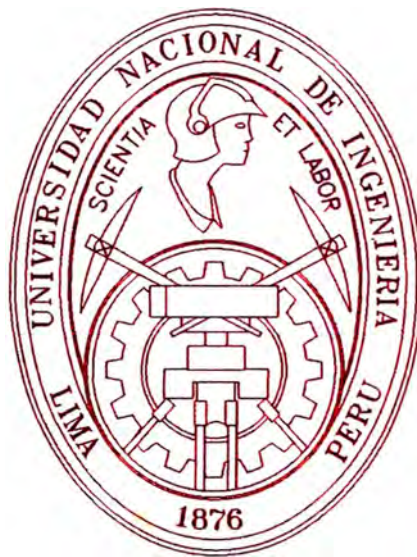


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“INSTALACION DE LOS SUB SISTEMAS A PRESION DE
UN CALDERO A CARBON DE 432 TON/HR”**

INFORME DE INGENIERIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO**

JORGE LUIS LOZANO LOPEZ

PROMOCION 1993-II

LIMA-PERU

***En agradecimiento a Nuestro Padre Todopoderoso
por la vida, mi familia y por todo
lo que Su Santa Voluntad disponga en adelante.***

***A mis padres: Eduardo y Carmen
por los valores que me inculcaron
y por su incondicional apoyo.
A mi esposa Ida por su amor y
comprensión,
y a mi hija Natalie, por ser ellas la
motivación
para mi constante superación.***

INDICE

	Página
PROLOGO	
CAPITULO I INTRODUCCION	
CAPITULO II GENERALIDADES	
2.1 Descripción general	13
2.2 Propiedades	15
2.3 Construcción de los componentes y equipos auxiliares del Caldero	17
2.4 Descripción de los ciclos de agua y vapor en el Caldero	23
2.5 Características técnicas del Caldero, componentes y equipos auxiliares	25
CAPITULO III ETAPAS DE LA INSTALACION	
3.1 Preensamble	41
3.1.1 Actividades previas	42
3.1.2 Areas de preensamble	44
3.1.3 Precauciones durante los trabajos de preensamble	47
3.2 Montaje	52
3.2.1 Pernos de suspensión	55
3.2.2 Domo	57
3.2.3 Cabezales de vapor	60
3.2.4 Paneles superiores de las paredes del Horno	62
3.2.5 Paredes de la Jaula	65
3.2.6 Paneles intermedios de las paredes del Horno	68

3.2.6.1	Panel de Piso entre pantallas del Horno	69
3.2.6.2	Paneles de la Nariz del Horno	70
3.2.6.3	Paredes Izquierda y Derecha del Horno	71
3.2.6.4	Paredes Frontal y Trasera del Horno	72
3.2.7	Paneles inferiores de las paredes del Horno	74
3.2.8	Techo	76
3.2.8.1	Techo del Horno	76
3.2.8.2	Techo de la Jaula	77
3.2.9	Tuberías de interconexión	78
3.2.9.1	Sobrecalentador y Recalentador	78
3.2.9.2	Horno, Jaula y tuberías de vapor saturado	80
3.2.9.3	Tuberías descendentes	82
3.2.9.4	Tuberías de suministro del Horno	84
3.2.9.5	Tuberías de salida del Economizador	85
3.2.10	Sobrecalentador	86
3.2.10.1	Sobrecalentador Primario	86
3.2.10.2	Sobrecalentador Secundario	89
3.2.11	Recalentador	90
3.2.11.1	Recalentador Primario	90
3.2.11.2	Recalentador Secundario	93
3.2.12	Economizador	94
3.2.13	Tuberías principales de vapor	96

3.2.14	Otras tuberías de vapor	98
3.2.15	Cubierta metálica	100
3.2.16	Aislamiento y refractario	102
3.2.17	Secuencia general de montaje	103
3.3	Soldadura e Inspección	120
3.3.1	Actividades previas	122
3.3.2	Apuntalado	123
3.3.2.1	Etapa de preensamble	123
3.3.2.2	Etapa de montaje	124
3.3.3	Pase de raíz	126
3.3.4	Pase de relleno y acabado	127
3.3.5	Tratamiento térmico de alivio de tensiones	128
3.3.6	Trazabilidad del proceso de soldadura	129
3.3.7	Inspección	130
3.3.7.1	Inspección visual	131
3.3.7.2	Ensayos No Destructivos (END)	132
3.3.8	Responsabilidad de la Inspección de soldadura	133
3.3.8.1	Responsabilidad antes de la soldadura	133
3.3.8.2	Responsabilidad durante la soldadura	138
3.3.8.3	Responsabilidad después de la soldadura	139
3.4	Pruebas	144
3.4.1	Prueba Hidrostática	144
3.4.1.1	Actividades que deben terminarse antes de la Prueba Hidrostática	145

3.4.1.2	Organización, instalaciones temporales y consumibles	146
3.4.1.3	Prueba de fuga de aire	150
3.4.1.4	Prueba Hidrostática	151
3.4.1.4.1	Llenado del Caldero y demás circuitos	152
3.4.1.4.2	Presurización e inspección	153
3.4.1.5	Mantenimiento del sistema con Nitrógeno	155
3.4.2	Lavado Químico	155
3.4.2.1	Sistemas y equipos temporales requeridos	156
3.4.2.2	Actividades previas	157
3.4.2.3	Procedimiento de Lavado	159
3.4.2.3.1	Lavado con agua desmineralizada	159
3.4.2.3.2	Lavado Acido	160
3.4.2.3.3	Enjuague con Acido Cítrico	163
3.4.2.3.4	Neutralización	164
3.4.2.3.5	Pasivación	164
3.4.2.4	Inspección	165
3.4.2.5	Trabajos de limpieza	165
3.4.3	Limpieza de los subsistemas de vapor	166
3.4.3.1	Secuencia del proceso	167
3.4.3.2	Parámetros de operación	167
3.4.3.3	Criterios para las etapas de soplado	168
3.4.4	Prueba de las válvulas de seguridad	169

CAPITULO IV DESCRIPCION GENERAL DE LOS SISTEMAS AUXILIARES DEL CALDERO

4.1	Sistema de agua de alimentación	173
4.1.1	Control del pH	173
4.1.2	Control del Oxígeno (O ₂)	173
4.2	Sistema de combustible líquido	174
4.2.1	Líneas de combustible	175
4.2.2	Sistema de quemadores	176
4.2.3	Sistema de aire	176
4.3	Sistema de carbón	178
4.3.1	Silos	178
4.3.2	Pulverizadores	179
4.3.3	Tuberías de transporte de carbón pulverizado	180
4.3.4	Quemadores de carbón	180
4.4	Sistema de aire y gases	181
4.4.1	Sistema de aire	183
4.4.2	Sistema de gases	185
4.5	Sistema de manejo de cenizas	187
4.5.1	Sistema de manejo de cenizas pesadas	187
4.5.2	Sistema de manejo de cenizas livianas (volátiles)	189
	Observaciones y Conclusiones	192
	Bibliografía	200
	Planos y Esquemas	
	Anexos	

PROLOGO

Actualmente, alrededor del 37% de la energía eléctrica que se produce en el mundo proviene de la combustión del carbón, el crecimiento sostenido del espectro de uso del carbón en los mercados de generación de energía y siderurgia para el presente Siglo se sustenta principalmente en dos aspectos:

- Las reservas de carbón se constituyen como las más abundantes con respecto a otros combustibles fósiles: como el gas y el petróleo, el carbón es extraído y producido en más de 50 países y es el más comercializado en el mundo, lo que asegura a sus usuarios el suministro por muchos años en adelante. El aumento de la población mundial y el mejoramiento de la calidad de vida en los países desarrollados generan el crecimiento *-dramático en algunos casos-* de la demanda global de energía, se pronostica un aumento considerable de la capacidad instalada de generación de energía dentro de los próximos veinte años y por lo menos el 25% de la misma tendrá como fuente primaria de energía al carbón.
- En los tiempos actuales se desarrollan continuamente las tecnologías que promueven la combustión limpia del carbón (*Clean Coal Technologies*),

mejorándose los procesos de extracción, producción, transporte, almacenamiento y uso seguro de acuerdo a normalizaciones internacionales de protección del Medio Ambiente, esto convierte al carbón en una de las fuentes primarias de energía más confiables entre los combustibles fósiles y por lo tanto con influencia y utilización crecientes en los mercados antes mencionados.

Las Centrales de Vapor constituyen entonces una parte importante de la estrategia y la oferta que ofrece el carbón ante la sociedad global, regional y local del presente Siglo. Esto se ha materializado en el Perú a través de la Central de Vapor a carbón de Ilo, la primera del país en su género.

El presente trabajo es un tratado acerca de las etapas de instalación de los subsistemas a presión del Caldero de la Unidad I de la Central Termoeléctrica a Carbón Ilo 2, la misma que suministra 125 MW al Sistema Interconectado Sur del país y dentro de este sistema, principalmente hacia los complejos industriales de Ilo (Fundición y Refinería), Toquepala y Cuajone de propiedad de la compañía minera *Southern Perú Copper Corporation*, dichas etapas de instalación formaron parte del alcance del Montaje Electromecánico de la mencionada Central de Vapor.

Los temas tratados se centran en las actividades de Construcción llevadas a cabo como parte del Frente de Obra encargado del Montaje del Caldero y Sistemas Auxiliares, como profesional de campo asignado al montaje y pruebas de los componentes sometidos a presión del mismo.

El contenido del presente trabajo está dividido en cuatro Capítulos, cada uno de los cuales se subdivide en orden de jerarquía en Títulos, Subtítulos y Secciones.

Cuando a lo largo del desarrollo de alguna de las divisiones del trabajo así establecidas se requiere hacer referencia a cualquier otra, la numeración de esta última se indica entre paréntesis a continuación de la expresión Cf que significa “confrontar con”. Las referencias a Planos, Esquemas y Anexos se expresan textualmente entre paréntesis, estos documentos se encuentran adjuntos al tratado correspondiente o compilados en la última parte, a continuación de las Observaciones, Conclusiones y Bibliografía.

El Capítulo 1 denominado “Introducción”, proporciona una visión general de los antecedentes del Proyecto. El Proyecto “Central Termoeléctrica a Carbón Ilo 2”, uno de los más importantes ejecutados en nuestro país en los últimos años, se desarrolla sometiéndose a los más altos niveles de exigencia -*Calidad, Seguridad y plazos de ejecución eficientes*- propios de todo proyecto de categoría internacional. En este Capítulo se establecen los objetivos y el alcance del presente trabajo, también se definen algunas denominaciones y la nomenclatura de las unidades utilizadas a lo largo del desarrollo del mismo.

El Capítulo 2 denominado “Generalidades”, describe de manera concisa las propiedades del Caldero, sus componentes y equipos auxiliares, definiéndose el tipo de construcción de los mismos y los criterios básicos de operación de todos como un conjunto. En este Capítulo también se describen los ciclos de agua y vapor generados a través de los subsistemas a presión y se especifican las características técnicas del Caldero, componentes y equipos auxiliares.

El Capítulo 3 denominado “Etapas de la Instalación”, trata detalladamente cada una de las mismas y los lineamientos bajo los cuales se llevan a cabo, se describen las

etapas de preensamble de partes a presión, izamiento y montaje de componentes, la soldadura durante dichas etapas y las pruebas a las que se someten los subsistemas a presión, como la Prueba Hidrostática, el Lavado Químico, la limpieza (soplado) de los subsistemas de vapor y la prueba de las válvulas de seguridad, las mismas que dejan al Caldero en condiciones apropiadas para su operación.

El Capítulo 4 denominado “Descripción General de los Sistemas Auxiliares del Caldero”, ha sido elaborado e incluido en el presente trabajo con el propósito de formar en el lector un criterio global y consistente referente al Caldero (a carbón) de una Central de Vapor, sus sistemas y su funcionamiento. Se describen los sistemas de agua de alimentación, combustible líquido, carbón, aire, gases y manejo de cenizas.

Las Observaciones y Conclusiones recopiladas a partir del desarrollo del presente trabajo pretenden reflejar de la manera más objetiva posible las lecciones aprendidas, con el propósito de consolidar el conocimiento de los procedimientos y técnicas de gestión y ejecución correspondientes al presente Proyecto (*know-how*), implementarlo en los programas ya establecidos a través de la retroalimentación (*feedback*) y aplicarlo satisfactoriamente en situaciones futuras.

Los diversos temas tratados se encuentran técnicamente soportados y complementados con algunos de los documentos de Ingeniería y Construcción más relevantes utilizados durante la ejecución del Proyecto, así también, con los Anexos, documentos elaborados y presentados con un criterio tal que mediante la lectura del texto y la consulta de los mismos se logre la mejor comprensión de los temas en cuestión.

CAPITULO I

INTRODUCCION

En 1997 *Southern Perú*, la compañía productora de cobre más grande del país, inició un programa de modernización y expansión con una inversión prevista de 1800 millones de dólares. Como parte de la estrategia, *Southern Perú* vendió su Planta de Fuerza -conformada por una Central de Vapor de 140 MW que consume petróleo residual y dos Turbinas a Gas de 37 MW cada una en proceso de instalación- ubicada dentro de las instalaciones industriales de la Fundición de Ilo. El nuevo propietario es la empresa peruana *Enersur*, subsidiaria de *Tractebel Energy* de Bélgica, grupo con sólida presencia en los mercados de operación y suministro de energía alrededor del mundo, con una capacidad instalada de más de 50000 MW distribuidos en Europa, Asia, Norte y Latinoamérica.

Mediante un acuerdo de suministro establecido entre ambas empresas, *Enersur* se comprometió a suministrar 180 MW de energía eléctrica para las instalaciones de Ilo, Toquepala y Cuajone de propiedad de *Southern Perú*.

Adicionalmente a la operación y modernización de las instalaciones de la Planta de Fuerza de Ilo, *Enersur* adquirió el compromiso de instalar la primera Unidad de 125 MW de una nueva Central de Vapor a carbón de 250 MW y la Línea de Transmisión para su operación dentro del Sistema Interconectado Sur del país. Dentro de los seis años siguientes *Southern Perú* tiene la opción de requerir la ejecución de la segunda etapa de la nueva Central de Vapor, la cual consiste en la instalación de la segunda Unidad de 125 MW.

La nueva Central de Vapor denominada “Central Termoeléctrica a Carbón Ilo 2” se ubica a 23 Km al Sureste de la ciudad de Ilo, en la Costa Sur del Perú. La Línea de Transmisión de 220 KV y 80 Km de longitud llega hasta la Subestación de Transformación (220 KV/138 KV), equipada con dos transformadores de 300 MVA, ubicada en la ciudad de Moquegua.

Tractebel adjudicó el Proyecto “Central Termoeléctrica a Carbón Ilo 2” al grupo *Hitachi Japan Co.* a través de Licitación Internacional mediante la modalidad EPC (*Engineering, Procurement & Construction*), es decir, la ejecución de las etapas de Ingeniería, Procura y Construcción del Proyecto valorizado en 350 millones de dólares.

Durante la etapa de Construcción del Proyecto *Hitachi Japan Co.* otorgó a “*Consortio CT Ilo 2*” -asociación conformada por *Abengoa (España)* y la empresa peruana *Cosapi S.A. Ingeniería y Construcción*- el contrato de Montaje Electromecánico de los equipos y plantas auxiliares de la Central de Vapor que usa carbón mineral como combustible principal. El alcance del Montaje Electromecánico comprende en forma general el montaje de los equipos principales como la Turbina,

Generador, Condensador, Caldero, Transformador y todos los equipos auxiliares de la Planta. El sistema de descarga, transporte, manipuleo y almacenamiento de carbón cuenta con dos descargadores instalados en el extremo del muelle de la Central, el mismo que se extiende 1200 metros mar adentro desde el litoral. La Central cuenta con dos edificios principales de estructuras de acero, uno para la Turbina, Generador y los equipos auxiliares correspondientes y otro para el Caldero, equipos auxiliares y Precipitador Electrostático. La Central cuenta también con plantas de tratamiento de desalinización y desmineralización para la transformación del agua de mar en agua para la generación de vapor, tanques de almacenamiento de agua tratada y combustible líquido (Diesel 2), cuartos de control de las diferentes plantas y Sala de Control Centralizado, Subestación Principal de Transformación y las estructuras de soporte (*pipe racks*) de las tuberías para la interconexión entre todas las instalaciones y plantas de la Central.

El Proyecto "Central Termoeléctrica a Carbón Ilo 2" es uno de los de mayor envergadura de los últimos años en el Perú, con un alto grado de prefabricación de estructuras, tuberías, equipos, etc. los cuales llegan a obra directamente para su montaje.

La trascendencia de este Proyecto (Montaje del Caldero y Sistemas Auxiliares) se sustenta en la realización satisfactoria de una considerable cantidad de juntas soldadas de configuraciones especiales y altos grados de dificultad, radiografías y ensayos no destructivos sometidos a elevados niveles de exigencia de calidad (ASME BPV: *Boiler and Pressure Vessel Code*, ASME B 31.1: *Power Piping*) y plazos de ejecución; así también, el gran número de maniobras y fabricaciones temporales, la utilización de equipos de izamiento de gran capacidad operando en

un espacio limitado y todas las pruebas con sus respectivos equipos e instalaciones temporales que dejan al Caldero en condiciones óptimas para el arranque y operación de la Planta.

El montaje de los subsistemas a presión del Caldero tratado en el presente trabajo, debido al tipo y espacio disponible para su ejecución, exige un alto grado de preensamble en obra. La diversidad de aceros aleados y materiales de aporte de soldadura que se tienen que manipular, la aplicación de los tratamientos correspondientes sobre los mismos y las cerca de 7700 juntas soldadas de alta responsabilidad que se tienen que ejecutar, inspeccionar y aprobar antes de la Prueba Hidrostática (Ver Cuadro No. 3.4 en la página 142), determinan que los diversos programas de ejecución sean muy exigentes, por lo tanto el estudio, la programación y el seguimiento estricto de los trabajos durante todas las etapas de Construcción y/o Instalación constituyen prácticas permanentes durante el desarrollo de las mismas.

Así también, la coordinación constante entre todos los grupos de trabajo adquiere una importancia trascendental para el logro de los objetivos del Proyecto, debido en este caso al gran número de maniobras, juntas soldadas, ensayos no destructivos y las diversas pruebas a las que se someten los componentes del Caldero.

El Proyecto se maneja en el tiempo con el logro de los hitos (*milestones*) de la etapa de Construcción, los hitos correspondientes a la Instalación de los subsistemas a presión del Caldero son:

- El montaje del Domo (88 Ton)

- La Prueba Hidrostática
- El primer encendido del Caldero, para el inicio del proceso de Lavado Químico de los subsistemas de agua
- La limpieza (soplado) de los subsistemas de vapor

El presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

- Exponer los procedimientos de montaje y pruebas (Instalación) de los subsistemas a presión del Caldero (a carbón) de una Central de Vapor.
- Constituirse como una buena y confiable referencia de consulta acerca de los procedimientos y actividades realizadas durante la ejecución de un Proyecto Industrial de envergadura, específicamente la instalación de los componentes y tuberías del Caldero de una Central de Vapor sometidos a elevados niveles de presión y temperatura de operación, esto se soporta a través de la experiencia adquirida en campo, al haber formado parte del equipo de profesionales responsable de su ejecución.
- Despertar el interés en los lectores, futuros profesionales, por el rubro de ejecución de Proyectos de Construcción, específicamente el montaje de instalaciones industriales, el cual sin embargo, sólo forma parte de una de las diversas líneas de carrera que abarca la Ingeniería Mecánica.

