



**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.

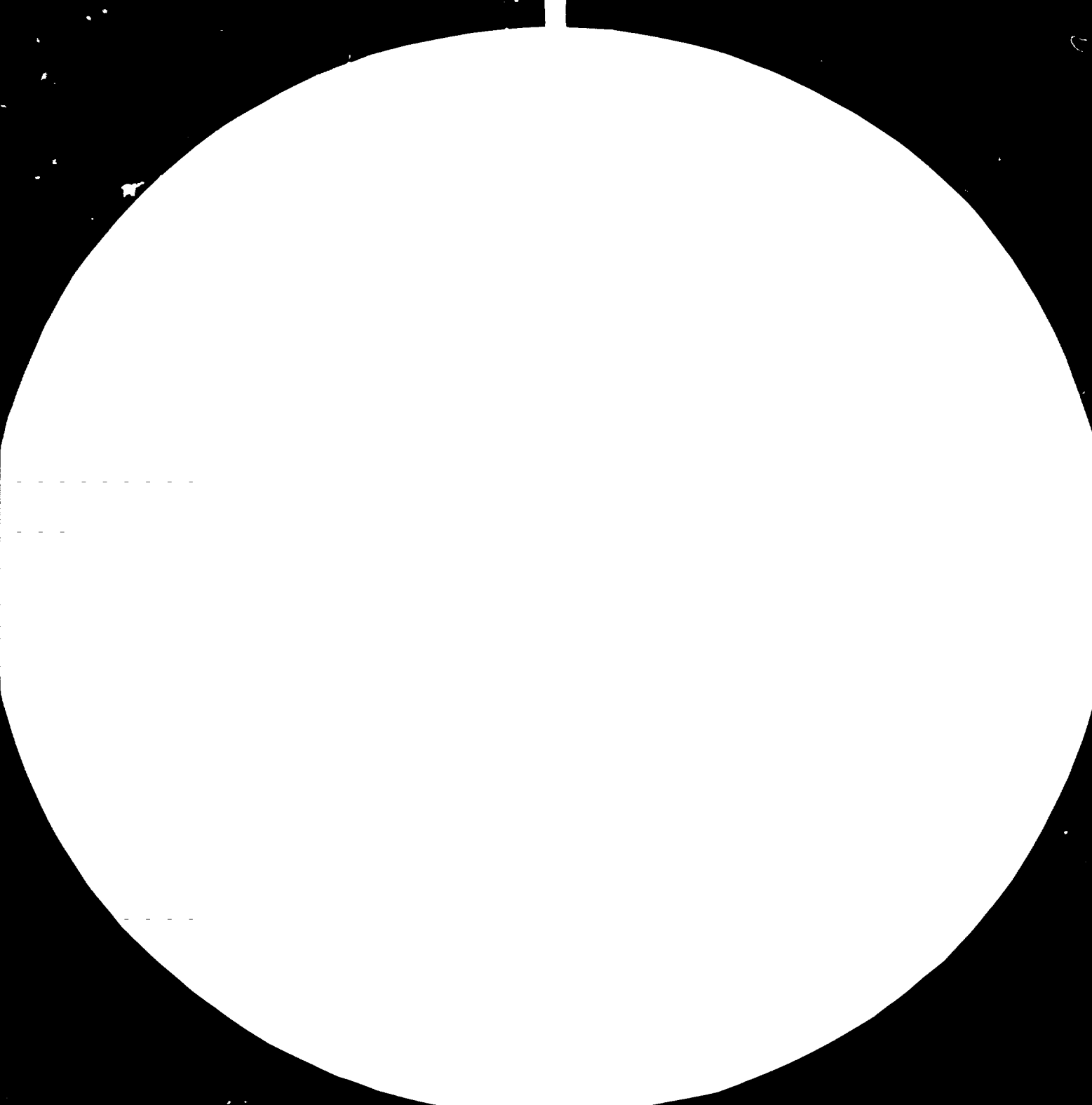
## FAIR USE POLICY

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)





M. P. R. 1.0, 1.1, 1.25, 1.4, 1.6, 2.0, 2.2, 2.5, 2.8

M. P. R. 1.0, 1.1, 1.25, 1.4, 1.6, 2.0, 2.2, 2.5, 2.8

M. P. R. 1.0, 1.1, 1.25, 1.4, 1.6, 2.0, 2.2, 2.5, 2.8

M. P. R. 1.0, 1.1, 1.25, 1.4, 1.6, 2.0, 2.2, 2.5, 2.8

09799

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

NACIONAL FINANCIERA, S. A.

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

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

I N S T I T U T O   M E X I C A N O   D E L   P E T R O L E O

DIRECTOR GENERAL

ING. AGUSTIN STRAFFON A.

SUBDIRECTOR GENERAL

ING. FERNANDO MANZANILLA

DIRECTOR DEL ESTUDIO

ING. JOSE LUIS DE LAS FUENTES C.

COORDINADOR GENERAL

ING. CARLOS RIQUELME GARCIA

COORDINADOR

ING. ANGEL ESCALANTE RAMIREZ

ANALISTAS

ING. LUIS FELIPE LUMA MELO

ING. JAVIER HERNANDEZ ROBERT

TUBERIA CON COSTURA

DE GRANDES DIAMETROS

## C O N T E N I D O

1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO.
  - 1.1. Objetivos y Metas.
  - 1.2. Relación con otros sectores de la economía.
  - 1.3. Relación con planes específicos del Gobierno.
  
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.
  
4. TAMAÑO DE LA PLANTA Y LOCALIZACIÓN.
  - 4.1. Demanda Nacional no Satisfecha y Demanda Externa Estimada.
  - 4.2. Tamaño Económico Mínimo.
  - 4.3. Tamaño de la Planta Elegida.
  - 4.4. Localización.
  
5. PROCESO DE PRODUCCION.
  - 5.1. Descripción de los Distintos Sistemas de Producción.
  - 5.2. Referencias Bibliográficas sobre Tecnologías y Producción.
  - 5.3. Descripción del Proceso Escogido.

6. ESPECIFICACIONES DE EQUIPO Y MAQUINARIA.
7. EQUIPOS E INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.
  - 7.1. Requerimientos de Equipos Complementarios.
  - 7.2. Especificación de Instalaciones Complementarias.
8. EQUIPAMIENTO DE OFICINAS Y DEPENDENCIAS GENERALES.
  - 8.1. Mobiliario y decoración de Salas de Recibos.
  - 8.2. Mobiliario de Oficinas de Trabajo.
9. OBRAS CIVILES Y TERRENOS.
10. PERSONAL Y SUS FUNCIONES.
  - 10.1 Organización de la Empresa y Líneas de Producción.
  - 10.2 Esquema General de Organización.
  - 10.3 Producción de Referencia.
  - 10.4 Personal Requerido.
  - 10.5 Calificación de Requisitos y Remuneraciones.
11. CONSUMO DE MATERIA PRIMA.
12. INSUMOS Y SERVICIOS GENERALES.
  - 12.1 Insumos y Servicios Generales Fijos.
  - 12.2 Insumos y Servicios Generales Variables.



## 1.0 ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

### 1.1 OBJETIVOS Y METAS

La tubería de acero es un producto de gran importancia para el desarrollo industrial de un país debido principalmente a la necesidad del transporte de energéticos o bien de materias primas para las refinerías o centros petroquímicos, o de productos a los centros de consumo.

El consumo de tubos de gran diámetro con costura está íntimamente relacionado con la industria petrolera del país, ya que esta industria es en la que tal tipo de tubería encuentra su mayor campo de aplicación, principalmente en las actividades de recolección, transporte y distribución de hidrocarburos.

En los últimos años, la producción petrolera de México ha aumentado en grandes proporciones. Recientemente en marzo de 1979, fué concluída la construcción del gasoducto troncal Cactus-San-Fernando-Monterrey, concebido para impulsar el desarrollo de diversas regiones del país mediante el aprovechamiento del gas extraído en los campos del Sureste.

La construcción del gasoducto mencionado fue una obra de gran magnitud, cuya ejecución hizo necesaria la importación de cantidades importantes de tubería de gran diámetro, ya que la producción local en los diámetros requeridos era prácticamente inexistente en la época de construcción del gasoducto.

Es de esperarse que el crecimiento acelerado de la industria petrolera, como eje del desarrollo de los demás sectores industriales, sea causa de aumentos en la demanda nacional de tubos de

grandes diámetros, y de la diversificación de dicha demanda. En vista de lo anterior, se presentará en este trabajo un análisis de la oferta, y de la posibilidad de instalar una planta productora de tubos de grandes diámetros, con tecnología y capacidad de producción que le permitan cubrir la demanda nacional no satisfecha y aspirar a competir en el mercado internacional.

La empresa objeto de nuestro estudio, está relacionada desde el punto de vista de sus insumos, principalmente con la industria siderúrgica. En efecto, la placa de acero en las especificaciones de aleación y tamaños adecuados es el principal insumo requerido.

Actualmente la fabricación de este tipo de placa, en cuanto a los requerimientos de la industria petrolera está limitado en México, por lo que paralelamente se deberá promover su fabricación con objeto de que la disponibilidad del principal insumo no sea un limitante.

Desde el punto de vista de sus productos, una planta para la fabricación de tubería de gran diámetro es de gran importancia para el sector petrolero en los campos de explotación, transporte y distribución principalmente; asimismo es relevante el uso de esta tubería en transporte y distribución de agua potable a ciudades, sistemas de enfriamiento de agua en la industria y en la irrigación.

### **1.3 RELACION CON PLANES ESPECIFICOS DEL GOBIERNO.**

El Gobierno Mexicano ha mostrado interés en la fabricación de tubería en México, habiendo invitado a participar en la empresa a la Compañía Japonesa Sumitomo, a través del Gobierno de Japón.

El estudio previo a la instalación de la planta forma parte de un conjunto de posibles inversiones conjuntas en el campo de la siderurgia, que son estudiadas por ambas partes.

La fabricación de tubería se encuentra clasificada en el Plan Nacional de Desarrollo Industrial dentro de las actividades industriales con categoría 1.2., tanto en el inciso 1.2.2.4 referente a la fabricación de maquinaria y equipo para la producción petrolera y petroquímica, como en el inciso 1.2.7.2 correspondiente a la fabricación de tubería de acero al carbón y aleados.

## 2. ESTUDIO DE MERCADO

### 2.1 IDENTIFICACION DEL PRODUCTO.

El objetivo de este trabajo, se centra en el estudio de la tubería con costura de grandes diámetros y de acero al carbón en diferentes grados, de acuerdo con las especificaciones API.

La importancia de este tipo de tubería radica principalmente en su aplicación en la industria petrolera para el transporte de grandes cantidades de gas, petróleo crudo y derivados entre los centros - productores y de proceso, a los centros de distribución y consumo.

#### 2.1.1 DESCRIPCION GENERICA Y COMERCIAL.

Existe un gran número de actividades industriales en las cuales se requiere el transporte de fluidos, ya sea para alimentación de materias primas, transporte de productos semielaborados dentro de un proceso, o para distribución de productos terminados. Prácticamente en cualquier tipo de industria se requiere el uso de líneas de - conducción y sus necesidades varían de acuerdo al tipo de industria de que se trate.

Entre las variables que determinan las características deseables en una tubería para que ésta desempeñe su función en forma satisfactoria, las de mayor importancia son: La presión de trabajo, el tipo de fluido y la temperatura. Estas definen los espesores, el tipo - de protección anticorrosiva si se necesita, y los materiales de - construcción.

En cuanto a su construcción, pueden distinguirse básicamente dos tipos de tubería, la tubería sin costura y la tubería con costura, siendo ésta última el objeto de este estudio.

Tanto los tubos sin costura como los de costura pueden fabricarse mediante una variedad de procesos, en una amplia gama de materiales, diámetros, espesores de pared y longitudes; bajo diferentes normas de acuerdo a la utilización que se les vaya a dar.

El material más comunmente usado para la fabricación de tubos con costura de gran diámetro es la placa de acero al carbón, en diferentes grados de aleaciones con diferentes características mecánicas.

Dependiendo de la aleación utilizada se requerirá un espesor de pared mayor o menor, lo cual repercute directamente en el peso de los tubos y consecuentemente en el precio.

Los tubos con costura pueden fabricarse en tramos hasta de 18 m. de longitud.

Sin embargo, debido al incremento en el precio del transporte y de las dificultades en la instalación, los tramos más utilizados son de 12 m.

#### 2.1.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS.

La tubería con costura de grandes diámetros, al igual que muchos -

otros productos industriales, requiere del cumplimiento de las bases de diseño, del empleo de los materiales de construcción y normas de calidad adecuadas, así como de inspecciones y pruebas del producto y de la cobertura de los requisitos de embarque e información solicitada por el comprador. Estos aspectos se encuentran especificados en diferentes normas, de acuerdo al uso que se le vaya a dar a la tubería. En el caso de la tubería de acero con costura, se distinguen tres tipos principales de aplicaciones que son:

1. Tubería para transporte de hidrocarburos(Líneas de conducción )

La tubería destinada a esta aplicación se fabrica de acuerdo a las normas siguientes:

API 5L: Especificaciones para tubería de línea.

API 5LX: Especificaciones para tubería de línea de alta prueba.

API 5LS: Especificaciones para tubería de acero soldada en espiral.

BS 3602: Especificaciones para tubos de acero en servicios de alta presión.

2. Tubería para usos generales: Este tipo de tubería se destina, entre otras aplicaciones al transporte de agua, vapor y gas a presiones bajas o intermedias; se fabrica bajo alguna de las normas siguientes:

ASTM A 134 Y A 139: Especificaciones para tubería de placa de acero fabricada por fusión de acero eléctrico.

- ASTM A 155: Especificaciones para tubería soldada por fusión eléctrica, para servicios de alta temperatura.
- AWWA C201: Especificaciones para tubo de acero con costura, soldado por resistencia eléctrica, para servicios de agua.
- AWWA C202: Especificaciones para tubos de aceros especiales para servicios de agua.
- BS 3601: Especificaciones para tubería de acero al carbón para servicios de alta presión.
- DIN 1626: Especificaciones para tubo de acero soldado por fusión eléctrica.
- JIS G3457: Especificaciones para tubería soldada por arco eléctrico.

3. Tubería Estructural: Este tipo de tubería es generalmente de pared gruesa, que le permite soportar grandes esfuerzos. Se considera adecuada su fabricación en grandes longitudes sin juntas. Se fabrica bajo alguna de las siguientes normas:

- ASTM A252: Especificaciones para tubería soldada por resistencia eléctrica o por arco eléctrico.
- JIS G3444: Especificaciones para tubería de acero al carbón para uso estructural en general.

Tomando en cuenta que la mayor aplicación de la tubería con costura en México es la del transporte de hidrocarburos y que el estudio se enfoca a la tubería de grandes diámetros (de 20" a 48"), resulta conveniente ampliar algunos conceptos en relación a las normas



correspondientes, que son principalmente la API 5L y la API 5LX.

Los tubos que cumplen las normas mencionadas se fabrican mediante el proceso de soldadura por resistencia eléctrica y el de arco sumergido. Dichas especificaciones comprenden también los tubos fabricados sin costura, pero éstos no se incluyen en este estudio.

#### Composición Química.

La composición química de los aceros requerida por las normas API 5L y 5LX, se muestra en la Tabla 3.1.1. del capítulo correspondiente a las materias primas.

La norma API 5L especifica los grados A y B, la diferenciación en grados corresponde a diferentes resistencias a los esfuerzos. La norma API 5LX especifica los grados X42, X46, X52, X56, X60, X65 y X70.

#### Espesor de Pared.

La tubería de línea API se fabrica en una amplia variedad de espesores de pared que se seleccionan de acuerdo a las condiciones de operación. Un espesor mayor aumenta la resistencia de los tubos. Por ejemplo, los tubos API 5L de 20" de diámetro, se fabrican con espesores de pared de 0.219", con lo que el rango de presiones de prueba va de 390 lb/pulg<sup>2</sup>, min. en el grado A, hasta 2750 lb/pulg<sup>2</sup> min en el grado B.

Por otro lado, en los límites superiores de diámetro y presión de prueba se encuentran los tubos API 5LX de 48" de diámetro con espesores de pared de 0.334" a 1.312" con un rango de presiones de prueba que va de 540 lb/pulg<sup>2</sup>, min. en el grado X42 hasta 3,000 lb/pulg<sup>2</sup>, en el grado X70.

Longitud de los tubos.

La longitud de los tubos depende de los requerimientos del comprador. Los tamaños producidos por los fabricantes varían de acuerdo al proceso de producción utilizado y pueden llegar a ser hasta de 18 m. y en algunos casos hasta de 40 m.

Extremos de tubos.

Los extremos de los tubos pueden ser roscados, planos y biselados, según lo requiera su aplicación. En los sistemas de transporte de hidrocarburos no se usan tubos roscados en diámetros nominales mayores de 2", se usan los tubos con extremos biselados o planos para soldar.

Peso de los tubos.

La diferencia en aleaciones, diámetros y espesores de pared, hace que exista una gran variedad en los pesos de los tubos API. Considerando los de gran diámetro, se tienen por un lado los de 20" de diámetro con pesos que van de 46 lb/pie a 273 lb/pie.

