,00
			6.498,80

RESUMEN

Costo de Mano de Obra	S/ 4.320,00
Costo de Materiales	" 6.498,80
	S/ 10.818,80

C U A D R O N° 1 6

(CONTINUACION)

RESUMEN GENERAL:

	Tiempo/horas	Costo/sucres
Modelo de Madera	140	S/ 13.568,00
Fundición de hélice	<u>16</u>	<u>" 10.818,80</u>
	156	S/ 24.386,80

CUADRO COMPARATIVO DE TIEMPOS Y COSTOS PARA FUNDIR

UNA HELICE CON "TERRAJA" Y CON "MODELO DIRECTO"

R U B R O	CON MODELO		CON TERRAJA	
	Tiempo	Costo	Tiempo en horas	Costo en sucres
Asistencia Técnica.	8	2.400	12 h.	3.600
Modelo de madera.	140 h.	17,5 d		
Confección de chapa de terraja, espesores y cercos.		13.568		
Confección de Manzana.			17	4.785
Confección de Mazarota	7	850	7	1.010
Confección de Terraja (Bandera).			3	844,27
Fundición de hélice.	16 h.	2 d	24 h.	3 d.
	25 h.		25 h.	
Acabado de hélice.	204 h.	25,5 d	95 h.	11,9 d
		30.616,8		26.688,07

C U A D R O N° 1 8

PRESUPUESTO ESTIMADO PARA ACABADO DE HELICE FUNDIDA DE 900 mm

Rubro	Tiempo/H. Hombre/h.		Costo h/h.	Total
Sacado de rebabas.	4	1	90	360
Corte de la Mazarota.	4	1	130	520
Perforación de la - Manzana para formar cono de 88 mm (35/32") y canal.	4	1	130	520
Pulida y acabado.	12	1	90	1.080
Balanceamiento Dinámi co.	<u>1</u>	1	500	<u>500</u>
	T 25			T 2.980

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

El estudio de mercado y la investigación sobre industrias y talleres establece que existe un mercado satisfecho del 42% que corresponde a la demanda de hélices de variados tamaños y en cantidad limitada para buques pesqueros, quedando un 58% que se cubre obligatoriamente a través de las importaciones.

Al existir un mercado de hélices con demanda de tamaños variados y en cantidades limitadas, se dan las condiciones necesarias para que se utilice el proceso de moldeo con terraja, justificándose plenamente su aplicación.

El análisis económico concluye que para la fabricación de hélices de variados tamaños y en cantidades limitadas, el proceso de moldeo con terraja es más económico que el proceso de moldeo directo, tanto desde el punto de vista del fabricante por ser más barato (87% del costo con moldeo directo), como del cliente, por requerir un tiempo sustancialmente menos (46.6% del tiempo que requerirá hacerlo por el proceso de moldeo directo).

La hélice de fabricación nacional es más barata que la importada exonerada de impuestos.

La aplicación del proceso de moldeo con terraja con la participación del personal de Astilleros Navales Ecuatorianos, permitió lograr una transferencia efectiva de tecnología, asimilada a través de un trabajo interesante, que motivó y estimuló al personal.

Los costos que demandó la transferencia de tecnología son irrisorios, comparados con los costos de esta misma transferencia si se la hubiera logrado bajo forma de contrato o condiciones similares; por lo tanto, la inversión hecha está más que justificada, quedando construída una nueva herramienta especial, que es la terraja.

7.2 RECOMENDACIONES

Usar el proceso de moldeo con terraja para la fabricación de hélices de buques pesqueros, a fin de sustituir con producción nacional la demanda existente de éstas, que es del 58% y que se la viene abasteciendo mediante importación, lo que contribuirá a disminuir la dependencia del exterior.

Aprovechar el proceso de moldeo con terraja para la fabricación de toda clase de piezas que se necesiten en cantidades li

mitadas y que sean cuerpos de revolución, eliminando la necesidad de hacer modelos para múltiples aplicaciones.

A fin de lograr la calidad requerida los talleres dedicados a la fabricación de hélices, deben implementar un laboratorio de control de aleaciones.

Igualmente es necesario comenzar a trabajar haciendo uso de aleaciones madres de calidad certificada.

Finalmente es muy importante que los fabricantes de hélices utilicen y aprovechen los conocimientos, equipos y capacidad técnica que actualmente posee la Escuela Superior Politécnica del Litoral, para poner en práctica las dos últimas recomendaciones.

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

1. ACE/PCBr - Estudio de Factibilidad de Astilleros Navales Ecuatorianos.- Informe Básico - Junio 1976.
2. Dirección de la Marina Mercante.- CIS/SCI - Estudio de Factibilidad y Pre-diseño de los Puertos Pesqueros de Manta y Posorja - Noviembre 1974.
3. Ministerio de Recursos Naturales MRT/RPT - Diseño Final - de los Puertos Pesqueros de Manta y Posorja - Septiembre 1978.
4. CEPE - Características y Capacidad de la Flota de Cabotaje 1978.
5. Autoridad Portuaria de Guayaquil - Boletín Estadístico.- 2do. trimestre 1979, 1er. trimestre 1979.
6. Dirección de la Marina Mercante y del Litoral - Boletín Estadístico - 1979.
7. Dirección de la Marina Mercante y del Litoral - Estadística Portuaria 1975-1979 - Mayo de 1980.
8. Subsecretaría de Recursos Pesqueros - Estadística Pesquera 1980.

9. MMB/WEN/LBL - Actualización del Estudio de Factibilidad y Desarrollo Integral de Astilleros Navales Ecuatorianos (Estudio de Comisión) - 1980.
10. Estudio de Comisión - Actualización del Estudio de Factibilidad de Astilleros Navales Ecuatorianos (borrador) - Septiembre 1980.
11. T. P. O'BRIEN, The Design of Marine Screen Propellers - Hutchinson Scientific & Technical - London 1962.
12. Revista Rotación N° 9 - Actualidad Técnica de Maquinaria y Equipos para buques - Junio 1969.
13. Deslandes, F. - Curso Elemental de Fundición.
14. Deslandes, F. - Moldes y Modelos para Fundición.
15. Nicolet, A.R.; Brodbeck, J. - Manual del Modelista.
16. Naumann, F. - Trabajos del Moldeador de Fundición.
17. American Foundrymen's Society - Manual de Arenas para Fundición - 1967.
18. Biedermann A. y L.M. Hassekief - Fundición de Metales no Ferreos.

19. Ignacio F. de Aguirre y Alberto Myro - Arenas de Moldeo - Madrid.
20. Tierras de Moldeo - p. José Navarro Alcácer, Ingeniero Industrial, Jefe de la Sección de Fundición del I.H.A. y José Antonio Andrés Jiménez, Ingeniero de Armamento, colaborador de la sección de fundición del I.H.A.; De la Revista del Instituto del Hierro y del Acero.
21. F. Duvrard H. Le Breton, Ediciones Palestra - Manual para el Fundidor - Barcelona-España.
22. Lcdo. José Luis Enríquez - Curso de Fundición - 1975.
23. American Foundrymen's Society - Foundry Sand Handbook.
24. American Foundrymen's Society - Moldering Methods and Material.

A N E X O " A "

F I C H A D E I N V E S T I G A C I O N

A N E X O " A "

SITUACION ACTUAL DE LA PRODUCCION DE HELICES

FICHA DE INVESTIGACION

1.- Nombre de la Empresa, Taller, etc.

2.- Ubicación

3.- Tiempo de establecida

4.- Líneas de Producción

5.- Principales equipos: Manual y Mecánicos, facilidades con
que cuenta:

6.- Experiencia en la fundición de hélices

a) Forma de Moldeo empleada:

En verde	()
Estufado	()
Resinas Sintéticas	()
Silicato	()
Cemento	()

b) Procesos empleados en la fabricación:

Directo	()
Terraja	()
Modelo perdido de	
Poliuretano	()
Otros	()

c) Materiales utilizados:

1. Arenas :	Río Guayas	()
	Posorja	()

De vidrio ()

Otros ()

2. Bentonita: Nacional ()

Extranjera ()

3. Metales : Tipo de aleaciones, porcentajes

d)Tamaños y aplicación de las hélices que produce

e)Producción Mensual, Anual de cada clase

f)Realizó estudio de mercado sobre hélices para instalar su Industria.

