



\*D-18534\*

T  
696.3  
BROe  
C.4



Biblioteca Central



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Mecánica**

**"Instalación de un Caldero Acuatubular  
Para una Central Térmica en la Ciudad  
de Guayaquil"**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la Obtención del Título de:

**INGENIERO MECANICO**

Presentado por:

**KENNETH STEVES BROWN ARAUJO**

Guayaquil - Ecuador

1997

## DECLARACIÓN EXPRESA

“ La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ”



Escuela Superior Politécnica del Litoral

  
Kenneth S. Brown A.

## **AGRADECIMIENTO**



**Biblioteca Central**

Agradezco a todas las personas que de una u otra manera me ayudaron a culminar este proyecto.

Agradezco a mi director de tesis el Ing. Ernesto Martínez

Un agradecimiento muy especial para el Ing. Marcelo Castelo.

# DEDICATORIA



Distrito Central

A MIS PADRES





## TRIBUNAL DE GRADUACION

Biblioteca Central

Ing. Mario Patiño

SUBDECANO DE LA FIM

Ing. Ernesto Martínez

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Manuel Helguero

VOCAL

Ing. Marco Tapia

VOCAL



## **RESUMEN**

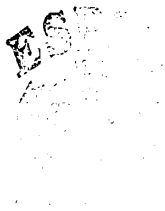
Esta tesis trata sobre el montaje de un caldero acuatubular de 167000 HP, el mismo que se encuentra al momento en su fase de montaje en el proyecto de generación eléctrica Central Térmica Trinitaria ubicada en la ciudad de Guayaquil, cuya capacidad será de 125 MW. donde tengo la participación de inspector mecánico de fiscalización para INECEL.

Presentaré un análisis justificativo realizado por INECEL de la necesidad de realizar esta obra tomando en consideración los estudios de la situación energética del país y el porque de la ubicación del proyecto en el sitio escogido. Realizaré una descripción de las condiciones geográficas y climáticas del lugar, parámetros que son influyentes en el diseño del equipo.

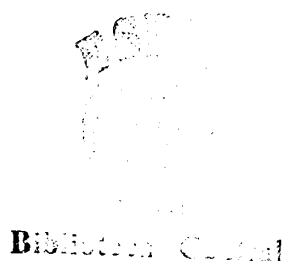
A continuación describiré la obra civil ejecutada previo al montaje de la estructura metálica que soportara al caldero, para luego entrar en el trabajo mecánico en si, donde después de llevar un seguimiento describiré los procedimientos utilizados para el montaje de toda la estructura, partes a presión del caldero, sistema de aire-gases, sistema de agua de alimentación, equipos de combustión, válvulas y tuberías, equipos

auxiliares, aislamiento térmicos, etc. también describiré el trabajo eléctrico a realizarse el mismo que esta asociado con los equipos mecánicos para su correcto funcionamiento. Indicaré las normas internacionales usadas en la ejecución mecánica de esta central, debido a que el país no cuenta con este tipo de normas.

Finalmente hago un análisis económico del costo de montar e instalar una caldera (parte de una central térmica), con el objeto de que estudiantes, egresados e ingenieros puedan orientarse y tener conocimiento de los factores para el análisis económico, procedimientos de montaje, equipos necesarios y normas que debemos considerar en caso de ser necesario para un futuro montaje e instalación de una caldera parecida o algún tipo de sistema con características similares.



**Biblioteca Central**

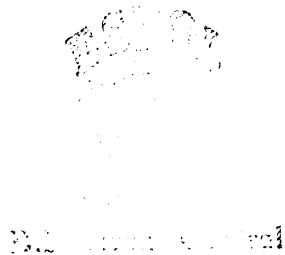


## INDICE GENERAL

	Pág
RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	III
INDICE DE TABLAS.....	IV
INDICE DE FIGURAS.....	V
SIMBOLOGIA.....	VI
ANTECEDENTES.....	1
I. DESCRIPCION DE UNA CENTRAL TERMICA.....	6
II. GENERACION DE VAPOR.....	11
III. MONTAJE.....	19
3.1 Recepcion de equipos material.....	19
3.2 Montaje general.....	30
3.2.1 Obra civil.....	36
3.2.2 Obra mecanica.....	41
3.2.3 Procedimiento de montaje de:.....	43
3.2.3.1 Estructura.....	45
3.2.3.2 Tambor (domo).....	63

3.2.3.3 Partes a presión.....	70
3.2.3.4 Conducto aire-gases.....	86
3.2.3.5 Sopladores + sonda termica.....	107
3.2.3.6 Equipos de combustion.....	109
3.2.3.7 Valvulas + tuberias.....	113
3.2.3.8 Ascensor.....	124
3.2.4 Pruebas realizadas.....	129
3.2.5 Normas utilizadas.....	132
3.2.6 Equipo utilizado.....	138
3.2.7 Obra electrica.....	141
IV. ANALISIS ECONOMICO.....	146
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	155
BIBLIOGRAFIA.....	161
ANEXOS.....	162





## **SIMBOLOGIA**

<b>%</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>AL</b>	<b>Chapa de aluminio</b>
<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>Centímetro cuadrado</b>
<b>CS</b>	<b>Bloque de silicato calcico tipo I</b>
<b>ct</b>	<b>Carrera total</b>
<b>Gr c</b>	<b>Gradiente calentamiento</b>
<b>Gr e</b>	<b>Gradiente de enfriamiento</b>
<b>HP</b>	<b>Caballos de fuerza</b>
<b>hr</b>	<b>Hora</b>
<b>IT</b>	<b>Bloque de fibra minera clase 4</b>
<b>Kg</b>	<b>Kilogramo</b>
<b>kp</b>	<b>kilopond</b>
<b>kpm</b>	<b>kilopond-meter</b>
<b>M</b>	<b>Métrico</b>
<b>m</b>	<b>Metro</b>
<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Metros cuadrados</b>
<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Metros cúbicos</b>
<b>MF</b>	<b>Bloque de fibra minera clase 5</b>
<b>ml</b>	<b>Metros lineales</b>
<b>mm</b>	<b>Milímetro</b>
<b>MT</b>	<b>Aislamiento de temperaturas medias</b>
<b>MT</b>	<b>Partículas magnéticas</b>
<b>mts</b>	<b>Metros</b>
<b>MW</b>	<b>Megavatios</b>
<b>NPS</b>	<b>Tamaño nominal del tubo</b>
<b>°C</b>	<b>Grados centígrados</b>
<b>PA</b>	<b>Pared arco</b>
<b>PFI</b>	<b>pared frontal inferior</b>
<b>PFS</b>	<b>Pared frontal superior</b>
<b>PLD</b>	<b>Pared lateral derecha</b>
<b>PLI</b>	<b>Pared lateral izquierda</b>
<b>PM</b>	<b>Pared mampara</b>
<b>PPI</b>	<b>Pared posterior inferior</b>
<b>PPS</b>	<b>Pared posterior superior</b>
<b>PT</b>	<b>Líquidos penetrantes</b>
<b>qq</b>	<b>Quintal</b>
<b>r</b>	<b>Radio</b>
<b>RT</b>	<b>Radiografía</b>
<b>s</b>	<b>Segundo</b>

S./	Sucres
Stl	Chapa acero galvanizado
SW	Size Wrench, Tamaño de llave
t total	Tiempo total
tb	Tiempo bajada
Tf	Temperatura final
tm	Tiempo mantenido
Tm	Temperatura máxima
To	Temperatura inicial
ts	Tiempo de subida
US \$	Dólares
UT	Ultrasonido
VT	Examinacion visual



**Biblioteca Central**

## ÍNDICE DE PLANOS

B-931-1550-9001	Disposición general identificación paneles y montaje partes a presión
B-931-1500-9002	Disposición de secciones
B-931-1610-9001	Tubería de bajada Downcomer
A-931-2110-0008	Disposición general del vestíbulo
408/91405-1	Ascensor
408/91405-2	Ascensor

BIBLIOTECA CENTRAL



Biblioteca Central

## ÍNDICE TABLAS

A. Centrales del Sistema Nacional Interconectado.....	2
B. Demanda de potencia (MW) en el mes de Mayo 96 (Ecuador).....	3
C. Proyectos según plan nacional de electrificación.....	5
2.1 Datos del caldero.....	18
3.1 Equipos de transporte disponibles en la ciudad de Guayaquil.....	19
3.2 Cuadro de llegada de embarques.....	21
3.3 Guía para realizar el procedimiento de desembarco en obra.....	26
3.4 Pesos y embarques de elementos del caldero.....	28
3.5 Almacenamiento de materiales y equipos.....	29
3.6 Cronograma general.....	30
3.7 Cronograma de obra civil.....	31
3.8 Cronograma mecánico.....	33
3.9 Cronograma obra electrica.....	34
3.10 Cronograma de montaje mecánico.....	35
3.11 Cantidad de pilotes totales del edificio de caldero.....	39
3.12 Par de apriete de pernos de estructura.....	52
3.13 Tabla de soldadura del caldero.....	55
3.14 Tratamientos térmicos utilizados en la central térmica Trinitaria.....	61
3.15 Aplicación de los tratamientos térmicos.....	62
3.16 Elevaciones y desplazamientos para el montaje de los sopladores.....	107
3.17 Procedimientos de tubería de soldadura.....	114
3.18 Clasificación valvuleria.....	116

## Bibliografía

3.19 Espesores aislamiento de tubería.....	118
3.20 Zona y refractario aplicable.....	120
3.21 Resumen de aislamiento y refractario aplicable.....	121
3.22 Especificaciones del material a utilizar.....	122
3.23 Exámenes no destructivos para soldadura de componentes a presión.....	131
3.24 Instituciones de normalización.....	132
3.25 Códigos y normas aplicables en la caldera.....	133
3.26 Normas para ensayos mecánicos destructivos de materiales.....	134
3.27 Normas para ensayos mecánicos no destructivos de materiales.....	134
3.28 Cables de mando y señalización.....	142
3.29 Cables de control e instrumentación.....	142
3.30 Cables de potencia y baja tensión.....	143
3.31 Nomenclatura de los instrumentos de caldera.....	144
4.1 Desglose del contrato.....	146
4.2 Cantidades y precios de caldero y equipos.....	147
4.3 Costo personal.....	148
4.4 Volumen de trabajos civiles.....	149
4.5 Rendimiento de trabajos civiles.....	150
4.6 Total costo obra civil.....	150
4.7 Pesos y costo unitario de montaje.....	151
4.8 Rendimiento de trabajos mecánicos.....	151
4.9 Costos mecánicos.....	152
4.10 Diámetros, espesores de costos unitarios de aislamiento.....	152
4.11 Costo de aislamiento y refractario en el caldero.....	153
4.12 Total costo obra mecánica.....	153
4.13 Trabajos eléctricos.....	154
4.14 Costo total de montaje de la caldera.....	154

## ÍNDICE FIGURAS

a. Oferta y demanda de potencia en Ecuador año 1996.....	4
b. Proyección de oferta y demanda según plan nacional de electrificación.....	5
1.1 Diagrama del ciclo térmico central trinitaria.....	7
1.2 Partes de la central térmica trinitaria.....	8
2.1 Caldera de la central térmica Trinitaria.....	16
3.1 Almacenamiento de materiales en obra.....	25
3.2 Cimentación del caldero.....	38
3.3 Distribución de pilotes en el caldero.....	40
3.4 Ubicación de la grúa para montaje de la estructura.....	44
3.5 Verticalidad de los pilares 1 tramo.....	48
3.6 Verticalidad de los pilares mayores 1 tramo.....	49
3.7 Embridado de los pilares.....	50
3.8 Equipo de tratamientos térmicos.....	60
3.9 Elementos de izaje orejas del tambor.....	63
3.10 Instalación gatos hidráulicas top steel.....	64
3.11 Colocación tirfos top steel.....	66
3.12 Inclinación domo izaje.....	67
3.13 Domo inclinado en la parte superior del edificio.....	68
3.14 Posición final del domo.....	69
3.15 Posición inicial de los paneles.....	72
3.16 Secuencia de izaje de los paneles.....	73
3.17 Risers montados.....	85
3.18 Montaje del cajón de aire.....	86

3.19 Juntas de dilatación del ducto de gases.....	87
3.20 Puntos de carga en la estructura.....	91
3.21 Precalentador de aire regenerativo (Jlunstrong).....	92
3.22 Puntos donde se aseguran los amarres.....	96
3.23 Precalentador secciones frías y calientes.....	97
3.24 Lugar donde se toman las medidas para el sello del precalentador.....	98
3.25 Precalentador con carcaza.....	99
3.26 Precalentador aire-vapor , trabajos de ductos.....	100
3.27 Ventilador de tiro forzado y ventilador recirculacion de gases.....	102
3.28 Ductos de aire - gases del caldero.....	104
3.29 Izaje correcto de los sopladores de hollín.....	106
3.30 Sopladores de Hollín.....	107
3.31 Equipo de calentamiento de Fuel-Oil.....	110
3.32 Quemadores.....	111
3.33 Quemadores posicionados en el caldero.....	112
3.34 Montaje de tubería y valvulería en el domo.....	117
3.35 Montaje de válvula y tubería en el economizador.....	119
3.36 Aislamiento en el caldero, paredes.....	123
3.37 Aislamiento en el caldero, tubería.....	123
3.38 Plomada ducto del ascensor.....	125
3.39 Plantillas para el montaje de guías.....	126
3.40 Alineación y paralelismo de las guías.....	126
3.41 Panel de control de equipos del caldero.....	145

## ABREVIATURAS

CONADE	Consejo Nacional de Desarrollo
INECEL	Instituto Ecuatoriano de Electrificación
SNI	Sistema Nacional Interconectado
B & W	Babcock Wilcox
BMS	Burning Managemen System
NBE	Norma Básica De La Edificación
IEC	International Electrotechnical Commision
NEMA	National Electrical Manufacturer Association
ISA	Instruments Society Of America
ASME	American Society Of Mechanical Engineers
SSPC	Steel Structure Paintin Council
AISC	American Institute Of Stell Construction
API	American Petroleum Institute
AWS	American Welding Society
UNE	Unidad Normalizacion Española
DIN	Deutsche Industrie Norm
ASTM	American Society For Testing And Materials
NFPA	National Fire Protection Association
WPS	Welding Process System
SMAW	Sheld Metal Arc Welding
SAW	Sheld Arc Welding
FCAW	Flux Cored Arc Welding
GMAW	Gas Metal Arc Welding



**Biblioteca Central**

## **ANTECEDENTES**

En el Plan Maestro de Electrificación del año 1989 - 1992, el cual tenía previsto la construcción de la Central Hidroeléctrica Daule - Peripa como obra prioritaria, pero debido al retraso sufrido en los trabajos de construcción de la anteriormente mencionada Central, la crisis energética que vivió el país en los meses pasados (año 1992) y el crecimiento de la demanda de la energía eléctrica prevista para los próximos años, hace imprescindible y urgente la ejecución de proyectos de generación térmica que puedan entrar en operación oportunamente para de esta forma evitar problemas futuros en el suministro de energía eléctrica, con las consecuentes pérdidas económicas que afectan el desarrollo nacional.

Por estas razones, La Secretaría General de Planificación del CONADE (Consejo Nacional de Desarrollo) ratifica el criterio de prioridad para la inmediata contratación y ejecución de las centrales térmicas gas-diesel de 60 MW y la central a vapor bunker de 125 MW para cubrir los requerimientos de demanda de energía eléctrica del país.

La necesidad de adquirir centrales de generación térmica se debe a que en 1991 se realizó la actualización de los estudios de expansión de la generación, por lo cual el CONADE autoriza a la administración de INECCEL la preparación de todos los

documentos precontractuales necesarios para la adquisición con crédito de Gobierno a Gobierno o mediante Licitación Internacional con Financiamiento para una central térmica a vapor Bunker con un mínimo de producción. para que entre en funcionamiento en Octubre de 1995 y de esta manera cubrir el déficit que ocasiona el retraso de un año de la Central Hidroeléctrica Daule - Peripa.

La construcción de la Central es realizada en el litoral debido a la eficiencia que se gana al funcionar cerca del nivel del mar, específicamente en la ciudad de Guayaquil debido a que en esta ciudad esta concentrada la mayor cantidad de demanda energética; en el sector de la Trinitaria por lo que de ahí lleva su nombre, la cual contribuirá a satisfacer los requerimientos de energía de todo el país a través del Sistema Nacional Interconectado (SIN).

TABLA A  
CENTRALES DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO

	CENTRAL	CAPACIDAD INSTALADA MW	CAPACIDAD ACTUAL MW
Centrales Hidroeléctricas INECEL	Pisayambo-Pucara	70	70
	Pastaza-Agoyan	156	156
	Paute fases A y B	500	500
	Paute fase C	575	575
Centrales Térmicas INECEL	Esmeraldas	132	125
	Guangopolo	31	29
	Santa Rosa	51	45
	Gonzalo Zevallos	140	126
Empresas Eléctricas privadas	Electroquil	75	65
	Electroquito	33	28
	Empres. elc. Quito	141	107
	Emelec	164	150
<b>total</b>		<b>2068</b>	<b>1976</b>

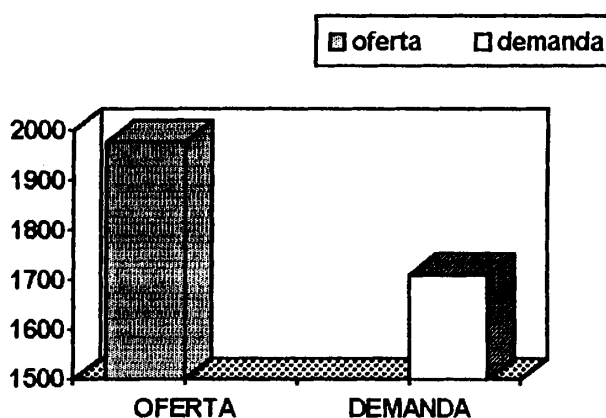
**TABLA B**  
**DEMANDA DE POTENCIA (MW) EN EL MES DE MAYO 96 (ECUADOR)**

<b>EMPRESA</b>	<b>MAY 96</b>
<b>1. ZONA NORTE</b>	<b>623.9</b>
1.1 E E Quito	382.6
1.2 E E Ambato	51.3
1.3 E E Cotopaxi	31.0
1.4 E E Riobamba	33.6
1.5 E R Norte	51.7
1.6 E E Esmeraldas	31.0
1.7 E E Santo Domingo	33.2
1.8 E E Bolívar	9.0
<b>2. ZONA SUR</b>	<b>1014.8</b>
2.1 Emelec	495.3
2.2 Emelgur	106.3
2.3 E R Manabi	106.3
2.4 E E Milagro	54.2
2.5 E E R Centro sur	78.4
2.6 E E Los Ríos	28.7
2.7 E E El Oro	65
2.8 E E Península	41.3
2.9 E E R Sur	29.7
2.10 E E Azogues	9.7
<b>3 TOTAL PAÍS</b>	<b>1637.9</b>
<b>4 POT. COINCIDENTE</b>	<b>582.2</b>
<b>5 DEM. POTENCIA</b>	<b>1 709.1</b>

Unidad de planificación operativa energética, Programa de operación 1996, INECEL-DOSNI



FIGURA A  
OFERTA Y DEMANDA DE POTENCIA ECUADOR AÑO 1996



Oferta Potencia	1976 MW
Demanda Potencia	1709.1 MW

Unidad de planificación operativa energética, Programa de operación 1996, INECEL-DOSNI

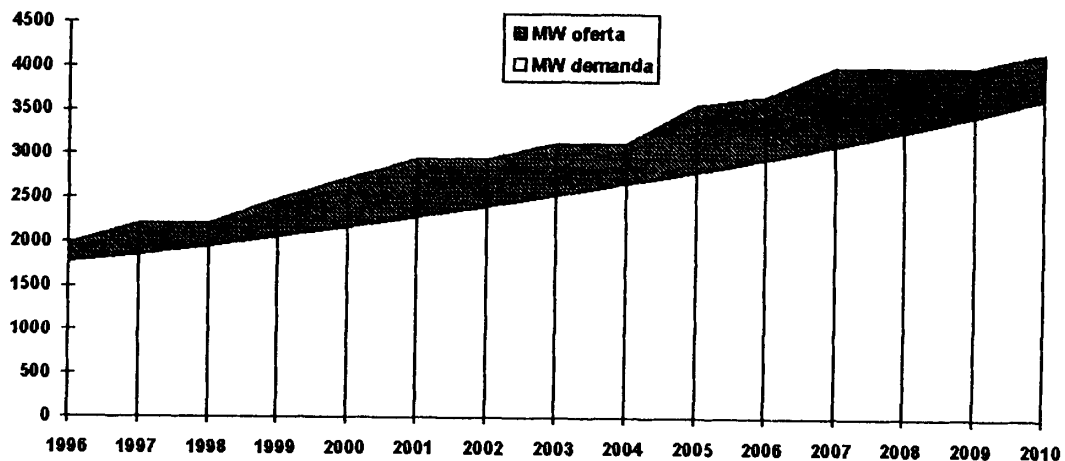
La oferta que ofrece al país esta tomando en cuenta todas las unidades funcionando a la mayor capacidad sin tomar en cuenta los programas de mantenimiento que se debe realizar en los equipos de producción de energía, y tampoco el estiaje que se produce en la central de mayor producción del país, Paute.

A continuación presento un cuadro donde se encuentra los proyectos a futuro que tiene el plan maestro de electrificación para el Ecuador hasta el año 2009 y también un estudio de la demanda que se puede presentar en el país para el mismo tiempo. Todos estos datos son de INECEL.

TABLA C.  
PROYECTOS SEGÚN PLAN NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN.

PROYECTO	CAPACIDAD MW	AÑO OPERACIÓN
Gas - Diesel	92	Dic. 1996
Gas (Pascuales)	100	Dic. 1996
Central a vapor Trinitaria	125	Oct. 1997
Daule Peripa	213	Dic. 1999
Vapor petróleo	70	Dic. 1999
San Francisco	230	Oct. 2000
Petróleo Residual	200	Oct. 2001
Apaqui	36	Oct. 2001
Mazar	180	Oct. 2003
Codo - Sinclair	432	Oct. 2005
Ciclo Combinado - DS	100	Oct. 2006
Quijos I	40	Oct. 2007
Vapor Bunker	300	Oct. 2007
Toachi	171	Oct. 2009

FIGURA B.  
PROYECCIÓN DE OFERTA Y DEMANDA SEGÚN PLAN NACIONAL DE  
ELECTRIFICACIÓN.



Revisión del Plan maestro de electrificación, INECEL

## I. DESCRIPCIÓN DE UNA CENTRAL TERMICA

Una central térmica a vapor se basa en el ciclo de Rankine, que utiliza el agua como fluido térmico para el funcionamiento de turbinas, y en algunos casos de equipos auxiliares como turbo - bombas, turbo-compresores, etc.

El vapor necesario para la generación eléctrica se produce en la caldera, quemando ya sea carbón, combustibles líquidos (diesel, Fuel oil) o gases (metano), es decir que la energía térmica acumulada en el combustible se transfiere al agua, adquiriendo esta energía cinética y presión, la cual se transforma en trabajo al girar la turbina y esta a su vez arrastra al generador, el cual produce la energía eléctrica. Como se podrá ver las centrales térmicas a vapor comprenden tres partes constitutivas esenciales:

- Generador de vapor
- Turbo generador
- Ciclo térmico y auxiliares de planta

Los intercambiadores o transferencias de energía se realizan utilizando tres clases de sistemas principales y algunos auxiliares:

- Sistema de combustión
- Sistema de agua-vapor
- Sistema eléctrico
- Sistema auxiliares

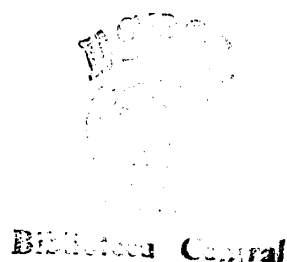
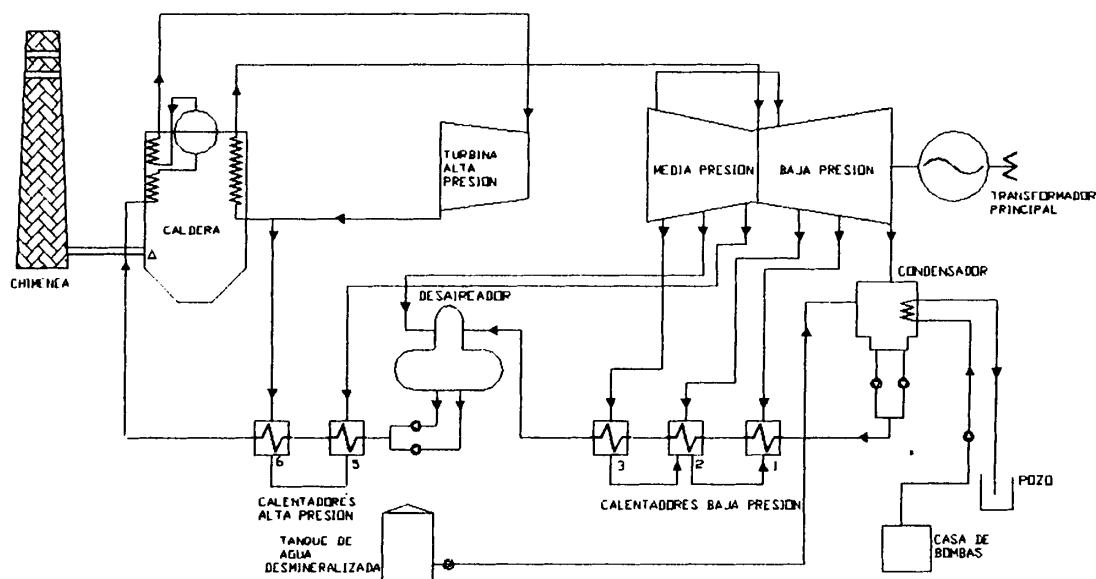


FIGURA 1.1

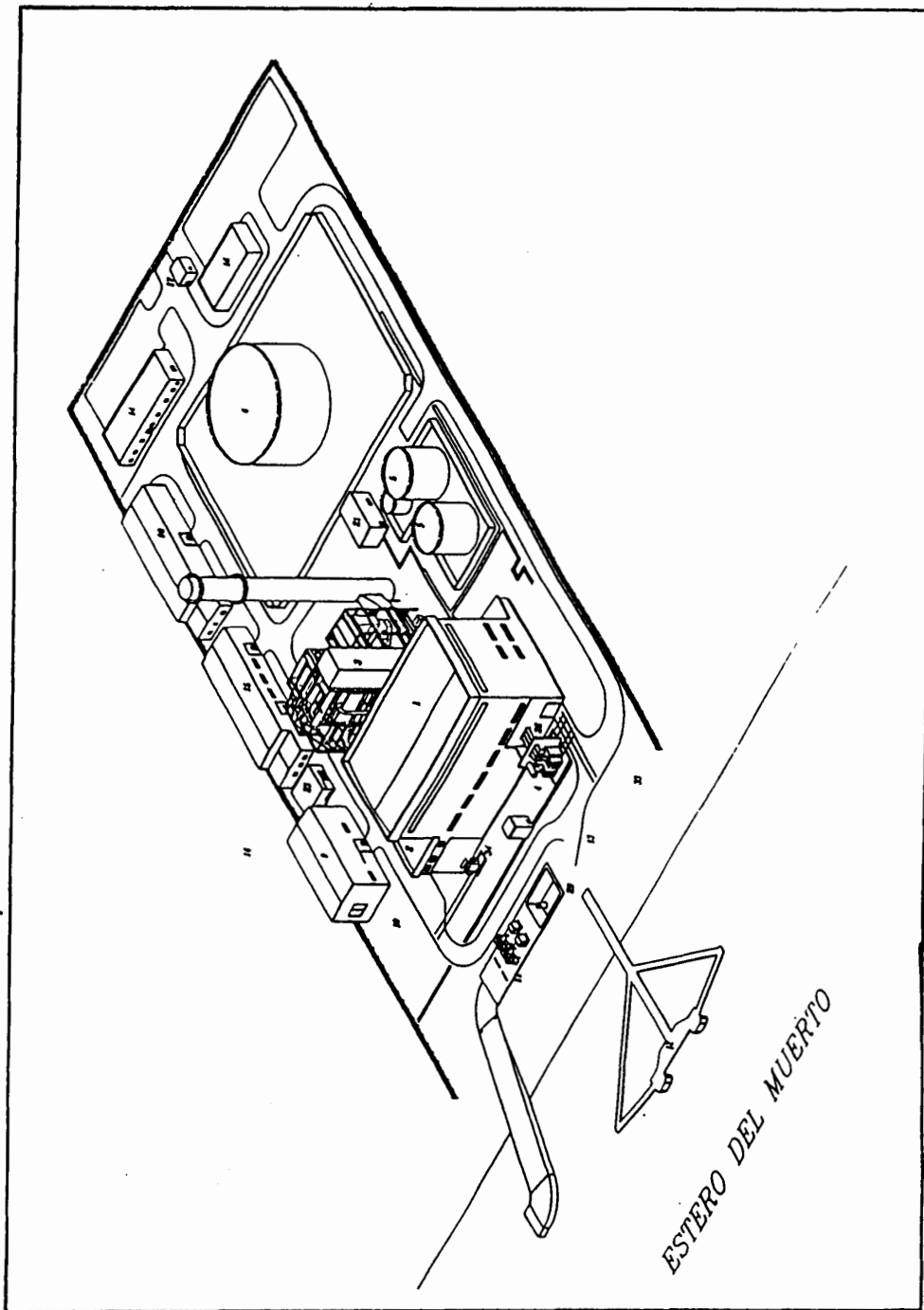
## DIAGRAMA DEL CICLO TÉRMICO CENTRAL TRINITARIA



Se puede definir a una Caldera como un recipiente cerrado en el cual el agua, bajo presión, es transformada en vapor por la aplicación de calor. Depósitos abiertos que generan vapor a la presión atmosférica no son considerados calderas. En el hogar de la

32. ... ral

FIGURA 1.2  
PARTES DE LA CENTRAL TÉRMICA TRINITARIA

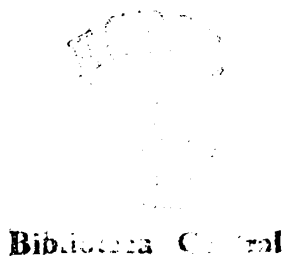


caldera, la energía química es transformada en calor y es función de la caldera transferir este calor hacia el agua de la manera más eficiente.

#### PARTES CENTRAL TERMICA TRINITARIA

Las partes de la central trinitaria se las puede ver en el esquema de la figura 1.2 y enumeradas a continuación.

1. Turbogenerador
2. Edificio eléctrico
3. Caldera
4. Transformador general
5. Tanque diarios de combustible
6. Tanque de almacenamiento de combustible
7. Tanque de agua de potable
8. Tanque de agua desmineralizadora y reserva de condensado
9. Planta desmineralizadora y desalinizadora
10. Almacén
11. Toma de agua
12. Descarga de combustible
13. Descarga de agua de circulación
14. Oficina
15. Taller



16. Comedores
  17. Guardianía
  18. Subestación trinitaria
  19. Equipo de cloración
  20. Equipo de preparación de bombeo de combustible
  21. Caldera auxiliar
  22. Bomba de trasiego de fuel-oil
  23. Bombas contra incendio
  24. Bombas diesel a quemadores
  25. Bomba llenado de caldera
  26. Bomba aportación de condensado
  27. Tanque de gas oil caldera auxiliar
  28. Transformador auxiliar
  29. Bombas llenado tanque de diesel oil
  30. Equipo de espuma de protección de tanques
  31. Separadora de grasa y combustible
  32. Separadora de aceite y combustible
  33. Balsa recogida de agua de lavado de calentador de aire
  34. Transformador de arranque
-

## II GENERACIÓN DE VAPOR

El término de generador de vapor a venido aceptándose para remplazar el termino de caldero a fin de indicar el hogar, domo, paredes, piso, mampara, supercalentadores, recalentadores, economizador, precalentadores y quemadores de combustible. La definición de generador de vapor acordado con el código ASME es "*una combinación de aparatos para producir, proveer o recuperar calor, juntos con aparatos para transferir el calor de un fluido de trabajo así dispuesto.*(1) ". (ver figura 2.1) Sin embargo el término caldero ha sido usado por un largo tiempo, por lo que los dos términos pueden ser usados intercambiamente.

La energía dentro del ciclo de una planta de poder viene de la combustión en el interior del generador de vapor, parte de la energía deriva de la combustión, la cual es transferida al agua en el hogar a través de la superficies de calentamiento previstas. Si existen supercalentadores, economisadores o precalentadores de aire en la instalación ellos podrán también recibir energía de los gases.

---

(1) Potter Phillip J. POWER PLANT THREORY AND DESING, Second Edition.



El agua de alimentación a la caldera pasa a través de un intercambiador de calor llamado economizador, que es un haz horizontal de tubos más pequeños que los tubos de la caldera, para lograr así una mejor transmisión de calor aprovechando la energía remanente de los gases fríos que van hacia la chimenea. Estos mismos gases cederán otra porción de calor residual al aire con que se efectúa la combustión. Este proceso requiere de otro intercambiador de calor llamado precalentador (colocado también en el camino de los gases a la chimenea), indispensable en este tipo de instalaciones, ya que el calor suministrado al aire, aparte de aumentar la eficiencia de la caldera, permite una combustión mas sosegada, esto es, menos violenta; tanto el economizador como el calentador de aire aumentan la resistencia a la circulación de los gases a través de la caldera, por lo que se requiere disponer de un ventilador para vencer dicha resistencia y ayudar al tiro de la chimenea. Este ventilador se denomina de tiro inducido. La resistencia que constituye el calentador de aire y el equipo del hogar hacen necesario un segundo ventilador denominado ventilador de tiro forzado, para impulsar el aire de combustión al hogar.

El tambor principal o tambor de nivel (Domo), contiene la válvula de admisión de agua que opera por diferencia de niveles; contiene también un sistema que funciona como trampa de líquidos para evitar que el vapor que sale arrastre agua en estado líquido, lo que perjudicaría enormemente a las instalaciones subsecuentes.

---

Estas trampas de líquido poseen diferentes diseños, pero todos siguen el mismo principio. El vapor es obligado a circular en forma de remolino a través de tubos colectores, por lo que el líquido más pesado se adhiere a las paredes y puede ser drenado por algunos orificios colocados a propósito. Existen también separadores secundarios para evitar la presencia de minúsculas partículas de vapor que aún logran pasar a través de los separadores del tipo ciclónicos. Estos últimos, (los secundarios) están constituidos por multitud de láminas ordenadas paralelamente y a través de las cuales se hace circular el vapor, con lo que las partículas mencionadas se adhieren a su superficie, logrando con ello la eliminación total del agua en suspensión.

Un tambor de lodo estará colocado en la parte inferior de las galerías de agua y en el se acumularán los sólidos que habrán de ser removidos en forma intermitente. Podrán existir tambores sumergidos (en relación al nivel del agua) que actúan como simple elementos de transferencia de calor.

Finalmente, el vapor que sale del sistema de secado, pasará al tambor de sobrecalentamiento (atemperador), mismo que podrá estar ubicado en la zona superior de la caldera, inmediatamente antes de la chimenea; o bien, en la chimenea misma, junto con el economizador y el precalentador de aire; o bien, podrá ser parte de otra caldera más pequeña. El vapor que sale del tambor de sobrecalentamiento y que va a mover la máquina térmica, deberá poseer siempre las mismas condiciones termodinámicas (de presión y temperatura); razón por la cual, puede ser preferible que

el tambor de sobrecalentamiento pertenezca a un sistema independiente al de la caldera general y que nos permita la regulación térmica adecuada.

El vapor pobre que sale de la máquina térmica (turbina o motor alternativo de vapor) lleva consigo una cantidad de calor que también deberá ser aprovechada con el fin de elevar la eficiencia térmica del sistema. Dicho vapor de baja presión y baja temperatura ocupará un volumen demasiado grande para ser manejado en forma práctica, por lo que se debe condensarlo inmediatamente, haciéndolo pasar a través del intercambiador de calor llamado condensador.

En dicho condensador, una corriente de agua fría permita abatir la temperatura del vapor con lo que se logra su condensación. El agua podrá o no tener contacto con el vapor, aunque por lo general se prefieren los sistemas cerrados en donde el agua y el vapor circulan por galerías separadas.

El agua de enfriamiento que sale del condensador, podrá pertenecer a su vez a un sistema cerrado, dependiendo de su abundancia relativa. Si la caldera esta instalada en las márgenes de un río, podríamos pensar en un sistema abierto siempre y cuando la contaminación térmica pueda ser absorbida por aquel sin dañar la ecología de la región. Si el agua es escasa, se usará un sistema cerrado con lo que será necesario instalar una torre de enfriamiento para disipar el calor absorbido en el condensador, pudiendo así recircular. Aún así un buen porcentaje de esta se pierde por evaporación a la atmósfera.

Con el fin de eliminar el oxígeno y los gases disueltos en el agua de alimentación, uno de los calentadores de agua de alimentación es generalmente del tipo de desaireación. Un calentador de este tipo tiene un depósito de almacenamiento para el agua desaireada y se halla situado a gran altura, es decir, sobre un soporte del calentador, de manera que se obtenga una columna de agua adecuada para que el agua caliente pueda fluir sin vaporizarse a la aspiración de la bomba de alimentación de la caldera.

