



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

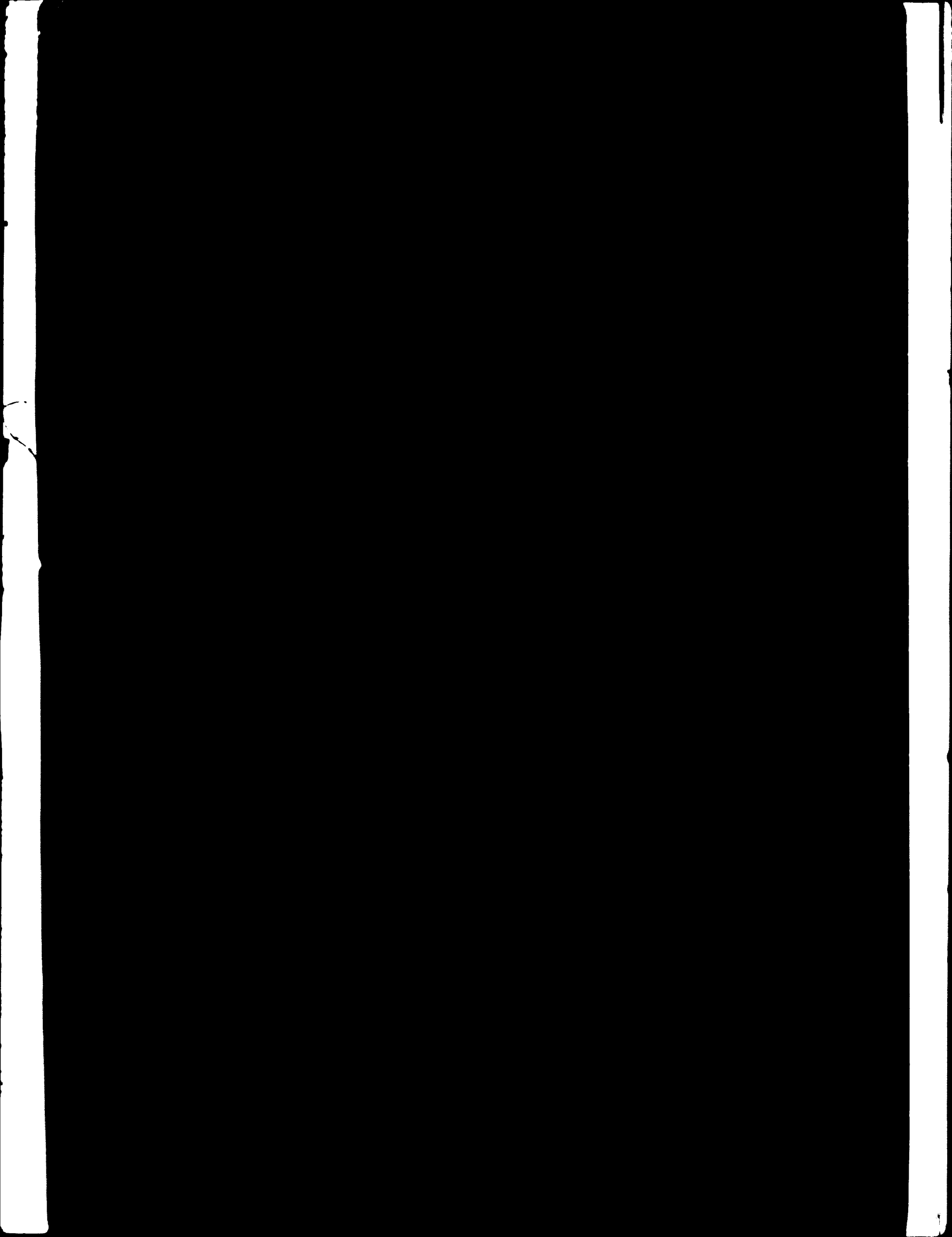
## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)



FS 461 K

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL  
DESARROLLO INDUSTRIAL

NACIONAL FINANCIERA S.A.

08852  
(11)

PERFILES INDUSTRIALES DE POSIBLES PLANTAS  
PRODUCTORAS DE BIENES DE CAPITAL QUE SON  
ADQUIRIDAS POR PEMEX.

**INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO**

**DIRECTOR GENERAL**

**ING. AGUSTIN STRAFFON**

**SUBDIRECTOR GENERAL**

**ING. FERNANDO MANZANILLA**

**DIRECTOR DEL ESTUDIO**

**ING. JOSE LUIS DE LAS FUENTES**

**COORDINADOR GENERAL**

**ING. CARLOS RIQUELME GARCIA**

**COORDINADORES**

**ING. ROSENDO TAMAYO BAUTISTA**

**ING. ANGEL ESCALANTE RAMIREZ**

**ANALISTAS**

**ING. GUSTAVO ORTIZ CH.**

**ING. NORMA VELAZCO L.A.**

**ING. JAVIER HERNANDEZ R.**

**ING. FABRICIO VAZQUEZ H.**

**ING. GUILLERMO SCHOELMAN**

**ING. ARTURO ALEMAN C.**

**TURBOGENERADORES DE ENERGIA ELECTRICA**

**EL EL RANGO DE 5 A 35 MW**

## **C O N T E N I D O**

### **2. ESTUDIO DE MERCADO**

- 2.1 Identificación de los Productos**
- 2.2 Metodología**
- 2.3 Demanda Real**
- 2.4 Oferta Estadística Nacional**
- 2.5 Demanda Nacional no Satisfecha**
- 2.6 Demanda Externa**
- 2.7 Cuadros de Precios**

### **3. MATERIAS PRIMAS Y COMPONENTES**

- 3.1 Características y Especificaciones**
- 3.2 Procedencias Geográficas**
- 3.3 Proveedores de la Materia Prima**
- 3.4 Precios de Fabricantes y Distribuidores de Materias Primas de Origen Nacional y Extranjero**
- 3.5 Estudio de una Posible Evolución de los Precios**

### **4. TAMAÑO DE LA PLANTA**

- 4.1 Demanda Nacional no Satisfecha**
- 4.2 Tamaño Mínimo de la Planta**
- 4.3 Tamaño de la Planta Elegida**

### **5. PROCESO DE PRODUCCION**

- 5.1 Descripción de los Distintos Sistemas de Producción**



## 2. ESTUDIO DE MERCADO

### 2.1 IDENTIFICACION DE LOS PRODUCTOS

Turbina de vapor para accionar generadores de energía eléctrica :

La turbina de vapor es una máquina térmica de combustión externa de movimiento circular que tiene como función transformar energía térmica y de presión contenida en un fluido de trabajo en energía mecánica.

Generador de Energía Eléctrica :

Se entiende por generador, una máquina conducida que tiene como función transformar energía mecánica en energía eléctrica.

#### 2.1.1 Descripción Genérica y Comercial

Turbina de Vapor.

Las plantas industriales requieren para su funcionamiento principalmente energía eléctrica y calorífica para ser transformada en potencia utilizable.

Cuando se parte de energía calorífica y potencial contenida en una corriente de vapor para generar energía eléctrica particularmente en plantas de generación en la industria Petrolera, el ciclo térmico de vapor de la planta puede arreglarse combinando el vapor de generación con extracción de la turbina para utilizarlo en alguna parte del proceso, lo que hace que el rendimiento del ciclo resulte alto y en consecuencia se logre un bajo costo de generación.



El arreglo del ciclo y el tipo de turbina más adecuada para utilizarse dependerá directamente de los requerimientos y bases de diseño de la planta .

Con respecto a las condiciones de empleo se pueden utilizar los siguientes tipos de turbinas.

Turbina de contrapresión para generación; Son utilizadas cuando el vapor de salida a un determinado valor de contrapresión, es requerido para emplear su energía remanente de la expansión en alguna parte del proceso.

Cuando es requerida energía por medio del vapor a un valor de presión mayor que el de salida, es recomendable utilizar una turbina de contrapresión con extracción.

Turbina de condensación para generación.- Permite realizar el ciclo cerrado de vapor, utilizando el agua tratada e incrementando el rendimiento del ciclo térmico debido a que puede utilizar grandes relaciones de temperatura en la entrada y la descarga de la turbina. En algunos casos se emplean cuando no se requiere vapor para otro servicio; cuando es necesario utilizar diversos niveles de vapor en el proceso, o bien para regenerar el agua de alimentación a la caldera, se usan turbinas de condensación con extracción de vapor a la presión requerida. El vapor que continúa la expansión después de la extracción se lleva a condensación total.

### Generador de Energía Eléctrica:

En el caso específico aquí tratado, los generadores producirán corriente alterna por lo que se les llama "alternadores" siendo la corriente producida trifásica.

Comercialmente un alternador se define por sus características básicas principales como son:

Capacidad nominal, tensión, frecuencia y número de fases, así como el tipo de construcción en lo que se refiere a su envolvente, que puede ser abierto, a prueba de goteo, a prueba de salpicadura, cerrado, con ventilación forzada, enfriado por hidrógeno o agua, a prueba de explosión etc.

También se considera el tipo de acoplamiento al accionador, el que podrá ser directo o mediante reductor de velocidad.

#### 2.1.2 Especificaciones Técnicas

Las turbinas de vapor para accionar generadores de corriente eléctrica deben cumplir con los requerimientos básicos de diseño, materiales de construcción, sistemas de lubricación y sello, controles e instrumentación, inspección y pruebas, preparación para embarque, información suministrada antes y después de la compra del equipo etc., de acuerdo con las últimas revisiones de las normas N.E.M.A. y los requerimientos especiales que solicite el comprador en sus normas propias.

**Generadores.-** El diseño y construcción de los alternadores debe cumplir con lo establecido en las siguientes normas:

N.E.M.A., I.E.E.E., I.E.C., B.S., V.D.E., V.D.I., A.S.A., A.S.M.E y/o A.S.T.M., y los requerimientos especiales que - solicite el comprador.

El diseño deberá hacerse a condiciones standard internacionales de operación (ISO) y a condiciones particulares de operación.

### **2.1.3 Usos y Consumidores**

El empleo de estos equipos como conjunto turbogenerador obviamente será la generación de Energía Eléctrica, en empresas e - Industrias en donde se requiera un índice mayor de confiabilidad en el suministro de energía o bien en aquellas en que la energía - eléctrica pueda ser un subproducto cuando se requiere generación de vapor.

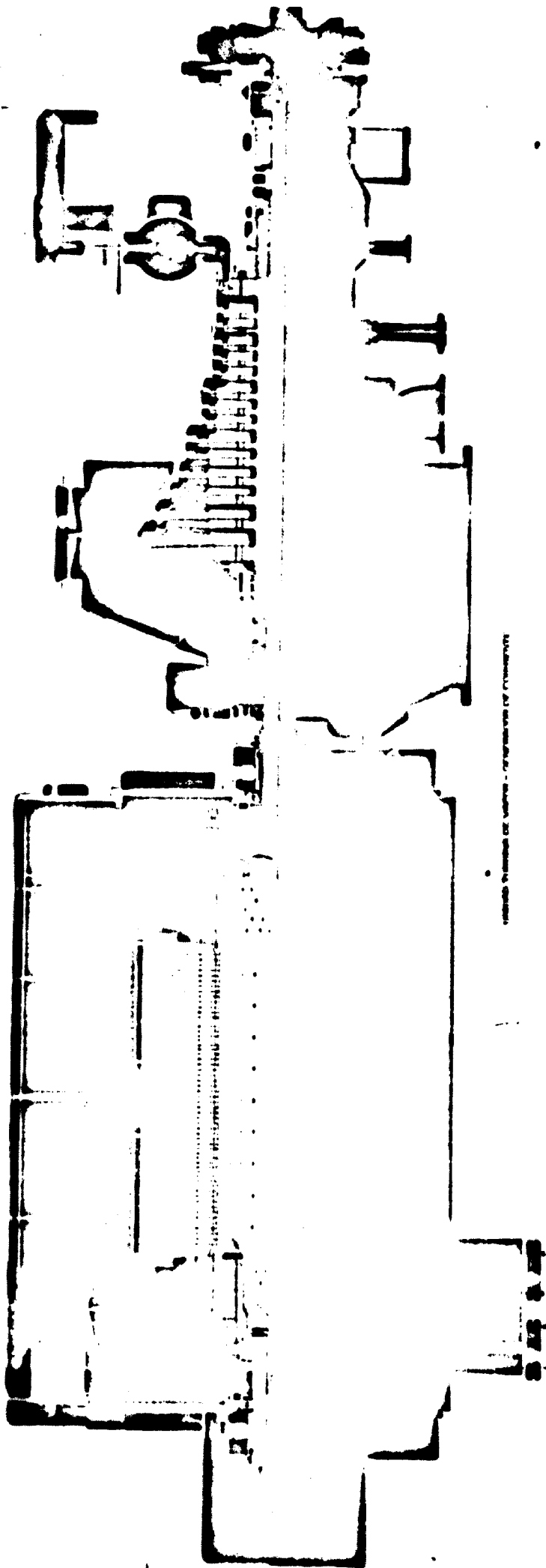
Dentro de los rangos de capacidad cubiertos por este estudio (5 a 35 MW) los principales consumidores podrán ser:

- a) Petróleos Mexicanos
- b) Comisión Federal de Electricidad
- c) Fábricas de Cartón y Papel
- d) Fábricas de Cemento
- e) Fábricas Textiles
- f) Ingenios Azucareros

**g) Industria Siderúrgica**

**h) Industria Minera y Metalúrgica**

**i) Industria Química**



PLAN OF THE BUILDING AT THE UNIVERSITY OF TORONTO

## 2.2 METODOLOGIA

### 2.2.1 Demanda 1979 - 1983

La proyección de la demanda de generadores de PEMEX para los próximos cinco años, se elaboró con base en las plantas de proceso o centros de trabajo que se construirán en el período 1979-1983 y que son similares a los que integran el plan de inversiones de PEMEX (cuadro 2.2.1).

Para los otros sectores, la proyección de la demanda se basó en el programa de inversiones respectivo, en el crecimiento de la demanda sectorial de energéticos, cuadro IV.9 del tomo II de la serie Energéticos del I.M.P. y en la Prognosis de materiales de la industria eléctrica. La distribución de la demanda por año y proyección al período 1984-1988 se realizó con base en el crecimiento de la demanda nacional de hidrocarburos, cuadro B.1 del tomo II de la serie Energéticos publicada por el I.M.P.

### 2.2.2 Precios del Producto, Materias Primas y Componentes

Los precios de estos equipos se obtuvieron de cotizaciones recientes e información directa de proveedores. Los precios de materias primas y componentes se determinaron con información directa de fabricantes nacionales y extranjeros.

### 2.2.3 Tamaño de la Planta

Para determinar el tamaño de la planta, se proyectó la demanda nacional no satisfecha con base en el crecimiento de la demanda nacional de hidrocarburos hasta 1990, año en que se estima que la planta podrá trabajar a toda capacidad. No se consideró la posibilidad de exportar.

### 2.2.4 Proceso de Producción

Con objeto de conocer los detalles de los diferentes procesos productivos existentes, se visitaron las siguientes plantas productoras:

<u>Fabricante</u>	<u>Sede de la Planta</u>
Gral. Electric	Lynn Mass. USA
Creusot Loire	Creusot, Fra.
Nuovo Pignone	Florenca, Ita.
Siemens	Berlin y Wessel, Ale.
Brown Boveri	Zurich, Sui.
Peter Brotherhood	Peterborough, Inglaterra.

**CUADRO 2.2.1**

**PLAN DE INVERSIONES DE PEMEX**

**OBRAS QUE SE INICIAN Y TERMINAN EN EL PERIODO  
1979 - 1982**

<b>REFINACION</b>	<b>CAPACIDAD EN B/D</b>
<b>Cadereyta Nuevo León</b>	
Reduc. de Viscosidad	45 000
Dest. al Vacío	40 000
Desint. FCC Increm.	22 000
<b>Minatitlán, Veracruz</b>	
Reduc. de Viscosidad	33 000
Dest. al Vacío	32 000
Desint. FCC	12 000
<b>Salina Cruz, Oaxaca</b>	
Reductora de Viscosidad	40 000
Dest. al Vacío	33 000
Desint. FCC	12 000
<b>Tula, Hidalgo</b>	
Dest. al Vacío	33 000
<b>Salamanca, Guanajuato</b>	
<b>Planta Demex</b>	33 000



**OBRAS QUE SE INICIAN EN EL PERIODO 1979 - 1982 \*  
Y SE TERMINAN EN EL SIGUIENTE SEXENIO**

**Nuevo Centro de Refinación**

**Salina Cruz II, Oaxaca**

Destilación primaria de	200,000 B/D
Destilación al vacío de	100,000 B/D
Desintegración Catalítica de	40,000 B/D
Hidrosulfuración de Naftas de	36,000 B/D
Reformadora de Naftas de	25,000 B/D
Dos Hidrosulfuradoras de Destilados Intermedios de	25,000 B/D cada una
Tratamiento y Fraccionamiento	
Recuperadora de Azufre de	65 T/D

\* La adquisición de equipo se efectuará en el período 1979-1982.

PLANTAS QUE SE INICIAN Y TERMINAN EN EL PERIODO

1979 - 1982

PETROQUIMICA

San Martín Texmelucan, Puebla

Tetrámero	80,000 T/A
Ac. Acrílico	30,000 T/A
Dodecibenceno	70,000 T/A
Servicios Aux. e Integración	

Tula, Hidalgo

Azufre II	85,000 T/A
Aceto-cianhidrina	20,000 T/A
Acilonitrilo II e Integración	75,000 T/A

Morelos, Veracruz

Oxígeno	280,000 T/A
Poliétileno A.D. II	100,000 T/A
Oxido de Etileno III	100,000 T/A
Acetaldehído III	100,000 T/A
Propileno	300,000 T/A
Oxido de Propileno	60,000 T/A
Polipropileno	100,000 T/A
Butadieno	100,000 T/A
Fracc. Gasolin. Natural	110,000 BPD
Serv. Auxiliares e Integración	

Lombarda, Tabasco

Amoniaco III	445,000 T/A
Amoniaco IV	445,000 T/A
Criogénica III	500 MMPCD
Fracc. Gasolina Nat. I	110,000 BPD
Endulzadora Gas Amargo I	400 MMPCD

Criogénica I	500 MMPCD
Criogénica II	500 MMPCD
Endulzadora y Estabilizadora H.C. Condens. I	24,000 BPD
Amoniaco I	445,000 T/A
Amoniaco II	445,000 T/A
Endulz. y Estabiliz. H.C. Condens. II	24,000 T/A
Fracc. de H.C. Condens. o Gasol. Nat.	110,000 BPD
Azufre I	320 T/A
Azufre II	320 T/A

Nuevo Laredo, Tamaulipas

Endulzadora	200 MMPCD
Azufre	100 T/D
Criogénica (Recup. Hc)	50 MMPCD
Integración	

Salina Cruz, Oaxaca

Recuperadora de Azufre	80 T/D
Recuperadora de Azufre	80 T/D

Cosoleacaque, Veracruz

Amoniaco	445 000 T/A
Amoniaco	445 000 T/A
Integración VI y VII	

**OBRAS QUE SE INICIAN EN EL PERIODO 1979 - 1982  
Y SE TERMINAN EN EL SIGUIENTE SEXENIO**

**PETROQUIMICA**

Indefinidas

Oxido de Propileno	60,000	T/A
Metanol	150,000	T/A
Polietileno B.D.	140,000	T/A
Comp. Aromáticos	715,500	T/A
Cumeno II	40,000	T/A
Endulzadora Gas Amargo	400	MM PCD
Endulzadora Gas Amargo	400	MM PCD
Endulzadora Gas Amargo	400	MM PCD
Recuperadora de Azufre	52,800	T/A
Recuperadora de Azufre	52,800	T/A
Recuperadora de Azufre	52,800	T/A
Ciclohexano	20,000	T/A
Polietileno A.D.	100,000	T/A
Polietileno B.D.	140,000	T/A
Acetaldehido	100,000	T/A
Amoníaco	445,000	T/A
Amoníaco	445,000	T/A
Criogénica	500	MM PCD
Endulzadora de Gas Amargo	400	MM PCD
Endulzadora de Gas Amargo	400	MM PCD
Azufre	52,800	T/A
Azufre	52,800	T/A
Polipropileno	100,000	T/A
Propileno	800,000	T/A
Servicios Auxiliares		
Servicios Auxiliares e Integración		

Cadereyta, Nuevo León

Azufre	88,000	T/A
--------	--------	-----

Lombarda, Tabasco

Butadieno	85,000	T/A
Derivados Clorados	882,000	T/A
Estireno	150,000	T/A
Estireno	150,000	T/A

\*La adquisición de los equipos se efectuará en el periodo 1979 - 1982.

## 2.3 DEMANDA REAL

### 2.3.1 Localización de la Demanda

La demanda nacional para los turbogeneradores de 5 a 37.5 MW está constituida por generadores accionados con turbina de vapor y generadores accionados por turbina de gas.

En los últimos años se ha venido incrementando el uso de turbinas de gas. De 75 turbogeneradores que se espera comprar en los próximos cinco años, 36 serán de gas.

Los principales usuarios para estos equipos son:

Pemex, CFE, Industria Azucarera, Industria Química, Siderurgia y Minero-Metalurgia.

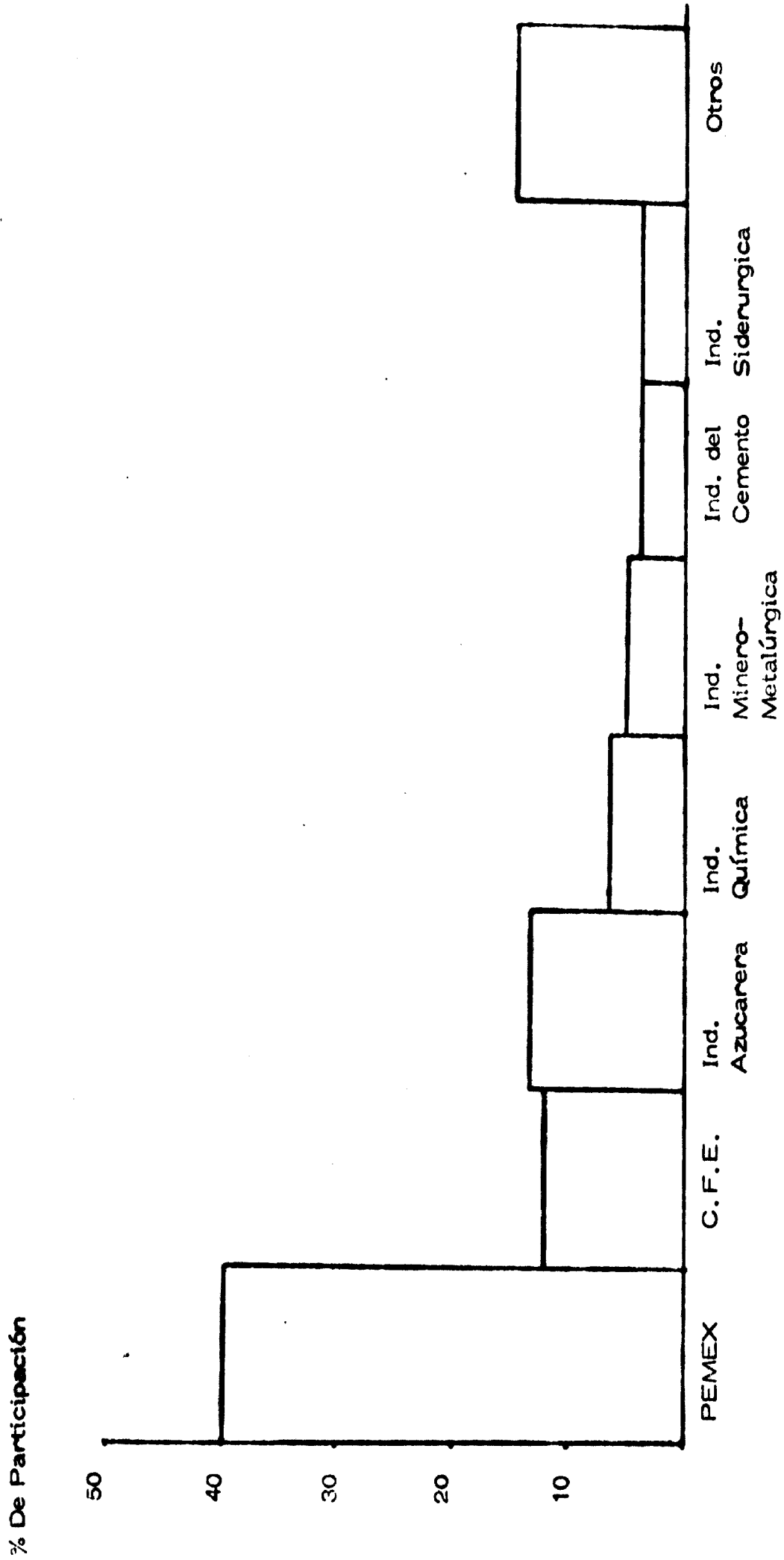
Los porcentajes considerados para los próximos cinco años se muestran en el cuadro 2.3.1.

**CUADRO 2.3.1**  
**LOCALIZACION DE LA DEMANDA**

<b>Sector Usuario</b>	<b>% de Participación</b>
Pemex	40.0
C.F.E.	12.0
Ind. Azucarera	13.3
Ind. Química	6.7
Ind. Minero-Metalúrgica	5.3
Ind. del Cemento	4.0
Ind. Siderúrgica	4.0
Otros	14.7

GRAFICA 2.3.1

Participación De La Demanda Por Sector



Sector Usuario

### 2.3.2

#### Evolución de la Demanda

El consumo en México de turbogeneradores no ha sido muy elevado pero sí se considera significativo puesto que requieren una inversión muy alta.

En el lapso de los últimos 4 años, partiendo de 1975, en lo que a PEMEX respecta, la demanda ascendió a 17 turbogeneradores accionados por turbina de vapor y 19 unidades accionadas por turbina de gas. La energía eléctrica producida en este tipo de generadores fluctúa entre 17 y 48 MW.

La mayor demanda se registró en el Sector Petroquímico con un promedio de 3.6 turbogeneradores por año, seguido por 2.2 unidades anuales del sector Refinación y finalmente el Sector Explotación, con 1.4 generadores como promedio anual.

A continuación se incluyen 2 cuadros en los cuales se clasifican los turbogeneradores por tipo de turbina y por sector usuario ( Cuadro 2.3.2 y 2.3.3 ).



**Fuera de PEMEX:**

La demanda total de turbogeneradores fuera de Pemex para los --  
últimos 5 años ha sido de 21 unidades, dando una cantidad anual pro  
medio de 4.2 unidades. La tasa de crecimiento promedio ha sido --  
del 11 %, sin embargo esta tasa tiende a incrementarse a partir de--  
los últimos años, por lo que se espera que para el período 1979-1983  
se duplique la demanda del quinquenio anterior.

CUADRO 2.3.2

DEMANDA HISTORICA DE GENERADORES CON TURBINA DE VAPOR

( 1974 - 1978 )

Sector	Centro de Trabajo	No. de Unidades	Capacidad (MW)
Refinación	Salina Cruz	2	30
Refinación	Cadereyta	2	30
Refinación	Madero	1	30
Refinación	Tula	2	24
Refinación	Minatitlán	2	24
Refinación	Salamanca	2	17
Petroquímica	Cangrejera	3	48
Petroquímica	Morelos	3	48

CUADRO 2.3.3

DEMANDA HISTORICA DE GENERADORES CON TURBINA DE GAS

( 1974 - 1978 )

Sector	Centro de Trabajo	No. de Unidades	Capacidad (MW)
Petroquímica	Cactus	7	20
Petroquímica	Cangrejera	1	20
Petroquímica	Pajaritos	4	20
Explotación	Dos Bocas	3	20
Explotación	Cárdenas	3	20
Explotación	La Venta	1	20

### 2.3.3

#### Proyección de la Demanda ( próximos 5 años )

El plan de inversiones para PEMEX en el Sector Refinación es mínimo, mientras que en los Sectores Petroquímica y Explotación sí es considerable. A consecuencia de esto, la demanda de turbogeneradores será proporcionalmente mayor en los dos últimos sectores que en el de refinación.

En la proyección de la demanda, los turbogeneradores producirán una energía dentro de un rango de 20 a 48 MW, siendo estos últimos los utilizados en el sector petroquímica.

Se proyecta una demanda total de 38 turbogeneradores para los próximos 5 años, de los cuales 18 son accionados con turbina de vapor y 20 con turbina de gas.

Esta proyección equivale a un promedio de 7.4 turbogeneradores por año de una capacidad de generación promedio de 30 MW.

El hecho que el consumo promedio anual proyectado sea solo 9% mayor que el consumo histórico, se debe a la disminución de los planes de inversión para el Sector Refinación en el sexenio 1977-1982.

Los cuadros 2.3.4 y 2.3.5, muestran la demanda proyectada por sectores usuarios y centros de trabajo.

La demanda estimada de los sectores fuera de PEMEX para los próximos cinco años se ubica principalmente en la industria azucarera con 10 unidades, Comisión Federal de Electricidad con 9 y la Industria Química con 5. (cuadro 2.3.6).

Para los sectores fuera de PEMEX, la demanda estimada es mayor - en turbinas de vapor que en turbinas de gas, además de que la gama - de potencias requeridas es más amplia, necesitando 14 de 5 a 10 - MW, 11 de 11 a 20 MW y 20 de 21 a 38 MW. (cuadro 2.3.7.).