En términos generales, el valor agregado que se espera del presente trabajo es el que nos impulse (léase al lector: estudiante o profesional de Ingeniería) hacia la investigación profunda *-a través de la bibliografía mucho más amplia y especializada-* de cualquiera de los temas tratados en el mismo, en la búsqueda constante de las respuestas que consoliden y amplíen nuestro horizonte de

conocimientos y el nivel de sensibilización con nuestro entorno, lo cual contribuirá a nuestra mejora continua como individuos dentro de una sociedad cada vez más exigente y competitiva, si esto se logra, el presente trabajo habrá cumplido sus objetivos.

Por su parte, el alcance está limitado a los procedimientos de montaje y pruebas (*Mechanical Erection and Testing*) aplicados a los componentes sometidos a presión del Caldero durante la etapa de Construcción del Proyecto, no forman parte del alcance del presente trabajo el comisionado, arranque, pruebas de funcionamiento y operación (*commissioning, start-up, performance test and turnover*). El Segundo y Cuarto Capítulos tratan de manera general el funcionamiento del Caldero, sus diferentes equipos y sistemas auxiliares; sin embargo, no deben considerarse como tratados especializados de los fundamentos teóricos ni de operación que gobiernan a dichos equipos y/o sistemas.

Para el desarrollo de los diversos tratados se consideran las siguientes denominaciones:

Partes a presión son todas las piezas que llegan a obra prefabricadas y como tales, se encuentran sometidas a elevados niveles de presión y temperatura durante la operación del Caldero. Según su ubicación y el plan general de montaje, las partes a presión pueden izarse directamente o pasar por una etapa previa de conformación de conjuntos preensamblados. Son ejemplos de partes a presión del Caldero: los paneles de las paredes del Horno y la Jaula, cabezales, serpentines, los tramos de tubería principal, de interconexión, descendentes etc.

Como producto del ensamble progresivo de las distintas zonas del Caldero mediante la unión soldada de los conjuntos preensamblados y las partes a presión directamente izadas a su posición de montaje, se van conformando los componentes (sometidos a presión) del Caldero. Son ejemplos de componentes del Caldero: las tuberías descendentes, las paredes del Horno y la Jaula, las tuberías principales de vapor etc.

Sin embargo, a partir de la etapa de montaje, ambos términos se consideran arbitraria e indistintamente como componentes del Caldero.

Se denomina subsistema (a presión) a todo circuito a través del cual se lleva a cabo parte del ciclo de transformación del agua en vapor dentro del Caldero, como por ejemplo: el Economizador, el Sobrecalentador, el Recalentador etc.

De otro lado, se denomina también componentes a las diferentes partes y equipos de los Sistemas Auxiliares del Caldero.

En el Cuadro No. 1.1 mostrado en la página siguiente se detalla la nomenclatura (magnitudes y unidades correspondientes) utilizada en el presente trabajo.

CUADRO No. 1.1

NOMENCLATURA

Magnitud	Unidad	Descripción
Caudal	l/min	litro por minuto
Caudal	m ³ /hr	metro cúbico por hora
Caudal	m ³ /min	metro cúbico por minuto
Concentración	mg/l	miligramo por litro
Concentración	ppm	partes por millón
Densidad	g/l	gramo por litro
Densidad	Kg/m ³	Kilogramo por metro cúbico
Flujo	Kg/hr	Kilogramo por hora
Flujo	Kg/s	kilogramo por segundo
Flujo	Ton/hr	Tonelada por hora
Frecuencia	Hz	Hertz
Longitud	Km	Kilómetro
Longitud	m	metro
Longitud	mm	milímetro
Longitud	"	pulgada
Potencia (Transformación)	MVA	Megavoltampere
Potencia (Generación)	KW	Kilovatio
Potencia (Generación)	MW	Megavatio
Presión	bar	bar
Presión	Kg/cm ²	Kilogramo por centímetro cuadrado
Presión	Mpa	Megapascal
Presión	psi	pounds (per) square inch
Superficie	mm ²	milímetro cuadrado
Temperatura	°C	grado Celsius
Tiempo	min	minuto
Velocidad angular	rpm	revoluciones por minuto
Voltaje	KV	Kilovoltio
Volumen	l	litro
Volumen	m ³	metro cúbico

Otras	Unidad	Descripción
Oxidos de Nitrógeno	NO _x	
Indice de acidez (basicidad)	pH	
Peso (capacidad de grúa)	Ton	Tonelada
Peso unitario de vigas	#	libra por pie
Porcentaje	%	

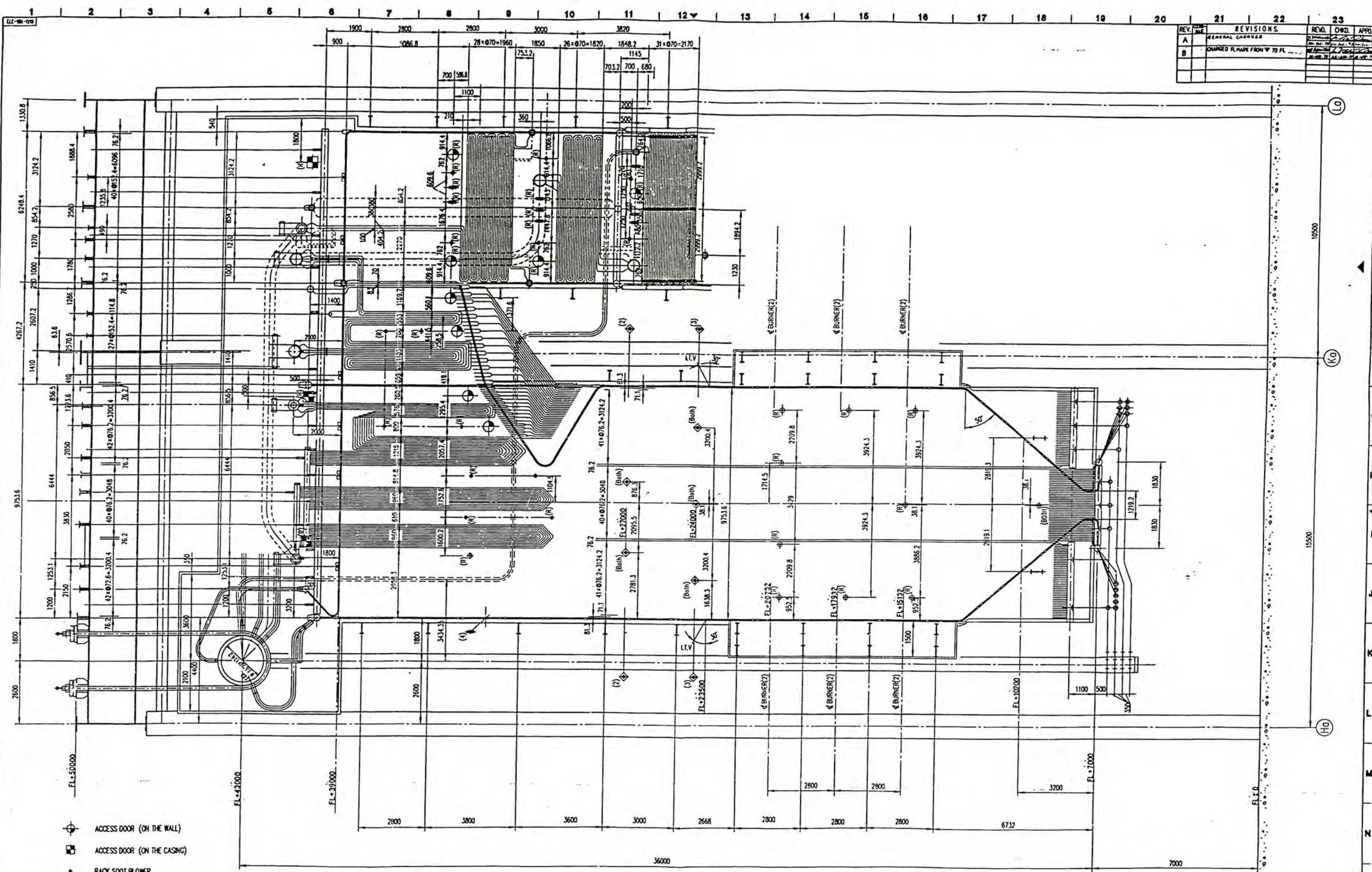
CAPITULO II

GENERALIDADES

2.1 Descripción general

El Caldero es de presión subcrítica, recalentamiento simple, de circulación natural, tiro balanceado, diseñado para quemado de carbón pulverizado como combustible principal y combustible diesel para el arranque y operación a bajas cargas, utilizando un sistema de quemadores instalados en los lados frontal y trasero del Horno.

El Caldero se encuentra ubicado entre los ejes principales "Ha" y "La" de la estructura del edificio (Ver planos adjuntos KU0-186-272 Rev. B: "*Arrangement of Boiler Proper*", KU1-505-340 Rev. C: "*Arrangement of Boiler (Plan View)*" y KU1-505-341 Rev. D: "*Arrangement of Boiler (Side View)*"), la misma que se levanta hasta los 50 metros de altura. El Domo se ubica sobre el lado frontal, el Horno entre los ejes "Ha" y "Ka" y la Jaula entre los ejes "Ka" y "La". El peso del Caldero está soportado por los pernos de suspensión del techo, los cuales se ensamblan con los cabezales superiores de las paredes del Horno y la Jaula, tuberías principales y de



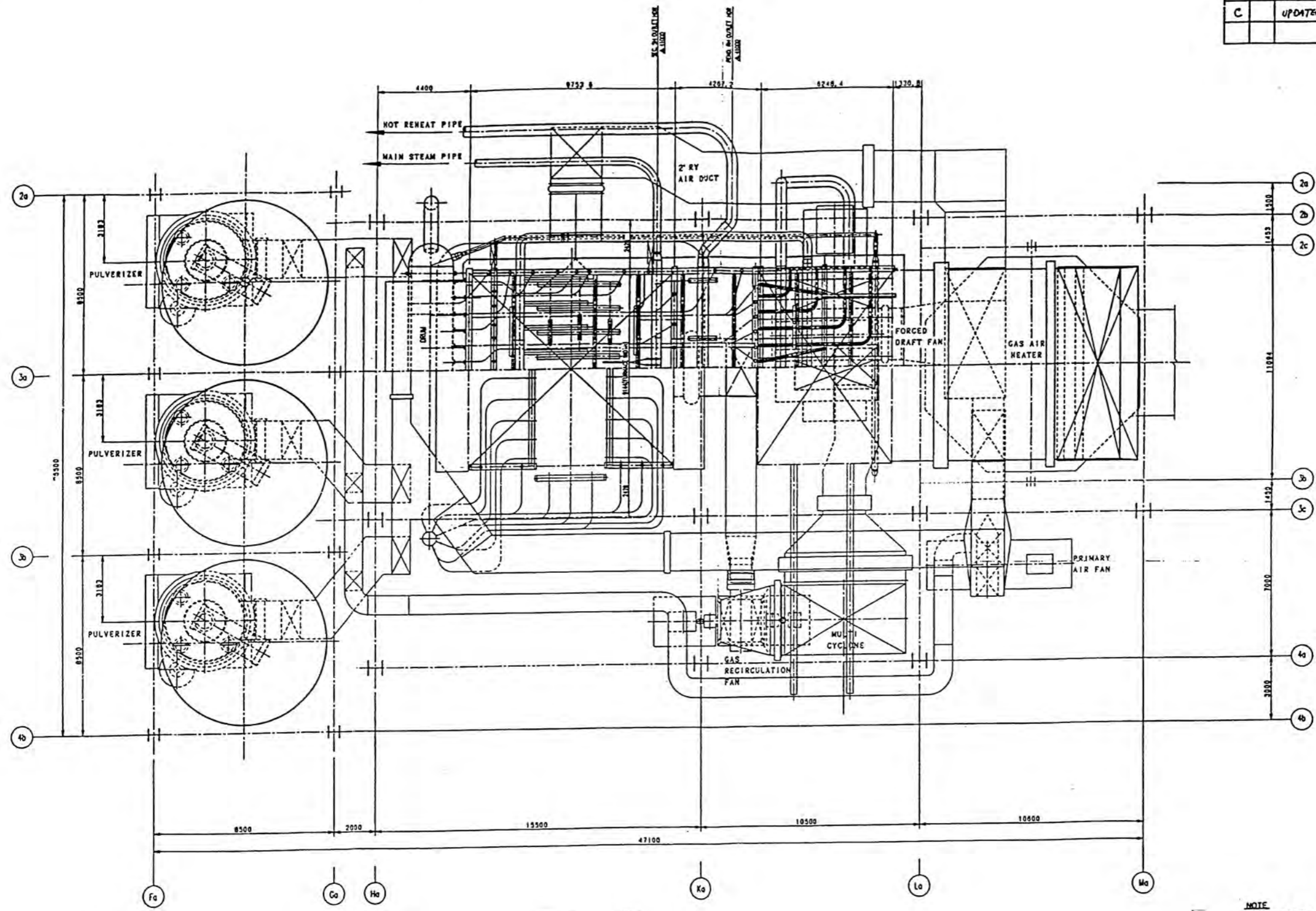
REV.	NO.	REVISIONS	REV.	CHKD.	APPR.
A		GENERAL CHANGES			
B		CHANGED FL MARK FROM W TO FL			

- ⊙ ACCESS DOOR (ON THE WALL)
- ⊠ ACCESS DOOR (ON THE CASING)
- RACK SOOT BLOWER
- ◆ WALL SOOT BLOWER
- ◆ INSPECTION DOOR
- ⊕ MEASURING HOLE
- (R) RIGHT SIDE
- (L) BOTH SIDE

NOTE
 1. REFERENCE DRAWINGS
 NO-186-017 CONSTRUCTION OF BOILER WALL
 NO-186-048 SUPERHEATER REHEATER ECONOMIZER
 NO-186-049 WATER WALL
 NO-186-050 CASE WALL

PROJECT DWG NO.	KK-01-199-MC-14021 REV. 2
ENERSUR CENTRAL TERMOCÉTRICA ILO 2 (125MW COAL FIRED POWER PLANT)	
DATE	15-DEC-17
DESIGNER	T. S. SINGH
SCALE	1:1
APPROVED	T. S. SINGH
ARRANGEMENT OF BOILER PROPER	
BLUE WORKS DWG. NO.	KK-01-199-MC-14021 REV. 2
REV.	8

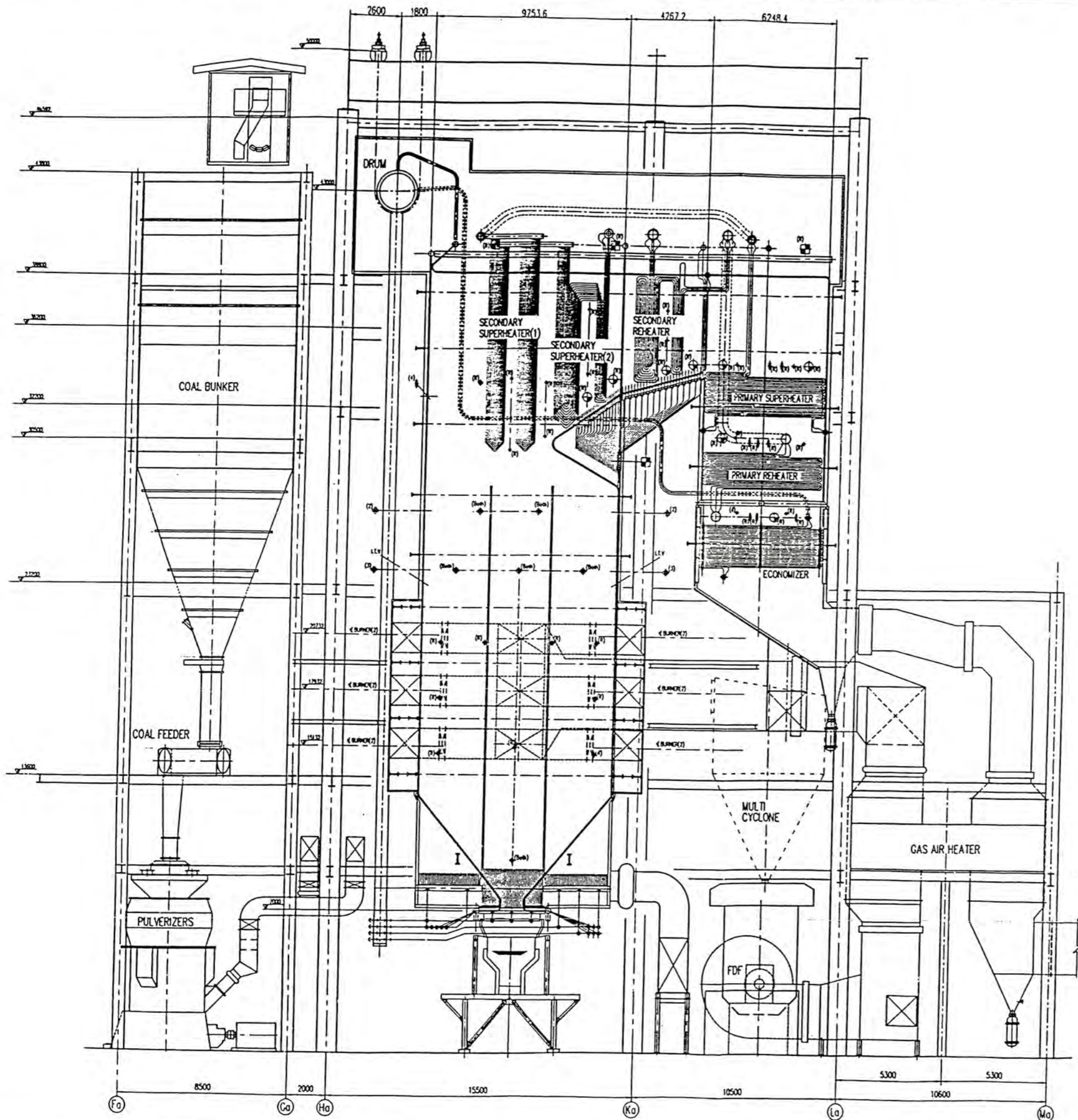
REV.	NO.	REVISIONS.	REV.	CHKD.	APPD.
A		GENERAL CHANGED.			
B		GENERAL CHANGED. ADDED THE EXPLANATION OF SYMBOL.			
C		UPDATED REVISION NO.			