Por otro lado, en los diámetros mayores están por ejemplo, los de 48" con pesos de 175 lb/pie a más de 500 lb/pie.

### 2.1.3 USOS Y CONSUMIDORES

Como se vió anteriormente existen varios usos a los que puede destinarse la tubería de acero con costura.

En México, la principal aplicación que tienen este tipo de tubos es la del transporte de hidrocarburos, por lo cual el principal consumidor nacional es Petróleos Mexicanos.

Los principales usuarios que utilizan este tipo de tubería para otras aplicaciones son los siguientes:

Comisión Federal de Electricidad

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos

Banco de Crédito Rural

Comisión de Aguas del Valle de México

Departamento del Distrito Federal

Industrias Química y Petroquímica Secundaria

## 2.2 METODOLOGIA.

Para estimar la demanda nacional de tubería con costura de grandes diámetros para el periodo 1983 - 1990, se consideraron como base las cifras del consumo nacional aparente de 1970 a 1980, proporcionadas por los fabricantes de dicho producto. Cabe hacer notar que en el año 1978 no se incluyó en la base histórica el consumo extraordinario de tubería de diámetros de 42 y 48 pulgadas del gasoducto troncal Cactus-San Fernando.

Por otro lado se obtuvo información de PEMEX relativa a la producción de crudo y de gas hasta el año de 1990 (Ver Cuadro 2.2.1) los datos mencionados se ajustaron por el método de mínimos cuadrados a una curva de la forma:

$$Y = A + BX_1 + CX_2$$

donde:  $Y$  = Consumo de tubería (Ton. x 1,000).

$X_1$  = Incremento en la producción de crudo (Miles de barriles por día).

$X_2$  = Incremento en la producción de gas (Millones de pies cúbicos por día).

Los valores obtenidos para los coeficientes de la ecuación anterior, son los siguientes:

$$A = 85.861$$

$$B = 0.150$$

$$C = 0.260$$

Con un coeficiente de correlación :  $r = 0.94$

CUADRO 2.2.1.

INCREMENTOS DE PRODUCCION DE CRUDO Y DE GAS

AÑO	INCREMENTOS DE PRODUCCION	
	CRUDO (MBPD)	GAS (MMPCD)
1970	-1	-108
1971	16	100
1972	17	- 25
1973	134	203
1974	154	140
1975	24	- 72
1976	250	- 63
1977	226	515
1978	315	757
1979	728	1,582
1980	250	500
1981	200	800
1982	200	333
1983	200	333
1984	200	333
1985	320	700
1986	320	700
1987	320	700
1988	320	700
1989	320	700
1990	320	700

FUENTE: " Estadísticas de la Economía Mexicana, Nafinsa, 1977" y datos proporcionados por la Gerencia de Proyectos y - Construcción, Pemex.

A los valores calculados mediante la regresión, que marcan la tendencia, se les añadieron los valores correspondientes a los llamados "grandes proyectos" de PEMEX que pueden esperarse en el periodo 1983 - 1990 y los valores esperados de exportación.

La estimación de la demanda del periodo 1991 - 1995 se hizo asumiendo una tasa de crecimiento anual de 8%, que se consideró congruente con el desarrollo industrial esperado para ese periodo. Los resultados del análisis se muestran en el punto 2.3.3.

Los valores del periodo 1979-1982 que se muestran en el cuadro no son los calculados con la ecuación de regresión, sino los valores previstos de acuerdo a los programas de PEMEX.

#### 2.2.1 PRECIOS DEL PRODUCTO, MATERIA PRIMA Y COMPONENTES.

Los precios del producto se obtuvieron directamente de la empresa Tubacero, S.A. y los extranjeros directamente de la empresa Sumitomo. Los precios de materia prima se obtuvieron con Altos Hornos de México, S. A. y fabricantes de placa de los Estados Unidos.

#### 2.2.2 TAMAÑO ELEGIDO DE LA PLANTA.

La demanda nacional se proyectó a 1990 y la oferta se estimó con la capacidad actual y planes de ampliación de las empresas existentes. Para el tamaño final de la planta se consideró la demanda nacional no satisfecha para 1990, con base en lo expuesto en el punto 4.3.

2.2.3 PROCESO DE PRODUCCION.

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

FABRICANTES DE TUBOS:

<u>Empresa</u>	<u>Localización</u>	<u>Proceso de Producción</u>
TUBESA	San Luis Potosí, S.L.P.	Espiral
TUBACERO	Monterrey, N.L.	Rolado Continuo
PROTUMSA	Monclova, Coah.	Rolado Continuo
U.S. STEEL	Baytown, Texas, E.U.A.	U.O.E.
LONE STAR	Dallas, Texas, E.U.A.	Rolado Continuo

FABRICANTE DE PRENSAS U - O.

VERSON Chicago, Ill., E.U.A.

## 2.3 CUADROS DE DEMANDA REAL.

### 2.3.1 LOCALIZACION DE LA DEMANDA.

La demanda de tubería con costura de gran diámetro ha sido motivada principalmente por Petróleos Mexicanos, habiendo llegado a constituir el 95% del consumo nacional durante 1977 - 1978, lo que se debió - principalmente a la construcción del Gasoducto Troncal Cactus-San Fernando. Dentro de PEMEX, el sector Transporte constituye casi el total de la demanda.

Entre los principales consumidores de tubería con costura de grandes diámetros fuera de PEMEX se encuentran la Comisión Federal de Electricidad, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la Industria Química y Petroquímica Secundaria y otros.

### 2.3.2 EVOLUCION DE LA DEMANDA.

El consumo nacional aparente de tubería con costura de grandes diámetros creció considerablemente en el periodo 1970 - 1977, llegando en el último año de dicho periodo a la cifra de 230,000 ton. como se muestra en el Cuadro 2.3.1.

El año de 1978, marca una gran diferencia en el consumo de tubería de gran diámetro al construirse por primera vez en México, un gasoducto de 48" de diámetro. El crecimiento de la producción de crudo y gas, aunados al desarrollo industrial esperado para los próximos años, permiten suponer que llegarán a necesitarse más líneas de gran diámetro para el transporte de hidrocarburos.



CUADRO 2.3.1.

CONSUMO NACIONAL APARENTE DE TUBERIA CON COSTURA

DE GRANDES DIAMETROS

(1970 - 1977)

AÑO	C.N.A. (Miles de Toneladas)
1970	46.4
1971	44.6
1972	85.8
1973	24.6
1974	118.5
1975	113.5
1976	102.7
1977	229.9

FUENTE: Información de Fabricantes.

### 2.3.3 PROYECCION DE LA DEMANDA.

La proyección de la demanda nacional para el período 1979 - 1990, se presenta en el Cuadro 2.3.2, que está constituido por dos columnas. Los valores de la columna titulada "Demanda Interna, sin Troncales" fueron estimados de la siguiente forma:

De 1979 a 1982 se utilizó la información de PEMEX relativa a los proyectos que se desarrollarán en dicho período. De 1983 a 1990 se utilizaron los valores calculados con la ecuación de regresión.

Los valores para los años 1991 - 1995 se calcularon asumiendo una tasa de incremento anual de 8% que corresponde a la tasa de crecimiento esperada para el sector industrial.

Los valores de la columna titulada "Proyectos Grandes" corresponden a la demanda que se deberá a los proyectos que PEMEX espera llevar a cabo en el futuro; estas cifras se apoyan en los grandes incrementos en la producción de crudo y gas que son previstos por la empresa para satisfacer las necesidades de otros sectores industriales.

CUADRO 2.3.2.

PROYECCION DE LA DEMANDA NACIONAL DE TUBERIA  
DE GRAN DIAMETRO CON COSTURA  
(Miles de Toneladas).

AÑO	DEMANDA INTERNA SIN TRONCALES (1)	PROYECTOS GRANDES (TRONCALES) (2)	TOTAL
1979	553	-	553
1980	362	-	362
1981	330	-	330
1982	260	-	260
1983	202	-	202
1984	202	70	272
1985	316	70	386
1986	316	170	486
1987	316	170	486
1988	316	170	486
1989	316	100	416
1990	316	100	416
1991	341	80	421
1992	369	80	449
1993	398	80	478
1994	430	80	510
1995	464	80	544

FUENTES: (1) - Ver. inciso 2.3.3.

(2) - Estimación hecha por el Grupo de Estudio de Demanda,  
Proyecto Conjunto de Tubería de Gran Diámetro.

## 2.4

### PRODUCCION NACIONAL

Existen actualmente en el país dos fabricantes que tienen capacidad técnica para producir el tipo de tubos considerando en este estudio.

Dichos fabricantes son:

TUBACERO, S.A. que puede fabricar tubos hasta de 48" de diámetro

PROTUMSA, que produce tubos hasta de 18" de diámetro.

Como resultado de las visitas realizadas a las plantas se estimó la capacidad de formado de TUBACERO en 626 000 ton/año. Considerando una eficiencia de 45% en las líneas de soldadura, de acuerdo con los estándares conocidos para el tipo de planta, y una eficiencia del 75% en el resto de las operaciones, se estimó que la capacidad de producción de la planta es de aproximadamente 220 000 ton/año.

La planta de PROTUMSA está diseñada para producir tubos hasta de 18" de diámetro, por lo que su producción está destinada principalmente a atender el mercado de tubos de diámetros menores. Si toda la planta se dedicara a la producción de tubos de 16" y 18" la capacidad podría ascender a 250,000 toneladas anuales. Sin embargo, resulta difícil suponer que esta empresa podría dedicar toda su capacidad a la producción de tubos de 16" y 18", ya que para hacerlo tendría que abandonar su participación en el mercado de tubos de diámetros menores; esto además significaría una disminución en la oferta nacional de tubos de 6" a 16" de diámetro. Por lo tanto, se estima que de su capacidad actual de 100,000 toneladas anuales PROTUMSA podría dedicar alrededor de 20 000 a la producción de tubos de 16" y 18".

La oferta nacional de tubos de gran diámetro se resume en el Cuadro 2.4.1.

CUADRO 2.4.1.

PRODUCCION NACIONAL DE TUBERIA DE GRAN DIAMETRO CON COSTURA

PRODUCTOR	PRODUCCION (Ton./Año)
TUBACERO	220,000
PROTUMSA	20,000
TOTAL NACIONAL	240,000

FUENTE: Estimación hecha por el Grupo Técnico del Proyecto Conjunto de Tubería de Gran Diámetro.

#### 2.4.1 OFERTA ESTADISTICA NACIONAL

La evolución de la producción nacional total de tubería en los últimos años ( 1970 - 1978 ) se muestra en el Cuadro 2.4.2. Las cifras contenidas en dicho cuadro incluyen la producción de tubería en todos los diámetros, separados en

Tubería de diámetros menores de 4 1/2" y mayores de 4 1/2 ".

Como productores de tubería con costura de diámetros menores de 4 1/2 se incluyen los siguientes:

Tubería Nacional, S.A.

Hojalata y Lámina, S.A.

Metálica Industrial Mexicana, S.A.

Briones, S.A.

Perfiles y Tubos, S.A.

Como productores de tubería de diámetros mayores de 4 1/2" se incluyen:

Tubacero, S.A.

Productos Tubulares Monclova

Tubería Laguna, S.A.

Tec-X-S.A.

No se incluye en esta estadística a TUBESA debido a que su planta entró en operación en 1979.

CUADRO 2.4.2

PRODUCCION NACIONAL DE TUBERIA CON COSTURA

1970 - 1977

TONELADAS

AÑO	DIAMETRO Hasta 4 1/2"	DIAMETRO Mayor A 4 1/2"	TOTAL
1970	130,664	55,263	185,927
1971	155,851	74,990	230,841
1972	167,469	109,702	277,171
1973	168,444	127,001	295,445
1974	211,995	165,513	377,508
1975	205,749	194,672	400,421
1976	214,365	179,570	393,935
1977	216,323	173,069	389,392

FUENTE: "Producción, Importación y Consumo Nacional Aparente de Productos Siderúrgicos", Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero.

## 2.5 DEMANDA NACIONAL NO SATISFECHA.

La demanda nacional no satisfecha que aparece en el Cuadro 2.5.1 se calculó con base en la proyección de la demanda nacional y la estimación de la capacidad de producción de las plantas nacionales. Puede observarse que la producción nacional será superior a la demanda en el año 1983, pero la demanda no satisfecha aumenta en forma considerable en los años siguientes.

Según la estimación, el porcentaje de la demanda nacional que podrá ser cubierto por la oferta nacional en 1990 será del 58% y en 1995 este porcentaje será del 44%.



CUADRO 2.5.1.

DEMANDA NACIONAL NO SATISFECHA  
(Miles de Toneladas)  
( 1979 - 1995 )

AÑO	PRODUCCION NACIONAL (1)	DEMANDA NACIONAL (2)	BALANCE (DEMANDA NACIONAL NO SATISFECHA)
1979	180	553	373
1980	210	362	152
1981	240	330	90
1982	240	260	20
1983	240	202	-38
1984	240	272	32
1985	240	386	146
1986	240	486	246
1987	240	486	246
1988	240	486	246
1989	240	416	176
1990	240	416	176
1991	240	421	181
1992	240	449	209
1993	240	478	238
1994	240	510	270
1995	240	544	304

Referencias: (1) - Cuadro 2.4.1.

(2) - Cuadro 2.3.2.

## 2.6 CUADROS DE DEMANDA EXTERNA.

Las importaciones de tubería con costura con diámetros mayores a 16 pulgadas promediaron 344,000 toneladas anuales para los Estados Unidos y América Latina, como puede observarse en el Cuadro 2.6.1. Se estima que la demanda en los Estados Unidos estará compuesta principalmente de tubería estructural y es probable que la importación se mantenga en el promedio de 240,000 toneladas anuales. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la competencia es muy severa en aquél País, por lo que es de esperarse que los precios de los tubos sean bajos y deberá de contarse con una amplia red de distribución y servicio.

Por otro lado, Canadá, Argentina y Brasil cuentan con grandes plantas productoras de tubos; STELCQ, IPSCO, Portable Pipe y Canadian Phoenix en Canadá, CONFAB y Trivellato en Brasil y SIAT en Argentina. Estas plantas pueden satisfacer la demanda de sus propios países y exportar cantidades considerables.

De acuerdo con los proyectos conocidos actualmente, la demanda en los países latinoamericanos (excepto México, Brasil, Argentina y Bolivia) será de 553,000 toneladas en los próximos cinco años o sea un promedio de 110,000 toneladas anuales.

En resumen, el mercado externo al que podrán tener acceso los tubos fabricados en México ascenderá a 350,000 toneladas anuales, correspondiendo 240,000 a los Estados Unidos y 110,000 a los países latinoamericanos.

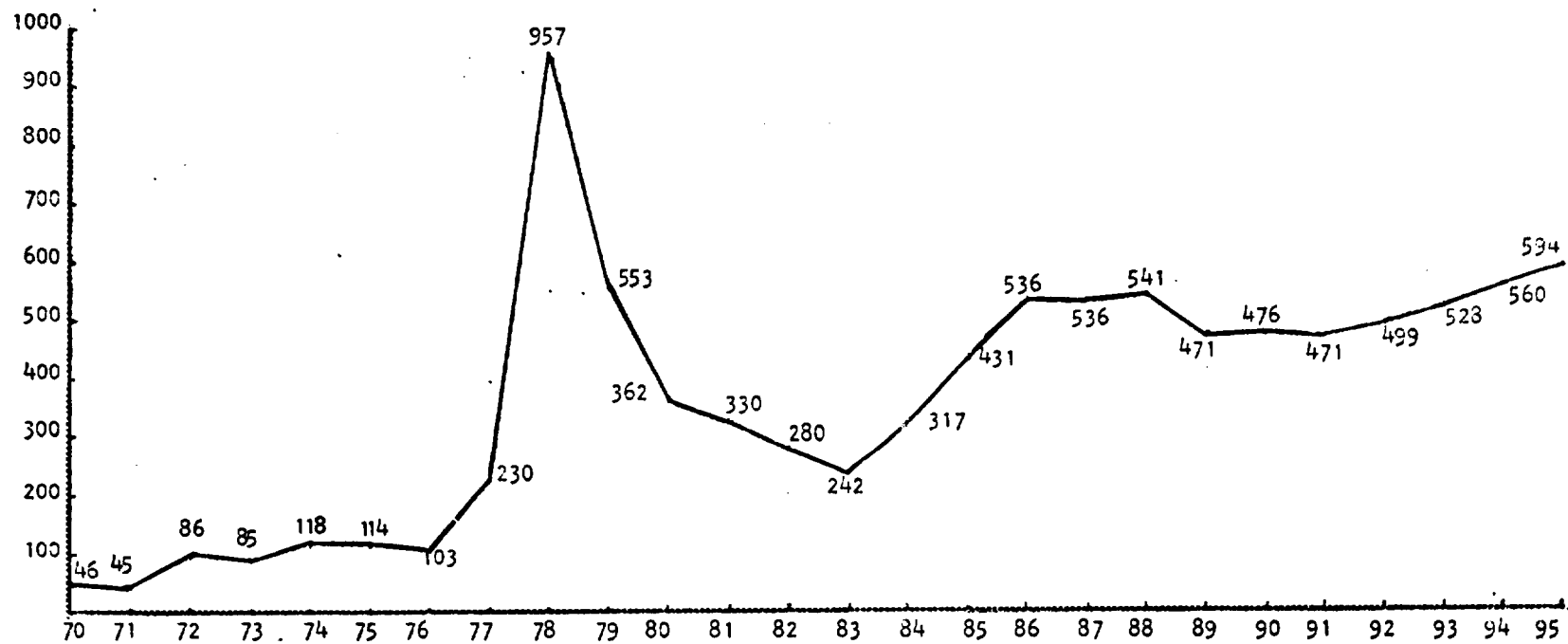
Con base en lo anterior, se consideró razonable adicionar a la

proyección de la demanda nacional las cantidades destinadas a -  
exportación que se muestran en el Cuadro 2.6.2.