CUADRO 2.3.4

DEMANDA DE GENERADORES ACCIONADOS POR TURBINA DE VAPOR

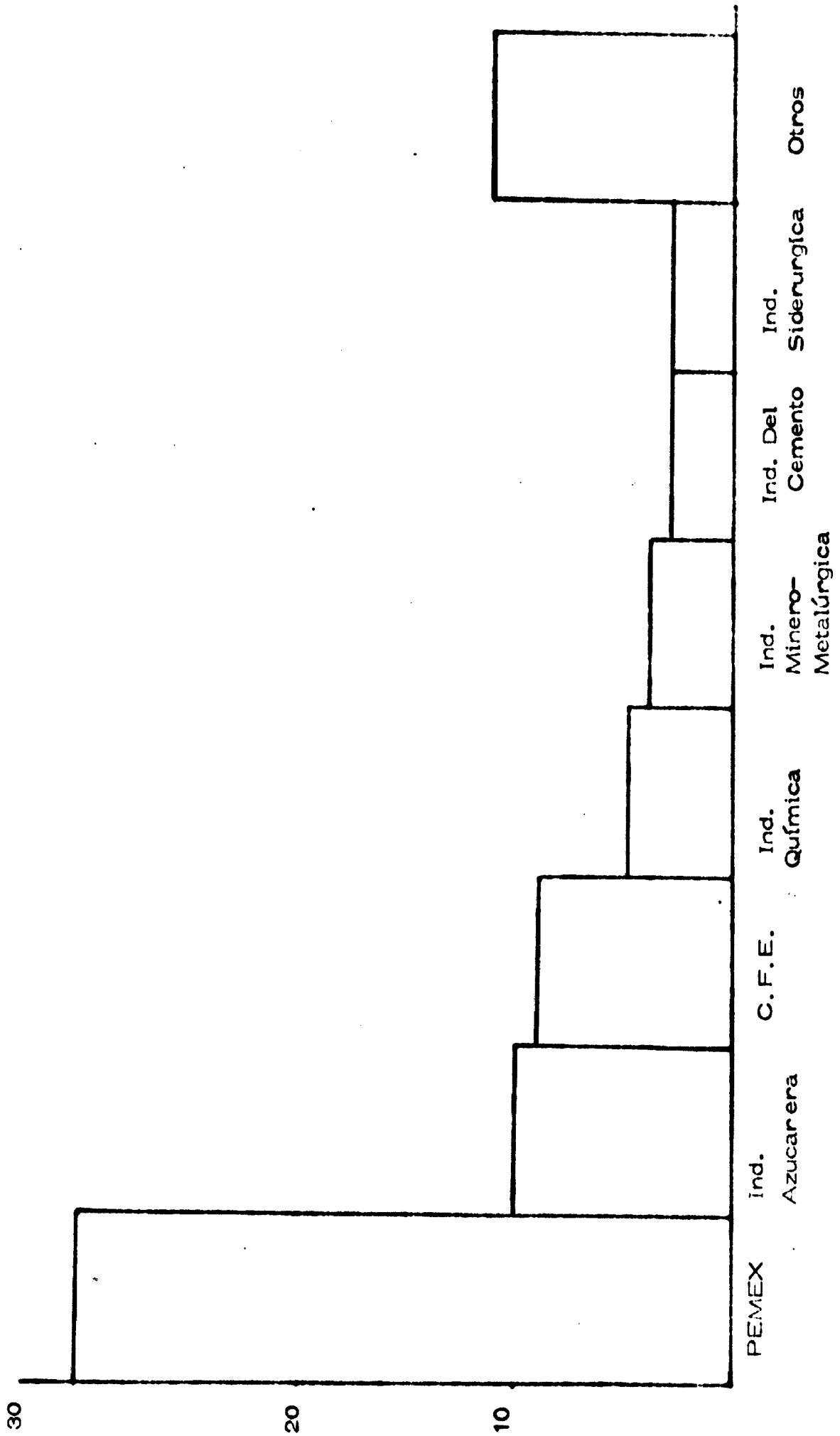
( 1979 - 1983 )

Sector Usuario	Centro de Trabajo	Unidades	E. Eléctrica (MW)
Refinación	Salamanca	1	30
Refinación	Minatitlán	1	30
Refinación	Cadereyta	1	30
Refinación	Tula	1	30
Refinación	Salina Cruz	2	30
Petroquímica	Cangrejera	1	48
Petroquímica	Morelos	1	48
Petroquímica	Lombarda	4	48
Petroquímica	Indefinidas	1	48
Petroquímica	Indefinidas	4	30

GRAFICA 2.3.4

Demanda De Turbogeneradores  
( 1979 - 1983 )

No. De Unidades



CUADRO 2.3.5

DEMANDA DE GENERADORES ACCIONADOS POR TURBINA DE GAS

( 1979 - 1983 )

Sector Usuario	Centro de Trabajo	Unidades	E. Eléctrica (MW)
Refinación	Salina Cruz	2	20
Petroquímica	Cactus	5	20
Petroquímica	Cangrejera	2	20
Petroquímica	Indefinidas	3	20
Explotación	Dos Bocas	4	20
Explotación	Cárdenas	4	20



CUADRO 2.3.6

DEMANDA DE TURBOGENERADORES FUERA DE PEMEX POR SECTOR  
USUARIO ( 1979 - 1983 )

Sector	Cantidades de Unidades
Industria Azucarera	10
C. F. E.	9
Industria Química	5
Mínero-Metalúrgica	4
Cemento	3
Siderurgia	3
Otros	11
Total	45

CUADRO 2.3.7

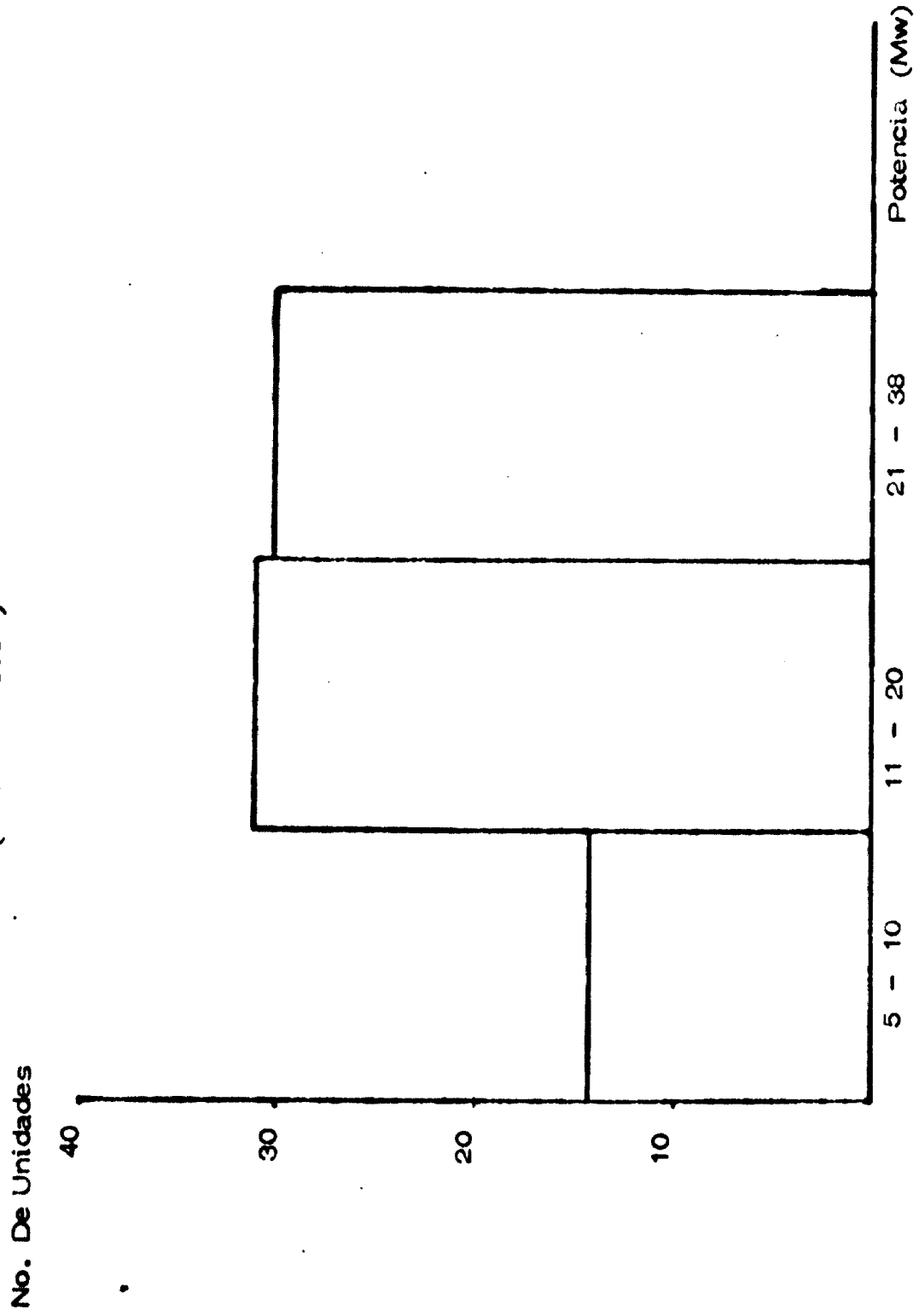
DEMANDA DE TURBOGENERADORES FUERA DE PEMEX POR POTENCIA  
Y TIPO ( 1979 - 1983 )

POTENCIA (MW)	ACCIONADOR		TOTAL
	TURBINAS DE VAPOR	TURBINA DE GAS	
5-10	13	1	14
11-20	9	2	11
21-38	7	13	20
Total	29	16	45

GRAFICA 2.3.7

Histograma De La Demanda De Turbogeneradores

( 1979 - 1983 )



2.4

**CUADROS DE OFERTA ESTADISTICA NACIONAL**

2.4.1 Producción Nacional

Hasta la fecha no existe oferta nacional de turbogeneradores mayores de 5 MW ya que no se fabrican en México ni la turbina ni el generador.

Existen en nuestro país representantes de los más importantes productores europeos, americanos y japoneses entre los que destacan:

<b>Fabricante</b>	<b>Sede de la Planta</b>
Brown Boveri	Zurich, Suiza
Siemens	Erlangen, Alemania
A E G Kanis	Essen, Alemania
John Brown	Glasgow, Escocia
General Electric	Lynn, Mass, U.S.A.
Westinghouse	Philadelphia, Pa., U.S.A.
Hitachi LTD	Osaka, Japón
Mitsui	Tokio, Japón

Hay también en nuestro país representantes de fabricantes de turbinas que venden conjuntos turbo-generadores, tales como:

<b>Fabricante</b>	<b>Sede de la Planta</b>
Peter Brotherhood	Peterborough, Inglaterra
Elliot Co.	Jeannette, Pa, U.S.A.
Worthington Co.	Wellsville, N.Y., U.S.A.
De Laval	Treton, N.Y., U.S.A.

## 2.5 DEMANDA NACIONAL NO SATISFECHA

### 2.5.1 Proyección para los Próximos 5 Años

La demanda nacional en el rango considerado para los próximos 5 años es de 75 turbogeneradores, 39 con turbinas de vapor y el resto con turbina de gas.

El promedio anual proyectado es de 15 unidades por año, 6 para Petróleos Mexicanos y el resto para los otros sectores.

El cuadro 2.5.1 muestra la demanda para el periodo considerado de acuerdo a rangos de potencia y usuario, el cuadro 2.5.2 consi  
dera los mismos rangos pero los divide de acuerdo al accionador.

### 2.5.2 Proyección para los Próximos 12 Años

Se determinó la tasa de crecimiento anual de la demanda de turbo  
generadores de acuerdo al incremento en la demanda de energía de los sectores considerados.

La demanda proyectada para los próximos 12 años es de 247 unidades, con una tasa de crecimiento promedio de 12.5%, siendo -  
133 unidades de turbina de vapor y 114 accionadas con turbina de gas, como se muestra en el cuadro 2.5.3.

CUADRO 2.5.1

DEMANDA NACIONAL NO SATISFECHA POR RANGO DE POTENCIA

( 1979 - 1983 )

POTENCIA (MW)	PEMEX	OTROS	TOTAL
5-10	--	14	14
11-20	20	11	31
21-38	10	20	30

CUADRO 2.5.2

DEMANDA NACIONAL NO SATISFECHA POR TIPO DE ACCIONADOR

( 1979 - 1983 )

POTENCIA (MW)	TURBINA DE VAPOR	TURBINA DE GAS	TOTAL
5-10	13	1	14
11-20	9	22	31
21-38	17	13	30

CUADRO 2.5.3.

DEMANDA PROYECTADA DE TURBOGENERADORES

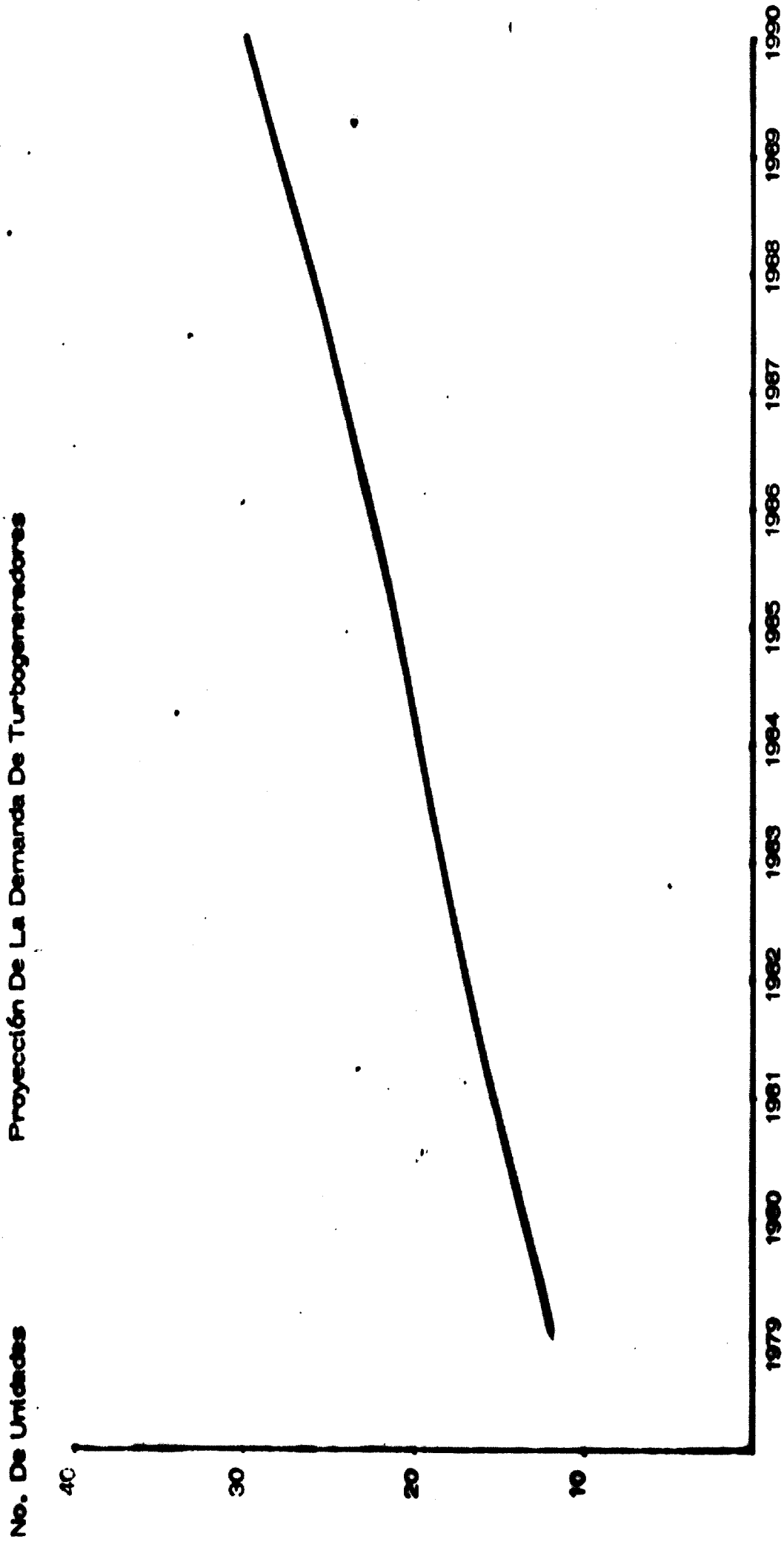
( 1979 - 1990 )

AÑO	ACCIONADOR		TOTAL
	TURBINA DE VAPOR	TURBINA DE GAS	
1979	6	6	12
1980	6	7	13
1981	8	7	15
1982	9	8	17
1983	10	8	18
1984	11	9	20
1985	12	9	21
1986	13	10	23
1987	13	11	24
1988	14	12	26
1989	15	13	28
1990	16	14	30



GRAFICA 2.5.3

Proyección De La Demanda De Turbogeneradores



## 2.6 DEMANDA EXTERNA

La demanda externa no se tomó en cuenta, ya que se consideró más adecuado considerar únicamente el mercado nacional, que en última instancia es decisivo para el establecimiento de la Planta.

Las posibles exportaciones servirán como un atractivo adicional que permitirá un mayor margen de seguridad para la Planta.

## 2.7 Cuadros de Precios

En las tablas 2.7.1 y 2.7.2, aparecen los precios de los conjuntos turbogeneradores, con turbina de vapor de condensación con extracción actualizados a enero de 1979.

Estos rangos de precios son aplicables para proveedores europeos y de E.U.A., los precios F.O.B., son libre a bordo planta productora o puerto de embarque, los precios CIF + derechos incluyen el traslado a algún puerto de la República y 1 % de derechos de acuerdo al Diario Oficial del 16 de diciembre de 1978.

Los precios para los productos de este estudio deberán estar a nivel competitivo con los precios C.I.F. + derechos de los productos importados, considerando que el índice de escalación promedio de estos equipos es de 10 % anual.

TABLA 2.7.1

PRECIOS FOB DE LOS PRODUCTOS IMPORTADOS

POTENCIA (Kilowatts)	COSTO EN M. N. (miles de pesos)
5000	21,000 - 24,000
7500	24,000 - 28,000
10000	30,000 - 34,000
15000	41,000 - 45,000
20000	49,000 - 54,000
25000	65,000 - 70,000
30000	72,000 - 75,000
35000	75,000 - 80,000

**TABLA 2.7.2.**

**PRECIOS CIF DE LOS PRODUCTOS IMPORTADOS  
MAS DE RECHOS DE IMPORTACION**

<b>POTENCIA (Kilowatts)</b>	<b>COSTO EN M.N. (miles de pesos)</b>
5 000	22,000 - 25,200
7 500	25,200 - 29,400
10 000	31,500 - 35,700
15 000	43,000 - 47,200
20 000	51,400 - 56,700
25 000	68,200 - 73,500
30 000	75,600 - 78,700
35 000	78,700 - 84,000

### 3 MATERIAS PRIMAS Y COMPONENTES

#### 3.1 MATERIAS PRIMAS DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES, SUS CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS Y COMERCIALES.

##### 3.1.1 Turbina de Vapor

En la Tabla No. 3.1.1, se describen en la primera columna los componentes principales de la turbina de vapor; en la segunda columna, los materiales correspondientes en términos genéricos - al igual que su forma o presentación y en la última columna el - estandar de referencia.

La selección de materiales en la fabricación de turbinas de vapor es muy extensa y depende de la localización que los componentes tengan dentro de la turbina, éstos están sujetos a un amplio rango de temperatura, esfuerzos del tipo estático, vibratorios o la combinación de éstos, corrosión, erosión, desgaste al trabajar metal contra metal en partes lubricadas y no lubricadas y sobre todo por las necesidades de operación por períodos largos sin interrupción bajo estas condiciones.

El tipo de piezas que se utilizan en la fabricación de los componentes son muy variados ya que se utilizan fundiciones, forjas, - placas metálicas, etc.

## Carcaza

La sección de la caja de vapor o entrada de vapor es la parte que trabaja con mayor presión y temperatura del vapor. Los materiales de la carcaza con su composición química son mostrados en el cuadro 3.1.2

El proceso de fundición en las partes de alta presión es el utilizado por todos los fabricantes. En las zonas de baja presión (turbinas de condensación) normalmente utilizan placa de acero fabricada, aunque también puede ser utilizada la fundición.

Las carcazas de alta presión, por consiguiente alta temperatura deben ser sometidas a pruebas no destructivas ultrasónica y radiográfica además de inspeccionar con el método de partículas magnéticas. A medida que el vapor se expande hacia las etapas finales, las temperaturas y presiones decrecen, haciendo estas pruebas no destructivas menos necesarias. En estas áreas, pruebas de ultrasonido y partículas magnéticas con estándares menos estrictos son aplicables.

## Rotores.

Los materiales para rotores de turbinas son seleccionados de acuerdo con la temperatura de operación del rotor. Los materiales con su composición química son mostrados en el cuadro 3.1.3. Los rotores de material A-470 CL 7 son usados hasta temperaturas de 825°F y de temperaturas de 825°F a 1000°F A 470 CL 8 .

La siguiente tabla nos muestra una considerable ventaja del material clase 8 sobre el clase 7, desde el punto de vista de ruptura.

MATERIAL	NIVEL DE ESFUERZO	TEMPERATURA	VIDA UTIL ANTES DE RUPTURA.
7	55 000	750°F	100 000 Horas
8	55 000	750°F	100 000 Horas
7	35 000	900°F	10 000 Horas
8	35 000	900°F	100 000 Horas

Los rotores de turbinas son piezas grandes forjadas y operan a un alto nivel de esfuerzo, por lo tanto las imperfecciones superficiales deben ser mínimas. Esto se verifica mediante inspección de partículas magnéticas y pruebas de ultrasonido. Una forma de obtener forjas de calidad para rotores, es que éstas se produzcan mediante hornos que operan al vacío para remover gases y que fundan el acero mediante arco eléctrico, introducción eléctrica o por electrodos.

#### Alabes

Los materiales de los álabes con su composición química son mostrados en el cuadro 3.1.4.

Los álabes de turbinas son fabricados de barra cuadrada o forjada dependiendo del tamaño y complejidad del álabe, cualquier método de fabricación produce álabes satisfactorios, aunque los álabes fabricados a partir de la forja, tienen mayor resistencia mecánica.



Los aceros inoxidable al cromo, aleaciones 403 y 422 pueden ser tratados térmicamente para obtener niveles de esfuerzos -- más altos, lo que aumenta su dureza.

Los álabes en las últimas etapas de las turbinas de vapor están sujetos a erosión por el líquido saturado que se encuentra en el vapor. Una forma para minimizar el efecto de la erosión, es -- soldando laminillas o tiras de stellite en el extremo opuesto a -- la base de los álabes.

Soportes de Alabes Estacionarios.

Los materiales usados en los soportes de álabes estacionarios pueden ser de acero fundido o hierro fundido, generalmente se usa fierro fundido en la fabricación de éstas partes debido a que no están en contacto directo con el flujo de vapor.

Birlos, Tuberías y Piezas Fabricadas de Placa.

El material de los birlos utilizados en turbinas, depende de la localización de éstos y la temperatura de operación.

Los materiales especificados para tuberías se seleccionan con base en la temperatura de operación, inspecciones del tipo radiográfico, con partículas magnéticas y las especificadas en códigos para tuberías son las que se aplican a tuberías de vapor en función a la temperatura de operación.

Patines o bases metálicas de acero estructural y carcazas de --

baja presión y temperatura fabricadas de placa de acero, son -  
soldadas de acuerdo a normas especificadas.

Generador de Energía Eléctrica.

Componentes principales.- En un generador de corriente alterna,  
las partes principales a considerar son:

- a) Carcaza y laminación del estator.
- b) Devanados del estator.
- c) Chumaceras y pedestales.
- d) Rotor.
- e) Devanados del rotor.
- f) Partes de ensamble.
- g) Partes de la excitatriz.

y formando parte del grupo, pero como elemento independiente  
se tiene a:

- h) Excitatriz.

Materias primas.- Los materiales a utilizar en la construcción  
de los generadores dependen obviamente de la parte específica  
en que se emplearán y a la vez de características especiales -  
dentro de la parte en cuestión, como puede ser esfuerzos mecá-  
nicos, temperatura, fricción, tensión eléctrica, etc.

- a) Carcaza y Laminación del Estator.

En algunos diseños la carcaza o cubierta del generador, se --

construye en forma conjunta con el armazón del estator y en otros en forma independiente, pero en los dos casos, tanto la cubierta como el armazón soporte se fabrican con placa de acero para formar una estructura rígida.

El núcleo o laminación se arma con láminas en forma de segmento de bajas pérdidas y alta permeabilidad, de acero con un contenido alto de silicio.

Todas las láminas deben limpiarse y barnizarse por los dos lados para reducir al mínimo las pérdidas por corrientes parásitas.

b) Devanados del Estator.

Será del tipo de doble capa, usando medias bobinas las cuales se forman y aíslan antes de instalarlas en las ranuras.

Las medias bobinas se construyen con numerosas cintas de cobre para reducir al mínimo las corrientes parásitas. El aislamiento consiste de varias capas de cintas de mica y vidrio, o bien materiales a base de resina epóxica.

c) Chumaceras y Pedestales.

Serán del tipo autoalineable y diseñadas para carga pesada, --  
construídas de acero y los pedestales de placa de acero.

d) Rotor.

Consiste de una forja sólida de aleación de acero de alta calidad.

El análisis físico del material y también del forjado y proceso de tratamiento térmico deben ser controlados cuidadosamente por los acereros y sujeto a una inspección metalúrgica por expertos, en cada paso.

e) Devanados del Rotor.

Consisten en bobinas formadas de una cinta de cobre con un alto contenido de plata, preformadas e insertadas en las ranuras; el aislamiento será a base de mica.

f) Partes de Ensamble.

Son diversas y de distintos materiales empleándose para acoplamiento de las demás partes.

g) Partes para la Excitatriz.

Básicamente la parte de la flecha del rotor sobre la que arma el rotor de la excitatriz. Como en el caso principal será de acero forjado.

h) Excitatriz.

Diversas piezas relativamente pequeñas y de distintos materiales.

CUADRO 1.1

TURBINA DE VAPOR DE CONDENSACION CON UNA  
EXTRACCION CONTROLADA DE 25 MW  
COMPONENTES PRINCIPALES Y SUS MATERIALES

COMPONENTE	MATERIAL	FORMA	ESPECIFICACION AMERICANA
<p>Carcasa: Alta Presión Incl. Pernos Baja Presión Incl. Pernos Caja de Vapor</p> <p>Partes Internas: Soportes Alabes Estacionarios Pistón de Balance Anillos de Boquillas Alta Pres. Anillos de Boquillas Baja Pres.</p>	<p>Cromo, Molibdeno, Acero Acero al Carbón Carbono Molibdeno, Acero</p> <p>Hierro Fundido Acero Fundido</p> <p>Carbono Molibdeno, Acero</p>	<p>Fundición Placa Fundición</p> <p>Fundición Fundición</p> <p>Fundición</p>	<p>ASTM A - 217 Gr WC6 ASTM A - 515 Gr 60 ASTM A - 217 Gr WC-1</p> <p>ASTM A - 278 CL 40</p> <p>ASTM A - 217 Gr W 1</p>
Rotor	Cromo Molibdeno Vanadio	Forja	ASTM A - 470 CL 7 - 8
<p>Chumaceras: Pedestal Frontal Pedestal Trasero Chumaceras Soporte Frontal Carcasa Soporte Trasero Carcasa</p>	<p>Acero al Carbono Acero al Carbono Acero - Noel Acero Estructural Acero Estructural</p>	<p>Fundición Fundición Rolado Placa Placa</p>	<p>ASTM A - 216 Gr WCB ASTM A - 216 Gr WCB Acero Estructural Acero Estructural</p>
Alabes	Acero al Cromo	Forja	AISI - 422 AISI - 403
Tubería	Acero al Carbón Acero Inoxidable	Tubo Tubo	ASTM A - 182
Válvula Control Extracción Control de la Tubería	Cromo Acero	Rolado	12 % G - Acero

CUADRO 3.1.2  
MATERIALES DE LA CARCAZA

MATERIAL	ESPECIFICACION	COMPOSICION QUIMICA (%)						
		C	Mn	P	S	Si	Mo	Cr
Acero al Carbón	ASTM A-216 Gr WCB	0.30 max	0.70 max	0.040 max	0.045 max	0.60 max	-	-
Aleación Carbón Molibdeno	ASTM A-217 Gr WCI	0.25	0.50-0.80	0.040	0.045	0.60	0.45 0.65	-
Aleación Cromo Molibdeno	ASTM A-217 Gr WC6	0.20	0.50	0.040	0.045	0.60	0.45 0.65	1.00 1.50

CUADRO 3.1.3

MATERIALES DEL ROTOR

ESPECIFICACION .