NOTE
REFERENCE DRAWINGS
KUI-505-340 ARRANGEMENT OF BOILER (SIDE VIEW)

PROJECT DWG NO.	XPI-01-L99-MC-14028 REV.3		
ENERSUR CENTRAL TERMoeLECTRICA ILO 2 (125MW COAL FIRED POWER PLANT)			
DWG	Z. Nemat	15-Dec-77	THIRD
CHKD.	T. Kobashi	15-Dec-77	SCALE
APPD.	T. Kobashi	15-Dec-77	SCALE: 1:100
BABCOCK-HITACHI K.K. TOKYO JAPAN			REV. C
PURE WORKS INC. NO.			KUI-505-340

REV.	DATE	REVISIONS.	REV.	CHKD.	APPO.
A		GENERAL CHANGED.			
B		GENERAL CHANGED. ADDED THE EXPLANATION OF SYMBOL.			
C		UPDATED REVISE NO.			
D		CHANGED SUPPORT TYPE OF ALL HOPPER			



- ⊕ ACCESS DOOR (ON THE WALL)
- ⊞ ACCESS DOOR (ON THE CASING)
- RACK SOOT BLOWER
- ◆ WALL SOOT BLOWER
- ⬢ INSPECTION DOOR
- ⊘ MEASURING HOLE
- (R) RIGHT SIDE
- (B-4) BOTH-SIDE

NOTE
REFERENCE DRAWINGS
KUI-505-340 ARRANGEMENT OF BOILER (PLAN VIEW)

PROJECT DWG. NO.		XPI-01-L99-MC-14029 REV.3	
ENERSUR CENTRAL TERMOELECTRICA ILO 2 (125MW COAL FIRED POWER PLANT)			
DRAWN	Z.T. Nemoto	15-Dec-97	THIRD
CHKD.	T. Kobashi	15-Dec-97	ANG. PROJ.
APPO.	T. Sigemitsu	15-Dec-97	SCALE 1:100
BABCOCK-HITACHI K.K. TOKYO JAPAN			REV. C
KURE WORKS DWG. NO. KUI-505-341			



interconexión. El Domo se mantiene soportado mediante dos pernos “U” que se ensamblan con las vigas principales de la estructura del techo.

Las paredes del Caldero poseen vigas de refuerzo circundantes a ellas en varios niveles (*buckstay*) para la absorción de los esfuerzos generados por los cambios de presión dentro del Horno y la Jaula durante la operación. Las cargas sísmicas se absorben mediante uniones consistentes en barras articuladas (*seismic tie bars*) que se ensamblan con las columnas principales de la estructura de acero del edificio.

En el interior y en la parte alta del Horno se ubican los serpentines del Sobrecalentador Secundario, el calor de la combustión se transmite a éstos por radiación, razón por la que el Horno se denomina zona de radiación del Caldero.

En el interior de la Jaula se ubican los serpentines del Sobrecalentador y Recalentador primarios, en la zona de transición entre el Horno y la Jaula (entre pantallas) se ubican los serpentines del Recalentador Secundario; suspendido desde los cabezales inferiores de la Jaula se ubica el Economizador, el calor de los gases de la combustión en el Horno se transmite a todos estos componentes por convección, razón por la que estas zonas se denominan zonas de convección del Caldero.

El aire de combustión impulsado por el Ventilador de Tiro Forzado se distribuye en los sistemas de aire primario y secundario. El aire secundario absorbe calor en el Precalentador para llegar finalmente a través del ducto correspondiente (caja de viento o *windbox*) hasta los quemadores. El Ventilador de Aire Primario provee la

energía suficiente (presión) para el paso de éste por el Precalentador, llegar hasta los Pulverizadores y finalmente impulsar al carbón en suspensión hasta los quemadores para su combustión.

El carbón almacenado en silos, es descargado hacia los Pulverizadores a través de los alimentadores de carbón, una vez pulverizado, es transportado por el aire primario hasta los quemadores a través del sistema de tuberías correspondiente.

Los gases de combustión generados en el Horno van directamente hacia el Precalentador a través del ducto de conexión debajo del Economizador y llegan hasta el Precipitador Electrostático, el impulso de los gases es generado por el Ventilador de Tiro Inducido, el cual los descarga hacia la chimenea y por último a la atmósfera.

2.2 Propiedades

2.2.1 Circulación Natural

Mantener el adecuado flujo de agua y mezcla agua-vapor es muy importante en generación de vapor, así también, el control de la temperatura del metal de los tubos en todos los circuitos del Caldero.

La disposición de los circuitos de agua del Caldero y el calor generado por la combustión en el Horno promueven una circulación natural constante producida por diferencia de densidades entre las paredes del mismo, el Domo y las tuberías de interconexión correspondientes (Cf 2.4) sin la necesidad de sistemas

forzados por bombas, otorgando una gran ventaja para el operador, ahorro de energía y costos de mantenimiento.

El Caldero está diseñado para una condición tal, que se compensa el flujo de agua de circulación, aumentándose el mismo *-mediante la acción de las Bombas de Alimentación del Caldero que impulsan el agua hasta el Economizador-* a medida que se incrementa la absorción de calor y el flujo de vapor que sale hacia la Turbina, este efecto de compensación no es natural en un sistema de circulación forzada.

Cada pared de agua del Horno está dividida en varios circuitos independientes, con las correspondientes tuberías de suministro hacia sus cabezales inferiores y tuberías de llegada al Domo desde sus cabezales superiores, de esta manera se asegura el flujo de circulación suficiente para una buena absorción de calor en cada uno de dichos circuitos.

El Domo cuenta con eficientes ciclones separadores de vapor, lo que permite el paso del agua libre del mismo hacia las tuberías descendentes, esto asegura una muy estable y adecuada circulación, inclusive durante variaciones grandes de carga.

2.2.2 Control de la temperatura del vapor

La temperatura del vapor recalentado en el rango requerido (Cf 2.3.6) se controla mediante el sistema de recirculación de gases.

El efecto termodinámico de los gases de recirculación depende de la cantidad, zona por donde ingresan y del control del flujo de los mismos.

A grandes cargas, el exceso de calor absorbido en el Sobrecalentador Secundario es removido mediante el sistema de atemperador provisto para tal propósito.

2.3 Construcción de los componentes y equipos auxiliares del Caldero

2.3.1 Domo

Está construido a partir de planchas de acero soldadas, posee dos entradas de hombre, una en cada extremo.

El Domo se diseña para que cuente con la suficiente capacidad de separación de vapor del agua y suministrarlo puro hacia la Turbina, asimismo mantenga una constante y permanente circulación de agua.

La separación de vapor del agua se realiza mediante ciclones separadores y depuradores de contacto (*scrubbers*).

2.3.2 Horno

Las paredes del Horno son de tipo enfriado por membranas, las cuales son piezas de metal que ocupan todos los espacios libres entre los tubos de las

paredes, la unión entre tubos y membranas es mediante soldadura completa, razón por la que las paredes del Horno son fabricadas como paneles.

El Horno se diseña con un volumen suficiente para asegurar una buena y eficiente combustión del combustible especificado a cualquier régimen de carga.

Los doce quemadores de tipo de baja emisión de NOx van instalados en sus lados frontal y trasero, se entiende por lado frontal del Horno (y del Caldero) al correspondiente a la ubicación del Domo (Cf 2.1).

2.3.3 Sobrecalentador

Conformado por el Sobrecalentador Secundario de tipo serpentín vertical de radiación, ubicado en la zona más alta del Horno y de más alta temperatura de los gases (zona de radiación) y el Sobrecalentador Primario de tipo serpentín horizontal de convección, ubicado dentro de la Jaula, en la zona de baja temperatura de los gases (zona de convección) (Cf 2.1).

Un sistema de atemperador por chorro de agua pulverizada (*spray*) va instalado entre ambas etapas de sobrecalentamiento.

Las paredes del Techo y la Jaula están conformadas por circuitos de tubos de vapor saturado, los cuales conectan al Domo con el banco de serpentines del Sobrecalentador Primario.

2.3.4 Recalentador

Conformado por dos tipos de serpentines, uno suspendido vertical ubicado en la zona de transición entre el Horno y la Jaula y un segundo tipo de serpentín horizontal ubicado en el interior de esta última, ambos de convección (Cf 2.1).

La temperatura del vapor recalentado en el Caldero se controla, primero, mediante el sistema de recirculación de gases y segundo, por medio de un sistema de atemperador por chorro de agua pulverizada (*spray*), instalado entre ambas etapas de recalentamiento, este último método no requiere ser usado mientras se mantenga un estado estable de operación del Caldero a cualquier régimen de carga.

2.3.5 Economizador

Está constituido por serpentines horizontales y dispuesto para circulación a contraflujo del agua con respecto a los gases, es decir, los gases de combustión descienden desde el Caldero y el agua en los serpentines asciende.

2.3.6 Sistema de control de la temperatura del vapor

La temperatura del vapor a la salida del Sobrecalentador y Recalentador es controlada automáticamente para mantenerla en 541°C, en el rango comprendido entre el 70% de carga de la Turbina y el 100% del régimen máximo de operación del Caldero (*BMCR: Boiler Maximum Continuous flow Rate*),

mediante el método de atemperador por chorro de agua pulverizada (*spray*) y recirculación de gases respectivamente.

2.3.7 Sopladores de hollín

Este sistema eléctricamente operado y automáticamente controlado, utiliza vapor del sistema auxiliar para limpiar las paredes y serpentines de las zonas de convección del Caldero y las superficies del Precalentador de aire.

El Caldero va provisto de tres tipos de sopladores, un primer tipo de tubo largo retractable para la limpieza de los serpentines del Recalentador y Sobrecalentador dentro de la Jaula, un segundo tipo de tubo mediano retractable para la limpieza de los serpentines del Economizador y un tercer tipo de tubo corto retractable para la limpieza de las paredes del Horno y las superficies del Precalentador.

Cada soplador se opera secuencial y automáticamente según el procedimiento de soplado establecido, también pueden ser operados individualmente.

2.3.8 Precalentador

El Precalentador se diseña para el intercambio de calor entre el aire frío y los gases de combustión a régimen de máxima capacidad del Caldero (BMCR).

Las partes del Precalentador en las cuales se efectúa el intercambio de calor son de acero al carbono, de fácil desmontaje e intercambiables.

El accionamiento del Precalentador es mediante motor eléctrico, también posee un motor a batería de corriente continua, adicionalmente cuenta con accionamiento manual para casos de emergencia.

2.3.9 Ventilador de Tiro Forzado

Es el que provee el aire para la combustión en el Horno. Este ventilador es de eje horizontal, centrífugo, de velocidad constante y posee álabes móviles para el control del ingreso del aire. Está provisto de un silenciador.

2.3.10 Ventilador de Recirculación de Gases

Es el que genera la recirculación de cierta cantidad de gases de combustión. Está diseñado para controlar la temperatura del vapor recalentado para regímenes mayores al 70% de carga de la Turbina.

Este ventilador es de eje horizontal, centrífugo y de velocidad constante, el flujo de gases es controlado mediante un regulador de compuerta (*damper*) en su lado de entrada.

2.3.11 Ventilador de Tiro Inducido

Es el que impulsa los gases hacia la chimenea. Este ventilador es de eje horizontal, centrífugo y de velocidad constante, el flujo de gases es controlado

por reguladores de compuerta (*dampers*) tanto en su lado de entrada como en el de salida.

Cuando el flujo de gases es bajo durante la etapa de arranque, la apertura del regulador de ingreso se mantiene como máximo en 10% aproximadamente y el flujo es controlado mediante el regulador de salida; cuando el flujo de gases aumenta como consecuencia del aumento de la temperatura, el regulador de salida se abre completamente y el flujo es controlado mediante el regulador de entrada.

2.3.12 Ventilador de Aire Primario

Es el que impulsa el aire que va hacia el sistema de Pulverizadores y quemadores. Este ventilador es de eje horizontal, centrífugo y de velocidad constante, el flujo de aire se controla a través de álabes móviles en su lado de entrada.

2.3.13 Quemadores

El Caldero cuenta con doce quemadores, seis de los cuales van instalados en el lado frontal y seis en el lado trasero del Horno.

Para alcanzar niveles muy bajos de gases tóxicos así como obtener una apropiada combustión (cercana a la completa), el Caldero va provisto de un tipo especial de quemadores de bajo NOx.

Los óxidos de Nitrógeno (NOx) se forman rápidamente a temperaturas de combustión sobre los 1600°C, para evitar esto, la temperatura se regula mediante dos etapas de combustión o recirculación de los productos de la misma a través de los quemadores.

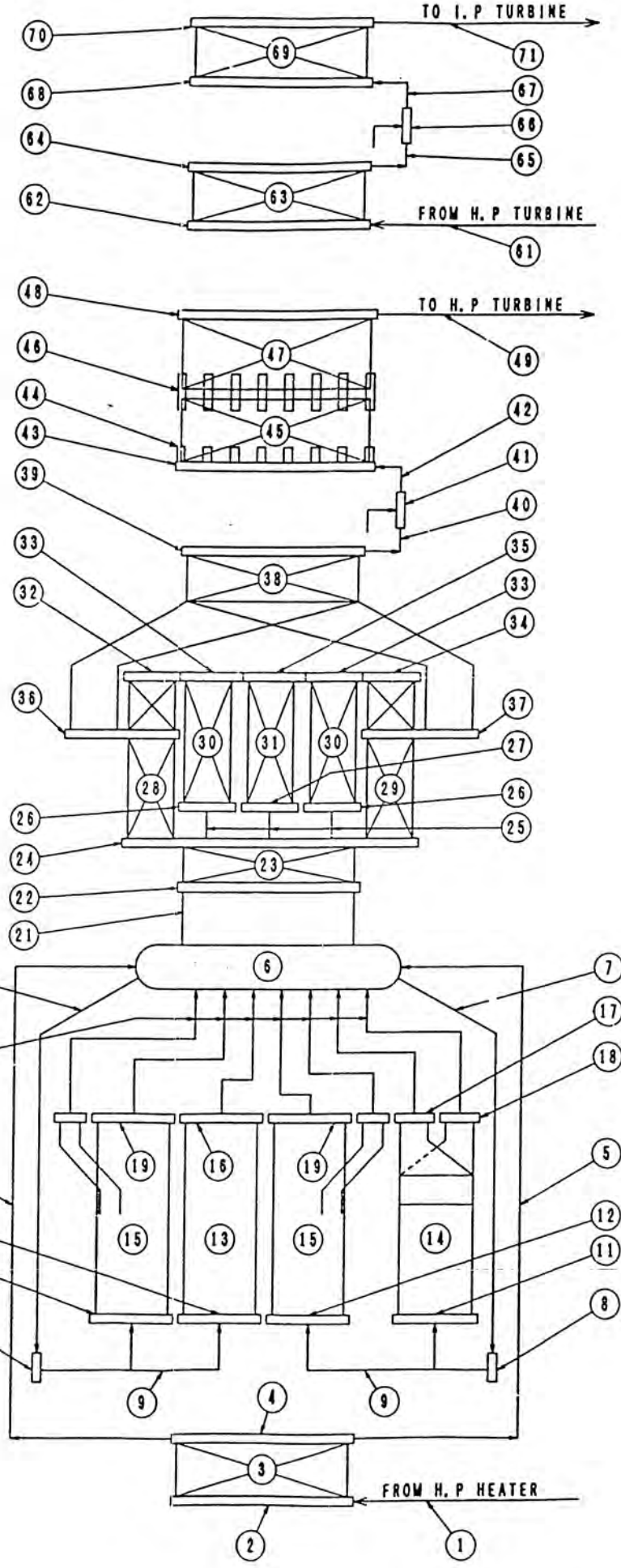
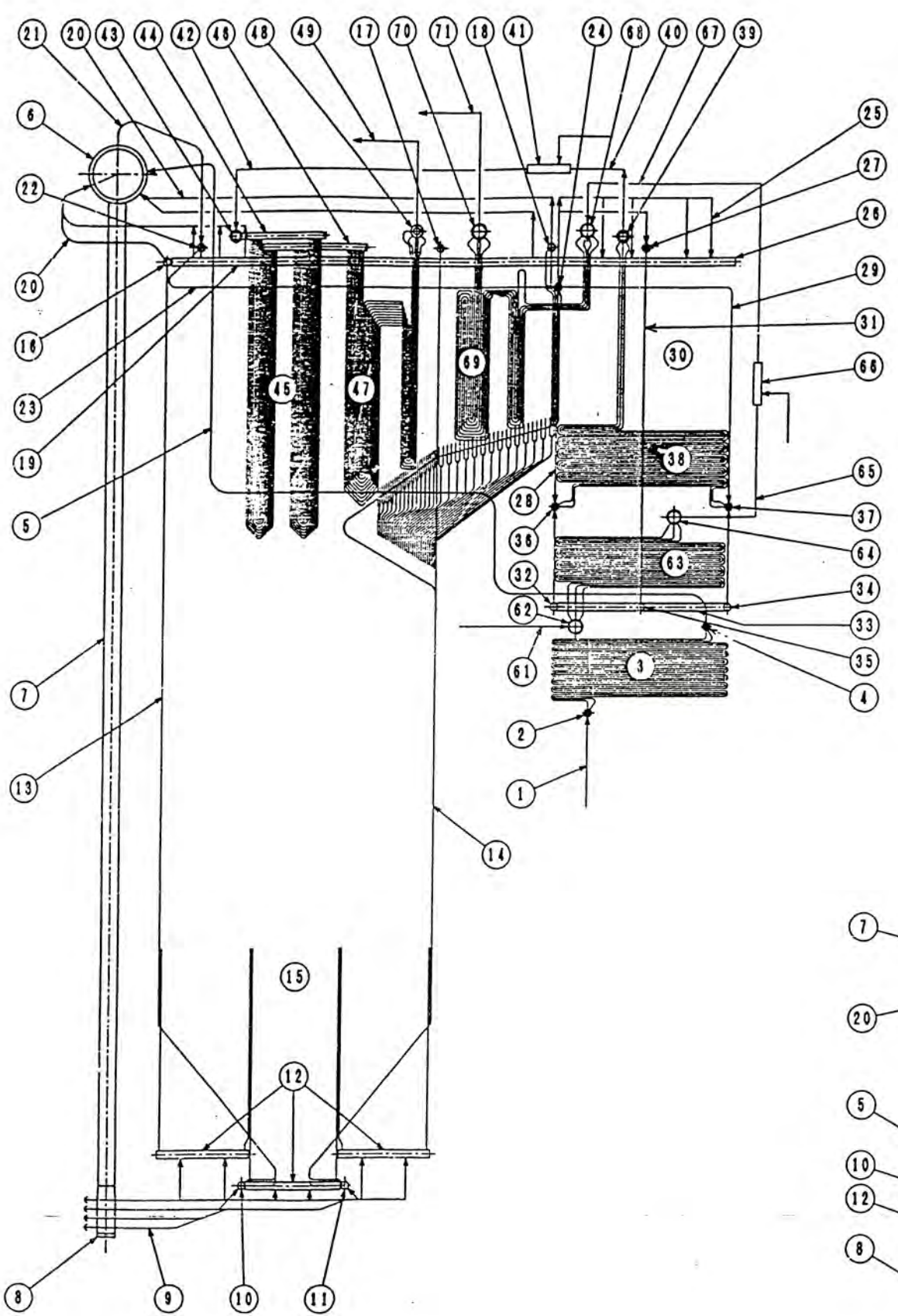
2.4 Descripción de los ciclos de agua y vapor en el Caldero

De acuerdo al esquema adjunto (KU1-512-366 Rev. 0: "*Name of Pressure Parts*"), en el cual se enumeran los nombres de los componentes (a presión) del Caldero (Ver Anexo A), se establece lo siguiente:

Las Bombas de Alimentación impulsan el agua a través de la Tubería de Alimentación del Caldero (1) hasta el cabezal de ingreso al Economizador (2), distribuyéndose en los serpentines (3), aquí se genera el intercambio de calor entre los gases de combustión calientes y el agua recién ingresada al Caldero, la misma que al aumentar su temperatura asciende hasta el cabezal de salida del Economizador (4) y a través de las tuberías de interconexión (5) llega hasta el Domo (6).