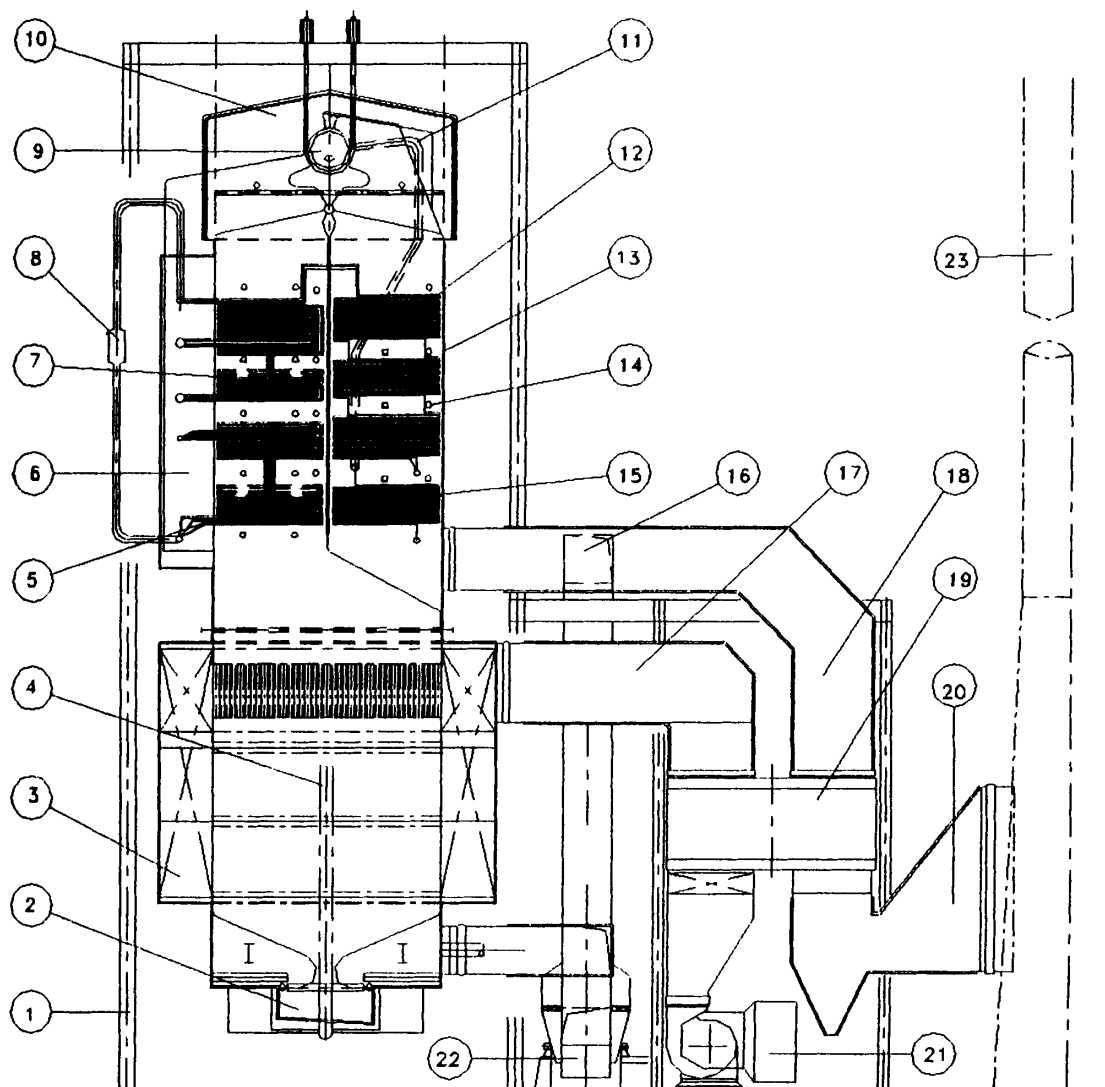
El vapor condensado (agua caliente) podrá ser enviado directamente a la caldera; o bien, podrá servir como agua de enfriamiento para el generador de electricidad acoplado a la turbina; o bien, podrá pasar a través de precalentadores. Finalmente llegará a la caldera para completar su ciclo térmico.

También se requiere de una considerable cantidad de aparatos para fines especiales.

Los colectores de polvos eliminan las cenizas volantes de los gases de combustión de manera que la ceniza no se convierta en una molestia de la vecindad. Sopletes especiales para deshollar, limpian las superficies generadoras de vapor de la caldera para mantener una buena transmisión de calor. Se utilizan ventiladores para accionar los deshollinadores, limpiar la maquinaria y accionar automáticamente todos los conmutadores y válvulas que un operador accionaría normalmente para conservar una presión constante del vapor con carga variable.

*ver diagrama del ciclo térmico de la Central Térmica Trinitaria (figura 1.1).*

FIGURA 2.1  
CALDERA CENTRAL TÉRMICA TRINITARIA



<b>ITEM</b>	<b>ELEMENTO</b>
1	Estructura
2	Cenicero
3	Cajón de aire
4	Downcomer
5	Sobrecalentador secundario
6	Vestíbulo de colectores
7	Recalentador
8	Atemperador
9	Domo
10	Pent house
11	Tubo de alimentación del domo
12	Sobrecalentador primario
13	Paredes del caldero
14	Sopladores de hollín
15	Economizador
16	Ducto de recirculación de gases
17	Ducto de entrada de aire
18	Ducto de salida de gases
19	Precalentador de aire
20	Ducto de entrada de gases a la chimenea
21	Ventilador de tiro forzado
22	Ventilador de recirculación de gases
23	Chimenea

TABLA 2.1  
DATOS TECNICOS DEL CALDERO

TIPO		RADIANTE	
POTENCIA		167000 HP	
SUPERFICIE CALEFACCION (m <sup>2</sup> )	HOGAR	AGUA (CIRCUFERENCIAL)	
		AGUA (PROYECTADA)	576
		SOBRECALENTADOR ( CIRCUFERENCIAL)	
		SOBRECALENTADOR (PROYECTADA)	
		TOTAL SUPERFICIE CALEFACCION HOGAR	576
	CONVECCION	SATURADO (CIRCUNFERENCIAL)	70
		SOBRECALENTADOR (CIRCUNFERENCIAL)	3751
		RECALENTADOR (CIRCUNFERENCIAL)	1357
		PAREDES PASO CONVECCION (PROYECTADA)	520
		ECONOMIZADOR (CIRCUNFERENCIAL)	1414
		TOTAL SUPERFICIE CALEFACCION CONVECCION	7112
		TOTAL SUPERFICIE CALEFACCION PARTES A PRESION	7688
	SUPERFICIE CALEFACCION SOLERA HOGAR PROYECTADA		
SUPERFICIE HASTA ENTRADA SOBRECALENTADOR RADIANTE			
SUPERFICIE HASTA ENTRADA SUPERFICIE DE CONVECCION		576	
VOLUMEN HOGAR m <sup>3</sup> .....		920	
CALENTADOR AIRE	TIPO	REGENERATIVO	CANTIDAD 1
	SUPERFICIE CALEFACCION TOTAL m <sup>2</sup> .....		15222
QUEMADOR OIL	TIPO	BW - CIRCULAR	ATOMIZADORES VAPOR
	CANTIDAD	8	ATOMIZADORES DE AIRE
CONTROL TEMPERATURA DE VAPOR	SOBRECALENTADOR		ATEMPERADOR
	RECALENTADOR		RECIRCULACION GAS
			ATEMPERADOR
CARATERISTICAS CONSTRUCCION UNIDAD	INTEMPERIE		
	PRESURIZADO		
SOLIDOS EN VAPOR	PARED MEMBRANA		
	1 ppm		

### III MONTAJE

#### 3.1 RECEPCION DE EQUIPOS Y MATERIALES

Los materiales y equipos que se usan en el caldero llegaron al país por vía marítima, arribando en primera instancia al puerto de Guayaquil, de ahí la compañía transportista se encargaba de llevar los bultos o container al lugar de la obra, para esto se usaban plataformas de dos tipos, las de cama normal y las de cama baja, dependiendo si la carga a transporta es delicada, alta, ancha o pesada.

TABLAS 3.1.  
EQUIPOS DE TRANSPORTE DISPONIBLES EN LA CIUDAD DE  
GUAYAQUIL

EQUIPO	TONELAJE	AREA UTIL
Plataforma de 14 ejes	380	22x3.50 mts
Plataforma de 7 ejes	190	11.50x3.50 mts
Cama baja	80	Varias medidas
Cama baja	40	Varias medidas
Plataformas extensibles	100	11 mts largo, hasta 20

Dos plataformas de 7 ejes al unirlas forman una plataforma de 14 ejes.



## Bibliografía Central

Los materiales usados en el caldero llegaron a la obra en diferentes tiempos, (*Tabla 3.2*), dependiendo de la utilidad en obra y del lugar proveniente del embarque, por lo que se hace necesario un espacio para el almacenamiento del mismo, el cual se lo realiza en los espacios establecidos para este fin. *ver figura 3.1* en el cual se puede apreciar el terreno de construcción, los patios de almacenamiento de materiales y equipos y distribución en el área destinada.

El montador debe realizar un procedimiento de desembarco y descarga en obra, tomando en cuenta de antemano el tráfico de camiones que pueden entrar a la obra, dependiendo de el patio o almacén que le sean asignado y del tiempo que tiene el montaje del proyecto, por que a mayor tiempo de montaje se ocupan los espacios físicos usados anteriormente como almacenes y el ingreso de los camiones se lo restringe, debido a que el espacio físico es menor para almacenamiento, las siguientes labores para cada embarque que llega a la obra se toman en cuenta para llenar el procedimiento de descarga, (*tabla 3.3*), de los packing list sabemos la cantidad de bultos, container o cajas, con los pesos y volúmenes, para saber la maquinaria necesaria como una grúa, montacarga y el tiempo que están los trailers en obra.

- Evaluación del tráfico de vehículos
- Descarga y colocación de los materiales perfectamente ordenados, clasificados e identificados.

TABLA 3.2  
CUADRO DE LLEGADA DE EMBARQUES

	VAPOR	PROCEDENCIA	FECHA EMBARQUE	FECHA LLEGADA	1° EMBARQUE ESTR.CALDERA	2° EMBARQUE ESTR.ED.PRAL	3° EMBARQUE REST.EQUIPOS	4° EMBARQUE TANQUES
1	Copiapó	ESPAÑA(1)	04-jun-95	13-jul-95	Preliminar	-	-	-
2	Castor	USA(2)	02-ago-95	06-sep-95	-	1°	-	-
3	Tatiana L.(1)	ESPAÑA(2)	27-jul-95	08-sep-95	1°	-	Preliminar(1)	-
4	Castor(2)	USA(3)	08-sep-95	18-oct-95	-	2°	-	-
5	Teno	ESPAÑA(3)	05-oct-95	06-nov-96	2°	-	Preliminar(2)	-
6	Sea Wave/Hamlet	USA(4/5)	06-nov-95	12-dic-95	-	3°	-	-
7	Tamamonta	USA(6)	17-dic-95	11-ene-96	-	4°	-	-
8	Sea Wave (2)	USA(7)	23-dic-95	25-ene-95	-	5°	-	-
9	Laser Pacific	ESPAÑA(4)	20-dic-95	18-ene-96	5° - (3°)	-	Preliminar(3)	-
10	V.A.Challenge	USA(8)	26-ene-96	12-feb-96	-	6°	-	-
11	Laser Santiago (1)	ESPAÑA(5)	02-ene-96	22-feb-96	4°	-	Preliminar(4)	-
12	Eq.Comput. y fax	Varios (1)	22-nov-95	22-nov-95	-	-	-	-
13	Vehiculo INECEL	Japón(1)	09-ago-95	12-abr-96	-	-	-	-
14	Ina lehmann	USA(9)	13-ene-96	19-mar-96	-	7°	-	-
15	tolten	España(6)	02-feb-96	21-feb-96	3° - (5°)	-	1°	-
16	Nedll.Van Nes	Japón(2)	20-ene-96	21-mar-96	-	-	2°	-
17	Aspasia L.(1)	ESPAÑA(7)	01-mar-96	23-mar-96	-	-	3°	-
18	Bremer Merkur (1)	USA(10)	01-abr-96	19-abr-96	-	9°	-	-
19	Savanah	USA(11)	29-mar-96	13-abr-96	-	8°	-	-
20	Nedlloyd Clement (1)	ESPAÑA(8)	29-mar-96	23-abr-96	-	-	5° - (4°)	-
21	V.A.Iberia (1)	ESPAÑA(9)	11-abr-96	23-abr-96	-	-	6° - (5°)	-
22	Bartolomé	USA(12)	13-abr-96	24-abr-96	-	10°	-	-
23	Laser Santiago (2)	ESPAÑA(10)	15-abr-96	06-may-96	-	-	4° - (6°)	-

TABLA 3.2 (Continuación)

	VAPOR	PROCEDENCIA	FECHA EMBARQUE	FECHA LLEGADA	1° EMBARQUE ESTR.CALDERA	2° EMBARQUE ESTR.ED.PRAL	3° EMBARQUE REST.EQUIPOS	4° EMBARQUE TANQUES
24	Terrestre	Ecuador(1)	13-abr-96	23-may-96	-	-	-	1° a 23°
25	Duncan Island	Gran Bretaña(1)	13-may-96	03-jun-96	-	-	7°	-
26	Barrington Island	Gran Bretaña(2)	20-may-96	12-jun-96	-	-	8°	-
27	Ina Lehmann (2)	USA(13)	24-may-96	11-jun-96	-	-	9°	-
28	Tatiana L.(2)	España(11)	23-may-96	17-jun-96	6°	-	10°	-
29	Aspasia (2)	Alemania(1)	30-may-96	03-jul-96	-	-	11°	-
30	Maes la Plata	Venezuela(1)	07-jun-96	28-jun-96	-	11°	-	-
31	Isla Pinzón	USA(14)	20-jun-96	04-jul-96	-	12°	-	-
32	Maipo(1)	España(12)	20-jul-96	08-ago-96	-	-	12°	-
33	Laser Santiago (3)	España(13)	19-jul-96	15-ago-96	-	-	13°	-
34	Seneca Maiden	Japon(3)	27-jul-96	04-sep-96	-	-	14°	-
35	Herr.Eq.Oficina ABB-1	Suiza(1)	26-jul-96	01-ago-96	-	-	-	-
36	V.A.Arrow	USA(15)	30-jul-96	08-ago-96	-	13°	-	-
37	Maipo(2)	Holanda(1)	17-jul-96	08-ago-96	-	14°	-	-
38	L.F/Barrington(2)	Israel(1)	07-ago-96	02-oct-96	-	-	15°	-
39	V.A.DHL(1)	Alemania(3)	23-ago-96	10-sep-96	-	-	16°	-
40	V.A.Anglo	Gran Bretaña(3)	27-ago-96	25-oct-96	-	-	17°	-
41	Laser Atlantic	España(14)	12-sep-96	23-oct-96	-	-	18°	-
42	S.Express(1)/Magellan(2)	Alemania(3)	12-sep-96	05-nov-96	-	-	19°	-
43	Ina Lehmann(3)	USA(16)	14-sep-96	16-oct-96	-	-	20°	-
44	Terrestre(2)	Ecuador(2)	08-ago-96	11-sep-96	-	-	21°	-
45	S.Express(2)/Magellan(3)	España(15)	22-sep-96	25-oct-96	-	-	22°	-
46	CGM Magellan (1)	Holanda(2)	12-sep-96	01-nov-96	-	15°	-	-
47	Maipo(3)	España(16)	29-sep-96	30-oct-96	-	-	23°	-
48	Copiapo(2)	España(17)	08-oct-96	06-nov-96	-	-	24°	-

TABLA 3.2 (Continuación)

	VAPOR	PROCEDENCIA	FECHA EMBARQUE	FECHA LLEGADA	1º EMBARQUE ESTR.CALDERA	2º EMBARQUE ESTR.ED.PRAL	3º EMBARQUE REST.EQUIPOS	4º EMBARQUE TANQUES
49	V.A.Matinair / KLM	Dinam./Suiza(2)	16-ago-96	13-nov-96	-	-	25°	-
50	Regina	USA(17)	30-sep-96	21-oct-96	-	-	26°	-
51	V.A.DHL(2)	España(18)	24-oct-96	30-oct-96	-	-	27°	-
52	Laser Santiago(4)	España(19)	22-oct-96	15-nov-96	-	-	28°	-
53	Merchant Princess	Chile(1)	24-oct-96	19-nov-96	-	-	29°	-
54	Regina(2)	USA(18)	09-nov-96	22-nov-96	-	-	30°	-
55	V.A.KLM(2)	Holanda(4)	22-nov-96	29-nov-96	-	-	31°	-
56	V.A.Iberia(2)	España(20)	25-nov-96	04-dic-96	-	-	32°	-
57	Magellan(4)	España(21)	23-nov-96	17-dic-96	-	-	33°	-
58	Bremer Merkur(2)	USA(19)	15-nov-96	29-nov-96	-	-	34°	-
59	Tatiana(3)	España(22)	28-nov-96	13-ene-97	-	-	35°	-
60	V.A.Iberia(3)	España(23)	02-dic-96	20-dic-96	-	-	36°	-
61	Terrestre(3)	Ecuador(3)	02-dic-96	20-dic-96	-	-	-	24° a 27°
62	Bremer Merkur(3)	USA(20)	22-dic-96	27-ene-97	-	-	38°-(37°)	-
63	Bremer Merklur(3)	USA(21)	22-dic-96	27-ene-97	-	-	37°-(38°)	-
64	V.A.DHL(3)	Alemania(4)	12-dic-96	29-ene-97	-	-	39°	-
65	V.A.KLM(3)	Gran Bretaña(4)	22-dic-96	24-ene-97	-	-	40°	-
66	Tubul	España(24)	13-ene-97	14-feb-97	-	-	41°	-
67	V.A.KLM(ABB-2)	Holanda(5)	14-ene-97	29-ene-97	-	-	-	-
68	Sea Wind/Rengo	USA(22)	05-dic-96	31-ene-97	-	-	42°	-
69	Ina Lehmann(4)	USA(23)	03-ene-97	21-feb-97	-	-	43°	-
70	Nedlloyd Clement (2)	España(25)	14-ene-97	24-feb-97	-	-	44°	-
71	V.A. Iberia(4)	Israel(2)	06-ene-97	17-feb-97	-	-	45°	-
72	V.A.Iberia(5)	España(26)	26-ene-97	27-feb-97	-	-	46°	-
73	Terrestre(D.V.)	Ecuador(4)	21-ene-97	07-feb-97	-	-	47°	-

TABLA 3.2 (Continuación)

	VAPOR	PROCEDENCIA	FECHA EMBARQUE	FECHA LLEGADA	1º EMBARQUE ESTR.CALDERA	2º EMBARQUE ESTR.ED.PRAL	3º EMBARQUE REST.EQUIPOS	4º EMBARQUE TANQUES
74	V.A.DHL(4)	Alemania(5)	24-ene-97	05-feb-97	-	-	48°	-
75	V.A.KLM(ABB-3)	Holanda(6)	05-feb-97	11-mar-97	-	-	-	-
76	V.A.Iberia(6)	España(27)	12-feb-97	27-feb-97	-	-	50°	-
77	V.A.Martinair(AEG)	Alemania(6)	08-feb-97	18-mar-97	-	-	-	-
78	V.A.KLM(ABB-4)	Alemania(6)	11-mar-97	-	-	-	-	-
79	Cap Corriente	España(28)	03-mar-97	08-abr-97	-	-	49°	-
80	Nedlloyd Clement(3)	España(29)	16-mar-97	-	-	-	50°	-
81	V.A.KLM(ABB 5-6)	Suiza(3)	04-abr-97	-	-	-	-	-
82	Magellan(5)	España(30)	05-abr-97	-	-	-	51°	-
83	Duncan Island (2)	USA(24)	11-abr-97	-	-	-	52°	-
84	V.A.KLM(4)	España(31)	18-abr-97	-	-	-	53°	-
85	Santiago Expres(3)	España(32)	15-abr-97	-	-	-	54°	-
86	DHL(5)	USA(24)	-	-	-	-	55°	-
87	V.A.KLM(ABB 7)	Holanda(7)	-	-	-	-	-	-

Biblioteca



FIGURA 3.1  
ALMACENAMIENTO DE MATERIALES EN OBRA

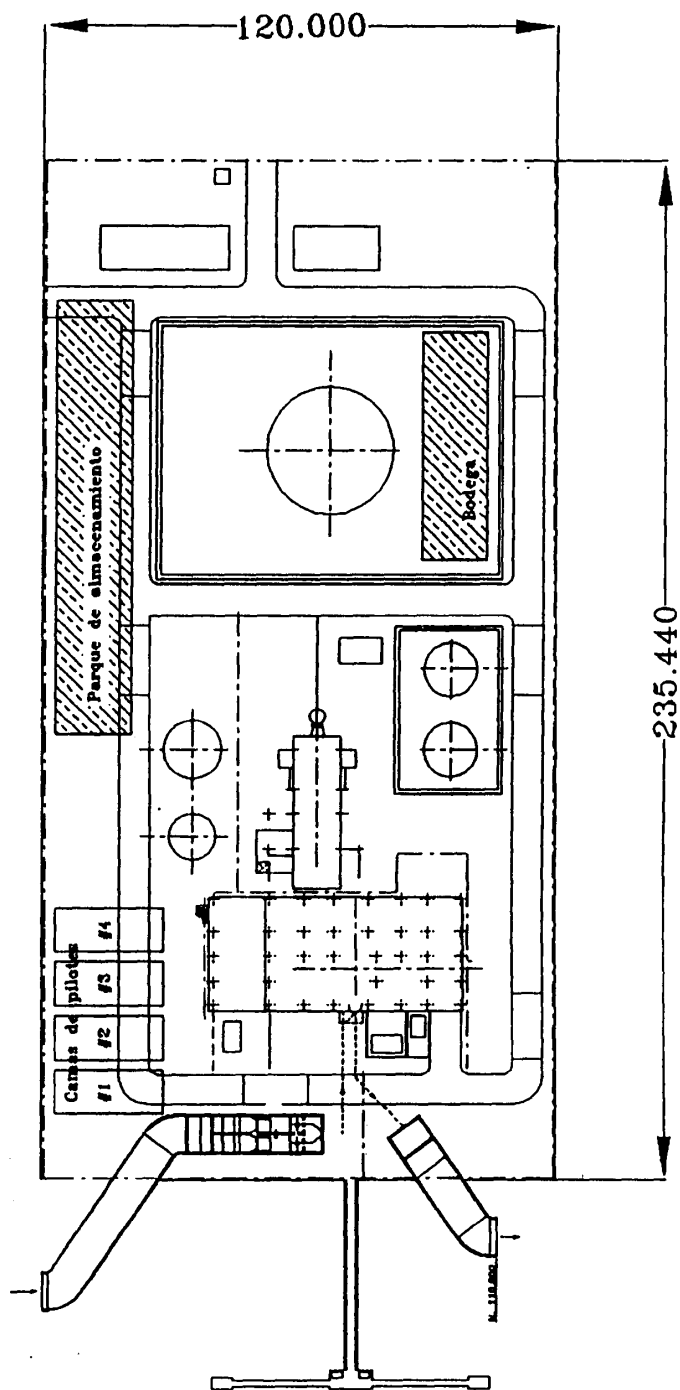


TABLA 3.3

GUIA PARA REALIZAR EL PROCEDIMIENTO DE DESEMBARCO EN OBRA

No EMBARQUE	ORIGEN	DESTINO		FECHA	BUQUE		HOJA __ DE __
No	TRABAJO A REALIZAR	PESO/BULTO	LUGAR	TIEMPO	EQUIPO	PERSONAL	OBSERVACIONES

- Recepción y chequeo de materiales recibidos.
- Separación y recuento de los materiales recibidos en mal estado y que deben ser reparados o sustituidos.
- Control periódico de existencias y diferencias entre previstos utilizar y los realmente utilizados.
- Protección de los materiales, teniendo en cuenta las condiciones atmosféricas y ambientales, caídas de materiales, incendios, etc.
- Manipulación de materiales para movimientos de clasificación, comprobación, transporte a las área de trabajo y retirada de sobrantes.

Si se necesita material que suministra el montador para realizar trabajos de calces, modificaciones atornilladas, soldadas, soportes provisionales o cualquier otro material nuevo que requiera el proceso de montaje, deberá ser suministrado y conformado de acuerdo con las exigencias de las Normas utilizadas.

A continuación se presenta una tabla con los datos de pesos individuales de los elementos que conforman el caldero y total, indicando el número de embarques que se necesitaron para traer todo los elementos del caldero.

También se presenta un cuadro donde se indica el tipo de almacenamiento que deben recibir los elementos para evitar deterioro, el almacenamiento de materiales se lo realiza de acuerdo a las características de los mismos y el cuidado que



necesitan durante el tiempo que permanecerán en los patios o almacenes, con las respectivas protecciones de ser necesario, como se indica en la tabla 3.5

TABLA 3.4

## PESOS Y EMBARQUES DE ELEMENTOS DEL CALDERO

Elemento	Peso Kg.	Embarques	Bultos/Conten.
Estructura	731752	6	-
Partes a presión	623800	7	
Conductos aire-gases	139595	3	
Pre calentador aire regenerativo	227775	5	
Calentador aire-vapor	3656	3	2
Ventiladores	21580	2	
Sopladores de hollín	12163	1	3
Equipos de combustión	12485	1	8
Válvulas	5492	3	3
Ascensor	9850	1	9
Cajón de aire	97243	3	
Vigas cinturón	28103	1	
Juntas de dilatación	15245	2	
Electrodos	2910	2	2
Tirantes	20780	1	1
Refractario	276000	1	11
BMS	3955	1	1
Tubería	24377	1	
Dampers	5275	1	
Tanques purgas	14200	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>2276236</b>		

## Biomasa Central

TABAL 3.5  
ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPOS

Elemento		Tipo de almacenamiento de materiales				
		Protección				
		Interperie	cubierto	Aceite	Gel silice	Calefacción
Estructura	vigas	x				
	arriostras	x				
	rejillas	x				
Tambor	domo	x				
	ciclones		x		x	
	scrubers		x		x	
Partes a presión	tubería	x				
	tirantes	x				
	vigas cinturón	x				
	compuertas y mirillas		x		x	
Conductos aire-gases	conductos		x			
	compuertas y mirillas		x		x	
	tolvas		x			
	juntas de dilatación		x			
Precalentador aire -vapor			x		x	
Precalentador aire regenerativo	carcaza		x			
	eje		x	x		
	secciones		x		x	
	equipos de control		x			x
	araña rotor		x			
	motores		x		x	
Ventilador tiro forzado	bancada y carcaza		x			
	ventilador		x		x	
	tolvas		x			
	equipos de control		x			x
	motor		x		x	
Ventilador recirculación gases	bancada y carcaza		x			
	ventilador		x		x	
	tolvas		x			
	equipos de control		x			x
	motor		x		x	
Ventilador aire de sellado			x			
Sopladores de hollín			x			
Sonda térmica			x			
Equipos de combustión	quemadores		x		x	
	calentadores fuel-oil		x		x	
Paneles	BMS		x		x	
Tubería			x		x	
Válvulas			x		x	
Ascensor			x		x	
Soldadura	electrodos		x			x
	alambres argón		x			x
Refractario y aislamiento			x			







TABLA 3.8  
CRONOGRAMA MECANICO

OBRA MECÁNICA	1995			1996												1997									
	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	
Montaje estructura de																									
Caldero																									
Turbina																									
Planta tratamiento agua																									
Caseta de cloracion																									
Caseta conotra incendios																									
Taller																									
Almacén																									
Montaje de																									
Caldero																									
Turbina																									
Planta tratamiento agua																									
Tanques																									
Obra de toma																									
Equipos																									
Tubería de																									
Ciclo																									
Sistemas																									
Combustible																									
Sistema contra incendios																									
Pruebas																									

TABLA 3.9  
CRONOGRAMA OBRA ELÉCTRICA

OBRA ELÉCTRICA	1996						1997											
	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Montaje de																		
Bandejas																		
Cableado																		
Armarios																		
Instrumentación																		
Controles																		
Transformadores																		
Subestacion																		
Pruebas																		

TABLA 3.10  
CRONOGRAMA MONTAJE DEL CALDERO

CALDERO	1994			1995					1996					1997											
	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O
<b>OBRA CIVIL</b>																									
Estudio terreno	■																								
Relleno y compactacion	■	■	■																						
Implantación de ejes				■	■	■																			
Pilotaje					■	■	■	■	■																
Cimentación									■	■	■	■	■												
Bancada equipos																									
Chimenea																									
<b>OBRA MECANICA</b>																									
Montaje																									
Estructura																									
Tambor																									
Partes a presión																									
Conducto de aire y gases																									
Sopladores + sonda térmica																									
Equipos de combustión																									
Válvulas + tubería																									
Ascensor																									
Auxiliares de caldera																									
Refractario y aislamiento																									
Válvulas seguridad																									
Pruebas																									
<b>OBRA ELÉCTRICA</b>																									
Montaje																									
Bandejas																									
Armarios																									
Equipos																									
Instrumentación																									
Cableado																									
Pruebas																									



### 3.2.1 OBRA CIVIL

La obra civil es el trabajo previo al montaje de estructura, en el cual se realiza el estudio de terreno, se diseña y construye la cimentación en donde va la estructura del caldero y el caldero propiamente dicho, en otras palabras se puede decir que se encarga de diseñar los pilotes, la distribución de los mismos tomando en cuenta las cargas estáticas y dinámicas.

Continúa con el diseño de la losa de cimentación y pedestales los cuales van soportados por los pilotes y los pedestales que sirven como base para las columnas de la estructura.

#### CONDICIONES DEL LUGAR

Presión atmosférica	
Temperatura atmosférica media	21 °C
Temperatura atmosférica mínima	8 °C
Temperatura atmosférica máxima	38 °C
Temperatura atmosférica máxima de diseño	40 °C
Temperatura atmosférica media diaria de diseño	30 °C
Humedad relativa media	90 %
Humedad relativa mínima	50 %
Humedad relativa máxima	100 %
Humedad relativa media de diseño	90 %
Lluvia media mensual	700 mm

Presión dinámica	200 Kg/m <sup>2</sup>
Velocidad del viento	56.6 m/s
Resistencia del suelo	
Características del hormigón empleado para cimentaciones del edificio	para $\geq 250 \text{ kg/cm}^2$

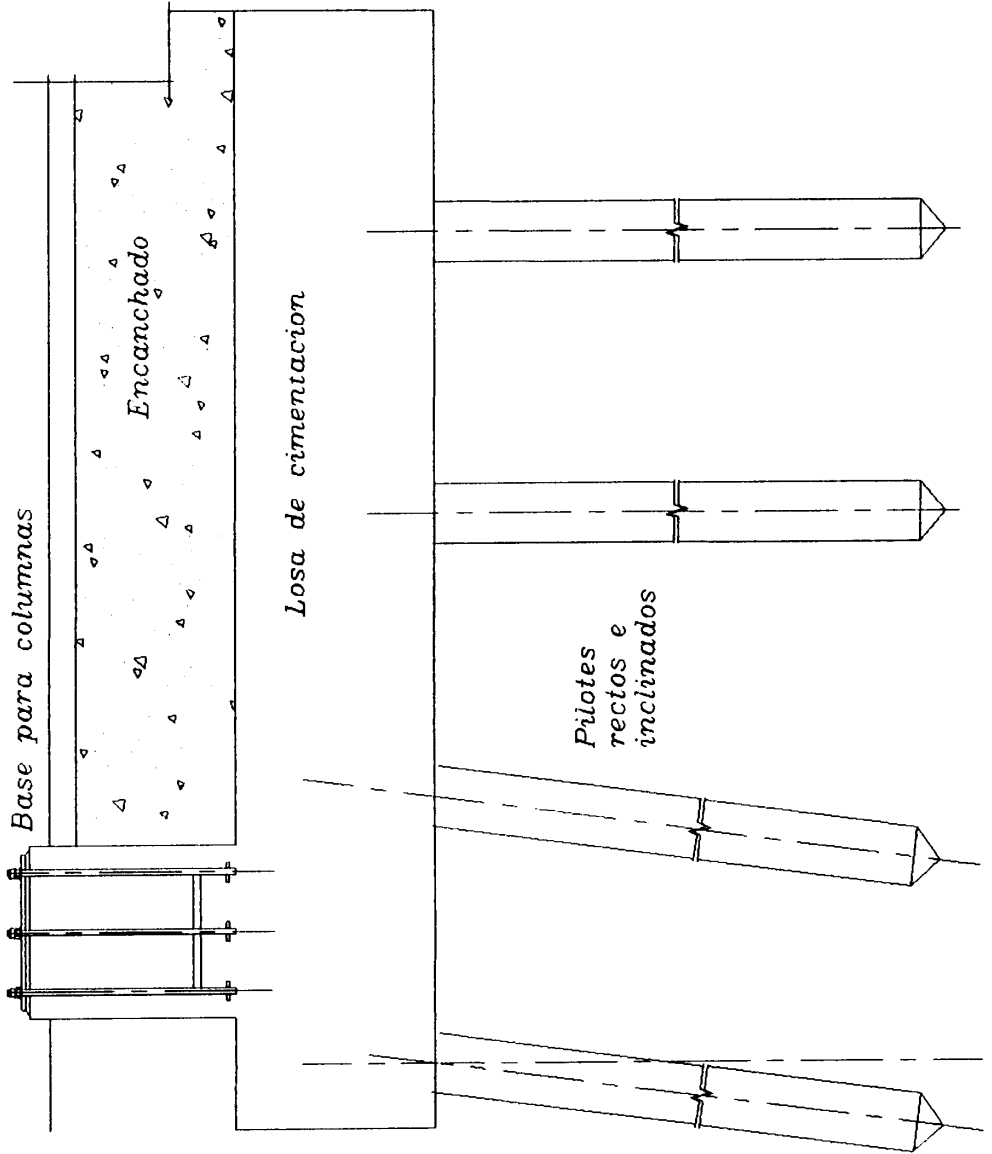
### SISMICIDAD

- Aceleración máxima horizontal - Edificio	0.2 g
- Aceleración máxima horizontal - Chimenea	0.2 g
- Frecuencia de las ondas sísmicas	0.5-10 hz
- Duración del periodo de máxima intensidad	30 s
- Duración total máxima	120 s

La cimentación va soportada sobre 172 pilotes de los cuales 33 tienen una inclinación de 7.5 y 15 grados y el resto de los pilotes son verticales (*ver figura 3.2*). La longitud de diseño de estos pilotes prefabricados de hormigón armado ( $f_c=280 \text{ kg./cm}^2$ ) es de 22 metros con una sección de 0.45X0.45 metros.

La losa de cimentación es de hormigón armado con un espesor de 1.50 metros, sobre la misma van los pedestales del mismo material que son como se dijo anteriormente es la bases de la estructura del caldero.

TABLA 3.2  
CIMENTACIÓN DEL CALDERO



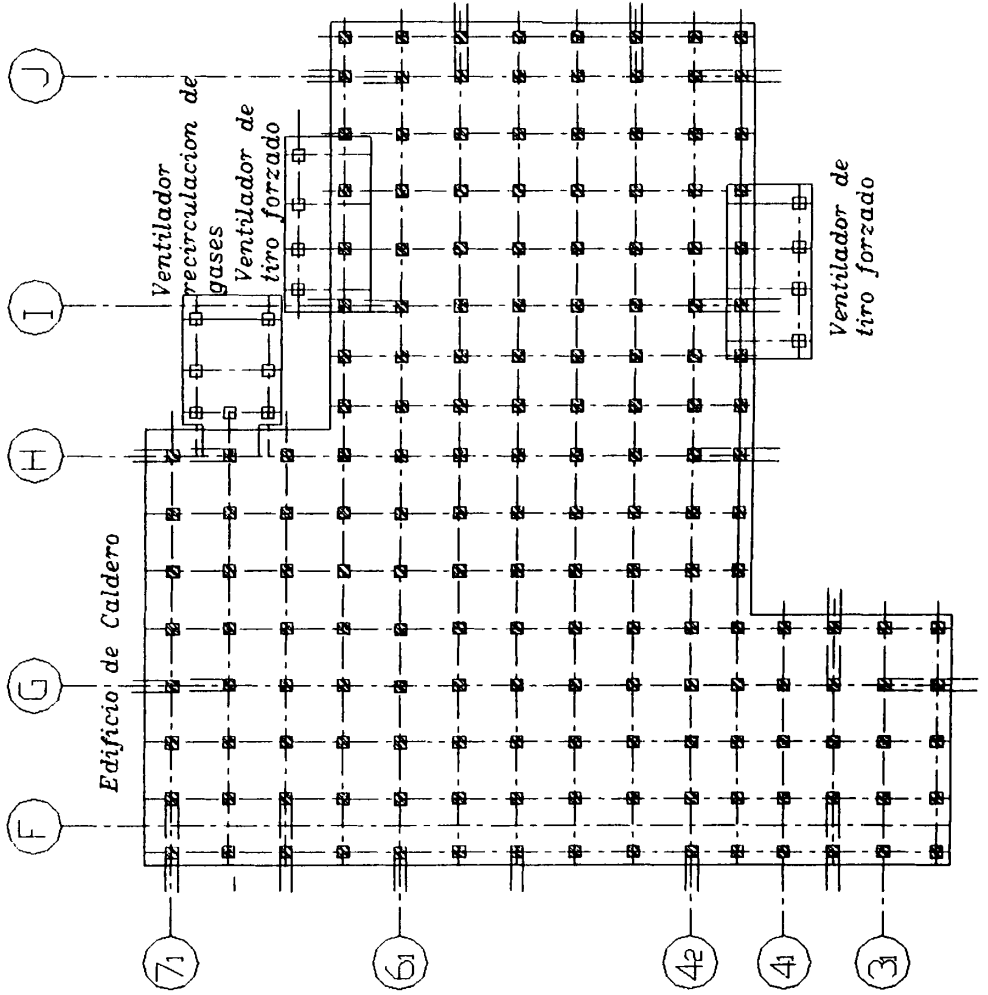
También se tiene cimentaciones para los ventiladores de tiro forzado y el ventilador de recirculación de gases, los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente forma, para los ventiladores de tiro forzado tenemos 8 pilotes por cada uno y para el ventilador de recirculación de gases tenemos 9 pilotes, de los cuales algunos se encuentran compartidos con la losa de cimentación del caldero (*ver figura 3.3*).

TABLA 3.11

## CANTIDAD DE PILOTES TOTALES DEL EDIFICIO DE CALDERO

<b>zona</b>	<b>Pilotes</b>	<b>Pilotes reales</b>
Edificio caldero	172	172
Ventilador de tiro forzado 1	8	4
Ventilador de tiro forzado 2	8	4
Ventilador de recirculación de gases	9	7
		<b>187</b>

TABLA 3.3  
DISTRIBUCIÓN DE PILOTES EN LA CALDERA





### 3.2.2 OBRA MECÁNICA

#### Montaje de los sistemas de anclaje.

Se conoce como sistema de anclaje, los conjuntos (placa + anclaje) que constituyen las bases y anclajes de los pilares de la estructura metálica.