ANALISIS QUIMICO. (%)

	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	MO	V
ASTM A-470 CL 7	0.28 max	0.20 0.60	0.15 max	0.018 max	0.15 0.30	3.25 4.0	1.25 2.00	0.25 0.60	0.05 0.15
ASTM A-470 CL 8	0.25 0.35	1.00 max	0.015 max	0.018 max	0.15 0.35	0.75 max	0.90 1.50	1.00 1.50	0.20 0.30
12% Cromo. no existe Grado ASTM.	0.15 max	1.00 max	0.015 max	0.018 max	0.50 max	0.50 max	11.5 13.5	0.50 max	-

CUADRO 3.1.4

MATERIALES DE LOS ALABES

	C	Mn	P	S	Si	Cr	Mo	V	W
<b>Aleación AISI-408</b>	0.15	1.0	0.04	0.03	0.50	0.60	11.5	-	-
	max	max	max	max	max	max	13.0	-	-
<b>Aleación AISI-422</b>	0.20	0.5	0.025	0.025	0.50	0.5	11.0	0.90	0.90
	0.25	1.0	max	max	max	1.0	12.5	1.95	1.25



### 3.2 PROCEDENCIAS GEOGRAFICAS

Como se ha visto, las materias primas básicas para turbinas de vapor y generadores de corriente son de acero de diversas aleaciones y cobre, en distintas formas que son:

- Fundición
- Forja
- Placa
- Lámina
- Cintas de Cobre

#### Fundición

La fundición de las piezas, es de acuerdo al tamaño, peso y a la clase de material. Estas fundiciones se pueden realizar por fabricantes nacionales, debido a que la capacidad actual de algunos talleres es para piezas hasta de 18 toneladas y con los materiales requeridos a nuestro estudio.

#### Forja

La forja de materiales en el país para los componentes de las turbinas de vapor y generadores de corriente es limitada, debido al peso y dimensiones de algunos componentes, especialmente al rotor que puede variar de 7 a 12 toneladas de peso con dimensiones de 3 a 5 mts., de largo y diámetros de 40 a 80 cms., ya maquinados. Actualmente no existe forja en México de esta capacidad.

#### Placa

El material de placa fabricada en México es de la especificación requerida por los componentes de turbina de vapor y generador de corriente.

**Lámina**

Parcialmente se fabrica en México, pero las de características especiales por su contenido de silicio o manganeso tendrá que importarse.

**Cinta de Cobre**

Se fabrica o puede fabricarse en México.

La procedencia de la materia prima en el país se encuentra en el centro y norte del país.

### **3.3 PROVEEDORES DE LA MATERIA PRIMA**

Referente a fabricantes nacionales, estos se pueden agrupar en la siguiente forma:

#### **FUNDICION:**

**Acero Solar**

**Acero Tepeyac**

**AMSCO Mexicana**

**Fundidora Monterrey**

**Fundición Monclova**

#### **FORJA:**

**Aceros Tepeyac**

**Acero Anglo**

**Campos Hermanos**

#### **PLACA Y LAMINA:**

**Altos Hornos de México**

**Fundidora Monterrey**

**HYLSA**

#### **COBRE:**

**Condumex**

**Conductores Monterrey**

3.4 PRECIOS DE DISTRIBUIDORES DE LA MATERIA PRIMA DE ORIGEN  
EXTRANJERO Y NACIONAL

TURBINA DE VAPOR

COMPONENTE	MATERIAL	FORMA	PIEZA EN KILOGRAMOS	PRECIO UNITARIO POR KILOGRAMO	
				NACIONAL Dólares	EXTRANJERO Dólares Pesos
Carcaza alta presión	Cromo, molibdeno, acero.	Fundición	6 000 - 9 000	2.78	63.91 4.50 103.60
Carcaza baja presión	Acero al carbón	Placa	6 000 - 9 000	0.44	10.00 0.60 13.80
Caja de vapor	Molibdeno acero	Fundición	600 - 1 500	5.44	125.00 10.50 241.50
<b>SOPORTES</b>					
Alabes estacionarios	Hierro fundido	Fundición	3 000 - 6 000	1.54	35.50 2.10 48.30
Pistón de balance	Acero fundido	Fundición	800 - 1 500	1.98	45.60 3.00 69.00
Anillos de boquillas	Carbono, molibdeno, acero.	Fundición	400 - 700	3.59	82.50 6.80 156.40
<b>R o t o r</b>					
	Cromo, molibdeno, vanadio.	Forja	8 000 - 12 000	---	3.90 89.70
<b>Pedestales</b>					
	Acero al carbón	Fundición	1 000 - 2 000	1.98	45.60 2.50 57.50
<b>Chumaceras</b>					
	Metal antifricción	Rolado	100 - 500	1.60	37.00 0.80 18.40
<b>Soportes</b>					
	Acero	Placa	800 - 1 500	0.39	9.00 0.50 11.50
<b>Alabes</b>					
	Acero al cromo	Forja	1 000 - 2 500	3.48	80.00 6.00 138.00
<b>Tubería</b>					
	Acero al carbón	Tubo	1 500 - 2 500	1.09	25.00 1.00 23.00
	Acero Inox.	Tubo	100 - 200	---	7.30 167.90
<b>Válvulas de Control</b>					
	Acero al Cromo	Rolado	400 - 1 000	2.20	50.60 2.20 50.60

TIPO DE CAMBIO \$23.00 PESOS POR DOLAR

PRECIOS DE DISTRIBUIDORES DE LA MATERIA PRIMA DE ORIGEN  
EXTRANJERO Y NACIONAL

GENERADORES DE CORRIENTE ELECTRICA

COMPONENTE	MATERIAL	FORMA	PESO EN KG.	PRECIO UNITARIO		POR KILOGRAMO	
				NACIONAL Dls. Pesos	NACIONAL Dls. Pesos	EXTRANJERO Dls.	EXTRANJERO Pesos
Carcaza y Lamina- ción del Estator.	Acero al Silicio	Lámina	20 000-45 000	1.74	40.00	2.70	62.10
Devanados del Es- tator.	Cobre	Cinta - Aislada	2 000- 5 000	19.56	450.00	20.15	463.45
Chumacera y Pe- destales	Acero	Fundición	1 000- 2 500	12.35	284.00	12.35	284.05
Rotor	Acero	Forja	6 000-12 000	8.69	200.00	8.61	198.03
Devanados del Rotor	Cobre-Plata ó Cobre-Niquel	Cinta Ais- lada	1 000- 2 500	19.56	450.00	23.55	541.65
Ensamble	-----	-----	2 000- 5 000	6.52	150.00	7.46	171.58
Partes para la Excitatriz	Acero	Forja	0-800	3.48	80.00	5.40	124.20

TIPO DE CAMBIO \$23.00 PESOS POR DOLAR

### 3.5 ESTUDIO DE UNA POSIBLE EVOLUCION DE LOS PRECIOS

Para los precios nacionales se correlacionaron por método de mínimos cuadrados los datos correspondientes a los últimos 8 años ( 1971 - 1978 ), del "Índice nacional de fabricación y reparación de productos metálicos" publicado por el Banco de México.

Los valores correlacionados se proyectaron para el período 1979 - 1988 obteniéndose un incremento anual promedio de 11.0 %.

Para los precios extranjeros se siguió un procedimiento -- similar en base a los índices de Hierro, Acero y Metales -- no Ferrosos del Bureau of Labor Statistics dando un incremento anual promedio de 11.0 %.

#### 4. TAMAÑO DE LA PLANTA

##### 4.1. DEMANDA NACIONAL NO SATISFECHA

La demanda nacional no satisfecha que aparece en el cuadro 2.5.3, se dividió de acuerdo al rango de potencia correspondiente obteniéndose - los cuadros 4.1.1 y 4.1.2, en los cuales observamos que las turbinas de vapor más solicitadas están entre 21 y 38 MW donde el incremento es de 3 unidades para 1979 contra 8 para 1990; en generadores vemos que el mayor crecimiento es para el tamaño mediano de 11 a 20 M.W - cuyas unidades son 5 en 1979 contra 13 en 1990; los grandes muestran un crecimiento muy parecido, el incremento total de unidades es de 12 unidades para 1979 contra 30 para 1990.

CUADRO 4.1.1

PROYECCION DE LA DEMANDA NACIONAL NO SATISFECHA  
GENERADORES  
(1979 - 1990)

Rango MW Año	5 - 10	11 - 20	21 - 38	TOTAL
1979	2	5	5	12
1980	3	5	5	13
1981	3	6	6	15
1982	3	7	7	17
1983	3	8	7	18
1984	4	8	8	20
1985	4	9	8	21
1986	4	10	9	23
1987	4	10	10	24
1988	5	11	10	26
1989	5	12	11	28
1990	5	13	12	30



CUADRO 4.1.2

PROYECCION DE LA DEMANDA NACIONAL NO SATISFECHA  
TURBINAS DE VAPOR PARA GENERADORES  
(1979 - 1990)

Año / Rango MW	5 - 10	11 - 20	21 - 38	TOTAL
1979	2	1	3	6
1980	2	2	2	6
1981	3	2	3	8
1982	3	2	4	9
1983	3	2	5	10
1984	4	2	5	11
1985	4	3	5	12
1986	4	3	6	13
1987	4	3	6	13
1988	5	3	6	14
1989	5	3	7	15
1990	5	3	8	16

#### 4.2 TAMAÑO ECONOMICO MINIMO

Aunque el rango de capacidad de energía eléctrica elegido para las turbinas -  
y generadores objeto de este estudio tiene una demanda frecuente, no fué --  
posible contar con otras experiencias para determinar el tamaño económico -  
mínimo de la planta.

#### 4.3 Tamaño de la Planta Elegida

Para determinar el tamaño de la planta, proyectamos los datos hasta 1990, año en que se considera que podrá alcanzar la planta su capacidad nominal.

Los datos obtenidos se muestran en el cuadro 4.3.1, dando un total de 16 turbinas de vapor y 30 generadores entre 5 y 37.5 MW.

Del total de unidades proyectadas se tomó un porcentaje del 60 % - considerándolo como factor de seguridad.

Este porcentaje equivale a 18 generadores y 10 turbinas de vapor, - las cuales se reparten por potencia en el cuadro 4.3.2

El tamaño de la planta debe incluir las partes de repuesto correspondientes, tales como 1 de cada 3 rotores e internos de turbinas, etc.

**CUADRO 4.3.1**

**DEMANDA NACIONAL NO SATISFECHA**

**BASE 1990**

<b>RANGO DE POTENCIA MW</b>	<b>TIPO DE VAPOR</b>	<b>TURBINA GAS</b>	<b>GENERADORES TOTAL</b>
<b>5 - 10</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>5</b>
<b>11 - 20</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>18</b>
<b>21 - 35</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>12</b>

CUADRO 4.3.2

TAMAÑO DE LA PLANTA ELEGIDA

UNIDADES / AÑO

RANGO DE POTENCIA MW	TURBINAS DE VAPOR	GENERADORES
5 - 10	3	3
11 - 20	2	3
21 - 38	5	7
Total	10	13

## 5. PROCESO DE PRODUCCION

### 5.1 DESCRIPCION DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE PRODUCCION

Para la manufactura de turbinas de vapor de condensación con extracción, se han tomado como referencia los sistemas de producción de las siguientes empresas: Creusot-Loire, Brown Boveri, General Electric, Siemens, Nuovo Pignone, AEG Kanis y Peter Brotherhood; para los generadores de energía eléctrica: General Electric, Brown Boveri, Siemens y AEG Kanis. Para las turbinas de vapor se encontraron las características mencionadas para cada una de las siguientes partes:

#### Carcaza:

Los fabricantes dividen la carcaza en 3 partes: Caja de vapor, carcaza de alta presión y carcaza de baja presión. Cada parte se divide en dos secciones: Superior e inferior.

La carcaza superior es de fundición y está bridada a la carcaza de baja presión, la cual puede ser de fundición o fabricada de placa soldada. Ambas carcazas se maquinan en fresadoras de pórtico, cepillo-fresadora de una sola columna, torno vertical o mandrinadora horizontal. Las partes superiores e inferiores se maquinan conjuntamente y/o en forma separada.

La mayoría de los fabricantes compra las piezas de fundición a terceros, algunos tienen separados los pedestales y la caja de chumaceras, mientras los demás los tienen integrados.

La caja de vapor puede estar unida a la carcasa de alta presión - por medio de soldadura o bridas, pudiendo ser varias cajas depen- diendo del diseño, que puede variar aún para un mismo fabricante. Estas variaciones pueden ocurrir en todas las partes que forman - la turbina; hay fabricantes que les dan un baño de cobre a los torni- llos para evitar problemas de corrosión.

#### Rotor y Alabes:

El eje del rotor es forjado y puede ser de una sola pieza, o bien, - con los rodetes ensamblados por contracción o cuña; despues del- maquinado, los rotores se someten a un tratamiéto térmico.

Los álabes pueden recibirse en barra forjada y de forja; se pro -- ducen por fresado, aunque algunos fabricantes utilizan el método - no convencional de electroerosión, ya sea en el rotor o en el rodete.

Las raíces de los álabes tienen formas diversas "Abeto", "Tes", - "Espiga", etc.

Los álabes se ensamblan al eje en las ranuras periféricas practi - cadas, o bien, algunos fabricantes los colocan individualmente por - medio de hendiduras y posteriormente los fijan por medio de torni - llos o remaches, esto lo hacen generalmente en los álabes de baja presión.

Los álabes se pueden unir en su parte superior, dependiendo del - fabricante y el tamaño y nivel de presión de los álabes, de las --- siguientes formas:

- a) Por medio de una banda perforada donde se remachan las --  
cabezas de los álabes.
- b) Por medio de cabezas fresadas especialmente en los mismos-  
álabes
- c) Por medio de un alambre .

Existen fabricantes que endurecen la última hilera de álabes para-  
que resistan más el efecto del vapor que va a condensar.

#### **Diafragmas o Porta-álabes:**

Se pueden fabricar por diafragma individual que constará de dos --  
anillos conteniendo los álabes, los cuales se unen por los maqui -  
nados practicados y/o por soldadura, a los álabes fijos.

Se pueden tener porta-álabes que contendrán varias hileras de ála  
bes fijos, los cuales fueron maquinados en la misma forma que --  
los móviles , y ensamblados en las ranuras practicadas para ese -  
fin, o bien, en la misma carcaza se pueden fabricar las ranuras -  
y colocar ahí los álabes fijos.

Tanto en el rotor como en las partes fijas se tendrán laberintos ,  
los cuales generalmente son cintas o tiras, que colocadas en ra -  
nuras se sujetan por medio de alambres especiales.

En los extremos, en las chumaceras, se tienen sellos laberintos-  
que son maquinados.

#### **Varias y Menores:**

Algunas de la partes restantes se fabrican o mandan hacer depen-



diendo de las cargas de máquinas, otras definitivamente se mandan maquilar.

Los álabes después de terminados son pesados, balanceados y numerados para evitar así desbalances en el rotor y por lo que son fácilmente reemplazables por otros álabes que tengan el mismo número.

Todos los fabricantes realizan el balanceo de los rotores en etapas, conforme aumentan 2 ó 3 hileras de álabes, hasta que ya colocados los elementos, el rotor se balancea por última vez y luego se prueba a sobrevelocidad en una cámara de vacío diseñada especialmente.

Los fabricantes tienen un control de calidad muy riguroso, por lo que someten a pruebas e inspecciones a la materia prima, material en elaboración y partes terminadas, para que cumplan las especificaciones técnicas y de ingeniería y, a las partes acabadas, para dar la homogeneidad y dimensiones requeridas.

Para estas pruebas se cuenta con diversos aparatos, dispositivos o procedimientos, tales como : de rayos x, de ultrasonido, de magnetoscopio, de resudación, de penetración, de tinturas, de dureza, de ductibilidad y esfuerzo último a la tensión, de comparadores ópticos, de balanzas analíticas, etc.

Las pruebas que se realizan son:

Mecánicas, de características, de sobrevelocidad e hidrostática a la carcasa (mínimo de 1.5 veces la presión de operación).

En los generadores se encuentran las siguientes características.

**Armazón:**

Se elaboran generalmente de placa soldada, dándole una estructura rígida; algunos fabricantes tienen el estator incluido en el armazón y otros lo tienen separado.

**Núcleo del Estator:**

El núcleo del estator se fabrica a partir de láminas segmentadas de acero al silicio, las cuales son troqueladas, rebabeadas, barnizadas en ambos lados y secadas en horno.

Las láminas se van apilando en forma vertical y prensando en etapas intermedias.

Después de prensarse por última vez, se fijan por dos placas de acero y pernos.

**Devanado del Estator:**

Algunos fabricantes producen las bobinas para el devanado a partir de tiras conductoras. Los conductores se aíslan generalmente por medio de cintas de fibra de vidrio o paredes de mica.

El devanado se inicia con la colocación de bobinas, a las cuales se les ha dado forma y aislado antes de la inserción.

Después de colocar las bobinas, se fijan las terminales a unos anillos de retención. Al terminar el devanado, el estator se coloca en un horno de impregnación con resinas epóxicas.

**Rotor:**

Todos los fabricantes reciben la flecha de forja, algunos la diseñan de una pieza y otros de varias.

Existen fabricantes que maquinan el cople en la flecha, y otros lo maquinan aparte para luego forjarlo por cuña y contracción

Cuando el núcleo no está integrado a la flecha, las partes maquinadas se unen por medio de tornillos.

Cuando la flecha es de una pieza, se le máquinan las ranuras axiales en las cuales se va a colocar el devanado.

Algunos fabricantes realizan la refrigeración directamente por los conductores, ya sea usando tubo hueco (en grandes equipos), taladrando las tiras conductoras, o haciendo ranuras y taladrados en la flecha.

Las bobinas para el devanado del rotor son similares a las del estator, en ambos se utiliza, como material aislante: mica, fibra de vidrio y materiales epóxicos.

A las ranuras del rotor en las cuales se insertan las bobinas se les da un aislamiento que puede ser de fibra de vidrio o epóxico, según el fabricante.

El rotor, una vez que se le ha colocado el devanado, se balancea y se prueba a sobrevelocidad.

Algunos fabricantes producen las chumaceras y otros prefieren adquirirlas a terceros.

El excitador puede estar en la misma flecha del generador o se puede unir por medio de un cople, teniendo su cubierta propia.

El núcleo del rotor está formado por láminas troqueladas, aisladas y unidas por tornillos al igual que el del estator (excitador).

Podemos notar que estos equipos requieren mucho trabajo de tipo artesanal, o sea, ensambles y montajes que se realizan por personal que puede considerarse más como artesano que como obrero calificado, en especial todo lo que se refiere a los álabes de la turbina y a la colocación de los devanados y tiras de aislamiento en el generador.

## 5.3 DESCRIPCION DEL PROCESO ESCOGIDO

### 5.3.1 Descripción y Justificación

Debido a que estos equipos son productos de Ingeniería y que los diseños y partes componentes son diferentes, el proceso que se presenta considera partes y diseños genéricos.

Las bases tomadas para el proceso son:

El material utilizado es de la calidad y cantidad requeridas y puede ser comercial o especial.

Las inspecciones que se realizan podrán ser para checar calidades y dimensiones con los aparatos requeridos, pudiendo ser desde el examen visual y táctil, o con verniers y otros equipos de medición y localización mas sofisticados, tales como: Rayos X, Magnetoscopios, Máquinas de Coordenadas con Indicadores Digitales, etc. Que se pueden aplicar para garantizar las calidades y precisiones requeridas.

Las carcasas superior e inferior, tanto las de alta como las de baja presión, son maquinadas unidas. Suponemos que la de baja presión se fabrica de placa.

Las caras unión de las carcasas se pueden maquinar por la fresadora de pórtico, por mandrinadora o por el torno vertical; esto mismo sucede con el maquinado interno, por lo que, y dependiendo del tamaño de las piezas, éstas se pueden fabricar en la má-

quina mayor, mediana o menor, o en una diferente a la que se presenta en el diagrama de operaciones.

Para los rotores se supone que serán de una sola pieza forjada.

A la flecha del rotor del generador, la suponemos maquinada en la fresadora de pórtico, lo cual puede cambiar. Las chumaceras las consideramos en su caja (tipo pedestal), aparte de las carcazas y cubierta.

En el renglón correspondiente a varios, se incluyen todas las partes menores y no son consideradas expresamente ya que debido a la variedad de formas y diseños, requieren de la mayoría de máquinas de taller para su fabricación.

Como no se considera ningún licenciador en particular, y que los equipos de un mismo fabricante pueden variar en cuanto a forma y constitución, lo que presentamos a continuación es un despiece genérico, tanto de la turbina como del generador.

1. **Manual de la Producción**  
Alford y Bangs  
Utthea
2. **Metals Handbook**  
Machining  
American Society for Metals
3. **Machining Data Handbook**  
Machinability Data Center
4. **Machine Tools and Processes for Engineers**  
Charles R. Hine  
International Student Edition
5. **Administración y Dirección Técnica de la Producción**  
Elwood S. Buffa  
Limusa-Wiley
6. **Empleo eficaz de máquinas y herramientas en los países en desarrollo.**  
Naciones Unidas
7. **Machinery's Handbook**  
Seventeenth Edition  
Industrial Press Inc.
8. **Información y/o estudios de las siguientes compañías:**  
  
**Creusot-Loire, Brown Boveri, Peter Brotherhood,**  
  
**General Electric, Siemens, AEG Kanis y Nuovo Pignone.**

### 5.3.2 Diagrama de Flujo

A grandes rasgos el proceso de producción de turbinas y generadores es el siguiente:

1. Recepción de Materiales (barra, fundición, forja, tubería y placa).
2. Inspección
3. Cortes y Pailería
4. Soldadura y relevado de esfuerzos
5. Maquinado de las piezas componentes
6. Devanados
7. Ensamblés Parciales
8. Pruebas y Tratamientos
9. Ajustes, ensambles y montaje
10. Pruebas a la unidad
11. Pintura y embarque

A continuación se presentan los diagramas de ensamble y una -  
secuencia del maquinado de las piezas componentes de turbinas  
y generadores y el equipo utilizado.

En el equipo a utilizar, se consideró la diversidad de procesos,  
el tamaño de piezas y la versatilidad de máquinas, lo cual se -  
refleja al balancear la carga de máquinas.



**DESPIECE GENERICO DE GENERADORES DE ENERGIA  
ELECTRICA**

- G - 1**      **Almazón: Base y Cubierta**
- G - 2**      **Caja de Chumaceras y Chumaceras**
- G - 3**      **Estator: Núcleo y Bastidor**
- G - 4**      **Rotor: Flecha, Anillos de Retención, Platos Finales  
y Ventiladores.**
- G - 5**      **Excitador: Rotor y Estator**
- G - 6**      **Varios: Partes pequeñas y no consideradas**

## DESPIECE GENERICO DE LA TURBINA DE VAPOR

- T-1 Carcaza Superior de Alta Presión
- T-2 Carcaza Inferior de Alta Presión
- T-3 Carcaza Superior de Baja Presión (Fabricada)
- T-4 Carcaza Inferior de Baja Presión (Fabricada)
- T-5 Caja de Vapor
- T-6 Diafragmas o Porta-álabes
- T-7 Distribuidores de Vapor
- T-8 Eje del Rotor
- T-9 Pistón de Balance
- T-10 Alabes
- T-11 Cajas de Chumaceras
- T-12 Laberintos y Sellos
- T-13 Soportes y Base
- T-14 Varios (Tapones, tornillos, tubería, tapas espárragos, barra, etc.)

DIAGRAMA DE ENLACE DE GENERADORES

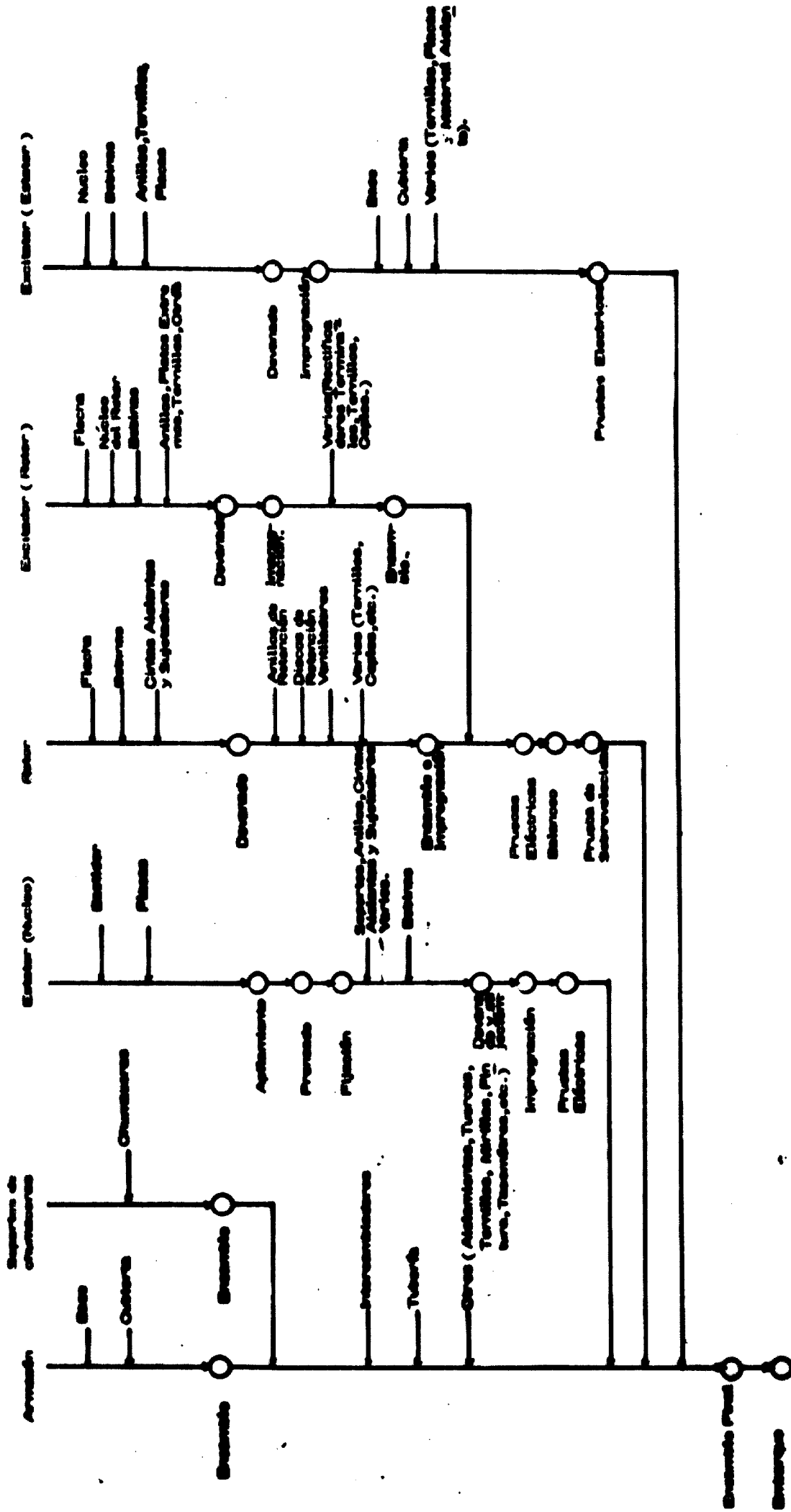
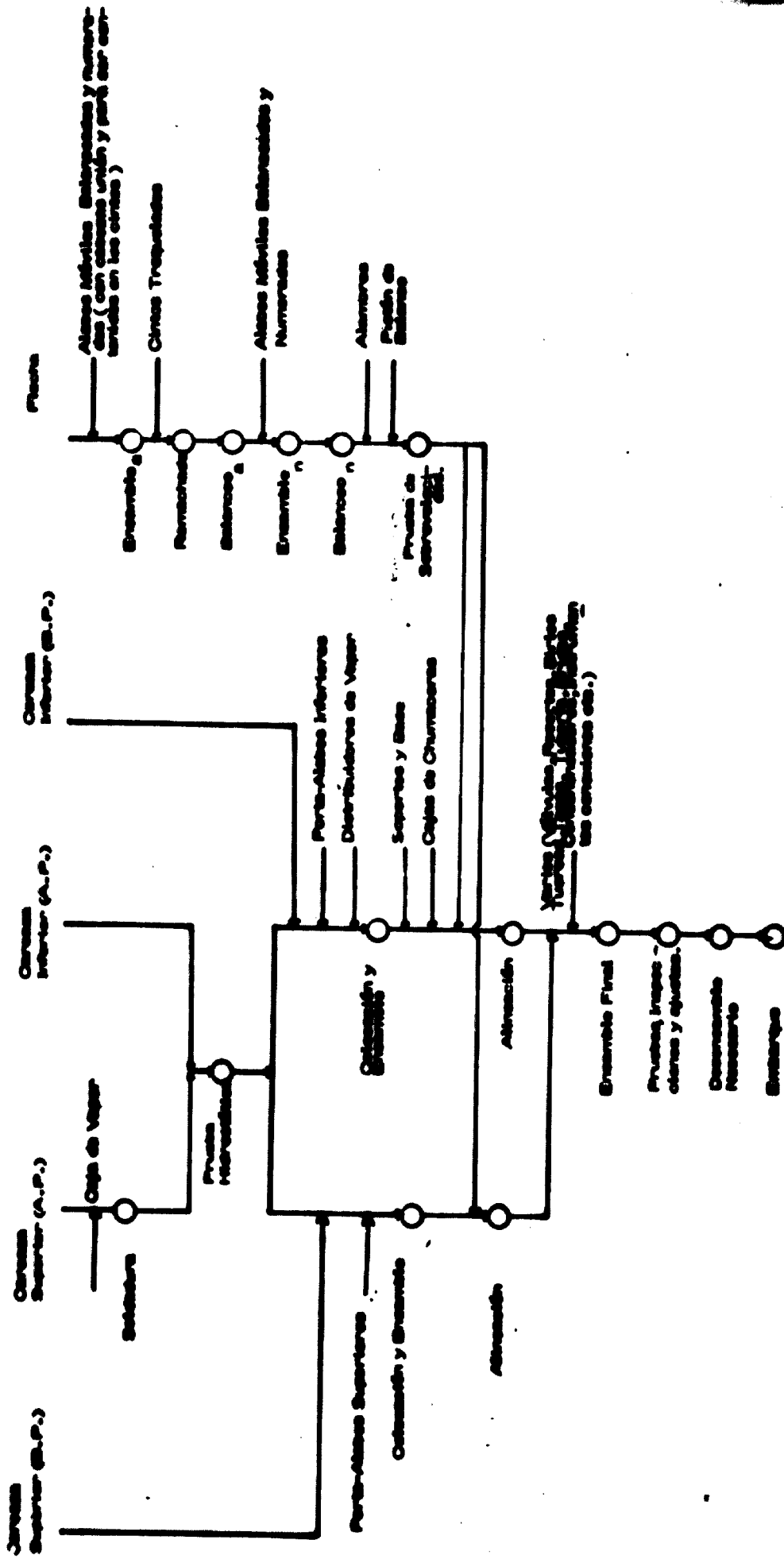