Desde el Domo, el agua baja por las tuberías descendentes (7) y desde el múltiple inferior (8) de las mismas se distribuye a través de las tuberías de suministro (9) en los cabezales inferiores de las paredes de agua (10, 11 y 12). A su paso por las paredes del Horno (13, 14 y 15) el agua absorbe parte del calor generado por la combustión, ascendiendo hasta los cabezales superiores (16, 17, 18 y 19), desde éstos y a través de las tuberías de interconexión del Horno (20) llega al Domo (6), repitiéndose el ciclo de circulación natural del agua (Cf 2.2.1).

REV.	DATE	BY	CHKD.	APPD.



NO.	NAME	ABBREVIATION
71	HOT REHEAT PIPE	HRP
70	SECONDARY REHEATER OUTLET HEADER	SEC RH OUT HDR
69	SECONDARY REHEATER TUBE	SEC RH TUBE
68	SECONDARY REHEATER INLET HEADER	SEC RH IN HDR
67	SECONDARY REHEATER INLET CONNECTING PIPE	SEC RH IN CONN PIPE
66	REHEATER ATTEMPERATOR	RH ATT
65	PRIMARY REHEATER OUTLET CONNECTING PIPE	PRI RH OUT CONN PIPE
64	PRIMARY REHEATER OUTLET HEADER	PRI RH OUT HDR
63	PRIMARY REHEATER TUBE	PRI RH TUBE
62	PRIMARY REHEATER INLET HEADER	PRI RH IN HDR
61	COLD REHEAT PIPE	CRP
49	MAIN STEAM PIPE	MSP
48	SECONDARY SUPERHEATER OUTLET HEADER	SEC SH OUT HDR
47	SECONDARY SUPERHEATER TUBE (2)	SEC SH TUBE (2)
46	SECONDARY SUPERHEATER INTERMEDIATE HEADER	SEC SH INTER HDR
45	SECONDARY SUPERHEATER TUBE (1)	SEC SH TUBE (1)
44	SECONDARY SUPERHEATER INLET HEADER (2)	SEC SH IN HDR (2)
43	SECONDARY SUPERHEATER INLET HEADER (1)	SEC SH IN HDR (1)
42	SECONDARY SUPERHEATER INLET CONNECTING PIPE	SEC SH IN CONN PIPE
41	SUPERHEATER ATTEMPERATOR	SH ATT
40	PRIMARY SUPERHEATER OUTLET CONNECTING PIPE	PRI SH OUT CONN PIPE
39	PRIMARY SUPERHEATER OUTLET HEADER	PRI SH OUT HDR
38	PRIMARY SUPERHEATER TUBE	PRI SH TUBE
37	PRIMARY SUPERHEATER INLET HEADER (REAR)	PRI SH IN HDR (RR)
36	PRIMARY SUPERHEATER INLET HEADER (FRONT)	PRI SH IN HDR (FR)
35	CAGE LOWER SLING HEADER	CAGE LWR SLG HDR
34	CAGE LOWER REAR HEADER	CAGE LWR RR HDR
33	CAGE LOWER SIDE HEADER	CAGE LWR SIDE HDR
32	CAGE LOWER FRONT HEADER	CAGE LWR FR HDR
31	SUPERHEATER SLING TUBE	SH SLG TUBE
30	CAGE SIDE TUBE	CAGE SIDE TUBE
29	CAGE REAR TUBE	CAGE RR TUBE
28	CAGE FRONT TUBE	CAGE FR TUBE
27	CAGE UPPER SLING HEADER	CAGE UPR SLG HDR
26	CAGE UPPER SIDE HEADER	CAGE UPR SIDE HDR
25	CAGE CONNECTING PIPE	CAGE CONN PIPE
24	FURNACE ROOF OUTLET HEADER	FRNC ROOF OUT HDR
23	FURNACE ROOF TUBE	FRNC ROOF TUBE
22	FURNACE ROOF INLET HEADER	FRNC ROOF IN HDR
21	SATURATED STEAM CONNECTING PIPE	SAT STM CONN PIPE
20	RISER CONNECTING PIPE	RISER CONN PIPE
19	FURNACE UPPER SIDE WALL HEADER	FRNC UPR SIDE WALL HDR
18	FURNACE UPPER REAR SCREEN HEADER	FRNC UPR RR SCR HDR
17	FURNACE UPPER FRONT SCREEN HEADER	FRNC UPR FR SCR HDR
16	FURNACE UPPER FRONT WALL HEADER	FRNC UPR FR WALL HDR
15	FURNACE SIDE WALL TUBE	FRNC SIDE WALL TUBE
14	FURNACE REAR WALL TUBE	FRNC RR WALL TUBE
13	FURNACE FRONT WALL TUBE	FRNC FR WALL TUBE
12	FURNACE LOWER SIDE WALL HEADER	FRNC LWR SIDE WALL HDR
11	FURNACE LOWER REAR WALL HEADER	FRNC LWR RR WALL HDR
10	FURNACE LOWER FRONT WALL HEADER	FRNC LWR FR WALL HDR
9	SUPPLY CONNECTING PIPE	SUP CONN PIPE
8	DOWNCOMER MANIFOLD	DCR MFLD
7	DOWNCOMER	DCR
6	STEAM DRUM	DRUM
5	ECONOMIZER OUTLET CONNECTING PIPE	ECO OUT CONN PIPE
4	ECONOMIZER OUTLET HEADER	ECO OUT HDR
3	ECONOMIZER TUBE	ECO TUBE
2	ECONOMIZER INLET HEADER	ECO IN HDR
1	FEED WATER PIPE	FWP

PROJECT DWG NO. XPI - 01 - L99 - MC - 14020 REV. 0

ENERSUR
CENTRAL TERMoeLECTRICA ILO 2
(125MW COAL FIRED POWER PLANT)

DATE: 23-Jul-88
BY: [Signature]
CHKD: [Signature]
APPD: [Signature]

TITLE: NAME OF PRESSURE PARTS
BLRAZ

BABCOCK-HITACHI K.K.
TOKYO JAPAN

REV. 0
KUI-512-366

El vapor saturado que se va formando en el Domo, sale desde éste por las tuberías (21), llega al cabezal de entrada al Techo del Horno (22) y se distribuye en los paneles del Techo (23) hasta llegar al cabezal de salida del Techo del Horno (24). Aquí el flujo se divide en tres, la primera parte asciende por las tuberías de interconexión de la Jaula (25) y llega hasta los cabezales superiores de sus paredes laterales (26) y cabezal superior de tubos tirantes del Sobrecalentador (27), descendiendo por dichas paredes (30) y tubos (31) hasta los cabezales inferiores de las paredes laterales (33) y el cabezal inferior de tubos tirantes del Sobrecalentador (35). La segunda y tercera partes del flujo descienden por los sectores superiores (sobre los cabezales 36 y 37) de las paredes Frontal y Trasera (28 y 29) de la Jaula respectivamente.

Desde los cabezales (33 y 35), el vapor pasa directamente a los cabezales inferiores de las paredes Frontal y Trasera de la Jaula (32 y 34). Desde estos cabezales los flujos de vapor ascienden por los sectores inferiores de las paredes (28 y 29) hasta los cabezales de entrada al Sobrecalentador Primario (36 y 37) donde convergen con los flujos de vapor que descienden por dichas paredes (28 y 29). El vapor se distribuye en los serpentines (38), allí se genera el intercambio de calor entre el vapor y los gases de la combustión en el Horno; el vapor asciende hasta el cabezal superior del Sobrecalentador Primario (39) y a través de la tubería de interconexión entre etapas de sobrecalentamiento (40 y 42), llega hasta los cabezales de ingreso al Sobrecalentador Secundario (43 y 44).

En esta segunda etapa de sobrecalentamiento, el calor se transmite al vapor por radiación en el Horno y se realiza en dos pasos a través de los serpentines (45), los

cabezales intermedios (46) y los serpentines (47), llegando hasta el cabezal de salida del Sobrecalentador Secundario (48), desde donde el vapor sale impulsado hacia la Turbina de Alta Presión a través de la Tubería Principal de Vapor (71).

El circuito de recalentamiento en el Caldero está conformado por la Tubería de Vapor a Recalentador (61) que llega desde la Turbina de Alta Presión; el vapor ingresa por el cabezal (62) y asciende por los serpentines (63) hasta el cabezal (64), tal efecto se origina de la misma manera que en el caso del Sobrecalentador Primario, es decir, por el intercambio de calor entre el vapor y los gases de la combustión en el Horno. Desde el cabezal de salida de la primera etapa de recalentamiento (64), el vapor asciende por las tuberías de interconexión (65 y 67) hasta el cabezal de ingreso al Recalentador Secundario (68), desde el cual pasa a los serpentines (69) y llega al cabezal (70), por último, la Tubería de Vapor Recalentado (71) transporta el vapor hacia la Turbina de Presión Intermedia.

Para el control de la temperatura del vapor sobrecalentado y recalentado, se utiliza como método el enfriamiento por inyección de agua a través de una tobera de pulverización o atemperador del Sobrecalentador (41) y del Recalentador (66) respectivamente, este último para casos de emergencia.

2.5 Características técnicas del Caldero, componentes y equipos auxiliares

2.5.1 Caldero

Tipo: Radiante, recalentamiento simple, circulación natural.

Capacidad:	432 toneladas de vapor por hora a régimen máximo de operación (<i>BMCR: Boiler Maximum Continuous flow Rate</i>)
Temperatura ambiente:	18°C
Presión de diseño:	
Sobrecalentador:	19.2 Mpa (196 kg/cm ²)
Recalentador:	4.6 Mpa (47 kg/cm ²)

El régimen de operación del Caldero se determina tomando como referencia el flujo de vapor a la salida del Sobrecalentador, de acuerdo a esto se puede establecer la equivalencia entre valores principales de porcentajes de carga de la Turbina (%Tb) y porcentajes del máximo régimen de operación del Caldero (%BMCR).

Régimen de operación del Caldero (%BMCR)	Régimen de operación de la Turbina (%Tb)	Flujo de vapor (kg/s)
50	53	60
65	70	75
93	100	110
100	N/A	120

2.5.2 Domo

Unidades:	01
Presión de diseño:	19.2 Mpa
Temperatura de diseño:	363°C
Material ASTM:	
Cuerpo y tapas:	A-302 C
Entradas de hombre:	A-302 C
Niples de conexión:	A-181 CL 70

2.5.3 Paredes de agua

Presión de diseño:	19.4 Mpa
Temperatura de diseño:	375 / 383 / 391°C
Tubos:	
Material ASTM:	A-210 C / A-213 T12
Diámetro ext x espesor:	63.5 x 6.5 / 7.5 / 11 mm
Distancia entre tubos:	76.2 mm
Elemento de disipación:	
Forma:	Membrana
Ancho x espesor:	12.7 x 6 mm
Material ASTM:	A-515 65

2.5.4 Sobrecalentador

- Sobrecalentador Primario

Presión de diseño:	19.2 Mpa
Temperatura de diseño:	459 / 501 / 483°C
Posición:	Horizontal
Tubos:	
Material ASTM:	A-209 T1a / A-213 T12
Diámetro ext x espesor:	50.8 x 5.5 / 7.5 / 6 mm
Distancia entre tubos:	114.3 mm

- Sobrecalentador Secundario (1)

Presión de diseño:	19.2 Mpa
Temperatura de diseño:	419 / 511 / 537 / 484°C
Posición:	Vertical
Tubos:	
Material ASTM:	A-213 T22
Diámetro ext x espesor:	50.8 x 5 / 7.5 / 9.5 / 6 mm
Distancia entre tubos:	1143 mm

- Sobrecalentador Secundario (2)

Presión de diseño:	19.2 Mpa
Temperatura de diseño:	458 / 546 / 561 / 569 / 588 / 573°C
Posición:	Vertical
Tubos:	
Material ASTM:	A-213 T22 / A-213 TP347H
Diámetro ext x espesor:	50.8 x 5.5 / 6 mm
	60.3 x 17 mm
Distancia entre tubos:	571.5 mm

2.5.5 Recalentador

- Recalentador Primario

Presión de diseño:	4.6 Mpa
Temperatura de diseño:	434°C
Posición:	Horizontal
Tubos:	
Material ASTM:	A-210 A1

Diámetro ext x espesor: 50.8 x 4 mm
 Distancia entre tubos: 114.3 mm

- Recalentador Secundario

Presión de diseño: 4.6 Mpa
 Temperatura de diseño: 415 / 532 / 582 / 602 / 573°C
 Posición: Vertical
 Tubos:
 Material ASTM: A-213 T12 / A-213 T22
 Diámetro ext x espesor: 60.3 x 4 / 6 / 8 / 5 mm
 Distancia entre tubos: 228.6 mm

2.5.6 Economizador

Presión de diseño: 19.3 Mpa
 Temperatura de diseño: 371°C
 Posición: Horizontal
 Tubos:
 Material ASTM: A-210 A1
 Diámetro ext x espesor: 50.8 x 5.5 mm
 Distancia entre tubos: 101.6 mm

2.5.7 Sistema de control de la temperatura del vapor

- Atemperador del Sobrecalentador

Tipo: Chorro de agua pulverizada (*spray*)

Unidades:	01
Rango de control:	70%Tb a 100%BMCR
Presión de diseño:	19.2 Mpa
Temperatura de diseño:	170°C
Flujo de diseño (agua):	22.2 kg/s
Cambios de temp. del vapor:	+8, -14°C (salida del Sobrecalentador)

- Atemperador del Recalentador (emergencia)

Tipo:	Chorro de agua pulverizada (<i>spray</i>)
Unidades:	01
Rango de control:	70%Tb a 100%BMCR
Presión de diseño:	4.6 Mpa
Temperatura de diseño:	170°C
Flujo de diseño (agua):	3.8 kg/s
Cambios de temp. del vapor:	+8, -20°C (salida del Recalentador)

- Recirculación de gases de combustión

Tipo:	Ventilador centrífugo
Unidades:	01
Rango de control:	70%Tb a 100%BMCR
Presión de diseño (gases):	0.00412 Mpa
Temp. de diseño (gases):	380°C
Flujo de diseño (gases):	40.8 kg/s
Cambios de temp. del vapor:	+8, -14°C (salida del Sobrecalentador) +8, -20°C (salida del Recalentador)

2.5.8 Sopladores de hollín

- Sopladores de las paredes del Horno

Tipo:	Tubo corto retractable
Unidades:	20
Material del tubo:	Acero inoxidable
Fluido de soplado:	Vapor
Presión del fluido:	4.2 Mpa
Temperatura del fluido:	315°C
Flujo de diseño:	0.6 kg/s
Tiempo de soplado:	0.3 minutos

- Sopladores de las zonas de convección (1)

Tipo:	Tubo largo retractable
Unidades:	12
Material del tubo:	Acero inoxidable o acero aleado
Fluido de soplado:	Vapor
Presión del fluido:	4.2 Mpa
Temperatura del fluido:	315°C
Flujo de diseño:	0.6 a 2.2 kg/s
Tiempo de soplado:	7.9 minutos

- Sopladores de las zonas de convección (2)

Tipo:	Tubo mediano retractable
Unidades:	02
Material del tubo:	Acero aleado

Fluido de soplado:	Vapor
Presión del fluido:	4.2 Mpa
Temperatura del fluido:	315°C
Flujo de diseño:	1.1 kg/s
Tiempo de soplado:	4.1 minutos

- Sopladores del Precalentador

Tipo:	Oscilante
Unidades:	02
Material del tubo:	Acero al carbono
Fluido de soplado:	Vapor
Presión del fluido:	0.77 Mpa (lado caliente) 0.98 Mpa (lado frío)
Temperatura del fluido:	350°C
Flujo de diseño:	0.33 kg/s (lado caliente) 0.39 kg/s (lado frío)
Tiempo de soplado:	65 minutos

2.5.9 Precalentador

Unidades:	01
Dimensiones (H x D):	4745 x 9682 mm
Velocidad:	0.9 rpm
Diámetro del rotor:	9670 mm
Altura del rotor:	2305 mm
Peso del rotor:	130000 kg

Motor de accionamiento:	5.5 KW
Consumo de potencia:	4.0 KW a 100%Tb
Temp. del aire a la entrada:	23°C a 100%BMCR
Temp. del aire a la salida:	350°C aire primario a 100%BMCR 338°C aire secundario a 100%BMCR
Temp. del gas a la salida:	140°C a 100%BMCR

2.5.10 Ventilador de Tiro Forzado

Tipo:	Ventilador centrífugo, de doble entrada, acople directo, accionado por motor eléctrico de velocidad constante
Unidades:	01
Temperatura:	18°C (del aire)
Densidad del aire:	1.185 Kg/m ³
Control de flujo:	Alabes directrices a la entrada
Motor eléctrico:	920 KW, 60 Hz, 8 polos
Potencia en el eje:	850 KW
Eficiencia:	85%
Enfriamiento:	Agua
Caudal:	8600 m ³ /min
Presión en la succión:	- 40 mm agua
Presión en la descarga:	450 mm agua
Aumento de presión:	490 mm agua
Revoluciones:	900 rpm
Diámetro del rotor:	2150 mm

2.5.11 Ventilador de Recirculación de Gases

Tipo:	Ventilador centrífugo, de doble entrada, acople directo, accionado por motor eléctrico de velocidad constante
Unidades:	01
Temperatura:	365°C (de los gases)
Densidad de gases:	0.538 Kg/m ³
Control de flujo:	Regulador de compuerta (<i>damper</i>) a la entrada
Motor eléctrico:	450 KW, 60 Hz, 6 polos
Potencia en el eje:	395 KW
Eficiencia:	79%
Enfriamiento:	Agua
Caudal:	4600 m ³ /min
Presión en la succión:	- 320 mm agua
Presión en la descarga:	90 mm agua
Aumento de presión:	410 mm agua
Revoluciones:	1200 rpm
Diámetro del rotor:	2020 mm

2.5.12 Ventilador de Tiro Inducido

Tipo:	Ventilador centrífugo, de doble entrada, acople directo, accionado por motor eléctrico de velocidad constante
-------	---