Para colocar las placas y tornillos de fijación se deben limpiar y las roscar estar protegidas con una capa de grasa durante todo el vertido de hormigón y mantenidos en perfecto estado hasta el montaje de los pilares de la estructura

Para cuando se tenga sistemas de fijación a partir de agujeros realizados en el hormigón bruto, se deberá realizar antes del vertido de hormigón los siguientes pasos:

- Repicado de la totalidad de la superficie de la cara de colocación, a fin de eliminar las salpicaduras del hormigón.
- Eliminación mecánica en los agujeros de cuerpos extraños, grasas pinturas y polvos

El montaje de las placas y de los tornillos de fijación se realiza por medio de una plantilla de reglaje solidaria a un chasis provisional de montaje, es necesario verificar la fijación definitiva de los anclajes, con instrumentos de

medida y control apropiados para las dimensiones y tolerancias a obtener para que las placas y tornillos de fijación se monten dentro de las tolerancias.

- Nivel de la cara superior  $\pm 5$  mm. en relación al nivel teórico de apoyo de las arandelas bajo la tuerca.
- Inclinación máxima de la cara superior en relación a la horizontal:  $1/200 * L$ .
- Posicionamiento horizontal de las placas superiores:  $\pm 5$  mm. en relación al sistema global de referencia.

El reglaje de los tornillos debe satisfacer las siguientes condiciones:

- Desviación máxima con relación a la vertical:  $3/1000$
- Posicionamiento vertical de la cabeza de los tornillos:  $\pm 5$  mm.

El reglaje de las placas debe satisfacer las siguientes condiciones:

- Cara superior  $\pm 1$  mm. en relación con el nivel teórico de referencia. Esta tolerancia es aplicable a todos los puntos de la cara superior de las placas.
- Posicionamiento horizontal: resulta de la tolerancia impuestas a las plantillas y a los tornillos de anclaje; sin embargo los ejes de las placas no deben presentar un defecto de paralelismo en relación a los defectos de paralelismo en relación a los ejes del sistema de mas  $5/1000$  de L.

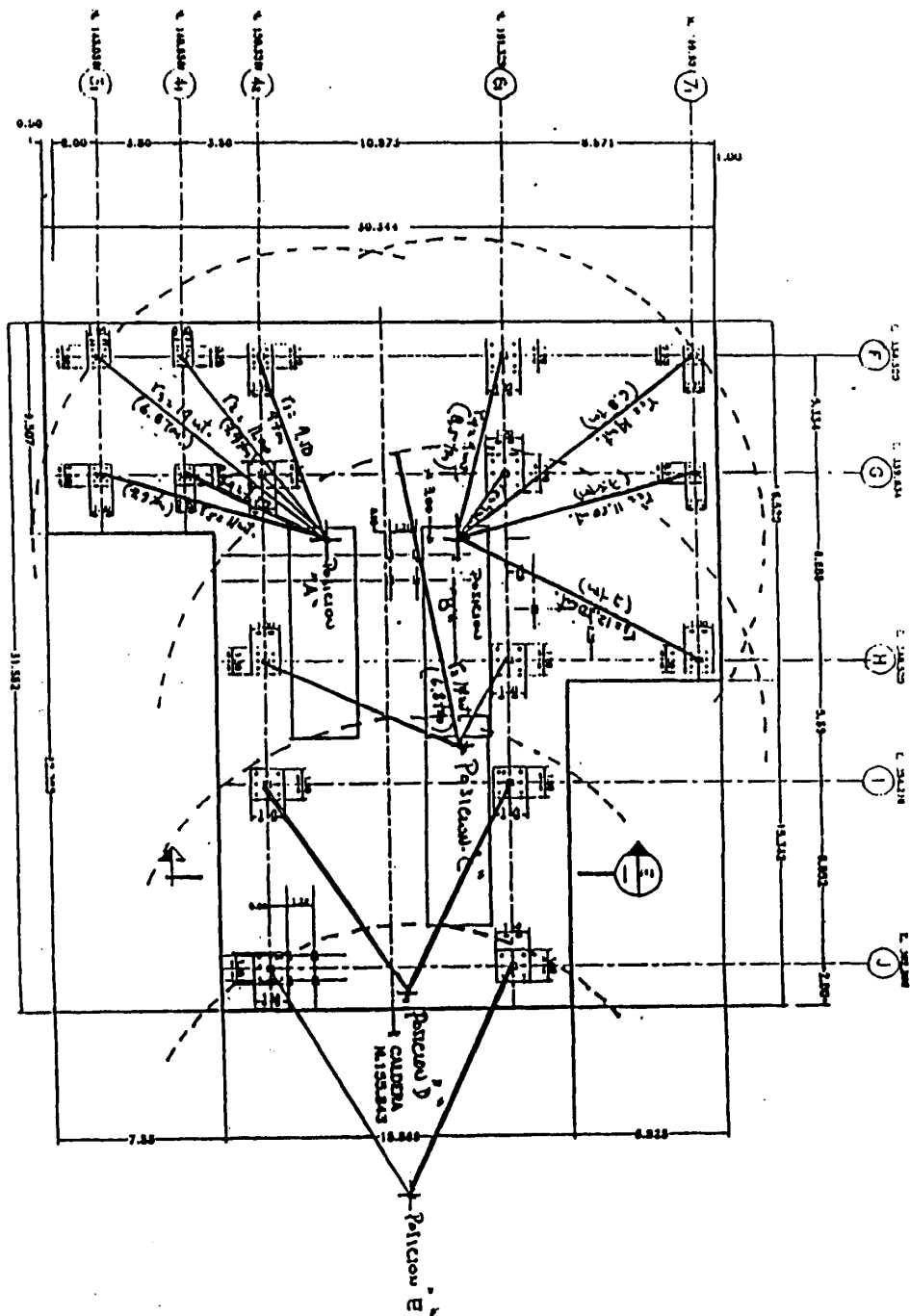
### 3.2.3 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE:

Para empezar a montar es necesario un estudio de las distintas operaciones a realizar, con el fin de tener dispuestos los medios de ejecución y evitar todo riesgo de accidente, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Determinación del tipo y ubicación mas adecuada de las grúas de montaje, teniendo en cuenta el peso y el tamaño de la carga a elevar, altura de elevación, radio de giro de la grúa, etc. (*figura 3.4*) contando con las condiciones del lugar de ubicación de la grúa, accesos, canalizaciones, configuraciones y resistencia del terreno.
- En lo referente a los elementos auxiliares en el movimiento de carga (cabrestantes, tracteles, eslingas, cables, grilletes, etc.) se deben utilizar en buenas condiciones de uso, bajo una inspección previa.
- Diseño, construcción y colocación de andamios y plataformas auxiliares provisionales tienen que cumplir con la ordenanza de seguridad e higiene en el trabajo con el fin de evitar accidentes durante los montajes parciales de estructura y equipos.



FIGURA 3.4  
UBICACIÓN DE LA GRÚA PARA MONTAJE DE LA ESTRUCTURA



### 3.2.3.1 ESTRUCTURA

#### Implantación de los ejes y niveles de referencia de la estructura

Los ejes principales del edificio X e Y, se los materializa en el suelo a partir de las coordenadas del sitio.

Los ejes se los materializa sobre placas metálicas hormigonadas fuera de la estructura con el fin de quedar accesibles y visibles durante toda la duración del montaje.

Los ejes del último nivel del edificio se los implanta después de haber terminado el montaje, el reglaje, la soldadura y el apretado de todas las estabilidades horizontales y verticales. La materialización puede ser realizada con la ayuda de perfiles soldados provisionalmente sobre las vigas superiores y reunidas por hilos de acero.

Después de terminado los ejes de la estructura del nivel superior, se traza los ejes medios entre los ejes de estructura y los ejes de obra civil.

Los ejes reales de la caldera corresponden a los ejes medios y serán tomados como referencia para el reglaje de las suspensiones de caldera y de partes a presión

#### Implantación de los niveles.

El nivel de referencia a partir del sitio, será llevado sobre todos los pilares a la cota 1000 mm.

Los diferentes puntos a la misma cota se los traza con precisión sobre los diferentes pilares, graneteados y referenciados con pintura con el fin de ser fácilmente visibles, se deben trazar varias referencias a la misma altura en diferentes niveles del piso de la instalación.

El montaje se lo realiza por conjuntos (pilares, arriostrados y plataformas) que deben ser:

- ajustadas, atornilladas y apretadas
- soldadas
- controladas

El montaje se ejecuta sobre dos caras perpendiculares, para que estas puedan ser rápidamente unidas, y construir un triángulo de estabilidad.

La verticalidad de los pilares y la igualdad de las diagonales para las plantas deben ser verificadas después del montaje y reglaje de cada tramo de obra.

#### Implantación de los pilares sobre las placas prehormigonadas

Los pilares se implantaron sobre sus placas en las dos direcciones X e Y, con una tolerancia de  $\pm 2$  mm. en relación a la cota teórica determinada en los planos.

#### Verticalidad de los pilares

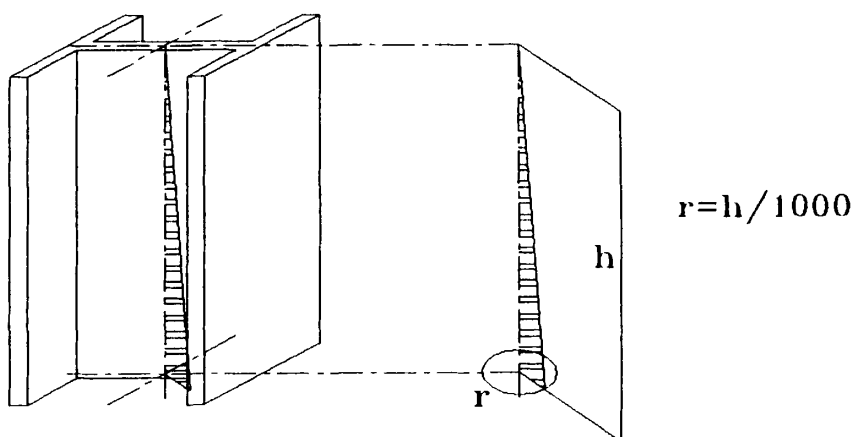
El reglaje de los pilares debe satisfacer las condiciones siguientes:

##### Condición 1

Para un tramo de estructura de altura igual a H, la proyección de la intersección de los dos ejes principales de la parte superior, debe de

encontrarse en el interior de un círculo de radio  $H/1000$ , cuyo centro es la intersección de los ejes horizontales de la parte inferior.

FIGURA 3.5  
VERTICALIDAD PILARES 1 TRAMO  
 $h$ =altura de la columna



### Condición 2

A partir de la parte superior del segundo trozo, para un conjunto de trozos de altura total =  $H$ , la proyección de la intersección de los dos ejes principales de la parte superior de cada pilar del trozo superior, sobre el plano de la parte inferior del primer trozo del edificio, debe encontrarse en el interior de un círculo de radio  $H/3000$ .

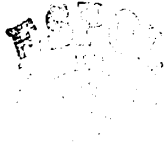
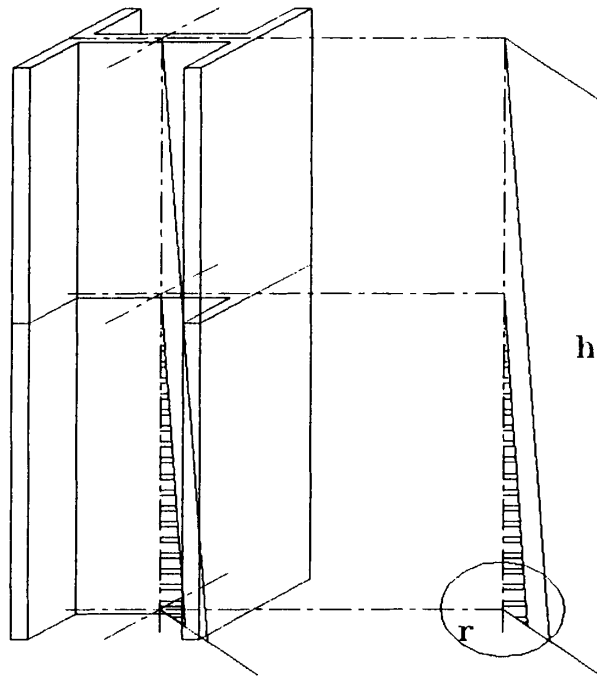


FIGURA 3.6

## VERTICALIDAD PILARES MAYORES 1 TRAMO

Biblioteca Central

h=altura de la columna



$$r = h/3000$$

Caso particular para pilares con una parte inclinada.

Para los pilares con una parte inclinada, las mismas tolerancias serán aplicadas a la proyección de la intersección real de los ejes principales de la cabeza del pilar en relación al círculo centrado sobre la intersección teórica de estos ejes.



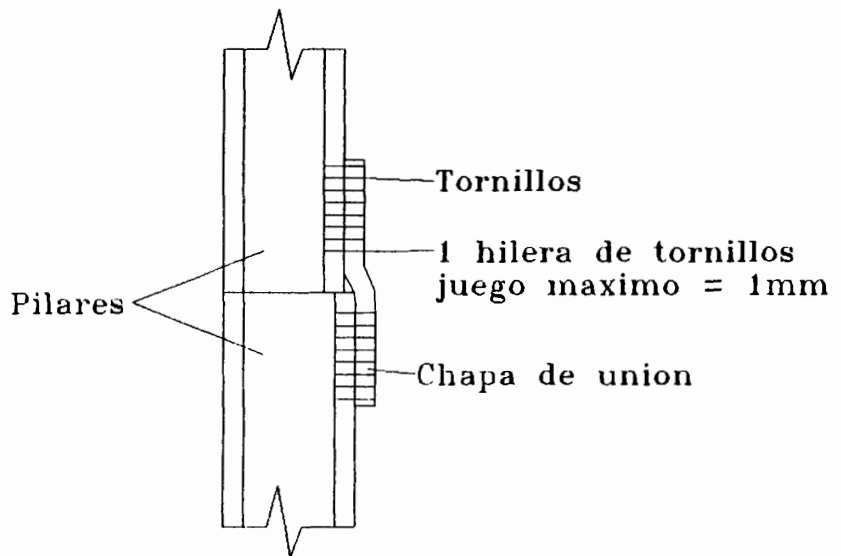
### Embridado de los pilares.

El juego máximo entre las alas del pilar y las chapas de unión no debe ser superior a 1mm. a la altura de la primera hilera de tornillos.

El juego debe ser nulo a partir de la segunda línea de tornillos después del apretado.

FIGURA 3.7

### EMBRIDADO DE LOS PILARES



En el sitio de las uniones de los pilares, las superficies de las extremidades de los pilares realmente en contacto entre ellos, debe

estar a un mínimo del 50% de la superficie total de las extremidades a ensamblar.

#### Uniones atornilladas.

Antes de realizar las uniones atornilladas, se comprobara que los tornillos, tuercas y arandelas sean de la misma clase y calidad, y que correspondan al plano de montaje correspondiente.

El apriete correcto de las uniones atornilladas, es una condición primordial para la distribución uniforme de las cargas. Se debe empezar con un 80% de lo especificado en los planos o norma para completar el apriete en una segunda vuelta. deberá quedar 1 filete del tornillo fuera de la tuerca después del apriete.

Después del atornillado se debe aplicar la pintura de modo que se impermeabilicen las uniones contra la penetración de la humedad.

Cuando el tornillo y tuerca de alta resistencia que llevan un recubrimiento de zinc, galvanizado en caliente o por vía electrolítica, se lo lubricara antes del montaje, a fin de evitar peligro de fractura.



TABLA 3.12

PAR DE APRIETE RECOMENDADO PARA PERNOS

	3.6(4D)		5.6(5D)		6.9(6G)		8.8(8G)		10.9(10K)		12.9(12K)		SW mm
	kp	kpm	kp	kpm	kp	kpm	kp	kpm	kp	kpm	kp	kpm	
M 2	29	0.0125	38.5	0.0165	74.5	0.032	88	0.038	124	0.05	149	0.06	4
M 2.3	41.5	0.02	55.5	0.027	107	0.052	127	0.061	179	0.09	214	0.1	4.5
M 2.6	53.5	0.029	71.5	0.038	138	0.074	163	0.088	229	0.12	275	0.15	5
M 3	74	0.045	98.5	0.06	190	0.115	225	0.137	317	0.19	380	0.23	5.5
M 3.5	99	0.069	132	0.092	255	0.177	302	0.21	425	0.3	510	0.36	6
M 4	128	0.102	171	0.137	329	0.265	390	0.31	548	0.44	658	0.53	7
M 5	210	0.2	279	0.27	539	0.52	638	0.615	898	0.87	1080	1.04	8-9
M 6	296	0.35	394	0.46	760	0.89	901	1.05	1265	1.5	1520	1.8	10
M 7	432	0.57	576	0.76	1110	1.45	1320	1.75	1855	2.5	2220	2.9	11-12
M 8	542	0.84	723	1.1	1395	2.2	1655	2.6	2320	3.6	2790	4.3	13-14
M 10	864	1.7	1150	2.2	2220	4.3	2630	5.1	3700	7.2	4440	8.7	15-17
M 12	1260	2.9	1680	3.9	3240	7.5	3840	8.9	5400	12.5	6468	15	19-21
M 14	1730	4.6	2310	6.2	4450	11.9	5270	14.1	7410	19.8	8900	24	22-23
M 16	2380	7.1	3170	9.5	9120	18.2	7260	21.5	10200	30.5	12250	36.5	24-26
M 18	2890	9.7	3860	13	7440	25	8820	29.5	12400	42	14900	50	27
M 20	3720	13.8	4960	18.4	9750	35.5	11350	42	15950	59	19150	71	30
M 22	4650	18.6	6200	25	11950	48	14200	57	19950	80	23900	96	32
M 24	5360	23.5	7140	31.5	13800	61	16350	72.5	23000	102	27600	122	36
M 27	7060	35	9410	47	18150	90.5	21500	107	30200	151	36300	181	41
M 30	8570	47.5	11450	63.5	22000	123	26100	145	36700	205	44100	245	46
M 33	10700	64.5	14250	86.5	27500	166	32600	197	45800	277	55000	333	50
M 36	12550	83	16750	111	32300	214	38200	253	53800	356	64500	428	55
M 39	15100	108	20100	144	38800	277	46000	329	64600	462	77600	555	60
M 42	17250	133	23000	178	44400	343	52600	407	74000	572	88800	686	65
M 45	20200	167	27000	222	52000	429	61600	509	86700	715	104000	858	70
M 48	22700	202	30300	269	58500	518	69300	614	97500	864	117000	1035	75
M 52	27300	259	36400	346	70200	667	83200	790	117000	1110	140500	1335	80
M 56	31500	323	42000	431	80900	831	95900	984	135000	1385	162000	1660	85
M 60	36800	401	49100	535	95600	1030	112000	1220	157500	1720	189000	2060	90
M 64	41600	483	55500	643	107000	1240	127000	1470	178500	2070	214000	2480	95

kp Kilopond  
kpm Kilopond-meter  
SW Size wrench, tamaño de llave

### Uniones soldadas.

- Las uniones soldadas solo se las permite cuando se encuentre especificadas en los planos.
- Los soldadores deben ser calificados de acuerdo con los requisitos de AWS. Código de Soldadura Estructural D1.1.
- La soldadura se realizara de acuerdo a los requisitos expuestos en la AISC "Especificación para Fabricación y Montaje de Acero Estructural para Edificios".
- Todas las conexiones soldadas en campo se utilizaran usando soldadura de arco con electrodo metálico en atmósfera inerte utilizando los electrodos especificados.
- Todas las soldaduras que son esmeriladas y acabadas para recibir una capa de prueba contra la corrosión son sometidas al test de líquidos penetrantes de acuerdo con ASME E 165 y AWS D1.1.
- Previamente a la iniciación de cualquier trabajo de soldadura, es necesario homologar el procedimiento correspondiente en

condiciones similares a las reales de ejecución y de acuerdo con la norma aplicable.

### Procesos

Los procesos de soldadura a considerar en montaje estarán constituidos por alguna de las siguientes técnicas o combinación de ellas.

SMAW: Soldadura manual mediante electrodo recubierto

SAW: Soldadura mediante arco sumergido

FCAW: Soldadura mediante hilo tubular, con flux interior

GMAW: Soldadura mediante hilo protegido por CO<sub>2</sub>

### Métodos de soldadura

Soldadura manual: Soldadura donde el conjunto completo de operaciones lo controla la mano.

Soldadura semi-automática: Soldadura usando electrodo de alambre continuo, con o sin medios mecánicos de arrastre de alambre, y con ajuste manual por el soldador de las variables de velocidad guiado y dirección del mismo.

TABLA 3.13  
SOLDADURAS DEL CALDERO

Componentes o partes	Descripción	PARTES A PRESIÓN			PARTES A PRESIÓN			Mínimo Calent.	W.P.S.	PROCESOS	
		D.Ext	Esp.min.	Material	D.Ext	Esp.min.	Material			GTAW	SMAW
Paredes del hogar	Tubos lisos a tubos estriados	63.5	5.84	SA210-A1	63.5	5.84	SA210-A1 MLR	20	IT-23 IT-01	ER-80SG	E-7018
	Tubos estriados a tubos estriados	63.5	5.84	SA210-A1 MLR	63.5	5.84	SA210-A1 MLR	20	IT-23 IT-01	ER-80SG	E-7018
	Tubos lisos a tubos lisos	63.5	5.84	SA210-A1	63.5	5.84	SA210-A1	20	IT-23 IT-01	ER-80SG	E-7018
Techo del hogar	Tubos lisos a tubos lisos	75.41	6.6	SA210-A1	75.41	6.6	SA210-A1	20	IT-23 IT-01	ER-80SG	E-7018
	Tubos reducidos a casquillo colector techo	63.5	5.84	SA210-A1	63.5	5.84	SA209-T1A	20	IT-16	ER-80SG	E-7018
	Tubos reducidos a casquillo colector techo	75.41	6.6	SA210-A1	75.41	6.6	SA209-T1A	20	IT-16	ER-80SG	E-7018
	Tubos lisos a casquillo tambor y tubos lisos a tubos lisos (sopt vest)	75.41	6.6	SA210-A1	75.41	6.6	SA210-A1	20	IT-23 IT-01	ER-80SG	E-7018
Tubos de alimentación	Casquillo de botellón y colectores a tubos y entre tubos	12.7	8.64	SA210-C	127	8.64	SA210-C	20	IT-07	ER-80SG	E-7018
Tubos de subida	Casquillos de tambor a tubos	127	9.14	SA210-C	127	8.64	SA210-C	20	IT-07	ER-80SG	E-7018
	Casquillos colectores laterales a tubos	127	8.64	SA210-C	127	8.64	SA210-C	20	IT-07	ER-80SG	E-7018
	Casquillos colector de unión techo a tubos	127	9.65	SA213-T22	127	8.64	SA210-C	150	IT-05	ER-80SG	E-7018
Tubos de saturado	Casquillos de tambor a tubos / tubos y tubos a casquillos de colector	75.41	6.6	SA209-T1A	75.41	6.6	SA209-T1A	20	IT-04	ER-80SG	E-7018

TABLA 3.13 (Continuación)

Componentes o partes	Descripción	PARTES A PRESIÓN			PARTES A PRESIÓN			Mínimo Calent.	W.P.S.	PROCESOS	
		D.Ext	Esp.min.	Material	D.Ext	Esp.min.	Material			GTAW	SMAW
Economizador	Casquillos de colector a tubos	44.45	4.19	SA210-A1	44.45	4.19	SA210-A1	20	IT-23 IT-01	ER-80SG	E-7018
Secciones sobrecalentador primario	Tubos de entrada a casquillos de colector	75.41	6.6	SA209-T1A	75.41	6.6	SA209-T1A	20	IT-04	ER-80SG	E-7018
	Casquillos de colector a tubos sección	50.8	4.45	SA210-A1	50.8	4.45	SA210-A1	20	IT-23 IT-01	ER-80SG	E-7018
	Tubo a Tubos	50.8	4.19	SA210-A1	50.8	4.19	SA210-A1	20	IT-23	ER-80SG	E-7018
	Tubo a Tubos	50.8	5.72	SA210-A1	50.8	5.72	SA210-A1	20	IT-01	ER-80SG	E-7018
	Tubo a Tubos	50.8	6.86	SA213-T22	50.8	6.86	SA213-T22	150	IT-08	ER-90SB3	E-9015B3L
	Tubo a casquillo de colector	50.8	6.86	SA213-T22	50.8	6.86	SA213-T22	150	IT-08	ER-90SB3	E-9015B3L
Secciones sobrecalentador secundario	Casquillos de colector a tubos sección	50.8	6.86	SA213-T22	50.8	6.86	SA213-T22	150	IT-08	ER-90SB3	E-9015B3L
	Casquillos de colector a tubos sección	50.8	7.87	SA213-T2	50.8	7.87	SA213-T2	75	IT-10	ER-80SB2	E-8015B2L
	Tubo a Tubos	50.8	7.87	SA213-T2	50.8	8	SA213-T22	150	IT-13	ER-80SB2	E-8015B2L
	Tubo a Tubos	50.8	8	SA213-T22	50.8	5.84	SA213-T91	200	IT-11	ER-90SB3	E-9015B3L
	Tubo a Tubos	50.8	5.84	SA213-T91	50.8	7	SA213-T91	200	IT-12	ER-505	E-505
	Tubo a casquillo de colector	50.8	5.71	SA213-T91	50.8	5.71	SA213-T91	200	IT_12	ER-505	E-505
Tubería entrada economizador	Válvula BW-101 a tubería EE-01	273.05	25	SA216 BWC	273.05	25	SA216 B	75	IT-19	ER-80SG	E-7018
	Tubería EE-01 a válvula BW-100	273.05	25	SA-106-B	273.05	25	SA-216 WBC	75	IT-19	ER-80SG	E-7018
	Válvula BW-100 a colector CEE	273.05	25	SA216 WBC	273.05	25	SA-106-B	75	IT-19	ER-80SG	E-7018
Tubería del economizador al tambor	Colector CSE a tramo tubería AA-3	219.07	18	SA106-C	219.07	18	SA106-B	150	IT-03	ER-80SG	E-7018
	Entre tramos de tubería AA-1, AA-2 y AA-3	219.07	18	SA106-B	219.07	18	SA106-B	75	IT-14	ER-80SG	E-7018

Bibliografía Central

TABLA 3.13 (Continuación)

Componentes o partes	Descripción	PARTES A PRESIÓN			PARTES A PRESIÓN			Mínimo Calent.	W.P.S.	PROCESOS	
		D.Ext	Esp.min.	Material	D.Ext	Esp.min.	Material			GTAW	SMAW
	Tramo de tubería AA-1 a injerto de tambor	219.07	18	SA106-B	219.07	18	SA181 CL.70	75	IT-14	ER-80SG	E-7018
Down Comer y tubería de recirculación y vaciado	Injerto tambor a tramos down comer TB-01/04	539.75	41.3	SA106-C	539.75	41.3	SA106-C	150	IT-03	ER-80SG	E-7018
	Entre tramos down comer TB-01 A TB-06	539.75	41.3	SA106-C	539.75	41.3	SA106-C	150	IT-03	ER-80SG	E-7018
	Tramo down comer TB-02 a tramo de tubería de recirculación tr-2	73.03	12.3	SA106-B	73.03	8.3	SA106-B	75	IT-14	ER-80SG	E-7018
	Tramo tub. recirculación TR-2 a válvula BW-102M	73.03	8.3	SA106-B	75.2	10.6	SA106 WCB	75	IT-14	ER-80SG	E-7018
	Válvula BW-102M a tramo tub. recirc. TR-1	75.2	10.6	SA106 WBC	73.03	8.3	SA106-B	75	IT-14	ER-80SG	E-7018
	Tramo tub. recirculación TR-1 a colector CEE	73.03	8.3	SA106-B	73.03	8.3	SA106-B	75	IT-14	ER-80SG	E-7018
	Tramos down comer TB-03 y TB-06 a válvulas BW-D-135	114.3	15.1	SA106-B	114.3	15.1	SA216 WCB	75	IT-14	ER-80SG	E-7018
	Válvulas BW-D-135 a tramos TI-08 y TI-09	114.3	15.1	SA216 WBC	114.3	15.1	SA234 WPB	75	IT-14	ER-80SG	E-7018
	Tramos TI-08 y TI-09 a válvulas BW-D-10	73.03	12.3	SA234 WPB	73.03	12.3	SA216 WCB	75	IT-14	ER-80SG	E-7018
	Tramos down comer TB-03 y TB-06 a tramo tub. interc. TI-01 y TI-03	88.9	9.7	SA106-B	88.9	9.7	SA106-B	75	IT-14	ER-80SG	E-7018
	Entre tramos tub. TI-01, TI-02, TI-03 y TI-04	88.9	9.7	SA106-B	88.9	9.7	SA106-B	75	IT-14	ER-80SG	E-7018
	Entre tramos tub. TI-02 y TI-04 a manifold TI-05	88.9	9.7	SA106-B	88.9	9.7	SA106-B	75	IT-14	ER-80SG	E-7018

TABLA 3.13 (Continuación)

Componentes o partes	Descripción	PARTES A PRESIÓN			PARTES A PRESIÓN			Mínimo Calent.	W.P.S.	PROCESOS	
		D.Ext	Esp.min.	Material	D.Ext	Esp.min.	Material			GTAW	SMAW
Down Comer y tubería de recirculación y vaciado	Manifold TI-05 a tramo TI-06	73.03	8.3	SA106-B	73.03	8.3	SA106-B	75	IT-14	ER-80SG	E-7018
	Tramo TI-06 a válvula BW-D-16	73.03	8.3	SA106-B	73.03	8.3	SA216 WCB	75	IT-14	ER-80SG	E-7018
	Manifold TI-05 a tramo TI-07	73.03	8.3	SA106-B	73.03	8.3	SA106-B	75	IT-14	ER-80SG	E-7018
	Tramo TI-07 a válvula BW-D-11	73.03	8.3	SA106-B	73.03	8.3	SA216 WCB	75	IT-14	ER-80SG	E-7018
	Tapón agujeros para radiografiado	44.4	70.7	SA182F22		70	SA181 CL70	150	IT-05	ER-80SG	E-7018
Tubería entre colector salida sobrecalentador primario y colector entrada sobrecalentador secundario	Colect. salida sobrec. 1 <sup>no</sup> CSSP a tramo SS-1	317.5	39.62	SA335P22	317.5	39.62	SA335P22	150	IT-15	ER-90SB3	E-9015B3
	Tramo SS-1 a atemperador	317.5	39.62	SA335P22	317.5	39.62	SA335P22	150	IT-15	ER-90SB3	E-9015B3
	Atemperador a tramo SS-2	374.65	37.21	SA335P11	374.65	37.21	SA335P11	150	IT-06	ER-80SB2	E-8015B2L
	Tramo SS-2 a colector entrada sobrec. 2 <sup>no</sup>	374.65	37.21	SA335P11	374.65	37.21	SA335P11	150	IT-06	ER-80SB2	E-8015B2L
Secciones economizador	Guía de sección de fund. modelo 98BA a tubos		10	SA216 WCB		5.84 6.6	SA210-A1	20	IT-07		E-7018
	Guía para fijación de fund. modelo 17BA a puentes		13	SA216 WCB		13	SA216 WCB	20	IT-07		E-7018
Secciones sobrecalentador primario	Guía para fijación de fund. modelo 16BA a puentes		13	SA216 WCB		13	SA216 WCB	20	IT-07		E-7018
	Guía para fijación de fund. modelo 16BA a puentes		13	SA217 WCB		13	SA217 WCB	150	IT-09		E-9015BL3
	Guía de sección de fund. modelo 99BA a tubos		10	SA217 WCB		5.84 6.6	SA210-A1	150	IT-05		E-7018

TABLA 3.13 (Continuación)

Componentes o partes	Descripción	PARTES A PRESIÓN			PARTES A PRESIÓN			Mínimo Calent.	W.P.S.	PROCESOS	
		D.Ext	Esp.min.	Material	D.Ext	Esp.min.	Material			GTAW	SMAW
	Amarre de sección a tubos screen a pared mampara	12		SA739 B22	12		SA739 B22	150	IT-09		E-9015BL3
Secciones sobrecalentador secundario	Tejas de protección de los sopladores en BSS2	4		AISI-309	4		SA216 TP309H	20	IT-17		E-309
	Tejas de protección de los sopladores a abrazaderas	4		SA213 TP309H	10		SA387-2	20	IT-18		E-309
Secciones precalentador	Chapa a tubos			A410-B			SA210-A1	20	IT-07		E-7018
	Acero al carbono a acero al carbono			A410-B			A410-B	20	IT-07		E-7018
Liantas tirantes del techo	Lianta tirante a lianta periférica	12		A410-B	12		A410-B	20	IT-07		E-7018
	Lianta dentada a lianta periférica	6		A410-B	12		A410-B	20	IT-07		E-7018
	Lianta dentada a partes laterales	6		A410-B	5.84		SA210-A1	20	IT-07		E-7018
Envoltura del techo	Lianta a tubos hogar (frente y posterior)	6		A410-B	6.6		SA210-A1	20	IT-07		E-7018
	Liantas a tubos de vapor saturado (posterior)	6		A410-B	6.6		SA209-T1A	20	IT-16		E-7018
	Acero al carbono a acero al carbono			A410-B			A410-B	20	IT-07		E-7018
Env. vestíbulo y tolva de lavado cajones de aire vigas cinturón	Chapas a tubos			A410-B			SA210-A1	20	IT-07		E-7018
	Acero al carbono a acero al carbono			A410-B			A410-B	20	IT-07		E-7018



**Soldadura mecánica:** Soldadura con equipos que manejan las operaciones de soldeo, bajo la constante observación y control del soldador.

**Soldadura automática:** Soldadura con equipos que manejan las operaciones de soldeo sin ajuste o control por parte del soldador.

#### Tratamiento termico post-soldadura

A continuación se presentan unas tablas de tratamientos térmicos post-soldadura de alivio de tensiones utilizados en la ejecución de la tubería, para su posterior aislamiento.

FIGURA 3.8  
EQUIPO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS

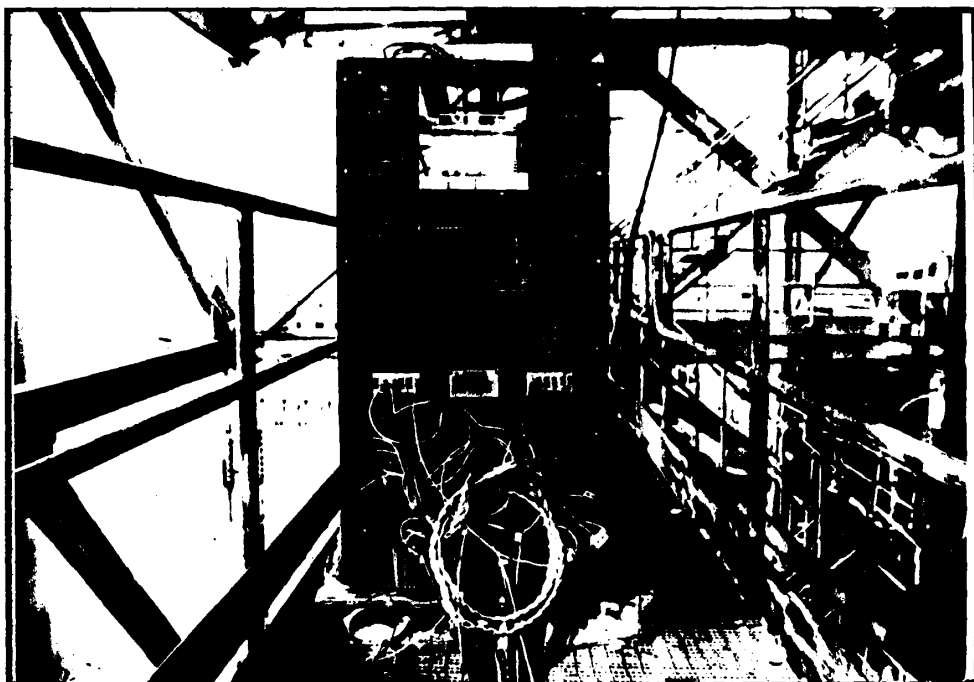


TABLA 3.14

TRATAMIENTOS TERMICOS UTILIZADOS EN LA CENTRAL TERMICA TRINITARIA

MATERIALES	CONDICIONES	PORCENTAJES	APLICACION
P1-P1(C-Si)	Espesor sea mayor a 19 mm  $\phi$ exterior igual o mayor a 203 mm espesor igual o arriba de 13 mm	100%	$T_o = T_f = 315^\circ\text{C}$ Gc = Ge: En uniones con espesores inferiores o iguales a 25 mm será de $205^\circ\text{C}$ por hora, en uniones superiores a 25 mm será el resultado de dividir 5207 para el espesor de la unión. $T_m = 620^\circ\text{C}$
P4-P4 (Cr-Mo)	$\phi$ nominal exterior mayor a los 101.6 Espesor arriba de los 16 mm Contenido carbono arriba de 0.15% Se haya precalentado para soldar encima de $120^\circ\text{C}$	100%	$T_o = T_f = 315^\circ\text{C}$ Gc = Ge: En uniones con espesores inferiores o iguales a 25 mm será de $205^\circ\text{C}$ por hora, en uniones superiores a 25 mm será el resultado de dividir 5207 para el espesor de la unión. $T_m = 650^\circ\text{C}$
P5A-P5A (2¼Cr-1Mo)	$\phi$ nominal exterior mayor a los 101.6 Espesor arriba de los 16 mm Contenido carbono arriba de 0.15% Contenido superior al 3% cromo en metal base P5 Se haya precalentado para soldar encima de $150^\circ\text{C}$	100%	$T_o = T_f = 315^\circ\text{C}$ Gc = Ge: En uniones con espesores inferiores o iguales a 25 mm será de $205^\circ\text{C}$ por hora, en uniones superiores a 25 mm será el resultado de dividir 5207 para el espesor de la unión. $T_m = 730^\circ\text{C}$



TABLA 3.15

APLICACION DE LOS TRATAMIENTOS TERMICOS

SISTEMA	Ø	Espesor	Material	To °c	Gr c °c	Tm °c	Gr e °c	Tf °c	ts horas	tm horas	tb horas	t total horas
VAPOR PRINCIPAL	12"	50	SA-335-P22	315	104	730	104	315	4.00	2.00	4.00	10.00
VAPOR RECALENTADO	20"	26.2	SA-335-P22	315	198	730	198	315	2.06	1.15	2.06	5.30
CALIENTE	16"	21.44	SA-335-P22	315	205	730	205	315	2.00	1.00	2.00	5.00
	16"	21.44	SA-106-GrB	315	205	620	205	315	1.30	1.00	1.30	4.00
VAPOR RECALENTADO FRIO	18"	29.36	SA-106-GrB	315	177	620	177	315	1.45	1.15	1.45	4.45
AGUA ALIMENTACION	10"	28.58	SA-106-GrB	315	177	620	177	315	1.45	1.15	1.45	4.45
	8"	23.01	SA-106-GrB	315	205	620	205	315	1.30	1.00	1.30	4.00
DOWNCOMER	21"	50	SA-106-GrC	315	104	620	104	315	3.00	2.00	3.00	8.00
Econ.Tambor	8"	20.62	SA-106-GrB	315	205	620	205	315	1.30	1.00	1.30	4.00
Conc Vapor Sob	10"	50	SA-335-P22	315	104	730	104	315	4.00	2.00	4.00	10.00

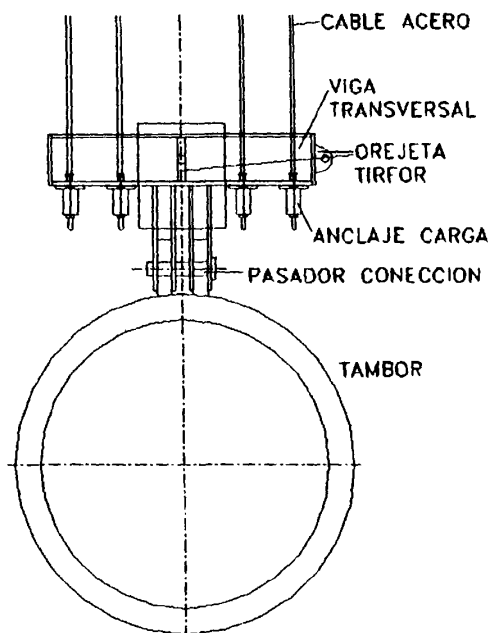
### 3.2.3.2 DOMO

Para desarrollar el procedimiento montaje del domo en la parte superior del edificio de caldero y la información del equipo de izaje en este caso suministrado por "SCANADA LIFT SYSTEMS INC".