SI ()

NO ()

7. Indique si conoce alguna otra industria que se dedique a la fabricación de hélices (Nombre y Dirección).

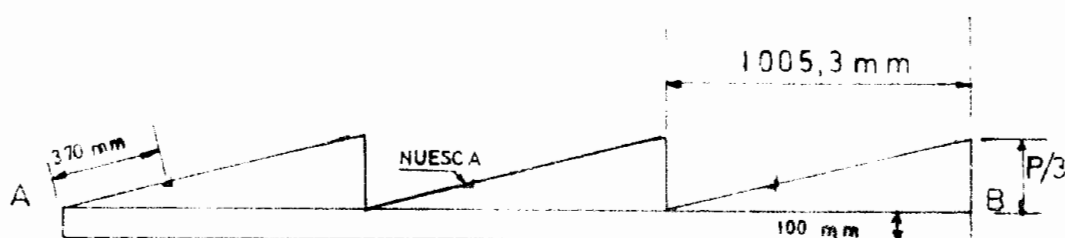
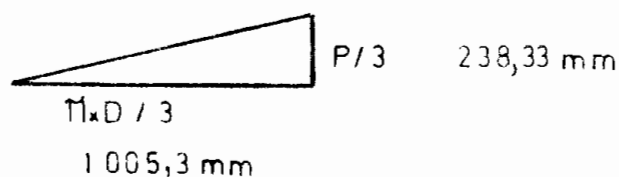
A N E X O " B "

PLANOS DE DISEÑO USADOS EN EL
TRABAJO EXPERIMENTAL.

CHAPA DE TERRAJA PARA HELICE DE PATRULLERA (900mm)

165

DIAMETRO DE HELICE (D)	900 mm
PASO DE LA HELICE (P)	715 mm
INCREMENTO PARA DIAMETRO DE CHAPA	60 mm
DIAMETRO CHAPA DE TERRAJA	960 mm
LONG. TOTAL DE CHAPA ($\pi \times D$)	3015,9 mm
ALTURA DE CADA TRIANGULO (P/3)	238,33 mm



PROYECTO ESPECIAL
ASTINAVE

NOMBRE
TERRAJA PARA MOLDEO DE
HELICE PARA PATRULLERA
900 mm

DISEÑADO

M. MIÑO B.

APROBADO

M. MIÑO B.

DEPARTAMENTO TECNICO

TRAZADO

REVISADO

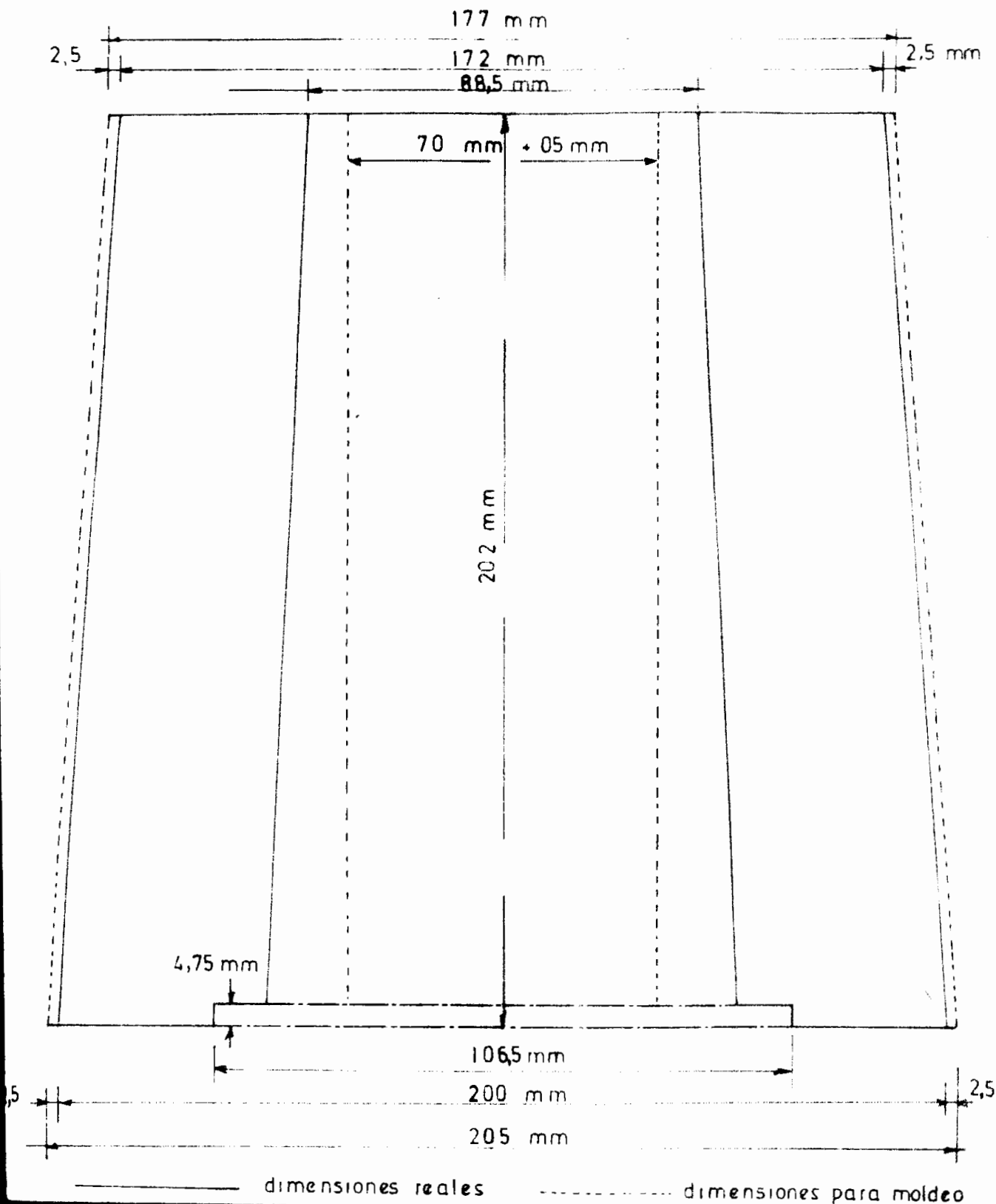
FECHA:

ESCALA 1 : 25 Nº 2

SECCION DISEÑO

Ing H. YUNGAN

REF: O T N° 0-766



PROYECTO ESPECIAL

STINAVE

RTAMENTO TECNICO

LA 1. 1,26

Nº 3

NOMBRE
TERRAJA PARA MOLDEO DE
HELICE PARA PATRULLERA
900 mm

TRAZADO

SECCION DISEÑO

DISEÑADO

M. MIÑO B.

REVISADO

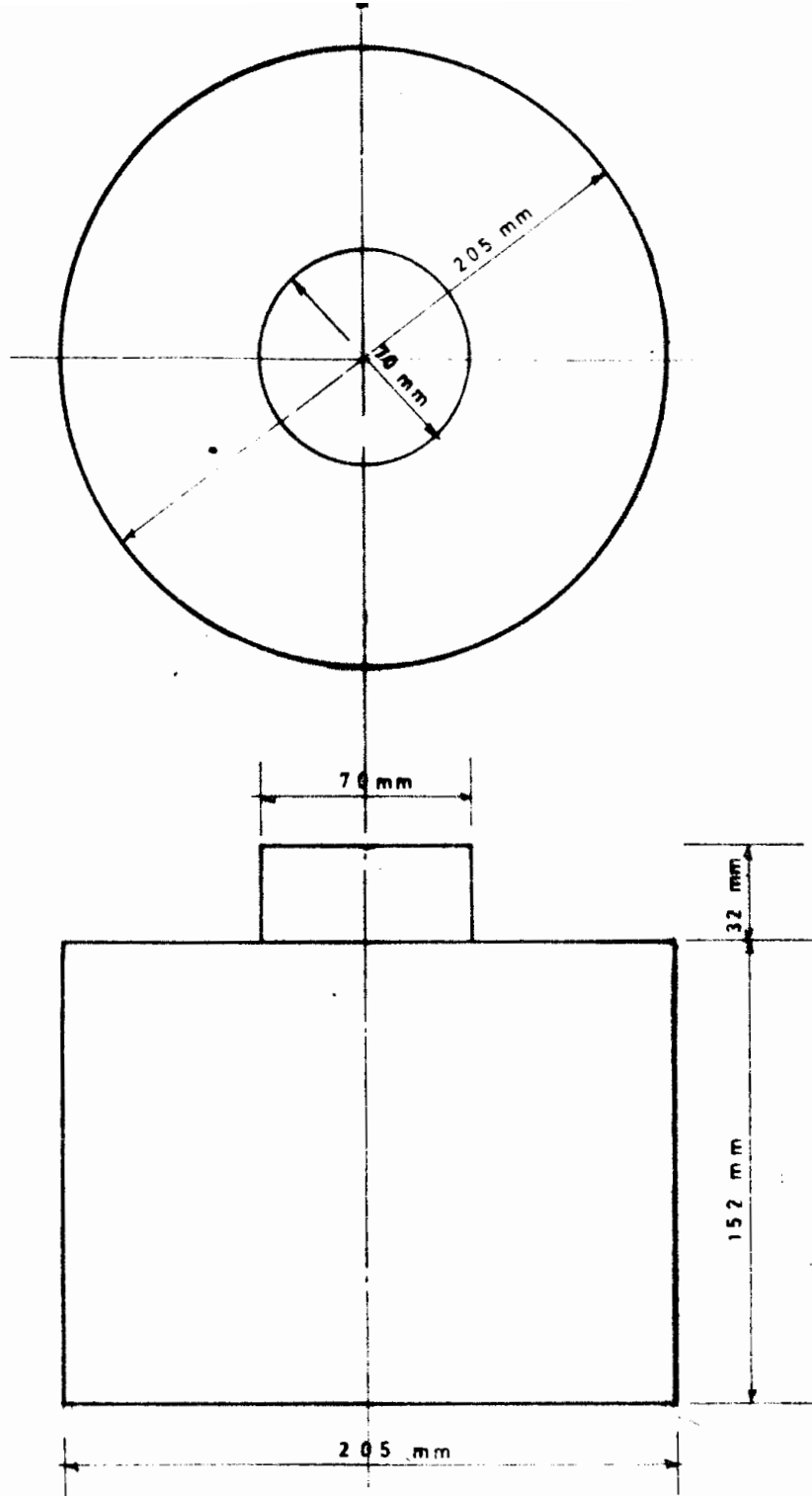
Ing. M. YUNGAN

A PROBADO

M. MIÑO B.

FECHA

REF: OT Nº 0-766



MAZAROTA

ECTO ESPECIAL

STINAVE

RTAMENTO TECNICO

NOMBRE

TERRAJA PARA MOLDEO DE
HELICE PARA PATRULLERA 900

DISENADO

M. MIÑO. B.

APROBADO

M. MIÑO B.

TRAZADO

REVISADO

FECHA:

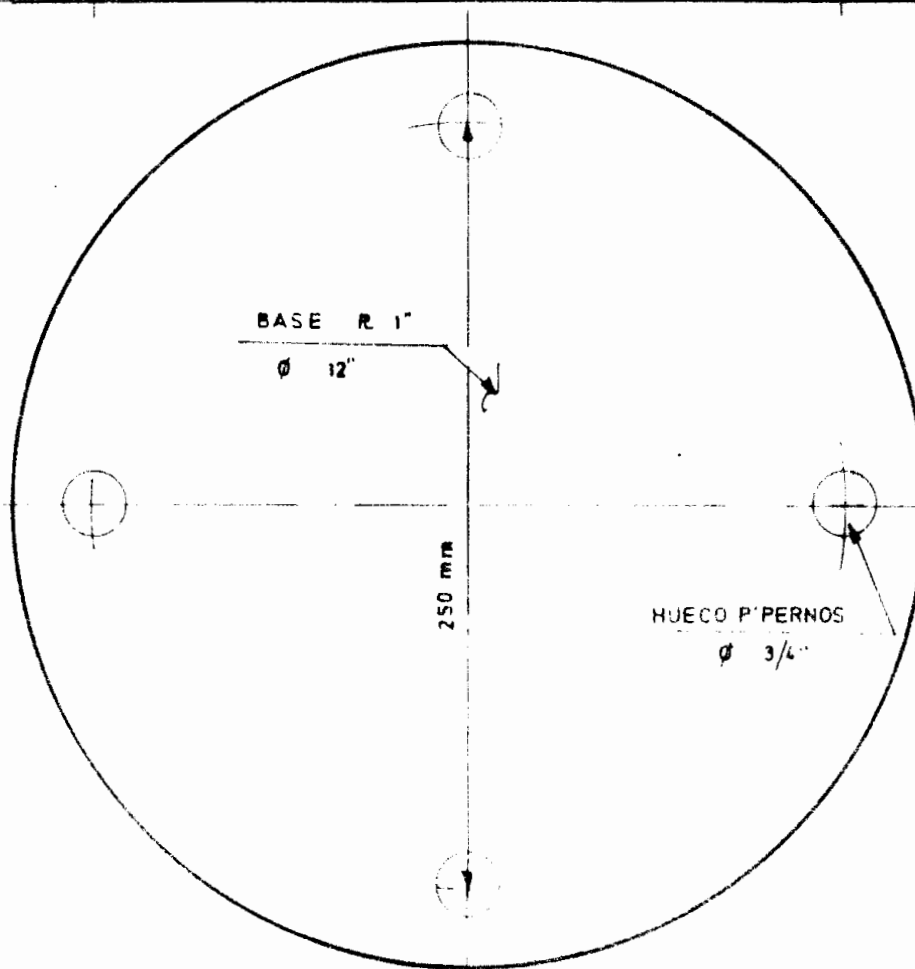
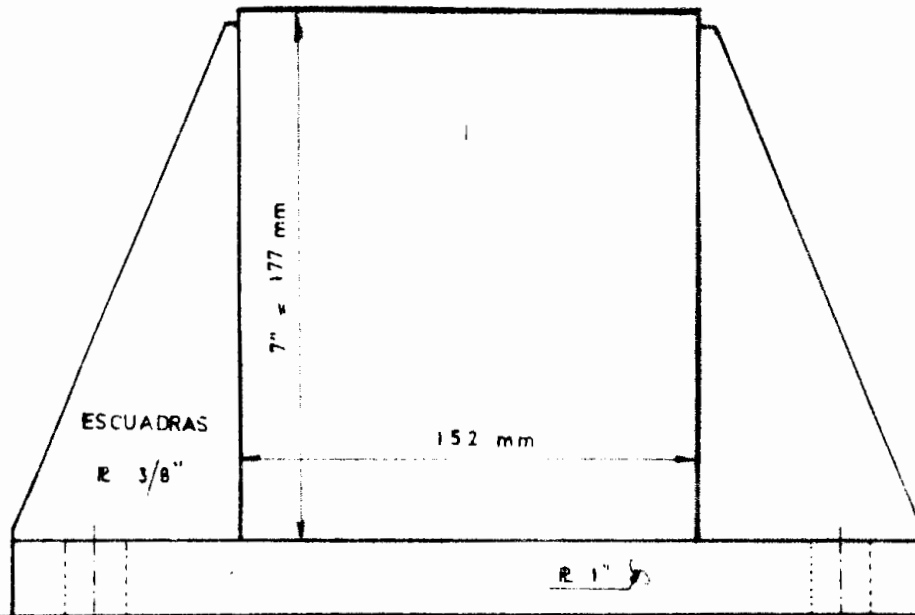
SECCION DISENO

Ing M. YUNGAN.