Unidades:	01
Temperatura:	133°C (de los gases)
Densidad del gas:	0.841 Kg/m³
Control de flujo:	Regulador de compuerta (<i>damper</i>) a la entrada
Motor eléctrico:	1400 KW, 60 Hz, 8 polos
Potencia en el eje:	1310 KW
Eficiencia:	82%
Enfriamiento:	Agua
Caudal:	13700 m³/min
Presión en la succión:	- 390 mm agua
Presión en la descarga:	80 mm agua
Aumento de presión:	470 mm agua
Revoluciones:	900 rpm
Diámetro del rotor:	2520 mm

2.5.13 Ventilador de Aire Primario

Tipo:	Ventilador centrífugo, de doble entrada, acople directo, accionado por motor eléctrico de velocidad constante
Unidades:	01
Temperatura:	23°C (del aire)
Densidad del aire:	1.214 Kg/m³
Control de flujo:	Alabes directrices a la entrada
Motor eléctrico:	800 KW, 60 Hz, 4 polos
Potencia en el eje:	742 KW

Eficiencia:	82%
Enfriamiento:	Agua
Caudal:	3200 m³/min
Presión en la succión:	- 335 mm agua
Presión en la descarga:	1550 mm agua
Aumento de presión:	1215 mm agua
Revoluciones:	1800 rpm
Diámetro del rotor:	1570 mm

2.5.14 Quemadores

- Quemadores de carbón pulverizado

Unidades:	12
Ubicación:	Lado frontal y trasero del Horno
Unidades por Pulverizador:	04
Flujo a la salida:	2.22 kg/s
Rango del flujo a la salida:	0.94 a 2.22 kg/s
Razón aire-carbón en peso:	2.4

- Quemadores de ignición de combustible

Tipo:	Atomización a presión
Unidades:	12
Ubicación:	Lado frontal y trasero del Horno
Flujo a la salida:	0.056 kg/s
Rango del flujo a la salida:	0.028 kg/s
Presión del combustible:	1.1 Mpa

Temp. del combustible: 13 a 28°C

- Quemadores de combustible destilado

Tipo: Chorro "Y" de atomización por inyección de aire

Unidades: 12

Ubicación: Lado frontal y trasero del Horno

Flujo a la salida: 0.81 kg/s

Rango del flujo a la salida: 0.22 a 0.81 kg/s

Fluido de atomización: Aire

Presión de atomización: 0.7 Mpa

Flujo de aire: 100 kg/hr

Presión del combustible: 1.4 Mpa

Temp. del combustible: 13 a 28°C

CAPITULO III

ETAPAS DE LA INSTALACION

Los Calderos de las Centrales Eléctricas de Vapor, debido a sus dimensiones y peso considerables son transportados al lugar de su instalación en partes, sus diversos componentes son fabricados y ensamblados en varias etapas previas a dicho transporte. La Instalación en obra requiere de una buena organización en las áreas de Ingeniería de Campo, Planeamiento, Aseguramiento y Control de la Calidad, Logística y Costos para la estimación de rendimientos basados en el conocimiento más completo y exacto posible de cantidades, pesos y alcance de los trabajos, todo esto permite su ejecución en un período razonable y a un costo tal, sin sacrificio de la calidad de la misma.

Las fortalezas del Fabricante deben complementarse con la experiencia, capacidad, infraestructura y el uso de técnicas apropiadas de las compañías encargadas de la manufactura de los componentes y la Instalación, estableciéndose vías de comunicación constante y efectiva, puesto que la Instalación es la continuación de la etapa de Fabricación del Caldero.

La revisión y estudio de los detalles de diseño en las etapas iniciales del Proyecto determinan el grado de manufactura y ensamble de los componentes del Caldero en fábrica, éste queda limitado a volúmenes y pesos permisibles para un transporte y manipulación seguros por vía marítima o terrestre. Este estudio permite también determinar la mejor combinación de ensambles en fábrica y en obra; los ensambles en fábrica reducen el trabajo en obra, si esto se complementa con un apropiado plan de preensambles previos al izamiento de componentes durante la misma, se logra la mayor reducción posible de los costos de la Instalación.

También mediante el estudio de los detalles de diseño se define el plan general de izamiento y montaje de los componentes del Caldero, estableciéndose el menor número total posible de juntas soldadas para la etapa de Instalación, considerando para ello criterios como la accesibilidad, menor complejidad y dificultad en la ejecución, aplicación de ensayos no destructivos, etc. Se definen también los componentes que requieren maniobras y equipos especiales para su montaje y los que requieren la soldadura en fábrica de accesorios especiales (“orejas”) para su izamiento. Se establece pues, el número aproximado de horas-hombre, equipos diversos y sus capacidades para el transporte, maniobras, soldadura, ensayos no destructivos y pruebas, así como la cantidad de herramientas y material para fabricaciones temporales de todo tipo. Estas estimaciones establecidas en las etapas iniciales del Proyecto se van revisando y modificando constantemente de acuerdo a la necesidad real en cada etapa del mismo hasta su culminación. Todos los equipos mayores, herramientas y accesorios para maniobras llegan a obra en los primeros embarques para su ensamble, acondicionamiento, pruebas y entrenamiento de los operadores con la adecuada anticipación.

Uno de los aspectos que aseguran el éxito de la Instalación es el método apropiado de manipulación y control de los materiales, el cual comprende todas las actividades llevadas a cabo desde que éstos llegan a obra, determinando y notificando mediante un detallado registro si existen faltantes para que se tomen las medidas convenientes y evitar retrasos posteriores, la adecuada conservación de componentes y equipos almacenados a la intemperie protegiéndolos del polvo y la humedad; así como los materiales de aporte de soldadura, instrumentos, herramientas de operación, mantenimiento y repuestos en general manteniéndolos en ambientes cerrados. Mediante la codificación y el ordenamiento de las áreas de almacenamiento, se pueden revisar constantemente y en forma más eficiente las cantidades y el estado de conservación de los componentes almacenados.

Previas a la Instalación de los subsistemas a presión del Caldero, se determinan y llevan a cabo algunas actividades tales como:

- **Habilitación de un área lo suficientemente extensa y codificada para el almacenamiento ordenado, de acuerdo a los diferentes tipos de componentes y equipos del Caldero.**
- **Determinación de las áreas de preensamble y las rutas para el transporte de todas las partes a presión del Caldero en forma segura e ininterrumpida, entre el área de almacenamiento y dichas áreas.**
- **El montaje, alineamiento y apriete de los pernos de alta resistencia de las estructuras de acero del edificio del Caldero se lleva a cabo tomándose en cuenta dos aspectos: no se instalan las estructuras que producen interferencia con el izamiento de los componentes del Caldero y, se instalan todas las**

plataformas, accesos, escaleras y barandas que posibilitan el acceso directo y la buena técnica de montaje de los mismos.

- Habilitación de una oficina de campo, implementada con toda la información necesaria para la correcta ejecución de los trabajos.
- Habilitación de un ambiente para el almacenamiento y conservación de todos los materiales de aporte de soldadura, consumibles varios y herramientas.
- Habilitación de las fuentes de energía temporal o grupos electrógenos para la operación de equipos y herramientas eléctricas, compresores de aire para la operación de herramientas neumáticas y limpieza mecánica de las partes a presión, servicios higiénicos en cantidades razonables y puesto de primeros auxilios.

En el presente Capítulo se tratan las cuatro etapas principales de la Instalación de los subsistemas a presión del Caldero.

3.1 Preensamble

En todo proyecto de instalación, la etapa de preensamble de componentes se define, planifica y ejecuta después del estudio detallado y bajo la influencia de varios factores tales como:

- El espacio disponible dentro de las instalaciones de la obra para la ejecución de los trabajos.
- La distancia entre dicho espacio y el área de maniobras y/o montaje.
- El grado de dificultad *-por peso y/o volumen, por accesibilidad-* del transporte de los componentes preensamblados.

- La disponibilidad de equipos y accesorios para maniobras y transporte, entre otros factores, los cuales dependen de las condiciones bajo las cuales se ejecuta el proyecto.

En este caso, se trata de aproximadamente 1200 toneladas (Ver Anexo B) de partes a presión de un Caldero que se erigen sobre un área aproximada de 350 metros cuadrados de sección (25 x 14) y hasta una altura de 50 metros sobre el piso, debido a esto es imprescindible un alto grado de preensamble.

3.1.1 Actividades previas

Como etapa previa al preensamble de las partes a presión (paneles de las paredes de agua del Horno y de vapor de la Jaula, tuberías descendentes, de interconexión del Techo, tuberías principales del Caldero y serpentines del Sobrecalentador Secundario), se procede a la fabricación de soportes temporales de acero estructural para el apoyo de las mismas, de manera que los conjuntos conformados para el preensamble descansen sobre una superficie a cierta altura sobre el piso.

Para la apropiada ejecución de los diversos trabajos de preensamble como la soldadura de tubos y membranas, platinas de sello y de relleno etc., se sueldan vigas de acero estructural W12x65# (peso unitario 65 lb/pie) sobre los soportes temporales previamente fabricados, conformándose de esta manera plataformas sólidas para el apoyo de las partes a presión, asegurándose superficies planas, niveladas y uniformes; así, el proceso de alineamiento de los conjuntos paneles-

cabezal y panel-panel se ve favorecido, al quedar éstos a una altura tal sobre el piso que permite la soldadura desde una posición por debajo de los mismos.

Sin embargo, según lo descrito en el párrafo anterior, el proceso de alineamiento de las juntas entre cabezales y paneles sobre una superficie de apoyo sólida y bien nivelada no necesariamente se facilita. Debido a que los paneles están conformados por tubos separados cierta distancia -*esta distancia varía según la zona del Caldero a la que pertenece el panel, por ejemplo: entre los tubos de los paneles de las paredes del Homo esta distancia es de doce milímetros*- entre sí y unidos a su vez por platinas de acero denominadas membranas soldadas en toda su longitud, es inevitable el efecto de distorsión provocado por el calor de la soldadura durante la fabricación, por lo tanto se requiere cortar mediante proceso oxiacetilénico cierta longitud de las membranas soldadas entre tubos, lo suficiente para que los mismos se puedan alinear a los nipples de los cabezales con la ayuda de tecles u otros dispositivos similares. Antes del izamiento del conjunto, las membranas cortadas se vuelven a soldar completamente y mediante la aplicación de tintes penetrantes se comprueba si existe daño alguno sobre los tubos afectados por el proceso de corte y/o esmerilado.

Los diversos tipos de soportes temporales fabricados con materiales de acero estructural para la etapa de preensamble de las partes a presión del Caldero son (Ver Anexo C):

- Soportes tipo cubo para el apoyo de los paneles, sobre los cuales se sueldan las vigas W12x65# para conformar las plataformas de preensamble.

- Soportes regulables para el apoyo y alineamiento de los cabezales de paneles.
- Soportes para el preensamble de serpentines y cabezales intermedios del Sobrecalentador Secundario.
- Caballetes para el preensamble de las tuberías descendentes y principales del Caldero.

3.1.2 Áreas de preensamble

El orden de ejecución de los diferentes preensambles de las partes a presión del Caldero obedece a una secuencia definida de izamiento y montaje de las mismas. Según el programa de izamiento y montaje previamente definido, se establece el requerimiento de tener los paneles u otros conjuntos preensamblados en óptimas condiciones *-esto implica que todas las soldaduras de tubos, accesorios y reparaciones deben haberse ejecutado; así también, todos los ensayos no destructivos aplicables deben haber sido llevados a cabo y aprobados, inclusive radiografía (gammagrafía)-* para su transporte al área de maniobras de izamiento y montaje.

De acuerdo al espacio disponible en la obra se definen dos áreas de preensamble:

- Area A: para el preensamble de paneles, bloques de tuberías de interconexión del Horno y la Jaula, tuberías descendentes y tuberías principales del Caldero.

- **Area B:** para el preensamble de los serpentines del Sobrecalentador Secundario.

En el área A se conforman once subáreas para el mismo número de preensambles (no necesariamente simultáneos).

Cada subárea está definida por una plataforma de preensamble, es decir, el conjunto de soportes y vigas para el apoyo de las partes a presión del Caldero; sin embargo, estas plataformas no son necesariamente de áreas iguales, varían de acuerdo a las dimensiones de los conjuntos preensamblados.

La numeración de subáreas del área A no sigue criterio alguno en particular, en este caso se considera de acuerdo a la secuencia de utilización de las mismas durante el primer grupo de preensambles y/o el primer preensamble ejecutado en cada una de ellas (Ver Figura No. 3.1 en la página 51).

En el Cuadro No. 3.1 mostrado en la página siguiente se detalla la relación de preensambles realizados en cada una de las dos áreas. No se incluyen las tuberías principales del Caldero.

CUADRO No. 3.1

RELACION DE PREENSAMBLES DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO

Area de preensamble	Subárea de preensamble	Secuencia de preensamble por subárea	Parte a Presión
A	1	1	Panel superior izquierdo del Horno, primer conjunto (03 partes) y cabezal (01)
A	2	1	Panel superior frontal del Horno (03 partes) y cabezal (01)
A	3	1	Panel superior derecho del Horno, primer conjunto (03 partes) y cabezal (01)
A	4	1	Tubería descendente izquierda del Caldero (02 piezas)
A	4	2	Tubería descendente derecha del Caldero (02 piezas)
A	5	1	Tuberías de interconexión de la Jaula del Caldero (02 bloques)
A	5	2	Tuberías de interconexión del Horno del Caldero (05 bloques)
B	1	1	Serpentines Sobrecalentador Secundario (2) (08 unid.)
B	1	2	Serpentines Sobrecalentador Secundario (1) (08 unid.)
A	2	2	Pared Derecha de la Jaula (02 partes) y cabezales (02)
A	3	2	Pared Izquierda de la Jaula (02 partes) y cabezales (02)
A	7	1	Panel superior derecho del Horno, segundo conjunto (02 partes) y cabezal (01)
A	6	1	Panel superior izquierdo del Horno, segundo conjunto (02 partes) y cabezal (01)
A	8	1	Pared Frontal de la Jaula (04 partes) y cabezales (03)
A	7	2	Panel Pantalla Trasera (de tubos) y cabezal (01)
A	6	2	Panel Pantalla Frontal (de tubos) y cabezal (01)
A	1	2	Tubos de Sobrecalentador Primario y cabezal (01)
A	9	1	Pared Trasera de la Jaula (04 partes) y cabezales (02)
A	10	1	Paneles inferiores izquierdos y cabezales (03 subensambles por separado)
A	11	1	Paneles inferiores derechos y cabezales (03 subensambles por separado)
A	8	2	Ensamble del conjunto: Pared Frontal de la Jaula y panel Pantalla Trasera
A	3	3-a (*)	Ensamble de los paneles inferiores derechos (03 subensambles)
A	3	3-b (*)	Ensamble de los paneles inferiores izquierdos (03 subensambles)
A	2	3-a (**)	Panel lado trasero Tolva del Horno (03 partes) y cabezal (01)
A	2	3-b (**)	Panel lado frontal Tolva del Horno (3 partes) y cabezal (01)

(*) y (**) *Las dimensiones de la plataforma permiten realizar los dos preensambles al mismo tiempo*

3.1.3 Precauciones durante los trabajos de preensamble

Debe tenerse extremo cuidado con la identificación y codificación de las partes que van a conformar los conjuntos preensamblados. Todos los materiales, piezas diversas, equipos etc. poseen un código único que los diferencia, la información necesaria para la correcta identificación de las partes a presión del Caldero y sus accesorios se encuentra en las listas de suministro y las listas de embarque. Esto se convierte en un punto crítico, ya que se trata de una diversidad de aceros aleados cuyos procedimientos de soldadura y ensayos son muy estrictos.

Durante la manipulación de las partes a presión deben evitarse golpes y falsos contactos durante la soldadura como consecuencia de una mala instalación de la toma de las máquinas de soldar a tierra, en el caso de partes a presión de aceros aleados que requieren precalentamiento y alivio de tensiones posterior a la soldadura, se pueden presentar microzonas frágiles y futura falla del tubo durante las pruebas y/o operación del Caldero.

Debe evitarse al máximo la presencia de óxido sobre la superficie de las juntas que se van a soldar, es necesaria la remoción completa de toda partícula de óxido o cualquier otro contaminante mediante limpieza mecánica, debe presentarse un brillo metálico en los biselados de los tubos después de dicha limpieza.

Las partes a presión del Caldero se limpian interiormente con aire a presión para eliminar cualquier elemento extraño del interior de los tubos y cabezales, antes del inicio de los trabajos de alineamiento.

Cualquier trabajo de corte (oxiacetilénico y/o por disco) de soldaduras de fábrica en las partes a presión del Caldero debe realizarse con extremo cuidado (caso específico de las membranas), evitando el desgarramiento del material de los tubos; si esto ocurre, se inspecciona mediante tintes penetrantes la zona afectada y según el daño ocasionado se repara mediante relleno de soldadura o extracción y reemplazo del sector de tubo dañado, el procedimiento de reparación se realiza a criterio del representante del Fabricante.

En las dos páginas siguientes se muestran los Cuadros No. 3.2 y 3.3 en los que se detallan las actividades de preensamble de paneles y serpentines del Sobrecalentador Secundario respectivamente.