La evolución de la demanda de tubería de gran diámetro, incluyendo  
la demanda externa, se muestra en la gráfica 2.6.A.

GRAFICA 2.6.A.

EVOLUCION DE LA DEMANDA DE TUBERIA DE GRAN DIAMETRO



Cuadro 2.6.1

Importaciones de E.U.A. y Latinoamérica de Tubería de Grandes Diámetros

1975 - 1978

Miles de Toneladas

Región/Año	1975	1976	1977	1978	Promedio Anual
E.U.A.	264	236	198	265	240
América Látina	106	51	142	119	104
Total.-	370	287	340	384	344

FUENTE: Japan Iron & Steel Federation

CUADRO 2.6.2.

VOLUMENES POSIBLES DE EXPORTACION DE TUBERIA DE GRAN DIAMETRO\*

AÑO	EXPORTACION DE TUBERIA (Miles de Toneladas)
1979	-
1980	-
1981	-
1982	20
1983	40
1984	45
1985	45
1986	50
1987	50
1988	55
1989	55
1990	60
1991	50
1992	50
1993	50
1994	50
1995	50

FUENTE: Estimación hecha por el Grupo de Estudio de Demanda,  
Proyecto Conjunto de Tubería de Gran Diámetro.

## 2.7

### CUADROS DE PRECIOS.

Los precios de los tubos de acero con costura, igual que los de otros bienes de capital, están determinados por diversos factores; en el caso particular de la tubería con costura, los factores determinantes son:

- Grado de aleación de la materia prima.
- Diámetro.
- Espesor de pared.
- Lugar de origen.

Por otro lado, debe tomarse en cuenta que los precios están sujetos a las condiciones del mercado. Por lo tanto, para los fines de este estudio, sólo se muestran los precios de algunos tamaños de tubos.

#### 2.7.1 Precios de los Productos Importados.

En el Cuadro 2.7.1, se muestran los precios F.O.B. aproximados de algunos productos de importación entregados en puerto nacional.

#### 2.7.2 Precio de Venta puesto en Fábrica de los Productos de Origen Nacional.

En el Cuadro 2.7.2, se muestran los precios aproximados de fábrica de algunos productos de origen nacional basados en un precio de \$ 14 545.00 por tonelada.

Cuadro 2.7.1

Precios de Adquisición de Productos de Importación

Diámetro (Pulg)	Espesor (Pulg)	Precio en Puerto Nacional (\$/m)
20	0.250	1256
24	0.375	2255
30	0.375	2828
32	0.500	4009
40	0.625	6264
42	0.750	7874
48	1.000	11963

FUENTE: Información de proveedores.



Cuadro 2.7.2

Precios de Adquisición de Productos de Origen Nacional

Diametro (Pulg)	Espesor (Pulg)	Precio L.A.B. en planta ( \$/m)
20	0.250	1127
24	0.375	2022
30	0.375	2535
32	0.500	3594
40	0.625	5616
42	0.750	7060
48	1.000	10725

FUENTE: Información de proveedores.

3.

## MATERIAS PRIMAS

### 3.1 CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES

La materia prima utilizada para producir tubería con costura por cualquiera de los métodos utilizados es la placa de acero

La placa de acero se puede suministrar en diferentes materiales, dimensiones y espesores de acuerdo a la aplicación de la tubería. Las dimensiones de la placa dependerán del diámetro de la tubería como podemos ver en los ejemplos mostrados en el Cuadro 3.1.1.

En el Cuadro 3.1.2 aparece la composición química de los principales materiales y grados de las placas de acero que se utilizan. Puede apreciarse que los aceros de mayor grado tienen un mayor contenido de Manganeso y Cobalto, así como de Vanadio y Titanio en algunos casos.

El efecto que producen estos elementos, es aumentar el esfuerzo de fluencia, lo que significa a su vez que se requiere una fuerza mayor para deformar la placa y pueden resistir mayor presión de operación.

Actualmente el mayor grado que se fabrica en México es API 5LX-52, por lo que para producir tubería de grado mayores necesario recurrir a la importación. Además se requiere mayor potencia del equipo para poder rolar la placa.

Debido a la tendencia de la industria petrolera a utilizar líneas de transporte de hidrocarburos de alta presión, se considera que sería muy conveniente contar con placa de acero de alto grado de fabricación para proveer la materia prima necesaria.

CUADRO 3.1.1

Dimensiones de la Placa de Acero para la Fabricación  
de algunos diámetros de tubería.

Diámetro del tubo (Pulg )	Dimensiones de la placa	
	( Pulg )	( m )
20	64 x 120	1.63 x 3.05
	64 x 180	1.63 x 4.57
	64 x 240	1.63 x 5.10
22	70 x 216	1.78 x 5.49
	70 x 480	1.78 x 6.10
	70 x 480	1.78 x 12.19
24	76 x 240	1.93 x 6.10
	76 x 360	1.93 x 9.14
	76 x 480	1.93 x 12.19

CUADRO 3.1.2

Composición Química de Diferentes Grados de Aceros Usados Para  
Fabricación de Tubería

COMPOSICION QUIMICA (%)

Especificación	Grado	C Max.	Mn Max.	P Max.	S Max.	Otros
API 5L	A	0.21	0.90	0.04	0.05	
	B	0.26	1.15	0.04	0.05	
API 5LX	X42	0.28	1.25	0.04	0.05	Co. min. 0.005 V min. 0.02 Ti min.
	X46	0.28	1.25	0.04	0.05	
	X52	0.28	1.25	0.04	0.05	
	X56	0.26	1.35	0.04	0.05	
	X60	0.26	1.35	0.04	0.05	
	X65	0.26	1.40	0.04	0.05	
	X70	0.23	1.60	0.04	0.05	
AWA C201	B	-	-	0.04	0.05	Cu min. 0.20
	C	-	-	0.04	0.05	
	D	-	-	0.04	0.05	
AWA C202	A	-	1.25	0.04	0.05	
	B	-	1.25	0.11	0.05	
	X42	-	1.25	0.10	0.05	
ASTM A252	1	-	-	0.05	-	
	2	-	-	0.05	-	
	3	-	-	0.05	-	

### 3.2 PROCEDENCIAS GEOGRAFICAS

Existen en el país varias plantas productoras de laminados planos para la fabricación de tubería de acero con costura.

Su participación en el mercado nacional fué del 34.4% en 1978 de acuerdo con el " Estudio de Laminados Planos para Tubería Soldada y Aspectos del Mercado y Producción de Tubería Sin Costura " elaborado por la Dirección de Planeación Corporativa de SIDERMEX.

Los productos nacionales están localizados principalmente en los estados de Nuevo León y Coahuila. Si se lleva a cabo el proyecto de la segunda etapa de SICARTSA, la Ciudad de Lázaro Cárdenas, Michoacán, en la Costa del Pacífico, se convertirá en la principal fuente de placa de acero para la Planta en estudio.

Las importaciones provienen principalmente de Japón: Nipon Steel y Sumitomo e Italia: Italsider.

Los principales proveedores nacionales de materia prima para la fabricación de tubería con costura son:

Altos Hornos de México, S. A.

Fundidora Monterrey, S. A.

y se espera contar en el futuro con placa de la Siderúrgica Lázaro Cárdenas-Las Truchas.

Por otro lado, los principales proveedores extranjeros son:

Proveedor	País
Marubeni Corp.	Japón
Mitsui Co., Ltd.	"
Sumitomo Shoji Kaisha, Ltd.	"
C. Itoh Co., Ltd.	"
Nichimen Co., Ltd.	"
Mitsubishi Corp.	"

En 1978, la importación de laminados planos para fabricación de tubería con costura fue de alrededor de 110,000 ton.

Esta cantidad estuvo constituida principalmente por placa de más de 120" de ancho que es la mayor medida de fabricación nacional y se utiliza para fabrica tubería de 36" de diámetro.

### 3.4

#### Precios de la Materia Prima en el País y en el Extranjero

En general las operaciones de Compra-Venta de materia prima extranjera se realizan directamente entre el fabricante o distribuidor extranjero y el fabricante nacional de tubería y en algunos casos el destinatario final.

Los precios de la placa de acero al carbón en el extranjero varían en función de varios factores, tales como; el grado del material, el ancho de placa y principalmente de la cantidad comprada.

Puede considerarse que el precio L.A.B. fábrica productora oscila entre 7000 \$/ton y 11000 \$/ton.

En el país, el precio de la placa de acero, también se ve afectado por los factores mencionados. En general, el precio L.A.B. fábrica oscila entre 7 900 \$/ton y 8 600 \$/ton.



4.

#### TAMAÑO DE LA PLANTA Y LOCALIZACION.

##### 4.1 DEMANDA NACIONAL NO SATISFECHA Y DEMANDA EXTERNA ESTIMADA.

La estimación de la demanda muestra que existen ciertos períodos en los cuales puede esperarse aumentos considerables llegando a valores pico y otros en los cuales la demanda puede bajar a niveles inferiores a esos picos. Es un hecho conocido que la demanda de tubos de grandes diámetros tiene un comportamiento de este tipo.

Sin embargo en un país como México, en el que se espera un desarrollo industrial acelerado, es de esperarse que esos "picos" sean cada vez más altos, es decir, que sean adicionales a una tendencia ascendente. Por lo tanto, no debe parecer extraño que la demanda nacional no satisfecha prevista para 1990 sea inferior a la prevista para 1988.

Por otro lado se cree conveniente aprovechar la existencia de un mercado externo cercano y que como se ha visto asciende a 350 000 toneladas anuales.

La demanda total proyectada, incluyendo las exportaciones posibles asciende a 476 000 toneladas en 1990 y a 594 000 toneladas en 1995, como puede apreciarse en el Cuadro 4.1.1., por lo que la demanda total no satisfecha se estima como se muestra en el Cuadro 4.1.2.

Cuadro 4.1.1

PROYECCION DE LA DEMANDA TOTAL DE TUBERIA DE GRAN DIAMETRO CON COSTURA  
( Miles de Toneladas )

AÑO	Demanda interna (sin troncales)1	Proyectos grandes (troncales)2	Demanda externa 3	Total
1979	553	-	-	553
1980	362	-	-	362
1981	330	-	-	330
1982	260	-	20	280
1983	202	-	40	242
1984	202	70	45	317
1985	316	70	45	431
1986	316	170	50	536
1987	316	170	50	536
1988	316	170	55	541
1989	316	100	55	471
1990	316	100	60	476
1991	341	80	50	471
1992	369	80	50	499
1993	398	80	50	528
1994	430	80	50	560
1995	464	80	50	594

Referencias: 1: Ver inciso 2.3.3  
2: Cuadro 2.3.2  
3: Cuadro 2.6.2

CUADRO 4.1.2.

ESTIMACION DE LA DEMANDA TOTAL NO SATISFECHA

AÑO	OFERTA NACIONAL	DEMANDA TOTAL	DEMANDA TOTAL NO SATISFECHA
1979	180	553	373
1980	210	362	152
1981	240	330	90
1982	240	280	40
1983	240	242	2
1984	240	317	77
1985	240	431	191
1986	240	536	296
1987	240	536	296
1988	240	541	301
1989	240	471	231
1990	240	476	236
1991	240	471	231
1992	240	499	259
1993	240	528	288
1994	240	560	320
1995	240	594	354

Referencias: Cuadros 2.5.1 y 4.1.1.

#### 4.2

#### TAMAÑO ECONOMICO MINIMO DE ACUERDO A OTRAS EXPERIENCIAS

La información disponible de tamaños de planta existentes en el país no constituye una base sólida para determinar el tamaño económico mínimo de una nueva planta. Sin embargo se tiene conocimiento de la existencia de plantas que fabrican tubería con costura de gran diámetro mediante el proceso UOE y la mayoría tienen una producción anual de 240 000 toneladas o mayor. Por otro lado existen plantas como la de IPSCO, en Canadá cuya capacidad se estima en 180 000 toneladas anuales.

Por lo tanto puede considerarse deseable que la planta propuesta tenga una capacidad de producción mínima de 200 000 toneladas anuales si se utiliza el proceso de fabricación UOE.

#### 4.3 TAMAÑO DE LA PLANTA ELEGIDA

La elección del tamaño de planta se hizo primordialmente a partir de la estimación de la demanda nacional no satisfecha y las posibilidades de exportación, bajo las consideraciones siguientes:

- a) La experiencia de otros casos permite suponer que la producción en el primer año de operación no será mayor de 30 000 toneladas.
- b) La capacidad de la planta aumentará paulatinamente debido a incrementos de eficiencia, adición de turnos de trabajo y de líneas de soldadura
- c) Si la planta inicia su operación en los primeros años de la década 1980-1990 coincidirá con el inicio de un período de ascenso de la demanda total.
- d) En vista de la situación actual de la oferta nacional, una planta que inicie operaciones en los próximos años tendrá la ventaja de poder lanzar sus productos para cubrir la demanda no satisfecha en su totalidad.

Se propone una capacidad de producción que evolucionará hasta llegar a 250,000 ton/año en el cuarto año de operación y superar las 300 000-ton/año en la fase final.

Previendo que el crecimiento real de la demanda nacional supere el estimado y la posibilidad de que las ventas de exportación lleguen a ser mayores se propone que la planta cuente con áreas para expansiones futuras. Si, por ejemplo, se instalara una línea de soldadura adicional

se lograría un aumento en la productividad de aproximadamente 5 piezas / hora, lo que en el caso de la planta propuesta significaría un crecimiento de 20% - en la capacidad de producción.

#### 4.4.1 Proveniencia Geográfica de la Materia Prima.

El principal productor de placa para tubería de grandes diámetros es, actualmente, Altos Hornos de México, S.A., cuya planta, ubicada en Monclova, Coah., produce aproximadamente 960 000 ton/año. Dicha empresa produce placa hasta de 120" de ancho ( que se utiliza para fabricar tubería de 36" de diámetro), mientras que el otro gran fabricante de placa, Fundidora Monterrey solo produce de 80" de ancho y menores.

Para fabricar tubería de diámetro mayor de 36" se requiere importar la placa. Sin embargo, existe el proyecto de la segunda etapa de la Siderúrgica Lázaro Cárdenas, que podrá suministrar la placa necesaria para abastecer a la planta, para que esta produzca tubería hasta de 48" de diámetro con placa de fabricación nacional, con los materiales y en los espesores requeridos.

4.4.2 Distribución Geográfica del Consumo.- El principal consumidor de este tipo de tubería es Petróleos Mexicanos, cuyas necesidades de transporte se localizan en toda la República, siendo las principales zonas donde lo requiere; Sureste de la República y Costa del Golfo.

#### 4.4.3 Condicionantes Externos.

El principal condicionante externo es la cercanía de un puerto nacional para facilitar el manejo tanto de materia prima como de productos terminados, por lo que los principales puertos que se consideran

son: Tampico y Coatzacoalcos en el Golfo y Lázaro Cárdenas y Salina Cruz en el Pacífico.

Todas estas zonas están clasificadas como de prioridad para el desarrollo portuario industrial clasificación IA y son los que gozan de mayores incentivos en el país.

#### 4.4.4 Localización

Se considera que si se lleva a cabo la segunda etapa de SICARTSA el lugar mas conveniente para la instalación de la nueva planta es Lázaro Cárdenas, ya que su cercanía con la fuente de materia-prima sería determinante sobre los otros lugares posibles.



5.

## PROCESO DE PRODUCCION

### 5.1 DESCRIPCION DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE PRODUCCION.

En la actualidad los 3 métodos mundialmente reconocidos como los mas viables para fabricar tubería con costura de gran diámetro, a escala industrial, son los siguientes.

- A. Método UOE .
- B. Método de rolado continuo
- C. Método de formación en espiral

Aunque existen otros métodos para la fabricación del tipo de tubería considerado, tales como el Pont-a-Mousson y el de roladora de 3 rodillos, se considera que no son propios para la producción industrial. Por lo tanto solo se discuten los tres procesos mencionados anteriormente.