DIAGRAMA DE ENLACES

TIEMPOS



**BASE Y CUBIERTA**

**G - 1**

**Operación**

**Equipo**

Recepción  
de  
Placas

Cortes a  
Dimensión

Doblado

Soldadura

Maquinados

Mesa de Oxicorte Cizalla  
Equipo Port. de Oxicorte

Roladora y  
Dobladora

Soldadora

Fresadora de Pórtico y  
Taladro Radial

PEDESTALES DE CHUMACERAS

G-2

Operación

Equipo

Recepción  
de  
Fundición

Maquinado de Caras  
Horizontales

Taladrados y  
Roscados

Unión de Parte -  
Superior y Parte  
Inferior

Maquinado  
Interno

Fresadora de Pórtico o  
Mandrinadora Horizontal

Taladro Radial

Mandrinadora Horizontal

CHUMACERAS

G-2

Operación

Equipo

Recepción  
de  
Fundición

Maquinado de  
Cara Unión

Taladros y  
Roscados

Maquinado  
Externo

Unión de Mitad  
Superior y Mitad  
Inferior

Refrentado y Torneados  
Externo e Interno

Rectificado  
Interno

Fresadora de Pórtico y  
Fresadora

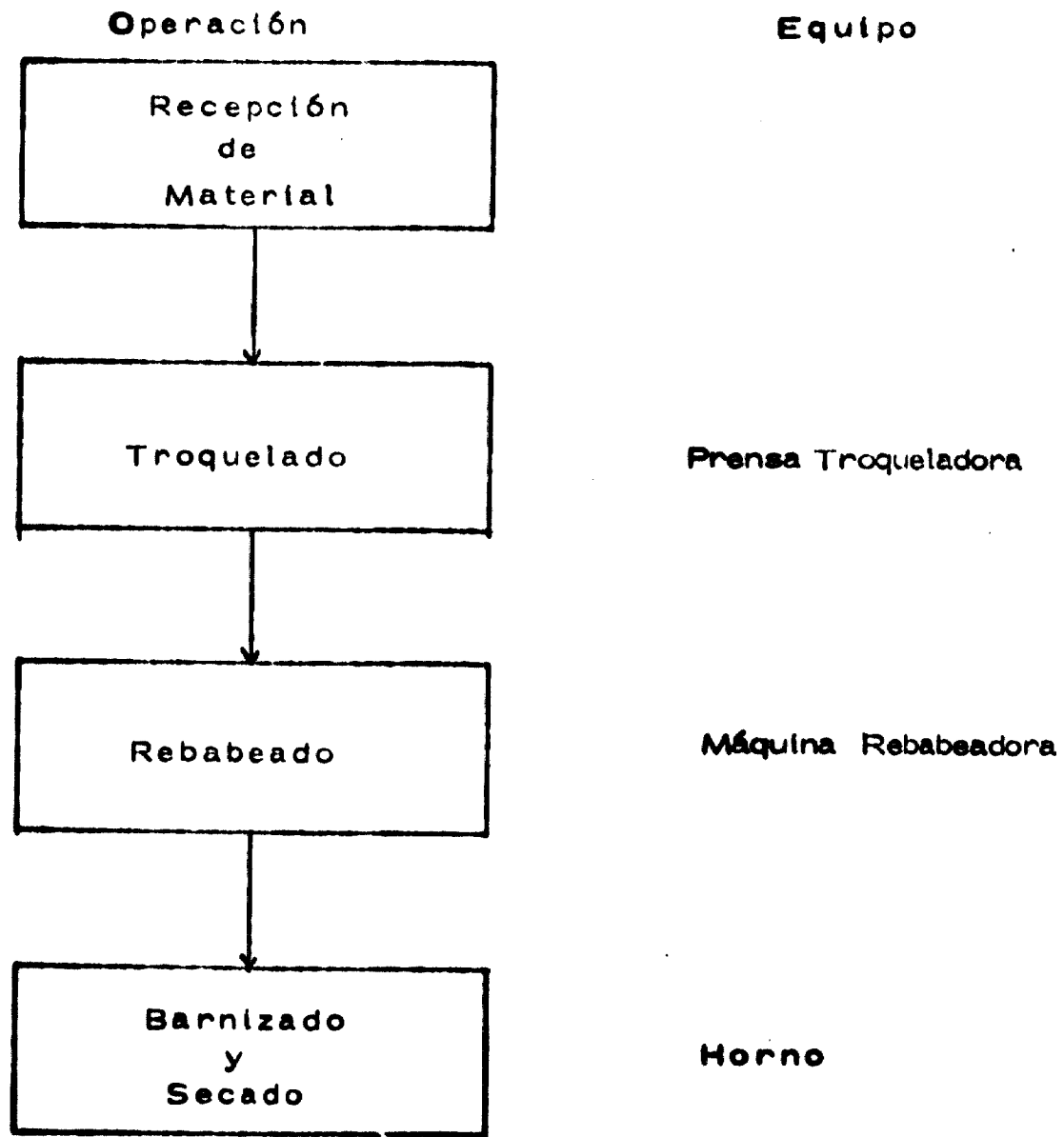
Taladro Columna

Fresadora Universal

Torno Paralelo

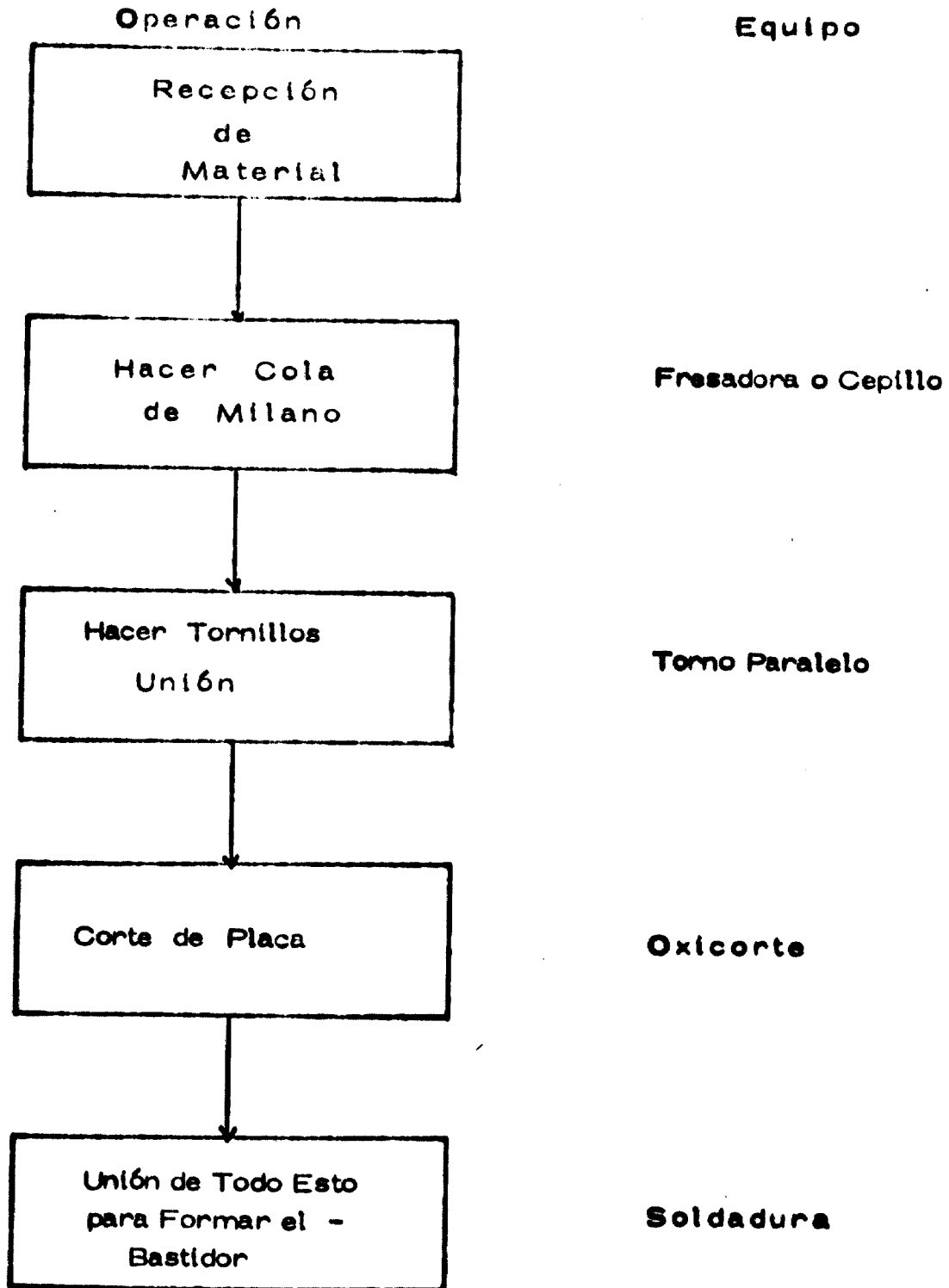
Rectificadora

PLACAS  
G-3

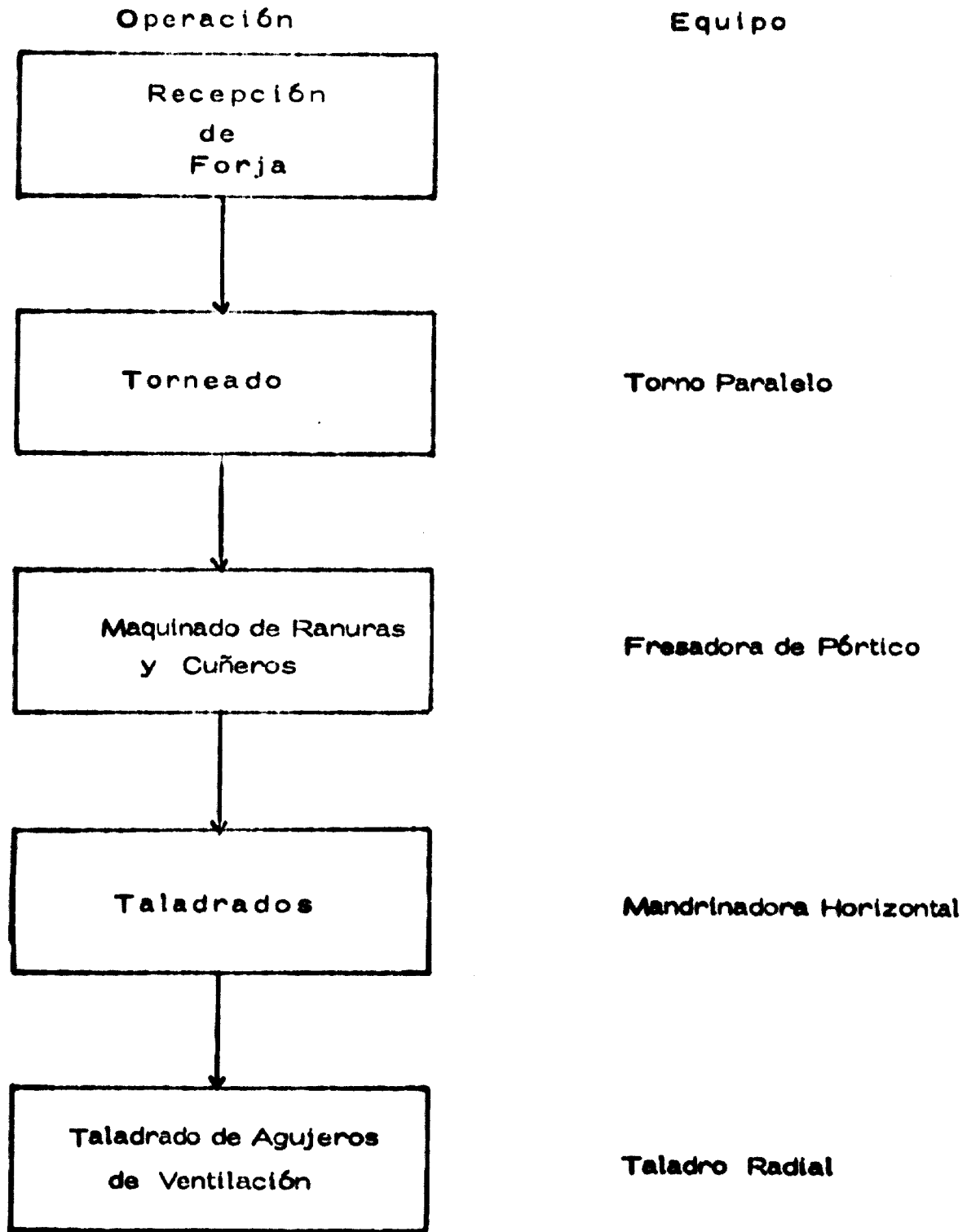




BASTIDOR  
G - 3



FLECHA DEL ROTOR  
G - 4

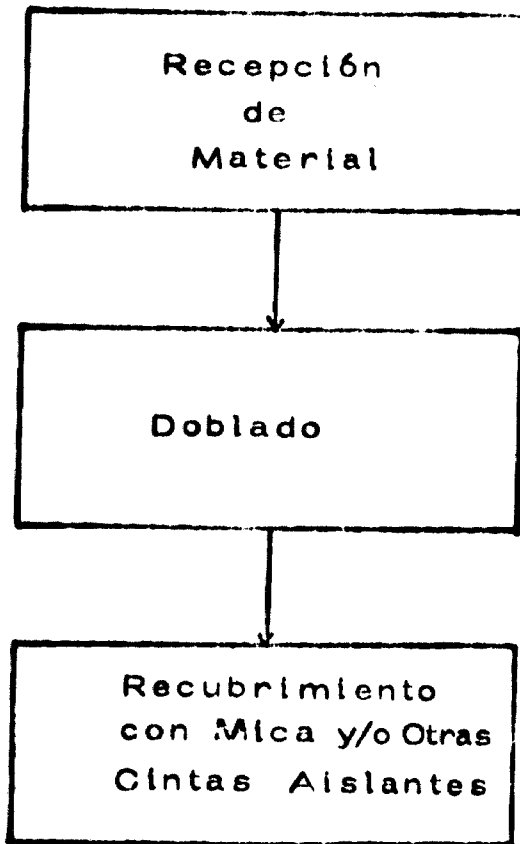


# BOBINAS

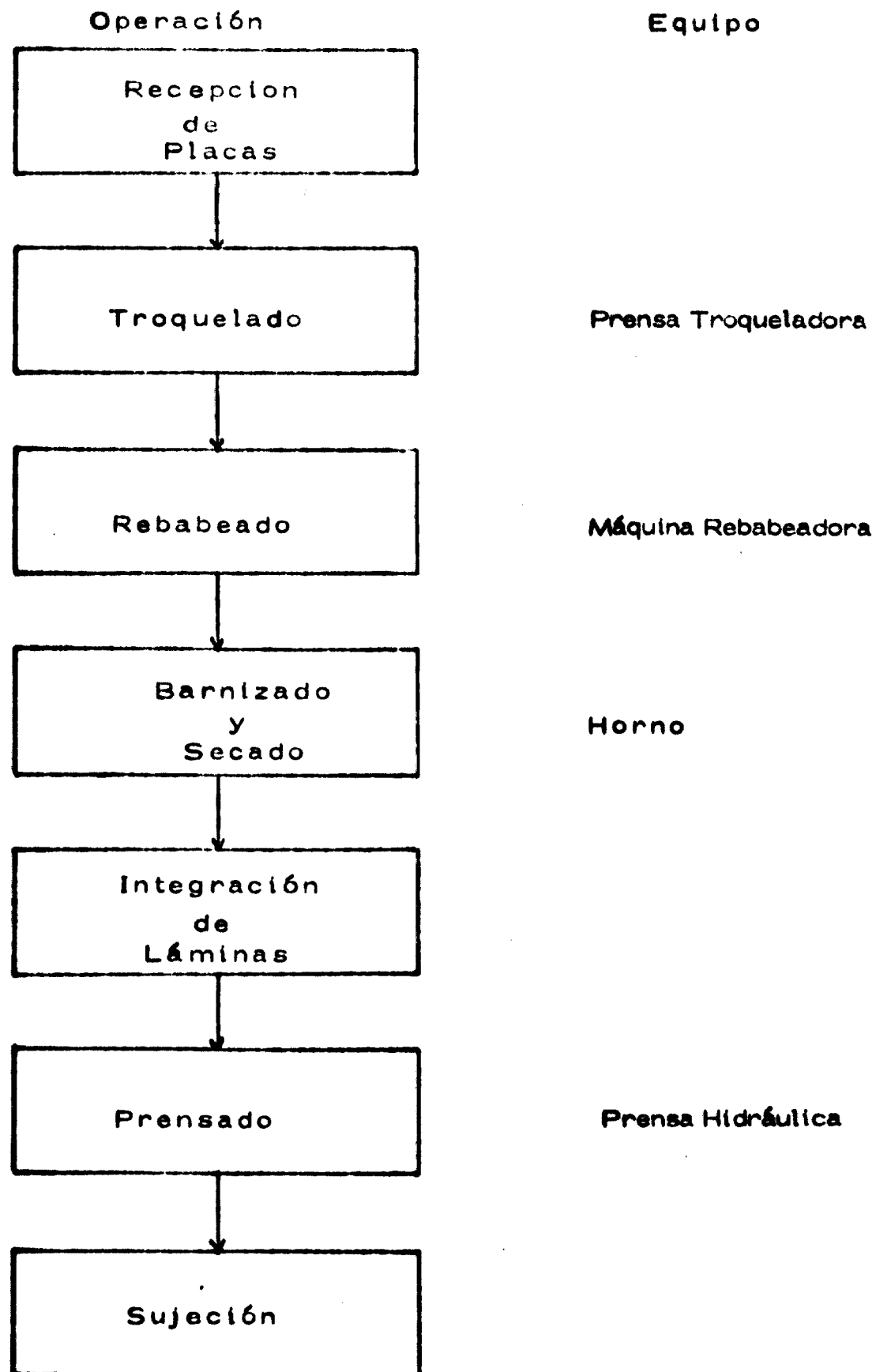
G-3, G-4, G-5

Operación

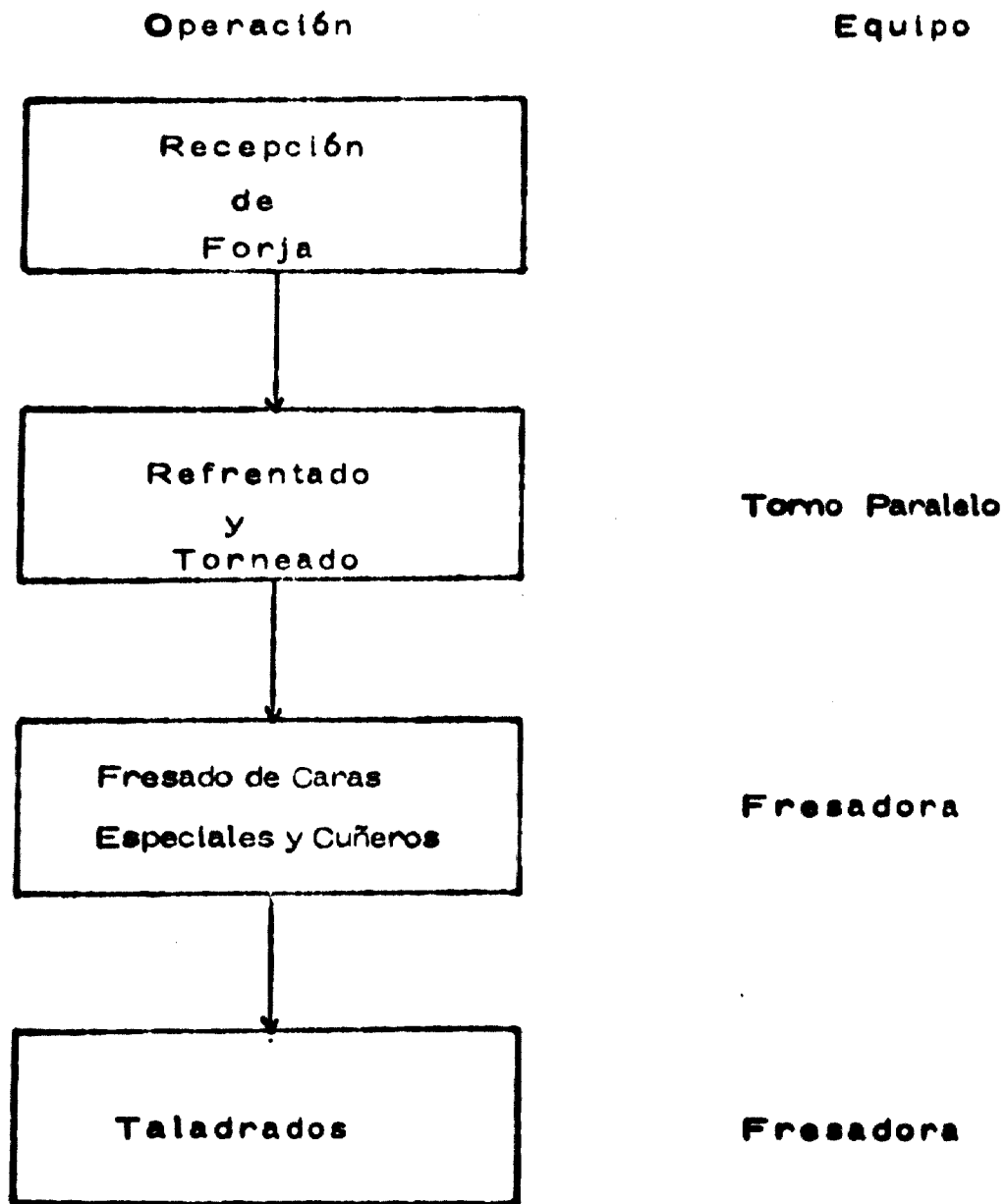
Equipo



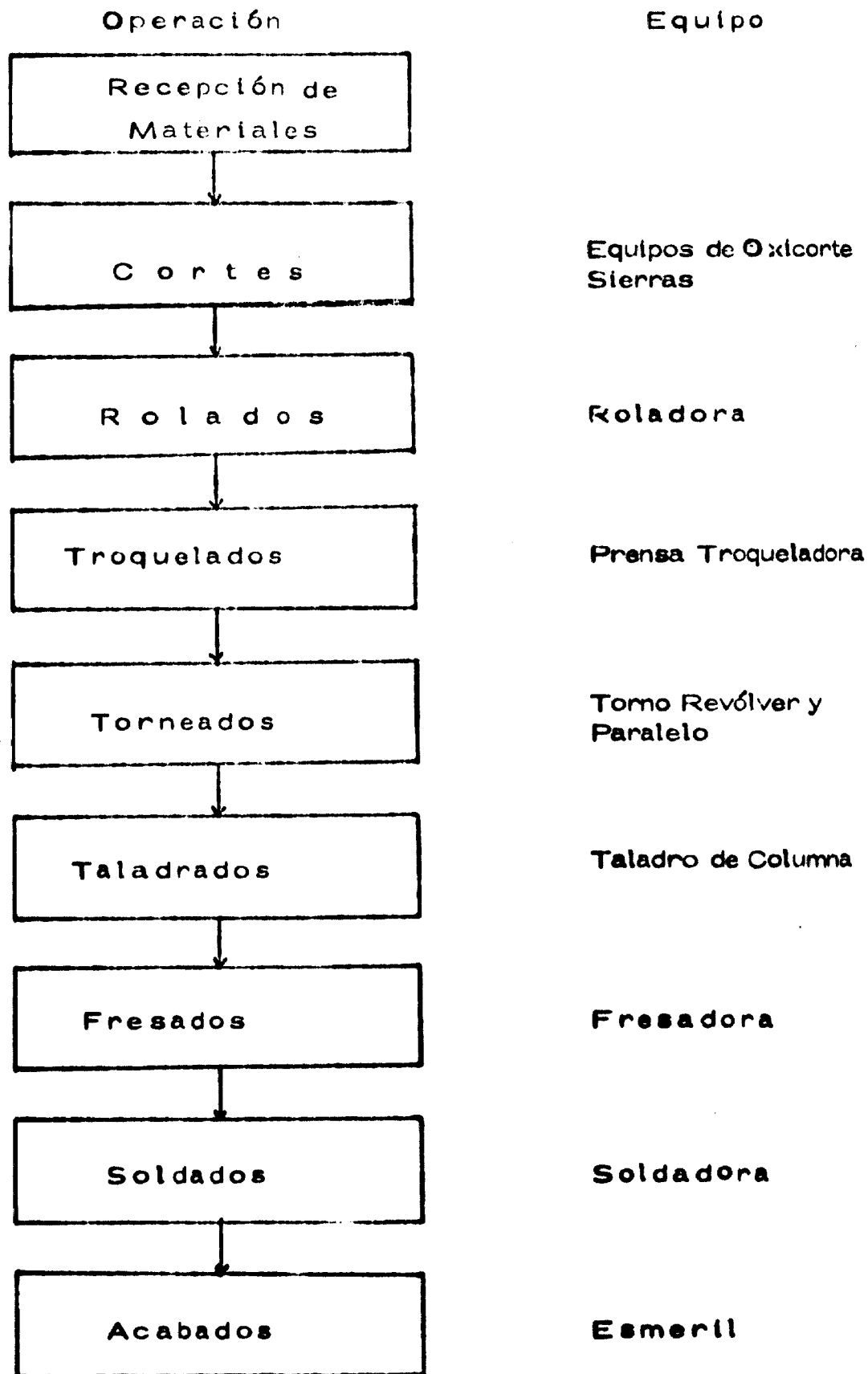
EXCITADOR (NUCLEOS)  
G - 5



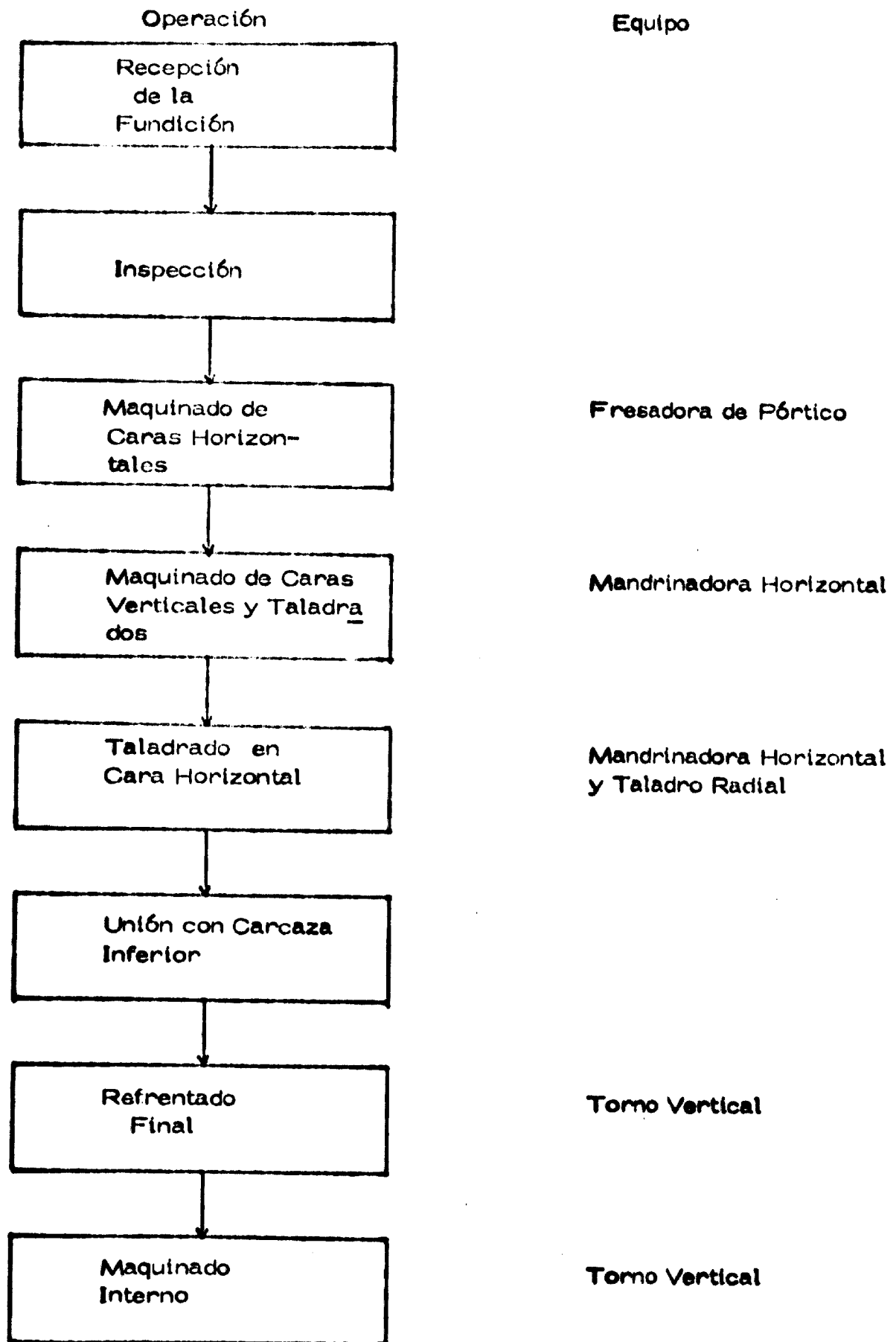
FLECHA DEL EXCITADOR  
G - 5



VARIOS DEL GENERADOR Y EXCITADOR; COPLES, ANILLOS,  
PLATOS, PLACAS, CUÑAS, BIRLOS, ASPAS, ETC.