CUADRO No. 3.2

AREA A: PREENSAMBLE DE PARTES A PRESION DEL CALDERO (PANELES)

Item	Actividades de preensamble	Observaciones	Uso de equipos y herramientas
1	Fabricación de soportes	Tipo cubo y regulables para cabezales	Máquinas de soldar, esmeriles rectos (fresas cónicas) y angulares (disco)
2	Transporte de las partes a presión correspondientes desde el área de almacenamiento		Grúa 30 Ton (60 Ton), camión grúa 8 ton, camión plataforma (y/o "cama baja"), montacargas
3	Desembalaje		Montacargas, camión grúa 8 Ton
4	Nivelación de soportes de paneles (y cabezales)	Soldadura de vigas W12x65# sobre soportes	Montacargas, camión grúa 8 Ton, teodolito
5	Colocación de paneles sobre soportes		Grúa 30 Ton (60 Ton), camión grúa 8 Ton
6	Alineamiento y nivelación de paneles		Grúa 30 Ton (60 Ton), camión grúa 8 Ton, tecles, gatas hidráulicas, teodolito
7	Limpieza del interior de tubos de paneles con aire a presión		Compresor
8	Limpieza de biseles de extremos de tubos de paneles		Esmeriles rectos (motas para pulido)
9	Montaje de vigas de refuerzo (<i>buckstay</i>) y pasadores de fijación sobre paneles		Grúa 30 Ton (60 Ton), camión grúa 8 Ton
10	Colocación de cabezales sobre soportes		Grúa 30 Ton (60 Ton), camión grúa 8 Ton
11	Limpieza del interior de niples de cabezales con aire a presión		Compresor
12	Limpieza de biseles de extremos de niples de cabezales		Esmeriles rectos (motas para pulido)
13	Alineamiento de juntas de tubos entre cabezales y paneles	Corte de membranas	Tecles, gatas hidráulicas, equipo de corte oxiacetilénico, esmeriles rectos (fresas cónicas) y angulares (disco)
14	Apuntalado y soldadura de juntas de ítem 13	Pre calentamiento según Programa de Soldadura	Máquinas de soldar, esmeriles rectos (fresas cónicas)
15	Radiografía (gammagrafía)	Al 100% turno noche	Equipo y fuente para radiografía (gammagrafía)
16	Reparaciones	Nueva radiografía (gammagrafía)	Máquinas de soldar, esmeriles rectos (fresas cónicas)
17	Soldadura de membranas cortadas en ítem 13	Tintes penetrantes en zonas afectadas en tubos	Máquinas de soldar, esmeriles rectos (fresas cónicas)
18	Soldadura de membranas faltantes	Entre tubos de cabezal y paneles	Máquinas de soldar, esmeriles rectos (fresas cónicas)
19	Soldadura de placas en vigas de refuerzo (<i>buckstay</i>)	Placas temporales entre vigas de refuerzo (<i>buckstay</i>) y paneles	Máquinas de soldar, esmeriles rectos (fresas cónicas) y angulares (disco)
20	Traslado de conjunto preensamblado para montaje (almacenamiento)	Ensamble de vigas temporales de rigidez (maniobras de giro) sobre paneles de gran área	Grúa Manitowoc 220 Ton, grúa 60 Ton, camión plataforma

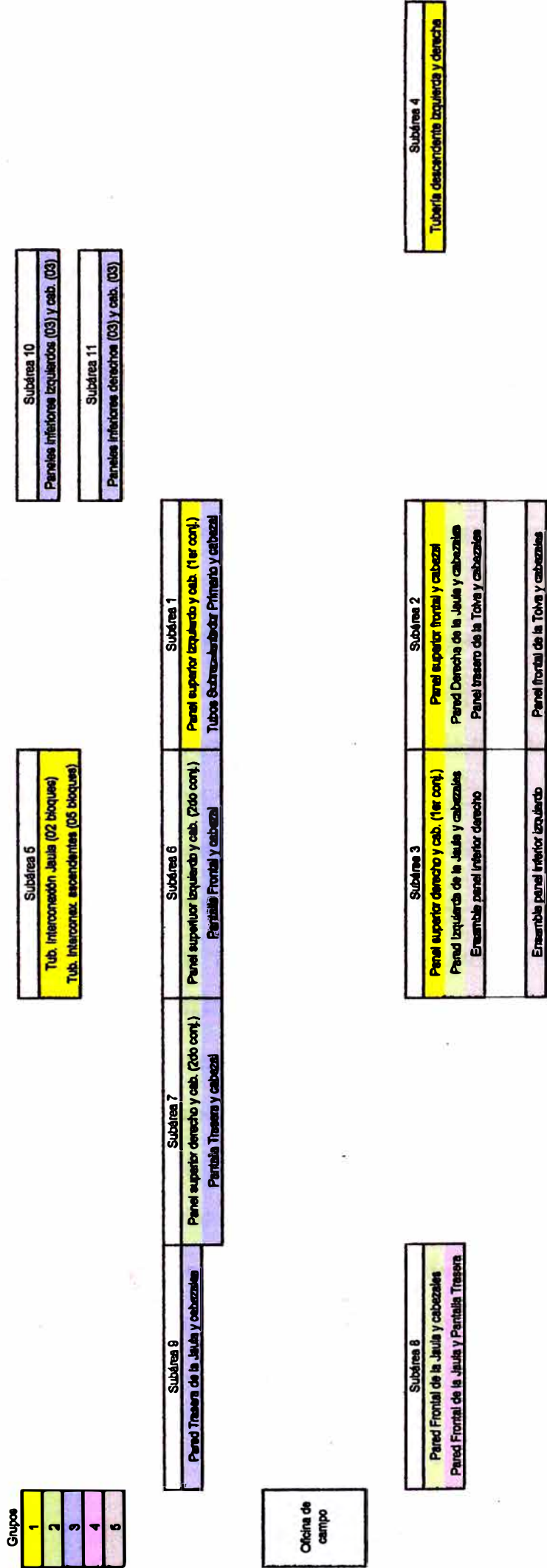
CUADRO No. 3.3

**AREA B: PREENSAMBLE DE PARTES A PRESION DEL CALDERO
(SERPENTINES DEL SOBRECALENTADOR SECUNDARIO)**

Item	Actividades de preensamble	Observaciones	Uso de equipos y Herramientas
1	Fabricación de soportes	Tipo caballete para cabezales, tacos de madera para serpentines	Máquinas de soldar, esmeriles rectos (fresas cónicas) y angulares (disco)
2	Transporte de las partes a presión correspondientes desde el área de almacenamiento		Grúa 30 Ton (60 Ton), camión grúa 8 Ton, camión plataforma (y/o "cama baja"), montacargas
3	Desembalaje		Montacargas, camión grúa 8 Ton
4	Nivelación de soportes de serpentines (y cabezales)	Todos los casos sobre losas de concreto	Montacargas, camión grúa 8 Ton, teodolito
5	Colocación de serpentines sobre soportes	Interponiendo los tacos de madera, alineamiento y nivelación	Grúa 30 Ton (60 Ton), camión grúa 8 Ton, teodolito
6	Limpieza del interior de tubos de serpentines con aire a presión		Compresor
7	Limpieza de biseles de extremos de tubos de serpentines		Esmeriles rectos (motas para pulido)
8	Colocación de cabezales sobre soportes		Grúa 30 Ton (60 Ton), camión grúa 8 Ton
9	Limpieza del interior de niples de cabezales con aire a presión		Compresor
10	Limpieza de biseles de extremos de niples de cabezales		Esmeriles rectos (motas para pulido)
11	Alineamiento de juntas de tubos entre cabezales y serpentines		Tecles, gatas hidráulicas, equipo de corte oxiacetilénico, esmeriles rectos (fresas cónicas) y angulares (disco)
12	Apuntalado y soldadura de juntas de ítem 11	Los serpentines del Sobrecalentador Secundario (2) se sueldan bajo cámara de Argón.	Máquinas de soldar, esmeriles rectos (fresas cónicas)
13	Radiografía (gammagrafía)	Al 100% turno noche	Equipo y fuente para radiografía (gammagrafía)
14	Reparaciones	Nueva radiografía (gammagrafía)	Máquinas de soldar, esmeriles rectos (fresas cónicas)
15	Traslado de conjunto preensamblado para montaje (almacenamiento)	Uso de balancín fabricado para traslado	Grúa 60 Ton, camión plataforma (y/o "cama baja")

FIGURA No. 3.1

AREA A: SUBAREAS DE PREENSAMBLE



3.2 Montaje

El montaje de cada componente del Caldero se ejecuta después de haberse llevado a cabo satisfactoriamente todas las actividades de preparación y acondicionamiento necesarias para el izamiento en forma apropiada y en condiciones seguras.

Algunas de estas actividades previas son:

- Fabricación de dispositivos de izamiento *-balancines-* y elementos varios de sujeción, plataformas, etc. (Ver Anexo C).
- Determinación topográfica y marcación de los ejes y elevaciones de montaje de los componentes del Caldero sobre la superficie de los mismos (previo a su traslado al área de izamiento) y sobre elementos de la estructura de acero del edificio a manera de referencia.
- Verificación de las condiciones de operación de los equipos de maniobra y accesorios de izamiento como grúas, gatas, tecles, tiffords, cables de acero, grilletes, cáncamos, llaves para ajuste de tuercas, equipos de corte oxiacetilénico, máquinas de soldar, instalaciones eléctricas, etc.
- Instalación de las plataformas de andamios y escaleras de acceso para la ejecución de los trabajos de montaje.
- Determinación de los grupos a cargo de las actividades de montaje, como el transporte al área de maniobras, ejecución del izamiento y finalmente el posicionamiento temporal de los componentes del Caldero sobre los ejes y elevaciones establecidos mediante cables de acero, templadores y otras herramientas.

Para la ejecución de las maniobras de izamiento de los componentes del Caldero se utilizan como equipos mayores: dos grúas de oruga, una de 450 toneladas (Demag) y una de 220 toneladas (Manitowoc), una grúa de 60 y otra de 30 toneladas (Grove), dos camiones grúa de 8 toneladas, un montacargas con brazo telescópico, dos elevadores mecánicos (*manlift*) y dos camiones plataforma (y/o “cama baja”) para el transporte de las partes a presión, conjuntos preensamblados y componentes del Caldero. Dichos equipos, sin embargo, son comunes a todos los Frentes de Montaje de la Obra, su disponibilidad se coordina diariamente según los requerimientos y prioridades del Proyecto.

Para el montaje de este tipo de Calderos se considera la instalación de una grúa que se desplaza sobre el nivel más alto de su estructura, en este caso la grúa tiene una capacidad de 10 toneladas. Las vigas riel sobre las que se desplaza la grúa se acondicionan en obra, se montan y sueldan sobre las vigas principales superiores del techo de la estructura del Caldero, la grúa se ensambla en el piso, luego con la grúa de 450 toneladas se iza y monta sobre las vigas riel, toma unos días ponerla en servicio pues se le somete a pruebas que aseguren su correcta y segura operación.

La etapa de izamiento termina con el posicionamiento aproximado de los componentes del Caldero respecto a ejes y elevaciones, luego las herramientas de izamiento se reemplazan por accesorios de retenida como cables de acero, tecles, templadores, etc. pues las herramientas de izamiento deben utilizarse sucesivamente en actividades similares.

En tal condición permanecen hasta el momento apropiado de inicio de la etapa de ensamble de los diversos componentes del Caldero entre sí según la secuencia establecida por el Fabricante, con la utilización de equipos de precisión -*teodolito*, etc.-, herramientas y accesorios para las maniobras de aproximación y alineamiento.

Los lados o zonas del Caldero tomados como referencia para la denominación de sus componentes son (Cf 2.1):

- Frontal, es el lado donde se ubica el Domo, cuyos ejes son los puntos principales de referencia para la fijación de todos los componentes del Caldero, también se ubican hacia el lado frontal del Caldero el área de Pulverizadores y los silos de almacenamiento de carbón.
- Izquierdo, es el lado correspondiente a las conexiones de las tuberías principales del Caldero, excepto la de Alimentación, también es el lado correspondiente al área de maniobras de montaje.
- Derecho, es el lado de acceso a todos los niveles de operación del Caldero.
- Trasero, es el lado donde se ubica la Jaula y el ducto de salida de gases del Caldero, el Precaalentador y Precipitador Electrostático.

En las secciones siguientes se detallan para cada caso las actividades de acondicionamiento, izamiento y montaje correspondientes a los componentes del Caldero.

3.2.1 Pernos de suspensión

Son barras de acero que soportan el peso del Caldero, manteniendo suspendidas las paredes del Horno y la Jaula, Techo, tuberías principales y de interconexión, están provistos de uniones roscadas entre sus partes que permiten regular su longitud, se ensamblan con las vigas superiores de la estructura del edificio del Caldero.

La disposición de los elementos para la sujeción de cada perno de suspensión, desde su extremo superior, consiste en una placa base de acero soldada a la viga de soporte correspondiente, sobre esta placa va montada una arandela especial cuya superficie inferior es curva, la misma que permite la oscilación del perno de suspensión y el movimiento del componente suspendido durante la operación del Caldero. Para restringir la oscilación a un solo plano previsto en el diseño, se sueldan sobre la placa base dos placas de tope, una a cada lado de la arandela especial, esto evita el giro de la misma y la oscilación en un plano diferente. Sobre la arandela especial se instala la tuerca de ajuste del perno de suspensión.

Los fuelles de expansión son elementos que se ensamblan con la cubierta metálica del Techo del Caldero mediante soldadura, éstos cubren los espacios de dicha cubierta metálica, la cual permite la oscilación de los pernos de suspensión.

El ensamble entre los pernos de suspensión y el componente correspondiente es mediante pasadores. El Caldero cuenta con 160 pernos de suspensión

distribuidos en sus cabezales superiores (paredes), Techo y tuberías de interconexión.

Las actividades previas al montaje son:

- Identificación y acondicionamiento de las vigas superiores de la estructura del Caldero de soporte de los pernos de suspensión, barras de acero roscadas, fuelles de expansión, pasadores, tuercas, arandelas especiales y placas de tope, marcación de todos los elementos según el componente del Caldero al que corresponden.
- Instalación de plataformas de andamios y accesos para la colocación de las tuercas y arandelas especiales.
- Ensamble en piso de las barras de acero roscadas y elementos con las vigas de soporte correspondientes, primer ajuste de las tuercas. En algunos casos los pernos de suspensión se complementan con partes como pernos "U" y vigas complementarias para su ensamble con los componentes correspondientes del Caldero.
- Traslado al área de maniobras según la secuencia establecida de izamiento.

Las actividades de montaje son:

- Los pernos de suspensión se izan antes que cualquier otro componente del Caldero, excepto el Domo, por razones de interferencia.
- El izamiento se realiza con la grúa de 450 toneladas, siguiendo la secuencia desde el lado trasero hacia el lado frontal (lado del Domo) del Caldero.

- Apuntalado de las placas base a las vigas de soporte. Ajuste de las tuercas sobre las arandelas especiales.
- Debe verificarse estrictamente la orientación de las arandelas especiales mediante equipos de precisión para la apropiada restricción de las oscilaciones durante la operación del Caldero.
- Se sueldan las placas base sobre las vigas de soporte y las placas de tope a ambos lados de la arandela especial.
- El montaje de los pernos de suspensión se concluye mediante el ajuste definitivo de las tuercas, después que el componente del Caldero con el que ensamblan se encuentra fijo en su posición y nivel definitivos.
- Los fuelles de expansión se sueldan por la parte externa de la cubierta metálica del Techo del Caldero, la misma que se instala después de la Prueba Hidrostática.

3.2.2 Domo

El montaje del Domo constituye el primer hito de la Instalación de los subsistemas a presión del Caldero.

El izamiento se realiza por medio de una gata hidráulica suministrada por el Fabricante, la cual está provista de un sistema de levantamiento con una capacidad nominal de 200 toneladas que utiliza barras de acero acopladas mediante uniones roscadas.

El conjunto conformado por la gata hidráulica de 200 toneladas y el carro porta gata para traslado del Domo va montado sobre dos vigas riel soldadas en la

parte superior de la estructura del Caldero, las barras del sistema de levantamiento se ensamblan desde el nivel de la gata (50 metros sobre el piso) hasta el dispositivo (“pantalón”) para izamiento que se acopla al Domo mediante cables de acero de 56 mm de diámetro y 6500 mm de longitud.

Las actividades previas al montaje son:

- Verificación del estado de equipos y accesorios de maniobra.
- Marcación de ejes y elevaciones sobre el Domo y la estructura del Caldero.
- Fabricación del carro porta gata.
- Fabricación de la plataforma para la bomba hidráulica y tablero de control de la gata.
- Acondicionamiento de dos vigas riel de acero para el traslado del carro porta gata, de 900 mm de peralte y 13500 mm de longitud, suministradas por el Fabricante.
- Fabricación del dispositivo (“pantalón”) de acero para el izamiento, el cual va equipado con un rodamiento de rodillos cónicos para los giros de la carga.
- Fabricación del balancín para el izamiento de los pernos “U” del Domo.
- Montaje de las vigas riel.
- Montaje del carro porta gata sobre cuatro “tortugas” de 50 toneladas para el traslado de la carga y 4 tiffords de 3.5 toneladas como dispositivos de jalado y retenida.
- Montaje del tablero de control de la gata del sistema de levantamiento, conexiones eléctricas e hidráulicas.
- Ensamble de barras de la gata.

Las actividades de montaje son:

- Traslado del Domo al área de maniobras mediante el camión plataforma especial de 400 toneladas provisto para el caso, colocación del Domo en posición de izamiento.
- Ensamble del dispositivo de izamiento ("pantalón") y cables de acero.
- Armado de plataformas de andamios alrededor del Domo.
- Acondicionamiento de poleas y cables de acero para retenida.
- Primer izamiento y prueba de golpe ("tirón") del conjunto, observación de la deflexión en las vigas riel y carro porta gata.
- A una altura apropiada se colocan los pernos "U" y los balancines correspondientes para su izamiento con el Domo como un solo conjunto. Previamente se engrasa la superficie del Domo en contacto metálico con los pernos "U" para facilitar la maniobra descrita.
- Giro a 45° horario respecto al eje longitudinal de montaje del Domo, debido a que en esta posición no se producen interferencias con la estructura del Caldero durante toda la maniobra.
- Izamiento hasta la altura aproximada de montaje (43 m).
- Giro a 45° antihorario; en posición paralela al eje longitudinal del Domo se inicia el traslado hacia la posición final de montaje, dejando el conjunto temporalmente a 25 mm sobre el nivel de diseño.
- Posicionamiento final y exacto a 3 mm sobre el nivel de diseño.
- Instalación definitiva de los pernos "U" del Domo, ajuste de tuercas y soldadura de las placas de tope de las arandelas especiales. Las arandelas especiales son placas de acero que poseen una superficie curva, en el caso del Domo son dos placas *-dos pares para cada uno de los dos pernos "U"-*

cuyas superficies inferiores curvas se montan orientándolas perpendicularmente entre sí. Las superficies curvas permiten la oscilación del Domo durante la operación del Caldero, las placas de tope que se sueldan a la estructura limitan dicha oscilación en un plano perpendicular a su eje longitudinal.

- Fijación del Domo a la estructura del Caldero mediante perfiles de acero soldados a la misma. El Domo va provisto de placas de acero unidas a su superficie que permiten la soldadura sobre éstas de los dispositivos temporales (perfiles de acero) de fijación y los accesorios de la cubierta metálica exterior del Caldero, esto evita el efecto de la soldadura sobre dicha superficie de acero aleado del Domo.

3.2.3 Cabezales de vapor

Las actividades previas al montaje son:

- Instalación de dos vigas temporales para la fijación *-mediante elementos estructurales-* de los cabezales, las vigas se sueldan una a cada lado (izquierdo y derecho) de la estructura del Caldero.
- Transporte al área de maniobras.
- Colocación en posición de izamiento.
- Instalación de plataformas de andamios alrededor de los cabezales para seguridad del personal durante las maniobras de izamiento y desacople del gancho de la grúa, ya que el nivel de montaje de los mismos se encuentra a 39 metros sobre el piso.