Sabemos la ubicación exacta del Domo en el piso y la ubicación final en el edificio del caldero, para saber los desplazamientos a realizarse durante la ubicación y nivelación.

Primeramente se deben instalar los elementos de izaje en las orejas del tambor según indicaciones de SCANADA.

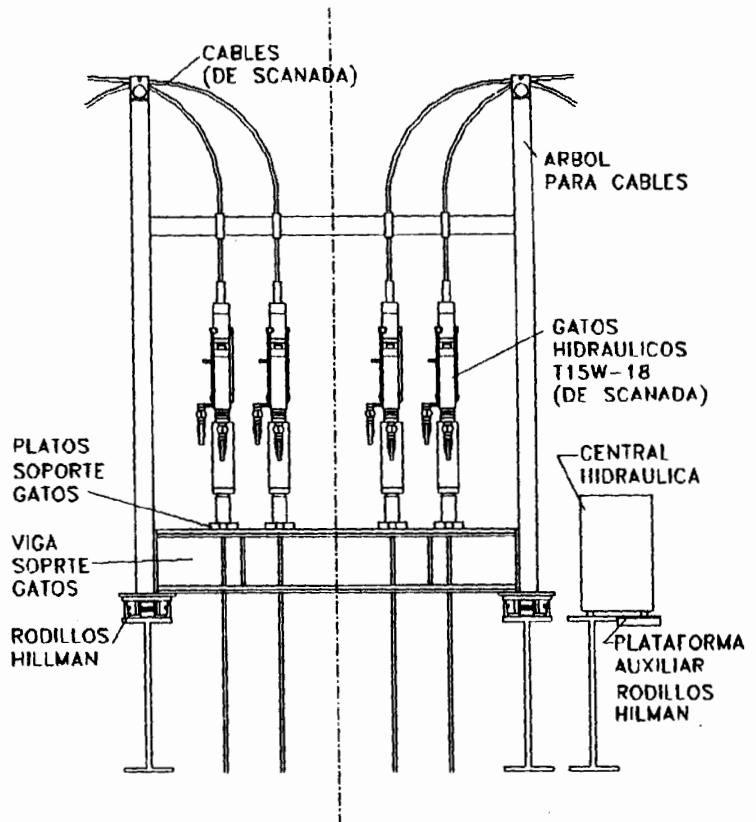
FIGURA 3.9  
ELEMENTOS DE IZAJE OREJAS DEL TAMBOR



En el "top-steel" se instalarán las vigas sobre rodillos para apoyo de los gatos hidráulicos de izaje, al igual que la central hidráulica de los gatos conectada al tablero eléctrico. (figura 3.10)

FIGURA 3.10

INSTALACIÓN GATOS HIDRÁULICOS TOP-STEEL



También es necesario fabricar castilletes de apoyo con un winche para manipular los cables del equipo, como también los tirantes de los soportes definitivos del domo.

Si el domo se encuentra desplazado con respecto al eje como es el caso es necesario la colocación de tirfors, dos sujetadas lateralmente para evitar oscilaciones bruscas cuando empiece el izaje, y un tirfor en la oreja de izaje "A" para ayudar a maniobrar cuando empiece la inclinación del domo, empezamos levantando el domo una altura de 50 mm para retirar toda la soportería.

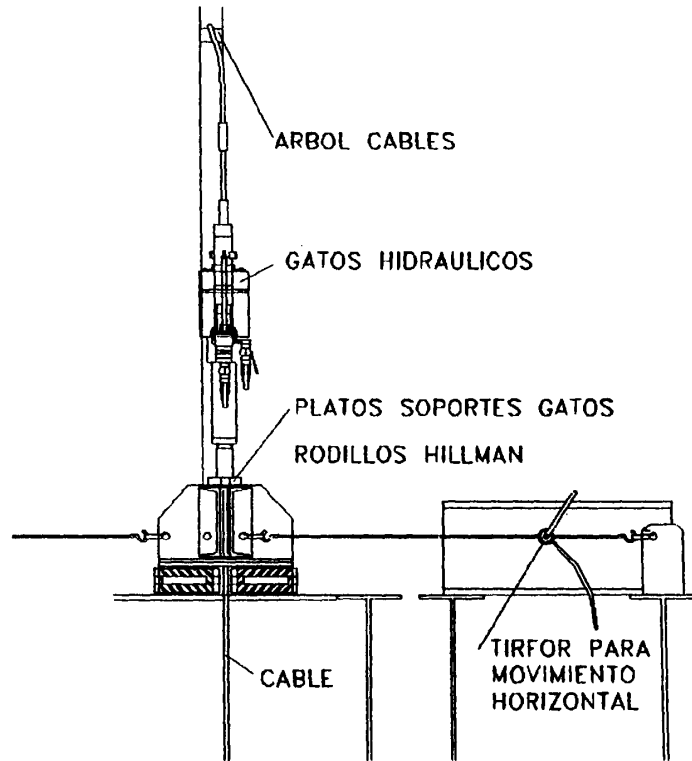
Una vez suspendido y horizontal levantamos la oreja "B" y moviendo el apoyo de "B" simultáneamente hacia "A", esto se logra accionando los tirfors conectados a los castillos en el top-steel.

*(figura 3.11)*

Es indispensable el accionamiento del tirfor que sujeta la oreja "A" para desplazamiento del domo en sentido longitudinal.

Se tiene que seguir accionando los tirfors conforme se inclina el tambor hasta que este quede aplomado y con una inclinación de  $40^\circ$  con respecto a la horizontal. *(figura 3.12)*

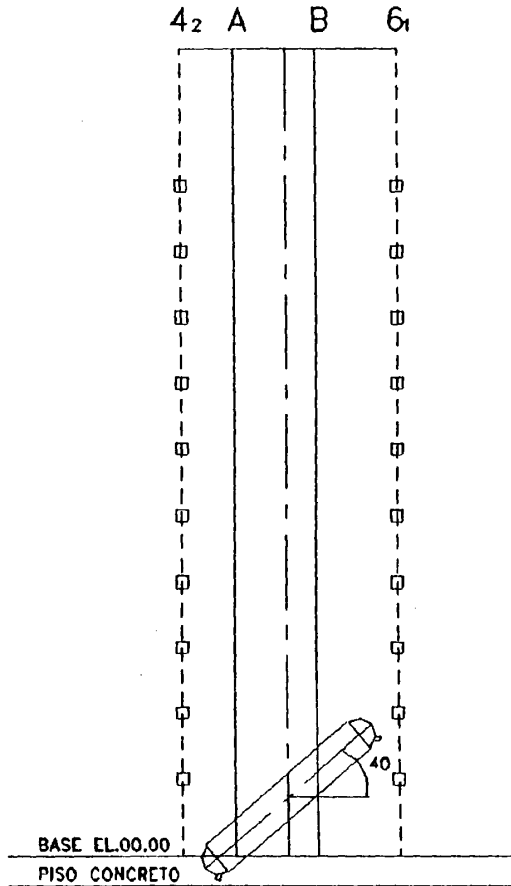
FIGURA 3.11  
COLOCACIÓN TIRFORS EN TOP-STEEL.



Aflojar y retirar los tirfors y continuar la elevación en forma simultánea ambos cables A y B con el tambor en  $40^\circ$  de inclinación hasta que la oreja del apoyo A alcanza la cota de 32500 y la B 36024 en el caso de nuestro edificio. (figura 3.13)

FIGURA 3.12

## INCLINACIÓN DOMO PARA IZAJE



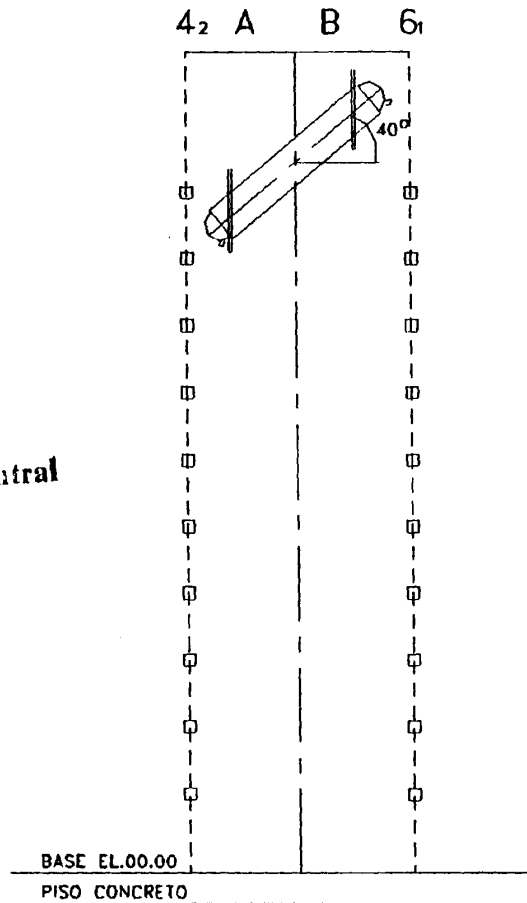
Continuamos elevando la oreja A hasta alcanzar la elevación 36024 y desplazando el apoyo B hacia el eje 6.1 hasta que los cables queden aplomados y el tambor nivelado.

Subir el domo accionando ambos gatos (A y B) hasta que el eje del tambor alcance la cota final de 35880. (figura 3.14)



FIGURA 3.13  
 DOMO INCLINADO EN LA PARTE SUPERIOR DEL  
 EDIFICIO

  
**Biblioteca Central**

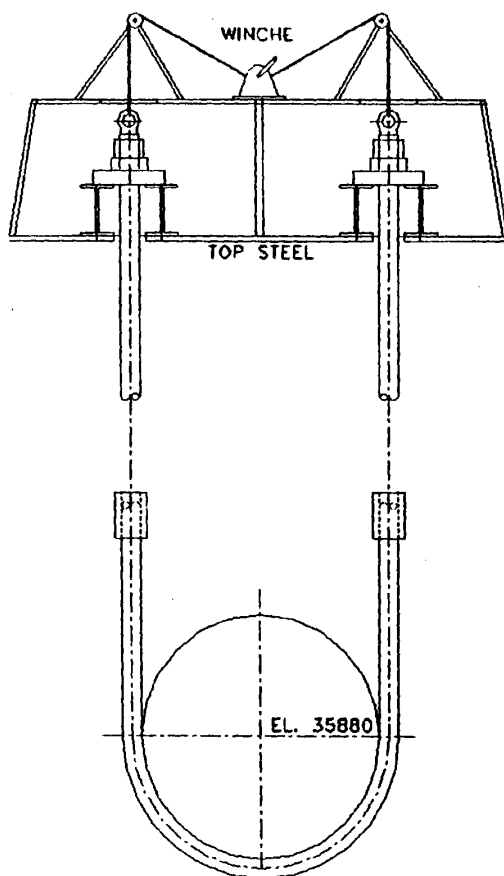


Verificar la posición final con topógrafos y ejecutar ajustes necesarios, una vez posicionado el tambor, se izaran los tirantes del

tambor, para esto el cable de izado pasará por el interior de las placas de asiento, balancines y tuercas.

Se ensamblan los conjuntos de soportes definitivos completamente, todas las cotas y posiciones van de acuerdo a planos aprobados para el efecto.

FIGURA 3.14  
POSICIÓN FINAL DEL DOMO



### 3.2.3.3 PARTES A PRESIÓN

Para el montaje de las partes a presión como de todo en si debemos seguir un proceso para evitar obstaculizar el montaje de una sección con otra, a continuación indicaremos los procedimientos y el orden que debemos seguir para conseguir el rendimiento óptimo, debemos tomar en cuenta que algunos procesos pueden ser simultáneos si se cuenta con el equipo suficiente para el desarrollo del mismo.

Otro punto que se debe tomar en cuenta es la posición de nivelación de las partes a presión cuando ya se encuentran suspendidos de los tirantes, que se encuentran alineados en las vigas del top-steel.

Cabe indicar que toda la tubería de partes a presión se encuentra soldada bajo varios procedimientos de soldadura aprobadas para el efecto, en los planos utilizados para el montaje se indica las partes donde se realiza la unión con suelda.

En todo tubo que se realiza soldadura es emplantillado y verificado antes de empezar la soldadura. Toda junta del caldero es inspeccionada por radiografía.



### 1. paredes laterales y mampara central

Las piezas objeto de este procedimiento vienen en varios bultos, los cuales son: Paneles laterales derechos PLD-1/2/3, PLD-4/5/6, Paneles laterales izquierdos PLI-7/8/9, PLI-10/11/12, Mampara central PM-1/2/3 y Pared de arco PA-1/2/3.

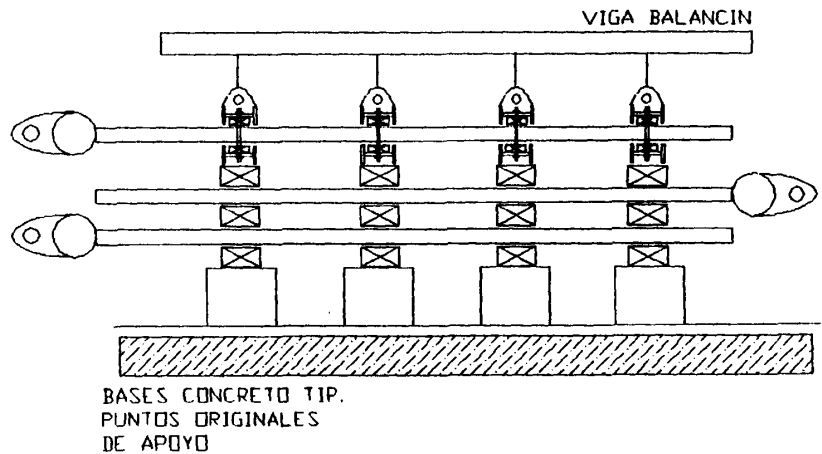
En el sitio donde se encuentran, se procederá a separar el panel superior de los inferiores izándolo de los mismos puntos de apoyo existentes por medio de la viga-balancín y una grúa. Debajo de cada punto de apoyo se introducirá un perfil H para prensar el panel entre los perfiles H superior e inferior mediante dos tornillos localizados en los extremos de los perfiles de manera que el panel superior queda aislado de los dos inferiores y con prensas independientes en cada punto de apoyo. Se tienen cuatro apoyos  
(Ver figura 3.15)

Mediante el uso de la grúa y de la viga-balancín estrobada a los cuatro soportes, se transportará cada panel desde el patio hasta la planta baja del Edificio del Caldero, hasta que quede el colector del panel al alcance del gancho de la grúa.

FIGURA 3.15

## POSICIÓN INICIAL DE LOS PANELES.

PREPARACION DE PANELES EN EL PATIO



El panel quedará ubicado en la planta baja a lo largo del eje E-W con el colector hacia el frente del edificio y en posición horizontal con puntos de apoyo que son suficientes para no producir esfuerzos flectores excesivos en la tubería del panel.

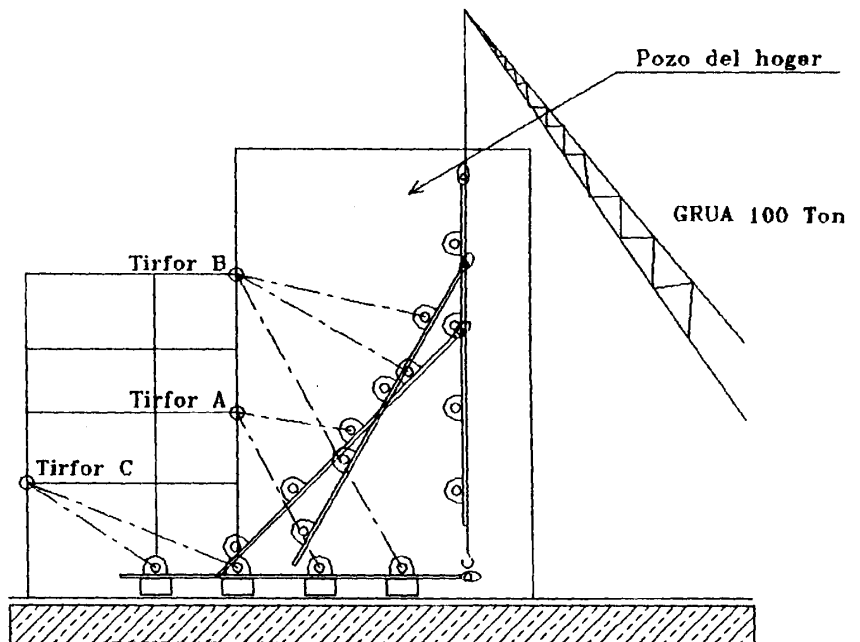
La grúa de 100 Ton. botará su gancho por el interior del Edificio hasta estrobar la pieza por el lado del colector.

En cada soporte del panel se colocarán uno o dos tirfors (uno en cada oreja) anclados a la estructura del Edificio. Además, en el extremo opuesto al colector se colocarán dos rodillos Hilman para facilitar su desplazamiento.

Mediante el accionamiento del gancho de la grúa y de los tirfors se hará rotar el panel, levantando la parte del colector. Paulatinamente se accionarán gancho y tirfors con el objeto de que la pieza durante su transición de posición horizontal a vertical no sufra esfuerzos de flexión excesivos. Una vez en posición a 30 grados con la vertical se retirarán los tirfors y se maniobra solo con el gancho de la grúa hasta dejar el panel en posición vertical e instalado en forma definitiva. (ver figura 3.16)

FIGURA 3.16

## SECUENCIA DE MONTAJE DE PANELES



La secuencia de montaje de paneles será: PLD-1/2/3, PLI-7/8/9, PM-1/3/2. los cuales son la parte superior de las paredes y a continuación de estos y llevando el mismo procedimiento se izan respectivamente los paneles: PLD-4/5/6, PLI-10/11/12 y PA-1/2/3. *(ver plano 931-1500-9001)*

## 2. vestíbulo de colectores

Empezamos suspendiendo por cables las vigas soportes del montaje en la viga soporte de la cercha nivel 31.211, de aquí suspendemos las barras de elevación y las metemos por las vigas soportes.

Suspendidas por las barras de elevación están las chapas antivuelcos, manteniendo elevado el conjunto de cerchas y vigas de suspensión, (Las chapas antivuelcos descansaran en el suelo), esto se realiza una vez que finalicemos los siguientes puntos.

Descendemos el conjunto de cercha superior y vigas soportes hasta que se apoye en la chapa antivuelco, situamos el colector de salida de vapor recalentado en la chapa antivuelco, antes de que la chapa antivuelco soporte el peso del colector se deberán soldar las llantas, luego las chapas antigiros y posteriormente las chapas

posicionadoras, con el fin de que sean de los pedestales de los colectores y no las chapas antitorsión las que soportan el peso de estos. El montaje se realizara como sigue:

Los colectores se izan con los pedestales atornillados, se suplementará según la necesidad en la parte inferior del pedestal, con el fin de obtener entre chapas antigiros y los tacos del colector el espacio de  $3 \text{ mm} \pm 1$ .

Soldar las bases de los apoyos, en general el pedestal central de los colectores es punto fijo, por lo que se soldaran en su base y en placas intermedias; por el contrario, los pedestales laterales se soldaran en su base y deslizaran en las placas intermedias.

Elevamos la cercha correspondiente al nivel 26.765 y la atornillamos en la chapa antivuelco, situamos el colector de entrada de vapor recalentado en la chapa antivuelco y lo suspendemos de los abarcones, soldar: la llanta, chapa antigiro, chapa posicionadora.

Situamos el colector de salida del sobrecalentador secundario.



Situamos la cercha nivel 22.148 y la atornillamos a la chapa antivuelco, instalamos las barras de arriostramientos para estabilizar el izado del conjunto, e instalamos la viga de los tubos soportes.

Elevamos todo el conjunto y montamos la cercha nivel 20.000 y el colector de entrada al sobrecalentador secundario.

Instalamos los cuatro tirantes temporales para suspender las vigas de montaje del top-steel, descendemos las barras de elevación para instalar los tirantes temporales de las chapas antivuelcos.

Instalamos los tirantes temporales de las chapas antivuelco quedando de esta manera los colectores en su elevación final.

Retiramos las barras de elevación, descendemos la cercha a su elevación final suspendiéndola de los tirantes temporales.

Continuamos con el montaje de la pared frontal y las secciones.  
(plano 931-2110-053).

### **3. paredes frontal y posterior**

Las piezas objeto de este procedimiento vienen en varios bultos, los cuales son: Tubos sueltos de pared frontal superior, Paneles pared

frontal inferior PFI-1/2, PFI-3/4/5 (ceniceros), Tubos sueltos de pared posterior superior y Paneles pared posteriores inferior PPI-3/4, PPI-5/6/7 (ceniceros). En los paneles inferiores se encuentran la entrada de los quemadores.

Mediante el uso de la grúa y de la viga-balancín estrobada a los cuatro soportes, se transportará grupos de tubería suelta y los paneles desde el patio hasta la planta baja del Edificio del Caldero, hasta que quede el colector del panel al alcance del gancho de la grúa.

Los tubos y paneles quedarán ubicados en la planta baja del caldero en posición horizontal con puntos de apoyo que son suficientes para no producir esfuerzos flectores excesivos en la tubería y los paneles.

La grúa de 100 Ton. botará su gancho por el interior del Edificio hasta estrobar la pieza en la parte superior.

En cada soporte del grupo de tubos y paneles se colocarán uno o dos tirfors (uno en cada oreja) anclados a la estructura del Edificio. Además, en el extremo opuesto al colector se colocarán dos rodillos Hillman para facilitar su desplazamiento.

Mediante el accionamiento del gancho de la grúa y de los tirfors se hará rotar el panel, levantando la parte superior. Paulatinamente se accionarán gancho y tirfors con el objeto de que la pieza durante su transición de posición horizontal a vertical no sufra esfuerzos de flexión excesivos. Una vez en posición a 30 grados con la vertical se retirarán los tirfors y se maniobra solo con el gancho de la grúa hasta dejar el panel en posición vertical e instalado en forma definitiva. ( ver plano 931-1500-9001)

#### 4. colectores, secciones economizador y sobrecalentador primario

Una vez colocados las paredes procedemos al montaje del colector de entrada del economizador, este colector al ubicarlo en la parte inferior del hogar (formado por las paredes), lo estrobamos y con el gancho de la grúa que pasa por el interior de hogar lo empezamos a izar hasta llegar a la cota 20648, el colector de salida del economizador hasta la cota 23250 y el colector de entrada del sobrecalentador primario hasta colocarlo en la cota 23300, procedemos a la nivelación y ajuste.

Las secciones de todo lo que es economizador, sobrecalentador primario, sobrecalentador secundario y recalentador vinieron en jaulas, las cuales acercamos al edificio de caldero para proceder a la sujección por medio de platinas al gancho de la grúa, y se montan haciéndolas entrar al hogar por el techo del hogar.

Las secciones del economizador son las primeras en montar y se lo hace de una en una y se las asienta en los soportes que fueron colocados con anterioridad en las paredes, colocados estos procedemos al emplantillado para continuar con el montaje del banco de entrada del sobrecalentador primario, seguimos el mismo procedimiento con el banco intermedio del sobrecalentador primario y el banco de salida del sobrecalentador primario.

Colocadas todas las secciones procedemos a la nivelación y emplantillado para la soldadura. (*plano 931-1500-9002*)

#### **5. secciones sobrecalentador secundario y recalentador**

Una vez colocadas las paredes y el vestíbulo de colectores, con el mismo procedimiento anteriormente descrito empezamos el montaje de banco de entrada del sobrecalentador secundario, banco de

salida del sobrecalentador secundario, banco de entrada del recalentador y banco de salida del recalentador.

Colocadas todas las secciones procedemos a la nivelación y emplantillado para la soldadura. (*plano 931-1500-9002*)

### 6 arco y ceniceros

Colocada las pared posterior hasta la intermedia y la mampara central nivelada y ajustada procedemos al montaje del arco del caldero, viene en diferentes paneles en forma algo curva que unen los tubos de la mampara central con tubos de la pared posterior, el montaje se lo realiza sujetando tirfors en el penthouse, haciendo pasar los cables de los tirfors por el interior del hogar hasta sujetar los paneles ubicados en la parte inferior del caldero y empezando el izaje con la parte superior del arco (conecta con la mampara central), para seguir izando todo el panel por igual, hasta llegar a la posición final en el hogar, seguimos los mismos pasos con el resto de paneles del arco del hogar.

Los ceniceros o paredes inferiores posterior y frontal; de igual manera que se izó el arco utilizamos tirfors para este procedimiento, sujetando los cables de los tirfors a los ganchos que tienen los

ceniceros, se procede a izarlos y ubicar cada panel en su posición en el caldero, una vez colocados los ceniceros se los nivela, para esto se coloca las vigas cinturones de los ceniceros.

### **7. tubería unión sobrecalentador primario a colector**

Para la colocación de esta sección de tubería es necesario que antes se encuentre colocado y nivelado las secciones del sobrecalentador primario y recalentador, que es en donde se apoyan.

Para el izaje tenemos que estrobar la tubería de interconexión y subirla por arriba del caldero hasta llegar al nivel de salida de secciones del sobrecalentador primario, en este punto se hace pasar los tubos por unos espacios entre tubos de la mampara central hasta llegar a la secciones del recalentador, una vez punteados los extremos del tubo con el sobrecalentador primario procedemos al izaje de los tubos de salida del sobrecalentador primario que se conectan con los de interconexión y con el colector de salida del sobrecalentador primario, se procede a puntear y soldar cada tubo respectivamente (*plano 931-1500-9002*)

### **8. tubería de techo y de bajada de saturado**

Para la tubería del techo empezamos colocando los mismos en el nivel de la estructura más cercano a la posición final de la tubería. Con la tubería ya identificada procedemos por medio de tecles sujetados en la estructura y ayudados de andamios para el personal de soldadura a colocarla, empezamos con los tubos de los extremos para facilitar la soldadura de las juntas y paulatinamente seguimos con el resto de la tubería hasta quedar conformado en techo y todas las juntas alineadas y punteadas a la pared posterior y a la mampara central respectivamente, seguidamente soldamos todas las juntas.

La tubería de bajada de saturado por ser de mayor longitud y forma curva la izamos una a una, ayudados por tecles y tirsors las colocamos y las alineamos, un extremo en la pared posterior y el otro al domo, después de realizado lo anterior procedemos a la soldadura de las juntas. *(plano 931-1500-9001)*

### **9. down comers**

La tubería de los Down Comers, son dos tuberías que consta de tres secciones las cuales las izamos una a una, para empezar estrobamos la sección superior y por medio de la grúa

comenzamos el izaje del primer tramo, el superior una vez cerca del Domo lo sujetamos a tecles para poder darle movimientos cortos, y retiramos la grúa, lo seguimos izando hasta colocarle el tirante que esta suspendido del Top-Steel y con los pernos de fijación lo alineamos con respecto a la salida del Domo, revisada la verticalidad procedemos al punteo y soldadura de la junta.

El segundo tramo lo izamos de igual manera, pero en la terminación del primer tramo armamos un andamio provisional para las maniobras de montaje, radiográfico y tratamientos térmicos. Al estar cerca del primer tramo lo sujetamos de tirsors y retiramos la grúa, igualmente con los pernos de fijación nos ayudamos para la alineación de la junta, para el posterior punteo y soldado. El tercer tramo lo montamos de la misma manera que el segundo tramo, siguiendo los mismos pasos.

Para el Down Comer del lado izquierdo que pasa por la estructura del caldero solo utilizamos la grúa para colocar las secciones en la parte inferior, en este punto la sujetamos a tirsors y tecles para el izaje, las maniobras son las mismas para el Down Comer derecho.

*(plano 931 1610 9001)*



## 10. feeders

Los feeders van en la parte superior de la caldera y conectan los colectores de las paredes con el Domo, es necesario el reconocimiento de cada tubo, debido a que cada tubo es diferente a otro, para de esta manera colocarlos de forma que no obtruyan el montaje de los siguientes, por la contextura de los mismos se los iza con grúa hasta la elevación 34280, en este punto los sujetamos a teclas colocados en el Top-Steel y a las vigas de la elevación 34280 para los movimientos de montaje necesarios para cada feeders, cada junta tiene que ser alineada y punteada para luego proceder al soldado de las mismas.

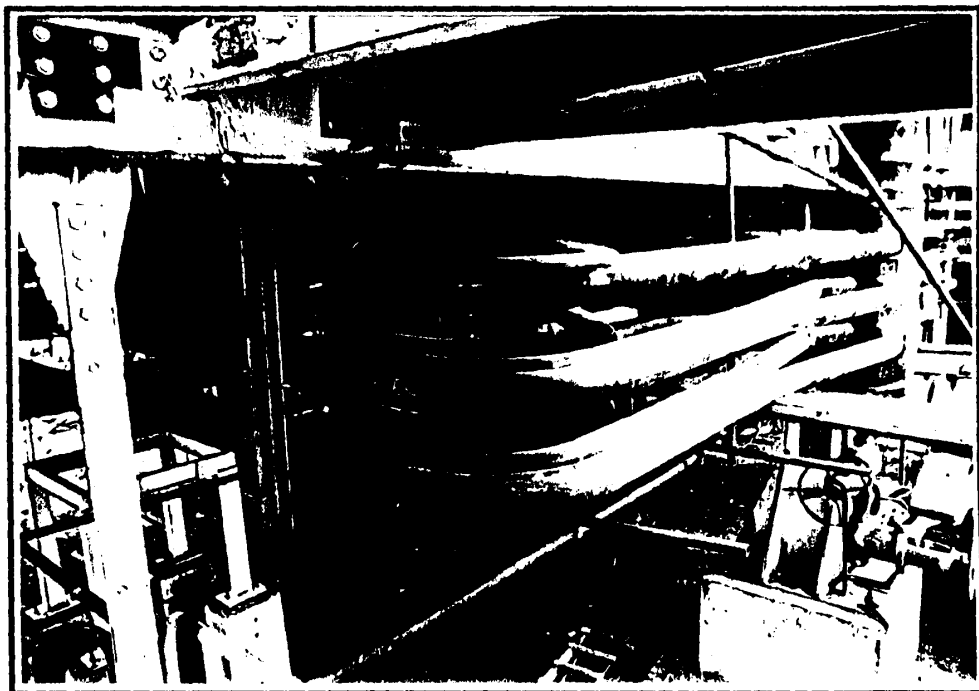
## 11 .raisers

Los raiser para el montaje los empezamos colocando en la parte inferior de la caldera, se arman andamios para el personal que se encarga del montaje, colocamos teclas sujetos a las vigas cinturón de las tolvas y a la estructura en la elevación 4300.

Los raisers unen el botellón del down comers con los colectores inferiores de las paredes del caldero, debido a la contextura y el camino que recorre la tubería viene en varias secciones por lo cual

tenemos que colocar todas las secciones de un tramo para el alineamiento.

FIGURA 3.17  
RISERS MONTADOS



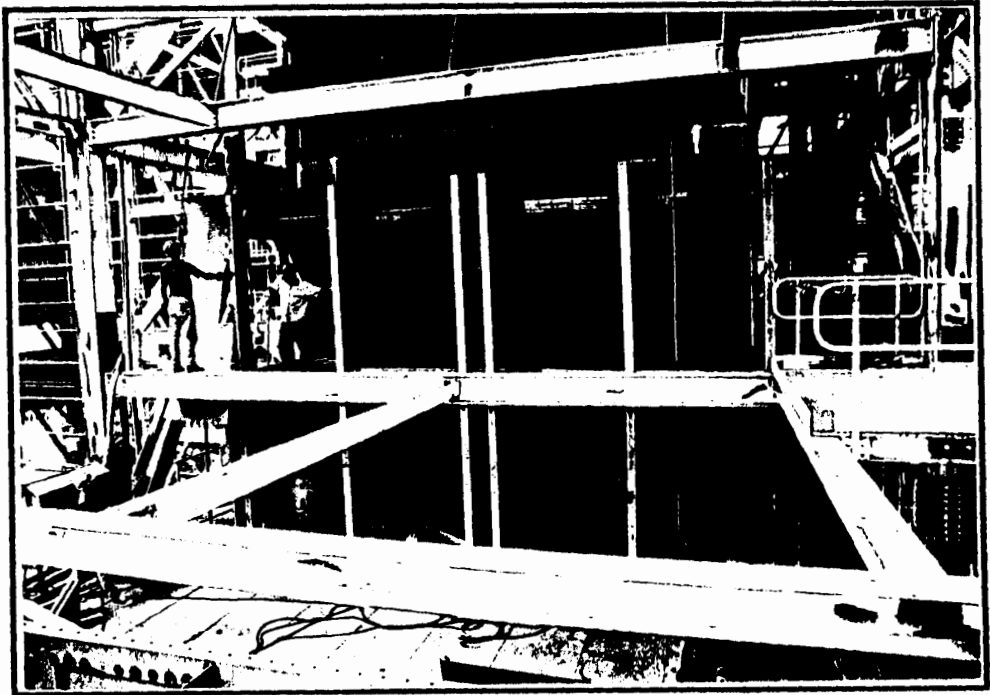
Empezamos con el primer nivel el cual una vez armado lo apoyamos sobre el andamio provisional, luego procedemos con el segundo y tercer nivel respectivamente y apoyados en el nivel anterior, estos apoyos son provisionales hasta que se termine la alineación y el soldado de la tubería.

### 3.2.3.4 CONDUCTO DE AIRE Y GASES

#### 1. Conducto de aire gases

Los conductos de aire y gases están conformados por los ductos de salida de gases, los ductos de entrada de aire, los ductos de recirculación de gases, el cajón de aire, la tolva de lavado y el pent house de la caldera, en diferentes partes de los ductos encontraremos dampers, juntas de dilatación y tolvas.

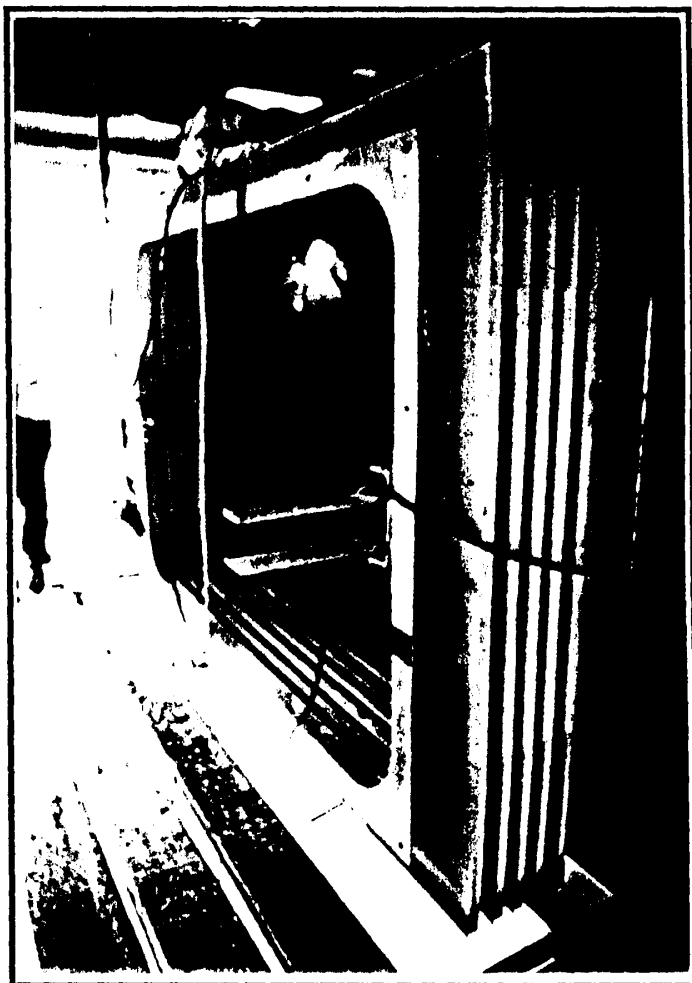
FIGURA 3.18  
MONTAJE DEL CAJÓN DE AIRE



Una vez realizado todo el montaje de la tubería a presión continuamos con los conductos de aires y gases.

FIGURA 3.19

JUNTA DE DILATACIÓN DEL DUCTO DE GASES



Se pueden abrir varios frentes a la vez, esto depende del personal y equipo con que se cuenta al momento, tomando en cuenta no interferir con otros trabajos de montaje.

El pent house cubre la tubería de alimentación al domo, los feeder, el domo y la parte superior de las paredes, para izar las planchas tenemos que soldar elementos auxiliares que nos faciliten el trabajo; cuando colocamos los tirantes de suspensión de partes a presión colocamos las vigas chanel del pent house, a estas vigas las nivelamos, alineamos y soldamos en sitio definitivo, a continuación con ayuda de la grúa izamos las planchas hasta hacerlas ingresar entre las vigas del top-steel y pasarlas a los ganchos de tecles para realizar movimientos mas cortos, estas las colocamos para formar el techo del pent house, en este punto solo punteamos las planchas, seguidamente colocamos las planchas que van cerrando lateralmente el pent house, estas planchas las izamos igualmente con grúa pero ingresan lateralmente en la parte superior de la estructura, las formas especiales que encontramos como por ejemplo los tirante, esquinas, compuertas o el perfil del domo, nos ayudamos con un equipo de oxicorte y discos abrasivos para obtener la forma deseada.