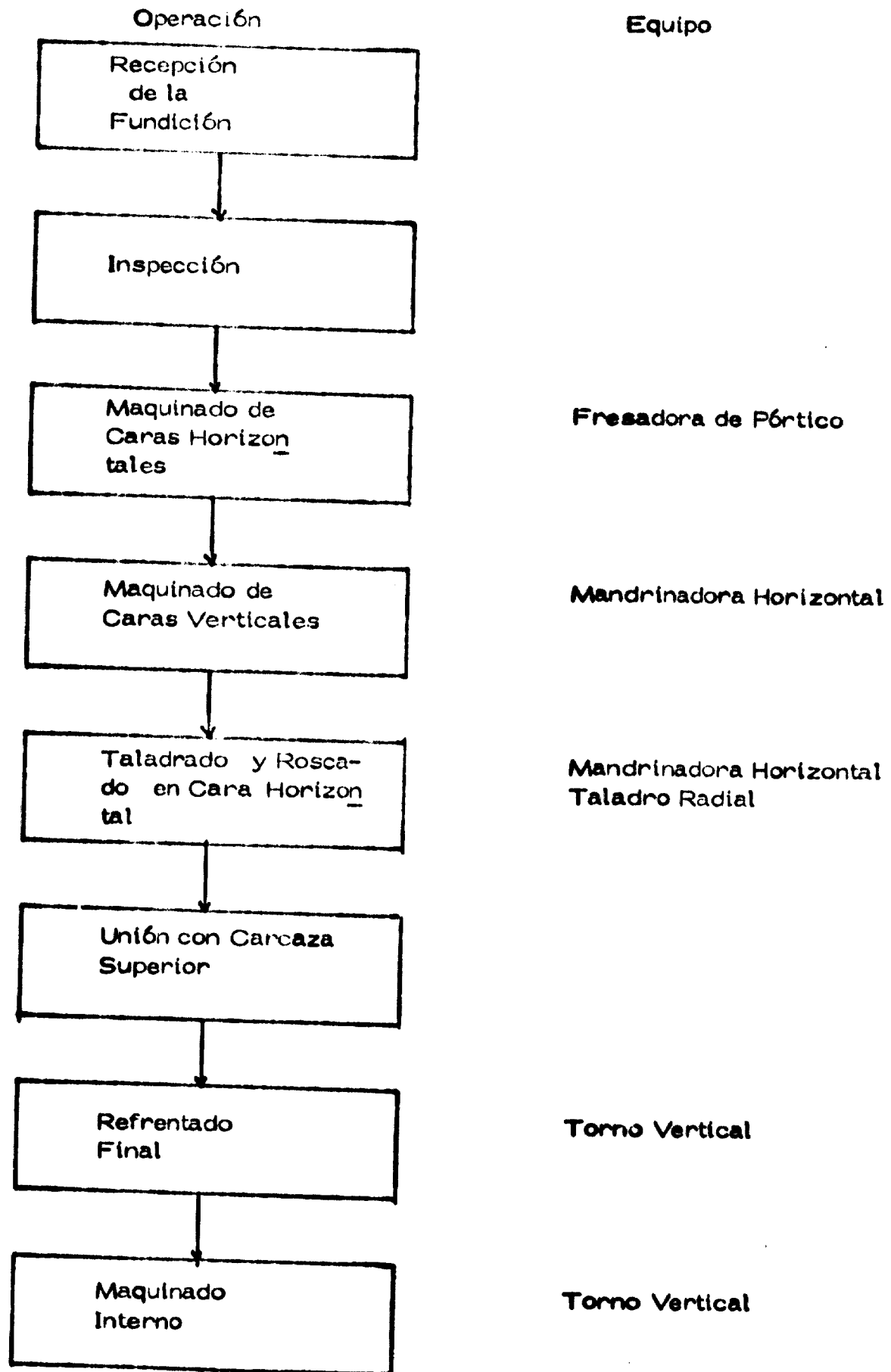
CARCAZA SUPERIOR  
Alta Presión  
T-1



# CARCAZA INFERIOR

Alta Presión

T-2

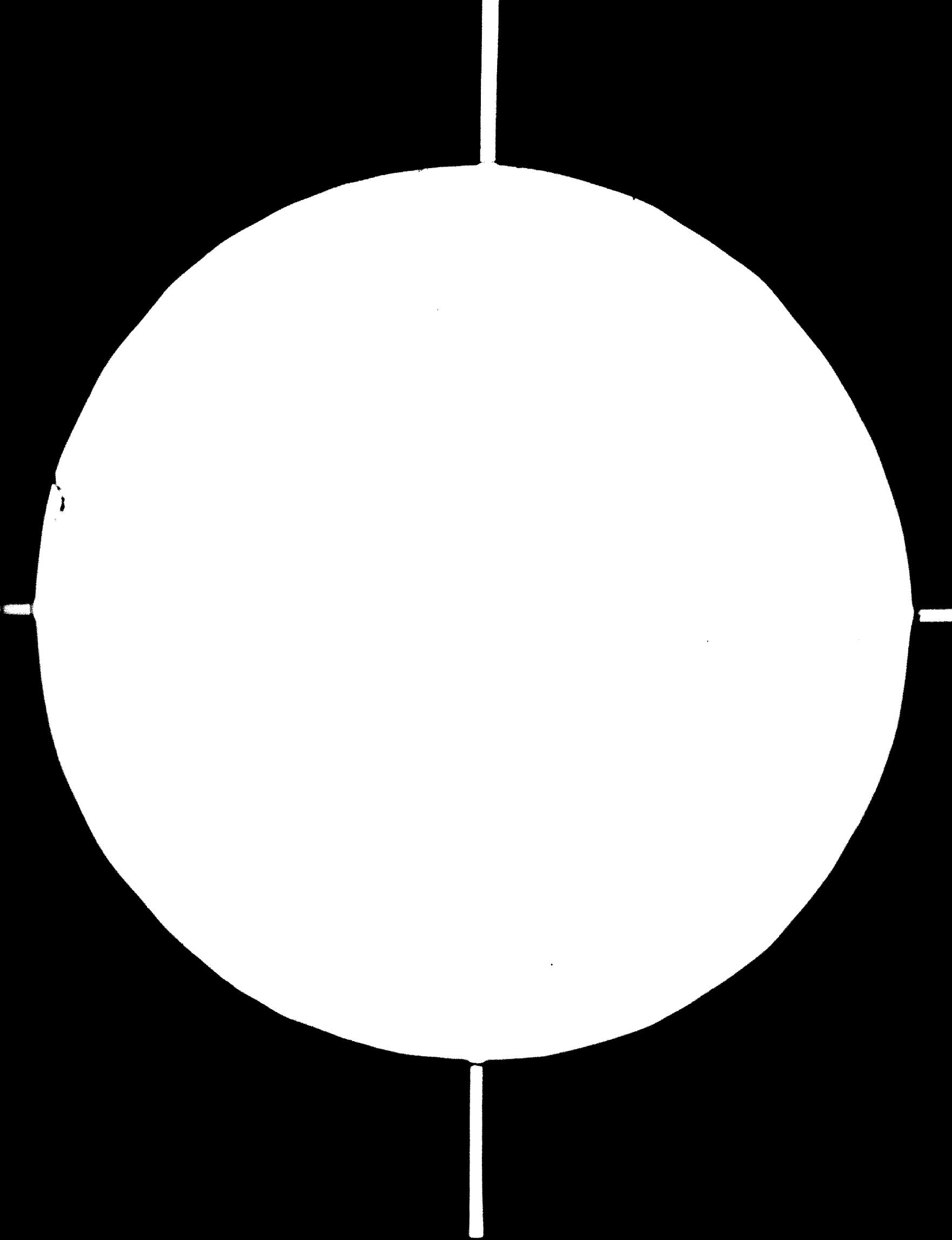




**B-108**

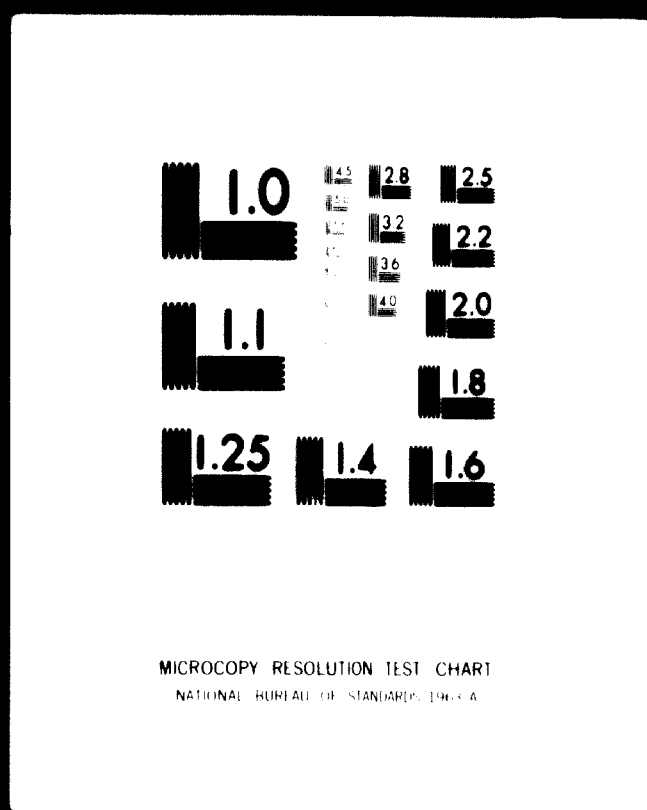


**80.02.22**



2 OF 2

08882

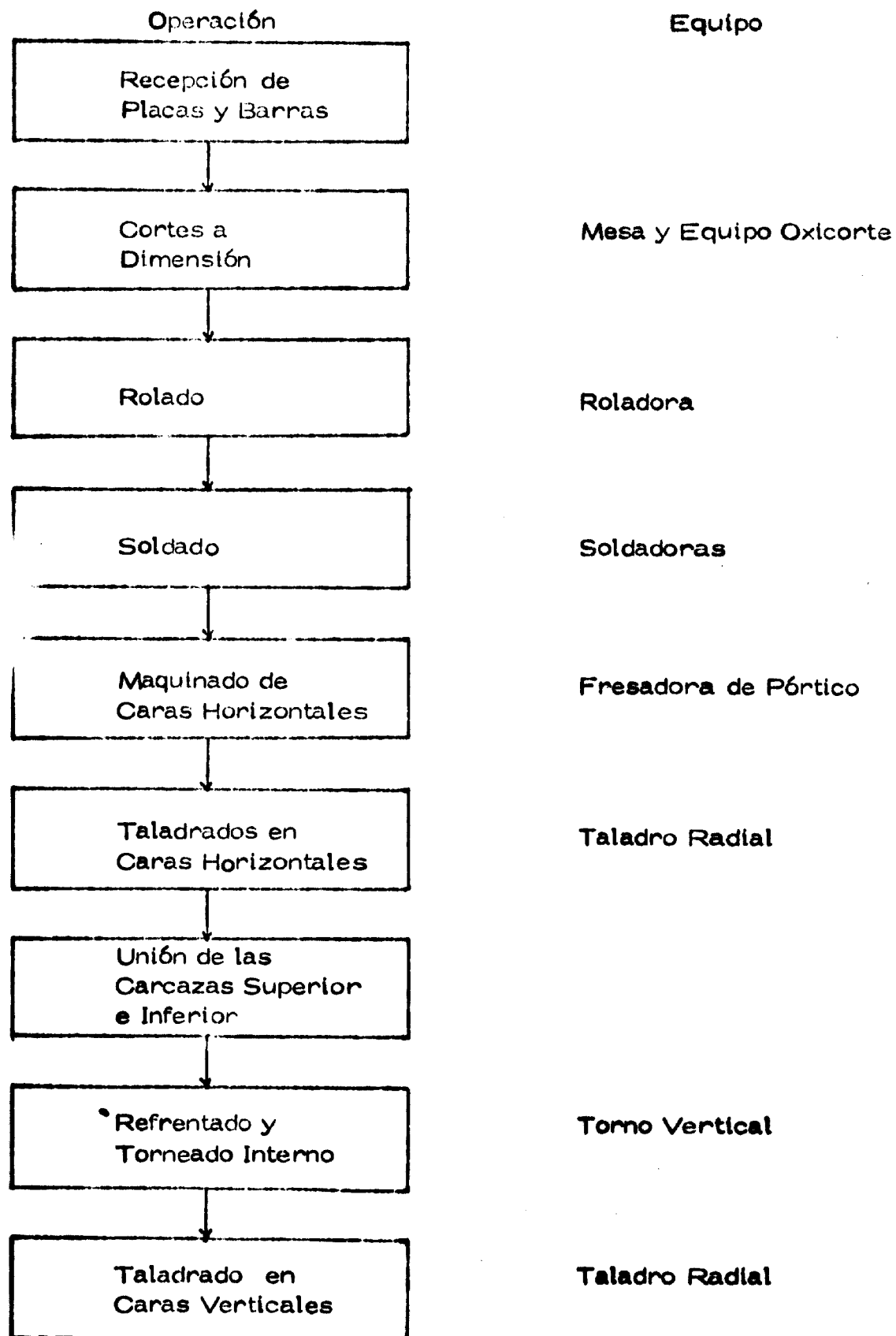


24x  
C

# CARCAZA FABRICADA (SUPERIOR)

Baja Presión

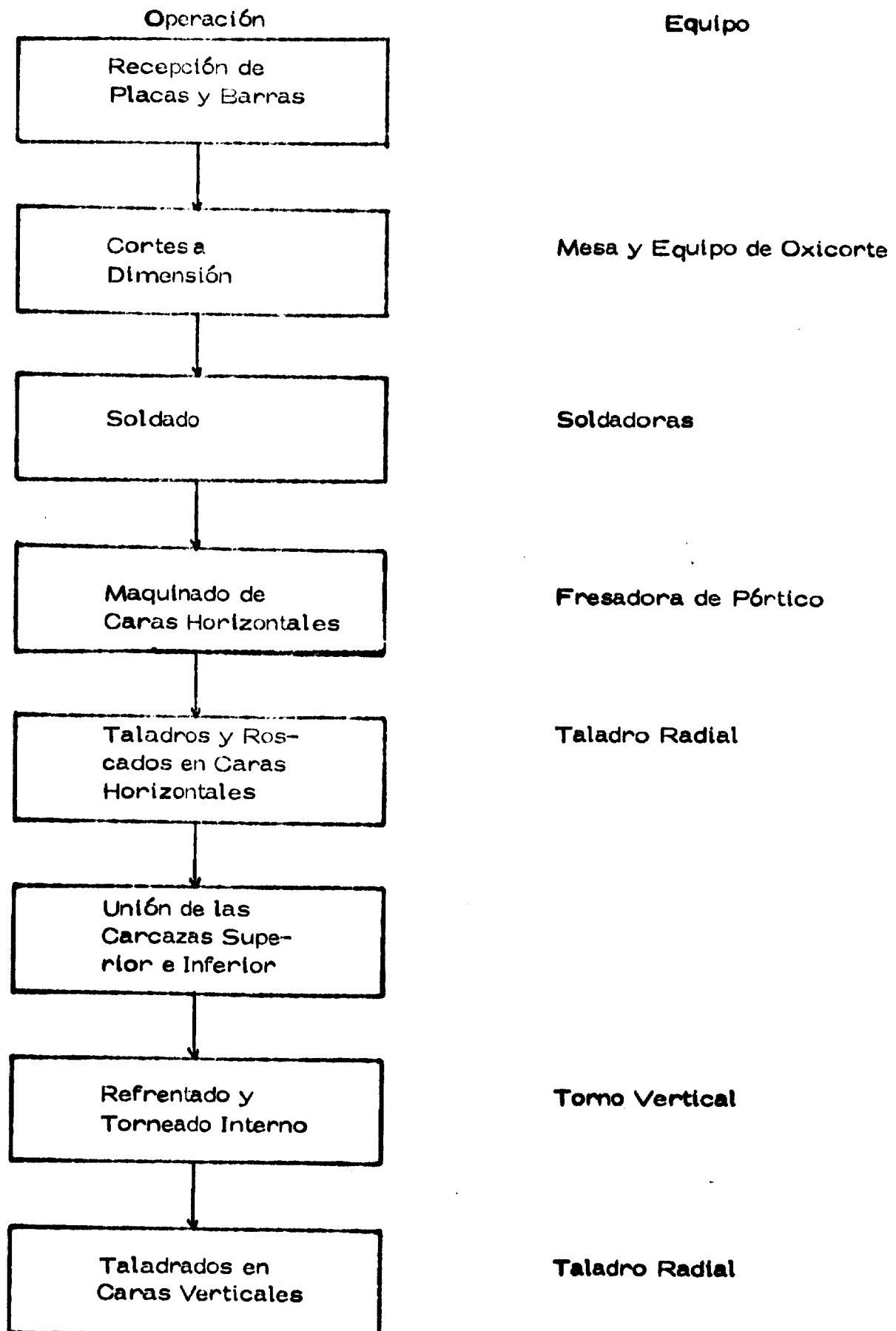
T-3



# CARCAZA FABRICADA (INFERIOR)

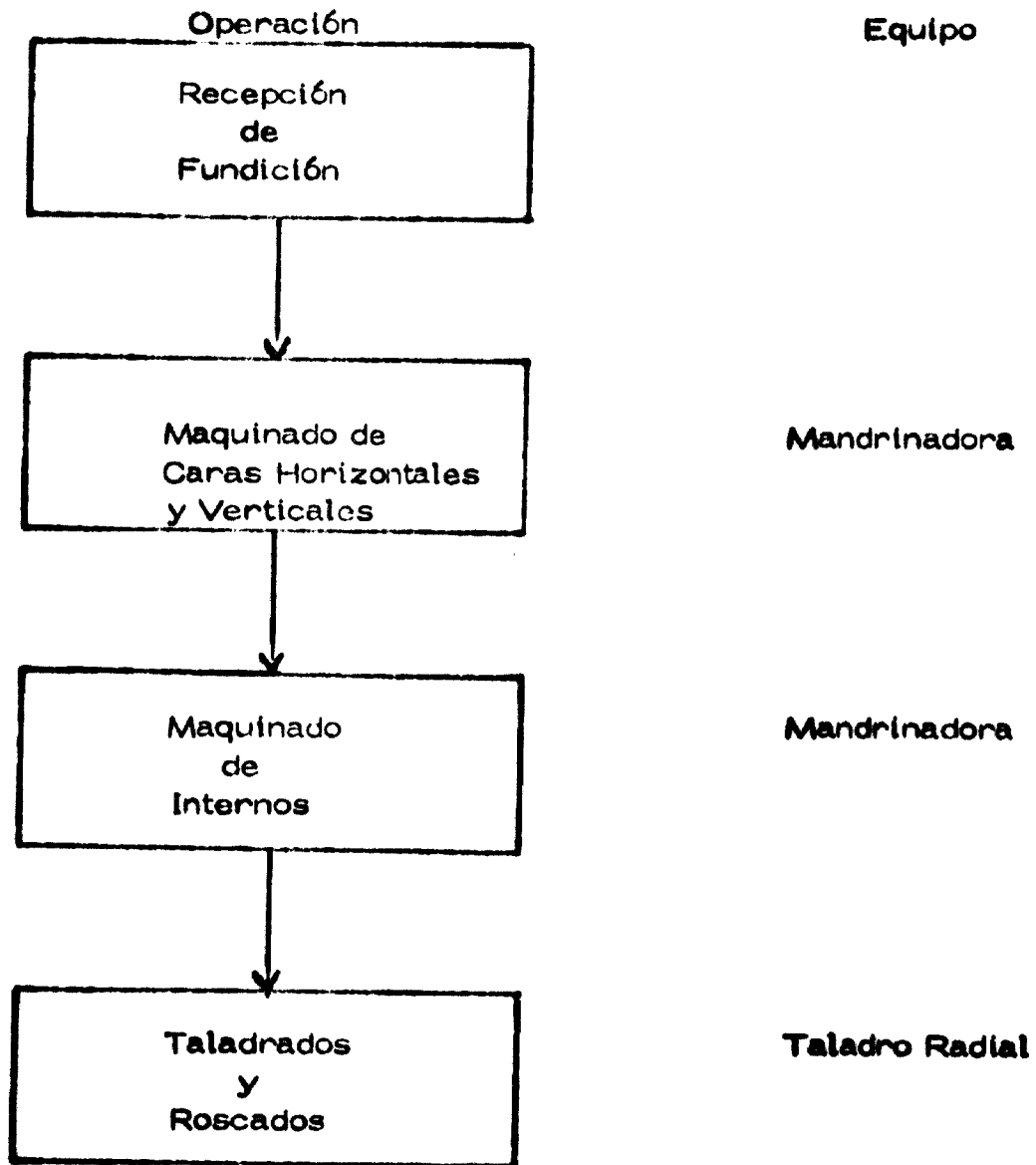
Baja Presión

T-4



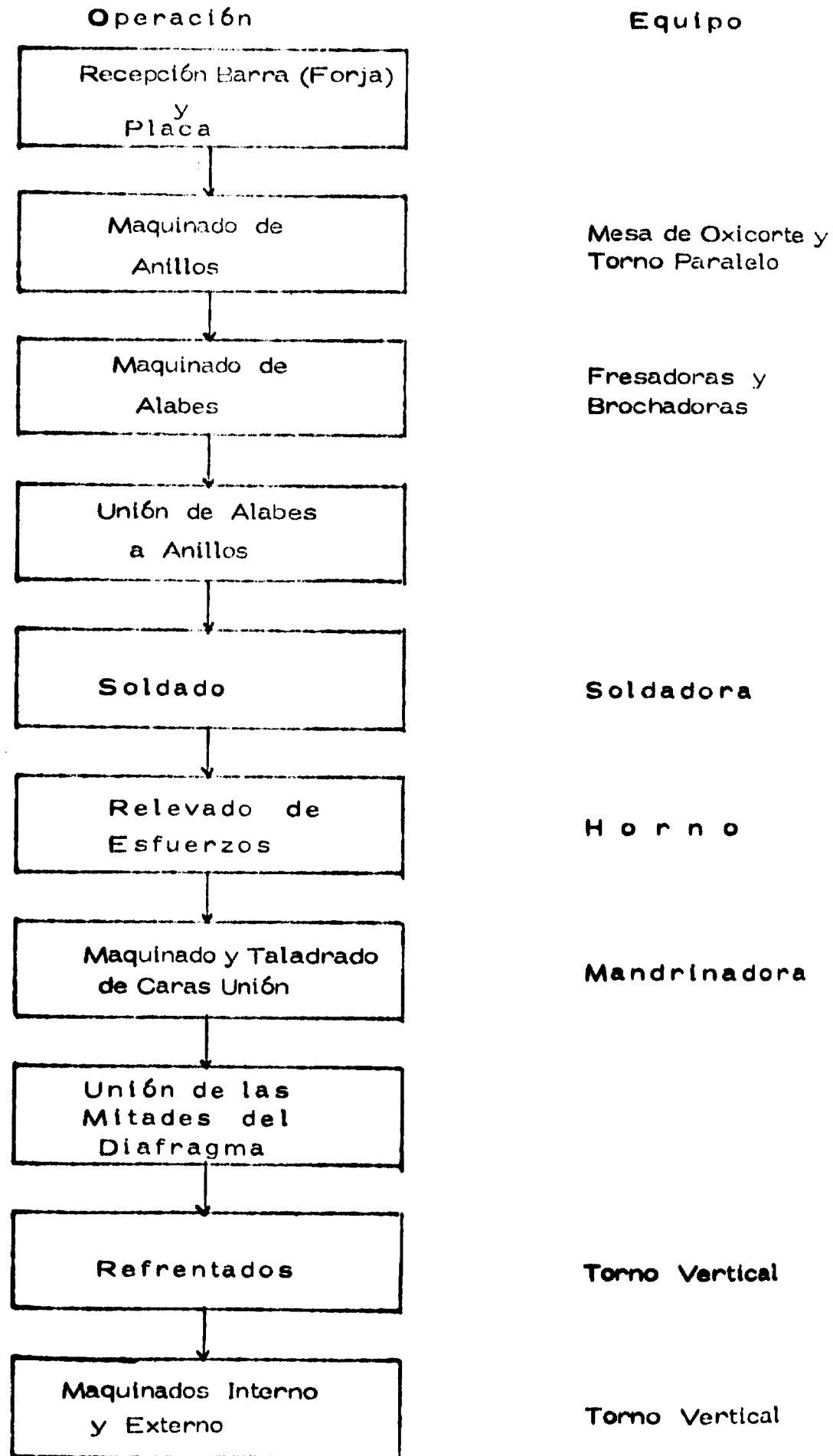
CAJA DE VAPOR

T-5



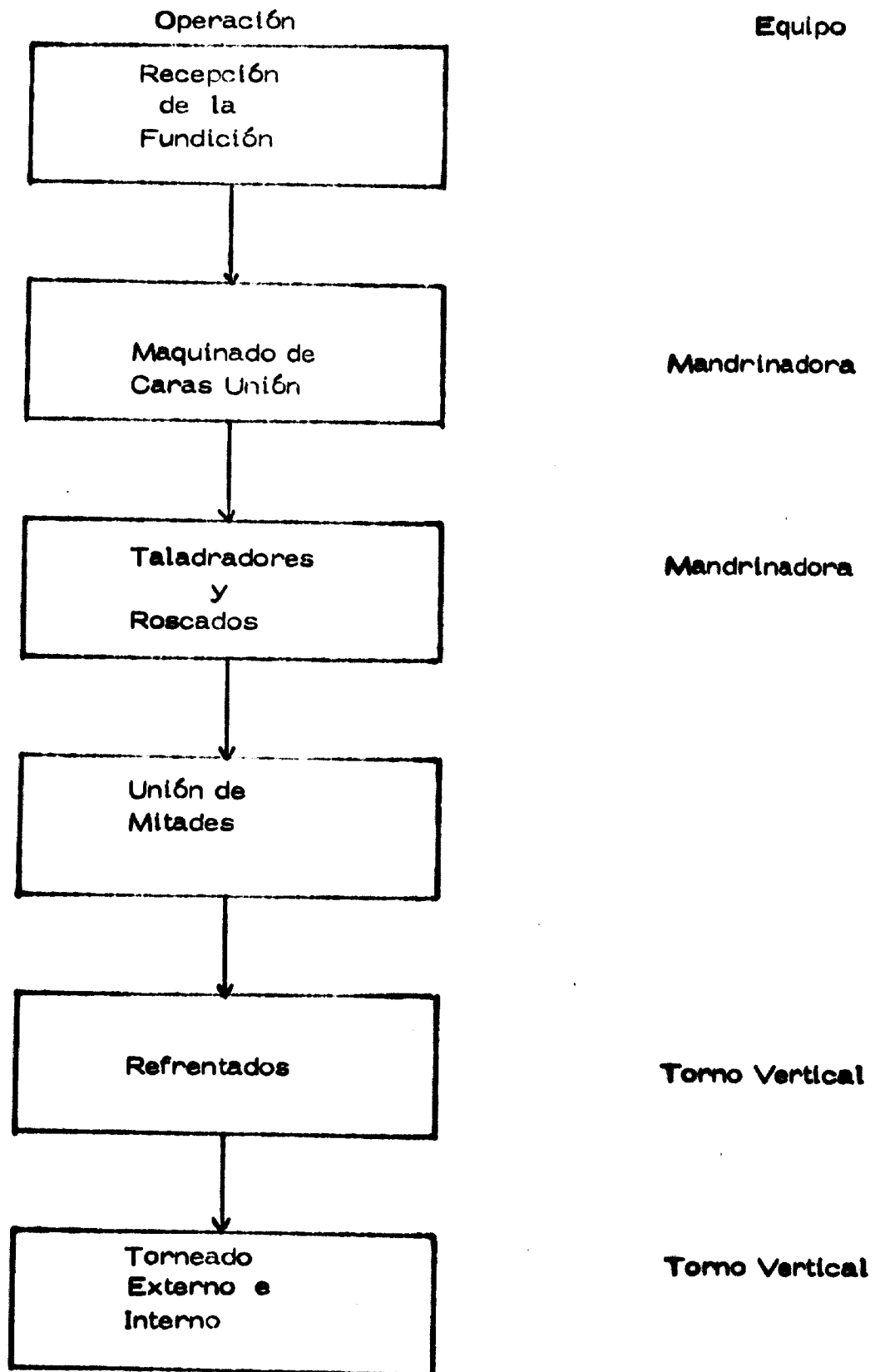
# DIAFRAGMAS O PORTA-ALABES

T - 6



# DISTRIBUIDORES DE VAPOR

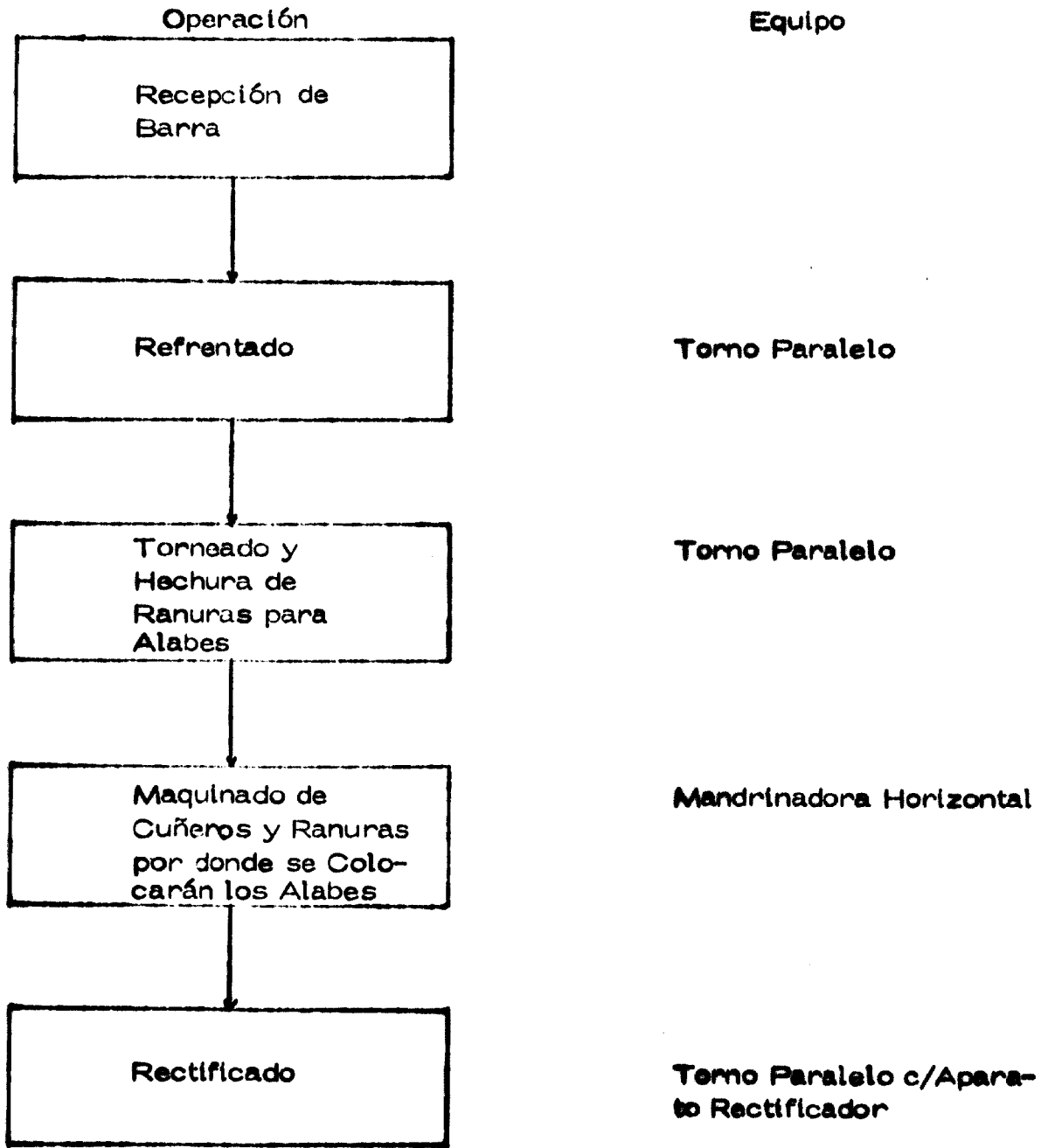
T-7





EJE DEL ROTOR

T-8



PISTON DE BALANCE

T-9

Operación

Equipo

Recepción de  
Fundición

Torneado  
Interno

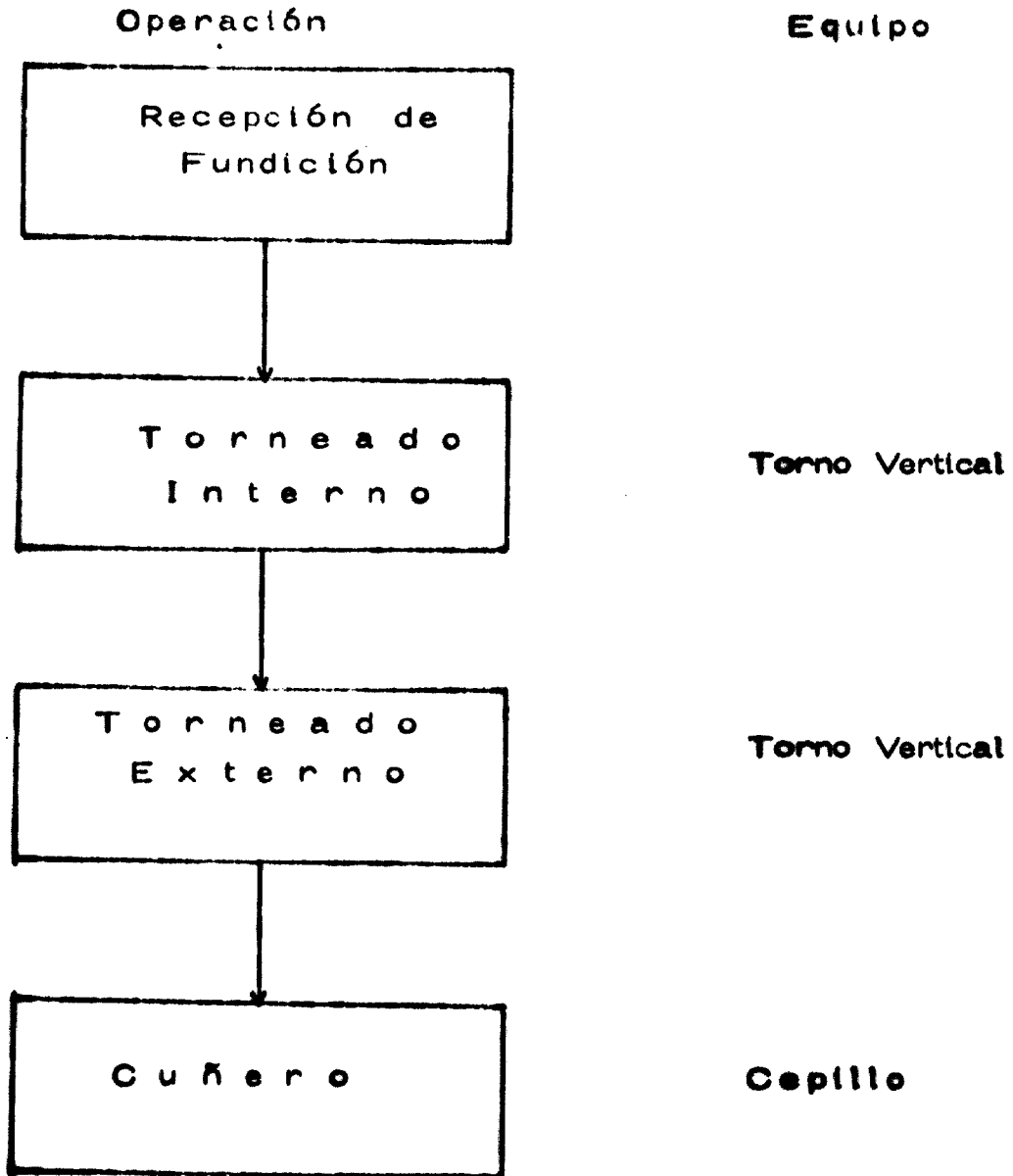
Torneado  
Externo

Cuñero

Torno Vertical

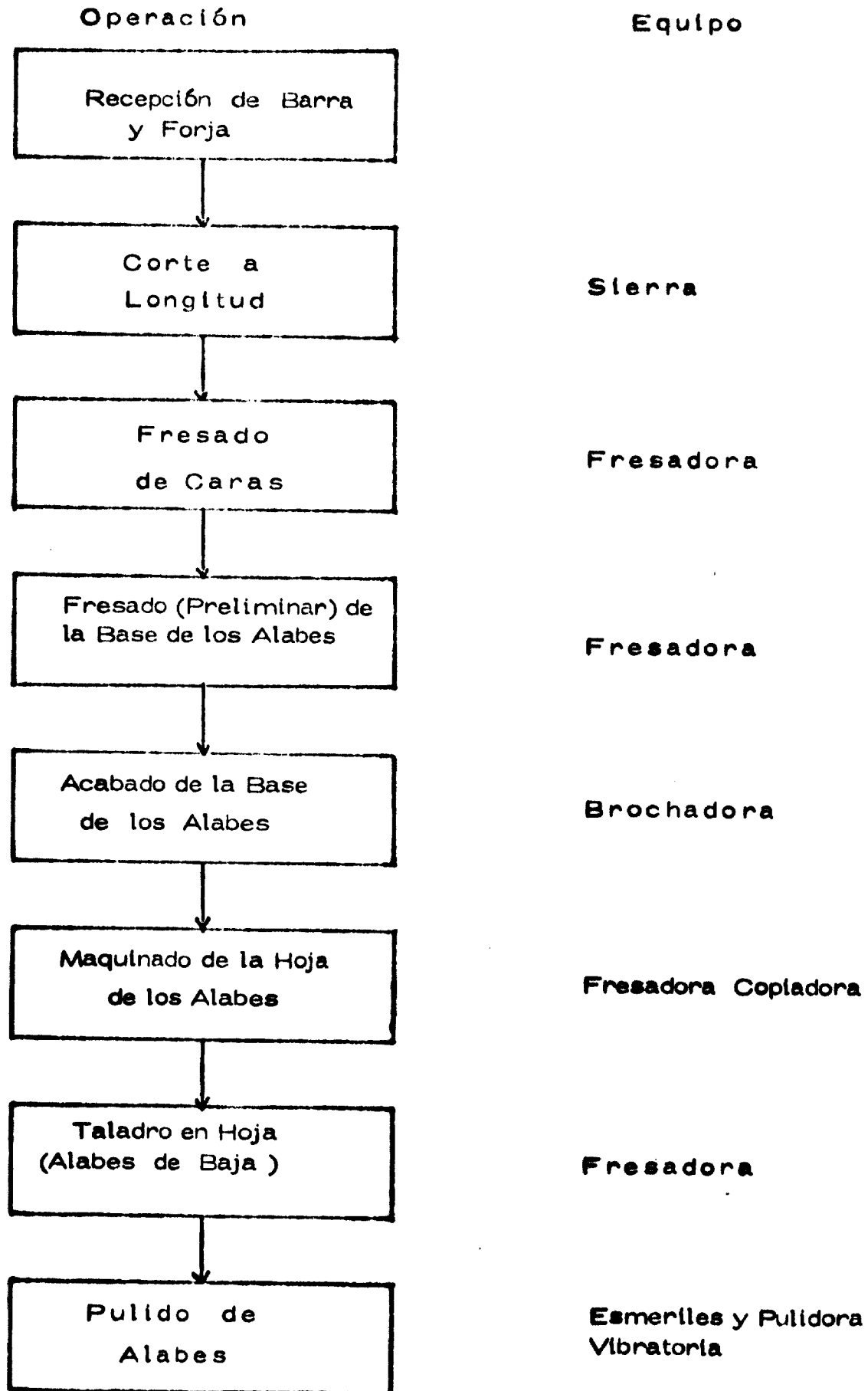
Torno Vertical