- **Marcación de los ejes y elevaciones sobre las vigas temporales y sobre la superficie de los cabezales.**

Las actividades de montaje son:

- **El izamiento se realiza con la grúa de 450 toneladas.**
- **En el nivel de montaje, desde los accesos sobre las vigas temporales y sobre las plataformas alrededor de los cabezales, se procede a desacoplar el gancho de la grúa y se realizan las maniobras de retenida mediante cables de acero y tecles.**
- **Se ensamblan los cabezales con los pernos de suspensión mediante la colocación de los pasadores correspondientes.**
- **Retiro de las herramientas de retenida.**
- **El centrado, alineamiento y nivelación de los cabezales se realiza mediante la acción de tecles y cables de acero que actúan sobre las vigas temporales soldadas a la estructura del edificio y las vigas del techo del Caldero de soporte de los pernos de suspensión.**
- **Las verificaciones son continuas mientras se ejecutan las maniobras de aproximación a la posición definitiva.**
- **Los cabezales se fijan a 3 mm sobre el nivel de diseño mediante elementos de acero estructurales soldados a las vigas temporales. Los cabezales del Caldero poseen placas unidas a su superficie para la soldadura sobre éstas de los elementos temporales de fijación y los accesorios de la cubierta metálica exterior que se instalan después de la Prueba Hidrostática, esto evita el efecto de dicha soldadura sobre la superficie de acero aleado de los cabezales.**

3.2.4 Paneles superiores de las paredes del Horno

Los paneles superiores de las paredes Izquierda y Derecha del Horno son preensamblados en dos conjuntos separados, un primer conjunto correspondiente al Horno y un segundo conjunto correspondiente a la zona de transición entre el Horno y la Jaula, entre las pantallas Frontal y Trasera (Ver Cuadro No. 3.1).

El panel superior de la Pared Frontal es el primero de los paneles del Caldero en izarse después de las tuberías de interconexión del Horno y la Jaula, es el punto inicial de referencia para el mejoramiento continuo de las actividades diversas de izamiento y montaje de los demás paneles del Caldero.

El izamiento del panel superior de la Pared Frontal se realiza en cuatro etapas, debido al espacio disponible y las interferencias inevitables con las vigas de soporte de los pernos de suspensión del techo del Caldero.

Las paredes del Caldero poseen vigas de refuerzo (*buckstay*) que absorben los esfuerzos que tienden a flexionar dichas paredes como consecuencia de los cambios de presión producidos dentro del Horno y la Jaula durante la operación. Sin embargo, para las maniobras de giro (y/o volteo) de los paneles se requiere por seguridad, rigidez en la dirección longitudinal debido al peso y dimensiones de los mismos -a excepción de los segundos conjuntos de las paredes Izquierda y Derecha-, esto se logra con el montaje de vigas adicionales empernadas

temporalmente a los conjuntos preensamblados, con excepción de los paneles de las pantallas del Horno.

Las actividades previas al montaje son:

- Preensamble de los paneles.
- Fabricación de los balancines para izamiento.
- Habilitación y acondicionamiento de las vigas de rigidez longitudinal de los paneles durante las maniobras de giro.
- Marcación de los ejes y elevaciones de los cabezales de paneles, tanto en la estructura del Caldero como en los cabezales mismos.
- Ensamble empernado de las vigas de rigidez longitudinal de los paneles durante las maniobras de giro.
- Acondicionamiento de un camión plataforma y estructura de acero sobre el mismo para el apoyo de los paneles durante el transporte, esto sólo se aplica para los paneles de la Pared Frontal y los primeros conjuntos de las paredes Izquierda y Derecha del Horno.
- Maniobras de giro y posicionamiento de los paneles sobre el camión plataforma con las grúas de 220 y 60 toneladas.
- Transporte al área de maniobras.

El panel de la Pantalla Trasera del Horno se ensambla en una segunda etapa - *previa al montaje*- con la Pared Frontal de la Jaula para el izamiento de ambos como un solo conjunto, soldándose a los canales de refuerzo del primero las vigas utilizadas para la rigidez longitudinal durante las maniobras de giro de paneles.

Las actividades de montaje son:

- Con las grúas de 450 y 60 toneladas se realiza el posicionamiento vertical de los paneles.
- Con la grúa de 60 toneladas y el elevador mecánico (*manlift*) se desmontan las vigas empernadas de rigidez longitudinal durante las maniobras de giro. Se levanta el panel hasta el nivel de montaje.
- En el caso del panel superior de la Pared Frontal, el izamiento se realiza en cuatro etapas, las tres etapas intermedias consisten en trasladar el panel mediante la acción de dos tecles de 15 toneladas en coordinación con la grúa de 450 toneladas entre posiciones sucesivas; en cada etapa el gancho de la grúa va cambiando de posición entre las vigas del techo, en la última etapa la grúa de 450 toneladas aproxima al panel a su posición de montaje.
- En la posición y nivel aproximados de montaje se preparan las maniobras de retenida para desacoplar el gancho de la grúa de 450 toneladas: en el caso de los paneles de las paredes Izquierda y Derecha, para cada segundo conjunto se utilizan dos tecles de 5 toneladas, para cada primer conjunto se utilizan tres tecles, dos de 15 toneladas y un tercero de 10 toneladas, este último arreglo se aplica también para el panel superior de la Pared Frontal. En el caso del panel de la Pantalla Frontal del Horno se utilizan dos tecles de 5 toneladas.
- Ensamble de los pernos de suspensión con los paneles mediante la colocación de los pasadores correspondientes en los cabezales.
- Retiro de las herramientas de retenida.

- El centrado, alineamiento y nivelación de los paneles y cabezales se realiza mediante la acción de tecles, cables de acero y templadores de doble rosca, todos los cuales actúan entre las estructuras del edificio del Caldero y las vigas de refuerzo de los paneles (*buckstay*).
- Las verificaciones son continuas mientras se ejecutan las maniobras de aproximación a la posición definitiva.
- En la posición definitiva, se procede a la fijación temporal de los cabezales a la estructura del Caldero mediante perfiles de acero. Los cabezales del Caldero poseen placas unidas a su superficie para la soldadura sobre éstas de los elementos temporales de fijación y los accesorios de la cubierta metálica exterior que se instalan después de la Prueba Hidrostática, esto evita el efecto de dicha soldadura sobre la superficie de acero aleado de los cabezales.

Los paneles de las paredes Izquierda y Derecha (segundo conjunto), no se fijan hasta después del izamiento de los paneles de las pantallas Frontal y Trasera del Horno.

3.2.5 Paredes de la Jaula

A diferencia del Horno, todas las paredes de la Jaula están conformadas por un solo conjunto preensamblado (panel).

La Pared Frontal y el panel de la Pantalla Trasera del Horno luego de su preensamble pasan a una segunda etapa previa al montaje, es decir, el ensamble de ambos conformando un solo conjunto.

Las actividades previas al montaje son:

- Preensamble de los paneles.
- Fabricación de los balancines para izamiento.
- Para el conjunto conformado por la Pared Frontal de la Jaula y Pantalla Trasera del Horno se fabrica el balancín correspondiente y los soportes requeridos para la inmovilización de sus cabezales durante las maniobras de giro e izamiento. Para el giro del conjunto se sueldan las vigas de rigidez longitudinal *-utilizadas para los paneles del lado del Homo-* a los canales de refuerzo del panel de la Pantalla Trasera.
- Soldadura de cuatro “orejas” en el lado exterior de la Pared Trasera (panel) para las maniobras de giro e izamiento.
- Acondicionamiento del camión plataforma y estructura de acero sobre el mismo para el apoyo de los paneles durante el transporte.
- Marcación de los ejes y elevaciones de los cabezales de paneles, tanto en la estructura del Caldero como en los cabezales mismos.
- Ensamble empernado de las vigas de rigidez longitudinal de los paneles durante las maniobras de giro.
- Maniobras de giro y posicionamiento de los paneles sobre el camión plataforma con las grúas de 220 y 60 toneladas.
- Transporte al área de maniobras.

Las actividades de montaje son:

- El posicionamiento vertical de los paneles se realiza con las grúas de 450 y 60 toneladas.
- Con la grúa de 60 toneladas y el elevador mecánico (*manlift*) se desmontan las vigas empernadas de rigidez longitudinal durante las maniobras de giro, para el caso del conjunto conformado por la Pared Frontal y la Pantalla Trasera del Horno, estas vigas se retiran mediante corte oxiacetilénico. Se levanta el panel hasta el nivel de montaje.
- En el nivel aproximado de montaje se preparan las maniobras de retenida para desacoplar el gancho de la grúa de 450 toneladas; se utilizan dos tecles de 10 toneladas para las paredes Izquierda y Derecha y tres de 10 toneladas para la Pared Trasera. En el caso del conjunto conformado por la Pared Frontal de la Jaula y la Pantalla Trasera del Horno se utilizan también tres tecles de 10 toneladas.
- Ensamble de los pernos de suspensión con los paneles mediante la colocación de los pasadores correspondientes en los cabezales.
- Retiro de las herramientas de retenida.
- El centrado, alineamiento y nivelación de los paneles y cabezales se realiza mediante la acción de tecles, cables de acero y templadores de doble rosca, todos los cuales actúan entre las estructuras del edificio del Caldero y las vigas de refuerzo de los paneles (*buckstay*).
- Las verificaciones son continuas mientras se ejecutan las maniobras de aproximación a la posición definitiva.
- En la posición definitiva se procede a la fijación temporal de los cabezales de las paredes Derecha y Trasera a la estructura del Caldero mediante elementos de acero estructurales. Los cabezales del Caldero poseen placas unidas a su superficie para la soldadura sobre éstas de los elementos

temporales de fijación y los accesorios de la cubierta metálica exterior que se instalan después de la Prueba Hidrostática, esto evita el efecto de dicha soldadura sobre la superficie de acero aleado de los cabezales.

El cabezal inferior de la Pared Izquierda se retira "hacia fuera" *-el centro de giro es la unión entre el cabezal superior y los pernos de suspensión-*, esto genera la inclinación de dicha Pared, la cual queda retenida en tal posición para permitir el izamiento de los serpentines al interior de la Jaula.

3.2.6 Paneles intermedios de las paredes del Horno

Los paneles considerados en esta sección se instalan sin fase previa de preensamble.

El acondicionamiento de los paneles antes del izamiento *-que consiste en una primera etapa de limpieza mecánica de los biseles exteriores e interiores de los extremos de tubos y una segunda etapa de limpieza interior con aire a presión-*, se realiza debido a que las tapas de plástico y cinta adhesiva con las que llegan protegidos dichos extremos de tubos no evitan la formación de óxido sobre la superficie de los biseles ni el ingreso de partículas extrañas al interior de los tubos durante las etapas de transporte hasta su llegada a obra. Las tapas se vuelven a colocar con cinta adhesiva luego de realizados dichos trabajos de acondicionamiento.

El objetivo de realizar el acondicionamiento de los paneles como actividad previa al izamiento es reducir los tiempos de montaje definitivo y soldadura, por la comodidad y rapidez de las actividades al nivel de piso.

3.2.6.1 Panel de Piso entre pantallas del Horno

Las actividades de montaje son:

- Con la grúa de 10 toneladas del techo del Caldero y el balancín - *previamente fabricado*- acoplado a dos de los cuatro puntos de izamiento (“orejas”), se levanta el panel en posición vertical hasta una altura desde la cual se realizan las maniobras de giro del panel -*hasta una posición paralela a la de montaje*- mediante cables de acero y tecles que actúan sobre los otros dos puntos de izamiento.
- Una vez girado, se aproxima el panel hasta su posición de montaje, luego se desacopla el gancho de la grúa de 10 toneladas del techo del Caldero y balancín, reemplazándolo por templadores de doble rosca y cables de acero. Los tecles de la maniobra de giro también se reemplazan por templadores y cables de acero.
- El alineamiento de este panel se inicia después que se fijan en su posición y nivel definitivos todos los componentes que se ensamblan con él, es decir, el cabezal y panel de la Pantalla Trasera del Horno y los paneles de la Nariz, los cuales a su vez se ensamblan con el panel de la Pantalla Frontal del Horno.

- Las aproximaciones se realizan con el uso de los templadores, el desalineamiento de las juntas de tubos entre paneles se corrige con el uso de tecles.

3.2.6.2 Paneles de la Nariz del Horno

Las actividades de montaje son:

- Estos paneles se izan uno tras otro con la grúa de 10 toneladas del techo del Caldero y el balancín fabricado para tal izamiento.
- A la altura de montaje se acondicionan los cables de acero y tecles para las maniobras de giro (hacia posición vertical) y aproximación de los paneles a su posición.
- En la posición de montaje se acoplan los espárragos *-cuatro por panel, de 25 mm (1") de diámetro-* de unión temporal entre estos tres paneles y el panel de la Pantalla Frontal del Horno, luego se desacopla el gancho de la grúa, reemplazándolo por templadores de doble rosca y cables de acero. Los tecles utilizados para el giro (hacia posición vertical) se reemplazan también por templadores.
- Para la ejecución de las actividades de alineamiento de estos paneles se acondicionan perfiles metálicos *-sujetos a la superficie inclinada de los mismos-* como soporte de las plataformas de andamios para la soldadura de las juntas de tubos y membranas. Los perfiles metálicos se izan conjuntamente con los paneles.
- El alineamiento se inicia después que se fijan en su posición y nivel definitivos el cabezal y panel de la Pantalla Frontal del Horno.

- Los espárragos de unión temporal se retiran después de terminada la soldadura de todas las juntas de tubos.
- Las aproximaciones se realizan con el uso de templadores, el desalineamiento de las juntas de tubos entre paneles se corrige con el uso de tecles.

3.2.6.3 Paredes Izquierda y Derecha del Horno

Las actividades de montaje son:

- A cada uno de estos seis paneles se sueldan cuatro “orejas” para el izamiento, dos para el acople del balancín y dos para la maniobra de giro, todas las “orejas” se sueldan en el lado del panel que va hacia el interior del Horno.
- Para la soldadura de la semicircunferencia de las juntas de tubos y membranas desde el interior del Horno se fabrican marcos metálicos *-dos por panel-* para el soporte de las plataformas de andamios, estos marcos se acoplan al panel correspondiente antes del izamiento.
- Las maniobras de izamiento y giro se realizan con los dos ganchos de la grúa de 60 toneladas.
- En la posición de montaje se acoplan los espárragos de unión temporal entre éstos y los paneles superiores del Horno, son cuatro espárragos de 25 mm (1”) de diámetro por cada panel, lo que equivale a doce de los mismos para cada una de las paredes Izquierda y Derecha del Horno.

- El alineamiento de los paneles intermedios se inicia después que se fijan en su posición y nivel definitivos todos los paneles superiores de las paredes del Horno.
- Las aproximaciones se realizan con el uso de templadores. El desalineamiento de las juntas de tubos entre paneles se corrige, si es necesario, con el corte de las membranas que dificultan tal alineamiento y el uso de tecles.
- Los espárragos de unión temporal se retiran después de terminada la soldadura de todas las juntas de tubos.

3.2.6.4 Paredes Frontal y Trasera del Horno

Las características de las etapas de izamiento y montaje de estos paneles son similares a las correspondientes a los paneles de las paredes laterales del Horno (Cf 3.2.6.3), la diferencia está en que a estos paneles frontales y traseros se sueldan los soportes de la plataforma base del andamiaje interior del Horno.

La importancia de la instalación del andamiaje interior del Horno como parte del Programa de Montaje del Caldero, radica en que este andamiaje es necesario para la ejecución de la soldadura de la semicircunferencia interior de todas las juntas de unión entre los paneles intermedios e inferiores de las paredes del Horno, la soldadura interior completa de las membranas de todas las paredes del Caldero, la remoción de todos los accesorios temporales soldados a las partes a presión, la inspección de las juntas antes y durante la Prueba Hidrostática, la instalación del material refractario en las zonas

alrededor de los quemadores y escotillas de inspección del Horno y la Jaula y por último, la calibración de los sopladores de hollín y quemadores antes del arranque del Caldero.

Las actividades de montaje son:

- El criterio y cantidad de “orejas” soldadas a estos paneles son los mismos que para los de las paredes Izquierda y Derecha del Horno.
- Para la soldadura de la semicircunferencia de las juntas de tubos desde el interior del Horno se fabrican marcos metálicos para el soporte de las plataformas de andamios, estos marcos se acoplan al panel correspondiente antes del izamiento. El número de paneles es de cuatro por cada pared, sin embargo, los paneles a ambos extremos en cada una de estas paredes son angostos y se les acopla un solo marco, por lo tanto se tienen seis marcos metálicos para cada una de ambas paredes Frontal y Trasera del Horno
- Las maniobras de izamiento y giro se realizan con los dos ganchos de la grúa de 60 toneladas.
- En la posición de montaje se acoplan los espárragos de unión temporal entre éstos y los paneles superiores del Horno, son cuatro espárragos de 25 mm (1”) de diámetro por cada panel, lo que equivale a dieciséis de los mismos para cada una de las paredes Frontal y Trasera del Horno.
- El alineamiento de los paneles intermedios se inicia después que se fijan en su posición y nivel definitivos todos los paneles superiores de las paredes del Horno, en el caso de los paneles de la Pared Trasera son los

paneles de la Nariz ensamblados a su vez con el panel de la Pantalla Frontal.

- Las aproximaciones se realizan con el uso de templadores. El desalineamiento de las juntas de tubos entre paneles se corrige, si es necesario, con el corte de las membranas que dificultan tal alineamiento y el uso de tecles.
- Los espárragos de unión temporal se retiran después de terminada la soldadura de todas las juntas de tubos.

3.2.7 Paneles inferiores de las paredes del Horno

Los paneles frontal y trasero de la Tolva así como los paneles inferiores de las paredes Izquierda y Derecha del Horno, en forma similar a los paneles superiores de las paredes, pasan por una etapa previa de preensamble.

Las actividades de montaje son:

- Los paneles de las paredes Izquierda y Derecha se izan con el balancín correspondiente acoplado al gancho de la grúa de 60 toneladas, para la maniobra de giro se utiliza el gancho auxiliar de la misma. La utilización de esta grúa es posible debido a que no existe interferencia alguna para la extensión del brazo telescópico de la misma durante las maniobras. En la posición de montaje se acoplan los espárragos de unión temporal entre éstos y los paneles intermedios, son doce espárragos de 25 mm (1") de diámetro para cada una de las paredes Izquierda y Derecha del Horno.

- Los paneles de la Tolva del Horno se posicionan en el piso, con la grúa de 60 toneladas se realiza una primera etapa de izamiento hasta una altura que permite el acoplamiento de cuatro tecles (dos de 15 toneladas y dos de 10 toneladas) para cada caso, luego se desacopla el gancho de la misma. Las maniobras de aproximación de los paneles se realizan operando los tecles, dos desde la estructura del edificio del Caldero y dos desde la plataforma base del andamiaje interior del Horno, previamente instalada y soldada. En la posición de montaje, se acoplan los espárragos de unión temporal entre éstos y los paneles intermedios, son dieciséis espárragos de 25 mm (1") de diámetro para cada uno de los paneles frontal y trasero de la Tolva del Horno.
- El alineamiento de los paneles inferiores se inicia después que se fijan en su posición y nivel definitivos todos los paneles intermedios de las paredes del Horno.
- Las aproximaciones de los paneles de las paredes Izquierda y Derecha se realizan con el uso de templadores de doble rosca accionados desde la estructura del edificio del Caldero, en el caso de los paneles de la Tolva las aproximaciones se realizan con el uso de los cuatro tecles que los sostienen.
- Los tecles se retiran después que la soldadura de las vigas de refuerzo (*buckstay*) de conexión entre las paredes laterales y la Tolva se encuentra completamente terminada. El desalineamiento de las juntas de tubos entre paneles para todos los casos se corrige, si es necesario, con el corte de las membranas que dificultan tal alineamiento y el uso de tecles.
- Los espárragos de unión temporal se retiran después de terminada la soldadura de todas las juntas de tubos.