Colocada las planchas y punteadas continuamos con el soldado de las mismas con electrodo revestido, las compuertas las soldamos en el lugar correspondiente guiado por los planos de montaje.

El vestíbulo de colectores lo tenemos ya armado con estructura por lo que necesitamos izar solo las planchas para recubrirlo, lo izamos de igual forma que las planchas anteriores y el trabajo se lo realiza igual.

En el cajón de aire comenzamos con el izaje de las vigas cinturón del cajón de aire, el procedimiento para hacerlo es el mismo utilizado en las vigas cinturón de las partes a presión.

Con las vigas cinturón colocadas seguimos con la colocación de las vigas estructurales del cajón de aire, estas van unidas entre las vigas cinturón por medio de pasadores cilíndricos y a esta estructura montamos las planchas y las juntas dilatadoras correspondientes.

Para los ductos de gases y aire estos se los arma afuera en secciones como se puede ver en la figura 3.26, y los damper vienen ya armados, lo que tenemos que hacer es acercar los elementos al sitio de izaje y por medio de tirfos sujetos a la estructura y a orejetas provisionales en la estructura los izamos hasta colocarlos en sitio.

## 2. precalentador regenerativo (Ljunstrong)

Antes del montaje de los elementos debemos primero revisar que la alineación y el taladrado de la estructura estén de acuerdo con el plano de disposición general, marcar los ejes centrales del precalentador, ya que constituye la cimentación del precalentador.

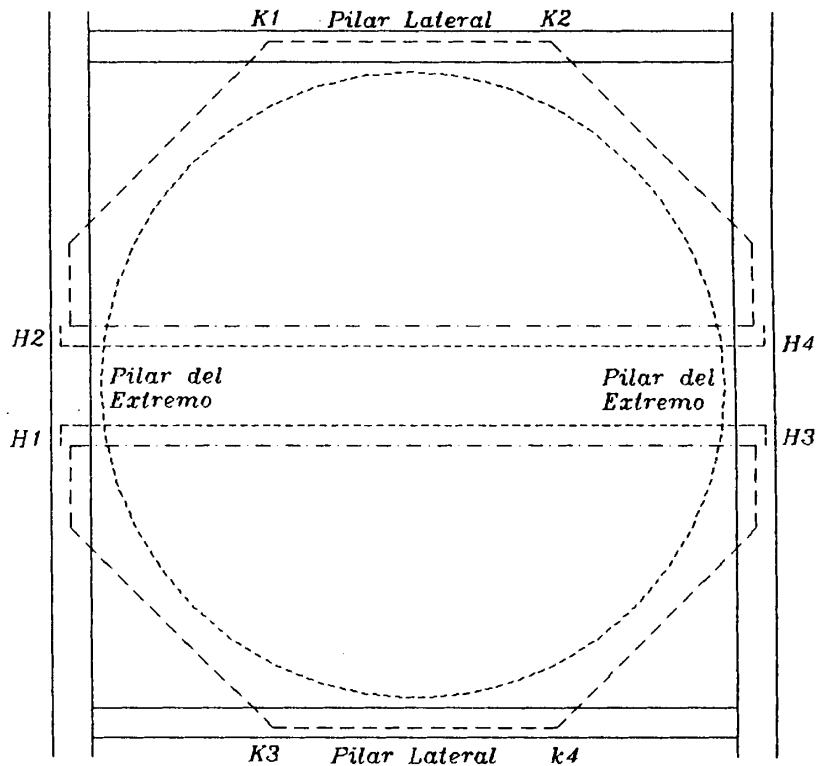
Amarrar los grilletes de los cables de elevación a las orejetas de izado de la estructura central superior, y elevar para permitir unir la plataforma y vigas inferiores.

Izamos y balanceamos hasta su posición sobre la estructura metálica y bajamos con cuidado sobre los puntos de carga H1, H2, H3 Y H4.

Colocar la sección central y asegurar a la estructura metálica por medio de pernos.

Levantamos la estructura superior de la inferior y la almacenamos temporalmente hasta que se la necesite. La estructura y viga inferior se dejan en posición sobre la estructura metálica.

FIGURA 3.20  
PUNTOS DE CARGA EN LA ESTRUCTURA

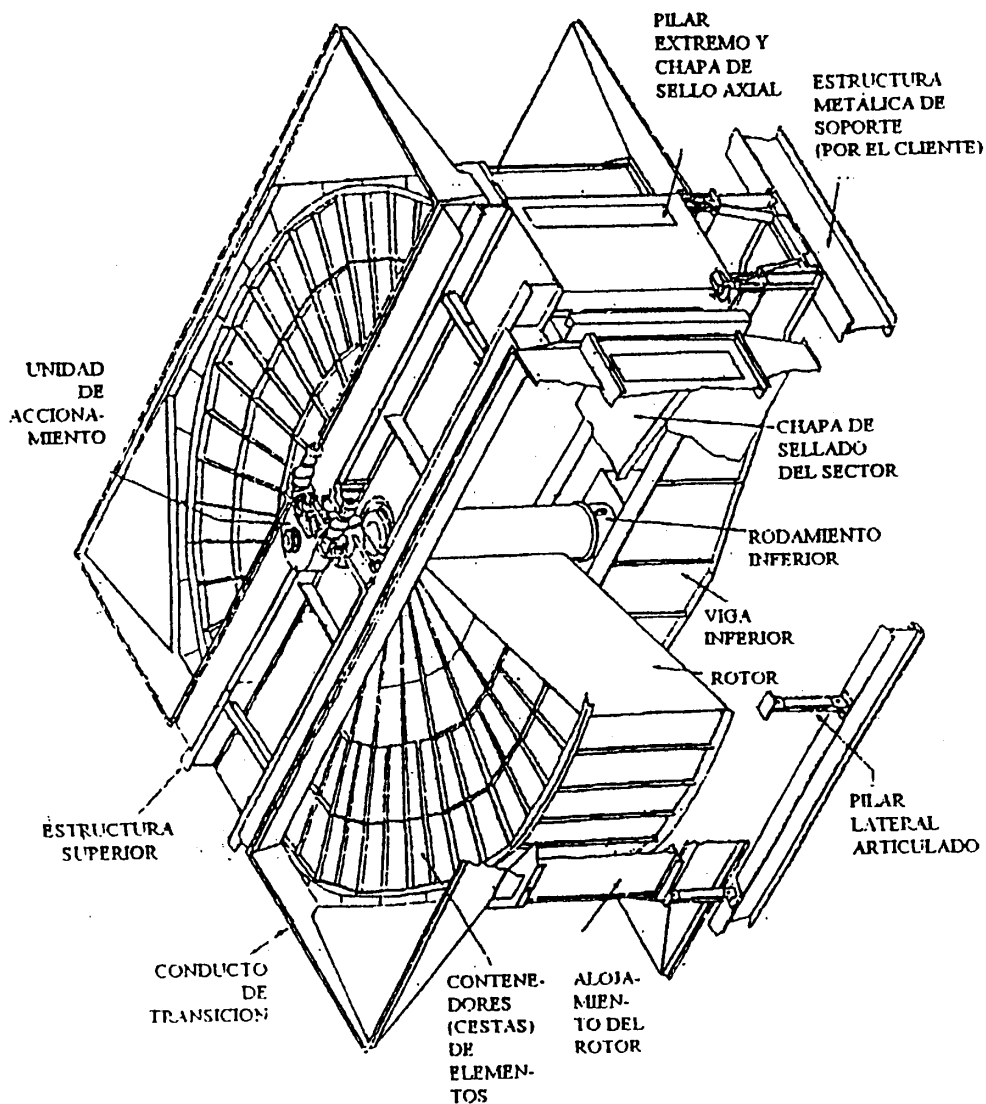


Elevamos la carcasa inferior y el rodamiento hasta la posición y soldamos los bloques de posición de los mismos basado en los planos de montaje, medir la distancia desde el radio exterior de la plancha del sector inferior para asegurarse de que el rodamiento esta centrado, ver figura 3.21 del precalentador en perspectiva

Colocamos las bisagras de los pilares en los extremos de las vigas inferior nivelamos y atornillamos.



FIGURA 3.21  
PRECALENTADOR DE AIRE REGENERATIVO (JLUNSTRONG)



Una vez izada la sección central colocamos la plataforma de acceso inferior, en donde debemos soldar las abrazaderas angulares a la viga inferior y sobre estas unir la estructura de la plataforma inferior.

Continuamos con el montaje de los pilares de los extremos, asegurándonos de que todas las bisagras de los extremos estén colocados en forma vertical.

Izamos una combinación de un pilar extremo y una plancha de sellado axial, ajustamos con tornillos y ponemos fijaciones temporales para asegurar la verticalidad de los pilares de los extremos, comprobamos que la distancia entre los pilares sea la correcta.

Colocado y centrado el rodamiento inferior, enganchamos y subimos la araña del rotor con una orejeta de elevación, y lo bajamos otra vez del agujero de la plancha inferior y de la plancha falsa del sector. nivelamos la araña del rotor y la aseguramos con rigidizadores temporales para mantener el equilibrio de la araña del rotor, extraemos la orejeta de elevación.

La estructura superior que temporalmente la almacenamos cerca, colocando los grilletes a los cuatro puntos de izado de la misma, bajar asegurándonos que los agujeros de la plancha falsa superior se alinean con los angulares de apoyo en la parte superior de los pilares de apoyo, aseguramos con tornillos comprobamos dimensiones y soldamos la estructura superior a los pilares de los extremos y quitamos fijaciones temporales de los pilares de los extremos.

Montamos el rodamiento fijo superior, tomando en cuenta las conexiones de las bridas de agua de refrigeración y que la espiga en el eje del accionamiento se sitúan correctamente con respecto al eje del rotor, encajamos los pernos especiales M36 y apretar a 2000 Nm, quitamos los rigidizadores temporales de la araña del rotor.

Para montar la unidad de accionamiento del rotor hay que limpiar bien el mangón del accionamiento, procedemos a subir la unidad tomando en cuenta la orientación de la unidad, bajamos lentamente hasta situarlo en el mangón del accionamiento.

Ahora escogemos tres tornillos cualesquiera, en el disco de apriete, que formen los vértices de un triángulo equilátero y apretamos ligeramente hasta que el anillo interior casi no se pueda girar,

medimos la distancia entre ambos collares para asegurarnos una distancia uniforme, apretamos todos los tornillos de cierre gradualmente hasta aplicar una torsión de 250 Nm.

Después de lubricar los rodamientos y la unidad de accionamiento ajustar la manivela del rotor al extremo del motor eléctrico y girar una vuelta para probar la libertad.

Medimos el equilibrado de la araña y la concentricidad de las planchas de sellado axial.

#### **Biblioteca Central**

En este punto tenemos que lubricar rodamientos y unidades reductoras.

Montamos los pilares laterales, nivelamos y apretamos según planos de montaje en la estructura metálica, levantamos dos secciones del alojamiento de aire próxima a los pilares de los extremos, hasta su posición y la aseguramos al pilar del extremo mas cercano, la situamos en los pilares laterales articulados y atornillamos dos secciones de alojamiento juntas.

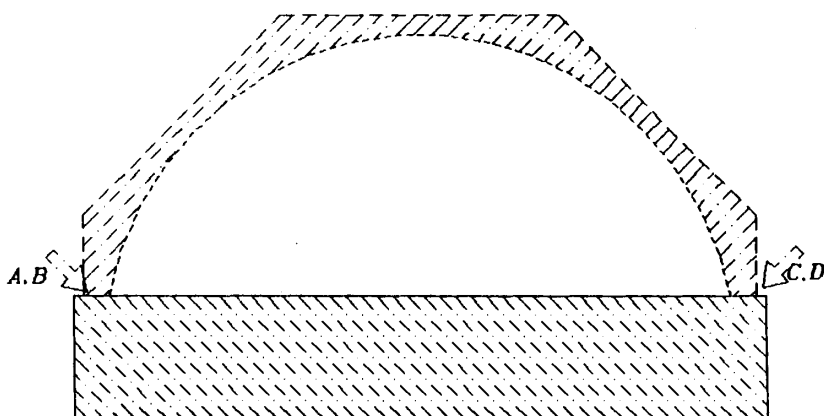
Las tolvas superiores e inferiores se las coloca en las posiciones según los planos de montaje, logramos esto izando las tolvas y punteando primero para revisar alineación y alojamiento, colocamos

rigirizadores tubulares por medio de los agujeros de las tolvas y punteamos a las planchas de apoyo, una vez revisada todas las tolvas soldamos.

Para el izado del rotor usamos orejetas y lo izamos hasta la posición, nivelamos y aseguramos por medio de ángulos de amarre temporales.

Giramos el rotor  $180^\circ$

FIGURA 3.22  
PUNTOS DONDE SE ASEGURAN LOS AMARRES

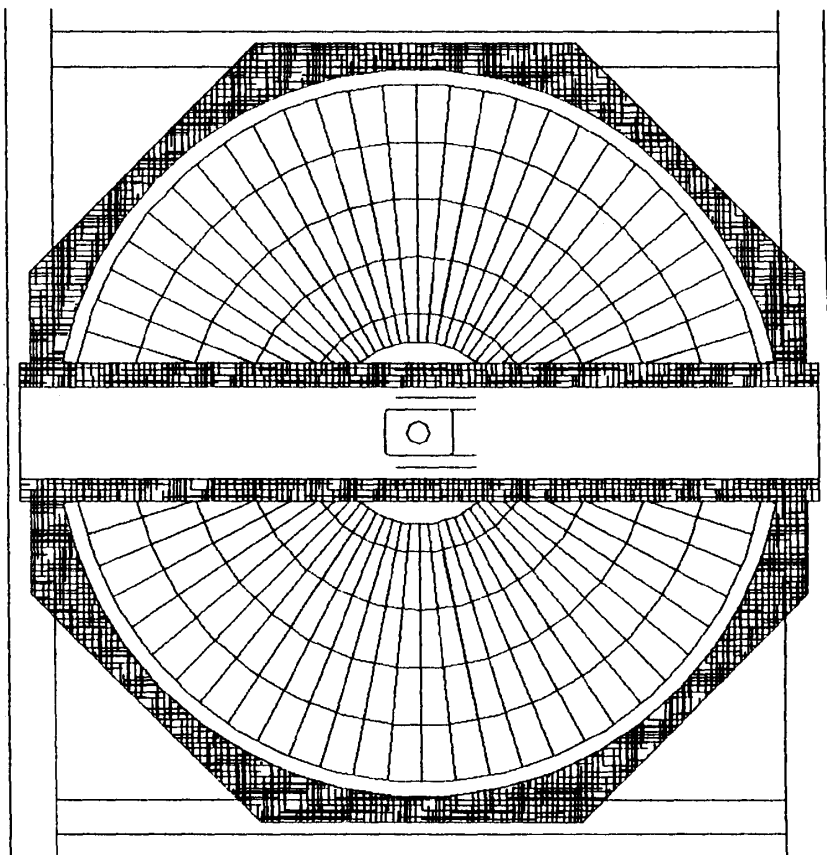


Izamos la segunda parte igual que la primera sección, giramos el rotor y montamos las secciones de manera compensatoria, una vez colocada todas las secciones comprobar la circunferencia del rotor. Superiores e inferiores próximas a la plancha de división radial.

Comprobamos la desalineación y la fluctuación del rotor.

Soldar completamente el rotor según planos de montaje y quitar todos los elementos temporales utilizados para el montaje y comprobar otra vez la desalineación y fluctuación del rotor.

FIGURA 3.23  
PRECALENTADOR SECCIONES FRÍAS Y CALIENTES.

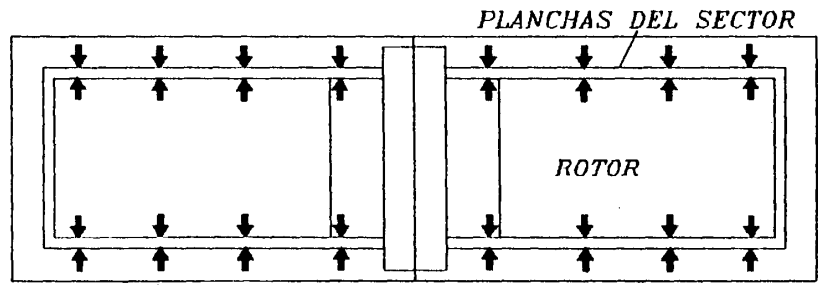


El montaje de los elementos o cestas debemos hacerlo en orden diametral y opuesto, un anillo a la vez, para de esta manera

mantener el equilibrio, hacemos esto con todos los elementos del precalentador.

Colocado todos los elementos debemos comprobar medidas, de ser necesario se colocara gatas debajo del rotor y galgas para conseguir las medidas necesarias

FIGURA 3.24  
LUGAR DONDE TOMAR LAS MEDIDAS PARA EL SELLO DEL PRECALENTADOR.

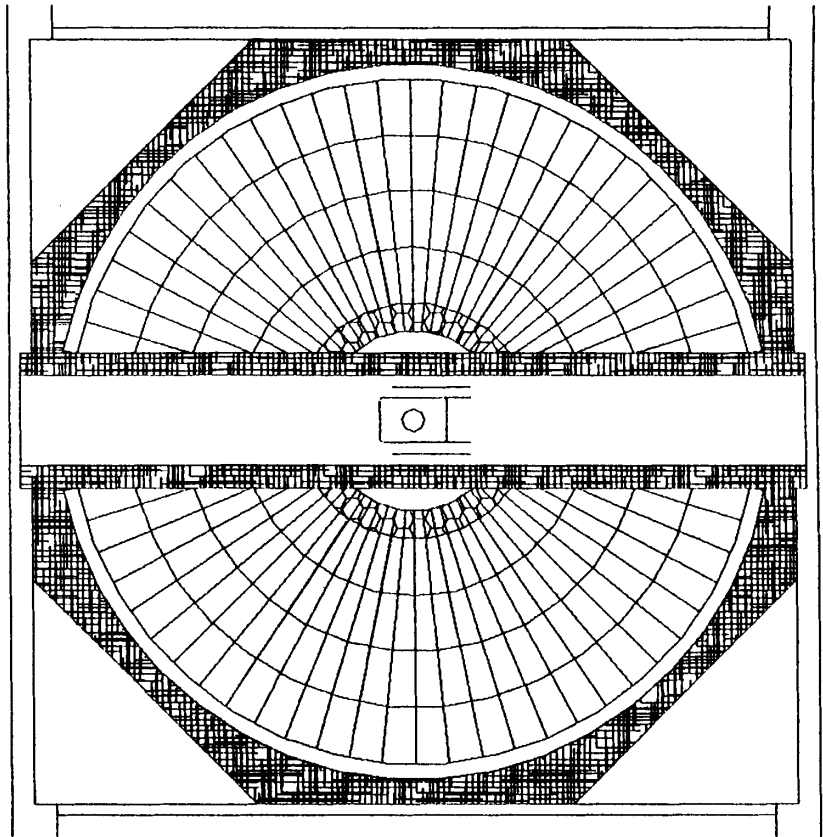


Después de montar el equipo continuamos con el aislamiento, ver tablas 3.21.

Para terminar tenemos que instalar todos los controles y probar el precalentador.

FIGURA 3.25

Diagrama General PRECALENTADOR CON CARCAZA



### 3. precalentador de aire vapor

Una vez colocada la carcasa del Ijunstrong se puede proceder al montaje del precalentador de aire.

Este elemento viene armado de fábrica y consta de un cajón abierto con tubería aleteada en el interior, antes de empezar el montaje

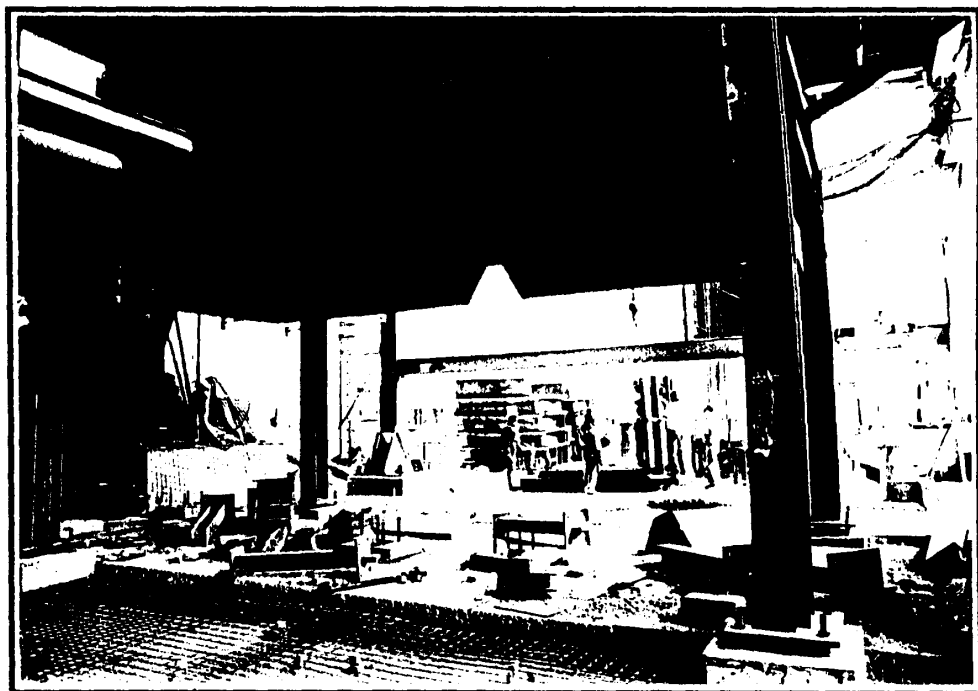


debemos colocar las cuatro columnas, donde por medio de vigas servirá para soporte del precalentador de aire, el montaje de las columnas se las realiza de igual forma que se explico en estructura.

Colocamos el elemento justo en la parte inferior del Ijunstrong, en de entrada de aire y sobre la superficie de unión de las dos carcazas ponemos un hilo de brea para ayudar al cierre.

FIGURA 3.26

PRECALENTADOR AIRE-VAPOR, TRABAJOS DE DUCTOS



Suspendemos los cables de cuatro tirfos colocados en la estructura de la elevación 10900 y por medio de grilletes lo sujetamos a las cuatro esquinas de la carcaza para controlar los movimientos de izaje, lo izamos y al llegar a sitio lo empernamos a la carcaza del Ijustrong y montamos las vigas de apoyo descritas anteriormente.

#### **4. ventilador de tiro forzado**

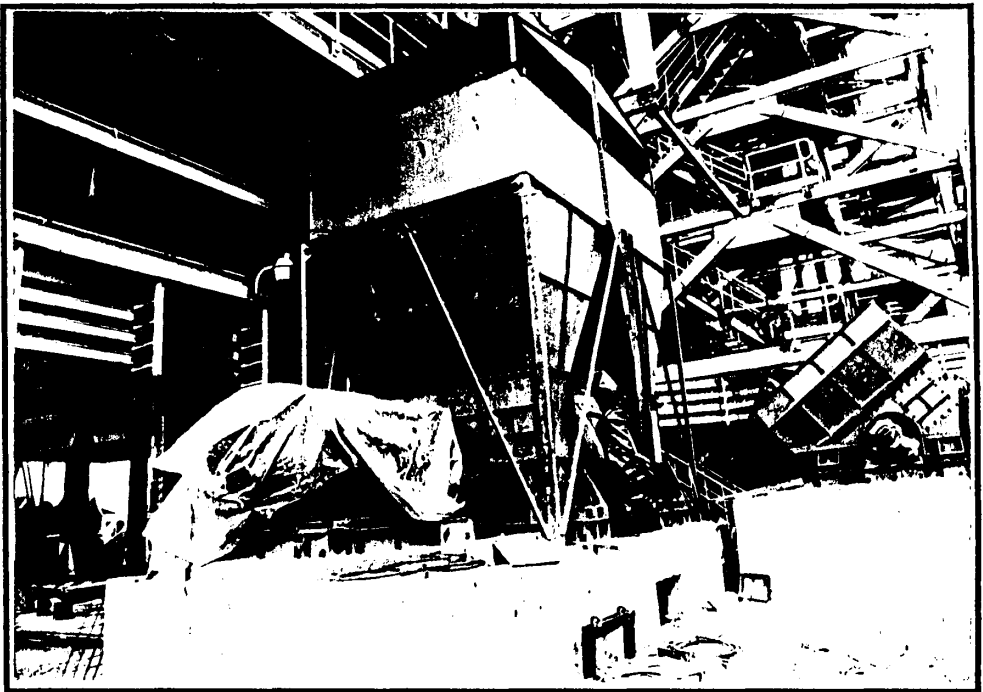
Para el montaje del ventilador de tiro forzado, inicialmente se tiene la bancada que esta dada en los planos de obra civil, sobre la misma se colocan unas placas de nivelación para asentar la bancada metálica del ventilador.

En la bancada se colocan los pernos de anclaje los cuales van sujetos internamente a la armadura de hierro de la bancada, en este punto nivelamos la bancada metálica con niveles ópticos, la que se encuentra separada en dos partes la primera del ventilador y la segunda para el motor.

Sobre la bancada ya nivelada empezamos con la carcaza inferior del ventilador, este trabajo de izaje y los posteriores lo realizaremos con una grúa de poca capacidad (45 Ton). Colocamos las chumaceras y seguidamente el eje, el que tiene los alabes del ventilador, sobre

este se colocan la parte superior de la chumacera y después de la nivelación cerramos la carcaza y colocamos el ducto de entrada de aire.

FIGURA 3.27  
VENTILADOR TIRO FORZADO Y VENTILADOR RECIRCULACION  
GASES



Una vez colocado el cuerpo del ventilador, procedemos con el motor de la unidad, lo mas importante en este paso en la alineación de los ejes el cual lo logramos con la ayuda de palpadores.

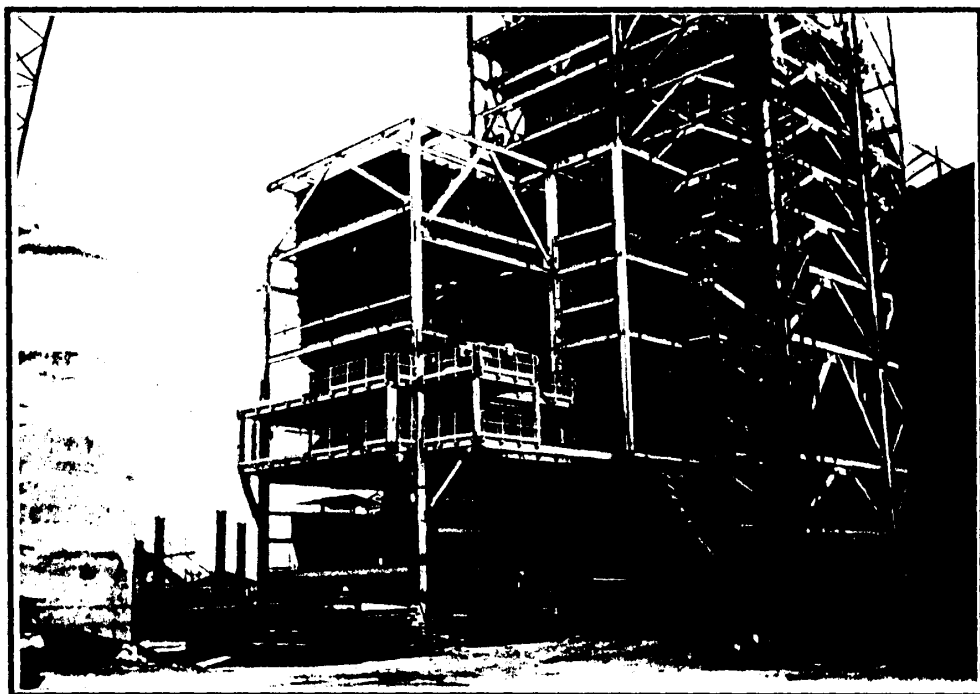
### **5. ventilador de recirculación de gases**

Para el montaje del ventilador de tiro forzado, inicialmente se tiene la bancada que esta dada en los planos de obra civil, sobre la misma se colocan unas placas de nivelación para asentar la bancada metálica del ventilador.

Se colocan los pernos de anclaje los cuales van sujetos internamente a la armadura de hierro de la bancada, en este punto nivelamos la bancada metálica y procedemos a colocar grautin.

El montaje de este ventilador es igual al ventilador de tiro forzado con la única diferencia que cuenta con dos motores, uno principal y el otro de emergencia.

FIGURA 3.28  
DUCTOS DE AIRE, GASES DEL CALDERO



### 3.2.3.5 SOPLADORES + SONDA TERMICA

Tenemos dos tipos de sopladores, los retráctiles, los semiretráctiles y además una sonda térmica para el caldero que estamos montado.

En el montaje de los sopladores de hollín debemos tener en cuenta la carrera total que tiene el soplador para el estrobadado e izado con el fin de evitar daños en el equipo ver figura 3.29.

El equipo viene armado de fábrica, en campo tenemos que izarlo hasta las elevaciones que nos indica la tabla 3.16 y montarlo con las desviaciones indicadas también en la misma tabla, estas desviaciones son para que el momento de operación del soplador la lanza con la dilatación térmica permanezca horizontal y tenga mayor eficiencia en el trabajo a desarrollar.

Una vez izado por medio de la grúa y ayudados en la planta al posicionamiento por medio de tirfors, sujetamos el soplador por medio de una estructura metálica como se indica en la figura 3.30 del soplador de hollín, con la ayuda de niveles ópticos podemos lograr la desviación necesaria.

FIGURA 3.29

IZAJE CORRECTO DE LOS SOPLADORES DE HOLLÍN

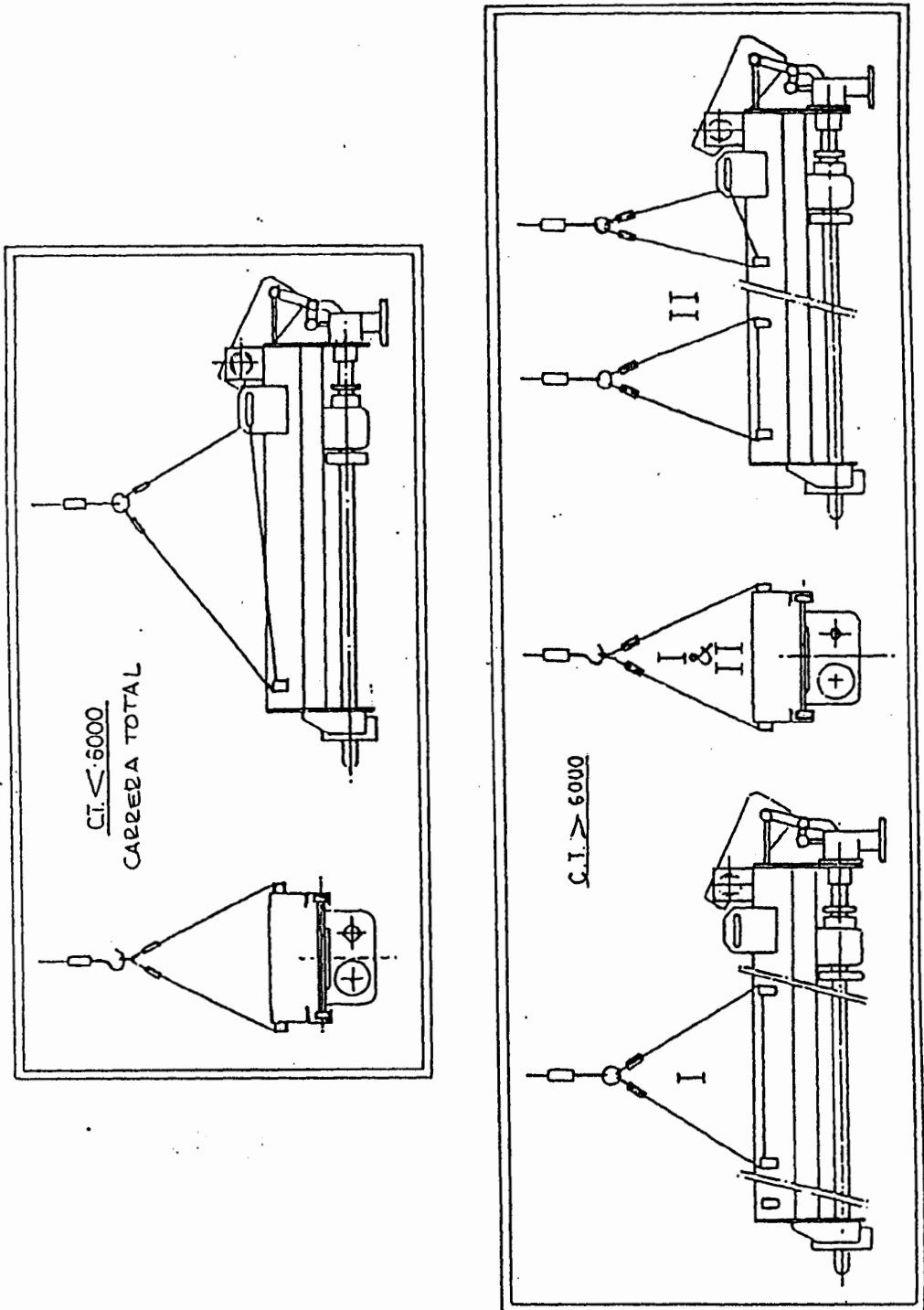
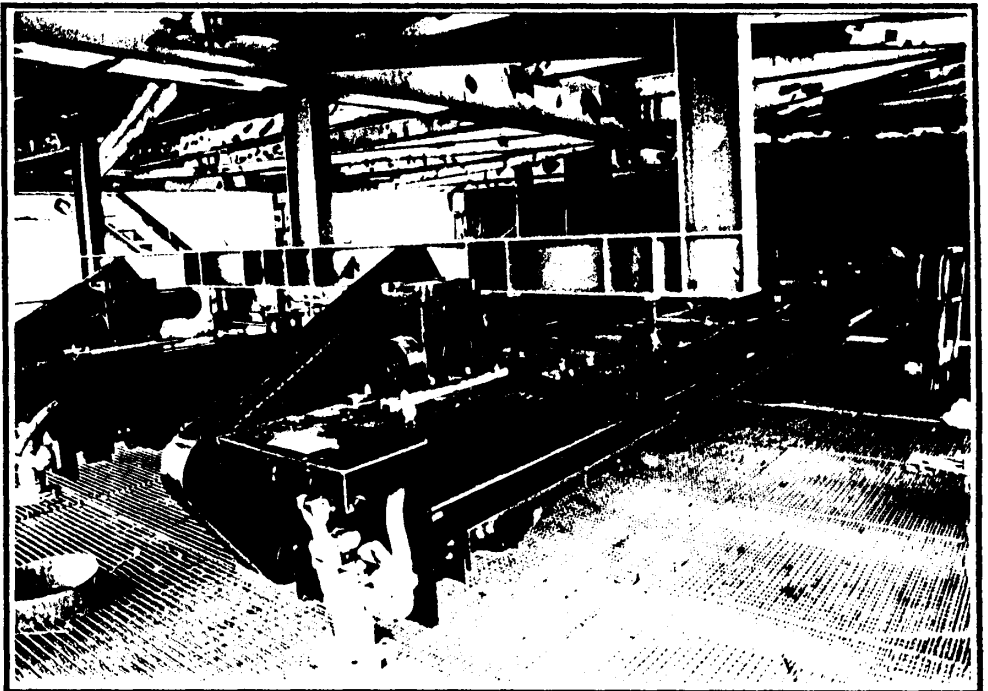


TABLA 3.16  
ELEVACIONES Y DESPLAZAMIENTOS PARA EL MONTAJE DE LOS  
SOPLADORES.

REF	T. humos °C	Elevacio			Desplaz		Caudal (t/h)	Consumo operación (Kg)	Diámetro toberas (mm)	Diámetro diafragma (mm)
		"X" frio	"X" caliente	"Y"	horz mm	vert mm				
S3	1203	23216	23148	23148	← 16	↓ 68	5.04	579	26	21.4
S4	1203	23216	23148	23148	← 7	↓ 68	5.04	579	26	21.4
S7	927	27671	27623	27623	← 16	↓ 48	3.24	372	22	16.8
S8	927	27671	27623	27623	← 7	↓ 48	3.24	372	22	16.8
S9	760	30361	30325	30325	← 16	↓ 36	2.88	331	22	15.8
S10	760	30361	30325	30325	← 7	↓ 36	2.88	331	22	15.8
S11	735	30361	30325	30325	← 7	↓ 36	2.88	331	22	15.8
S12	735	30361	30325	30325	← 16	↓ 36	2.88	331	22	15.8

FIGURA 3.30  
SOPLADOR DE HOLLÍN POSICIONADO EN EL CALDERO.





En el extremo del soplador que va junto a la tubería del caldero una vez que lo aseguramos procedemos a soldar la boquilla del soplador a la del caldero.

El montaje de los tres elementos es similar lo que varía es la ubicación en el caldero, es decir el nivel o elevación a la que se instalará y la desviación de montaje del mismo.

### 3.2.3.6 EQUIPOS COMBUSTION

El montaje de los equipos de combustión se refiere al formado por los quemadores y calentadores de fuel oil, los cuales, el primero se lo monta en el caldero y el segundo sobre una bancada exterior al caldero.