Cepillo



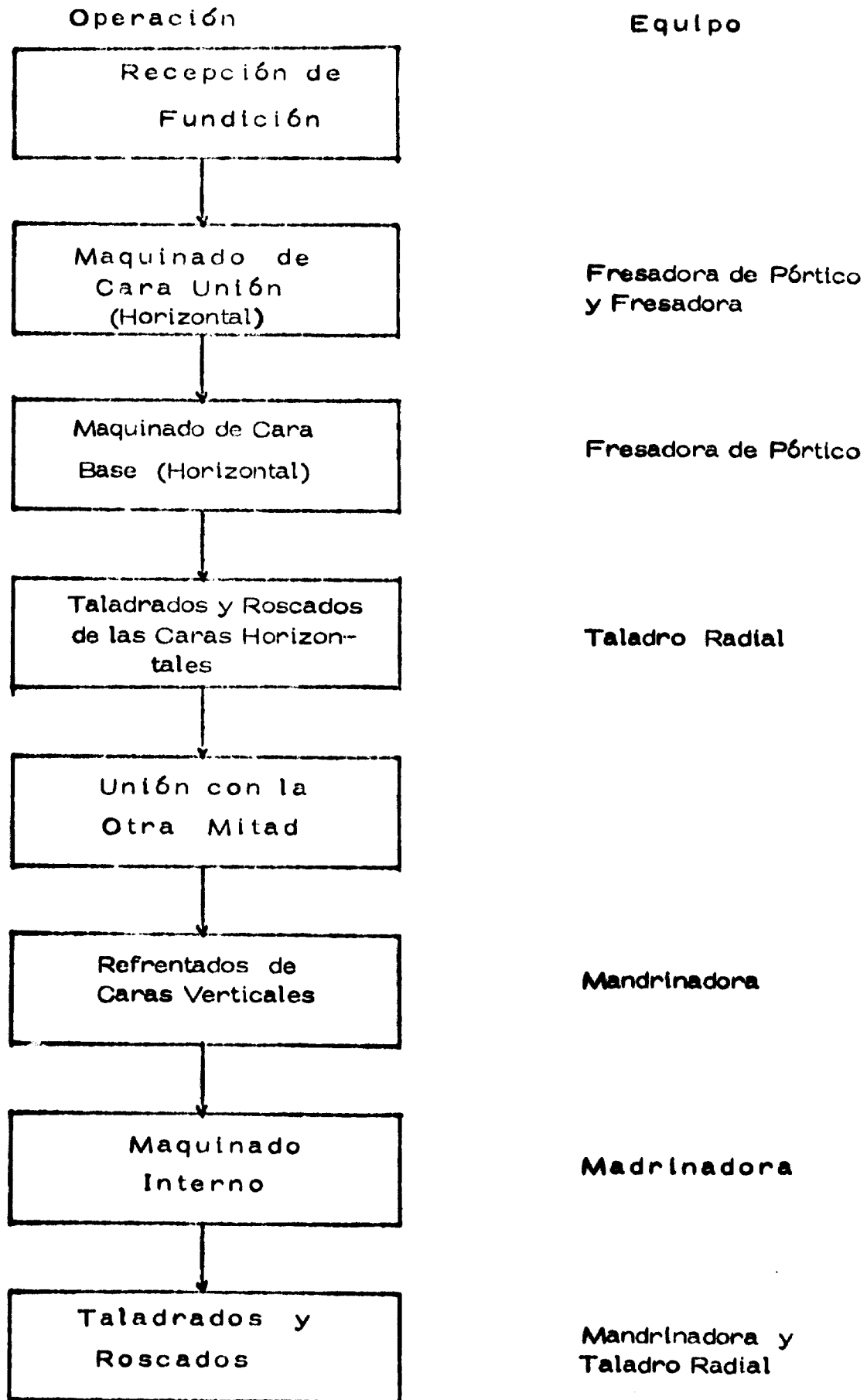
# A L A B E S

T- 10

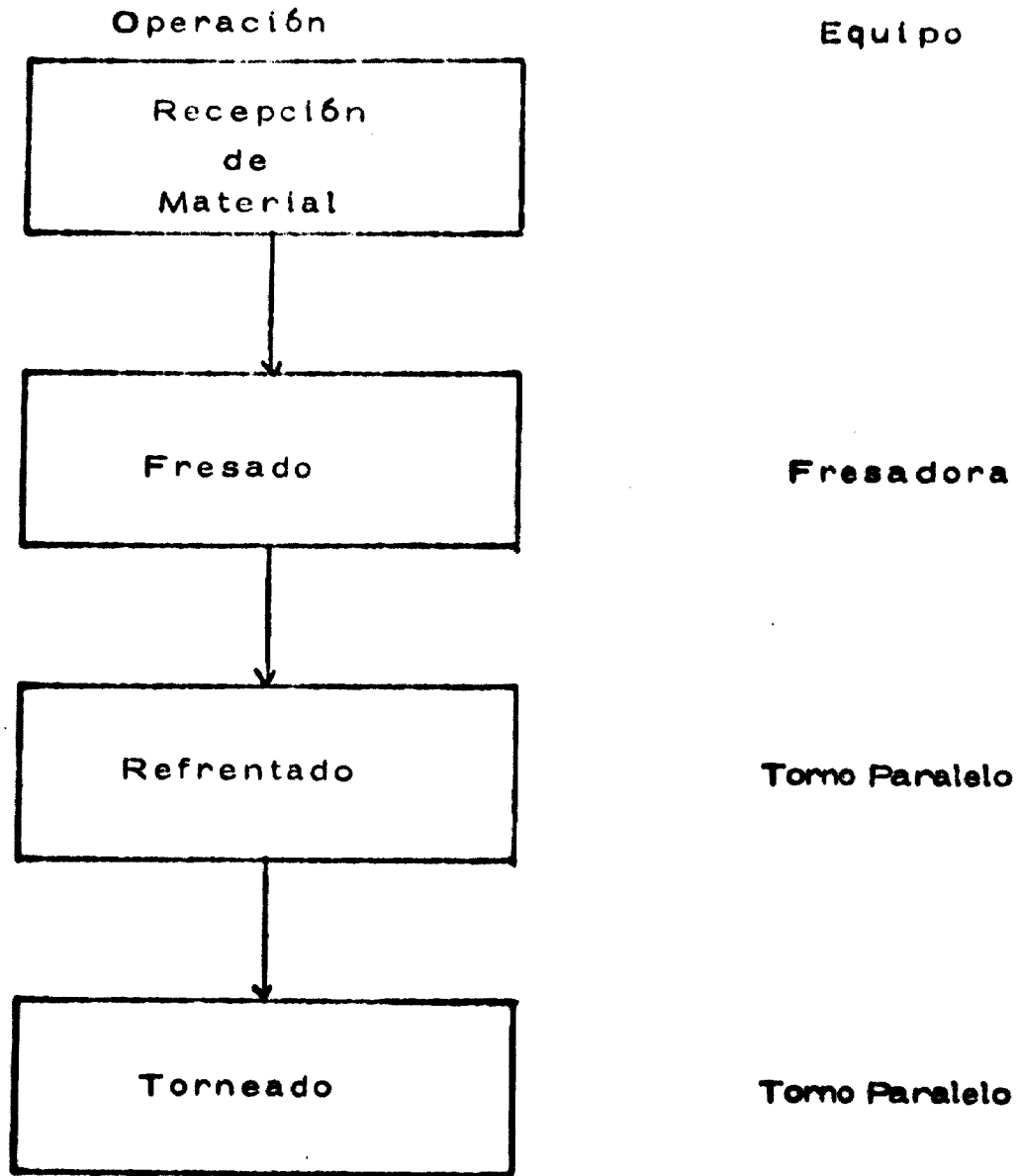


CAJAS DE CHUMACERAS

T - 11

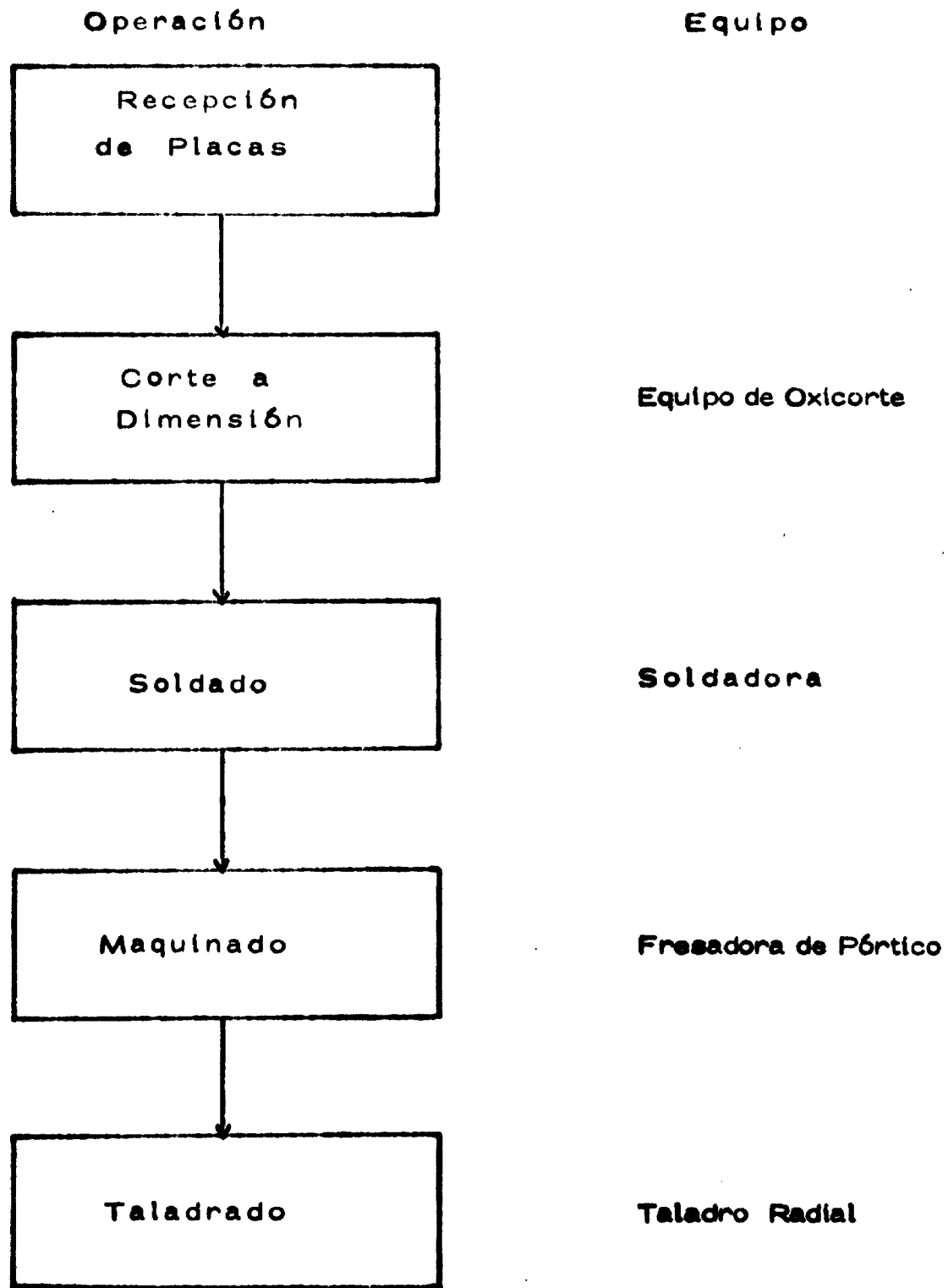


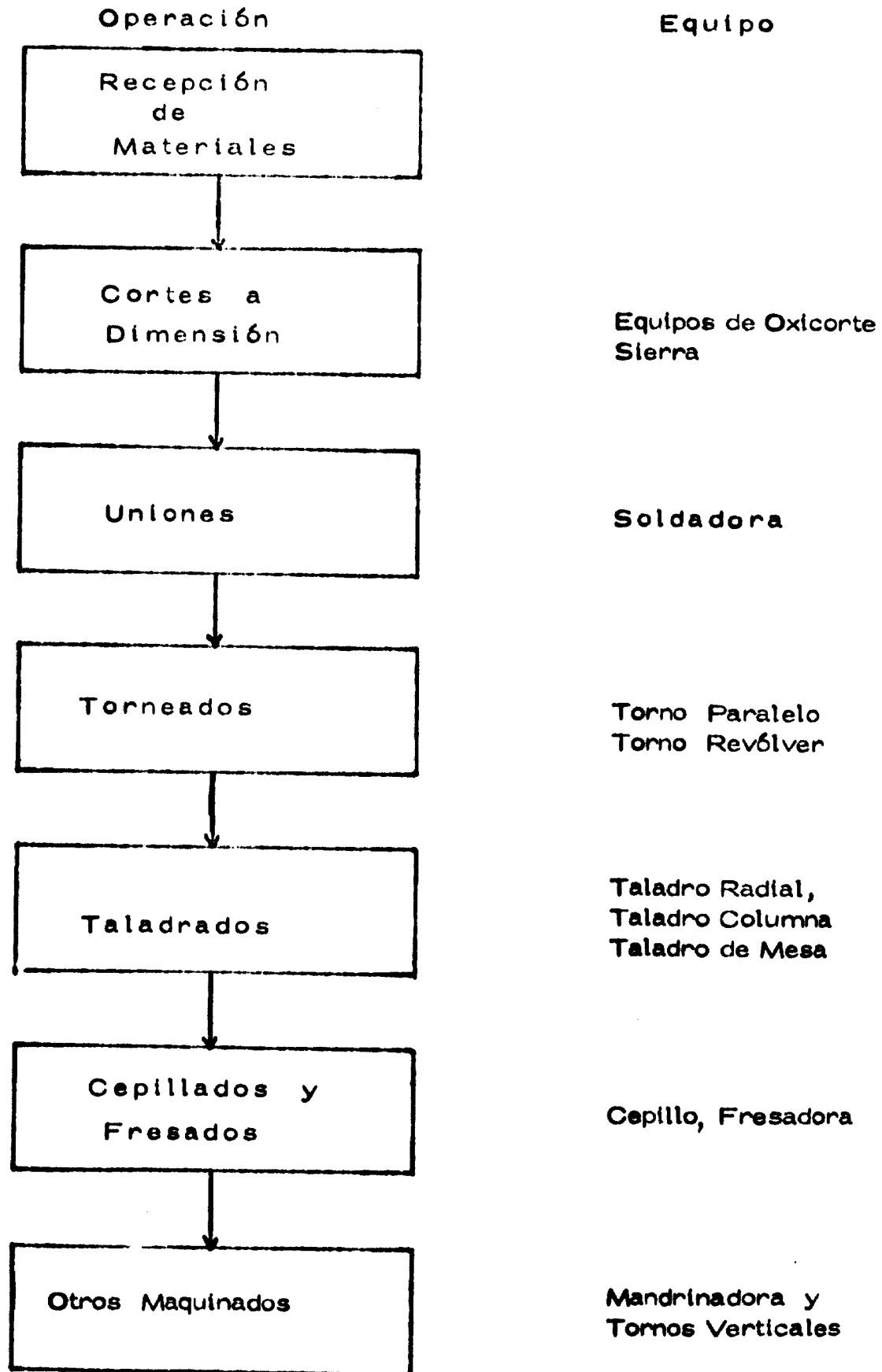
LABERINTOS Y SELLOS  
T - 12



# SOPORTES Y BASES

T - 13





### **5.3.3 Balance de Equipos y Carga Horaria de Máquinas**

En la tabla 5.3.3 se presenta el balance de equipos señalando las -  
cargas anuales correspondientes a la máquinas y equipos principa-  
les para la fabricación de turbinas de vapor y generadores de ener-  
gía eléctrica.

También se presentan los tiempos de operación que se comparan -  
con las horas anuales nominales de cada máquina (2000 Hrs.), -  
con lo que se determina el coeficiente de utilización y la cantidad -  
necesaria de máquinas.

Las máquinas se trabajarán dos turnos.



TABLA 5.3.3.

BALANCE DE EQUIPOS Y CARGA HORARIA DE MAQUINAS

(G.) GENERADORES DE ENERGIA ELÉCTRICA.