A. Método UOE ( Fig. 5.1.1 ). Este procedimiento consta, a grandes rasgos, de los siguientes pasos:

- 1.- Corte de orillas.- La placa de acero se fija con sujetadores magnéticos y se cortan los bordes.
- 2.- Doblado de orillas ( alabeo ) En este paso se les da a los bordes de la placa la curvatura necesaria para la costura longitudinal del tubo.
- 3.- Prensado "U".- La placa es doblada en una prensa hidráulica que le da la forma de "U".
- 4.- Prensado "O".- En esta prensa se le da a la placa una forma de "O" es decir, el perfil de la lámina se vuelve circular.

5.- Soldadura Preliminar ( Tack Welding). Después de limpiarse del polvo y las rebabas en el interior y el exterior de la placa formada en "O" mediante agua a presión ( a 25 Kg/cm<sup>2</sup> ), se seca el tubo para aplicarle la soldadura preliminar. Esta se lleva a cabo mediante una máquina soldadora de CO<sub>2</sub> que cuenta con un seguidor automático. En esta etapa se sueldan, con otra máquina de CO<sub>2</sub>, dos lengüetas sujetadoras una en cada extremo del tubo, que sirven para evitar posibles problemas en la soldadura de arco.

6.- Soldadura Interna.- Una vez que se han careado los extremos de la placa en "O" se procede a soldarla en la parte interior, por medio de arco sumergido, el tubo no se mueve, y la máquina soldadora que puede tener dos o tres electrodos es la que se transporta a lo largo del tubo.

7.- Soldadura Externa.- En este paso el metal soldado en el paso 6 se funde y se mezcla con el metal fundido depositado por la soldadora externa; en este paso, el tubo es el que se mueve. Después de realizada la soldadura se remueven las lengüetas colocadas en los extremos.

8.- Expansión Mecánica.- El propósito de este proceso es el corregir excentricidades y desviaciones longitudinales causadas por las soldaduras interna y externa y agrandar los tubos para que se ajusten a los diámetros interno y externo especificados; la expansión se

realiza en dos etapas, una para cada mitad del tubo, por lo que los expansores se colocan opuestos. La expansión deberá ser máximo 2% del diámetro nominal, normalmente se acepta entre 0.5 y 1.5%

9.- Terminado de los Extremos.- Se maquinan los extremos de los tubos de acuerdo a la forma que solicite el comprador.

Pruebas.- Cada tramo de tubería es sometido a 2 pruebas ultrasónicas automáticas (AUT), la primera después de la soldadura externa y la segunda después de la prueba hidrostática. El propósito de las AUT es revisar la soldadura y el área adyacente a ella para determinar si es necesaria alguna reparación. También se realizan inspecciones visuales y de rayos X. En la prueba hidrostática se somete cada tramo a la presión interna especificada. Esta prueba se ejecuta después de la expansión mecánica.

El terminado de los extremos es revisado mediante una prueba de partículas magnéticas, con el fin de localizar defectos superficiales.

El proceso UOE se considera el más adecuado para la fabricación de tubería de diámetros mayores de 20", y en espesores hasta de más de 1.0".

B. Método de rolado continuo ( Fig. 5.1.2 ). Este proceso consta de los siguientes pasos:

1.- Corte de Orillas.- Se recortan las orillas de la placa como preparación para la soldadura eléctrica.

2.- Rolado Continuo.- En este paso, se da forma cilíndrica a la placa a través de varias etapas de rolado. El tren de rolado se compone, en general, de las siguientes secciones de rodillos:

- a) Rodillos de preformado
- b) Rodillos dobladores de orillas
- c) Rodillos formadores
- d) Rodillos extractores

3.- Soldadura Provisional (Tack Welding).- Inmediatamente después de ser formada la placa, la costura se suelda provisionalmente a todo lo largo con una soldadora de resistencia eléctrica de alta frecuencia.

4.- Soldadura Interna.- Se lleva a cabo mediante el proceso de arco sumergido. El tubo permanece fijo mientras la máquina soldadora avanza en el interior.

5.- Soldadura Externa.- Se hace también mediante arco-sumergido. La máquina soldadora es estacionaria y el tubo avanza durante el proceso.

6.- Expansión Hidráulica.- Los tubos se expanden para controlar las excentricidades y variaciones longitudinales.

7.- Terminado de los extremos.- Se maquinan los extremos de los tubos de acuerdo a la forma que solicite el comprador.

Por otro lado se efectúan, durante el proceso y después de él, pruebas de diferentes tipos como las descritas en el proceso UOE.

El proceso de rolado continuo es recomendable para la fabricación de

tubería de diámetros pequeños ( hasta  $6 \frac{5}{8}$ " ) y medianos ( hasta 20" ), en espesores hasta de 0.55".

C.- Método de formación en espiral ( Fig. 5.1.3 ).

Este proceso consiste en formar la tubería en espiral a partir de tiras de placa mediante un molino en el que se aplica directamente la soldadura de arco sumergido en el interior y en el exterior.

Posteriormente se cortan los tubos a la longitud deseada y se hace el terminado de los extremos.

Este proceso permite fabricar tubos de mayor longitud que los procesos UOE y de rolado continuo, y en diámetros que llegan hasta 100".

FIG. 5.1.1

PROCESO UOE

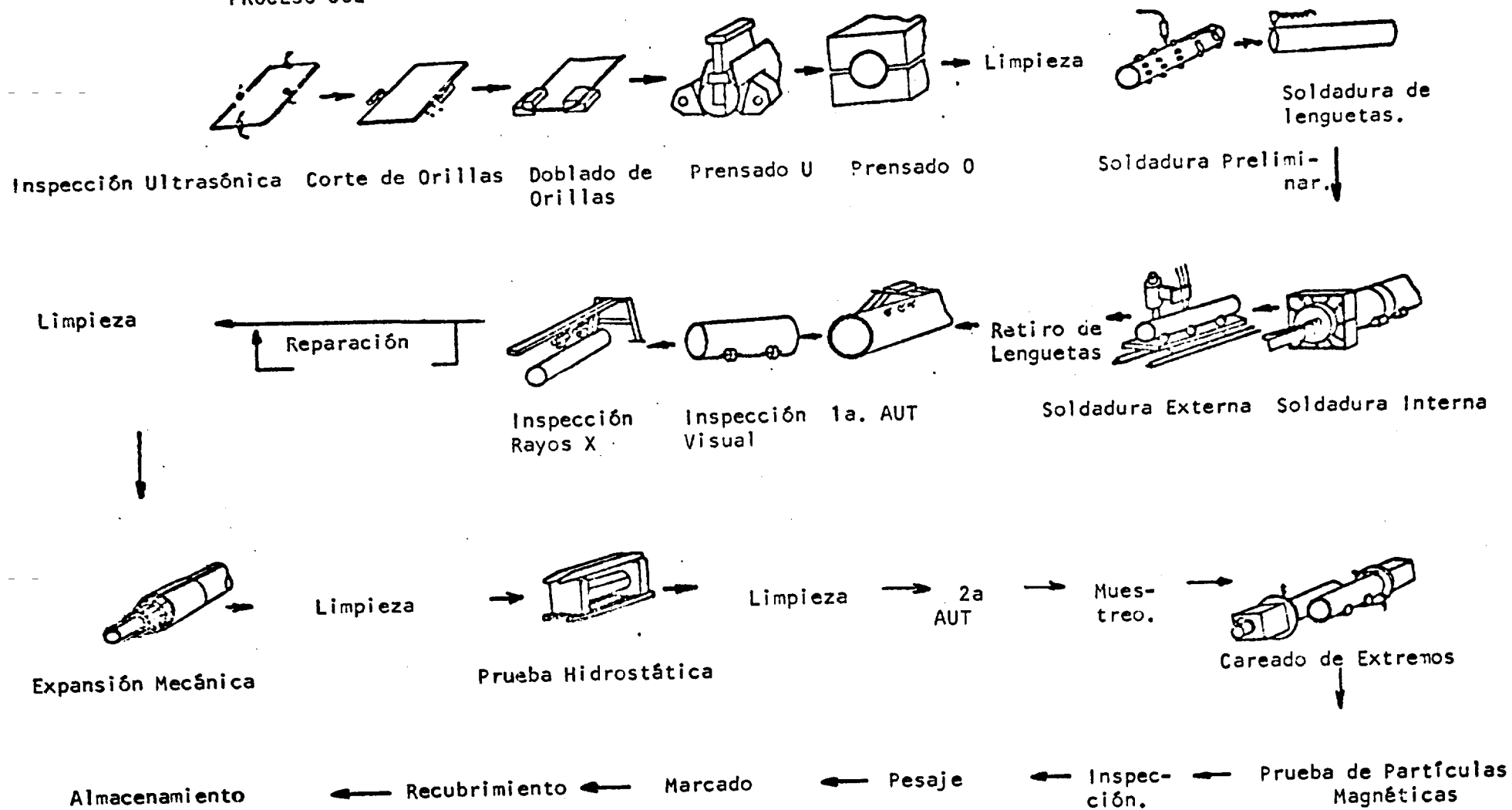


FIG. 5.1.2

PROCESO DE ROLADO CONTINUO

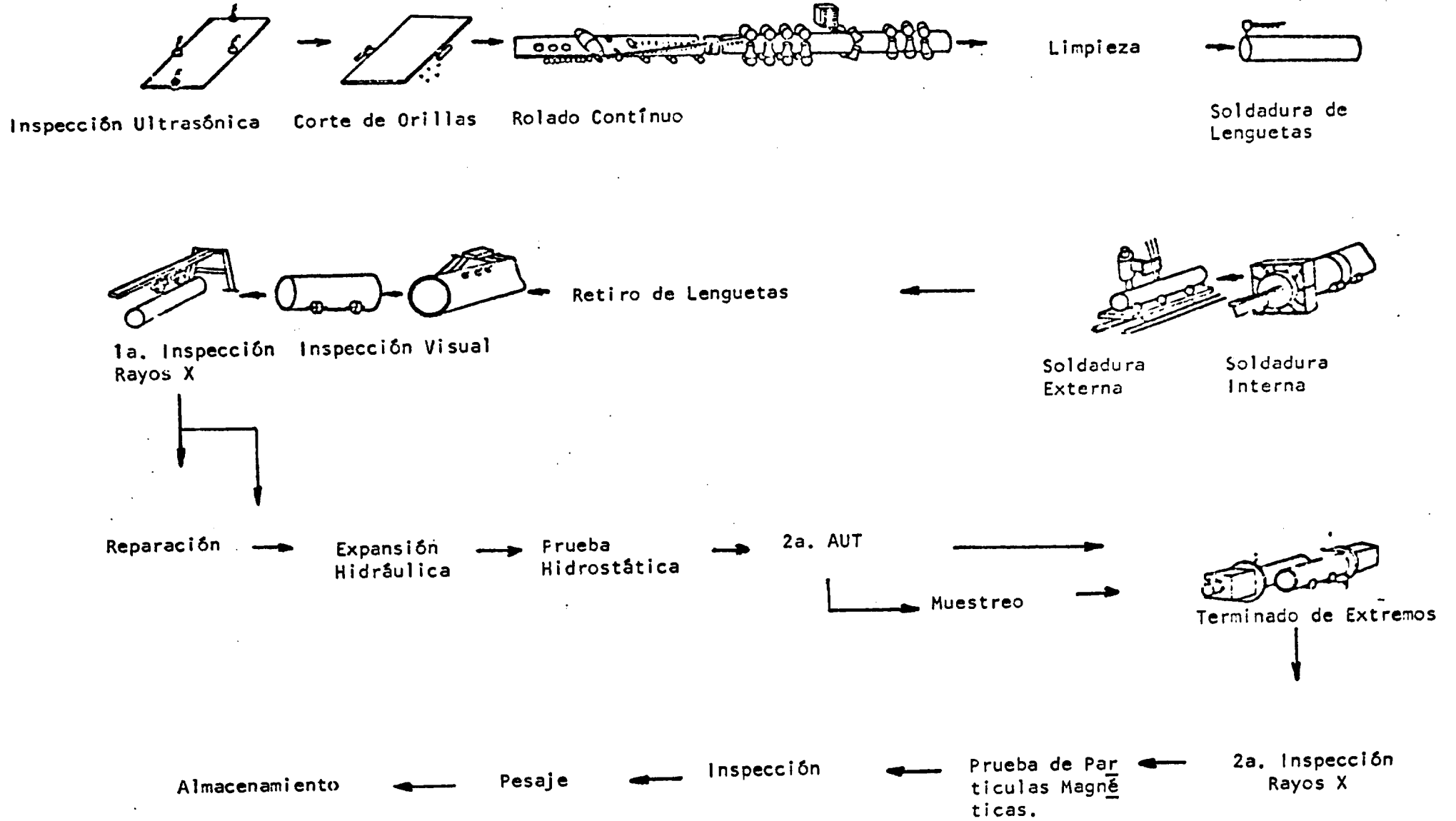
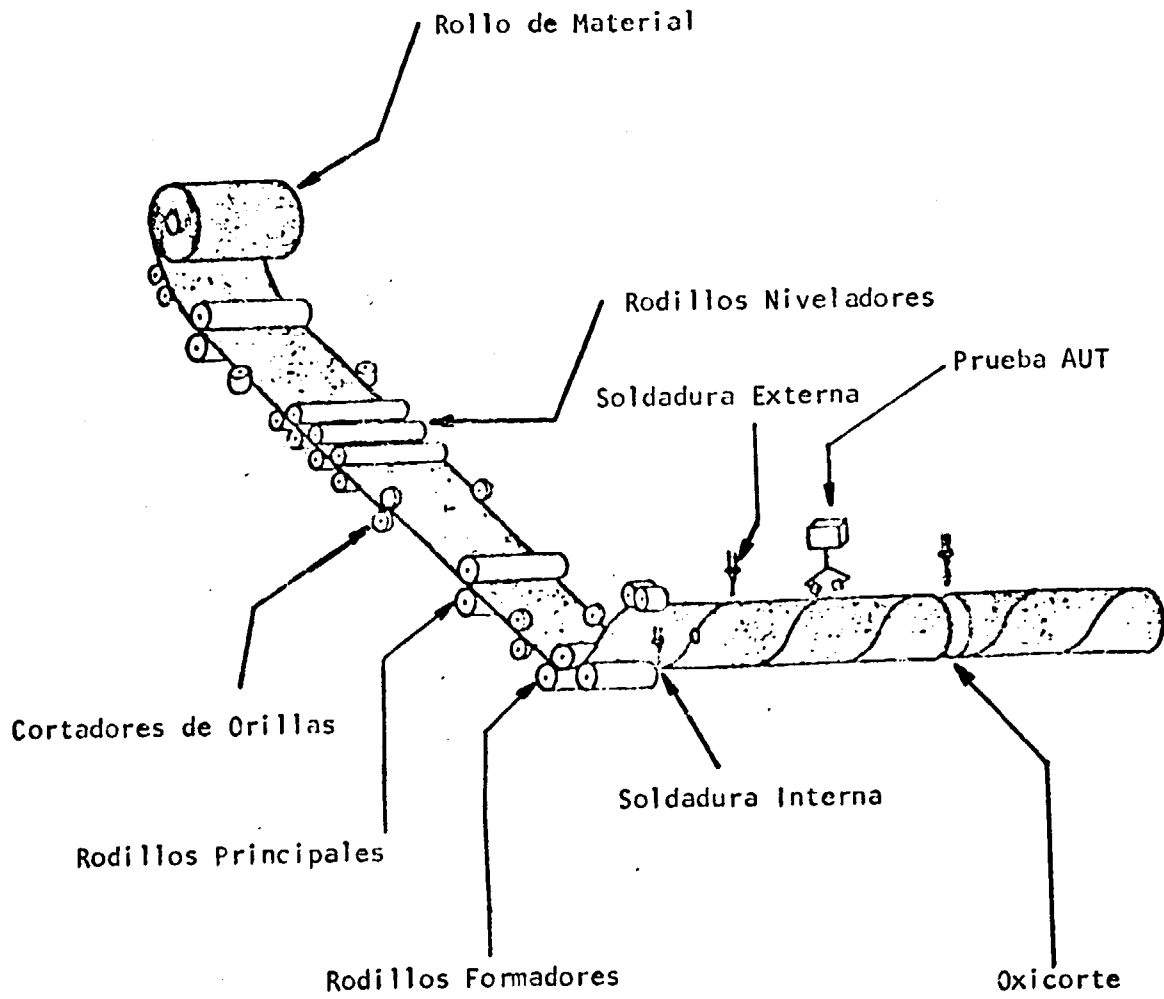


FIG. 5.1.3.

PROCESO DE FORMACION EN  
ESPIRAL.





5.2 Referencias Bibliográficas sobre Tecnologías y Producción

Plant Engineering Handbook

William Staniar

Mc. Graw-Hill Book Co.

Manufacturing Processes

Myron L. Begeman, B.H. Amstead

John Wiley and sons. Inc.