REF: O T N° 0766

1 : 25

N° 4



PROYECTO ESPECIAL
ASTINAVE

DEPARTAMENTO TECNICO

NOMBRE:

TERRAJA PARA MOLDEO DE HELICE PARA PATRULLERA 900 mm

DISEÑADO:

M. MIÑO B.

APROBADO

M. MIÑO B.

TRAZADO:

REVISADO:

FECHA:

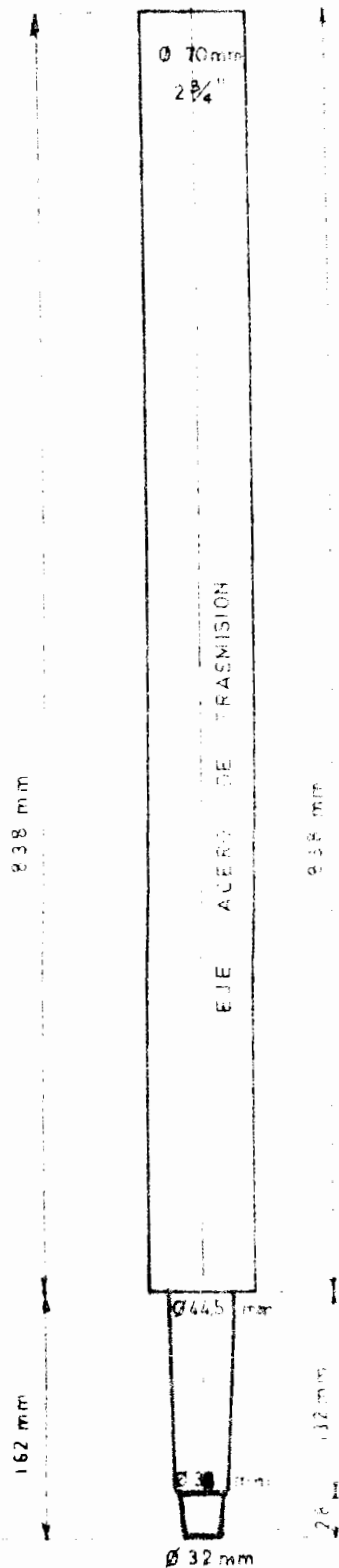
ESCALA: 1:2,5

Nº 5

SECCION DISEÑO

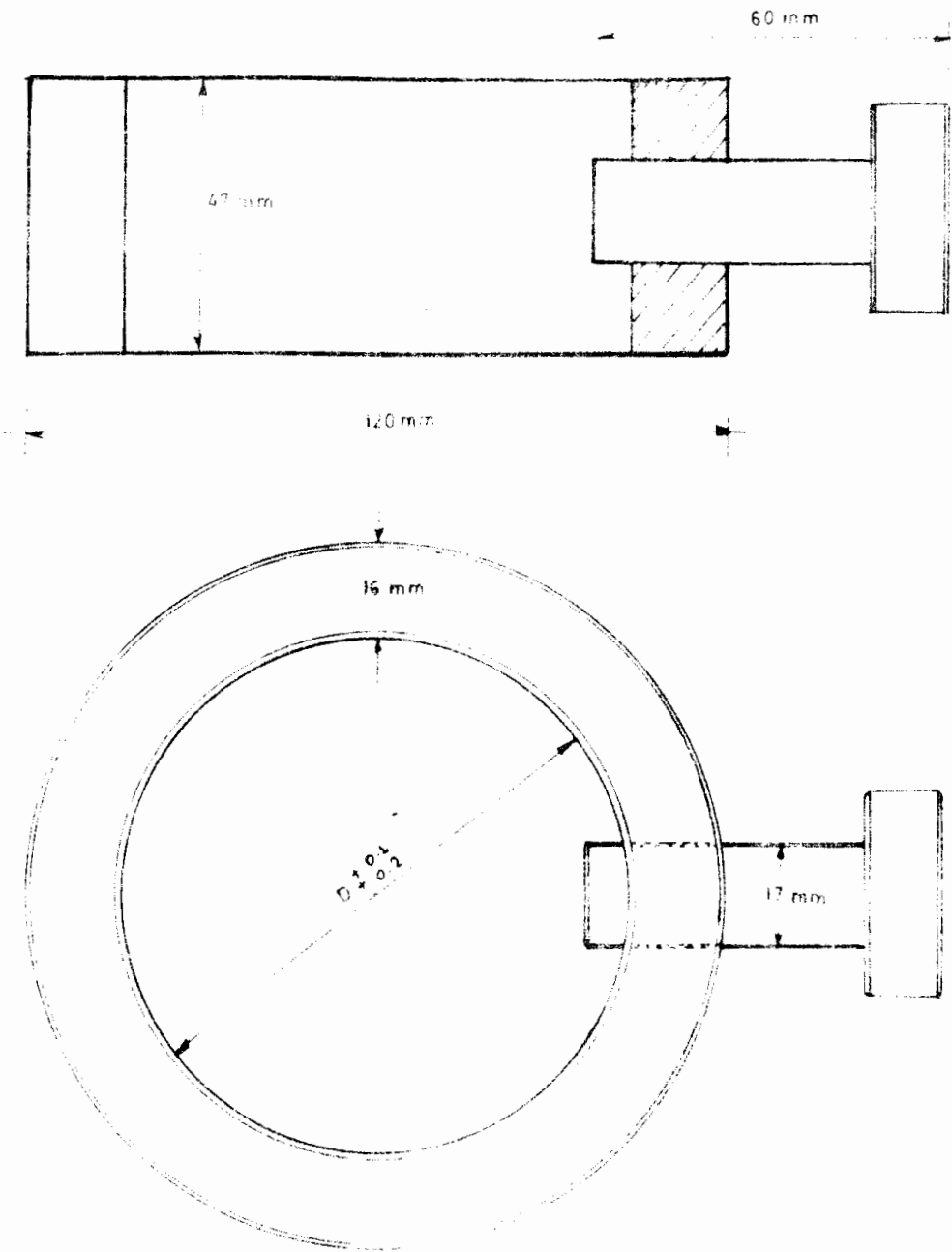
Ing. M. YUNGAN

REF OT N° 0-766

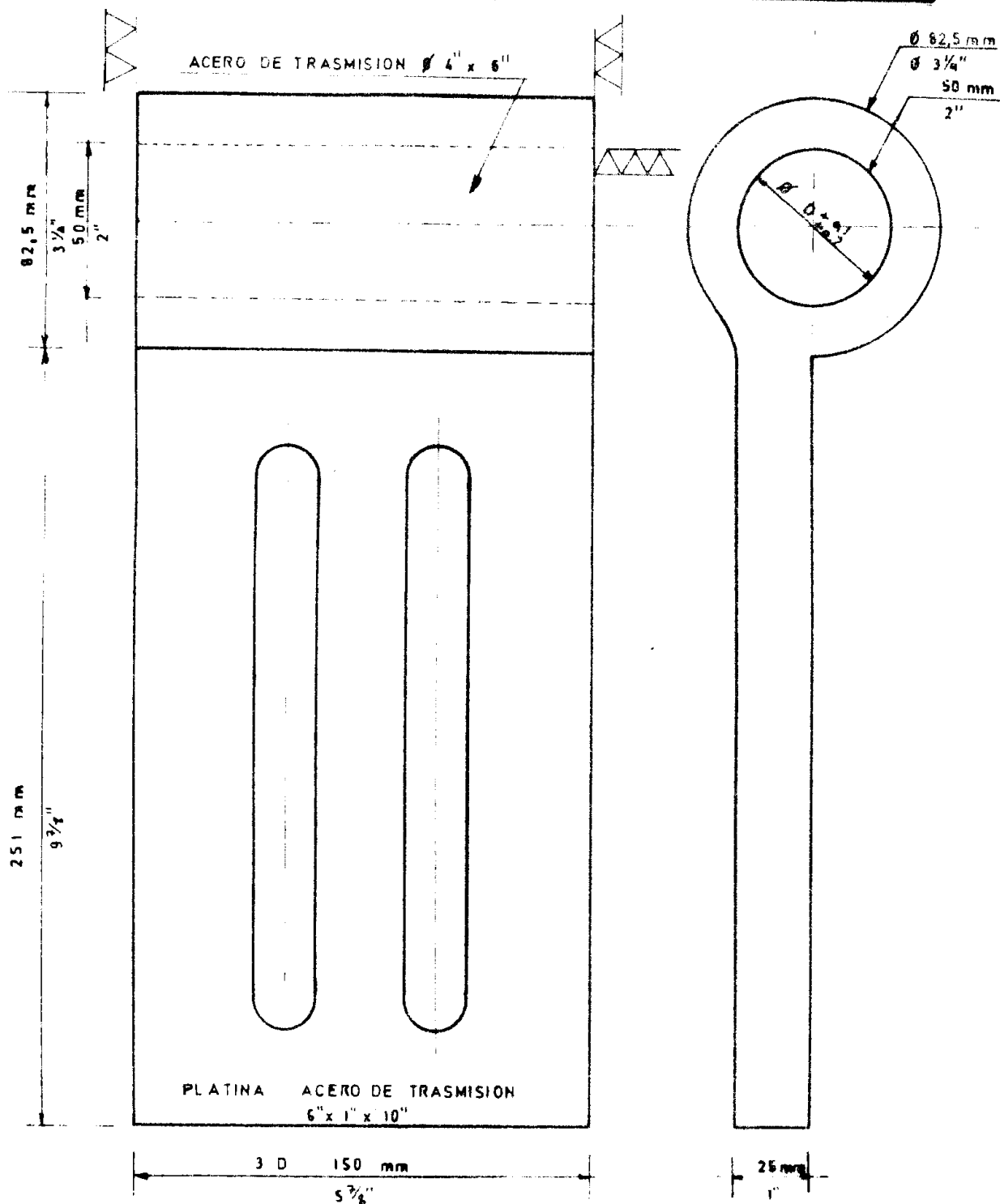


PROYECTO ESPECIAL ASTINAVE	NOMBRE TERRAJA PARA MOLDEO DE HELICE PARA PATRULLERA 900 mm	DISEÑADO M. MIÑO B	APROBADO M. MIÑO B
DEPARTAMENTO TECNICO ALA 1: 50 Nº 6	Trazado SECCION DISEÑO	REVISADO Ing. M. YONGAN	FECHA: REF. OT. Nº. 0-766

COLLARIN PARA ARBOL DE TERRAJA



PROYECTO ESPECIAL ASTINAVE	NOMBRE TERRAJA PARA MOLDEO DE HELICE DE PATRULLERA DE 900 mm		DISEÑADO M MIÑO B	APROBADO M MIÑO B
	TRAZADO	REVISADO	FECHA	
DEPARTAMENTO TECNICO	SECCION DISEÑO	Ing M YUNGAN	REF	OT Nº 0 766