Cód.	Descripción	E.P.	M	I.V.	I.C.	I.P.	F	R	C	P.T	P.V.S.	BO	BA	A.M. C/D	P13%
G-1	Armador	12.0			100.0						310.0	30.0			452.
G-2	Caja de Chorro y Chorro	30.0			60.2	60.0	60.0	24.0							324.
G-3	Estator					70.0	60.0		10.0	200.0	160.0			1500.0	2120.
G-4	Rotor (Escobas, Anillos y Escobas)	170.0		380.0	60.0	130.0		30.0		60.0	60.0		40.0	720.0	1420.
G-5	Excitador					38.0	40.0							250.0	365.
G-6	Varios		80.0		75.0	355.0	100.0	24.0	48.0		210.0			210.0	1300.
G-7	Partes de Repuesto Chorro					120.0	60.0	48.0							226.
	No res/Máquina	212.0	140.0	150.0	286.0	765.0	320.0	126.0	58.0	240.0	770.0	30.0	40.0	2970.0	6258.0
	Demanda Anual: 18 unidades/año														
	Partes a considerar:	3816.0	2320.0	2700.0	5810.0	13770.0	5760.0	2268.0	980.0	4380.0	13660.0	540.0	720.0	53480.0	118444.0

TABLA 5.3.3 CONTINUACION

BALANCE DE EQUIPOS Y CARGA HORARIA DE MAQUINAS  
( T ) TURBINAS DE VAPOUR

Clase	Placa	F.P.	M	I.V.	I.C.	T.P.	F	R	C	B	P.V.S.	SO	RA	P.T.	A.M.	Hoy Piezas
T-1	Carcasa Superior Alta Presión	20.0	95.0	130.0	75.0											370.
T-2	Carcasa Inferior Alta Presión	80.0	100.0	130.0	75.0											365.
T-3	Carcasa Superior Baja Presión	70.0		37.0	55.0						120.0	30.0				312.
T-4	Carcasa Inferior Baja Presión	85.0		38.0	65.0						130.0					328.
T-5	Caja de Vapor		110.0		20.0											130.
T-6	Distribuidora		150.0	380.0		30.0					280.0					920.
T-7	Distribuidora de Vapor		70.0	120.0												190.
T-8	Eje del Rotor		20.0			870.0		30.0	10.0				200.0			1130.
T-9	Piezo de Balancos			90.0			1700.0	40.0		190.0						60.
T-10	Alabes															1930.
T-11	Cajas de Chumaceras	30.0	90.0		60.0		30.0									210.
T-12	Lubricantes y Sellos						30.0									160.
T-13	Socorros y Bases	11.0			55.0						154.0					220.
T-14	Varios (1)		30.0	40.0	280.0	1940.0	200.0	40.0	95.0		440.0					3065.
	Partes de Remedio (2)		60.0	140.0		340.0	570.0	10.0	3.0	65.0	93.0					1281.
	Herramientas	385.0	735.0	1045.0	685.0	3810.0	2380.0	120.0	108.0	255.0	1217.0	30.0	200.0			10897.
	Demanda Anual: 10 Unidades/Año															
	Herramientas	3880.0	7380.0	10480.0	6880.0	38100.0	23800.0	1200.0	1080.0	2550.0	12170.0	300.0	2000.0			
	Total															
	Herramientas	7370.0	8870.0	13150.0	82180.0	48870.0	31080.0	3488.0	2070.0	2850.0	28030.0	840.0	2720.0	4320.0	58070.0	
	Coefficiente de Utilización (3)	3.7	4.9	6.6	6.1	23.4	15.5	1.7	1.0	1.3	13.0	0.4	1.4	2.2	28.0	
	Módulo de Mantenimiento	2°	3°	4°	4°	12°	8°	2	1	1	7°	1	1	1°		
	Resumen Anual: 4°	4/1	5/2	7/2	8/2	28/4	18/4	2/0	1/0	1/0	14/8	1/1	1/0	2/2		81/28

TABLA 5.3.3

CLAVES	UTILIZADAS
CLAVE	EQUIPO
F.P.	Fresadora de Pórtico
M.	Mandrinadora
T.V	Torno Vertical
t.r	Taladro Radial
T.P.	Torno Paralelo
F.	Fresadora
R.	Rectificadora
C.	Cepillo
P.T.	Prensa Troqueladora
P. y S.	Pailería y Soldadura
RO.	Roladora
BA.	Balanceo
A.M.	Actividades Manuales
B.	Brochadora
A.M. c/D.	Actividades Manuales con Doblado

Notas

1. Varios incluye: Tapones, tornillos, tubería, tapas, esparragos, barras etc.
  2. Para las partes de repuesto de turbina se considera solo 1/3 de los pedidos.
  3. Coeficiente de utilización considerando 2000 Horas/Año por turno
  4. La notación incluye operarios calificados/Ayudantes
- \* Máquinas que trabajan 2 turnos.

#### 5.3.4 Lay - Out y Dimensiones Generales de Superficies

El Lay - Out representado a continuación contempla las necesidades de fabricación y muestra en forma general las áreas requeridas siguientes:

**Producción:** Incluye 4 Naves

- Nave 1. Control de calidad, herramientas, baños y vestidores, almacén de partes terminadas y compradas, prueba de sobrevelocidad y balanceo y oficinas que estarán en un segundo nivel sobre las áreas de control de calidad y herramientas.
- Nave 2. La mitad de las áreas de: trazado; almacén de fundición y forja; maquinado, ensamble ajuste y montaje; pruebas y pintura, productos finales y embarque.
- Nave 3. La mitad de las áreas de: almacén de fundición y forja; maquinado; ensamble, ajuste y montaje; pruebas y pintura, productos finales y embarque.
- Nave 4. Mantenimiento, almacén de barra, tubería placa y cobre, y soldadura y pailería .

Las áreas restantes son: oficinas generales, almacén descubierto, áreas de servicio general y áreas para futuras ampliaciones.

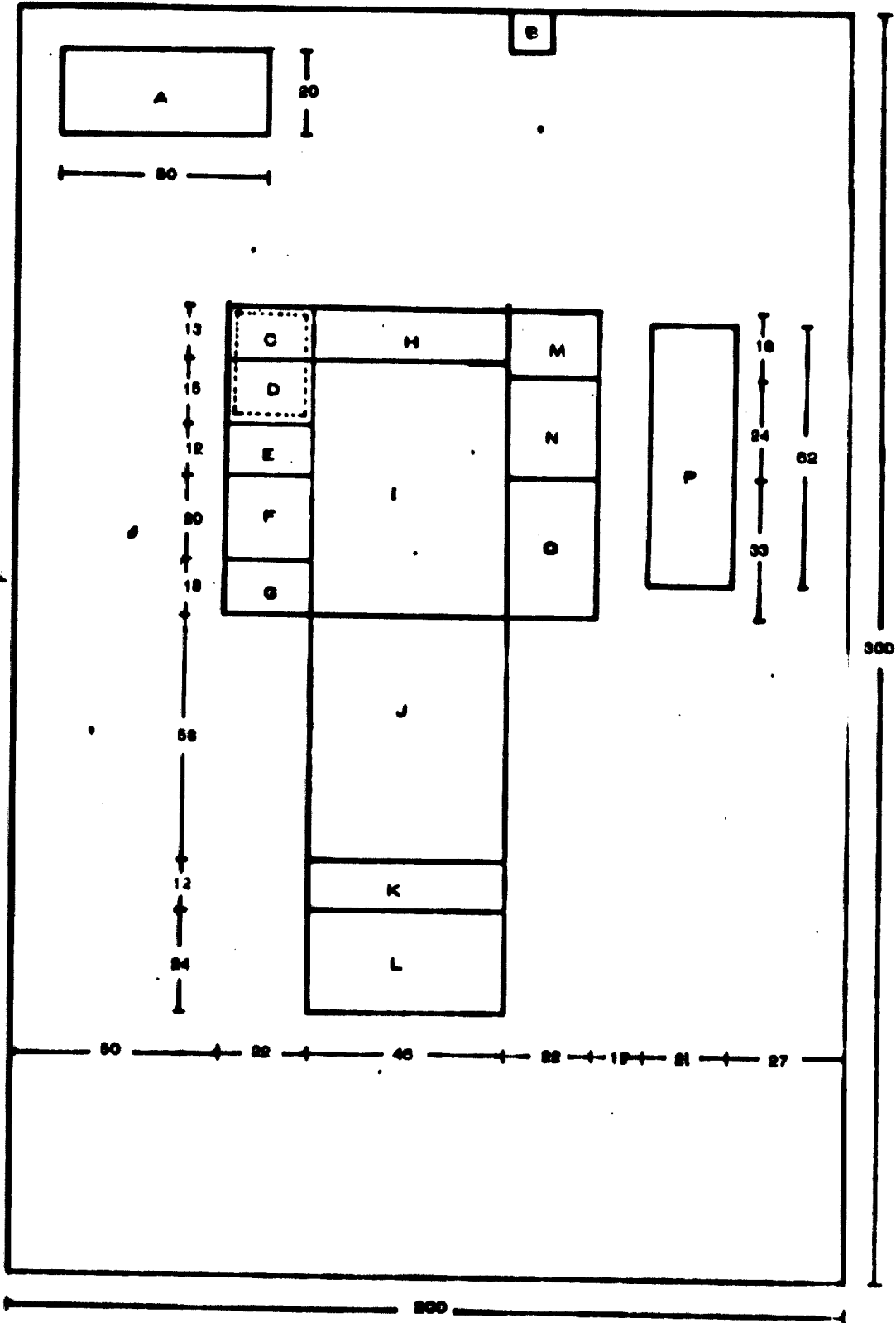
Como se puede observar, la superficie total requerida es de -- 60,000 metros cuadrados, correspondiendo 10,864 metros cua-

drados a el área de producción.

Las dimenciones del terreno serán de 200 metros de frente por -  
300 metros de fondo.

DISTRIBUCION DE LA PLANTA

Lay - Out



Area Total: 60,000 M<sup>2</sup>  
Escala: 1: 1 000

## Distribución De La Planta

### Lay - Out

- A Oficinas Generales
- B Caseta Vigilancia
- C Control de Calidad
- D Herramientas
- E Baños y Vestidores
- F Almacén de Partes Terminadas y Compradas
- G Pruebas de Sobrevelocidad y Balanceo
- H Trazado y Almacén de Fundición y Forja
- I Maquinado
- J Ensamble, Ajuste y Montaje
- K Area de Pruebas
- L Pintura, Productos Finales y Embarque
- M Mantenimiento
- N Almacén de Barra, Tubería, Placa y Cobre
- O Soldadura y Pailería
- P Almacén Descubierta  
Oficinas.

## 6. ESPECIFICACIONES DE EQUIPO Y MAQUINARIA

De acuerdo al proceso de producción seleccionado y los diagramas de flujo propuestos, en la tabla 6.1.1 se enlistan las máquinas y equipos necesarios, señalando la cantidad requerida, clave utilizada, especificaciones, potencias unitarias y área a ocupar.



TABLA 6.1.1.

MAQUINAS Y EQUIPOS REQUERIDOS

CANTIDAD	CLAVE	EQUIPO	DESCRIPCION	POTENCIA HP (KW)	DIMENSIONES (METROS)	AREA A OCUPAR (M <sup>2</sup> )
1	F.P.1	Fresadora de Pórtico	Mesa de 3.5 x 5.0 M. Pasos: Transversal 3.9 M. Vertical 3.0 M. con cabezal lateral Mando: Control numérico con accesorios	67 (50)	9.0 x 14.0	126.0
1	F.P.2	Fresadora de Pórtico	Mesa de 2.0 x 5.0 M. Pasos: Transversal 2.4 M. Vertical 2.5 M. con accesorio: Divisor lector digital	67 (50)	7.0 x 14.0	98.0
1	M.1	Mandrinadora Horizontal	Diámetro del Husillo 75 mm. Mesa Giratoria: 1.0 x 1.0 M. Accesorios: platos de refren- tar, aparatos de fresar, sopor- tes del eje principal. Lector digital	27 (20)	4.0 x 5.0	20.0
1	M.2	Mandrinadora Horizontal	Diámetro del Husillo 125 mm. Mesa giratoria: 2.0 x 2.0 M. Accesorios: platos de refren- tar, aparatos de fresar, sopor- tes del eje principal. Lector digital	47 (35)	6.0 x 8.0	48.0

TABLA 6.1.1.1.  
 MAQUINAS Y EQUIPOS REQUERIDOS  
 ( CONTINUACION )

CANTIDAD	CLAVE	EQUIPO	DESCRIPCION	POTENCIA HP (Kw)	DIMENSIONES (METROS)	AREA A OCUPAR (M <sup>2</sup> )
1	M.3	Mandrilladora Horizontal	Diámetro del husillo: 180 mm Mesa giratoria 3.0 x 4.0 M. Accesorios: platos de refrenar, luneta, aparatos de frenar, soportes, soportes del eje principal. Mando: control numérico.	67 (50)	9.0 x 12.0	108.0
1	T.V.1	Torno Vertical	Diámetro de plato 5.5 M. Altura de trabajo 4.0 M. Mando: control numérico 2 Cabezales.	150 (112)	8.5 x 8.5	72.9
1	T.V.2	Torno Vertical	Diámetro de plato 2.5 M Altura de trabajo 2.5 M Mando: control numérico 2 Cabezales	90 (67)	5.5 x 5.5	30.9
2	T.V.3	Torno Vertical	Diámetro de plato 1.0 M. Altura de trabajo 1.0 M. 2 Cabezales Control digital	40 (30)	3.0 x 3.0	18.0
1	t.r.1	Taladro Radial	Capacidad de taladro En acero 60: 100 mm. Desplazamiento vertical 3.5 M. Radio: 3.00 M.	15 (11)	4.0 x 8.0	32.0

TABLA 6.1.1.1.  
 MAQUINAS Y EQUIPOS REQUERIDOS  
 (CONTINUACION)

CANTIDAD	CLAVE	EQUIPO	DESCRIPCION	POTENCIA HP (Kw)	DIMENSIONES (METROS)	AREA A OCUPAR (M <sup>2</sup> )
2	t.r.2	Taladro Radial	Capacidad de Taladrado En acero 60: 100 mm. Desplazamiento vertical 1.5 M Radio. 2.0 M.	15 (11)	3.0 x 5.0	30.0
1	t.r.3	Taladro Radial Universal	Capacidad de Taladrado En acero 60: 50 mm. Desplazamiento vertical 1.25 M. Radio: 1.20 M.	7.5 (3.5)	2.0 x 4.0	8.0
1	T.P.1	Torno Paralelo	Diámetro de volteo: 1.80 M. Distancia entre puntas: 7.0 M. Mando: control numérico Con accesorios: lunetas, apa - rato p/rectificar.	135 (100)	3.0 x 10.0	30.0
1	T.P.2	Torno Paralelo	Diámetro de volteo: 1.3 M. Distancia entre puntas: 5.0 M. Mando: control numérico con accesorios: lunetas, apa - rato p/rectificar.	54 (40)	2.5 x 7.5	18.6
1	T.P.3	Torno Paralelo	Diámetro de volteo: 0.8 M Distancia entre puntas: 3.0 M. Mando: control numérico con accesorios	27 (20)	2.0 x 5.0	10.0

TABLA 6.1.1.1.  
**MAQUINAS Y EQUIPOS REQUERIDOS**  
 ( CONTINUACION )

CANTIDAD	CLAVE	EQUIPO	DESCRIPCION	POTENCIA HP (Kw)	DIMENSIONES ( METROS )	AREA A OCUPAR ( M <sup>2</sup> )
2	T.P.4	Tomo Paralelo	Diámetro de volteo: 0.5 M. Distancia entre puntas: 2.0 M.	20 (15)	1.5 x 3.5	10.5
2	T.P.5	Tomo Paralelo	Diámetro de volteo: 0.25 M Distancia entre puntas: 1.0 M.	5 (4.)	1.0 x 2.0	4.0
5	T.P.6	Tomos Revólver	Diámetro de volteo: 0.25-0.6 M. Barcada: 1.0 M.	15 (11)	1.8 x 2.0	18.0
2	F.1	Fresadora Copiadora	4 Husillos de trabajo Hidráulica	50 (38)	2.5 x 5.0	25.0
4	F.2	Fresadora Horizontal	Mesa de .6 x .8 M Control numérico	15 (11)	1.5 x 2.5	15.0
1	F.3	Fresadora Vertical	Mesa de .5 x .8 M	15 (11)	1.5 x 2.0	3.0
1	F.4	Fresadora Universal	Mesa de .5 x 1.2 M. Accesorios: divisor, mesa divisora, otros.	15 (11)	1.5 x 2.5	3.8
1	R.1	Rectificadora	Cilíndrica universal Diámetro de volteo: 0.5 M. Distancia entre puntas: 1.0 M.	15 (11)	1.5 x 2.0	3.0

TABLA 6.1.1.  
**MAQUINAS Y EQUIPOS REQUERIDOS**  
 ( CONTINUACION )

CANTIDAD	CLAVE	EQUIPO	DESCRIPCION	POTENCIA HP (Kw)	DIMENSIONES ( METROS )	AREA A OCUPAR ( M <sup>2</sup> )
1	R.2	Rectificadora (Pulidora)	Vibratoria Diámetro de mesa: 1.2 M.	10 (7.5)	2.0 x 3.0	6.0
1	C.1	Cepillo	Mesa de 65 cm Carra de 40 cm.	10 (7.5)	1.0 x 1.5	1.5
1	B.1	Brochadora	Vertical duplex De arrastre	10 (7.5)	1.5 x 2.0	3.0
1	S.1	Soldadora	Arco sumergido. 200 Amp.	(15)		
2	S.2	Soldadora	Semfautomática. 300 Amp.	(15)		
3	S.3	Soldadora	Portátiles de 300 Amp. tipo transformador.	(15)		
2	O.1	Equipo de Ortocorte	Portátil Con juego de boquillas para corte hasta de 5"			32.0
1	C.P.1	Equipo de Corte de Placa	2 Unidades de ortocorte Lector óptico	5 (4)	3.0 x 5.0	

TABLA 6.1.1.

MAQUINAS Y EQUIPOS REQUERIDOS

( CONTINUACION )

CANTIDAD	CLAVE	EQUIPO	DESCRIPCION	POTENCIA HP (Kw)	DIMENSIONES (METROS)	AREA A OCUPAR (M <sup>2</sup> )
1	RO.1	Rolladora	Placas hasta de 2.5 M. Espesor de 0.04 M.	50 (37.5)	1.5 x 4.0	6.0
1	S.A.1	Sierra Alternativa	Con capacidad para 50 cm. de diámetro	5 (4)	1.0 x 1.5	1.5
1	P.T.1	Prensa	Troqueladora con matrices y dados diversos	5 (11)	4.0 x 4.0	16.0
1	P.T.2	Prensa	Tipo martillo	10 (7.5)	6.0 x 5.0	30.0
1	RE.1	Punzonadora	Por fricción y aplastamiento.	10 (7.5)	2.0 x 2.0	4.0
				Total		891.7

## 7. EQUIPOS E INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

### 7.1 REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS COMPLEMENTARIOS

Analizando las características básicas de la maquinaria principal, el proceso de producción, los requerimientos de cada etapa de fabricación y el flujo de materiales, observamos que para la correcta operación de la planta, se necesita contar con los equipos auxiliares descritos a continuación.

#### 7.1.1 Herramental de Producción.

- a) Dispositivos diversos de sujeción y ajuste
- b) Plantillas de diversos tipos y tamaños
- c) Platos y mandriles especiales
- d) Buriles convencionales y especiales, cortadores convencionales, múltiples y ajustables, pastillas, boquillas, muelas y brocas de todos tipos, etc.
- e) Dispositivos y accesorios especiales que pueden tener las diferentes máquinas: cabezales especiales, extensiones y platos de refrentar.
- f) 75 Equipos para calibración y medición: micrómetros, compases, galgas, verniers, calibres, marcadores, etc.
- g) 8 Herramientas neumáticas: martinetes, esmeriles de disco y punta, etc.
- h) 2 Torquímetros, 1 juego de tarrajas, machuelos, cortadores, avellanador de tubos y dobladora de tubos.

- i) Martillos de madera para ensamble
- j) 1 Lote de troqueles y matrices ( 40 )
- k) 1 Equipo para la aplicación de aislamiento
- l) 1 Equipo para baño estabilizador
- m) 4 Andamios para formar el núcleo del estator.

#### 7.1.2 Unidades Internas de Transporte

- a) 2 Grúas puente viajeras de 70 toneladas de capacidad, gancho auxiliar de 10 toneladas, con 21 metros de claro y el puente - con control de cabina. Potencia total 60 HP (45 Kw).
- b) 2 Grúas puente viajeras de 20 toneladas de capacidad, gancho auxiliar de 5 toneladas, operadas desde piso por medio de estación de botones. Potencia total 30 HP (22.5 Kw).
- c) 6 Grúas brazo con capacidad de 15 toneladas, accionamiento eléctrico. Potencia total 10 HP (7.5 Kw).
- d) 3 Grúas brazo con capacidad de 10 toneladas, accionamiento eléctrico. Potencia total 7.5 HP (6 Kw).
- e) 9 Grúas brazo con capacidad de 5 toneladas, accionamiento eléctrico. Potencia 5 HP (4 Kw).
- f) 8 Grúas brazo con capacidad de 3 toneladas, accionamiento eléctrico. Potencia 2.5 HP (2 Kw).
- g) 4 Grúas móvil, tipo A, con capacidad para 15 y 10 toneladas -
- h) Montacargas: 1 para 15 toneladas, 1 para 10 toneladas, 1 para 5 toneladas y 2 para 1 tonelada.



- l) 17 carros manuales para transportar piezas pequeñas y medianas.
- j) 25 carros manuales para distribución de herramientas, dispositivos de sujeción y accesorios especiales.
- k) 3 carros de transferencia sobre rieles con capacidad para 10 toneladas y 1 con capacidad para 40 toneladas.

#### 7.1.3 Equipo y Herramientas para Mantenimiento y Herramental

- a) 1 Cepillo codo de 60 cms., de carrera
- b) 1 Sierra cinta para piezas de 30 cms. de diámetro
- c) 1 Torno paralelo de 40 cms. de volteo y 1.5 m., de distancia entre puntas.
- d) 2 Taladros de columna y mesa con broquero de 2.5 cms.
- e) 1 Fresadora universal con sus accesorios.
- f) 2 Afiladoras universales con mesa de 20 x 60 cms.
- g) 3 Esmeriles dobles de pedestal.
- h) 1 Equipo completo de soldadura autógena, sopletes, boquillas, tanques, reguladores, etc.
- i) 1 Equipo de Oxicorte.
- j) 1 Equipo completo de soldadura eléctrica, corriente continua (10 Kw).
- k) 2 Lotes de equipos de medición eléctrica: voltímetros, amperímetros, probadores, osciloscopio, etc.

- l) 1 Lotes de andamios, escaleras, todo tipo de martillos, llaves y pinzas, tornillos de banco, seguetas, limas, rasquetas, cinceles y barras, tijeras para corte, 5 juegos de herramientas con dados y extensiones, manerales, etc.
- m) 1 Juego de botadores rectos y cónicos.
- n) 1 Juego de extractores de tornillo.
- ñ) 2 Equipos de calibración, localización y medición: micrómetros, verniers, compases, galgas, calibres, escuadras, etc.
- o) 1 Mesa de trazo de 6 x 6 mts., diversos dispositivos de sujeción, y máquina de coordenadas para trazar con representación digital.
- p) 1 Equipo de recolección de basura y deshechos.
- q) 5 Bancos de trabajo.

#### 7.1.4 Equipo de Seguridad

- a) 300 Equipos de protección: casco, zapatos de seguridad, guantes de camaza, lentes y overol.
- b) 10 Equipos para soldar: careta, guantes de asbesto, polainas y peto de cuero.
- c) Equipo de primeros auxilios: resucitación, botiquín, etc.
- d) 25 Extinguidores.
- e) Orejeras y tapones contra el ruido.

#### 7.1.5 Estantería y Elementos de Almacén

- a) Mesas de trabajo, área cubierta 230 M<sup>2</sup>.
- b) Estantería metálica en 4 niveles (4 a 5 metros de altura), --  
área 250 M<sup>2</sup>.
- c) Bastidores para barras y tubería, área 150 M<sup>2</sup>.
- d) 4 Soportes con rodillos para rotores

**7.1.6 Servicios Sanitarios para el Personal de Línea.**

- a) 30 Regadoras
- b) 30 Excusados
- c) 30 Lavabos
- d) 30 Mingitorios
- e) 130 M<sup>2</sup> de lockers

**7.1.7 Unidades de Transporte Externo**

- a) 1 Camión de 15 toneladas de capacidad
- b) 1 Camioneta pick-up de 1 tonelada de capacidad
- c) 1 Automóvil
- d) 1 Camioneta tipo combi
- e) Espuela de Ferrocarril

**7.1.8 Equipo para pintura**

- a) 1 Equipo para pintar: pistolas, conexiones, tanques de  
pintura, etc.

**7.1.9 Equipo de Balanceo y Sobrevelocidad**

- a) 1 Máquina de balanceo para soportar hasta 15 toneladas, lon-  
gitud de 6 m. y potencia de 50 HP.

- b) Un cuarto para probar los rotores a sobrevelocidad, cubierto de madera para proteger al personal, con motor de velocidad variable, incrementador, soportes con rodillos, sistema de -- lubricación, y potencia 150 HP.

#### 7.1.10 Equipo para Tratamiento Térmicos

- a) 1 Horno para temperatura hasta 1200°C, dimensiones 8.0 x 4.0 x 3.0 metros, eléctrico de 30 Kw.

#### 7.1.11 Equipo de Control de Calidad

En el laboratorio para control de calidad de materias primas, partes en elaboración, terminadas y de compra se contará con lo siguiente:

- a) Tensómetros, equipo de ultrasonido, aparatos para probar -- durezas, comparadores ópticos, tinturas especiales para detectar fisuras o fallas en los materiales.
- b) Mármoles, máquina de coordenadas con indicador digital, cintas para medir diámetros exteriores y para medir espesores -- de pintura, probador electrónico ( espesores de aislamientos).
- c) Balanzas analíticas, perfilómetro, calibres de acabado y probador de impacto.
- d) Gama de verniers y micrómetros para exteriores e interiores termómetros, juego de herramientas para calibración de equipo, herramientas comunes de los inspectores, juegos de galgas calibre de roscas, calibrador de cuadrantes, etc.

7.1.12 Varios

- a) Granalladora con capacidad de 90 PCM y presión de 80 psig.
- b) Dobladora para placas de 3 M. y espesores hasta 0.04 M. --  
( 60 HP ) .
- c) Cortadora para placas de 3M. , y espesores hasta 0.04 M. , --  
( 60 HP ).
- d) Prensa hidráulica con capacidad de 200 ton. (10 HP) para prensado del núcleo del estator.
- e) Lote de equipo para empaque: Sierra, taladro, caladora, flejadora, martillos, etc.
- f) 1 Tanque de impregnación que estará en el área de ensamble.

## 7.2 ESPECIFICACIONES DE INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

### 7.2.1 Red de Fuerza Eléctrica

Los requerimientos de energía eléctrica son los siguientes:

Equipo y Máquinas de Producción:	1 137.0	Kw.
Equipo de Transporte	250.0	Kw.
Otros Equipos e Instalaciones	776.0	Kw.
Total.	2 163.0	Kw.

Con un factor de demanda de los equipos de 0.7 y con un factor de potencia de 0.85 se tiene una demanda de 1 790.0 KVA, que sumados a los requeridos por iluminación:

Iluminación de la Fábrica (50 Watts/M<sup>2</sup>) (10894.0 M<sup>2</sup>)

	545.0	Kw.
--	-------	-----

Iluminación de las Oficinas y Areas Generales:

(10 Watts/M<sup>2</sup>) (4000.0 M<sup>2</sup>)

	40.0	Kw.
Total .	595.0	Kw.

Con factor de carga de 1.0 y factor de potencia de 0.85 se tiene una demanda de 700.0 KVA.

Por lo que se tiene una demanda total de 2 490.0 KVA.

Por lo que se deberá tener:

Subestación de 3000.0 KVA,

3 Fases, 60 Hertz, 23 000/440 volts, cuarto de control, interruptor de alta tensión, tablero de distribución (B. apartarrayos, -

con transformador de alumbrado de 750.0 KVA 440/220-127 volts, --  
3 Fases y 60 Hertz.

#### 7.2.2 Red de Aire Comprimido

Esta red deberá contar con:

Dos compresores, 75 HP, 100 lb/pulg<sup>2</sup>, 40 tomas, 250 pies<sup>3</sup>/min.

Tubería y mangueras para dar servicio a la planta: sopleteado, --  
limpieza de piezas, herramientas neumáticas, pintura, pruebas --  
hidrostáticas, mantenimiento e instrumentos del área de pruebas.

#### 7.2.3 Red de Agua

Un tanque elevado con capacidad de 20 M<sup>3</sup> y 10 metros de altura.

Una cisterna con capacidad de 30 M<sup>3</sup> de agua para servicios.

2 Bombas para cisterna de 1 HP c/u.

1100 mts., de tubería de cobre y galvanizada, con diámetro de 50,  
35, 25 mm., y de distribución.

#### 7.2.4 Eliminación de Agua de Deshechos.

1400 mts., de tubería de 100 mm., de diámetro de fierro fundido -  
(50 %) y albañal (50 %).

#### 7.2.5 Area de Pruebas.

Comprenderá lo que se refiere a generadores y a turbinas, las --  
cuales tendrán sus áreas delimitadas en un espacio total de 46 m --  
x 12 m.

a) Para el generador se deberá contar con el equipo necesario -

para realizar las siguientes pruebas.

#### Pruebas de Rutina

1. Cuando el generador aún no esta ensamblado completamente.
  - 1.1 Resistencia de la armadura y de los arrollamientos del campo.
  - 1.2 Polaridad de las bobinas del campo.
  - 1.3 Prueba de alto potencial como se indica en 3.-
2. Generadores completamente ensamblados.
  - 2.1 Resistencia de la armadura y de los arrollamientos del campo.
  - 2.2 Verificación de la corriente de no carga, a voltaje y frecuencia normales.
  - 2.3 Prueba de alto potencial como se indica en 3.-
3. Pruebas de alto potencial
  - 3.1 Voltaje de pruebas en los arrollamientos de la armadura.  
Se utilizará un voltaje alterno con valor efectivo de 1000 volts más dos veces el voltaje nominal de la máquina.
  - 3.2 Voltaje de prueba en los arrollamientos del campo.  
Se utilizará un voltaje alterno con valor efectivo de 10 veces el voltaje nominal de excitación pero, en ningún caso, menor que 1000 volts.
  - 3.3 Duración de las pruebas.



Los voltajes de pruebas se aplicarán continuamente durante un minuto.