Estudios e Información de las Compañías

U.S. Steel (U.S.A., Sumitomo (Japón) y

Verson ( U.S.A. )

### 5.3

#### DESCRIPCION DEL PROCESO ESCOGIDO.

##### 5.3.1 DESCRIPCION Y JUSTIFICACION :

Con el objeto de seleccionar uno de los procesos descritos en el punto 5.1, se consideró conveniente seleccionar los siguientes factores:

1. Características de la demanda
2. Características de los productos
3. Capacidad de producción

1.- Características de la demanda.- Según el estudio de mercado, actualmente existe en la industria petrolera la tendencia a construir líneas de transporte de tubería de mayores diámetros y con presiones de operación altas. Esto indica que gran parte de la demanda nacional estará compuesta por tubos con las siguientes características:

- a) Gran diámetro
- b) Gran espesor de pared
- c) Alto grado de aleación

2.- Características de los Productos.- Además de las características de los procesos descritos en el punto 5.1 pueden hacerse notar los siguientes puntos importantes:

- a) El proceso de rolado continuo no es el mas apropiado para la producción de tubos de grandes diámetros

y grandes espesores de pared.

- b) Los tubos fabricados en espiral no gozan, actualmente, de buena aceptación en la industria petrolera nacional.
- c) El proceso de soldadura preliminar con atmosfera de CO<sub>2</sub> produce una costura de mayor calidad que el de resistencia eléctrica.

3.- Capacidad de Producción.- La mayor producción puede lograrse con el proceso UOE.

De los puntos anteriores se concluye que, de instalarse una planta de fabricación de tubos de grandes diámetros en nuestro país, el proceso de producción más adecuado será el proceso UOE.

En los puntos correspondientes al balance y especificaciones de los equipos se determinan las capacidades de los mismos.

En las figuras 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3 se presentan algunas características técnicas del proceso UOE, destacándose la comparación entre las máquinas soldadoras automáticas de 2 y 3 electrodos. Se sugiere la selección de máquinas de 3 electrodos debido a que pueden desarrollar mayor velocidad de soldadura, utilizándose menos líneas.

Fig. 5.3.1

Comparación de velocidades aproximadas de soldadura de arco sumergido con 2 y 3 electrodos.

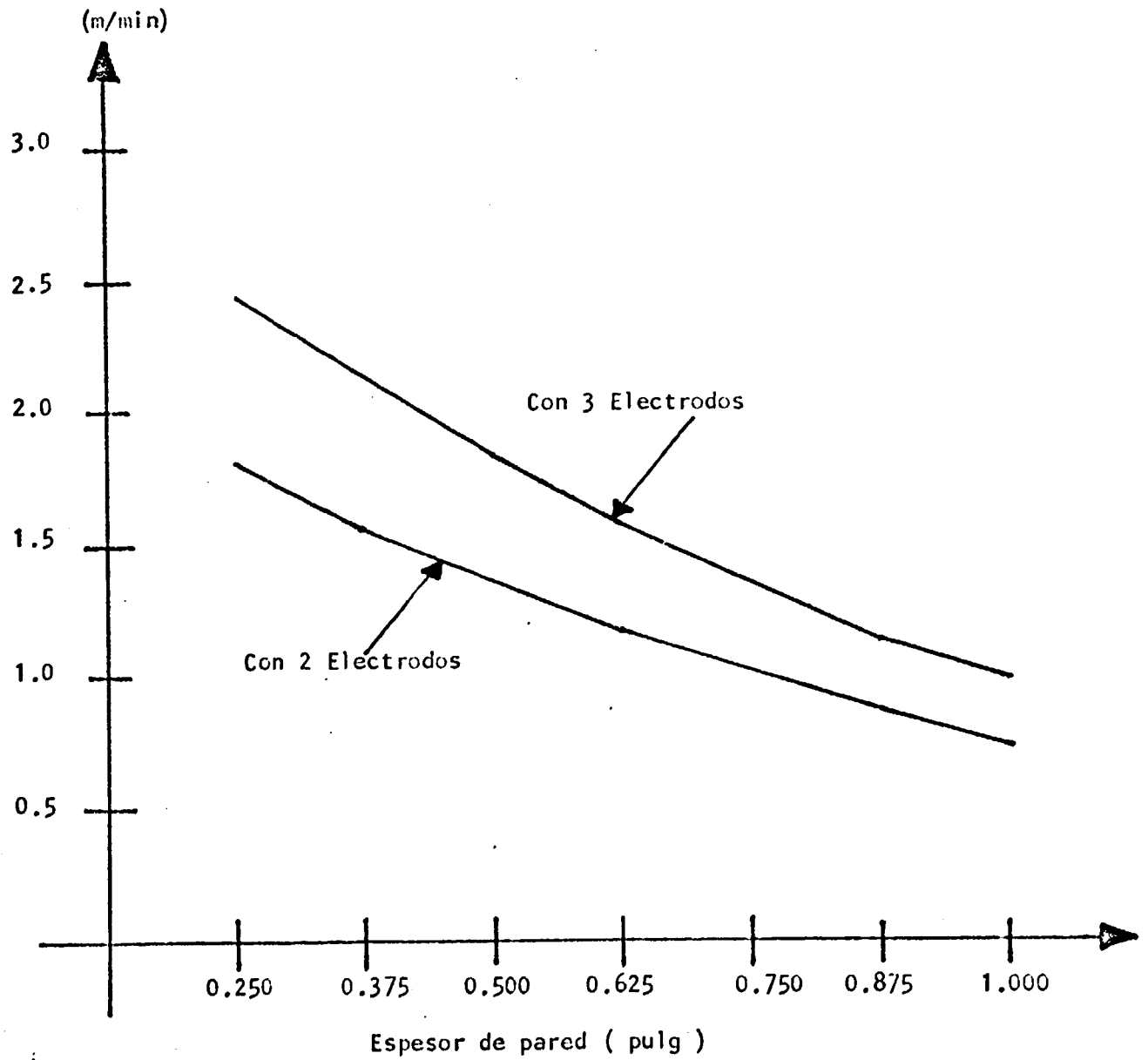


Fig. 5.3.2

Proceso de Soldadura de la Tubería con Costura

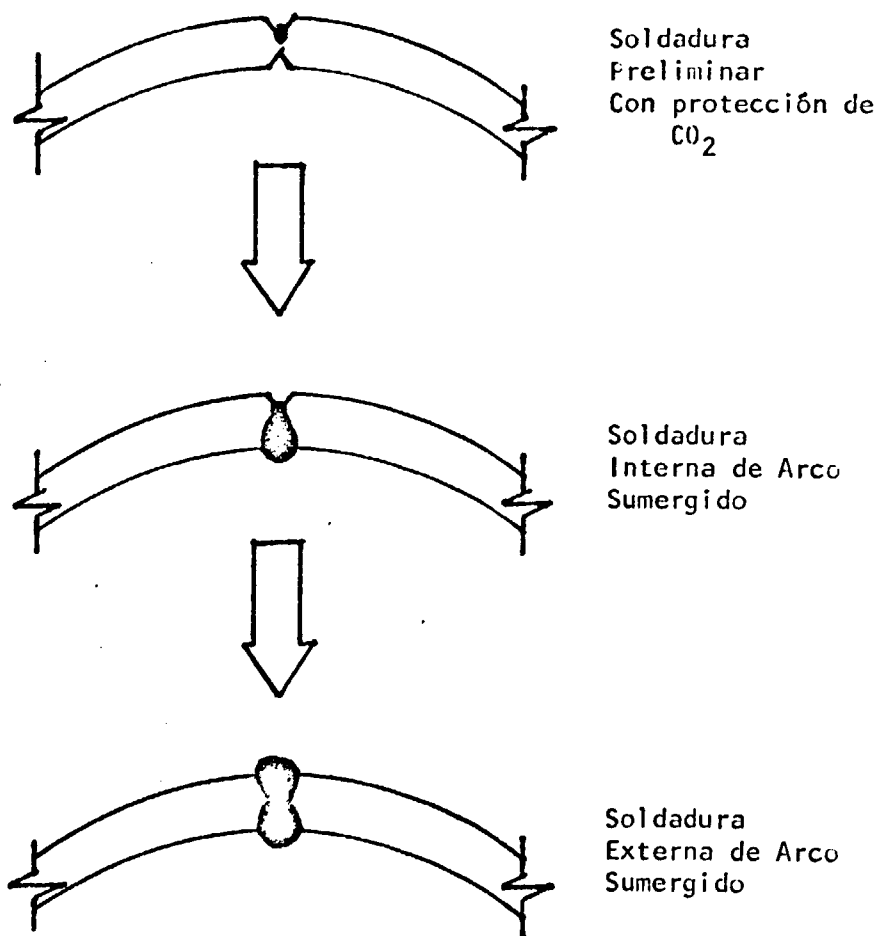
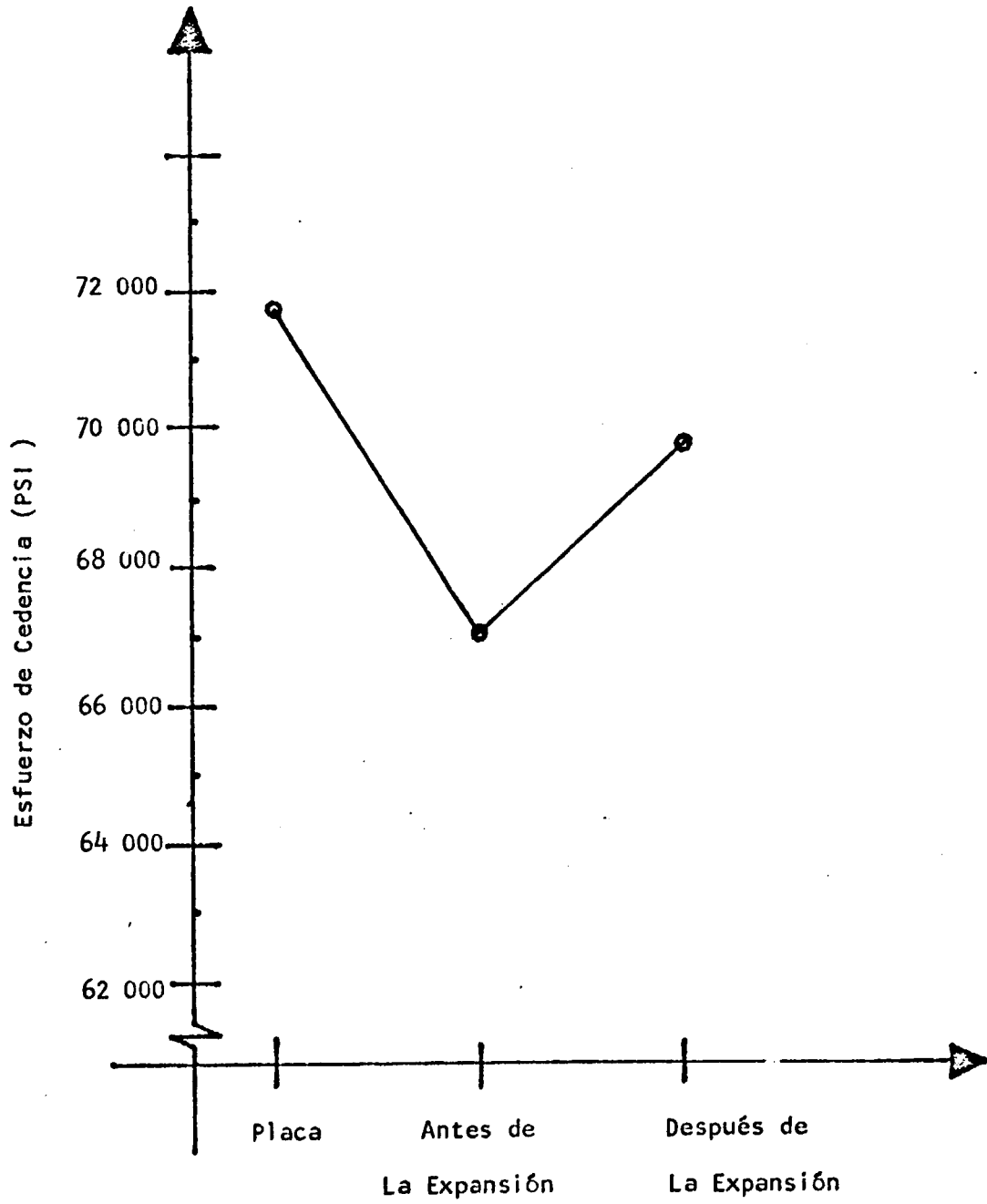


Fig. 5.3.3

Efecto del Proceso de Fabricación UOE en el esfuerzo de cedencia del acero\*



\* Grado x 70

## 5.3.2

## DIAGRAMA DE FLUJO

A continuación se muestra el diagrama de flujo del proceso UOE para la fabricación de tubos con costura.