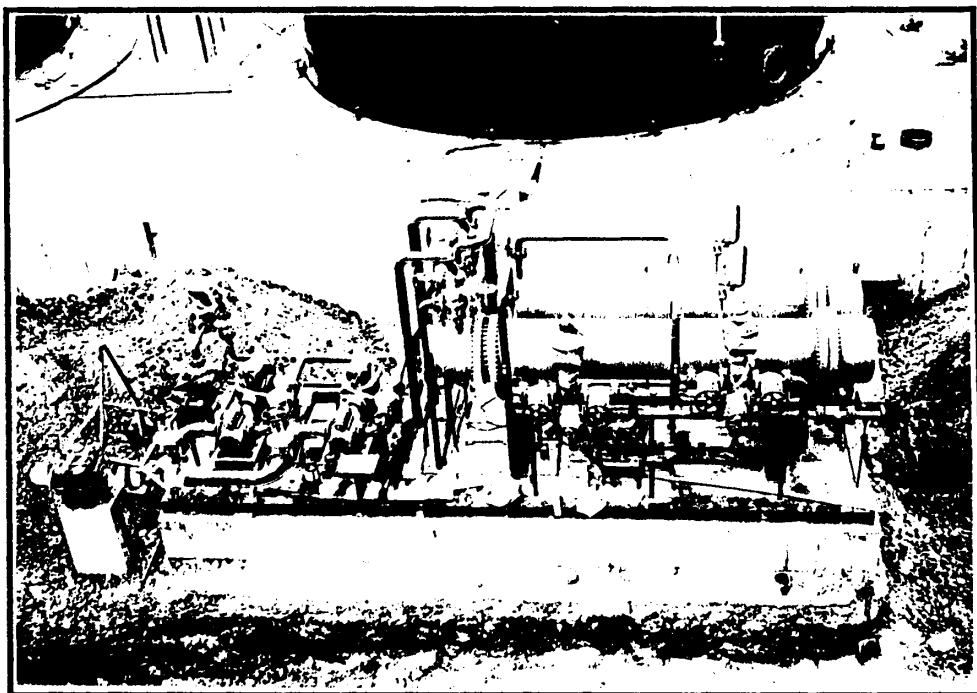
El montaje de los calentadores de fuel oil se lo realiza a manera de equipo, ya que vienen de fábrica sobre unas bancadas metálicas, las cuales en campo las asentamos sobre unas placas de apoyo anteriormente niveladas y por medio de los pernos de anclaje llegamos a la nivelación del equipo, figura 3.31.

Para el montaje nosotros colocamos una orejas en las esquinas de la bancada metálica, las que sujetamos por medio de tirfos, para lograr una nivelación en la izada del equipo al gancho de la grúa y de esta manera maniobrar hasta asentarla en las placas de apoyo de la bancada.

Para el montaje colocamos una orejas en las esquinas de la bancada metálica, las que sujetamos por medio de tirfos, para lograr una nivelación en la izada del equipo al gancho de la grúa y de esta

manera maniobrar hasta asentarla en las placas de apoyo de la bancada.

FIGURA 3.31  
EQUIPO DE CALENTAMIENTO DE FUEL OIL

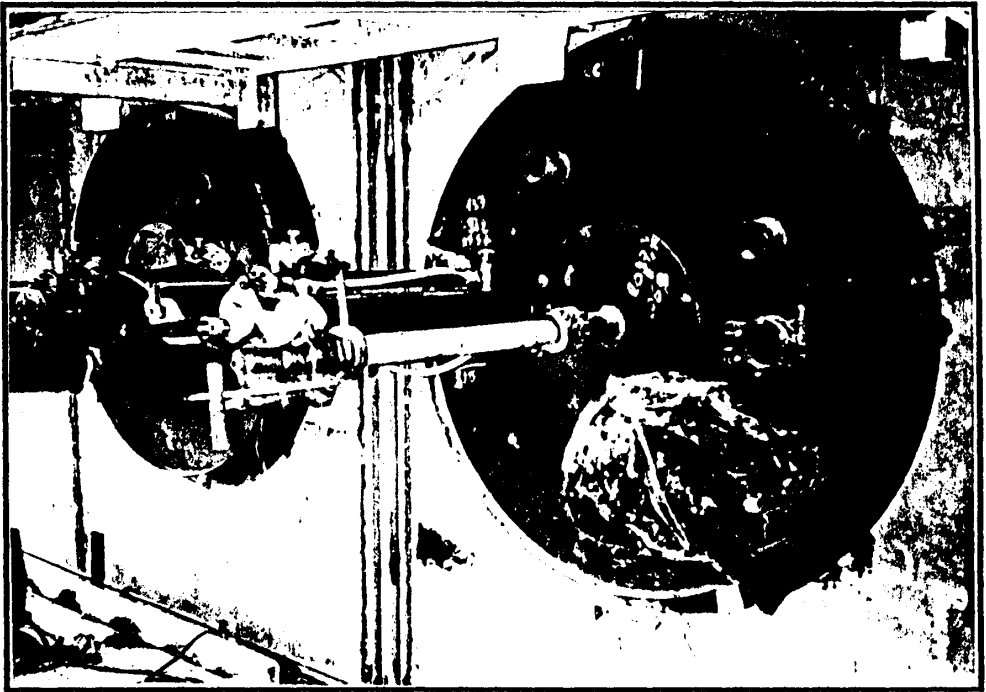


Los quemadores primeramente los izamos hasta colocarlos en el piso del nivel al cual van a trabajar, una vez concluido el montaje del cajón de aire nosotros enganamos a los quemadores por medio de tecles colocados en orejas de izaje que tienen los quemadores, y empezamos a levantarlos para poder tener

**Biblioteca Central**

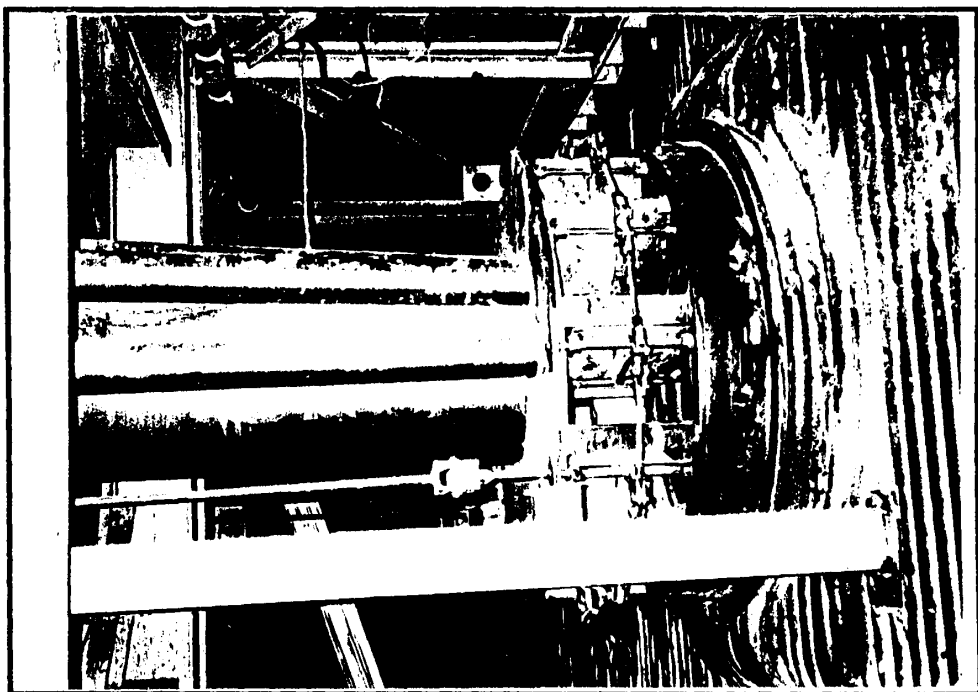
maniobrabilidad y empezar a colocarlos en el sitio predestinado en el caldero.

FIGURA 3.32  
QUEMADORES



Para el movimiento horizontal del quemador colocamos un tirfo en las vigas soportes del cajón de aire, sujetando al quemador, moviéndolo de tal manera, que lo podemos introducir en el espacio entre las planchas del cajón de aire y las paredes del hogar como se ve en la figura 3.33.

FIGURA 3 .33  
QUEMADORES POSICIONADOS EN EL CALDERO



### 3.2.3.7 VALVULAS + TUBERIA

En el caldero tenemos diferentes líneas de tubería que son de diferentes especificaciones de material, diámetros y espesores, debido a esto tienen diferentes procedimientos de soldadura, ver tabla 3. 17

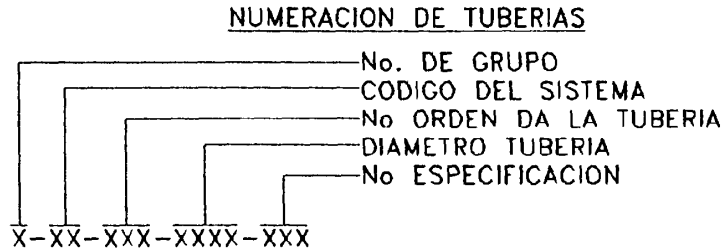
Para el funcionamiento del caldero se necesitan los siguientes sistemas:

- Fuel oil
- Gas oil
- Vapor principal
- Vapor auxiliar
- Vapor sopladores
- Vapor atomización
- Aire atomización
- Aire de sellado
- Sopladores de hollín
- Instrumentación
- Purga
- Drenaje

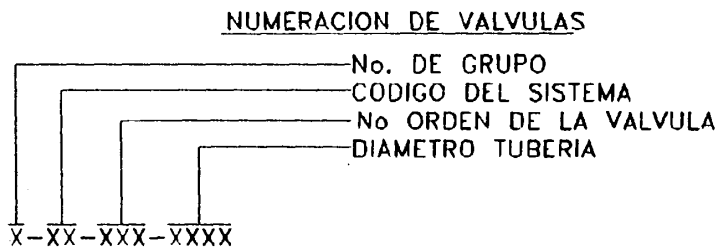
TABLA 3.17  
PROCEDMIENTOS DE SOLDADURA PARA TUBERIA

ITEM	PROCE- DIMIENTO	PROCESO	POS.	MATERIAL	RANGO DE ESPESOR	MATERIALES APORTE
1	IT - 01	GTAW - SMAW	6G	SA-210-A1 SA-210-A1	1.58 - 9.52 mm.	ER-80SG / E 7018A1
2	IT - 03	GTAW - SMAW	6G	SA-106-C SA-106-C	> 19 mm.	ER-80SG / E 7018
3	IT - 04	GTAW - SMAW	6G	SA-209-T1A SA-209-T1A	1.58 - 13.2 mm.	ER-80SG / E 7018 A1
4	IT - 05	GTAW - SMAW	6G	SA-210-C SA-213-T22	1.58 - 9.52 mm.	ER-80SG / E 7018
5	IT - 06	GTAW - SMAW	6G	SA-335-P11 SA-335-P11	4.76 - 43.89 mm.	ER-80S B2 / E 8015 B2L E 8018 B2L
6	IT - 06.1	GTAW - SMAW	6G	SA-335-P11 SA-335-P11	4.76 - 12.7 mm.	ER-80S B2 / E 8018 B2L
7	IT - 07	GTAW - SMAW	6G	SA-210-C SA-210-C	1.58 - 18.28 mm.	ER-80SG / E 7018
8	IT - 08	GTAW - SMAW	6G	SA-213-T22 SA-213-T22	1.58 - 15.8 mm.	ER 90SB3 / E 9015 B3L
9	IT - 09	GTAW - SMAW	6G	SA-335-P22 SA-335-P22	19.0 - 43.8 mm.	ER 90SB3 / E 9013 B3
10	IT - 10	GTAW - SMAW	6G	SA-213-T2 SA-213-T2	1.58 - 15.74 mm.	ER-80S B2 / E 8015 B2L
11	IT - 10.1	GTAW	6G	SA-213-T2 SA-213-T2	1.58 - 15.6 mm	ER 80SB2
12	IT - 11	GTAW - SMAW	6G	SA-213-T22 SA-213-T91	1.58 - 14 mm.	ER 90SB3 / E 9015 B3L
13	IT - 12	GTAW - SMAW	6G	SA-213-T91 SA-213-T91	1.58 - 14 mm.	ER 505 / E 505 16
14	IT - 13	GTAW - SMAW	6G	SA-213-T2 SA-213-T22	1.58 - 8.4 mm.	ER-80S B2 / E 8015 B2L
15	IT - 14	GTAW - SMAW	6G	SA-106-B SA-106-B	4.76 - 19 mm.	ER-80SG / E 7018A1
16	IT - 15	GTAW - SMAW	6G	SA-335-P22 SA-335-P22	> 19 mm.	ER 90SB3 / E 9015 B3L
17	IT - 16	GTAW - SMAW	6G	SA-210-A1 SA-209-T1A	1.58 - 9.52 mm.	ER-80SG / E 7018A1
18	IT - 17	SMAW	6G	AISI-Tp-304 AISI-Tp-304H	1.58 - 19 mm.	E 308-16
19	IT - 17.1	SMAW	2G	SA-240-Tp-304 SA-240-Tp-304	1/16" - 11/32"	E 308-16
20	IT - 18	SMAW	6G	SA-387 GR.2 CL.1 AISI-Tp-304	1.58 - 19 mm.	E 309-16
21	IT - 19	GTAW - SMAW	6G	SA-106-B SA-106-B	>= 19 mm.	ER-80SG / E 7018 A1
22	IT - 23	GTAW - SMAW	6G	SA-210-A1 SA-210-A2	1.58 - 12.9 mm.	ER-70S3 / E 7018A1
23	EST - 50	SMAW	3G	A - 36 A - 36		E 6010 / E 7018
24	ES - 51	SMAW	3G 4G	ST-52-3 ST-52-3	> 3/4"	E 7018
25	ES - 52	SMAW	3G	A - 36 A - 36	<=19 mm.	E 7018

Para la identificación de los sistemas se utiliza la siguiente nomenclatura.



Todas estas líneas tienen diferentes longitudes y diámetros y funciones, por consiguientes tienen diferente valvulería, las que se identifican con la siguiente nomenclatura.



El montaje de la tubería se hace siguiendo los planos de tubería en este caso isométricos que nos indican punto de salida, llegada, recorrido, especificaciones del material y accesorios.

Para la tubería que es menor de 2½ pulgadas es en campo donde se realizan los cortes y uniones de codos y té; mientras si es mayor viene de España ya conformada en spool.



El montaje de tubería se lo realiza con tuberos que fabrican sus herramientas para el alineamiento de un tubo con otro, esto se lo arma en sitio sin dificultad ayudados por tecles de ser necesario, y para conseguir la ubicación se utiliza soportería adecuada para cada función, tomando en cuenta las dilataciones, vibraciones y carga que soporta cada tubería en la operación.

TABLA 3.18  
CLASIFICACIÓN DE VALVULERIA

SISTEMA	Fuel oil
	Gas oil
	Vapor principal
	Vapor auxiliar
	Vapor sopladores
	Vapor atomización
	Aire atomización
	Aire de sellado
	Instrumentación
	Purga
	Drenaje
ACCIONAMIENTOS	Cilindro de aire
	Cilindro aire con solenoide
	Diafragma aire
	Diafragma aire con solenoide
	Hidraulico
	Motor eléctrico
	Resorte
	Solenoide
	Volante manual
TIPO	Angular
	Boca carga
	Bola
	Boca de riego
	Compuerta
	Cierre rápido
	Tres pasos
	Cuatro pasos
	Desahogo
	Flotador
	Fuelle
Globular	

TABLA 3.18 (Continuación)

TIPO	Macho
	Mariposa
	Membrana
	Pie
	Retención control
	Retención
	Rompedora de vacío
	Seguridad
	Seguridad Control control
	EXTREMOS
	Con bridas
	Roscados
	Soldados a solape
	Soldados a tope
ELEMENTOS AUXILIARES	Cierre hidráulico
	Enclavamiento abierto
	Enclavamiento cerrado
	Contacto fin carrera
	Volante de cadena
	Palanca
	Volante con vástago prolongado

FIGURA 3.34

## MONTAJE DE TUBERIA Y VALVULERIA EN EL DOMO

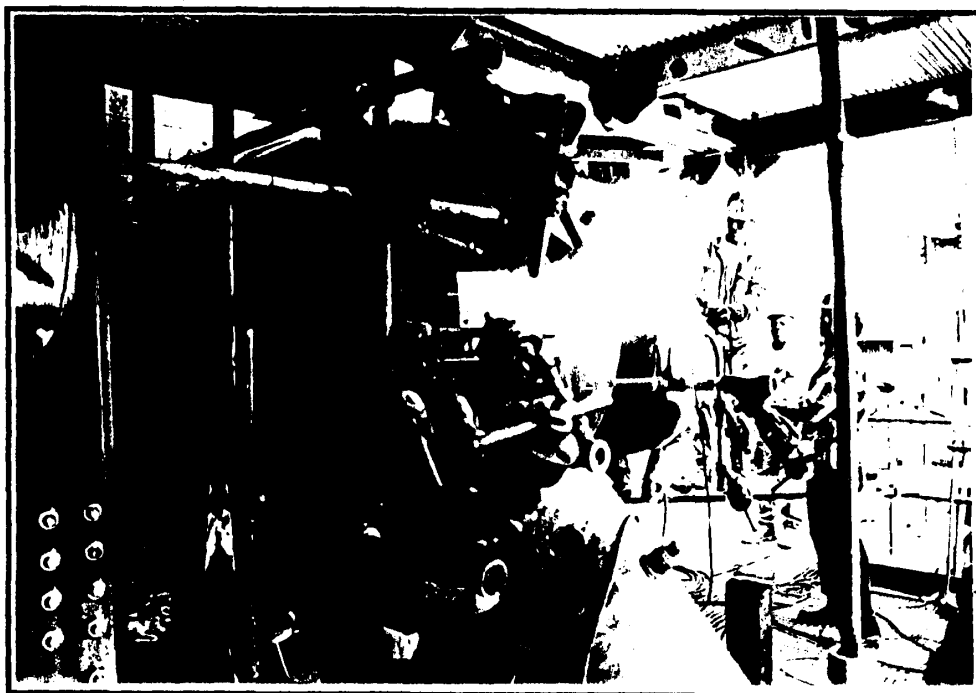


TABLA 3.19  
ESPEORES DE AISLAMIENTO DE TUBERÍA

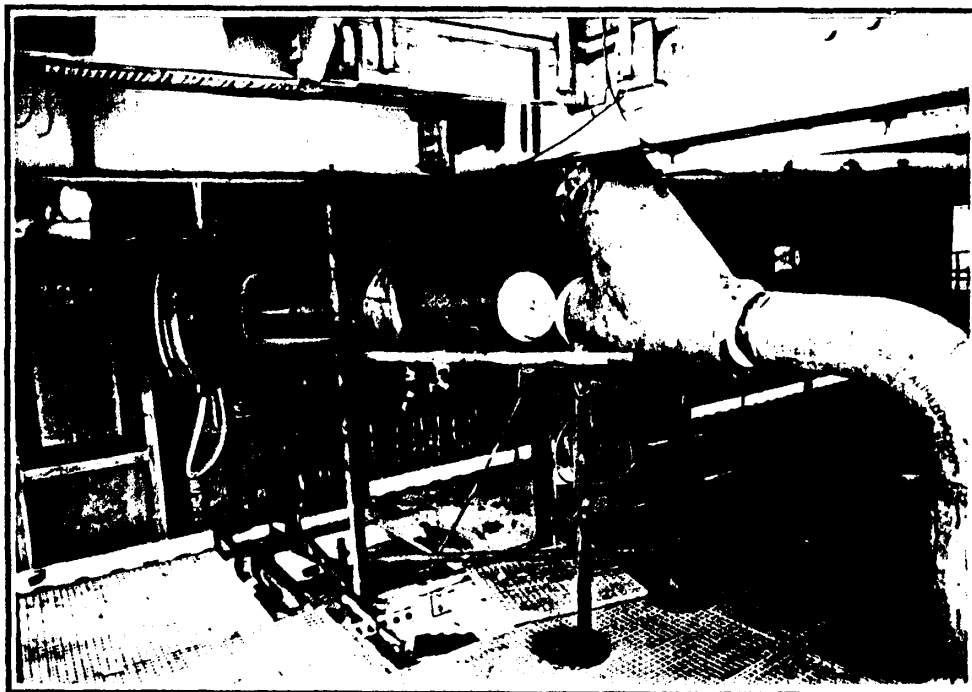
diámetro nominal	TEMPERATURA °C									
	65-149	150-200	201-259	260-287	288-370	371-426	427-480	481-536	537-593	594-650
Tamaño	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT
0-50	30	30	40	40	50	50	70	70	70	80
60	30	40	40	50	70	70	70	70	80	80
73	30	40	50	60	70	70	70	80	90	90
89	30	40	50	60	70	80	80	80	110	90
102	40	40	50	60	70	80	80	90	110	90
114	40	40	50	80	80	80	80	90	110	100
127	40	50	50	80	80	80	90	90	110	100
141	40	50	50	80	80	80	90	90	120	100
168	40	50	70	80	80	90	90	100	120	120
190	40	50	70	80	90	90	100	100	120	120
219	40	50	70	90	90	90	100	100	140	130
240	40	50	70	90	90	90	100	120	140	130
273	50	70	70	90	90	100	100	120	140	130
300	50	70	80	90	90	100	100	120	160	130
323	50	70	80	90	90	100	100	120	160	140
355 y >	50	70	80	90	90	100	100	120	160	180



Biblioteca Central

FIGURA 3.35

## MONTAJE DE VALVULA Y TUBERIA EN EL ECONOMIZADOR



A la tubería que no puede perder calor se le coloca aislamiento. Dependiendo del diámetro nominal y de la temperatura de funcionamiento tiene un espesor de aislamiento tal como se indica en la tabla 3. 19

En el caldero, tenemos los siguientes tipos de refractario e aislamiento que utilizamos, con el objeto de reducir pérdidas de calor, controlar las temperaturas de los procesos y proteger al personal. (Ver tabla 3.20)

Los puntos que deben ser protegidos son los siguientes:

- Caldera
- Conducto de gases
- Conducto de aire
- Equipos
- Tubería

TABLA 3.20

ZONA Y REFRACTARIO APLICABLE

ZONAS	REFRACTARIOS Y LADRILLOS
Tubos techo hogar	Plicast Trowl Mix
Pared frontal y posterior	Plicast Trowl Mix
Puertas	Plicast Trowl Mix y Piblico 60 AB
Mirillas	Plicast 34
Caja sopladores futuros	Plicast 34
Barrera espaciadas para vigas cinturon	Plicast Trowl Mix
Pared mampara posterior	Plicast Trowl Mix y Plicast 34
Sellado tubos en pared frontal con secciones de recalentadores, sobrecalentadores en vestibulo	Plicast Trowl Mix y Plicast Tuff Mix
Pared mampara (parte inferior)	Plicast Trowl Mix
Barreras térmicas en pared mampara	Piblico 60 AB o SIMILAR
Cajones de penetraciones de colectores en pared membrana	Plicast 34
Tolva hogar y cierres de la misma en paredes de tubos	Plicast Trowl Mix
Tolva de lavado	Ladrillo Refractarios SIAL y ACAL

En las siguientes tablas, indican los lugares específicos en la caldera de los puntos indicados anteriormente, los materiales (especificaciones de los materiales) y el tipo de recubrimiento metálico utilizado.



TABLA 3.21 (Continuación)

ZONAS A SER CALORIFUGADAS Y RECUBIERTAS CON ENVOLTURA METALICA EXTERIOR	ESPEORES DE AISLAMIENTO (mm)				RECUBRIMIENTO METALICO EXTERIOR (LAGGING)			
	MT		IT	MANTA	No CAPAS	MATERIAL	ESPEORES (mm)	CORRUGADA (R) o LISA (F)
	MF	CS						
16B precalentador vapor a calentador aire			25		1	A galvanizado	1.3	F
16C Calentador aire a cajón quemadores			80		1	A galvanizado	1.3	F
17. Cajón de aire			110		1	A galvanizado	1.3	F
18. Juntas de expansión Metálicas				90-50	1	A galvanizado	1.3	F
19. Empaquetaduras en juntas de expansión metálicas								
20. Precalentador a vapor			50		1	A galvanizado	1.3	F
21. Calentador aire			90		1	A galvanizado	1.3	F
22. Vent. R. gases			150		2	A galvanizado	1.3	F
23. Vent. tiro forzado			150		2	A galvanizado	1.3	F

TABLA 3.22

## ESPECIFICACIONES DE MATERIAL A UTILIZAR

MATERIAL	Abrev.	Densidad Kg/m <sup>3</sup>	Temp. limite °C
<b>AISLAMIENTO</b>			
Aislamientos de temperaturas medias	MT		
Bloques de fibra mineral clase 5	MF	290	650
Bloques de silicato Cálcico tipo I	CS	210	650
Bloques de fibra mineral Clase 4	IT	128	538
Mantas de fibra mineral clase II		190	650
<b>RECUBRIMIENTO METALICO</b>			
Chapa lisa de acero galvanizado calidad Z350	Stl		
Chapa corrugada trapezoidad o lisa de aluminio CLAD 3003	Al		
<b>REFRACTARIO</b>			
Concreto refractario Plicast Trowl Mix		2150	1300
Concreto refractario Plicast tuff Mix		1950	1400
Concreto refractario Plicast 34		2150	1600
Refractario plastico Piblico 60 AB		2520	1650
Ladrillo refractarios densos SIAL y ACAL		2200	1700

FIGURA 3.36  
AISLAMIENTO EN EL CALDERO, PAREDES

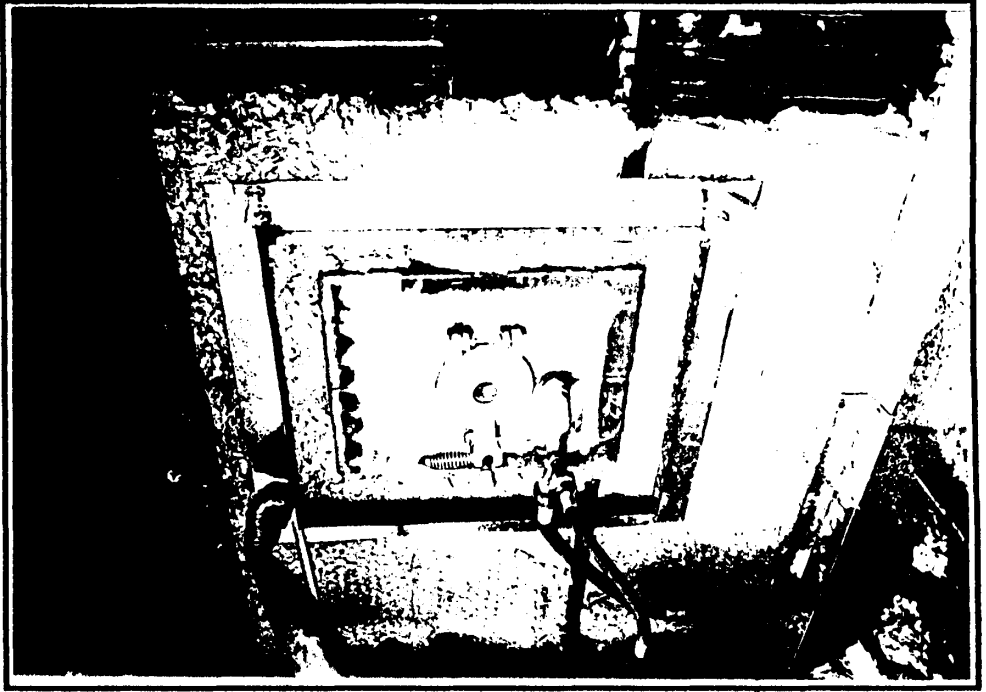


FIGURA 3.37  
AISLAMIENTO EN EL CALDERO, TUBERÍA





### 3.2.3.8 ASCENSOR

Para iniciar el montaje del ascensor es necesario que la estructura de caldera se encuentre totalmente instalada sobre todo el sector del ducto por donde va a operar el ascensor.

El cuarto de máquinas va ubicado en la parte superior del ducto sobre una losa de hormigón en donde se colocan los motores, poleas y equipos de accionamiento así como los tableros eléctricos de acometida y control. En la parte inferior del foso se colocan las poleas de reenvío y los amortiguadores.

Las características principales del ascensor son:

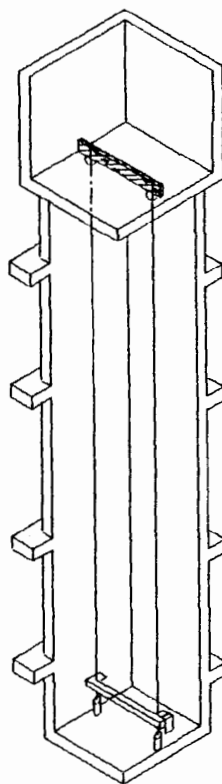
- Altura de servicio
- No. paradas
- Capacidad de carga
- Potencia del motor

La losa del piso del cuarto de máquinas se construye dejando agujeros para el montaje como se indica en el plano 408/91465 por los cuales se hace pasar las plomadas figura 3.38 hasta el fondo del foso, las que no sirven para el montaje, principalmente de las guías

que van sujetas a fijaciones a lo largo del hueco, una vez completo el montaje estos agujeros son tapados.

FIGURA 3.38

PLOMADA EN EL DUCTO DEL ASCENSOR



Con ayuda de una plantilla construido basado en los planos de montaje, constituido como se indica en las figuras 3.39, se procede

a la alineación y paralelismo de las guías, figura 3.40, las cuales las empezamos a montar y alinear desde la parte inferior.

Con este mismo método alineamos y comprobamos el paralelismo de las guías para el contrapeso del ascensor.

FIGURA 3.39

PLANTILLA PARA EL MONTAJE DE GUÍAS

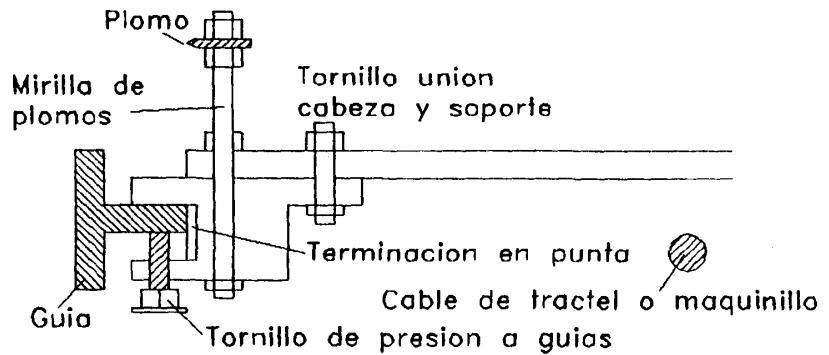
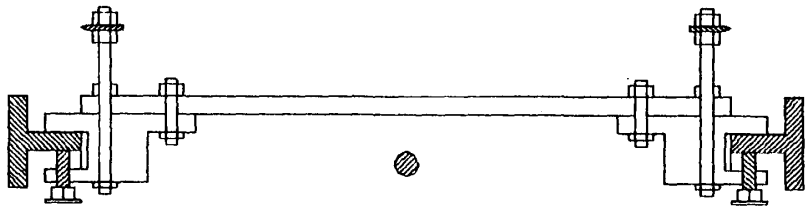


FIGURA 3.40

ALINEACIÓN Y PARALELISMO DE LAS GUÍAS



Colocadas las primeras guías, del ascensor y contrapeso y fijadas en posición soltamos la plantilla y comprobamos las fijaciones, colocamos el malacate en el cuarto de máquinas que en este caso es el mismo del ascensor, esto nos sirve para el montaje del resto del ascensor.

Con ayuda del malacate montamos el estribillo de cabina y contrapeso, con esto colocamos el piso de cabina, paneles y techo del mismo, nivelándolo con respecto al nivel de burbuja y con respecto al piso de una parada del ascensor en la estructura, continuamos montando el resto de guías las cuales nunca deben quedar apoyadas en el foso ni ajustadas a la losa de taladros, debemos colocar los amortiguadores para la cabina y contrapeso según plano 408/91465 en el foso.

Para empezar el montaje del tiro debemos desenrollar los cables en el piso de manera que al utilizarlos no se vayan a enredar entre si.

Colocamos los tensores tomando en cuenta el recorrido que tiene la cabina en el hueco y cuidando de que los cables no se crucen en el recorrido. Hay que ir equilibrando el contrapeso con la cabina de manera que todo el tiempo se encuentre en equilibrio.

Montado los contrapesos y la cabina debemos comprobar el recorrido, los contrapesos apoyados en los amortiguadores, la distancia del lecho de la cabina y el techo del hueco debe ser como mínimo 1 mt. y apoyada la cabina sobre su amortiguador, la distancia desde las parte más bajas de la misma (excepto rodadera, faldón, etc.) debe ser al menos 50 cm y posteriormente proceder a cortar las puntas sobrantes de los cables de tracción.

Ahora colocamos el regulador de velocidades en la losa del cuarto de maquinas, pero antes de la fijación se comprueba la verticalidad y amarre de cables, dejamos colgados los cables para colocar las poleas tensoras.

Colocamos las puertas de los pasillos en todas las paradas que tiene el ascensor en la estructura, haciendo parar el ascensor y tomando a este como referencia para la colocación de los mismos

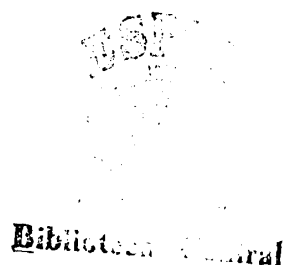
### 3.2.4 PRUEBAS REALIZADAS

Las pruebas que se realizan sirven para determinar o verificar si el trabajo realizado se encuentra en óptimas condiciones, siempre basados en una norma como se indica en el siguiente punto, que nos rige en todo momento y bajo la cual nos guiamos para dicho efecto

Las pruebas generalmente son particulares para cada elemento que forman el caldero pero se necesita de realización de todos para que el conjunto funcione correctamente.

A continuación se presenta una generalización de las pruebas civiles, mecánicas y eléctricas que se realizan en el montaje del caldero.

- Compactación del terreno
- Dureza del hormigón
- Ubicación de Bancadas
- Nivelación de placas de apoyo
- Verticalidad de los pilares
- Dureza de los pernos de alta resistencia
- Apriete de pernos
- Ubicación de equipos
- Nivelación de equipos



- **Calificación de procedimientos de soldadura**
  - **Calificación de soldadores**
  - **Tintas penetrantes a la soldadura**
  - **Radiografiado de la soldadura**
  - **Pendientes de la tubería**
  - **Hidrostática de las partes a presión del caldero**
  - **Hidrostática tubería de ciclo**
  - **Estanqueidad de ductos**
  - **Lavado químico**
  - **Resistencia del aislamiento**
  - **Arranque de motores**
  - **Parada de Motores**
  - **En blanco de los equipos**
  - **Funcionamiento de equipos**
  - **Secuencia de los equipos**
  - **Puesta en marcha**
-

TABLA 3.23

EXAMENES NO DESTRUCTIVOS MINIMOS PARA SOLDADURA DE COMPONENTES A PRESION

Tipo de soldadura	Condiciones tubería y examen no destructivo		
	Temperatura sobre 400 °C y presiones absolutas	Temperaturas entre 175 °C y 400 °C, inclusive con presiones absolutas sobre 1025 psig	Todas las demás
soldadura extremo (longitudinal y cinturón) (nota 1)	RT para encima de NPS 2, MT para NPS 2 y menos (nota 2 y 3)	RT para encima NPS 2 con espesores sobre 19 mm (¾ ") (nota 3) VT para todos los tamaños con espesores de 19 mm o menos	Visual para todos los tamaños y espesores
Soldadura de ramas y conexiones (tamaño indicado en la rama) (notas 4 y 5)	RT para encima de NPS 4. MT o PT para NPS 4 y menos (notas 2 y 3)	RT para ramales sobre NPS 4 y espesores de rama sobre 19 mm. MT o PT para ramales NPS 4 y menos con espesores de rama sobre 19 mm VT para todos los tamaños con espesores de 19 mm o menos	VT para todos los tamaños y espesores
filete, ataduras y soldadura	PT o MT para todos los tamaños y espesores (nota 6)	VT para todos los tamaños y espesores	VT para todos los tamaños y espesores

NOTAS GENERALES

- 1) Todas las soldadura tendrán inspección visual y adicionalmente al tipo de examinacion no destructiva especificada
- 2) NPS - tamaño nominal del tubo
- 3) RT - radiografía, UT - ultrasonido, MT - partículas magnéticas, PT - líquidos penetrantes, VT - examinación visual
- 4) Se define el espesor de extremo como el más grueso de los dos extremos finales después determinar la preparación.
- 5) UT puede ser usado como una alternativa de RT cuando no es práctico usar una combinación de parámetros radiográficos tal que el filo de bisel de 2 mm no puede ser obtenido.
- 6) RT o UT de ramales se desarrollaran después de aplicar cualquier refuerzo de material
- 7) En lugar de examinacion volumétrica ( RT, UT ) cuando se requiera en conexión de ramales, examinación se superficies ( PT, MT ) es aceptable cuando se desarrolla con menos de una mitad de espesor de soldadura o cada 12.5 mm de espesor de soldadura y toda la soldadura accesible
- 8) Soldadura de filete que no excede 6 mm de garganta que son usadas para las ataduras permanentes sin presión con partes retenidas son exceptuadas para PT o MT requeridas en la tabla.





Biblioteca Central

### 3.2.5 NORMAS UTILIZADAS

En este punto se indican las normas que se aplican durante el montaje de la caldera, las cuales deben ser cumplidas para la aprobación de materiales, procedimientos, pruebas, etc. bajo las cuales nos regimos para garantizar un buen control de calidad en la realización del trabajo.

Las normas y códigos se aplican para la estandarización de un proceso, revisión o inspección de una prueba. A continuación se presenta una tabla con los nombres de las instituciones más importantes de normalización.

TABLA 3.24  
INSTITUCIONES DE NORMALIZACIÓN

civil	NBE	NORMA BASICA DE LA EDIFICACION
eléctrica	IEC	INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
	NEMA	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURER ASSOCIATION
	ISA	INSTRUMENTS SOCIETY OF AMERICA
mecánica	ASME	AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
	SSPC	STEEL STRUCTURE PAINTING COUNCIL
	AISC	AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION (para calculo)
	API	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE
	AWS	AMERICAN WELDING SOCIETY
general	UNE	UNIDAD NORMALIZACION ESPAÑOLA
	DIN	DEUTSCHE INDUSTRIE NORM
	ASTM	AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS
seguridad	NFPA	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

El código de reglamentación de aplicación en el diseño, fabricación de la caldera y pruebas se lo presenta en la siguiente tabla.