**4. Otras pruebas estandar .**

**4.1 Estator:**

**4.1.1 Mediciones en el hierro.**

**4.1.2 Mediciones de impedancia sin el rotor instalado.**

**4.1.3 Verificación de los elementos resistivos.**

**4.1.4 Verificación del campo giratorio .**

**4.1.5 Verificación de la simetría del voltaje y la corriente.**

**4.1.6 Resistencia de aislamiento.**

**4.2 Rotor:**

**4.2.1 Balanceo**

**4.2.2 Prueba de sobrevelocidad.**

**4.2.3 Verificación de la dispersión entre espiras**

**4.2.4 Resistencia de aislamiento**

**4.2.5 Vibración**

**5. Pruebas especiales.**

**5.1 Determinación de las características de no-carga y corto circuito.**

**5.2 Medición de la eficiencia.**

**5.3 Prueba de corto circuito repentino.**

**5.4 Determinación de rangos de ruidos.**

5.5. Temperatura en condiciones de no-carga y cortocircuito.

6.6 Determinación de constantes de tiempo y reactancia.

5.7 Verificación de secuencia de fases.

b) Banco de Pruebas para las Turbinas de Vapor.

Se requieren dos bancos de pruebas que quedarán comprendidas en las siguientes dimensiones:

25 mts., de largo x 10 mts., de ancho y altura disponible de 5 mts., de mesa a gancho de la grúa y 8 metros de las mesas hacia abajo para el sistema de vacío.

Equipo Requerido.

Una caldera de 18 ton., de capacidad, tratamiento de agua para caldera, torre de enfriamiento, bombas de recirculación (2) (20 HP), bomba de inyección (100 HP), dispositivos de seguridad, tanque para combustible, cisterna (20 M<sup>3</sup>), 40 M., de tubería para vapor 6" y 10", etc.

Un equipo de sistema de vacío (planta de condensación de 17.6 toneladas con capacidad de  $4.2 \times 10^7$  Kilojoules/hr.), que contará de. Condensador de superficie, pozo caliente, bomba de condensado (25 Kw), trampas, eyectores, válvulas instrumentos diversos (control de nivel, termómetros, nivel ocular), juntas de expansión, tubería etc.

Dinamómetro Eléctrico para Mediciones y Prueba de Turbinas.

**Dos Sistemas de Lubricación:**

Se requiere 1500 L/min., de ajuste lubricante a 150 lb/pulg<sup>2</sup>,  
( 10 Bar).

Un recipiente de aceite con capacidad de 15 M<sup>3</sup> y de acero al -  
carbón.

Una bomba centrífuga de lubricación (20 HP).

Dos enfriadores

Dos filtros

Juego de mirillas

Un calentador eléctrico para el recipiente de aceite(5 Kw).

Cinco válvulas de control (hasta 4").

Diez válvulas (hasta 4").

Un centrifugador

Trampas de vapor

Un desgasificador

Botella de aceite presurizado con nitrógeno.

Tubería de acero inoxidable (250 M, diámetro hasta 4"),  
medidores de flujo, bridas de diferentes tamaños, otros.

Dos sistemas de medición e instrumentación (uno para cada -  
banco).

Para el sistema de lubricación se requieren indicadores de -  
nivel y presión, controles de presión, termómetros, switchs  
de presión y tem., estación de botones de embarque y paro -  
con pilotos de luz y selector manual y automático de arranque.

Para la turbina de vapor se requieren los siguientes instrumentos.

Medidor de presión entrada de vapor a la turbina.

Medidor de presión escape de vapor de la turbina.

Medidor de presión cámara de vapor para el primer paso de la turbina.

Medidor de flujo entrada de vapor a la turbina.

Medidor de temperatura para el pozo caliente del condensador.

Medidor de presión descarga bombas de condensado.

Medidor de nivel para el pozo caliente del condensador.

Medidor de presión para entrada de agua del condensador.

Medidor de temperatura para entrada y salida de agua del condensador.

Medidor de temperatura entrada de vapor en la turbina.

Medidor de temperatura escape de vapor en la turbina.

Indicador de velocidad (tacómetro eléctrico).

Indicadores de vibración radial.

Indicadores de desplazamiento axial.

Monitores de vibración.

Detectores de temperatura en cada chumacera.

1) Dispositivos de	Alarma	y	Paro
Baja presión aceite lubricado	x		x
Alta vibración radial	x		x
Alta vibración axial	x		x

---

2) Dispositivos de

Alarma:

Alta temperatura aceite salida del enfriador	x
Bajo nivel en recipiente lubricado	x
Alto nivel en recipiente lubricado	x
Alta presión diferencial en filtro aceite	x
Alta temperatura aceite en chumaceras	x
Alto nivel de condensado	x
Perdidas de vacío en el condensador	x
Baja presión entrada agua de condensado	x

8. EQUIPAMIENTO DE OFICINAS Y DEPENDENCIAS GENERALES

8.1 MOBILIARIO Y DECORACION DE SALAS DE RECIBOS

El área de sala de juntas y recepción será de calidad comercial estandar y tendrá una superficie por amueblar de 120 M<sup>2</sup>.

8.2 MOBILIARIO DE OFICINAS DE TRABAJO

Para las oficinas de trabajo se consideran dos categorías principales: oficinas ejecutivas y oficinas de trabajo; la primera - tiene una superficie a cubrir de 250 M<sup>2</sup> y la segunda, en la cual se incluyen tanto las oficinas generales como de fabricación, -- tiene una superficie de 800 M<sup>2</sup>.

## 9. OBRAS CIVILES Y TERRENOS

Descripción y ubicación de las obras civiles.

Se considera que la planta en estudio quedará ubicada en alguna de las zonas industriales existentes en el país y que proporcionan los servicios requeridos de transporte, agua, electricidad, etc.

El área del terreno de la planta será de 60,000 metros cuadrados.

El área de producción que incluye lo que se refiere a fabricación, almacenes, ensambles y pruebas será de 10,894 metros cuadrados.

En las dos naves centrales se soportarán dos grúas viajeras de 70 toneladas y dos grúas viajeras de 20 toneladas.

Las características de las naves son: claros de 21 mts., columnas de estructuras metálicas o de concreto que soportarán a las grúas viajeras, techo de lámina o asbesto, piso de concreto armado, con paredes de tabique y lamina con ventanas laterales y superiores.

El área de pruebas deberá tener entrepisos o andamios para probar los equipos. El área de pruebas deberá estar aislada acústicamente del resto de la planta.

Las alturas a gancho serán de 13 metros en las dos naves centrales. En las otras áreas de producción se consideran alturas de 10 metros a techo.

Resumen:

Concepto		Superficie (M <sup>2</sup> )
Naves	90 x 73 y 94 x 46	10,894
Oficinas Generales	50 x 20	1,000
Almacén Descubierta	62 x 21	1,302
Áreas para Acceso, Maniobras, Estacionamiento y Áreas Generales y de Fuerza		
Área para Posibles Ampliaciones		11,000
		35,804
	<b>Total:</b>	<b>60,000</b>



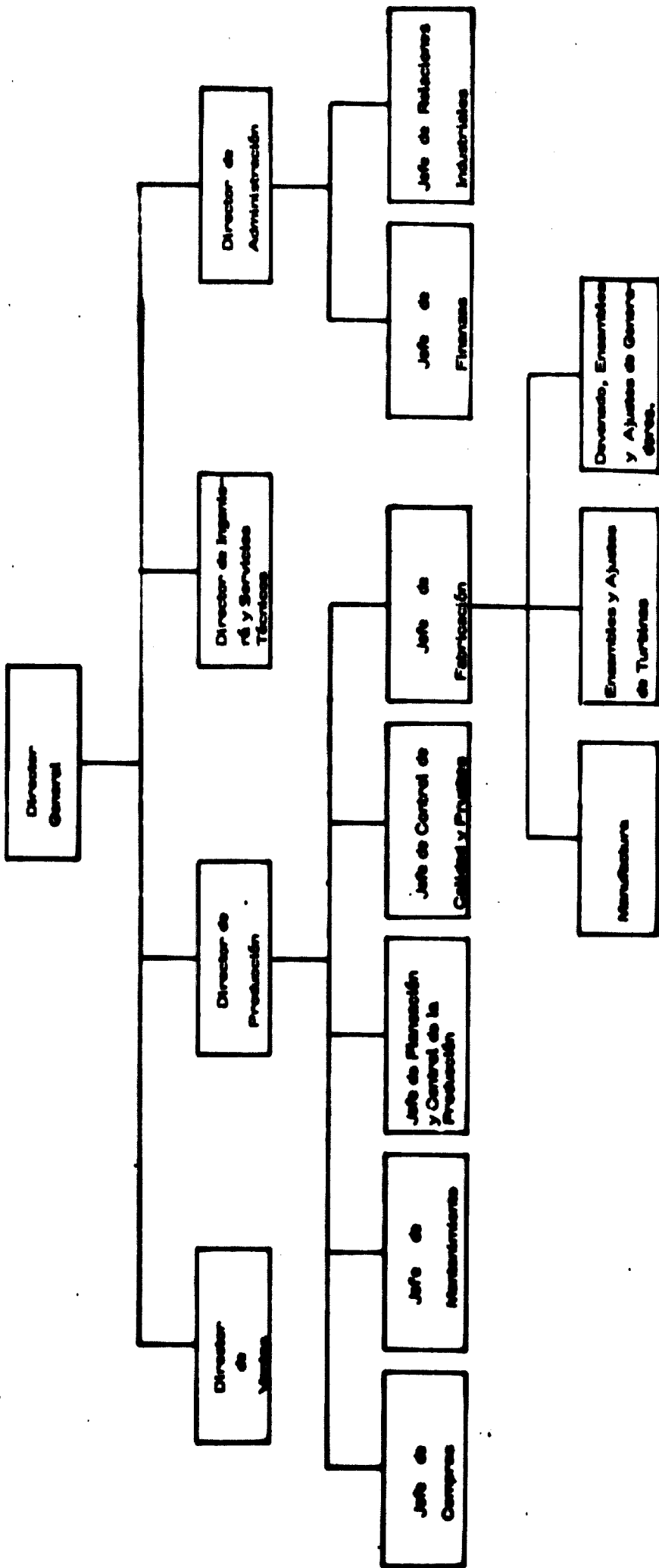
## 10. PERSONAL Y SUS FUNCIONES

### 10.1 ORGANIZACION DE LA EMPRESA Y DE LAS LINEAS DE PRODUCCION

Con base en los requerimientos de producción y las necesidades de funcionamiento de la empresa se cuantifican las necesidades del personal para cada una de las líneas de trabajo, donde se consideran globalmente las personas que desarrollan actividades de Producción, Generales y de Administración.

El personal de Producción se agrupó de acuerdo al proceso general de trabajo en :

- a) Manufactura: Maquinados y Pallets.
- b) Ajuste y Ensamble.



### 10.3 ESTIMACION DE LA PRODUCCION DE REFERENCIA

La producción de referencia de acuerdo al tamaño de la planta elegida es de 28 unidades por año, correspondiendo 10 unidades de turbinas y 18 unidades de generadores.

Para lograr esta producción es necesario que se trabajen 2 turnos en el área de fabricación.

#### 10.4 PERSONAL REQUERIDO Y REMUNERACIONES

En el cuadro 10.4.1., se indica el personal requerido en la organización, anotando su adscripción, descripción y clasificación.

En el cuadro 10.4.2., se indican los puestos y las percepciones -- promedio correspondiente a cada clasificación. Estas percepciones-- incluyen los sueldos y prestaciones sociales(30% de sueldo.).

E N T I D A D	CANTIDAD	TIPO DE EMPLEADO					
		A	B	C	D	E	F
Dirección General	2						
Director		1					
Secretaria				1			
Dirección de Ingeniería y Servicios Técnicos	2						
Director		1					
Secretaria				1			
Departamento de Ingeniería	7						
Jefe		1					
Ingenieros				2			
Ayudantes					2		
Dibujantes						2	
Departamento de Servicios Técnicos	9						
Jefe		1					
Profesionistas				2			
Técnicos						6	

CUADRO 10.4.1.

PERSONAL REQUERIDO

Hoja 2 De 8

E N T I D A D	CANTIDAD	TIPO DE EMPLEADO					
		A	B	C	D	E	F
Dirección de Administración	2						
Director		1					
Secretaria					1		
Departamento de Finanzas	2						
Jefe		1					
Secretaria					1		
Oficina de Contabilidad	11						
Jefe		1					
Profesionista					1		
Cajero						1	
Secretaria						1	
Auxiliares						3	
Encargado de Nóminas						2	
Ayudantes							2
Oficina de Crédito y Cobranzas	3						
Jefe		1					
Secretaria							1
Ayudante							1

CUADRO 10.4.1.

PERSONAL REQUERIDO

Hoja 3 De 8

E N T I D A D	CANTIDAD	TIPO DE EMPLEADO					
		A	B	C	D	E	F
Departamento de Relaciones Industriales	2						
Jefe		1					
Secretaria				1			
Oficina de Control de Personal	4						
Jefe		1					
Secretaria				1			
Ayudantes						2	
Oficina de Relaciones Humanas	4						
Jefe		1					
Profesionista				1			
Ayudante						1	
Secretaria						1	
Oficina de Seguridad Industrial	4						
Jefe		1					
Ayudantes						2	1

CUADRO 10.4.1.

PERSONAL REQUERIDO

ENTIDAD	CANTIDAD	TIPO DE EMPLEADO					
		A	B	C	D	E	F
Oficina de Servicios y Vigilancia Jefe Recepcionista Encargados de Limpieza Chofer Vigilantes Mensajero	14	1		1		1	4
Dirección de Ventas Director Profesionistas Secretaria Ayudante	5	1		2	1		1



CUADRO 10.4.1.

PERSONAL REQUERIDO

Hoja 5 De 8

E N T I D A D	CANTIDAD	TIPO DE EMPLEADO					
		A	B	C	D	E	F
Dirección de Producción	3						
Director		1					
Secretaria			1				
Mensajero							1
Departamento de Fabricación	5						
Jefe		1					
Profesionistas			3				
Secretaria				1			
Sección de Manufactura	134						
Supervisores						4	
Jefes de Grupo						6	
Operarios Calificados						81	
Operarios no Calificados							26
Operarios. Térmico, Impregnación, Sierra y Granalladora						4	
Cortadora y Dobladora							
Operarios Grúas						4	
Tuberos						2	
Ayudantes							7

CUADRO 10.4.1.

PERSONAL REQUERIDO

Hoja 6 De 8

E N T I D A D	CANTIDAD	TIPO DE EMPLEADO					
		A	B	C	D	E	F
Sección de Ajuste, Ensamble y Montaje	63						
Supervisor. Turbinas						1	
Supervisor. Generadores						1	
Jefes de Grupo. Turbinas						2	
Jefes de Grupo. Generadores						2	
Técnicos. Turbinas						16	
Técnicos. Generadores						16	
Ayudantes							19
Pintor						1	
Operarios de Grúas						2	
Ayudantes							3
Departamento de Pruebas y Control de Calidad	23						
Jefe		1					
Ingenieros			2				
Ayudantes						3	
Técnicos. Pruebas						8	
Ayudantes							3
Técnicos. Control de Calidad						4	
Ayudantes							2

CUADRO 10.4.1.

PERSONAL REQUERIDO

ENTIDAD	CANTIDAD	TIPO DE EMPLEADO					
		A	B	C	D	E	F
Departamento de Control de Producción	2	1					
Jefe							
Secretaria			1				
Sección de Herramental	15	1		1			
Jefe							
Ingeniero					1		
Ayudante					1		
Dibujante					5		
Herramientistas					2		
Trazadores						4	
Ayudantes							
Sección de Planeación y Control	7	1		2			
Jefe							
Ingenieros							
Secretaria				1			
Ayudantes					2		1
Sección de Programación	3	1		1			
Jefe							
Ingeniero							
Ayudante							1

CUADRO 10.4.1.

PERSONAL REQUERIDO

E N T I D A D	CANTIDAD	TIPO DE EMPLEADO					
		A	B	C	D	E	F
Sección de Almacén y Embarque	27	1					
Jefe							
Auxiliar					1		
Encargados			3		3		
Ayudantes			3			12	
Choferes (Montacargas, camiones)					7		
Departamento de Mantenimiento	24						
Jefe		1					
Auxiliar					1		
Técnicos					9		
Ayudantes						3	
Conservación						10	
Departamento de Compras	8						
Jefe		1					
Profesionistas			2				
Auxiliares			2		2		
Secretaria			1				
<b>Total:</b>	<b>385</b>	<b>5</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>29</b>	<b>211</b>	<b>102</b>

CUADRO 10.4.2

PERCEPCIONES POR CLASIFICACION DEL PERSONAL

CLAVE	PUESTO	PERCEPCION MENSUAL	CANTIDAD	TOTAL MENSUAL
A	DIRECTORES	50,000	5	250,000
B	JEFES	35,000	19	665,000
C	PROFESIONISTAS	25,000	19	475,000
D	ADMINISTRATIVOS	11,000	29	319,000
E	TECNICOS Y OPERARIOS CALIFICADOS	14,000	211	2,954,000
F	OPERARIOS NO CALIFICADOS	6,000	102	612,000
	TOTAL		365	5,275,000
	TOTAL ANUAL			63,300,000

## II. CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS, PARTES O COMPONENTES.

De acuerdo a los requerimientos de este estudio y con base en la demanda futura de estos equipos se ha seleccionado una turbina de condensación con extracción y un generador de corriente de 25 MW de potencia, para los efectos de cálculo del consumo de materias primas en unidades y valores, tomando en consideración que la capacidad de las instalaciones de la planta podrá producir en los mismos equivalentes, otras combinaciones de unidades y potencias.

### II.1 Consumo de materias primas nacionales y extranjeras por unidad producida.

En las tablas siguientes se muestran los componentes de la turbina de vapor seleccionada y generador de corriente con los pesos y precios unitarios nacionales y extranjeros. En estas tablas se totalizan los consumos en unidades y consumos en valores. Los precios usados para las estimaciones son los mostrados en el inciso 3.4.

TURBINA DE VAPOR

CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS NACIONALES EN UNIDADES Y EN VALORES

COMPONENTE	MATERIAL	FORMA	ESPECIFICACION AMERICANA	CONSUMO UNIDADES (PESO UNIT. Kg).	PRECIO UNITARIO DOLARES/ Kg.	CONSUMO EN VALORES (PRECIO UNIT. DOLARES).
Caracazo: Alta Presión Incl. Pernos Baja Presión Incl. Pernos Caja de Vapor	Cromo Molibdeno Acero Acero al Carbón Molibdeno Acero	Fundición Placa	ASTM A-217 Gr WCB	8700	2.78	24,166.00
		Fundición	ASTM A-515 Gr 60	8300	0.44	3,652.00
		Fundición	ASTM A-217 Gr WC-1	1100	5.44	5,934.00
Partes Internas: Alabes Estacionarios Platón de Balance Anillos de Boquillas	Hierro Acero Cromo Molibdeno Acero	Fundición	ASTM A-276 CL 40	5360	1.54	8,254.40
		Fundición		1300	1.98	2,574.00
		Fundición	ASTM A-217 Gr WC1	630	3.59	2,251.70
Rotor	Cromo Molibdeno Vanadio	Forja	ASTM A 470 CL 8	10950	* 3.90	42,705.00
Chumaceras Pedestal Frontal Pedestal Trasero	Metal Antifricción Acero al Carbón Acero al Carbón	Rolado		340	1.60	544.00
		Fundición	ASTM A-216 Gr WCB	1240	1.98	2,455.20
		Fundición	ASTM A-216 Gr WCB	560	1.98	1,108.80
Soporte Frontal Soporte Trasero	Acero Estructural Acero Estructural	Placa	Acero Estructural	420		191.10
		Placa	Acero Estructural	600		234.00
Alabes	Acero al Cromo	Forja	AISI-422	1770	3.46	6,159.60
Tubería	Acero al Carbón Acero Inoxidable Cromo Acero	Tubo	ASTM A-192	1770	1.09	1,929.30
		Tubo		110	* 7.30	803.00
		Rolado	12 % Cr - Acero	400	2.20	880.00
Válvulas Control Extracción Control de la Turbina				200		\$2,000.00
Total				43,820.00		133,467.10

\* Partes de Importación Tipo de cambio: 23.00 pesos por dolar

CUADRO 11.1.2

TURBINA DE VAPOR

CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS IMPORTADAS EN UNIDADES Y EN VALORES

COMPONENTE	MATERIAL	FORMA	ESPECIFICACION AMERICANA	CONSUMO UNIDADES (PESO UNIT. Kg.)	PRECIO UNITARIO DOLARES/Kg.	CONSUMO EN VALORES (PRECIO UNIT. DOLARES).
Carcasa: Alta Presión Incl. Pernos Baja Presión Incl. Pernos Caja de Vapor	Cromo Molibdeno Acero Acero al Carbón Molibdeno Acero	Fundición	ASTM A-217 Gr WCB	8700	4.50	39,150.00
		Placa	ASTM A-515 Gr 60	8300	0.60	4,980.00
		Fundición	ASTM A-217 Gr WC-1	1100	10.50	11,550.00
Partes Internas: Alabes Estacionarios Pistón de Balance Anillos de Bocuillas	Hierro Acero Cromo Molibdeno Acero	Fundición	ASTM A-276 CL 40	5300	2.10	11,256.00
		Fundición	ASTM A-217 Gr WC1	1300	3.00	3,900.00
		Fundición	ASTM A-217 Gr WC1	630	6.80	4,284.00
Rotor	Cromo Molibdeno Vanadio	Forja	ASTM A 470 CL 8	10950	3.90	42,705.00
Chumaceras Pedestal Frontal Pedestal Trasero	Metal Antifricción Acero al Carbón Acero al Carbón	Rolado	ASTM A-216 Gr WCB	340	0.60	204.00
		Fundición	ASTM A-216 Gr WCB	1240	2.50	3,100.00
Soporte Frontal Soporte Trasero	Acero Estructural Acero Estructural	Placa	Acero Estructural	490	0.50	245.00
		Placa	Acero Estructural	600	0.50	300.00
Alabes	Acero al Cromo	Forja	AISI-422	1770	6.00	10,620.00
Tubería	Acero al Carbón Acero Inoxidable	Tubo	ASTM A-192	1770	1.00	1,770.00
		Tubo	12 % Cr - Acero	110	7.30	803.00
Válvulas Control Estracción Control de la Turbina	Cromo Acero	Rolado	12 % Cr - Acero	400	2.20	880.00
				200		32,000.00
<b>Total</b>				<b>43,820.00</b>		<b>169,215.00</b>

Tipo de cambio: 23 pesos por dolar.



GENERADORES DE CORRIENTE

CONSUMO DE MATERIA PRIMA EN UNIDADES Y EN VALORES

COMPONENTE	MATERIAL	FORMA	CONSUMO EN UNIDADES (KG)	PRECIO UNITARIO Dis./KG.	CONSUMO EN VALORES PRECIO UNIT. EN DIS.
CARCAZA Y LAMINACION DEL ESTATOR	ACERO AL SILICIO	LAMINA	42,800	1.74	74,472.00
DEVANADOS DEL ESTATOR	COBRE	CINTA AISLADA	4,530	19.56	88,606.80
CHUMACERAS Y PEDESTALES	ACERO	FUNDICION	2,367	* 12.53	29,658.51
ROTOR	ACERO	FORJA	11,257	* 8.69	97,823.33
DEVANADOS DEL ROTOR	Cobre-plata 6 Cobre-niquel	CINTA AISLADA	2,117	19.56	41,408.52
ENSAMBLE	—	—	3,899	6.52	25,421.48
PARTES PARA LA EXCITATRIZ	ACERO	FORJA	500	3.48	1,740.00
TOTAL GENERADOR			67,470		359,130.64
EXCITATRIZ	VARIOS	DISTINTAS	1,880	* 8.82	16,581.60
T O T A L			69,350		375,712.24

\* PARTES DE IMPORTACION

GENERADOR DE CORRIENTE

CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS IMPORTADAS EN UNIDADES Y EN VALORES.

COMPONENTE	MATERIAL	FORMA	CONSUMO EN UNIDADES (Kg.)	PRECIO UNITARIO Dis./Kg.	CONSUMO EN VALORES.
CARCAZA Y LAMINACION DEL ESTATOR.	ACERO AL SILICIO	LAMINA	42,800	2.70	115,560.00
DEVANADOS DEL ESTATOR.	COBRE	CINTA AISLADA	4,530	20.15	91,279.50
CHUMACERAS Y PEDESTALES.	ACERO	FUNDICION	2,367	12.35	29,232.45
ROTOR	ACERO	FORJA	11,257	8.61	96,922.77
DEVANADOS DEL ROTOR	COBRE-PLATA O COBRE-NIQUEL	CINTA AISLADA.	2,117	23.55	49,855.35
ENSAMBLE	-----	-----	3,899	7.46	29,086.54
PARTES PARA LA EXCITATRIZ	ACERO	FORJA	500	5.40	2,700.00
<b>TOTAL GENERADOR</b>			<b>67,470</b>		<b>414,636.61</b>
EXCITATRIZ	VARIOS	DISTINTAS	1,880	8.82	16,581.60
<b>TOTAL</b>			<b>69,350</b>		<b>431,218.21</b>

**11.2 CONSUMO TOTAL DE MATERIAS PRIMAS PARTES Y COMPONENTES.**

De acuerdo a los datos ilustrados en las tablas anteriores se tendrán los siguientes consumos totales nacionales y extranjeros por unidad.

**NACIONALES**

PRODUCTO	CONSUMO EN UNIDADES (Kg.)	CONSUMO EN VALORES	
		DOLARES	PESOS
TURBINA DE VAPOR 25MW	43,820	133,467.10	3,069,743.30
GENERADOR DE CORRIENTE 25MW	69,350	375,712.24	8,641,361.50

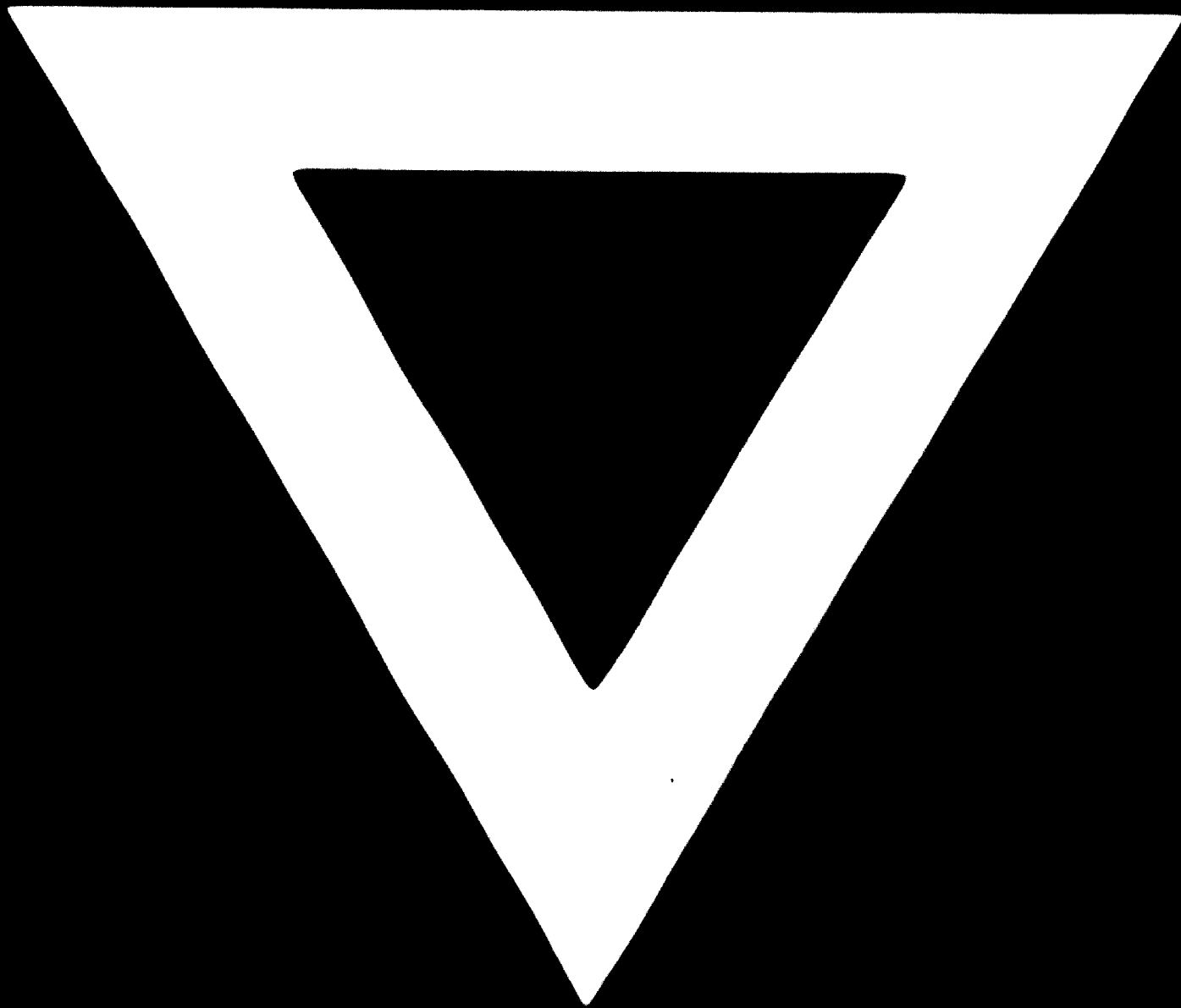
**EXTRANJERAS**

TURBINA DE VAPOR 25MW	43,820	169,215.00	3,891,945.00
GENERADOR DE CORRIENTE 25 MW	69,350	431,218.21	9,918,018.80

TIPO DE CAMBIO \$ 23.00 PESOS POR DOLAR.



**B-108**



**80.02.22**