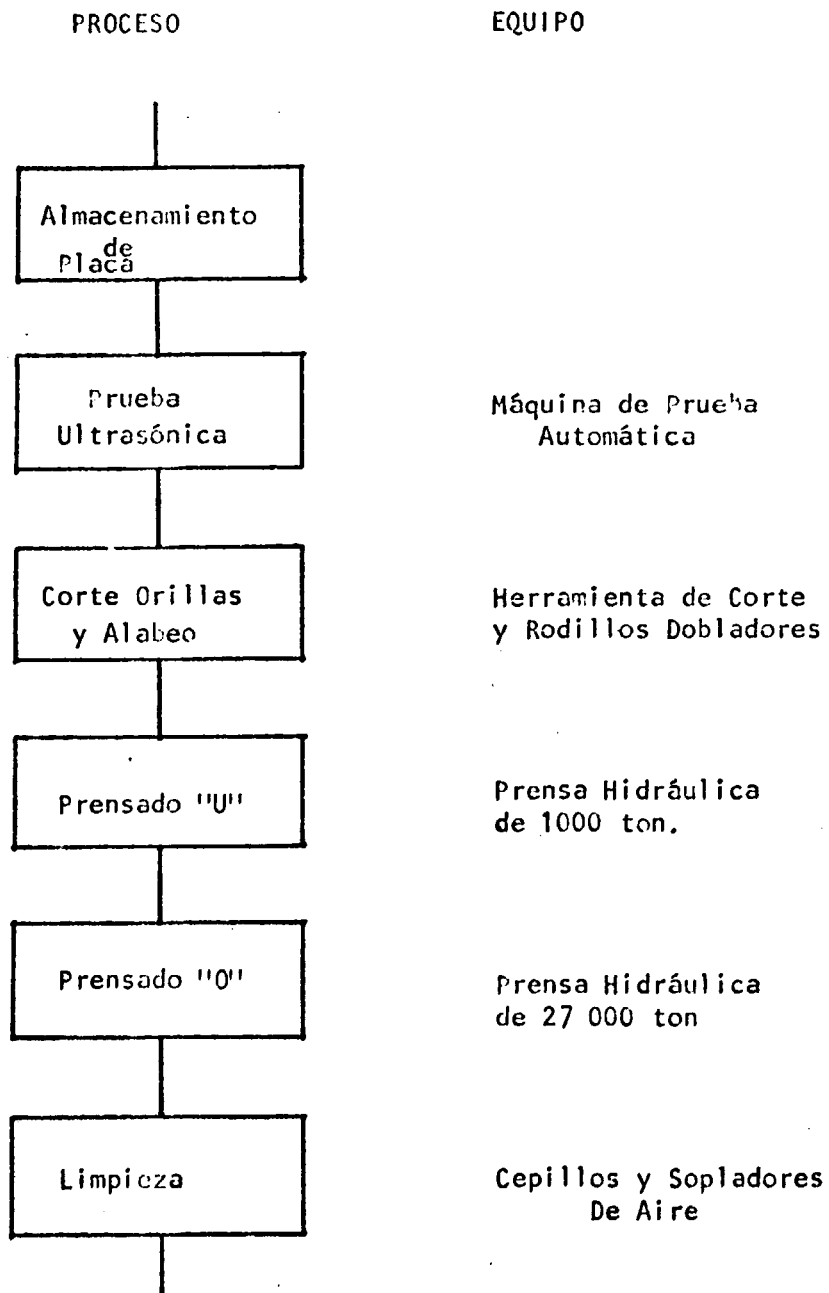


DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO UOE

Continuación

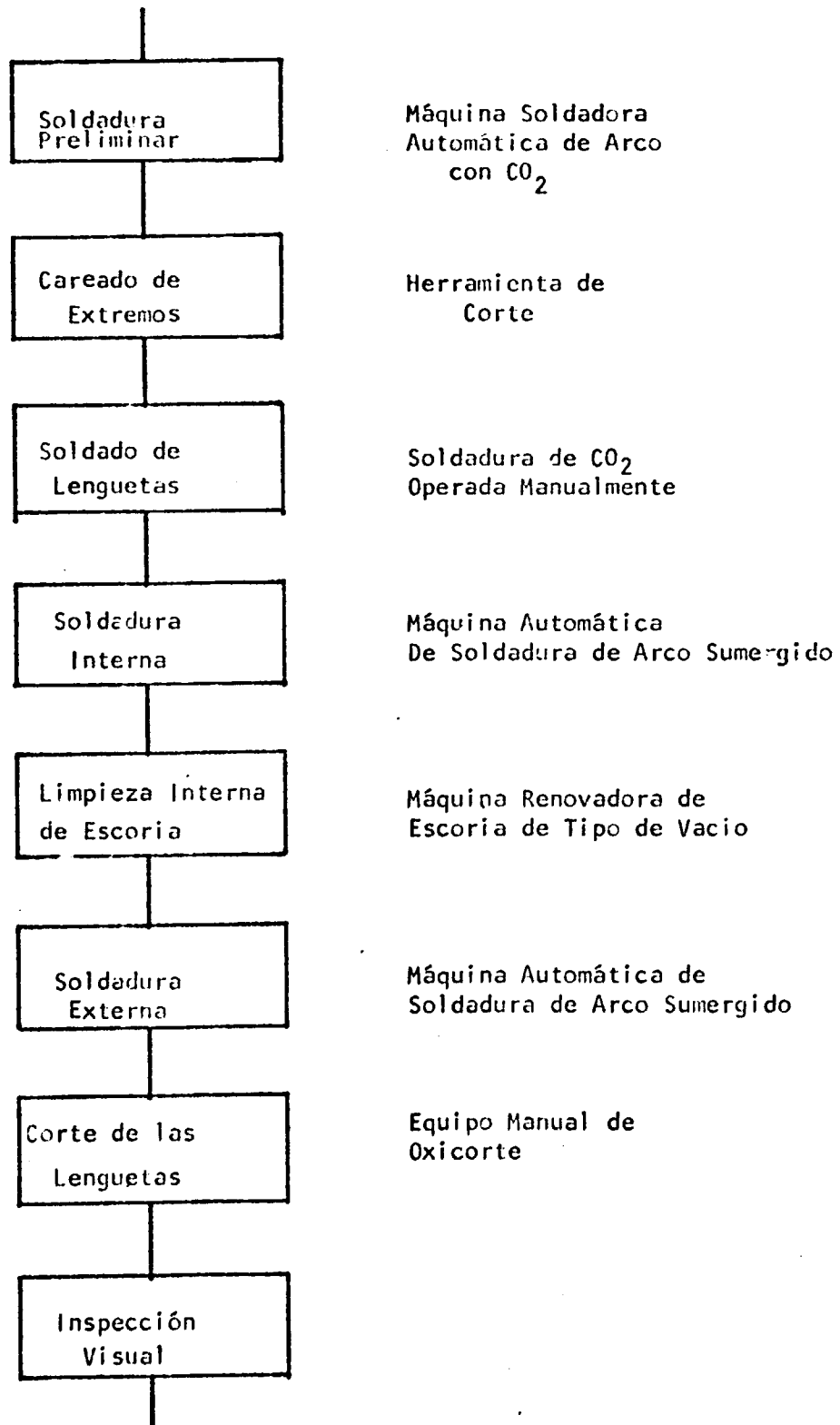




DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO UOE

Continuación

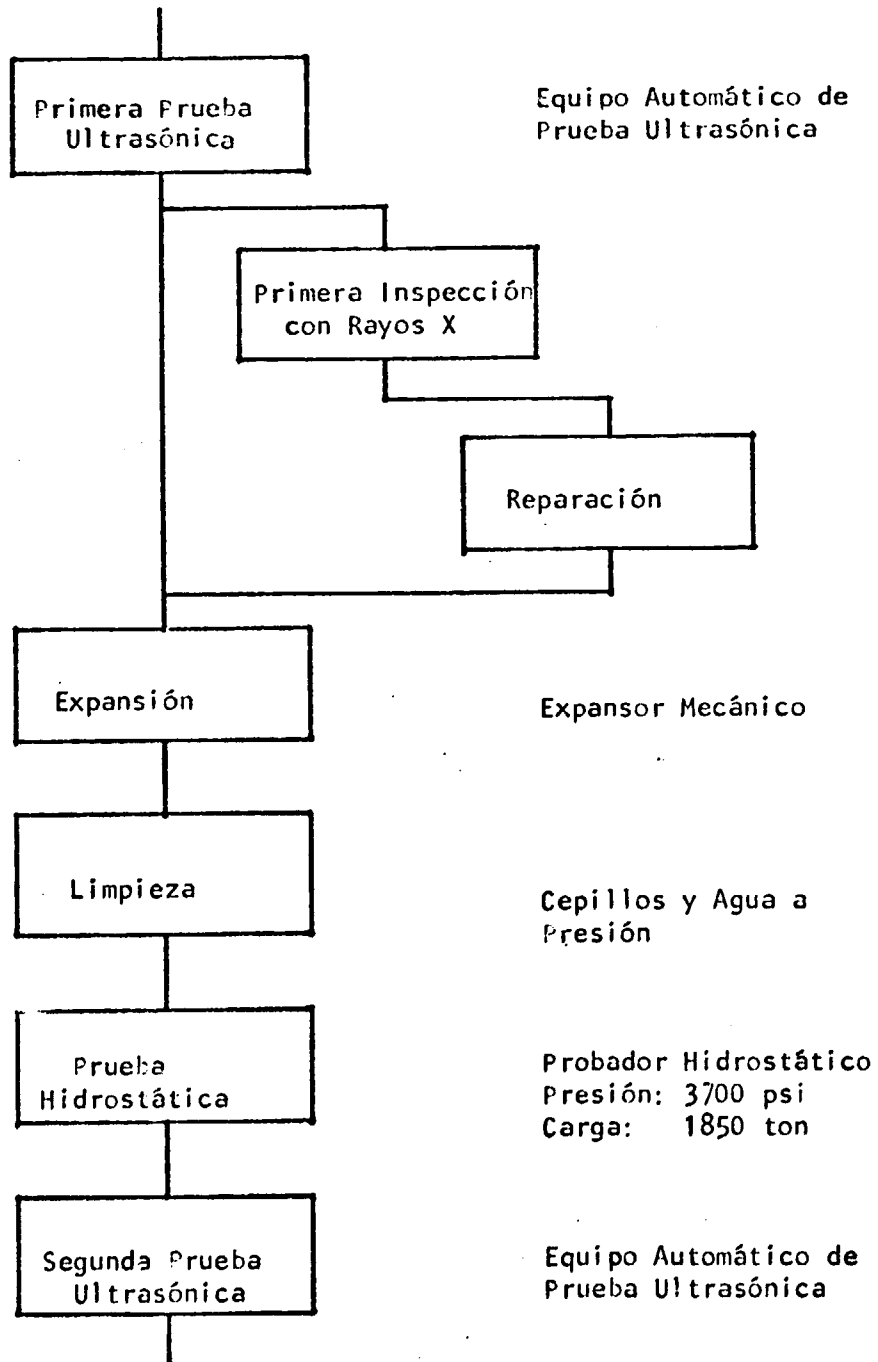
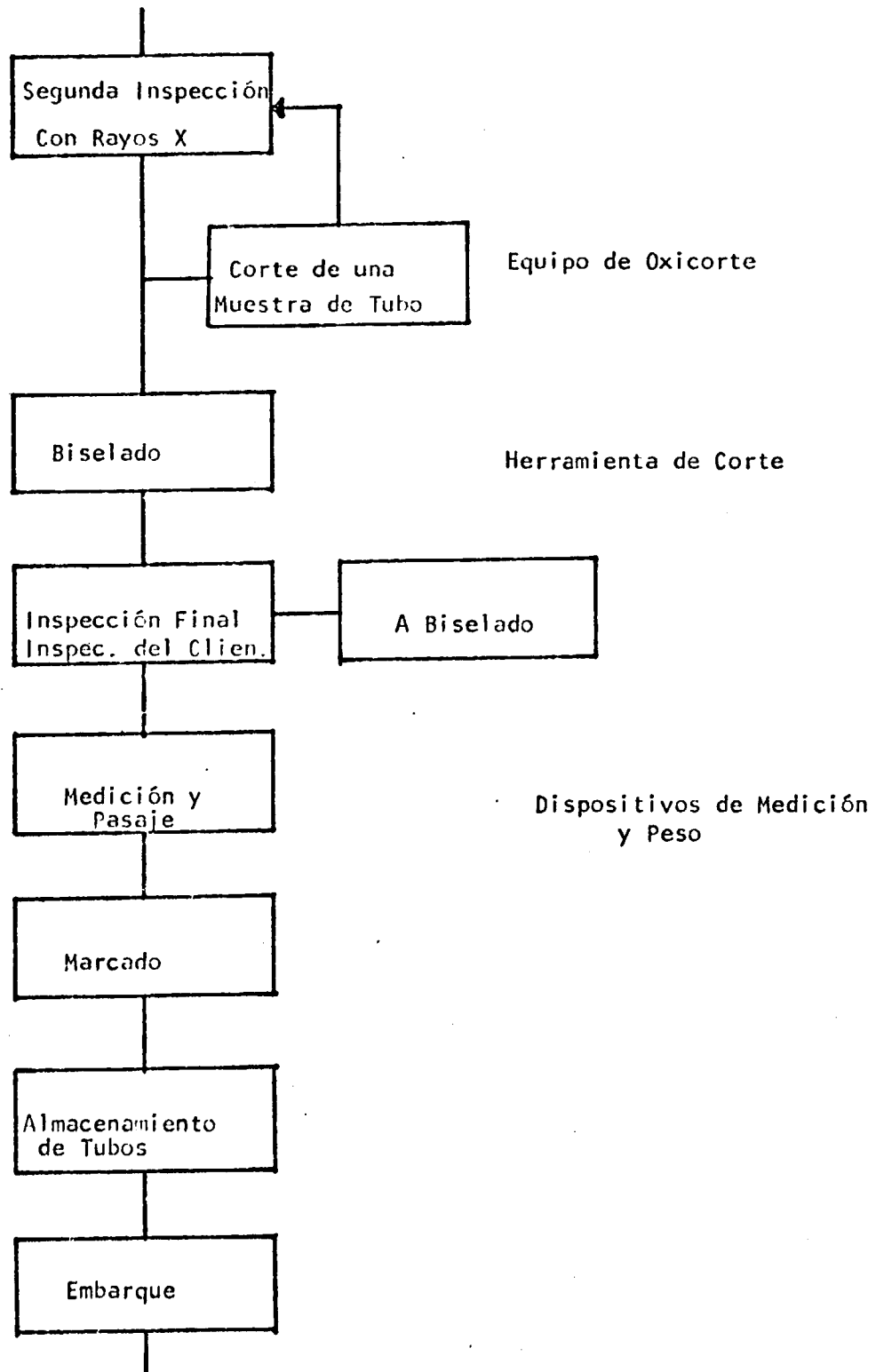


DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO UOE

Conclusión



## 5.3.3

## BALANCE DE EQUIPOS Y FLUJO DE MATERIALES.

Los tiempos de proceso que se presentan en este capítulo corresponden a las operaciones del proceso de fabricación UOE para tubos de las siguientes dimensiones estandar.

Diámetro nominal= 30 pulg (0.76 m )  
 Espesor de Pared= 0.5 pulg ( 0.0127m )  
 Longitud = 40 pies (12.19 m)  
 Peso unitario = 2.86 ton/pza

Grado X 65

En el Cuadro 5.3.4 se muestra como el tiempo limitante, de acuerdo con las dimensiones estándar se presenta en las líneas de soldadura. Por esta razón se considera conveniente utilizar máquinas soldadoras de 3-electrodos que, como puede apreciarse en la Fig. 5.3.1 desarrollan -- velocidades de soldadura mayores que las de 2 electrodos.

Para la estimación de la capacidad de la planta se consideraron jornadas de trabajo de 7.5 horas efectivas, trabajando 6 días por semana y 48 semanas al año.

La velocidad de soldadura ( en m/min. ) para máquinas de 3 electrodos puede calcularse mediante la siguiente expresión.

$$V_w = 3.32 - 0.103 t \quad \text{--- ec. (1)}$$

$t$  = espesor de la placa ( en mm. )

El número de tubos soldados en una hora será

$$Th = \frac{60 e V_w}{L} \quad \text{--- ec. (2)}$$

donde  $V_w$  = Velocidad de soldadura ( m/min )

$L$  = Longitud del tubo (m)

$e$  = Factor de eficiencia

El valor de  $e$  esta dado por

$$e = \frac{1}{1.034 + 6 \left( \frac{V_w}{L} \right)} \quad \text{--- ec. (3)}$$

Algunos valores de  $e$  calculados con la ecuación (3), para diferentes espesores de placa se dan a continuación

espesor ( t )	1/4 "	1/2 "	3/4 "	1"
e	0.42	0.49	0.59	0.72

Con las ecuaciones (1), (2) y (3) puede determinarse que con 5 líneas de soldadura se alcanza una producción de 24.25 piezas por hora.

El Cuadro 5.3.5 muestra la productividad calculada con dichas ecuaciones utilizando de 1 a 6 líneas de soldadura.

De acuerdo a experiencias de fabricantes se estimó que el factor de operación de la planta ( incluyendo cambios dimensionales ) puede evolucionar de 58% en el segundo año de operación a 75% en su fase final.

El Cuadro 5.3.6 muestra la posible evolución de la capacidad de producción ( de tubos de dimensiones estandar ) de la planta propuesta. Debe tomarse esta capacidad como referencia únicamente puesto que se estimó en ton/año y el tonelaje puede variar en función de la mezcla de diámetros que se produzca.

Fig. 5.3.4

TIEMPOS APROXIMADOS DE LAS OPERACIONES DEL  
PROCESO UOE PARA PIEZAS ESTANDAR\*\*

OPERACION	TIEMPO ( MIN )
U-0	3.44
Soldadura Preliminar	1.20
Soldadura de Arco sumergido ( interna + externa)	6.06
Prueba Ultrasónica Automática ( 1a )	1.00
Rayos X	2.00
Expansión	0.25
Prueba Hidrostática	3.00
Prueba Ultrasónica Automática ( 2a )	1.00
Rayos X	2.00

\* No se incluyen tiempos de transporte. La tabla solo da una idea comparativa de los tiempos en las diferentes etapas del proceso.

Cuadro 5.3.5

PRODUCTIVIDAD DE LA OPERACION DE SOLDADURA PARA TUBOS  
DE DIMENSIONES ESTANDAR

No.de Líneas	Productividad para diferentes espesores de placa ( Piezas por hora )			
	1/4"	1/2"	3/4"	1"
1	5.51	4.85	3.94	2.48
2	11.02	9.70	7.88	4.96
3	16.53	14.55	11.82	7.44
4	22.04	19.40	15.76	9.92
5	27.55	24.25	19.70	12.40
6	33.06	29.10	28.64	14.88

Referencia: Inciso 5.3.3

## Cuadro 5.3.6

## EVOLUCION DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION

( Líneas x Turnos )	( 3x1 )	(3x2)	( 4x3 )	(5x3 )
Año	2	3	4	Final
Factor de operación exceptuando cambios dimensionales	63%	75%	80%	80%
Factor de Operación neto	58%	68%	72%	75%
Horas de Operación brutas por mes	180	360	540	540
Horas de Operación netos por mes	104	245	389	405
Productividad= piezas por hora	15	15	19	24
Ton/ hora	43	43	54	68
Producción Mensual ( ton )	4472	10535	21000	27500

Referencia: Inciso 5.3.3

#### 5.3.4

#### Lay - Out y dimensiones generales de superficies.

El Lay Out que se presenta en la Fig. 5.3.7 fué diseñado tomando en cuenta la experiencia de algunos fabricantes - nacionales y extranjeros, y ciertas características particulares del proceso UOE, como son las siguientes:

- a) La fabricación del tipo de tubería considerado requiere de un solo componente básico, que es la placa de acero.
- b) El proceso de fabricación es completamente secuencial ; no se llevan a cabo subensambles en paralelo que se incorporen sucesivamente a la rama principal del proceso.
- c) Las dos características anteriores permiten colocar los - equipos uno después de otro lográndose un flujo sin cruza - mientos.
- d) El proceso requiere del manejo de materiales pesados.

El area de producción, está compuesta de 3 naves y un área - para ampliación. En general, la primera nave comprende las - áreas de recepción de materia prima y prensados.

La segunda nave comprende principalmente las áreas de soldadu - ra. Por último, la tercera nave está compuesta por las areas de pruebas y de inspección final. El siguiente paso, después de la inspección es el almacenamiento del producto terminado - en el patio de almacenamiento.