**TABLA 3.25**  
**CÓDIGOS Y NORMAS APLICABLES EN LA CALDERA**

<b>APLICACIÓN</b>	<b>NORMA Y EDICIÓN</b>	
<b>PARTES A PRESIÓN</b>		
Diseño y Fabricación	ASME SECCION I	ED 92 / AD 93
Prueba Hidráulica	ASME SECCION I	ED 92 / AD 93
Material	ASME SECCION I	ED 92 / AD 93
	ASME SECCION II	ED 92 / AD 93
Calificación De La Soldadura	ASME SECCION IX	ED 92 / AD 93
Ensayos No Destructivos	ASME SECCION V	ED 92 / AD 93
<b>TUBERÍA A PRESIÓN</b>	ASME B.31.1	ED 92 / AD 93
<b>AISLAMIENTO</b>	ASTM-C-612	ED. 1977
<b>ESTRUCTURA</b>		
En General	NBE-EA-88	AD. 1974
	MV-102 A 107	ANT. AL 75
	U.N.E.	36 - 080 - 90
	D.I.N.	5ª ED. 1973
Tomillos Y Tuercas	D.I.N.	5ª ED. 1973
Diseño	AISC	8ª EDICION
Calculo Sísmico	PDS1	ED. 1974
<b>INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL</b>		
Representación De Simbolos	ISA S.5.1.	ED. 1968
Diagrama Lógico De Proceso	ISA S.5.2.	ED. 1976
Sistema De Seguridad	NFPA 85 C	ED. 1991
<b>APARILLAJE Y MAQUINAS ROTATIVAS</b>		
En General	IEC	ULTIMA 6 / 94
	NEMA	ULTIMA 6 / 94

A continuación se presenta tabla y párrafos referentes a las normas y códigos aplicables en el montaje.

TABLA 3.26

## NORMAS PARA ENSAYOS MECÁNICOS DESTRUCTIVOS DE MATERIALES

ENSAYOS DESTRUCTIVOS	NORMA APLICABLE
Microscópico	ASTM E-340, 407, 82, 381, 112, 45
Macroscópico	ASTM E-112
Preparación de probetas	ASTM E-3, E-2
Tracción	ASTM A-370 y 770 (chapas) D-26969 (alambres)
Plegado	ASTM A-370, E-23, E-190, A-720 (chapas) D-813 (goma), E-190, E-290 y E-16
Dureza	ASTM A-370, E-10, E-18, E-92, B-578, A-225, D-1415 (goma)
Resiliencia	ASTM A-370 y E-23, E-813, A-673
Torsión	E-558
Ductilidad nula	ASTM E-593, E-208, E-399, A-327, E-813
Fatiga	ASTM E-488-647-466-467, E-606-739, D-430 (goma)

TABLA 3.27

## NORMAS PARA ENSAYOS MECANICOS NO DESTRUCTIVOS DE MATERIALES

ENSAYO NO DESTRUCTIVOS	NORMA APLICABLES
Dimensionales	ASTM A-6, A-20 y A-29
Radiografía y gammagrafía	Las películas para el radiografiado serán del tipo 2 de ASTM-E-94, teniendo la placa una longitud de 40 cm. Los penetrametros serán de acuerdo con la norma A.W.S. D.1.1. La calificación de las radiografías se realizara de acuerdo con el Código A.W.S. D.1.1.
Ultrasonido	ASTM E-213-68, 588, 273, 164, 804, 317, 127, 428, 587, 664, 114, A-435, 577, 578, 609, 745, 21, 388. para ensayos no destructivos y la PFI-ES_18 de inspección por ultrasonido de tubería sin soldadura. código A.W.S. D.1.1 o la Norma UNE 7278.
Magnestocopia	ASTM E-109, E-125, E-709, E-45, E-456 Y E-138. ASTM E-109
Líquidos penetrantes	ASTM E-165 con patrón E-433
Ensayo hidrostático	ASME - ANSI B31.1

## **ESTRUCTURA PRINCIPAL**

Las columnas, Arriostrados verticales, vigas de alineación, placas base, vigas del top steel y vigas soporte calentador de aire conforme a la calidad AE-355-D según norma UNE-36-080.

## **ESTRUCTURA SECUNDARIA**

Las vigas de planta , arriostrados horizontales, soportes, zancas, escaleras, soportes sopladores, vigas soportes para conductos, vigas soportes tubería, conforme a la calidad AE-275-B según norma UNE 36-080.

Tornillos de alta resistencia conforme a la calidad 10t según norma NBE MV-107 o el equivalente DIN-267, DIN-6914.

Tornillos ordinarios conforme a la calidad A5t según norma NBE-MW-106 y 28 kg/mm de límite elástico mínimo o el DIN equivalente.

## **SOLDADURA**

El material de aporte a la soldadura se realizara con electrodos de revestimiento básico de acuerdo a la norma UNE 14003.

Todas las soldaduras se realizaran únicamente por soldadores aprobados y calificados con las normas A.W.S. D.1.1.

Los ensayos de soldadura se los hará de acuerdo con la norma A.W.S.

D.1.1.

Los electrodos a utilizar en la en las soldaduras de perfiles y placas cumplirán con el código A.W.S. o UNE.

### TOLERANCIAS

Las tolerancias para tornillos ordinarios y tornillos de alta resistencia, estarán de acuerdo con las Normas NBE-MV-106, NBE-MV-107, AISC o DIN

Tolerancia en los agujeros regirán las normas AISC.

En la soldadura, el espesor de la garganta en la soldaduras en ángulo estará dentro de los limites especificados en la Norma AISC.

En la recepción de productos laminados, fabricación y montaje, las tolerancias se ajustaran a lo indicado en la Norma NBE-MV-102 o AISC.

### CERTIFICACIÓN

La certificación de materiales se efectuara de acuerdo con la norma DIN 50049.3.1.B para estructura principal y tornillos de alta resistencia.

Para el resto de materiales utilizados, la certificación se efectuara según DIN-50049-2.1 (equivalente a certificado de cumplimiento mínimo).

## AISLAMIENTO

El aislamiento a utilizar debe satisfacer la especificación ASTM C-612 para un límite de uso hasta 538°C

El aislamiento para tubería media en mantas de fibra mineral será según ASTM C-592 Clase II

---

### 3.2.6 EQUIPOS UTILIZADOS

En el montaje del caldero se utilizaron diferentes equipos o maquinaria, dependiendo de la fase de montaje que se encontraba, como lo es la obra civil, el montaje mecánico y la obra eléctrica.

Los equipos se encuentran en obra todo el tiempo, como las electrosoldadoras, grúas, retroexcavadora, etc. ,y de ser necesario se aquilaban los equipos indispensables para ciertas tareas de montaje como fueron las torres de pilotaje, grúas de mayor capacidad que se usaron esporádicamente, los gatos hidráulicos, etc.

- Niveladora
- Tractor DC6
- Dosificadora de cemento
- Mixer
- Retroexcavadora
- Martillo neumático
- Grúa 100 Ton.
- Grúa 40 Ton
- Grúa 35 Ton
- Grúa GCI 4200 LIFTING SYSTEM (Torre telescópica de 30 Ton)
- Grúa 20 Ton
- Motosoldadora
- Electrosoldadora
- Compresor

- Generador 750 C.F.M.
- Montacarga
- Plataforma ruedas
- Gatos hidráulicos (SCANADA LIFT SYSTEMS INC)

A continuación nombro las herramientas utilizadas en la ejecución del montaje del caldero.

- Teolodito
- Nivel óptico
- Cables  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{5}{8}$
- Eslingas nylon
- Estrobos cables  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{5}{8}$
- Tecles rache 3 y 5 Ton.
- Tirfos 3 Ton.
- Torcometro 150 y 250 Kg-mts
- Equipo probador de torquimetro
- Taladro electrico
- Juego de llaves M12 a M30
- Juego de dados M12 a M30
- Juego de brocas metálicas
- Cinturones de seguridad
- Equipo de oxicorte
- Esmeriles pequeños y grandes
- Niveles aluminio (1 mts) y de iman (30 cm)
- Combos 5 y 10 lbs.
- Escuadras metálicas



- Andamios
- Grilletes  $\frac{1}{2}$  y 1"
- Uses  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{5}{8}$ ,  $\frac{3}{4}$  y 1"
- Extensiones eléctricas
- Poleas  $\phi$   $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{5}{8}$ ,  $\frac{3}{4}$ "
- Cabos nylon  $\frac{5}{8}$ ,  $\frac{3}{4}$ "
- Radios de comunicación
- Multímetro

### 3.2.7 OBRA ELECTRICA

La obra eléctrica de montaje del caldero esta conformada por sistemas eléctricos y sistemas de instrumentación.

El primero esta configurado por tableros de distribución y de control, motores, cables de media y baja tensión, etc.

En la parte de equipos eléctricos del caldero tenemos los motores de los ventiladores de tiro forzado, recirculación de gases y aire de sellado, los motores del precalentador de aire regenerativo, Los motores de los sopladores de Hollín (*ver figura 3.30*), y los motores de los Dampers.

Hay diferentes tipos de cable usados en el caldero, los cuales se dividen en tres tipos:

- Cables de mando y señalización
- Cables de control e instrumentación
- Cables de potencia

Los cables cambian esencialmente en el tipo de aislamiento y el tipo de configuración o disposición y calibres de sus hilos tal como se indican en las tablas 3.28, 3.29 y 3.30, para conectar a los equipos e instrumentos que tiene el caldero entre sus paneles (*ver figura 3.41*) y la consola principal, que se

encuentra en el edificio de control de la central térmica se requiere montar bandejas de conducción de cables.

TABLA 3.28  
CABLES DE MANDO Y SEÑALIZACIÓN

Denominación (B&W)	Tipo	Configuración y sección
2C15	RV 2 x 1.5	2 x 1.5 mm <sup>2</sup>
5C15	RV 5 x 1.5	5 x 1.5 mm <sup>2</sup>
8C15	RV 8 x 1.5	8 x 1.5 mm <sup>2</sup>
12C15	RV 12 x 1.5	12 x 1.5 mm <sup>2</sup>
6Y15	ROV 6 x 1.5	6 x 1.5 mm <sup>2</sup> + 1
8Y15	ROV 8 x 1.5	8 x 1.5 mm <sup>2</sup> + 1
12Y15	ROV 12 x 1.5	12 x 1.5 mm <sup>2</sup> + 1

TABLA 3.29  
CABLES DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

Denominación (B&W)	Tipo	Configuración y sección
1(2)J1	ROV 1 X 2 X 1	1(2 x 1 mm <sup>2</sup> + 1)
6(2)J1	RHOV 6 X 2 X 1	6(2 x 1 mm <sup>2</sup> + 1) + 1
8(2)J1	RHOV 8 X 2 X 1	8(2 x 1 mm <sup>2</sup> + 1) + 1
1(3)J1	ROV 1 X 3 X 1	1(3 x 1 mm <sup>2</sup> + 1) + 1
3(3)J1	RHOV 3 X 3 X 1	3(3 x 1 mm <sup>2</sup> + 1) + 1
1T1	EX-ROV 1 X 2 X 1.3	1(2 x 1.3 mm <sup>2</sup> + 1)
2T1	EX-ROV 2 X 2 X 1.3	2(2 x 1.3 mm <sup>2</sup> + 1) + 1
6T1	EX-ROV 6 X 2 X 1.3	6(2 x 1.3 mm <sup>2</sup> + 1) + 1

TABLA 3.30  
CABLES DE POTENCIA Y BAJA TENSIÓN

Denominación (B&W)	Tipo	Configuración y sección
RV 0.6/1 Kv. CL2FB	1B240	1 x 240 mm <sup>2</sup>
RV 0.6/1 Kv. CL1FB	2B2	2 x 2.5 mm <sup>2</sup>
RV 0.6/1 Kv. CL2FB	2B6	2 x 6 mm <sup>2</sup>
RV 0.6/1 Kv. CL1FB	3B2	3 x 25 mm <sup>2</sup>
RV 0.6/1 Kv. CL1FB	3B4	3 x 4 mm <sup>2</sup>
RV 0.6/1 Kv. CL2FB	3B10	3 x 10 mm <sup>2</sup>
RV 0.6/1 Kv. CL2FB	3B25	3 x 25 mm <sup>2</sup>
RV 0.6/1 Kv. CL2FB	3A120	3 x 120 mm <sup>2</sup>

El segundo se encarga de la diversidad de instrumentos existentes en el caldero, los que esencialmente son sensores de señales, transductores y transmisores de señal, que nos sirve para verificar presiones, niveles, caudal, temperatura, etc. en la tabla 3.31 se puede observar la nomenclatura de los instrumentos y los tipos que se utilizan en el caldero.

La manera de identificación de los instrumentos en los planos es con un círculo de unos 10 mm y las abreviaturas internamente como se indica a continuación

TABLA 3.31  
NOMECLATURA DE LOS INSTRUMENTOS DE LA CALDERA

VARIABLE	FUNCION	DENOMINACION	ABREVIATURA
F caudal	Elemento	Elemento de Caudal	FE
	Controlar	Controlador de Caudal	FC
	Indicación	Caudalímetro	FI
	Transmitir	Transmisor de Caudal	FT
	Mando	Interruptor de Caudal	FS
	Contador	Totalizador	FQI
	Ensayo	Conexión para Prueba	FP
L nivel	Transmitir	Transmisor de Nivel	LT
	Controlar	Controlador de Nivel	LC
	Mando	Interruptor de Nivel	LS
	Medir	Nivel de Vidrio	LG
	Indicación	Indicador de nivel	LI
	Transmitir	Transmisor de Flotador	LT
	A análisis	Ensayo	Ensayo de Análisis
Transmitir		Transmisor de Análisis	AT
P presión	Ensayo	Ensayo de Presión	PP
	Transmitir	Transmisor de Presión	PT
	Ensayo	Manómetro	PI
	Controlar	Controlador de Presión	PC
	Mando	Interruptor de Presión	PS
T temperatura	Ensayo	Ensayo de Temperatura	TP-TW
	Elemento	Termopar o Termorresistencia	TE
	Transmitir	Transmisor de temperatura	TT
	Controlar	Controlador de Temperatura	TC
	Mando	Interruptor de Temperatura	TS
	Indicación	Termómetro	TI
varios		Válvula de Control	V
		Válvula Control, Autoregulada	CV
		Válvula de solenoide	EV
		Fin de Carrera	ZS
		Compuerta de Control	Z
		Válvula Neumática todo o nada	NV
		Compuerta Neumática todo o nada	NZ
		Válvula Motorizada	MV
	Compuerta Motorizada todo o nada	MZ	

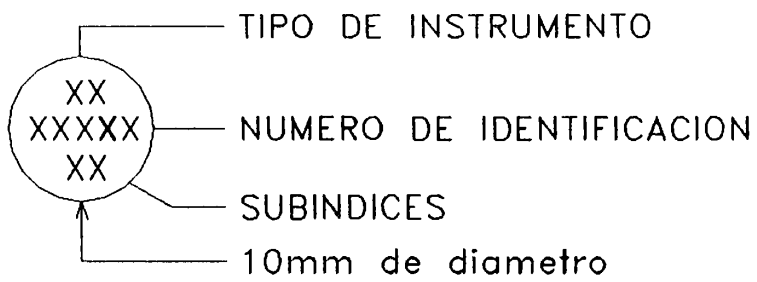
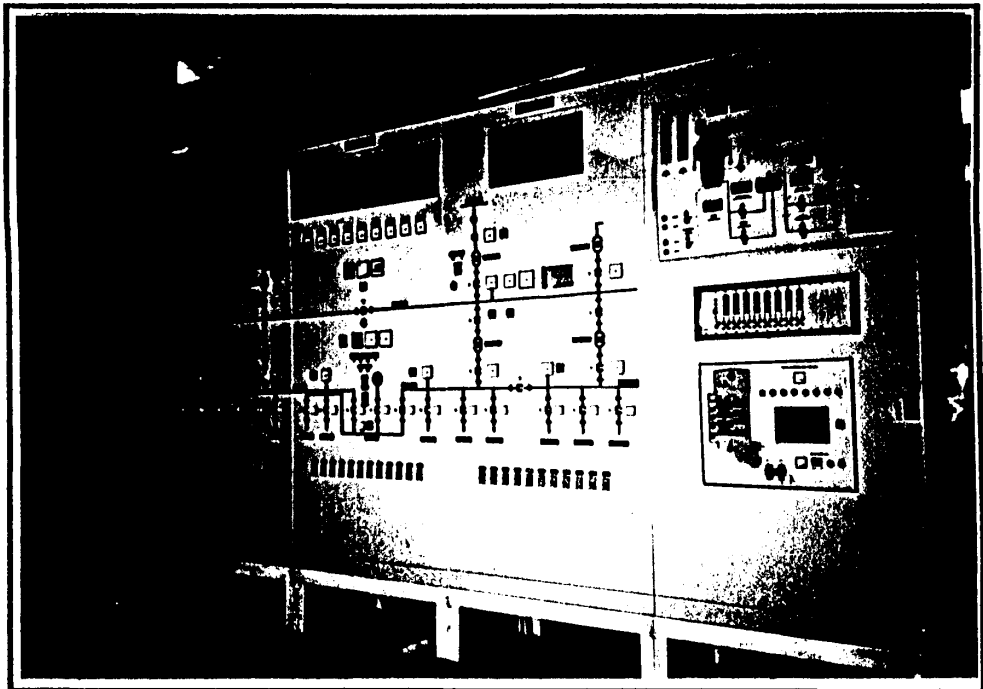
IDENTIFICACION INSTRUMENTOS

FIGURA 3.41

## PANEL DE CONTROL EQUIPOS DEL CALDERO



#### IV. ANÁLISIS ECONÓMICO

Todo el proceso de la instalación de la Central Térmica Trinitaria, tiene para el país un costo total básico a Octubre del 92, de US \$ 100'679.898 + S/. 21.359'702.632. a estos valores deberá agregarse los reajustes de precios correspondientes únicamente a los pagos locales en sucres estimados en un valor aproximado de S/. 32.300'000.000. Los reajustes son debido a la inflación desde el momento de firmar el contrato hasta la culminación del mismo, desglosados de la siguiente manera:

TABLA 4.1  
DESGLOSE DEL CONTRATO

DESCRIPCIÓN	US. DÓLARES	SUCRES
1 Precio total del suministro incluyendo los repuestos obligatorios, FOB puerto de exportación	93'389.898.00	
2 Transporte hasta puerto ecuatoriano	2'600.000.00	
3 Transporte terrestre hasta las bodegas en el sitio de montaje	690.000.00	
4 Construcción de obras civiles		14.899'219.054
5 Montaje de los equipos y materiales	3'600.000.00	6.460'483.578
6 Pruebas en fabrica	400.000.00	
<b>TOTAL</b>	<b>100'679.898.00</b>	<b>21.359'702.632</b>

El dólar de intervención a  $\approx$  2.000 sucres

En la siguiente tabla se presentan los precios del caldero y de los equipos principales para el funcionamiento del mismo

**TABLA 4.2**  
**CANTIDADES Y PRECIOS DE CALDERO Y EQUIPOS**

ITEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL US \$
1 Caldero de Vapor	1	21'121.387.00	21'121.387.00
2 Ventilador de tiro forzado	2	164.546.00	329.092.00
3 Ventilador recirculación de gases	1	175.223.00	175.223.00
4 Precalentador de aire a vapor	1	95.243.00	95.243.00
5 Precalentador de aire regenerativo	1	417.351.00	417.351.00
6 Calentadores de combustible al caldero	1	46.329.00	46.329.00
7 Tubería, Válvula, Pintura y aislamiento térmico *		2'781.786.00	2'781.786.00
<b>TOTAL</b>			<b>24'966.411.00</b>

\* Incluye la tubería , válvulería , pintura y aislamiento térmico para toda la central térmica

Para el análisis es necesario conocer los valores de personal para nuestro medio, los que se describen a continuación, indicando la categoría del trabajador.



TABLA 4.3  
COSTOS PERSONAL

CATEGORÍA TRABAJADOR	COSTO HORARIO S/. MERCADO	COSTO HORARIO S/. PROYECTO CTT
Op. Grúa 100 Ton	6029.48 *	15550
Op. Grúa 60 Ton	6029.48 *	15550
Op. Grúa 35	4919.42 **	12810
Op. Grúa 18 Ton	4919.42 **	12810
Op. retroexcavadora	6029.48 *	12810
Op. Compresor	5499.04 *	12810
Op. Dosificadora	5499.04 *	12810
Op. Martillo	5499.04 *	12810
Chofer Mixer	3858.53 **	11540
Capataz	4498.92 *	12810
Topógrafo	5343.57 *	12810
Piloteador	---	14090
Fierrero	4675.94 *	6260
Ayudante Civil	3831.10 **	4900
Ayudante Topografía	3831.10 **	4900
Ayudante operadores	4636.11 *	5200
Jornaleros	4498.92 *	4500
carpinteros	4675.94 *	6260
Supervisor	---	31500
Mecánico 1	---	16160
Argonero (extranjero)	---	88640
Montador 1A	---	13800
Montador 1	---	10550
Montador 2	---	10050
Soldador	6056.92 *	16160
Soldador 1	---	13800
Soldador 2	---	10550
Ayudante montador	---	7660
Ayudante soldador	---	7660
Tubero	---	16160
Cadenero	4675.94 *	6260
Electricista	4675.94 *	16160
Electricista 1	4977.75 *	13800
Electricista 2	---	10550
Instrumentista 1	2808.10 **	17360
Instrumentista 2	2584.35 **	12360

TABLA 4.3 (Continuación)

Ayudante electricista	4636.11 *	7660
Ayudante instrumentista	4636.11 *	7660

\* Datos de la publicación técnica de la Cámara de la Construcción de Guayaquil del mes de Enero a Febrero 97

\*\* Datos del boletín técnico informativo N.150 de la Cámara de Construcción de Quito de Enero a Febrero 96

El análisis del trabajo civil, mecánico y eléctrico lo presento en tablas descriptivas de volúmenes de trabajo, costos unitarios de mercado, rendimientos de maquinaria, costos de trabajos especiales, mano de obra.

Para empezar el trabajo civil lo presento en la siguientes tablas:

TABLA 4.4  
VOLUMEN DE TRABAJOS CIVILES

TIPO DE TRABAJO	VOLUMEN Y/O PESOS	COSTO UNITARIO S/.
Excavación *	1600 m <sup>3</sup>	10.000 m <sup>3</sup>
Relleno compactado, con material clasificado *	900 m <sup>3</sup>	48.160 m <sup>3</sup>
Hormigón para fabricación de pilotes $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$	870 m <sup>3</sup>	680.500 m <sup>3</sup>
Longitud de pilotes hincados	4144 m	35.000 m
Acero de refuerzo (pilotes) $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$	2700 qq	160.000 qq
Hormigón de replantillo $f_c=140 \text{ kg/cm}^2$	80 m <sup>3</sup>	380.000 m <sup>3</sup>
Hormigón de cimentación $f_c=250 \text{ kg/cm}^2$	1150 m <sup>3</sup>	630.000 m <sup>3</sup>
Hormigón de bancada y piso $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$	190 m <sup>3</sup>	600.000 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo	3900 qq	160.000 qq
Encofrado metálico	750 m <sup>2</sup>	70.600 m <sup>2</sup>

\* Se toma toda el área de la central térmica para estos valores

TABLA 4.5  
RENDIMIENTOS DE TRABAJOS CIVILES

Excavación	Mano de obra directa	1.50 horas-hombre/m <sup>3</sup>
	Retroexcavadora	0.12 horas/m <sup>3</sup>
Relleno	Mano de obra directa	2.50 horas-hombre/m <sup>3</sup>
	Compactador	2.50 horas/m <sup>3</sup>
Pilotes	Mano de obra directa	11 horas-hombre/ml
	Grúa 100 ton	0.06 horas/ml
	Grúa 60 ton	0.10 horas/ml
Hormigón	Mano de obra directa	20 horas-hombre/m <sup>3</sup>
	Dosificadora	0.70 horas/m <sup>3</sup>
	Mixer	1.40 horas/m <sup>3</sup>
	Vibradores	3.80 horas/m <sup>3</sup>
Acero	Mano de obra directa	120 horas-hombre/ton
	Corte y doblado	30 horas/ton
Encofrado	Mano de obra directa	16 horas/m <sup>2</sup>

Con ayuda de la tabla 4.3 , 4.4 y 4.5 se puede obtener los siguientes costos totales de obra civil

TABLA 4.6  
TOTAL COSTO OBRA CIVIL

Movimiento de tierras *	25.000.00 US \$
Pilotaje	460.000.00 US \$
Cimentaciones	572.000.00 US \$
<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>	<b>1'057.000.00 US \$</b>

\* Se toma toda el área de la central térmica para este valores

Los costos de los trabajos mecánicos también se describen en tablas dónde se presentan trabajos, pesos, cantidades, costos. etc.

TABLA 4.7  
PESOS Y COSTOS UNITARIOS DE MONTAJE

ITEM	PESO	COSTOS UNITARIO
Estructura	731752 kg	0.33 US \$/kg
Domo	60000 kg	1.25 US \$/kg
Partes a presión	672683 kg	0.79 US \$/kg
Conductos aire-gases	255475 kg	0.27 US \$/kg
Válvulas	5492 kg	0.85 US \$/kg
Tuberías	24388 kg	0.95 US \$/kg
Aislamiento	276000 kg	0.23 US \$/kg
Equipos	302008 kg	0.70 US \$/kg

TABLA 4.8  
RENDIMIENTOS DE TRABAJOS MECÁNICOS

Estructura metálica	80 horas-hombre/Ton
Montaje partes a presión y conductos	140 horas-hombre/Ton
Equipos	90 horas-hombre/Ton
Soldadura de partes a presión y tubería	80 horas-hombre/Ton
Domo	80 horas-hombre/Ton



TABLA 4.9 Biblioteca Central  
COSTOS MECÁNICOS

TRABAJO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Soldadura (Argón)	10000	8.00 US \$/'diam.	80.000.00 US \$
Soldadura	9000	2.00 US \$/'long.	18.000.00 US \$
Radiografía	3700	14.00 US \$/junta *	51.800.00 US \$
Tratamientos térmicos	23	90.00 US \$/junta *	2.070.00 US \$
Izada domo	1	75.000.00 US \$	75.000.00 US \$

\* Valores promedios por juntas

TABLA 4.10

DIÁMETROS, ESPESORES Y COSTOS UNITARIOS DE AISLAMIENTO

DIÁMETRO	ESPESOR (mm)	PRECIO UNITARIO(ml)
¾", ½"	40, 50, 70, 90	3.44 US \$
1"	40, 50	3.44 US \$
1½"	40	3.44 US \$
2"	40, 50, 80	3.44 US \$
3"	40, 70	3.44 US \$
3"	80, 90	4.00 US \$
4"	40, 50	3.78 US \$
4"	80	4.00 US \$
6"	40, 50	5.00 US \$
6"	80, 100	6.00 US \$
8"	50	8.50 US \$
8"	65, 70	9.30 US \$
8"	80	9.95 US \$
8"	100, 120	11.37 US \$
10"	50	9.95 US \$

TABLA 4.10 (Continuación)

10"	70	10.70 US \$
10"	80	11.37 US \$
10"	100	12.78 US \$
10"	120	13.54 US \$
12"	100	14.21 US \$
14"	40	12.11 US \$

TABLA 4.11

## COSTOS DE AISLAMIENTO Y REFRACTARIO EN EL CALDERO

Aislamiento	Paredes del caldero	16.00 US \$/m <sup>2</sup>
	Ductos del caldero	16.00 US \$/m <sup>2</sup>
	Accesorios *	32.00 US \$/m <sup>2</sup>
Refractario	Paredes del caldero	32.00 US \$/m <sup>2</sup>

\* Sean estos mirillas, puertas de acceso, quemadores, etc.

Tomando en cuenta las tablas anteriores de los trabajos mecánicos y los costos se puede llegar a los siguientes valores, cabe indicar que al momento de desarrollar este capítulo, algunos de los trabajos no se culminan, por lo que los valores son estimados de lo que puede costar.

TABLA 4.12

## TOTAL COSTO OBRA MECÁNICA

Montaje general	1'754.006.00 US \$
Aislamiento y pintura	199.169.00 US \$
Pruebas preoperacionales	153.680.00 US \$
<b>TOTAL</b>	<b>2'106.855.00 US \$</b>

Los trabajos eléctricos están todavía en proceso de desarrollo y los siguientes valores son los estimados para este rubro.

**TABLA 4.13**  
**TRABAJOS ELÉCTRICOS**

<b>ITEM</b>	<b>COSTO</b>
Bandejas + soportes y cajas	36.700.00 US \$
Cableado	45.000.00 US \$
Instrumentación	130.000.00 US \$
<b>TOTAL</b>	<b>211.700.00 US \$</b>

El costo total se lo obtiene con la suma de todos los valores de los trabajos descritos anteriormente y da el siguiente valor.

**TABLA 4.14**  
**COSTO TOTAL DE MONTAJE DE LA CALDERA**

<b>ÍTEM</b>	<b>VALOR</b>
Obra civil	1'057.000.00 US \$
Obra mecánica	2'106.855.00 US \$
Obra eléctrica	211.700.00 US \$
<b>TOTAL</b>	<b>3'375.555.00 US \$</b>

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Dentro de la experiencia obtenida del desarrollo del montaje de la Central Térmica Trinitaria, existen puntos meritorios de ser discutidos, pues forman parte de las premisas de las conclusiones que se expondrán a continuación.

En el montaje de la Central Térmica Trinitaria, los trabajos realizados, tanto civiles, mecánicos, eléctricos e instrumentación y de puesta en marcha, sufrieron retrasos en su cronograma ejecución debido a los siguientes factores:

- Falta de energización por parte del INECEL hacia el contratista por medio de la subestación Trinitaria.
- Retraso de llegada de embarques a puerto por razones varias, lo que impidió el arribo de materiales y equipos a tiempo para los trabajos de montaje.
- Falta de personal capacitado para realizar los trabajos.
- Falta de personal por parte de la empresa subcontratista en los frentes de trabajo.
- Falta de soluciones inmediatas a los problemas que se presentaban en montaje, como en pruebas preoperacionales.



Estas razones, solas o en conjunto, generaron pequeños retrasos en los programas de montaje, los que a su vez desviaron la ruta crítica de la puesta en marcha de la central.

Otro punto importante es respecto a la mano de obra. Una falta de experiencia se pudo constatar en la evaluación de soldadores ecuatorianos que fueron calificados para los procesos que se desarrollaban en la central, lo que obligó a la contratación de soldadores extranjeros para los trabajos de soldadura a presión (soldadura de argón), debido a que los soldadores ecuatorianos no contaban la capacidad necesaria para realizar el trabajo.

Del mismo modo que sucedió con los trabajos de soldadura se experimentaron dificultades para la contratación de personal para el montaje de estructura y tuberías mecánicas, por lo que nuevamente se recurrió a la contratación de personal extranjero, de procedencia colombiana mayoritariamente.

Hay que tomar en cuenta que este tipos de trabajos se los esta realizando con mas frecuencia en el país, y los ingenieros que salen de nuestras universidades tienen el mínimo de experiencia practica sobre los mismos

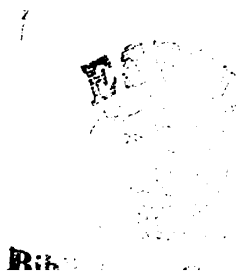
Otro punto que es importante recalcar es el uso de las normas en los trabajos de este tipo, donde todo proceso se lo realiza bajo estándares que lo rigen y cualquier procedimiento que se encuentre fuera de lo que esta dicho es rechazado.

En la ESPOI, no se da énfasis a la utilización de estándares vigentes y muchas veces no se lo menciona en los proyectos. De esto se deriva la necesidad de que la biblioteca de la institución y de la facultad contaran con la documentación necesaria. Recomiendo que la facultad por medio de sus directivos y haciendo participar al estudiante a través de sus representantes se integre a las diferentes organizaciones a nivel mundial de forma que se pueda tener acceso a la información más reciente obteniendo un progreso adecuado a las necesidades actuales.

Pero el problema no solo involucra a la universidad, también depende del INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), institución que no cuenta con estándares y/o normas para este tipo de trabajos.

En lo referente a la parte económica esta depende de varios factores como se lo puede apreciar en el capítulo cuatro de la cual obtengo la experiencia para poder realizar trabajos de cálculo de presupuestos inmediatos sin estar muy alejados a la realidad y con cambiar costos de montaje o personal, rendimientos, se puede jugar con los valores del proyecto a que deseamos referirnos, como se lo puede demostrar en el siguiente ejemplo:

Este ejemplo trata solo sobre montaje en el cual nos damos valores demostrativos para indicar como obtener diferentes costo y tiempos de un proyecto solo cambiando



valores de costo de montaje y rendimientos. Primero usaremos los valores de las tablas del capítulo cuatro.

<b>ELEMENTO</b>	<b>PESO (Kg)</b>
Estructura	200000
Tubería	10000
Equipos	120000
Ductos	30000

Con los valores de costos unitarios obtenemos:

<b>ELEMENTO</b>	<b>PESO (Kg)</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>total</b>
		<b>US \$/Kg</b>	
Estructura	200000	0.33	66.000.00
Tubería	10000	0.95	9.500.00
Equipos	90000	0.70	63.000.00
Ductos	30000	0.27	8.100.00
			<b>146.600.00</b>

<b>ELEMENTO</b>	<b>PESO (Kg)</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>total</b>
		<b>horas-hombre/Ton</b>	
Estructura	200000	80	16000
Tubería	10000	80	800
Equipos	90000	90	8100
Ductos	30000	140	4200

Con el tiempo total por cada ítem organizamos las cuadrillas y las personas por cuadrillas para obtener el tiempo de montaje.

<b>ELEMENTO</b>	<b>PESO (Kg)</b>	<b>total</b>	<b>cuadrillas</b>	<b>hombres</b>	<b>horas</b>	<b>días(8 h)</b>
		<b>horas</b>				
Estructura	200000	16000	4	5	800	100
Tubería	10000	800	2	4	100	13
Equipos	90000	8100	2	6	675	85
Ductos	30000	4200	2	5	420	53

Con estos datos se puede organizar el cronograma de montaje como el presentado a continuación.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ene</b>	<b>feb</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>may</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>
Estructura	■	■	■	■	■			
Tubería								■
Equipos					■	■	■	■
Ductos							■	■

Esto nos indica que el montaje para el ejemplo presentado es de 8(ocho) meses, aquí podemos notar que el tiempo empleado para el montaje de 10000 kg de tubería es de 13 días, el cual si lo pasamos a un estándar en tubería por decir de 2½" de la tabla de anexos de schudel nos da que son 1160 m. que siendo de fácil manejo no se los

monta en 13 días por consiguiente el valor de rendimiento es elevado y no se ajusta a la realidad, de la importancia de conocer los estándares de valores relacionados a trabajos, los que se pueden encontrar en las publicaciones de la cámara de la construcción.

Siendo parte de la fiscalización de INECEL en la construcción de la Central Térmica Trinitaria en la ciudad de Guayaquil constata la importancia del papel que desarrolla la misma, con el fin de velar con el fiel cumplimiento de los procedimientos, normas técnicas, especificaciones económicas y generales de la obra.

## **BIBLIOGRAFIA**

POWER PLANT THEORY AND DESIGN, Philip J. Potter, second edition, 1959.

Marks, manual del INGENIERO MECANICO, Octava edicion, 1982.

STEAM, its generation and use, Babcock & Wilcox, 1972.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS, ASME SECCION I, II,  
V, IX ED 92 / AD 93

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ASTM C-612 ED.  
1977

UNIDAD NORMALIZACION ESPAÑOLA, UNE 36 - 080 - 90

UNIDAD NORMALIZACION ALEMANA, DIN 5ª ED. 1973

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION, AISC Diseño 8ª  
EDICION

CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO, Boletín técnico informativo  
CONSTRUCCION No. 150, Enero - Febrero 1996.

# **ANEXOS**







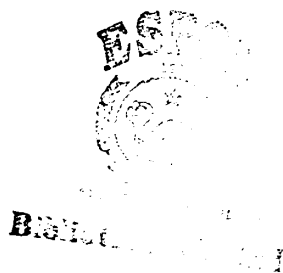


# ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN MECANICA

## LABORATORIO DE METALURGIA

### INFORME DE TRABAJO



<b>DESCRIPCIÓN</b>	: Pruebas de dureza en pernos
<b>PARA USO EN</b>	: Verificación de propiedades
<b>SOLICITANTE</b>	: SANTOS-CMI (Orden de trabajo 191)
<b>FECHA DE ENTREGA</b>	: Marzo 8 de 1996

---

Para realizar la medición de durezas en los pernos suministrados se utilizo el siguiente procedimiento:

#### Preparación de los pernos

1. Para evitar variaciones en la toma de durezas debido a defectos en la superficie de los pernos, se procedió a cortar los mismos a través de su sección transversal a la altura de la parte no roscada (cana).
2. Luego se realizo un pulido de la sección transversal

#### Preparación de las tuercas

1. Para el caso de las tuercas, se procedió a desbastar una de las caras con el mismo propósito de eliminar cualquier defecto de superficie

#### Equipo utilizado

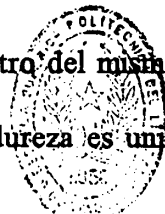
Los ensayos se realizaron en un durometro WILSON utilizando la escala Rockwell. Antes de realizar los ensayos se procedió a calibrar el equipo mediante el uso de patrones de calibración los que tienen una dureza standard de  $63 \pm 2$  HRc.

#### Ejecución del ensayo

Se realizaron varias medidas de dureza a lo largo del diámetro de una manera equidistante. Las lecturas mas extremas se realizaron a no menos de 2 mm de profundidad con respecto a la superficie.

La cantidad total de lecturas en cada perno, depende del diámetro del mismo, pero no menor a cinco lecturas.

Los valores reportados son valores promedios, por cuanto la dureza es uniforme a lo largo de la sección transversal.





# ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN MECANICA

## RESULTADOS OBTENIDOS

PERNO TIPO	CODIGO IDENTIFICACION	DUREZA PERNO (HRc)	DUREZA TUERCA (HRc)
$\phi 22 \times 75$	VIBO - 10.9 HV	38	38
$\phi 22 \times 70$	SBE - 10.9 HV	37	35
$\phi 22 \times 55$	TMZ - 10.9 HV	39	36
$\phi 22 \times 75$	ORUE - 10.9 HV	36	36
$\phi 16 \times 50$	VIBO - 10.9 HV	39	32
$\phi 12 \times 50$	R - 10.9	38	29
$\phi 7/8 \times 2 1/4$	A325 (COSAMI)	29	28



FACULTAD DE INGENIERIA  
MECANICA



# ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN MECANICA

## RESULTADOS OBTENIDOS

PERNO TIPO	CODIGO IDENTIFICACION	DUREZA PERNO (HRc)	DUREZA TUERCA (HRc)
M12X40	HERZA 10.9 HV	37	30
M16X55	VIBO 10.9 HV	37	34
M16X65	VIBO 10.9 HV	34	32
M22X55	TMZ 10.9 HV	38	30
M27X140	ORUE 10.9 HV	35	29



FACULTAD DE INGENIERIA  
MECANICA



**SERVICIOS EN ENSAYOS  
NO DESTRUCTIVOS Y  
REPRESENTACIONES**

# SENDRE Cía. Ltda.



- ☞ RADIOGRAFIA INDUSTRIAL
- ☞ ULTRASONIDO
- ☞ PARTICULAS MAGNETICAS
- ☞ LIQUIDOS PENETRANTES
- ☞ CORRIENTES INDUCIDAS
- ☞ ANALISIS DE MATERIALES
- ☞ ASESORIA EN SOLDADURA Y CORROSION

**PADRE SOLANO 1311 Y GARCIA MORENO 3<sup>er</sup> PISO OF. N° 1**  
**TELF: 691175 - 280231 - 289649 FAX: 289649**  
**Guayaquil - Ecuador**

<b>CLIENTE: BABCOCK - WILCOX ESPAÑOLA</b> Atención: Ing. Ángel Fernández		<b>PROYECTO: CENTRAL TERMICA TRINIT</b> <b>COLECTOR DE ENTRADA DE ECONOMIZ.</b>	
<b>INFORME</b> SENDRE N° 013/96	<b>PROCEDIMIENTO N°</b> RX 01/96	<b>FECHA</b> Julio 07/96	<b>N° DE</b> 02

## INFORME DE INSPECCION POR RADIOGRAFIA

### INFORMACION GENERAL:

- Fuente de radiación: Iridio 192
- Exposición: 60 Ci - min
- Distancia fuente-película: 30 cm
- Película: AGFA D4
- Revelado: Manual
- Norma aplicada: ASME SEC. V y SEC. VIII DIV. 1
- Técnica: Doble Pared/Doble Imagen
- Penetrámetro: ASME N° 10
- Pantallas de plomo: 0.127mm/0.127 mm
- Densidad observada: 2.0 - 3.0

### ELEMENTOS INSPECCIONADOS: REPARACIÓN DE UNIONES SOLDADAS DE TUB DE 44.45 mm DE DIÁMETRO. (Informe Inspección N° 009/96)

- Material: SA - 210 - Al                      Espesor: 4.19 mm                      Sobremonta 2.0 mm

- Las soldaduras reinspeccionadas fueron marcadas y numeradas en el caldero.

- Soldadura N°  
3R, 10R, 11R, 18R, 20R, 35R, 48R, 52R, 69R, 71R, 77R, 79R

**TOTAL : 12 Uniones: 19 Placas**

**Se adjunta hoja de resultados.**

# SENDRE Cía. Ltda.

## RESULTADOS DE INSPECCION POR RADIOGRAFIA

N°	IDENTIFICACION ELEMENTO	TIPO Y UBICACION DE DEFECTOS	ACEPTADO	REPARA
	S3 R A	Aa	X	
	B	Aa, Inclusión de Tungsteno	X	
	S10R B	Aa	X	
	S11R B	Aa	X	
	S18R B	Aa	X	
	S20R A	Aa	X	
	B	Aa	X	
	S35R A	-----	X	
	S48R B	Aa	X	
	S52R A	Aa	X	
	B	-----	X	
	S69R A	-----	X	
	B	-----	X	
	S71R A	Aa	X	
	B	-----	X	
	S77R A	-----	X	
	B	-----	X	
	S79R A	-----	X	
	B	-----	X	

Aa - Porosidad  
 Ab - Burbujas Tubulares  
 Ba - Inclusiones de forma y orientación variadas  
 Bb - Inclusiones alineadas

Bc - Inclusiones alternadas  
 Bd - Defecto de cincelado  
 Be - Defecto en cambio de electrodo  
 Bf - Defecto en cruce de soldaduras

C - Falta de fusión  
 D - Falta de penetración en la raíz  
 Ea - Fisuras longitudinales  
 Eb - Fisuras Transversales  
 F - Mordeduras o socavaduras

N° Total Elementos Inspeccionados

Firma Operador

Firma Ingeniero Supervisor



Obra : Central Térmica a Vapor Trinitaria de 125MW  
 INECEL  
 Contratista : Babcock Wilcox Española S.A.  
 Subcontratista : Consorcio SANTOS-CMI S.A.



## PROTOCOLO DE TRATAMIENTOS TERMICOS POST - SOLDADURAS (TTPS)

Hoja No.1 de 1

Miercoles 06 de Noviembre/96

Area: Caldero

istema	Nº.de Soldadura	Diametro de Soldadura	Termocupia TC	Especificaciones Material	Espesor (mm)	Procedimiento Técnico	Gráfico Nº.
/ALV.DOMO	SC1-I	5"	1	P1+P1	50	Nº.RECCT-01	19
/ALV.DOMO	SC1-D	6"	2	P1+P1	50	Nº.RECCT-01	19
INCONER	DW-DC	20"	3, 4, 5 Y 6	P1+P1	50	Nº.RECCT-01	19

Certificado de Calibración	28685
Graficador Nº.	T4176QF981

Preparado Por.: Consorcio SANTOS-CMI S.A.		Presentado Por.: BWE		Aprobado Por.: Fiscalización -INECEL	
Revisado por Control de Calidad	Aprobado Por.:	 6-11-96			
 Ing. Armand Pastrana	 Ing. Albert Mortebo				



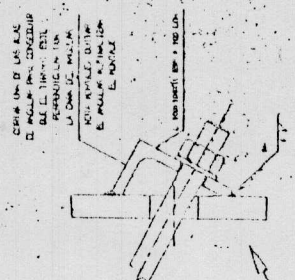




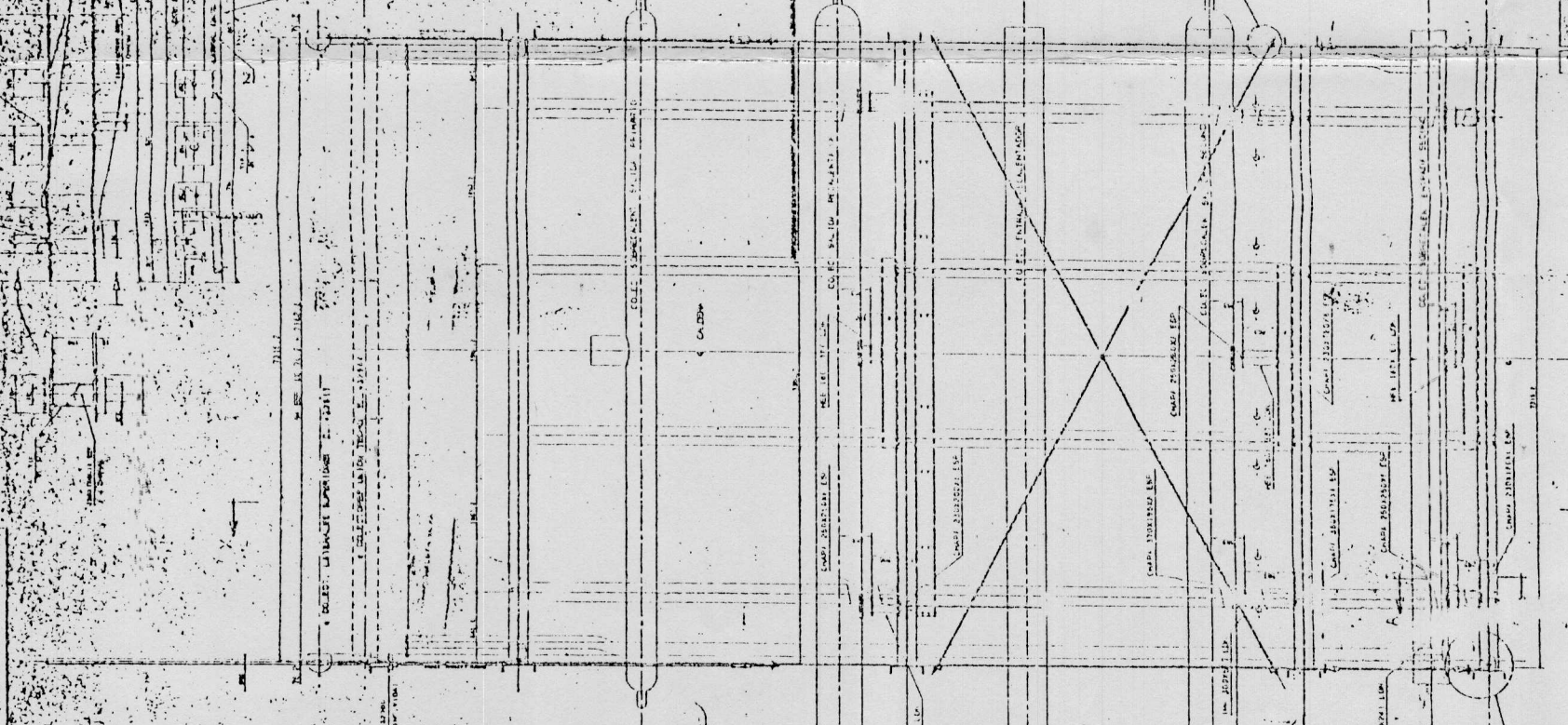
ANTE QUEJER DUDA PRECANTAR

DANTIC. ELI. SIBICIB. J. L. ABERN. 11000.

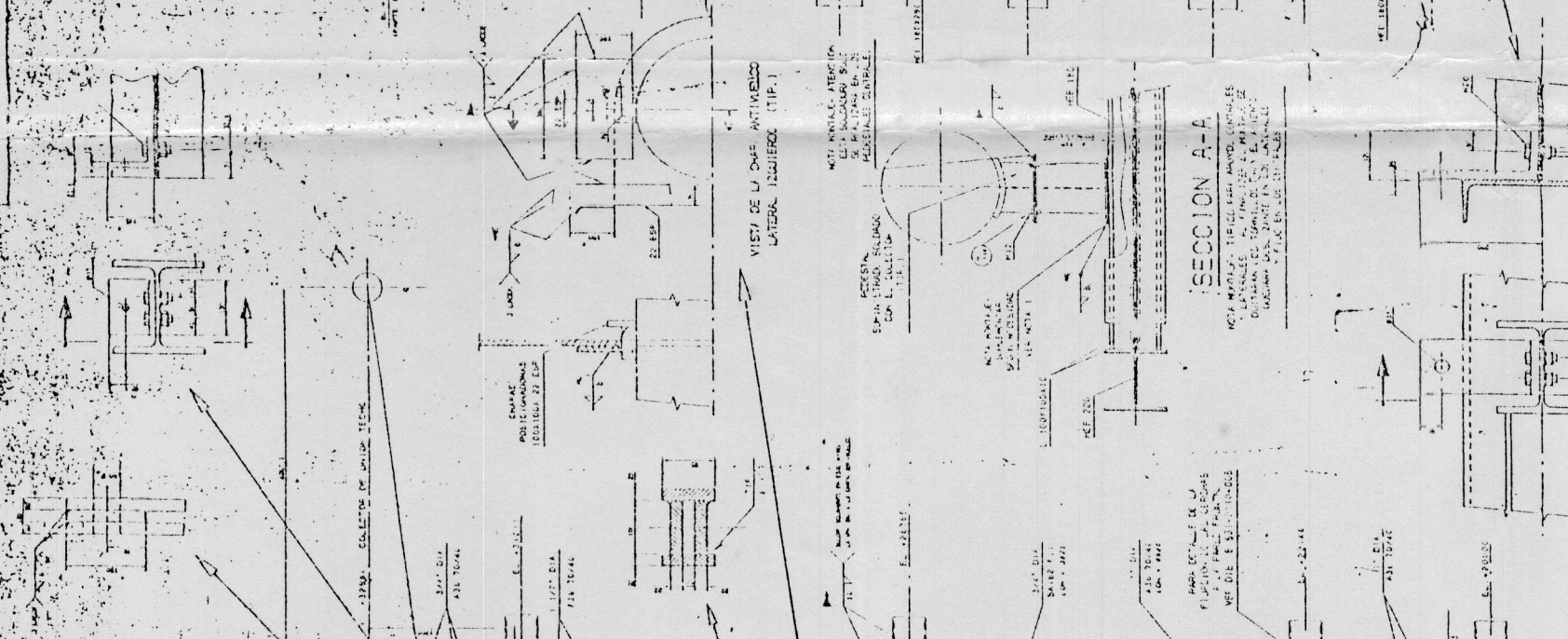
NOTAS DE FABRICACION  
1) CON EL FIN DE...  
2) Y 3) HAY QUE ESPESOR-CADA UNO...  
4) PARA LA DIMENSION DE 250X160...  
5) Y 6) JUEGOS DE 1.2 Y 2 MM...  
6) PARA LA DIMENSION DE 370X195...  
COMO SE INDICA.



Logo and name of BALCOCK J. COX ESPAÑA, S. A. with contact information and a small table of technical specifications.

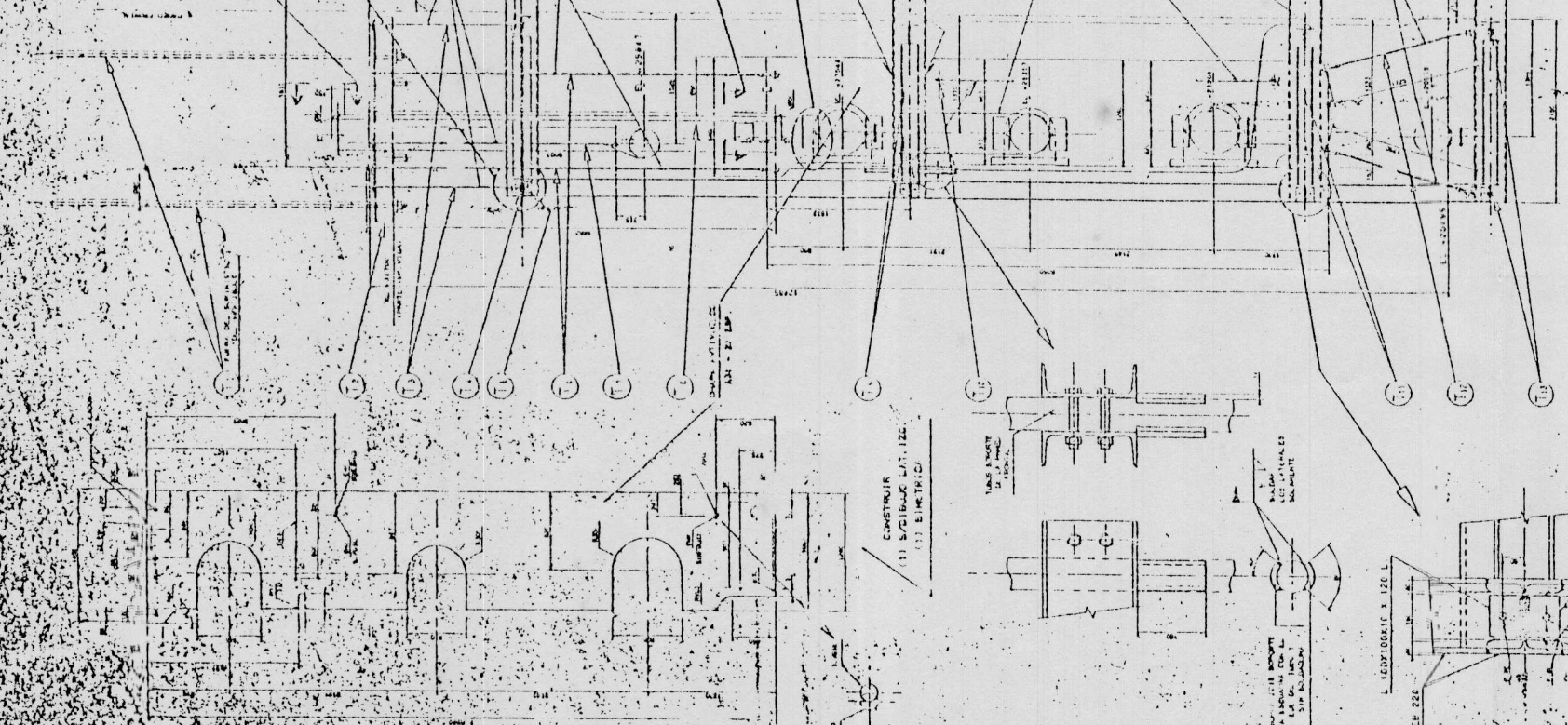


VISTA FRONTAL



VISTA DE LA OMS. ANTIVIBRO LATERAL (TIP. 1)

SECCION A-A



SECCION X-X

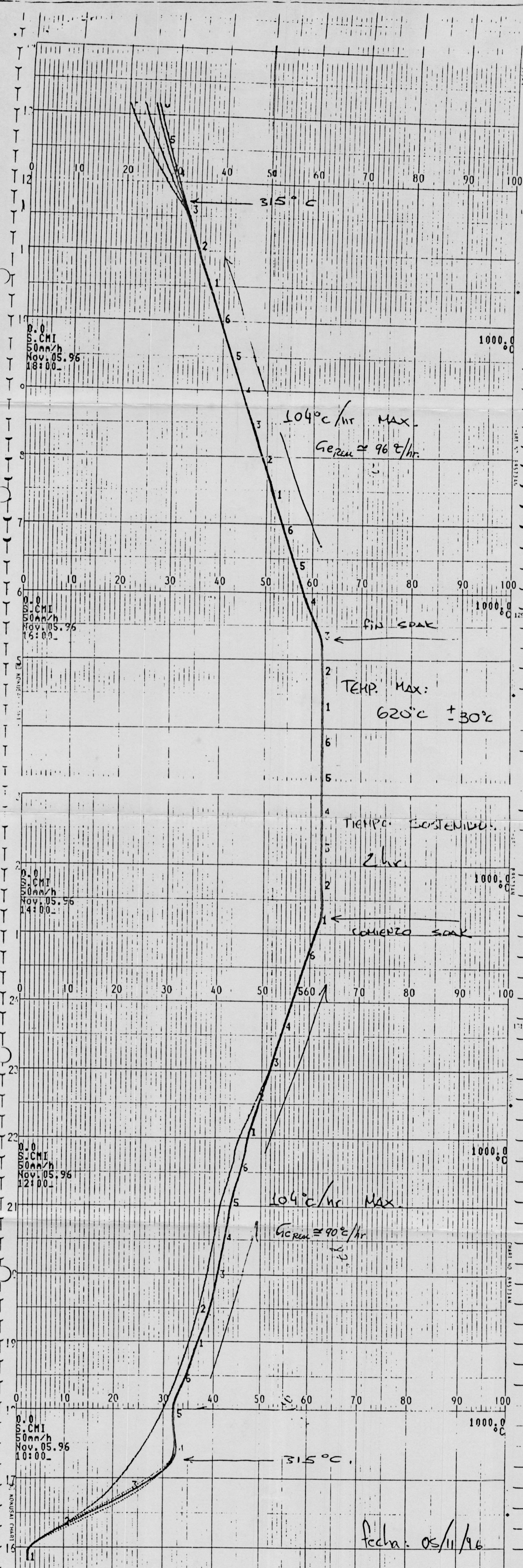
SOPORTE TEMPORAL

(T) SOPORTE TEMPORAL

CONSTRUIR (1) S/CUBICAJE LAT. 122. (2) S/METRIC

Logo and name of BALCOCK J. COX ESPAÑA, S. A.





Sold.	IC	Ø"	ESPESOR	TECNICO
Sop. VALV. DCHO I	1	5"	50 MM	DOWCOMER
Sop. VALV. DCHO D	2	5"	50 MM	DOWCOMER
DW-DC	34,5,6	20"	50 MM	DOWCOMER

Técnico: Enrique Rivera Chacón  
 Grafico: 19  
 Cert. Calibración: 28685  
 Graficador: T476QF981

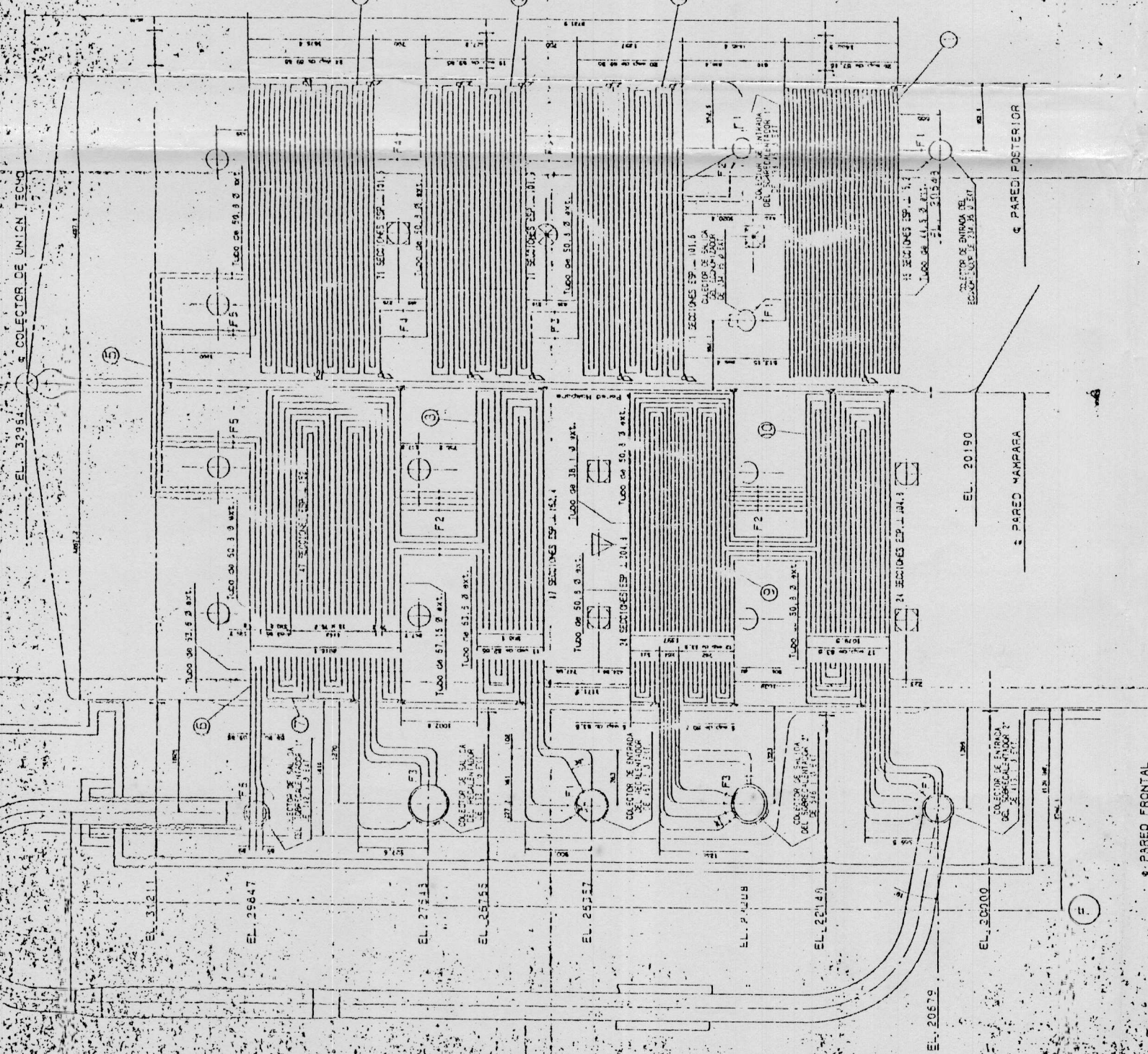
C.C. Luc. O. Toro







NÚM. DE DIBUJO	DESCRIPCIÓN	FORMA DE RENDICIÓN DE CUENTAS EN MONEDA DE LA PAIS	FECHA DE RENDICIÓN DE CUENTAS EN MONEDA DE LA PAIS
1	SECCION INDIVIDUAL	C. 311-4000-002	C. 311-4000-002
2	SECCION INDIVIDUAL	C. 311-4000-002	C. 311-4000-002
3	SECCION INDIVIDUAL	C. 311-4000-002	C. 311-4000-002
4	SECCION INDIVIDUAL	C. 311-4000-002	C. 311-4000-002
5	SECCION INDIVIDUAL	C. 311-4000-002	C. 311-4000-002
6	SECCION INDIVIDUAL	C. 311-4000-002	C. 311-4000-002
7	SECCION INDIVIDUAL	C. 311-4000-002	C. 311-4000-002
8	SECCION INDIVIDUAL	C. 311-4000-002	C. 311-4000-002
9	SECCION INDIVIDUAL	C. 311-4000-002	C. 311-4000-002
10	SECCION INDIVIDUAL	C. 311-4000-002	C. 311-4000-002



SITUACION SOPORTES DE SECCIONES EN PAREDES

NOTAS:

- 1) S.C. SIGNIFICA SOLADURA EN CAMPO
- 2) DISPOSICION GENERAL DE IDENTIFICACION PANELES Y MONTAJE DE PARTES A PRESION S.7019, 9-931-1500-9007

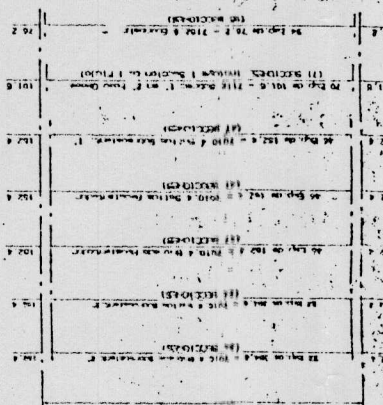
**BABCOCK & WILCOX ESPANOLA S.A.**  
 INGENIERIA Y FABRICACION DE MAQUINARIAS  
 S. 7019, 9-931-1500-9007

PROYECTO: [ ]  
 TITULO: [ ]  
 FECHA: [ ]  
 DISEÑADO: [ ]  
 COMPROBADO: [ ]  
 APROBADO: [ ]  
 ESCALA: [ ]

DISPOSICION DE SECCIONES

PROYECTO: [ ]  
 TITULO: [ ]  
 FECHA: [ ]  
 DISEÑADO: [ ]  
 COMPROBADO: [ ]  
 APROBADO: [ ]  
 ESCALA: [ ]

ESQUEMA DE LA SITUACION EN PLANTA DE LAS SECCIONES



NÚM.	FECHA	MODIFICACIONES





PREPARACION DE LOS EXTREMOS PARA SALIR SIN DEFECTOS PARA LA SITUACION LO SUFICIENTEMENTE VISIBLE EN CUALQUIER SITUACION DE CARGA

PARA DETALLE RECALZADO VER DIMENSIONES 300-118-2047 DIMENSIONES 107-20-21 + 0.13 Y PARA LUBRIFICACION VER PLANO B-231-1870-3004

PARA DISPOSICION TIPO DE TAPAS DE MANTENIMIENTO VER DIMENSIONES 231-1810-007

13. PINTAR EL PESO CON NUMEROS DE UNA ALTURA DE 20 M/M EN UNA SITUACION LO SUFICIENTEMENTE VISIBLE EN CUALQUIER SITUACION DE CARGA

TB-01 Y TE-04 = 7000 KG. CADA UNO  
 TB-02 Y TB-05 = 7000 KG. CADA UNO  
 TB-03 Y TB-06 = 6600 KG. CADA UNO

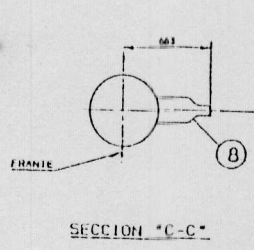
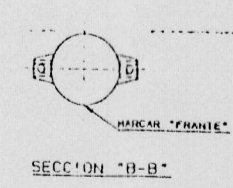
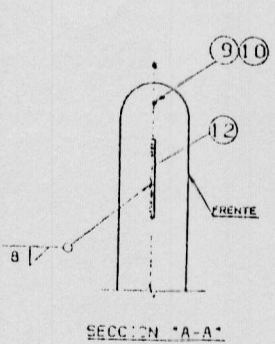
INECEL C.T. TRINITARIA (GUAYAQUIL)  
 GRUPO I 125 MW.

BABCOCK & WILCOX ESPAÑOLA, S.A.

CONTRATO	CLIENTE	TRINITARIA
FECHA	TITULO	TUBERIA DE BAJADA
1931	318	1941
PLANO TIPO	1531	1510
1510	1510	1501

PROHIBIDA SU MODIFICACION SIN AUTORIZACION

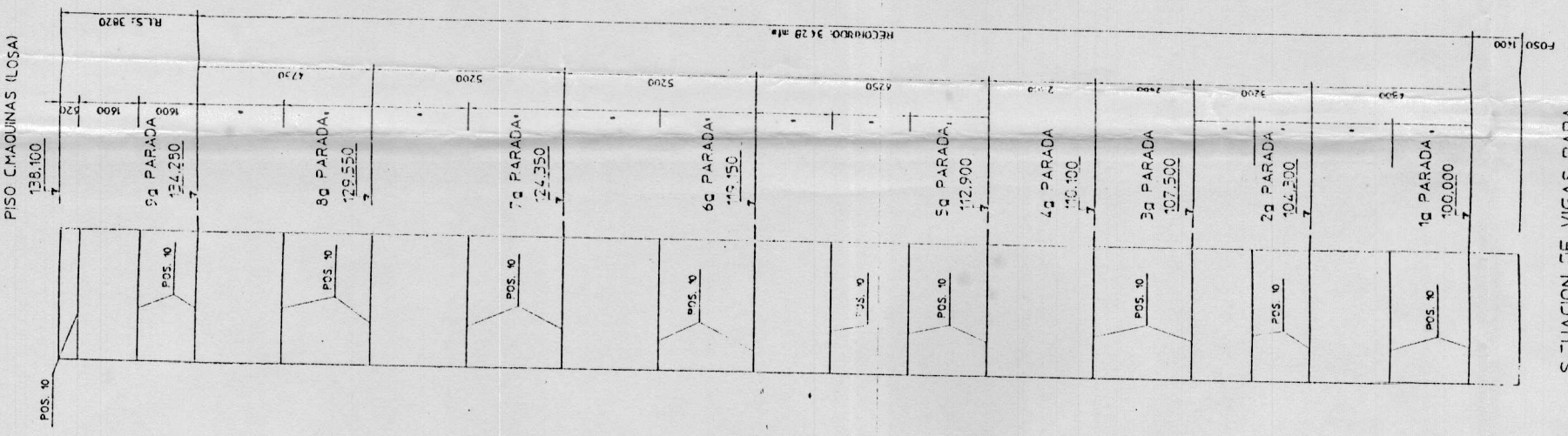
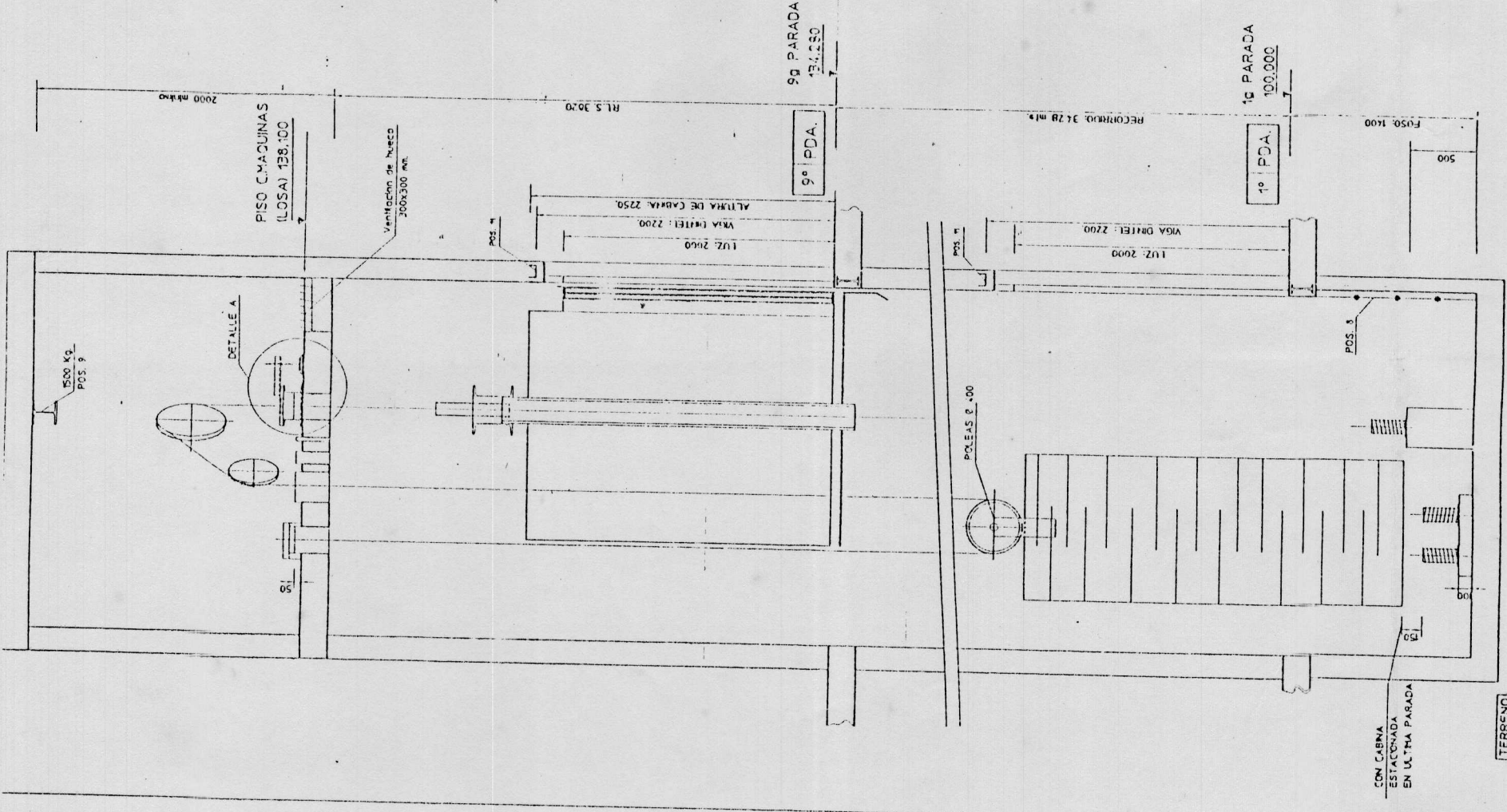
- NOTAS:
1. TUBERIA DE 539.75 DIA. X 41.3 ESP. MIN.
  2. DISTENSIONAR LA TUBERIA DESPUES DE SOLDAR LOS ACCESORIOS
  3. PARA LA PREPARACION DE SUPERFICIES Y APLICACION DE PINTURA ESPECIFICACION EP-00-01
  4. ESTAMPAR LA MARCA DEL TRAMO A 300 M/M DEL BISEL DE OBRA
  5. PARA DETALLES 1-2-3-4-5 VER PLANO B-931-1610-9006
  6. TUBIAS LAS OREJETAS PARA MONTAJE TEMPORAL SERAN CORTADAS APROXIMADAMENTE 25 M/M POR ENCIMA DE LA SUPERFICIE DEL DOWNCOMER DESPUES DE REALIZAR LA SOLDADURA
  7. LOS SOBORTES TEMPORALES SERAN QUITADOS DESPUES DE QUE LOS DOWNCOMERS ESTEN COMPLEMENTAMENTE MONTADOS



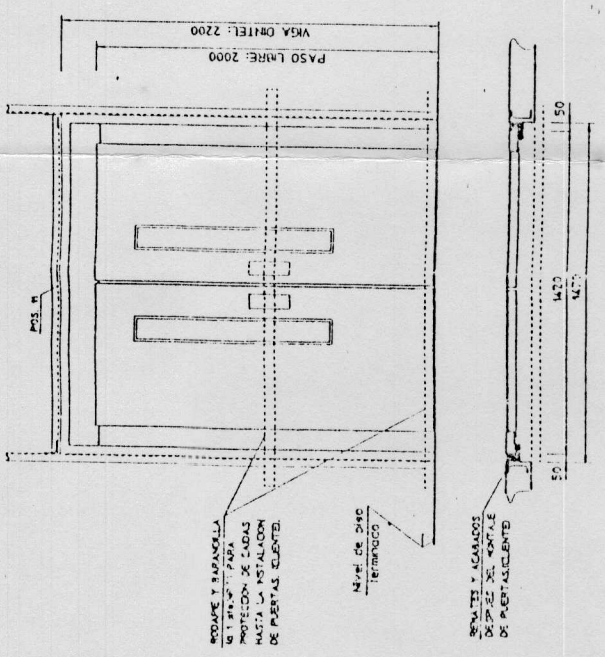
SOLDADURA EN TALLER  
 MARCA DEL TRAMO  
 SOLDADURA EN OBRA

MODIFICACION	FECHA	IMPRESO

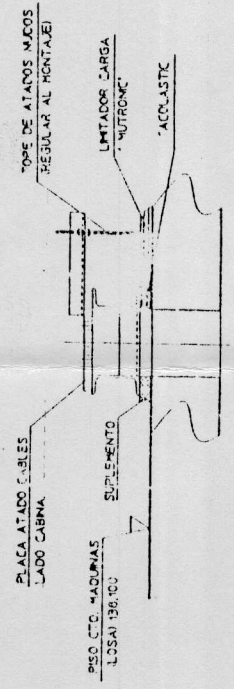




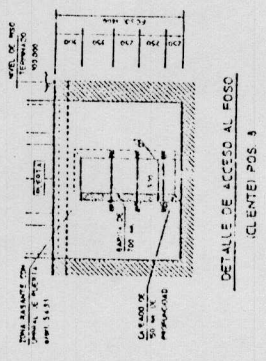
SITUACION DE VIGAS PARA  
FIJACION DE CABINA Y CTPSO.  
ALINEACION G



HUECO DE PUERTAS  
VER DETALLE PLANO INTEC. M7-1-882301



DETALLE A  
ATADO CABLES LADO CABINA Y FESACARGA.



1. ASISTENTE TECNICO GENERAL SEGUN COMENTARIOS INTEC 2. DISEÑADOR GENERAL SEGUN COMENTARIOS INTEC		408/91465 2 2
Empresa S/REF. 4009	Proyecto TRATAMIENTOS CENTRAL TERMICA	Fecha 19/11/2009
Lugar GUAYAKIL - ECUADOR	Cliente BARCOCK MILCOX	Escala 1/20
Diseñador THYSSSEN BOTTBORN S.A.		Fecha de Emisión 08/08/2009
Verificación THYSSSEN BOTTBORN S.A.		Fecha de Emisión 08/08/2009
Aprobación THYSSSEN BOTTBORN S.A.		Fecha de Emisión 08/08/2009