PROYECTO ESPECIAL

A STINAVE

DEPARTAMENTO TECNICO

SCALA 1:2.0

Nº 8

NOMBRE
TERRAJA PARA MOLDEO DE
HELICE PARA PATRULLERA
900 mm

TRAZADO

SECCION DISEÑO

DISEÑADO

M. MIÑO B

REVISADO

Ing. M. YUNGA N

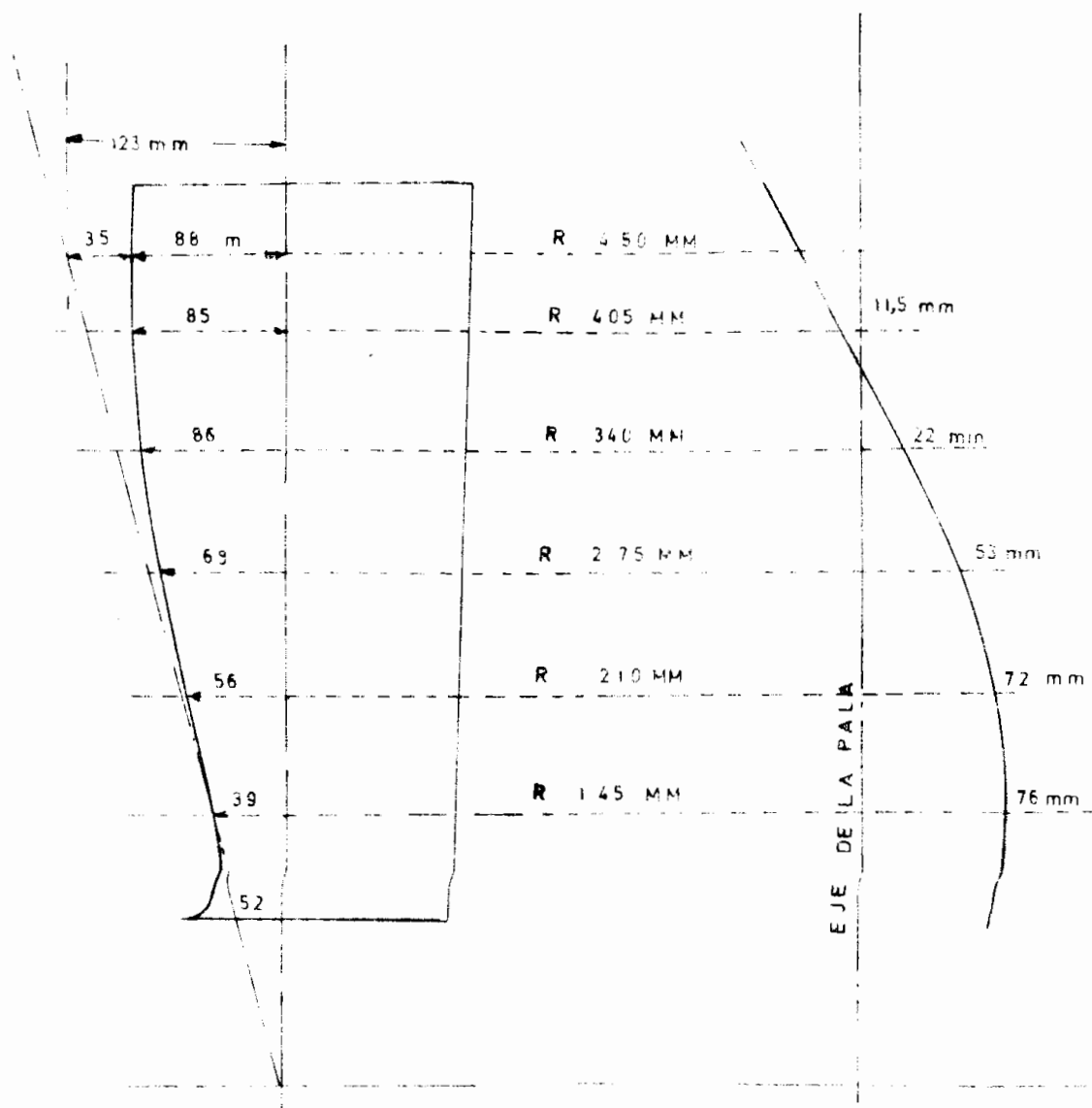
A PROBADO

M. MIÑO B

FECHA

REF OT Nº 0766

TERRAJA O BANDERA



VISTA LATERAL

RADIO GENERTRIZ DE LA TERRAJA

VISTA EN PLANO DE LA
PALA EXPANDIDA

CURVATURA QUE DEBE TENER LA TERRAJA

PROYECTO ESPECIAL

ASTINAVE

DEPARTAMENTO TECNICO

ESCALA

N° 9

NOMBRE
TERRAJA PARA MOLDEO DE
HELICE PARA PATRULLERA
900 MM

TRAZADO

SECCION DISEÑO

DISEÑADO

M. MIÑO B.

REVISADO

Ing M YUNGAN

APROBADO

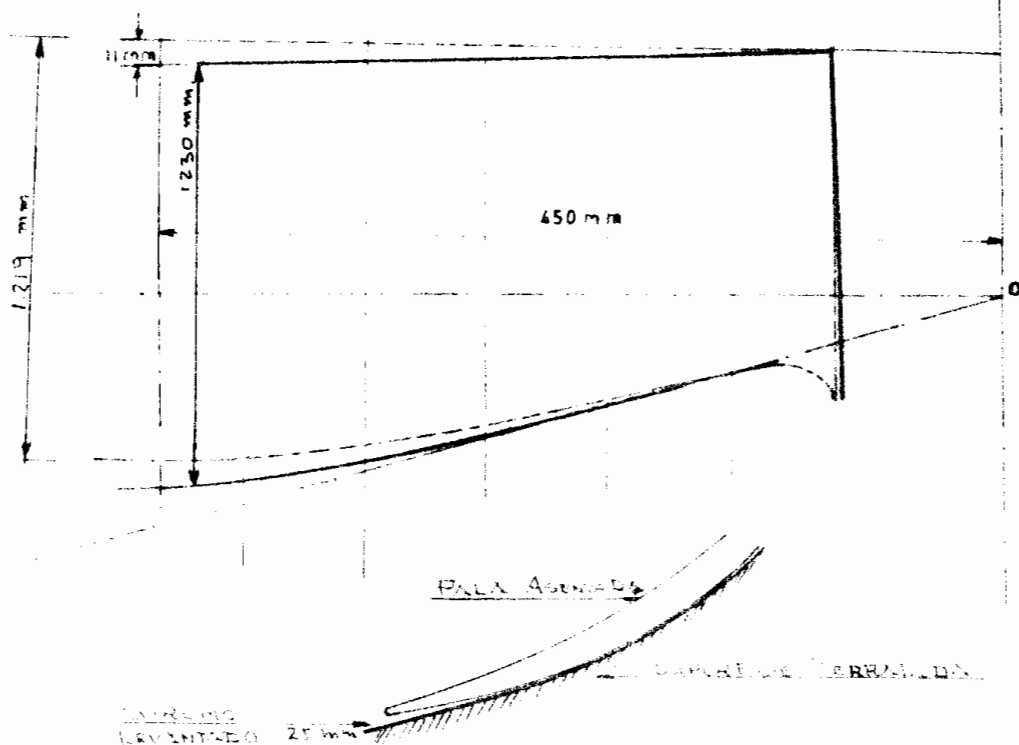
M. MIÑO B.

FECHA

REF OT N° 0-766

CORRECCION DE INCLINACION DE TERRAJA PARA COMPESTAR VARIACION DE PASO

Terraja inicial —————
Terraja final - - - - -