Fig. 5.3.7

Lay Out del Area de Producción

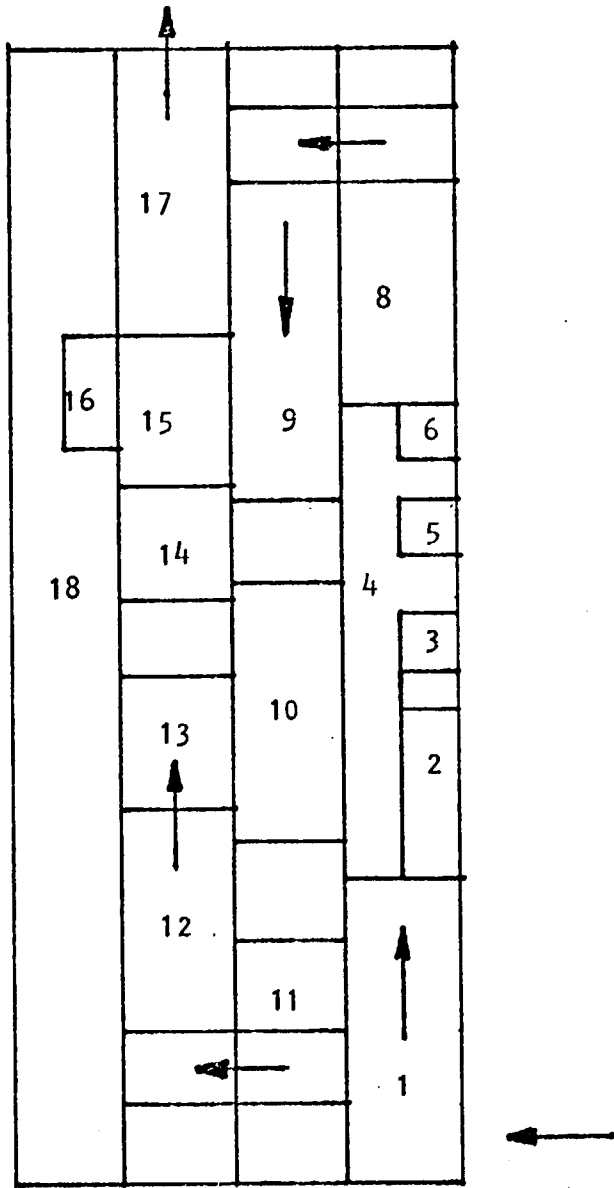


FIG. 5.3.8

LOCALIZACION DE LAS AREAS DE PROCESO EN EL LAY OUT

1. Almacenamiento de Placa
2. Mesa para Placa
3. Corte y Doblado de Orillas
4. Area para Almacenamiento de Matrices
5. Prensa U
6. Prensa O
7. Subestación Eléctrica
8. Soldadura Preliminar
9. Soldadura Interior
10. Soldadura Exterior
11. Rayos X y Revisión Ultrasónica
12. Expansión
13. Prueba Hidrostática
14. Rayos X
15. Acabado de Extremos
16. Pruebas Destructivas
17. Inspección Final
18. Area para Ampliación

6.

#### ESPECIFICACIONES DE EQUIPO Y MAQUINARIA.

El equipo y la maquinaria requeridos de acuerdo con el proceso escogido y el diagrama de flujo correspondientes, consta de:

Un cortador de anchos con doce herramientas de corte, velocidad de 60 m/min.

Prensas con capacidad de 25 pzas./hr.

Una prensa dobladora de orillas de cuatro cilindros con capacidad de 2,700 tons.

Una prensa "U" de seis cilindros, capacidad aproximada de 2,700 tons., con dados intercambiables para cambios de diámetro y espesor de pared.

Una prensa "O" de nueve cilindros, capacidad aproximada de 50,000 tons., con matrices intercambiables para diferentes dimensiones.

Soldadoras de acuerdo con las siguientes especificaciones:

Máquinas soldadoras automáticas fijas para soldadura preliminar por medio de arco eléctrico con electrodo como material de aporte y protección con CO<sub>2</sub>, velocidad de 0.83 pzas./min.

3 máquinas soldadoras automáticas móviles para soldadura interna (5 en la etapa final) por medio de arco sumergido con 3 electrodos, velocidad de 2.01 m/min.

3 máquinas soldadoras automáticas fijas para soldadura externa (5 en la etapa final) por medio de arco sumergido con 3 electrodos, velocidad de 2.01 m/min.

1 Expansor mecánico. Se expanden los tubos de 0.5 a 1.5% (max. 2%)

en toda su longitud. Velocidad de expansión de 48 m/min aprox.

1 Instalación para prueba hidrostática. Se requiere cisterna, bridas conexiones, válvulas, manómetros, bombas de alta presión de 500 y - 1000 HP accionadas con motor eléctrico. La presión de prueba máxima será de  $360 \text{ Kg/Cm}^2$  con un tiempo de prueba según especificación - ( 30 seg. max. ).

1 Máquina automática de inspección ultrasónicas, frecuencia: 2-4 MHz, velocidad de inspección variable de 8 a 30 m/min.

1 Máquina removedora de escoria de tipo de vacío.

## 7. EQUIPOS E INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

### 7.1 REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS COMPLEMENTARIOS

#### 7.1.1 Herramental De Producción

- Datos:

La fabricación de tubería de acero con costura requiere principalmente de las máquinas de prensado y soldadura. En la etapa de prensado se requieren como herramental de producción dados de diferentes tamaños para producir tubos de 20" a 48" de diámetro.

- Herramientas de Corte: Se utilizan 12 herramientas de corte en las máquinas cortadoras de anchos, trabajando a una velocidad aproximada de 6 m/min.

7.1.2 Unidades de Transporte: Una planta de fabricación de tubería requiere de una gran cantidad de equipo para el manejo de materiales pesados. La velocidad y el cuidado con el que se lleven a cabo los movimientos de la placa y los tubos son aspectos de gran importancia para el buen funcionamiento de la planta. A continuación se presentan los equipos mas importantes.

- 1 Grúa viajera de 25 ton. de tipo colgante con control de cabina.
- 3 Grúas viajeras de 15 ton. de tipo colgante operadas desde piso con estación de botones.

2 Grúas de brazo de 10 ton.

Se recomienda el uso de sujetadores magnéticos para las grúas; estos presentan la ventaja de reducir el tiempo necesario para levantar los materiales y evitar posibles deterioros ocasionados por el manejo con cadenas y ganchos.

Transportadores de rodillos motorizados, con espaciamientos de dos metros y unidades motorizadas cada cuatro metros ( Motores de 1 a 3 Hp ).

### 7.1.3

#### Equipos y Herramientas de Mantenimiento

Las máquinas usadas en el proceso UOE requieren de pocas herramientas de mantenimiento en la planta, debido a que para las reparaciones mayores resulta mas conveniente contratar servicios especializados. Para el mantenimiento en la planta se considera conveniente contar con los siguientes equipos.

1 torno paralelo de 45 cms. de volteo. y 1.5m. de distancia entre puntos ( 16 HP )

1 Taladro vertical de 1000 mm. de radio máximo ( 5.5 HP )

1 Taladro vertical de 1300 mm. de ( 5.5 HP )  
radio máximo.

1 Afiladora universal

1 Fresadora universal

2 Esmeriles

1 Cepillo de codo de 60 cm. de carrera

1 Equipo de soldadura autógena

1 Equipo de soldadura eléctrica de corriente directa ( 10 KW)

### 7.1.4

#### Equipos de Seguridad

a) 250 equipos de protección: casco, zapatos de seguridad, guantes de carnaza, lentes y overol.

b) 30 equipos para soldar: careta, guantes de asbesto, polainas, peto de cuero.

c) Equipo de primeros auxilios, resucitación, botiquín etc.

d) 120 extinguidores de fuego

e) 250 juegos de orejeras y tapones contra ruido.

7.1.5 Unidades De Transporte Externo

Se requiere espuela de ferrocarril, 1 automóvil y una camioneta Pick Up de 1 ton.

7.1.6 Laboratorio Para Control de Calidad de Materias Primas:

Aparatos para prueba de dureza, tinturas especiales para -  
detección de fisuras o fallas en los materiales, cintas -  
para medición de diámetros exteriores, probadores de impac-  
to, gama de verniers y micrómetros, juego de calibradores-  
para instrumentos .

7.1.7 Sanitarios para el Personal.

Las necesidades estimadas de servicios sanitarios serán -  
como se presentan a continuación.

a) Oficinas:

10 Excusados

4 Mingitorios

b) Area de Producción

12 Excusados

12 Mingitorios

30 Regaderas



#### 7.2.2

##### Red de Aire Comprimido

Se suministrará aire comprimido a la planta con un compresor de 2000 cfm. Se requerirán un tanque común, 20 tomas, mangueras y tubería para distribución. La red se utilizará principalmente para mantenimiento y su utilización en la producción será mínima.

#### 7.2.3

##### Red de Agua

Será necesaria una acometida para satisfacer la demanda de agua de la planta, que se estima en 500 gpm. Solo se recirculará el agua utilizada en el área de pruebas.

#### 7.2.4

##### Eliminación de Aguas de Desechos.

El agua de desecho del proceso se filtrará, mientras que la de usos sanitarios se eliminará a través de la red municipal de drenaje si es posible; en caso contrario se cree conveniente instalar una fosa séptica de 200 m<sup>3</sup>.

## 7.2 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

### 7.2.1. Red de Fuerza Eléctrica.

La potencia requerida para el funcionamiento de la planta según los requerimientos de los equipos principales es la siguiente:

EQUIPO	CONSUMO DE ENERGIA (KW)
Prensa dobladora de orillas	400
Prensa "U"	515
Prensa "O"	800
Transportadores de rodillos	150
Grúas	90
Equipo de Pruebas	750
Equipo de Mantenimiento	30
Líneas de Soldadura	300
Iluminación:	
Area de Fabricación:	
50 W/m <sup>2</sup> x 36,000 m <sup>2</sup>	1,800
Area de Oficinas:	
15 W/m <sup>2</sup> x 2,000 m <sup>2</sup>	<u>30</u>
TOTAL :	4,865

Considerando un factor de utilización de 0.8 y un factor de potencia de 0.85, se estima un consumo de energía eléctrica de 2856 KVA de las máquinas de producción y 2153 KVA por concepto de iluminación del área de producción y oficinas, considerando para este fin un factor de utilización de 1.0 y factor de potencia de 0.85. El consumo total se estima entonces en 5000 KVA, para lo cual se requerirá una subestación de 6000 KVA, 3 fases, 60 Hz, de 23,000 V a 440 V, con casa de control, interruptor de alta tensión, tablero de distribución de baja tensión, apartarrayos y transformadores trifásicos de 440/220 V y monofásicos de 440/125 V.

8. Equipamiento de Oficinas y Dependencias Generales

Se considera un area TOTAL de oficinas de 1700 M<sup>2</sup>, con la siguiente distribución:

Oficinas de trabajo	1200 M <sup>2</sup>
Oficinas Ejecutivas	300 M <sup>2</sup>
Areas de Recepción y Juntas	200 M <sup>2</sup>

Para las áreas de recepción, de juntas y de trabajo se sugiere el uso de mobiliario de calidad comercial estandar y acabados de mejor calidad para las oficinas ejecutivas, que serán cinco únicamente.

9. OBRAS CIVILES Y TERRENOS

Se propone instalar la planta en un terreno de 270 400 M<sup>2</sup> de area, con dimensiones de 520 m x 520 m. con una distribución como la que se muestra en la Fig. 9.1.1

Las áreas techadas serán las de producción ( 36,000 M<sup>2</sup> ), oficinas ( 1200 M<sup>2</sup> ) y vestidores para trabajadores ( 800 M<sup>2</sup> ).

El piso del área de producción será de concreto; los de las áreas de vestidores y oficinas llevarán además un recubrimiento de loseta vinílica, o alfombra en algunos casos.

El suelo en las áreas de almacenamiento de placa, tubos y el patio de chatarra será apisonado.

Se recomienda el uso de ventanería de aluminio, sobre todo si se decide instalar la planta en algún puerto o zona cercana a la costa.

Según el plano de distribución presentado la espuela de ferrocarril penetra al terreno de la planta en la colindancia de las áreas de almacenamiento de placa, almacenamiento de tubos y el patio de chatarra.

Fig. 9.1.1 Plano de Distribución en el Terreno

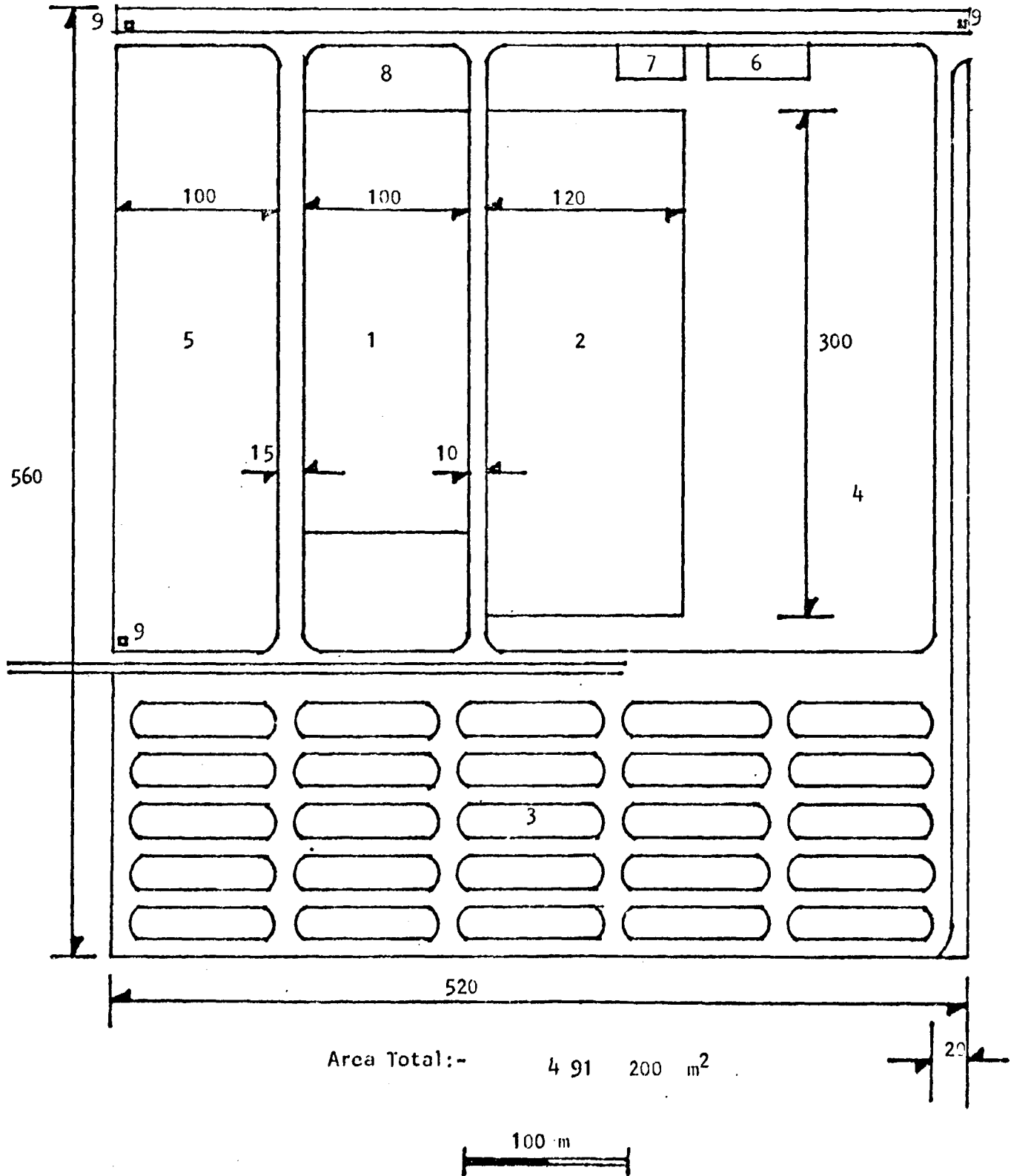


Fig. 9.1.2

Distribución de la Planta en el Terreno.

1. Patio de almacenamiento de placa
2. Area de producción
3. Patio de almacenamiento de tubos
4. Area para expansión del almacenamiento de tubos.
5. Patio para chatarra
6. Oficinas
7. Vestidores para trabajadores
8. Area para servicios auxiliares
9. Casetas de vigilancia

10.

## PERSONAL Y SUS FUNCIONES

### 10.1 ORGANIZACION DE LAS LINEAS DE PRODUCCION

La gerencia de producción está integrada por 156 personas siendo un gerente, tres jefes de departamento, ocho profesionistas, cuatro secretarias, ciento seis técnicos y operarios calificados y treinta y cuatro operarios no calificados, como se puede observar en los Cuadros 10.4.1 y 10.4.2.

La Gerencia de producción se dividió en tres departamentos: Departamento de fabricación, incluyendo cinco supervisores de sección por turno; las secciones son:

Prensas U y O 10 operadores por turno y prensa dobladora de orillas con 6 operadores.

Soldadura: 4 operarios de soldadura preliminar y 15 para arco sumergido, tanto interna como externa, por turno.

Transportes: 2 operadores por turno para cada grúa viajera, y 6 operadores para otros transportes.