OBJETO ESPECIAL

STINAVE

ARTAMENTO TECNICO

ALA

Nº 10

NOMBRE
TERRAJA PARA MOLDEO DE
HELICE PARA PATRULLERA
DE 900 mm

TRAZADO

SECCION DISEÑO

DISEÑADO

M. MIÑO B.

REVISADO

Ing. M. YUNGAN

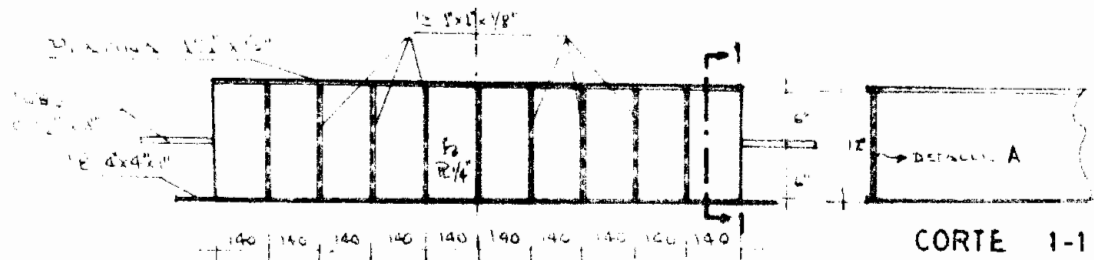
A PROBADO

M. MIÑO B.

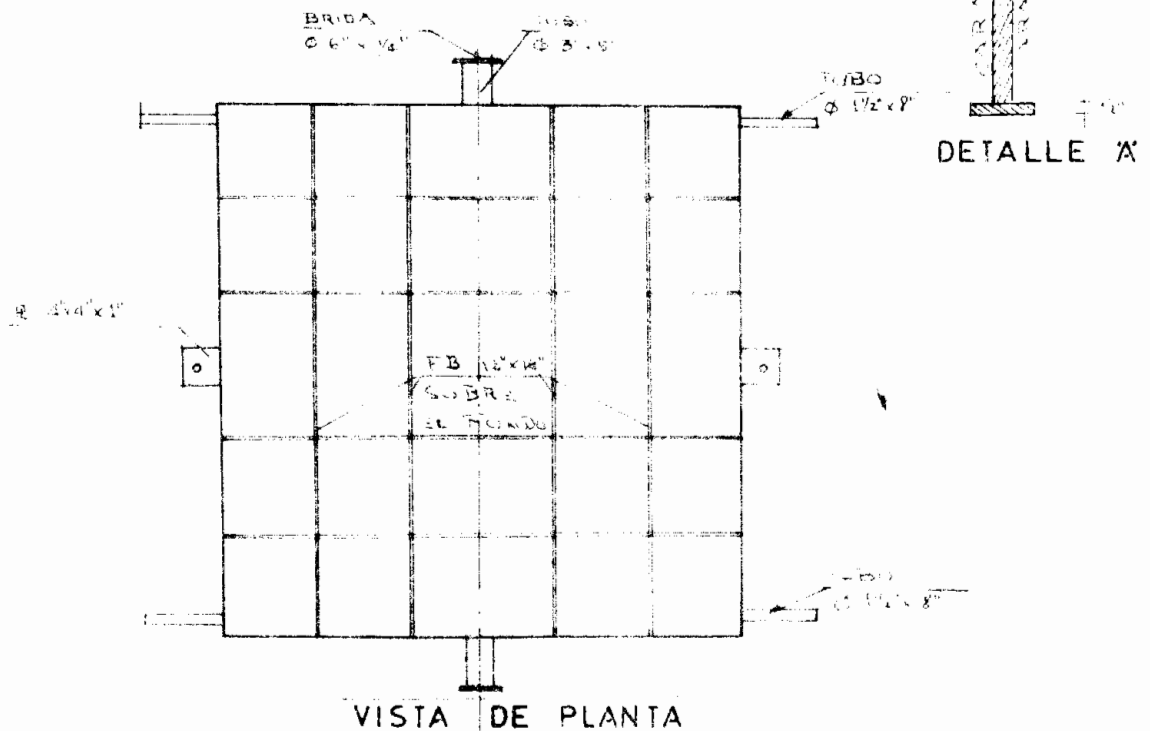
FECHA

REF OT Nº 7-66

CAJA SUPERIOR DE MOLDEO PARA FUNDICION DE HELICE DE 900 mm.



VISTA FRONTAL



VISTA DE PLANTA

PROYECTO ESPECIAL

ASTINAVE

DEPARTAMENTO TECNICO

ESCALA: 1:20

Nº 11

NOMBRE

TERRAJA PARA MOLDEO DE
HELICE PARA PATRULLERA
900 mm.

TRAZADO

SECCION DISEÑO

DISENADO

M. NIÑO B.

REVISADO

Ing. N. YUNGAN.

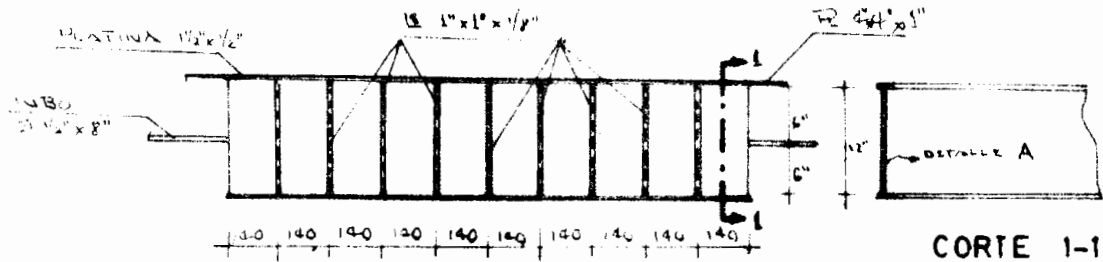
APROBADO

M. NIÑO B.

FECHA:

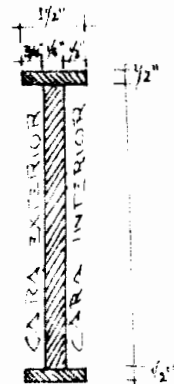
REF. OT Nº 0-766

CAJA INFERIOR DE MOLDEO PARA FUNDICION DE HELICE DE 900 mm.

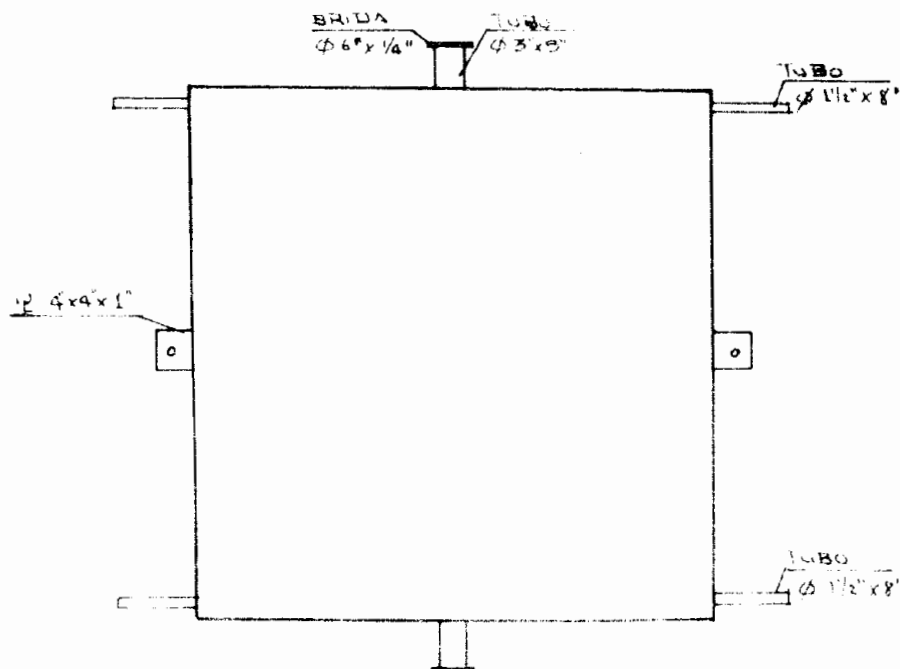


VISTA FRONTAL

CORTE 1-1



DETALLE 'A'



VISTA DE PLANTA

PROYECTO ESPECIAL

ASTINAVE

DEPARTAMENTO TECNICO

ESCALA

Nº 12

NOMBRE

TERRAJA PARA MOLDEO
DE HELICE P' PATRUYERA
900 mm.

TRAZADO

SECCION DISEÑO

DISENADO

N. MIÑO B.

REVISADO

Ing. N. YUNGAN

APOBADO

N. MIÑO B.

FECHA:

REF. OT. Nº 0-7 66

PLANTILLA 1 EN EL EJE DE LA PALA

PLANTILLA N° 2

176



A



B

PLANTILLA 3
COMPLEMENTO DE LA
PLANTILLA 2

SUPERPOSICION DE PLANTILLAS

1-2

C

D

DETERMINACION DEL RADIO GENERATRIZ

CTO ESPECIAL

TINAVE

1:5

N° 13

NOMBRE
TERRAJA PARA MOLDEO DE
HELICE PARA PATRULLERA DE
300 mm

TRAZADO

SECCION DISEÑO

DISEÑADO

M. MIÑO B.

REVISADO

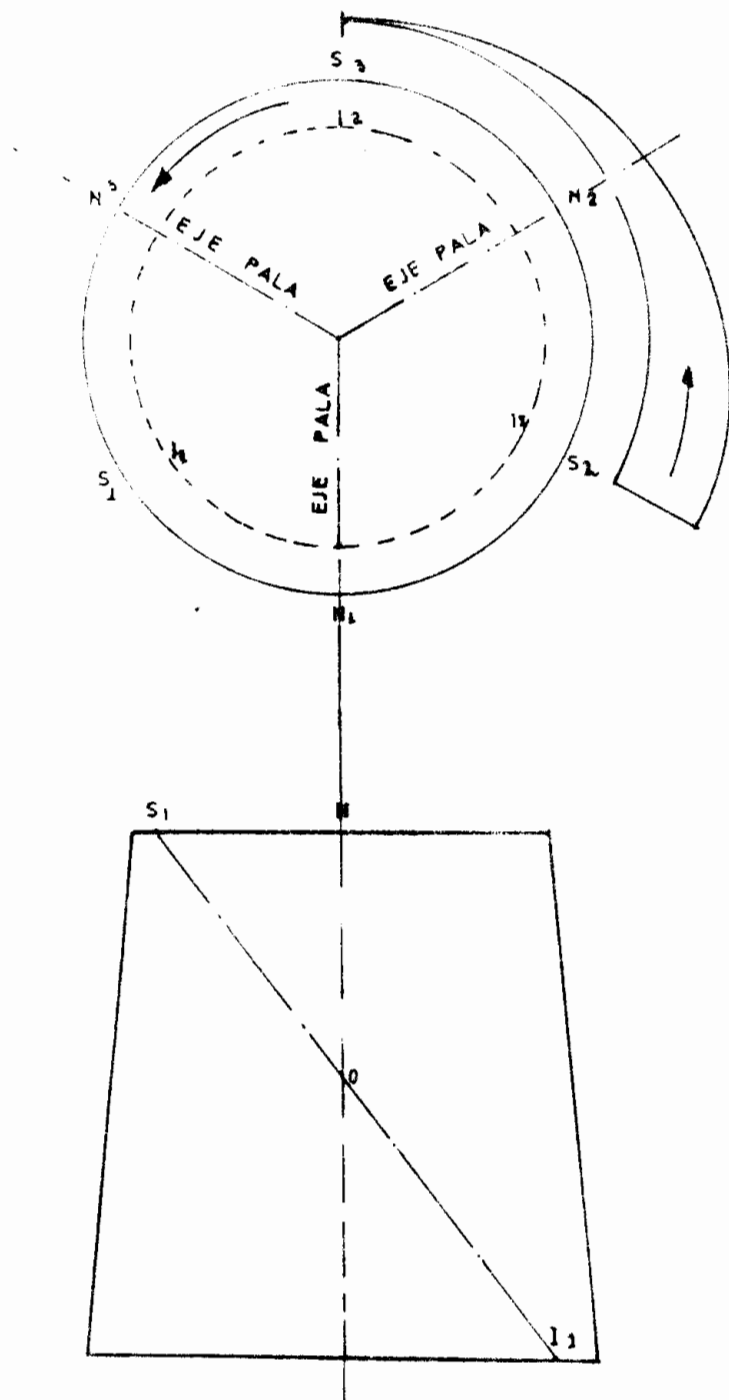
Ing M. YUNGAN

APROBADO

M. MIÑO B.

FECHA

REF OT N° 0-766



DETERMINACION DEL EJE DE PALA

YECTO ESPECIAL

STINAVE

RTAMENTO TECNICO

NOMBRE

TERRAJA PARA MOLDEO DE
HELICE PARA PATRULLERA
900 mm

DISEÑADO

M. MIÑO B.

APROBADO

M. MIÑO B.

TRAZADO

REVISADO

FECHA

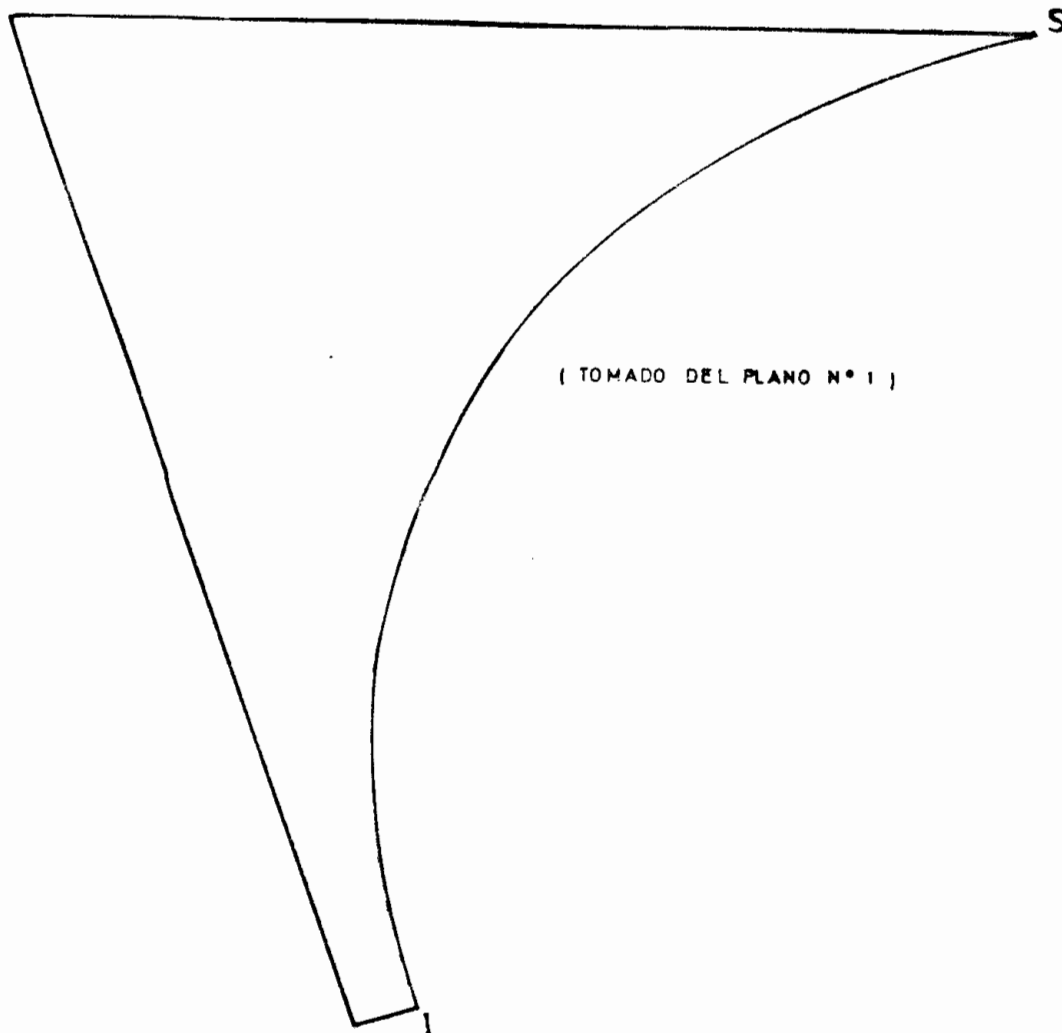
SECCION DISEÑO

Ing M. YUNGAN

REF. OT. N° 0-766

LA 1:30

N° 14



PROYECTO ESPECIAL

ASTINAVE

DEPARTAMENTO TECNICO

ESCALA

N° 15

PROYECTO

TERRAJA PARA MOLDEO DE
HELICE PARA PATRULLERA
DE 900 mm

TRAZADO

SECCION DISEÑO

DISEÑADO

M. MINO B.

REVISADO

Ing M. YUNGAN

APROBADO

M. MINO B.

FECHA

REF OT N° 0-766

VERIFICACION DE PASO

Variación del Borde
de Helice Fundida
Max. 2 mm.

PLANTILLA N° 1

PROYECTO ESPECIAL
ASTINAVE

DEPARTAMENTO TECNICO

ESCALA

1:1

No 17

NOMBRE

TERRAJA PARA MODEO DE
HELICE PARA PATRULLERA
900 mm

TRAZADO

SECCION DISENO

DISENADO

M. NIÑO B.

REVISADO

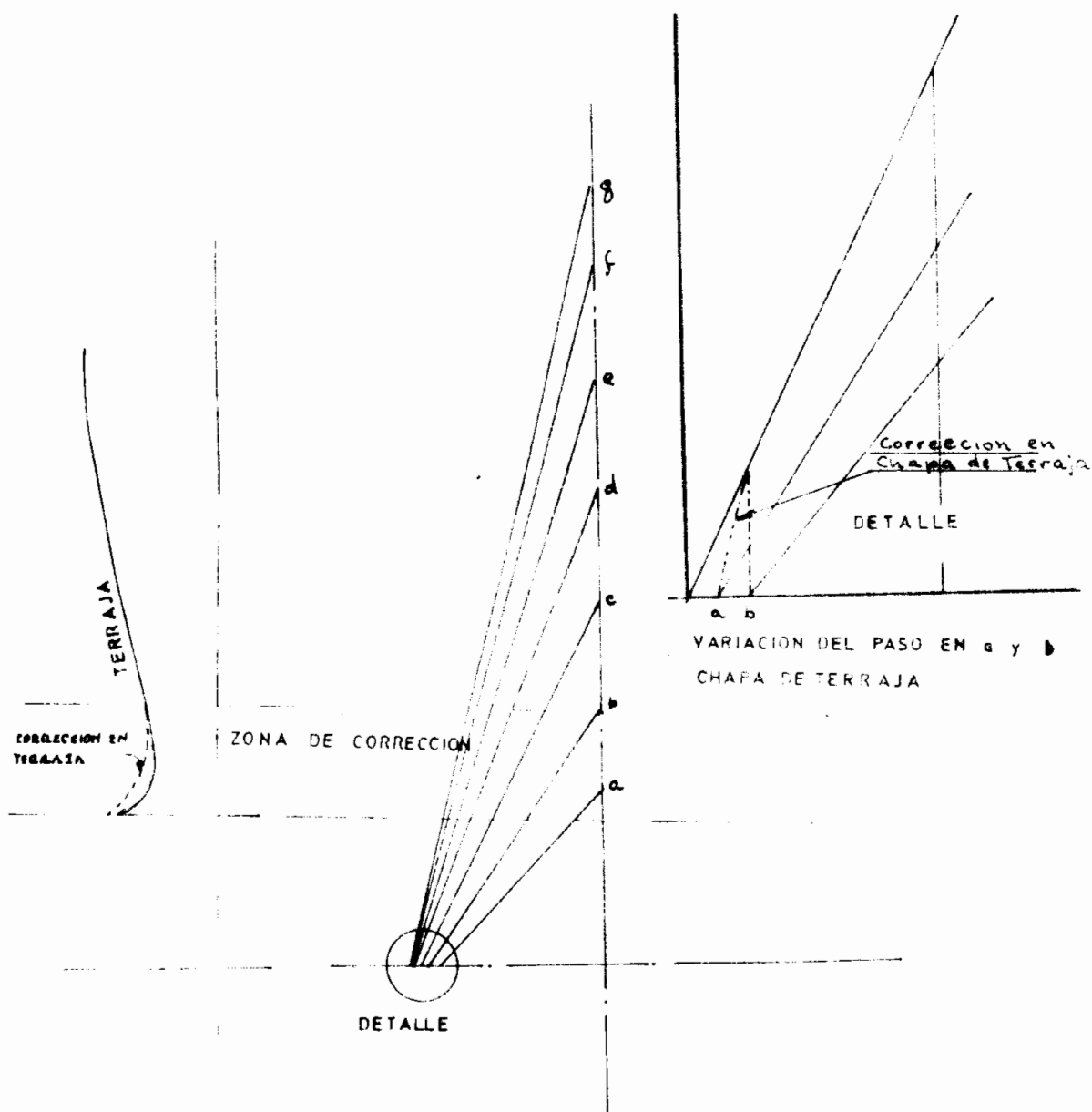
Ing M. YUNGAN

APROBADO

M. NIÑO B.

FECHA

REF. O T N° 0-766



CORRECCION DE VARIACION DEL PASO
Y DETERMINACION DEL RADIO GENE-
RATRIZ FINAL

PROYECTO ESPECIAL A STINAVE DEPARTAMENTO TECNICO	NOMBRE TERRAJA PARA MOLDEO DE HELICE PARA PATRULLERA DE 900 mm	DISEÑADO M MIÑO B	APROBADO M MIÑO B
	TRAZADO SECCION DISEÑO	REVISADO Ing M. YUNGAN	FECHA REF OT N° 7-66
ESCALA	N° 18		