Maquinado: 4 operarios por turno

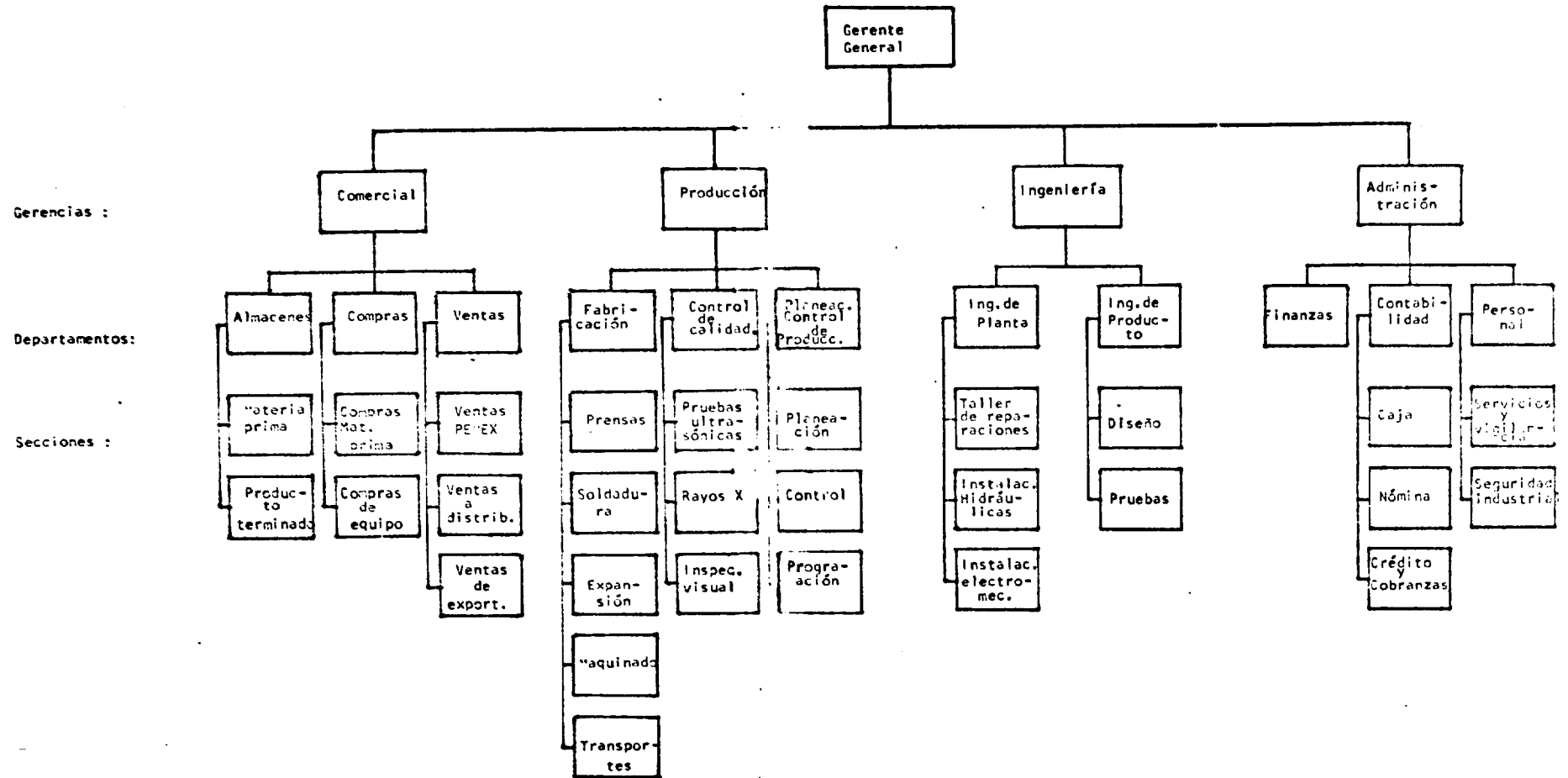
Expansión: 4 operarios por turno

El departamento de planeación y control de producción tiene las secciones de planeación, programación y control de producción, con un total de 8 empleados.

El Departamento de control de calidad consta de las secciones de pruebas ultrasónicas, de rayos x y de inspección visual.

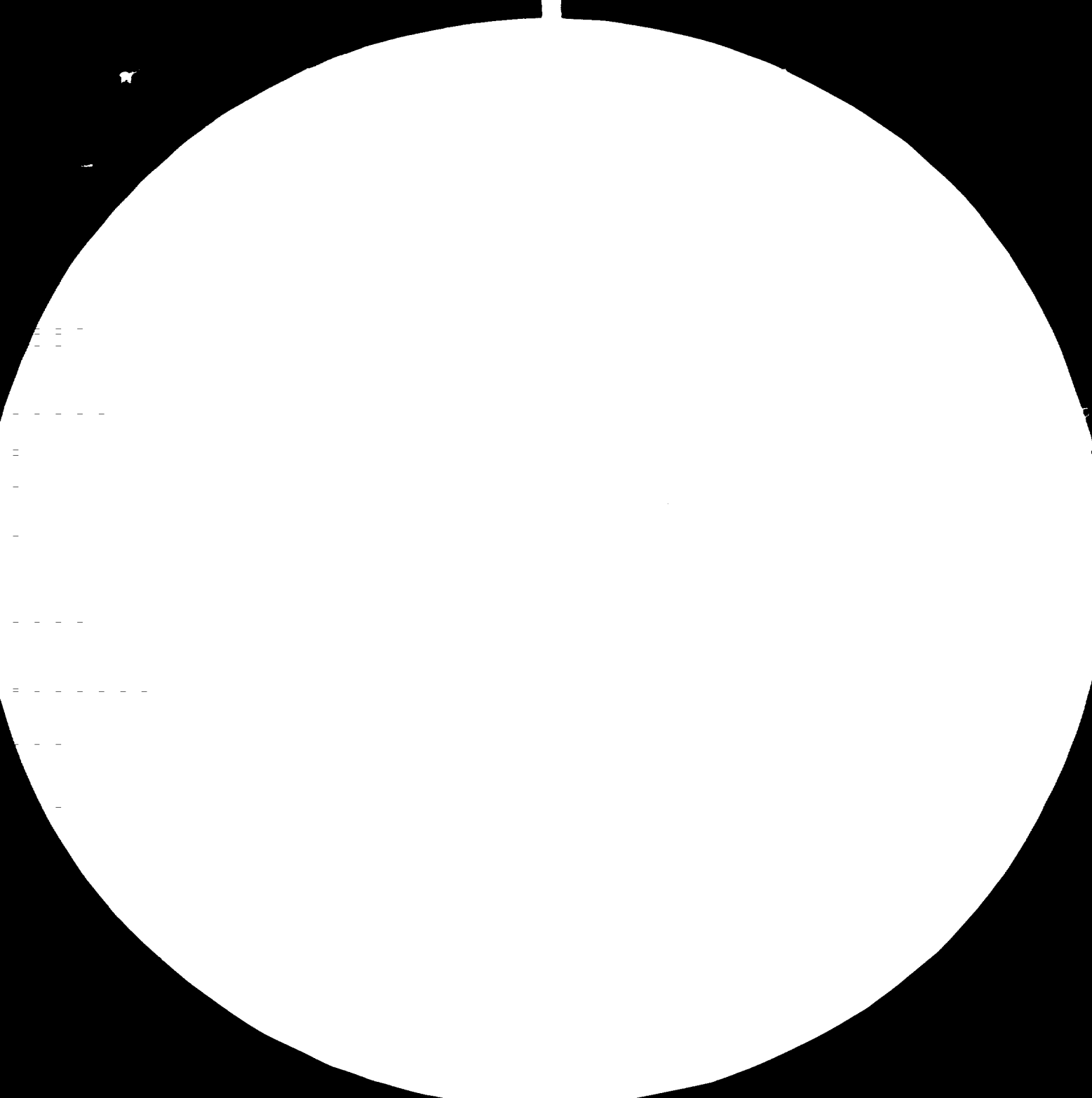


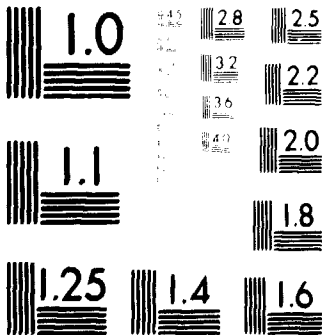
## ORGANIGRAMA



111008







MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS-1963-A

10.3

PRODUCCION DE REFERENCIA.

La producción de referencia para el cálculo de personal es la correspondiente a tres turnos, que es de alrededor de 330,000 ton./año y se alcanzará en la etapa final.

10.4

PERSONAL REQUERIDO

El personal requerido, clasificado por su dependencia de adscripción, se muestra en el Cuadro 10.4.1, en este cuadro se encuentran descritas las funciones y puestos de cada persona, así como la clasificación de salarios promedio correspondiente.

El Cuadro 10.4.2 es un resumen del Cuadro 10.4.1, donde se muestra el total de empleados y las categorías respectivas para cada una de las gerencias y departamentos de la empresa.

Cuadro 10.4.1  
ORGANIZACION DEL PERSONAL

DESCRIPCION	CLAVE					
	A	B	C	D	E	F
GERENCIA GENERAL						
Gerente	1					
Secretaria				1		
GERENCIA DE PRODUCCION						
Gerente	1					
Secretaria				1		
DEPARTAMENTO DE FABRICACION.		1	3	1	100	53
Jefe		1				
Secretaria				1		
Ingeniero			3			
Supervisores					10	
Operarios de Frenas					10	22
Operarios de Soldadoras					20	25
Operarios de Transportes					42	
Operarios de Maquinado					12	
Operarios de Expansor					6	6
DEPARTAMENTO DE PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION		1	6	1		
Jefe		1				
Secretaria				1		
Sección de Planeación			2			
Sección de Control			2			
Sección de Programación			2			
DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD		1	4	1	45	
Jefe		1				
Secretaria				1		
Ingeniero			3			
Sección de Pruebas Ultrasónicas					18	
Sección de Rayos X					18	
Sección de Inspección Visual					9	

Cuadro 10.4.1 CONT

GERENCIA COMERCIAL

DESCRIPCION	CLAVE					
	A	B	C	D	E	F
GERENCIA COMERCIAL	1					
Gerente				1		
Secretaria						
DEPARTAMENTO DE VENTAS		1				
Jefe				1		
Secretaria			1			
Sección Ventas a Pemex			1			
Sección Ventas a Otros			1			
Sección Ventas de Exportación					2	
Ayudantes						
DEPARTAMENTO DE COMPRAS		1				
Jefe				1		
Secretaria			1			
Sección Compras de Materia Prima			1			
Sección Compras de Equipo					1	
Ayudantes						
DEPARTAMENTO DE ALMACENES		1				
Jefe				1		
Secretaria					3	30
Almacén de materia prima					3	30
Almacén de Producto Terminado					3	12
Embarques						



CUADRO 10.4.1 CONT

GERENCIA DE ADMINISTRACION

DESCRIPCION	CLAVE					
	A	B	C	D	E	F
GERENCIA DE ADMINISTRACION						
Gerente	1					
Secretaria				1		
DEPARTAMENTO DE FINANZAS						
Jefe		1		1		
Secretaria			1			
Auxiliar						
DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD						
Jefe		1				
Secretaria				1		
Contador			1			
Sección de caja					2	
Sección de nómina			1		1	
Sección de crédito y cobranzas			1	1	1	
DEPARTAMENTO DE PERSONAL						
Jefe		1				
Secretaria				1		
Sección de Personal			1		2	
Sección de Servicios			1			15
Sección de Vigilancia			1			9
Sección de Seguridad Industrial			1		2	

CUADRO 10.4. 1 CONT

GERENCIA DE INGENIERIA

DESCRIPCION	CLAVE					
	A,	B,	C,	D,	E,	F
GERENCIA DE INGENIERIA						
Gerente	1					
Secretaria				1		
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE PLANTA						
Jefe		1				
Secretaria				1		
Ingenieros			3			
Sección taller de reparaciones					6	6
Sección instalaciones electromecánicas.					3	3
Sección instalaciones hidráulicas y neumáticas					3	
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DEL PRODUCTO						
Jefe		1				
Secretaria				1		
Sección de Diseño			1			
Sección de Fruebas			1		6	

Cuadro 10.4.2  
ORGANIZACION DE PERSONAL

RESUMEN

DEPENDENCIA	TOTAL EMPLEADOS	NIVEL					
		A	B	C	D	E	F
GERENCIA GENERAL	2	1			1		
GERENCIA DE PRODUCCION	219	1	3	13	4	145	53
Fabricación	158		1	3	1	100	53
Planeación y Control de Producción	8		1	6	1		
Control de Calidad	51		1	4	1	45	
GERENCIA COMERCIAL	97	1	3	5	4	12	72
Ventas	37		1	3	1	2	30
Compras	35		1	2	1	1	30
Almacenes	23		1		1	9	12
GERENCIA DE ADMINISTRACION	49	1	3	8	5	8	24
Finanzas	3		1	1	1		
Contabilidad	10		1	3	2	4	
Personal	34		1	4	1	4	24
GERENCIA DE INGENIERIA	38	1	2	5	3	18	9
Ingeniería de Planta	26		1	3	1	12	9
Ingeniería del Producto	10		1	2	1	6	
Total.-	405						

10.5

**CALIFICACION DE REQUISITOS Y REMUNERACIONES**

En el Cuadro 10.5.1 se indican los puestos y las percepciones promedio correspondientes a cada clasificación. Estas percepciones incluyen los sueldos y prestaciones sociales, considerando estas últimas como el 30% del sueldo.

## Cuadro 10.5.1

## PERSONAL DE LA PLANTA Y REMUNERACIONES

( Pesos M.N. )

CLAVE	NIVEL	SUELDO	CANTIDAD	TOTAL MENSUAL
A	Gerentes	50 000	5	250 000
B	Jefes	35 000	11	385 000
C	Profesionales	25 000	31	775 000
D	Administrativos	11 000	16	176 000
E	Técnicos y -- Operarios Ca- lificados	14 000	183	2 562 000
F	Operarios no Calificados	6 000	158	948 000
	Total.-			5 096 000

## CONSUMO DE MATERIA PRIMA.

Los tubos de mayor diámetro que producirá la planta objeto de este estudio serían los de 48" de diámetro y 40" ( 12.2 m ) de longitud, para los cuales se necesita placa de acero de un ancho ligeramente mayor a los 150". Sin embargo actualmente solo se fabrica en México placa de 120" de ancho como máximo, que se utiliza para la fabricación de tubos de 36" de diámetro.

por lo tanto, se consumirá placa de origen nacional principalmente de 65, 80, 100 y 120 pulgadas de ancho y placa de importación de 135 y 155 pulgadas de ancho.

El consumo de materia prima ( en toneladas ) por unidad de producto terminado es variable de acuerdo a las dimensiones de los tubos. Se considera un factor de aprovechamiento de la materia prima de alrededor de 80% durante el primer año de operación, que deberá ascender gradualmente hasta llegar a cerca del 98% al operar la planta a plena eficiencia.

Debido a lo anterior puede esperarse un consumo anual aproximado en la forma en que aparece en el cuadro 11.1.1.

Cuadro 11.1.1

AÑO	2	3	4	FINAL
Producción Esperada (Toneladas)	53664	126420	252000	330000
Factor de Aprovecha- miento.	0.80	0.85	0.95	0.98
Materia Prima nece- saria. (Toneladas)	67000	148730	265260	336735
Costo de Mat. Prima Millones \$/Año	536	1190	2122	2691
Costo de Mat. Prima por tonelada de Producto (\$)	9988	9413	8421	8155

12. INSUMOS Y SERVICIOS GENERALES

12.1 INSUMOS Y SERVICIOS GENERALES FIJOS	ANUAL (Miles de Pesos)
12.1.1 Agua para baños, oficinas y jardines: estimación de 200 lt/hombre/día y \$ 1.50/M <sup>3</sup>	38.3
12.1.2 Energía Eléctrica para iluminación Planta: 50 w/M <sup>2</sup> x 36 000 M <sup>2</sup> x 16 hrs/día x \$ 0.5 Kw-hr. x 288 días / 1000 Oficinas: 10 w/M <sup>2</sup> x 2000 M <sup>2</sup> x 8 hrs/ día x \$ 0.5 Kw-hr x 288 días / 1000	4147.2 23.0
12.1.3 Teléfonos  Estimación de \$ 10,000/mes	120.0
12.1.4 Alquileres de oficina en ciudad Estimación de \$ 20,000/mes	240.0
12.1.5 Servicios varios de terceros: Transporte: \$ 10/día/persona x 400 personas x 6 días/semana x 48 semanas/año comedor: \$ 15/día/persona x 400 personas x 6 días/semana x 48 semanas/año	1152.0 1728.0
12.1.6 Materiales de Oficina Estimación de \$ 200/persona/mes x 80 personas x 12 meses	192.0
12.1.7 Propaganda Estimación de \$ 250,000/Año	250.0
12.1.8 Gas: estimación de 0.2 M <sup>3</sup> /ton con una producción de 330,000 ton/año	19.2
12.1.9 Mantenimiento: 3% de la inversión total estimada ( \$ 1000,000,000.00	26 000.00



		ANUAL ( Miles de Pesos)
12.2	INSUMOS Y SERVICIOS GENERALES VARIABLES	
	12.2.1 Agua 3 M <sup>3</sup> / ton x 330 000 ton x \$ 2/M <sup>3</sup>	1,980.0
	12.2.2 Energía Eléctrica para el proceso de producción 3035 KW x 08 x 16 hrs/día x \$0.5/Kw-hr x 288 días/año	5594.0
	12.2.3 Material de Seguridad: 500 juegos de equipo de seguridad/año x \$ 1500 1 juego	750.0
	12.2.4 Gastos de ventas anuales (1% del total anual de ventas )	47 339