3.2.8 Techo

3.2.8.1 Techo del Horno

Las actividades de montaje son:

- El izamiento de los paneles (y tubos) se realiza siguiendo la secuencia desde el lado derecho hacia el lado izquierdo del Caldero, intercalando los serpentines del Sobrecalentador Secundario (1) entre paneles, de esta manera se evitan interferencias. Los tubos, después de la limpieza de biseles e interior con aire a presión se sujetan en grupos mediante cables de acero sobre el panel con el que ensamblan, de manera que el izamiento se realiza en conjunto.
- El izamiento se realiza con la grúa de 10 toneladas del techo del Caldero, los paneles y tubos como conjuntos se dejan suspendidos mediante cables de acero a una distancia aproximada de 200 mm debajo de su nivel de montaje para permitir las maniobras de alineamiento de los serpentines del Sobrecalentador Secundario (1) (Cf 3.2.10.2).
- La aproximación de los paneles hasta el nivel definitivo de montaje se inicia después que todos los serpentines del Sobrecalentador Secundario (1) y cabezales intermedios del mismo se encuentran soldados y ensamblados con los pernos de suspensión correspondientes.
- El alineamiento de los paneles se inicia después que se fija en su posición y nivel definitivos el cabezal de entrada al Techo del Horno. Los paneles se ensamblan con los pernos de suspensión correspondientes.

- Las aproximaciones y alineamiento de las juntas de tubos en el lado de la unión de los paneles con el cabezal de entrada al Techo del Horno se realizan de manera tal que las herramientas aplicadas no produzcan movimiento alguno de dicho cabezal, el mismo que ya se encuentra fijo, el desalineamiento de las juntas de tubos se corrige, si es necesario, con el corte de las membranas que dificultan tal alineamiento y el uso de tecles.
- El alineamiento de los tubos del Techo se inicia después que se fijan en su posición y nivel definitivos los paneles del Techo del Horno y el cabezal de salida del mismo, este último es el cabezal superior de la Pared Frontal de la Jaula.

3.2.8.2 Techo de la Jaula

Las actividades de montaje son:

- Las maniobras de izamiento de los serpentines del interior de la Jaula y Economizador se realizan mediante el uso de un winche y cables de acero cuyas líneas de acción atraviesan los paneles del Techo de la Jaula, debido a ello se retiran mediante corte (oxiacetilénico o por disco) ciertos sectores de membrana *-entre los tubos y a todo lo ancho de dichos paneles-* antes del izamiento. Estos elementos se identifican y se reinstalan mediante soldadura después de terminadas todas las maniobras de izamiento de los componentes de la zona de la Jaula del Caldero.
- El izamiento se realiza con la grúa de 450 toneladas, después de nivelar y sujetar los paneles mediante cables de acero y tecles al cabezal de salida

del Sobrecalentador Primario que conforma un conjunto preensamblado con los tubos ascendentes desde los serpentines del mismo (Cf 3.2.10.1).

- A la altura de montaje se aproxima el conjunto para el ensamble de los pasadores de los pernos de suspensión del cabezal de salida del Sobrecalentador Primario, luego se desacopla el gancho de la grúa de 450 toneladas.
- Los paneles permanecen en tal condición hasta el momento del alineamiento correspondiente.
- El alineamiento de los paneles se inicia después que se fijan en su posición y nivel definitivos el cabezal de salida del Techo del Horno (conjunto Pared Frontal de la Jaula) y la Pared Trasera de la Jaula.
- Las aproximaciones en ambos extremos de unión de los paneles se realizan de manera tal que las herramientas aplicadas no produzcan movimiento alguno de los componentes que ya se encuentran en su posición definitiva, el desalineamiento de las juntas de tubos se corrige, si es necesario, con el corte de las membranas que dificultan tal alineamiento y el uso de tecles.
- Después que las uniones de estos paneles se encuentran apropiadamente alineadas y soldadas, se pueden iniciar las maniobras de izamiento de los serpentines del interior de la Jaula.

3.2.9 Tuberías de interconexión

3.2.9.1 Sobrecalentador y Recalentador

Los tramos o piezas de tubería llegan a obra prefabricados, en esta etapa de montaje se alinean y sueldan con los cabezales correspondientes, después que éstos se fijan en su posición y nivel definitivos.

Las actividades previas al montaje son:

- Verificación de los códigos de las piezas antes del transporte al área de maniobras.
- Preparación de los cables de acero para la suspensión temporal de los tubos.
- Limpieza del interior de los tramos de tubería con aire a presión, colocación de las tapas de protección de los extremos.

Las actividades de montaje son:

- El izamiento de las piezas se realiza con la grúa de 450 toneladas.
- Las piezas se izan hasta una altura aproximada de un metro sobre su nivel definitivo y se realizan las maniobras de suspensión temporal mediante cables de acero.
- Los extremos de las piezas permanecen con las tapas de protección durante todas las maniobras, hasta la etapa de alineamiento.
- Después que los cabezales con los que deben soldarse los tramos se fijan en su posición y nivel definitivos, se procede a las maniobras de aproximación y alineamiento.
- Antes del alineamiento de las juntas con los cabezales, los fuelles de expansión se insertan abrazando a la tubería que se encuentra

aproximada a su posición y se protegen contra chispas y golpes (los fuelles se sueldan posteriormente a la cubierta metálica del Caldero), luego se procede a la limpieza mecánica de los biseles interiores y exteriores de los extremos de los tramos de tubería y cabezales.

- Tienen prioridad de alineamiento las juntas entre los tramos de tubería y los cabezales, cualquier desalineamiento en las juntas entre tramos a través del recorrido de la tubería se resuelve sin comprometer a las primeras.
- Instalación de los soportes de suspensión de las tuberías, la verificación de los soportes provistos de resorte calibrado se realiza en cada caso después del retiro del pasador de bloqueo, antes del arranque del Caldero.

3.2.9.2 Horno, Jaula y tuberías de vapor saturado

Los tubos que pasan por la etapa previa de conformación de bloques preensamblados se definen según la configuración de las tuberías de interconexión sobre el Techo del Caldero.

El criterio asumido para la definición de los bloques considera que en el momento del ensamble de los tubos con los cabezales correspondientes, dichos bloques permitirán realizar las maniobras de montaje sin interferencias entre los mismos tubos, los elementos estructurales que conforman los bloques y los pernos de suspensión que ya se encuentran instalados.

Se preensamblan siete bloques de tubos, cinco para el Horno y dos para la Jaula.

En el sector del Horno, los tubos que completan el sistema de tuberías se izan individualmente, así como las tuberías de vapor saturado.

Antes del izamiento y/o ensamble de los bloques se procede a la limpieza del interior de los tubos con aire a presión.

Las actividades de montaje son:

- Posicionamiento de los bloques sobre el camión plataforma (y/o “cama baja”) para el izamiento.
- El izamiento se realiza con la grúa de 450 toneladas.
- Los bloques se levantan hasta una altura sobre el nivel de montaje de los tubos (6 a 8 m) tal que permite realizar sin interferencia las actividades de alineamiento, fijación y soldadura de los paneles superiores, cabezales y serpentines del Sobrecalentador Secundario sobre el Techo del Caldero.
- Los bloques quedan suspendidos temporalmente mediante cables de acero.
- Todos los tubos que se izan individualmente en secuencia de un lado hacia el otro del Caldero quedan suspendidos temporalmente mediante cables de acero.
- Los extremos de los tubos permanecen con las tapas de protección durante todas las maniobras, hasta el momento del alineamiento correspondiente.

- El montaje de los tubos de interconexión sobre el Techo del Caldero se inicia después que los cabezales superiores de las paredes del Horno o la Jaula se fijan en su posición y nivel definitivos.
- Las estructuras que conforman los bloques se retiran mediante corte oxiacetilénico.
- Antes del alineamiento se procede a la limpieza mecánica de los biseles interiores y exteriores de los extremos de tubos.
- Los desalineamientos en las tuberías se corrigen mediante el uso de herramientas como tecles, en casos extremos se aplica el proceso de alineamiento por calentamiento en los tramos curvos con equipos de gas propano y la acción de tecles.
- Se instalan los soportes de suspensión de las tuberías. La holgura entre tubos y elementos estructurales de los soportes debe mantenerse como máximo en 3 mm (1/8"). Algunos soportes de las tuberías de interconexión del lado del Horno son estructuras con arreglos para más de una línea, por lo tanto para la obtención de holguras uniformes en dichos soportes el desalineamiento de los tubos se corrige, si es necesario, mediante el proceso de alineamiento por calentamiento con equipos de gas propano y la acción de tecles.

3.2.9.3 Tuberías descendentes

Cada tubería descendente se conforma de dos partes para su instalación, un tramo de tubería que se iza directamente (inferior) y un conjunto (superior) que es preensamblado a partir de otros dos tramos de la misma.

Los dos conjuntos preensamblados (uno para cada lado del Caldero), se transportan suspendidos del gancho de la grúa de 220 toneladas desde el área de preensamble hasta el área de maniobras.

Las actividades de montaje son:

- Cada conjunto preensamblado se iza con la grúa de 450 toneladas hasta una altura aproximada de un metro por debajo de la unión con el Domo.
- Las maniobras de retenida para desacoplar el gancho de la grúa y posteriormente para la aproximación y alineamiento de las juntas se realizan mediante la acción de dos tecles de 15 toneladas en cada caso.
- En todo momento los extremos de los tramos de tubería permanecen tapados por seguridad y limpieza interior de los mismos.
- Los tramos inferiores de tubería izados directamente se dejan suspendidos mediante cables de acero, quedando en esa condición hasta el momento del alineamiento con el conjunto superior.
- Antes del alineamiento de las juntas se limpian mecánicamente los biseles interiores y exteriores de los extremos, el alineamiento de las juntas con el Domo se inicia después que éste se encuentra fijo en su posición y nivel establecidos de montaje.
- Las aproximaciones se realizan operando los tecles de 15 toneladas, estos tecles se retiran después de instalarse los soportes definitivos de la tubería descendente, el hecho de encontrarse las juntas completamente soldadas no es indicativo para que se retiren dichos tecles.
- El tramo inferior de cada tubería descendente se alinea y suelda después que la junta con el Domo se encuentra completamente terminada.

- Aprobada una junta, se suelda el tapón correspondiente del orificio previsto para el ingreso de la fuente de radiación durante las pruebas de radiografía (gammagrafía).

3.2.9.4 Tuberías de suministro del Horno

Estos tramos de tubería llegan a obra prefabricados, el izamiento se realiza con el uso de un camión grúa, los tramos se van colocando en secuencia según el recorrido de las líneas de tubería, retenidos mediante cables de acero.

Las actividades de montaje son:

- Antes del izamiento, el interior de los tramos de tubería se limpia con aire a presión, la limpieza mecánica de los biseles interiores y exteriores de los extremos se realiza en la etapa de alineamiento de las juntas.
- El alineamiento de las juntas de tubería se inicia después que se fijan en su posición y nivel definitivos todos los cabezales inferiores de las paredes del Horno y las tuberías descendentes. Se requiere de la instalación de plataformas de andamios que se levantan desde el piso para la ejecución de los trabajos.
- Para cada línea de tubería, se alinean primero las juntas de los extremos, es decir, las juntas correspondientes a la unión con los cabezales inferiores de las paredes del Horno y el múltiple de la tubería descendente a cada lado del Caldero.

- Debe procurarse en todo momento el paralelismo entre las tuberías, la holgura entre tubos y elementos estructurales de los soportes debe mantenerse como máximo en 3mm (1/8"), por lo tanto cualquier desalineamiento se corrige, si es necesario, mediante el proceso de alineamiento por calentamiento de los tubos con equipos de gas propano y la acción de tecles.

3.2.9.5 Tuberías de salida del Economizador

Los tramos llegan a obra prefabricados, debido a la configuración de estas tuberías, el izamiento de los tramos mediante la grúa de 450 toneladas se realiza antes que el de las paredes del Horno y la Jaula. Las piezas quedan apoyadas sobre las plataformas de la estructura del Caldero o suspendidas mediante cables de acero hasta el momento del alineamiento de las juntas.

Antes del izamiento se procede a la limpieza interior de los tramos de tubería con aire a presión, la limpieza mecánica de los biseles se realiza en la etapa de alineamiento de las juntas.

Las actividades de montaje son:

- El proceso de alineamiento de las juntas se inicia después que el Domo se encuentra fijo en su posición y nivel definitivos, las primeras juntas son las correspondientes a la conexión de estas tuberías (una a cada lado) con aquel. Los tramos siguientes se alinean, sueldan y fijan mediante los soportes correspondientes.

- Los fuelles de expansión que poseen estas tuberías se insertan - *abrazando a éstas y protegidos contra chispas y golpes*- antes de realizarse las juntas de unión con el Domo y el cabezal de salida del Economizador. Los fuelles de expansión se sueldan posteriormente a la cubierta metálica del Caldero.
- El tramo correspondiente a la unión de las tuberías con el cabezal de salida del Economizador se instala después que dicho cabezal se encuentra fijo en su posición y nivel definitivos (Cf 3.2.12).

3.2.10 Sobrecalentador

3.2.10.1 Sobrecalentador Primario

Las actividades previas al montaje son:

- Preensamble del conjunto conformado por el cabezal de salida y los tubos ascendentes desde los serpentines.
- Fabricación de los balancines para izamiento de los serpentines.
- Transporte al área de maniobras sobre el camión plataforma.
- En el caso de los serpentines y tubos tirantes, se limpian mecánicamente los biseles interiores y exteriores de los extremos y se aplica aire a presión al interior de los mismos antes del izamiento, las tapas de protección se mantienen instaladas hasta la etapa de alineamiento.
- Preparación de las maniobras y acondicionamiento de los equipos para el izamiento de serpentines y tubos tirantes, tales como el winche de 5 toneladas, poleas y cables de acero.

El cabezal superior de los tubos tirantes se retira de su posición de montaje conjuntamente con los pernos de suspensión correspondientes y la viga que los soporta para no interferir con las maniobras de izamiento *-la acción sobre los componentes del Techo de la Jaula, es el corte de sectores de membrana entre los tubos de los mismos (Cf 3.2.8.2)-*, estos componentes se colocan temporalmente a un costado de su posición de montaje, sobre las vigas superiores de la estructura del Caldero.

Las actividades de montaje son:

- Maniobra de giro con la grúa de 450 toneladas hasta la posición vertical del conjunto preensamblado conformado por el cabezal de salida y los tubos ascendentes desde los serpentines.
- Se sujetan los paneles del Techo de la Jaula mediante cables de acero y tecles al cabezal de salida para el izamiento simultáneo (Cf 3.2.8.2).
- Izamiento de todo el conjunto así conformado.
- Se realizan las maniobras de retenida para desacoplar el gancho de la grúa de 450 toneladas, mediante tecles y cables de acero.
- Ensamble de los pasadores de los pernos de suspensión correspondientes al cabezal de salida.
- El izamiento de los serpentines y tubos tirantes se realiza alternada y conjuntamente con los serpentines del Recalentador Primario (Cf 3.2.11.1), iniciando las maniobras por el lado derecho del Caldero.
- Las maniobras se realizan conjuntamente con el winche de 5 toneladas acondicionado previamente y la grúa de 10 toneladas del techo del

Caldero, la cual levanta la polea superior de la maniobra para cada componente que se va izando.

- La disposición de montaje de estos componentes es tal que a medida que se van izando se van entramando entre sí con los tubos tirantes.
- Los serpentines se soportan mediante cartelas soldadas en las paredes Frontal y Trasera de la Jaula, los tubos tirantes van quedando retenidos por seguridad mediante cables de acero.
- El soporte de los serpentines sobre las cartelas de las paredes de la Jaula es de apoyo simple, debe tenerse extremo cuidado durante todas las maniobras de izamiento, ya que cualquier golpe puede sacarlos de su sitio y originar su caída.
- El desacople del balancín de izamiento se realiza con el uso del elevador mecánico (*manlift*).
- Los tubos tirantes constan de dos tramos, los correspondientes al primer tramo se izan alternada y conjuntamente con los serpentines quedando entramados con los mismos y temporalmente retenidos por seguridad mediante cables de acero, los correspondientes al segundo tramo se colocan sobre el banco de serpentines del Sobrecalentador Primario para su posterior montaje, éstos se ensamblan posteriormente con el cabezal superior removido de su posición debido a la interferencia con las maniobras de izamiento.
- El conjunto conformado por el cabezal de salida y los tubos ascendentes desde los serpentines queda en su posición final con la fijación de dicho cabezal mediante la soldadura de perfiles estructurales a las placas sobre su superficie.

- El alineamiento de las juntas de los serpentines se inicia después del izamiento completo de los componentes del Economizador. Las aproximaciones para el alineamiento de las juntas son menos complicadas por la ausencia de membranas, sin embargo, no se evita el uso de tecles o cuñas.
- Los tubos tirantes se ensamblan después del izamiento de los componentes del Economizador. El cabezal inferior de los tubos tirantes cuyo izamiento antecede al de dichos componentes, queda temporalmente retenido mediante cables de acero debajo del banco de serpentines del Recalentador Primario.
- Después del izamiento completo de los componentes del Economizador, los dos cabezales de los tubos tirantes se trasladan hacia su posición definitiva y se inicia el alineamiento de las juntas.

3.2.10.2 Sobrecalentador Secundario

Las actividades previas al montaje son:

- Preensamble de los 16 conjuntos.
- Fabricación de los balancines para izamiento y acondicionamiento de accesorios como cables de acero, etc.
- Limpieza mecánica de los biseles interiores y exteriores de los serpentines, limpieza del interior de los serpentines con aire a presión.
- Transporte al área de maniobras sobre el camión plataforma (y/o "cama baja").

Las actividades de montaje son:

- Izamiento de los serpentines (1) mediante la grúa de 10 toneladas del techo, en secuencia desde el lado derecho hacia el lado izquierdo del Caldero alternada y conjuntamente con los paneles del Techo del Horno.
- Izamiento de los serpentines (2).
- Maniobras de retenida mediante tecles y cables de acero para desacoplar el gancho de la grúa en todos los casos.
- Ensamble de los pasadores de los pernos de suspensión en los cabezales correspondientes.
- Se alinean y sueldan las juntas de los cabezales de los serpentines (1) con el cabezal de entrada al Sobrecalentador Secundario, luego se procede con las juntas de los cabezales intermedios y serpentines (2).

Las maniobras de ensamble, alineamiento y soldadura de los serpentines (1) y cabezales intermedios se realizan sin la necesidad de instalar plataformas de andamios, los paneles del Techo del Horno ubicados a 200 mm debajo de su nivel definitivo conforman dicha plataforma temporal (Cf 3.2.8.1). Los trabajos de ensamble entre los serpentines (2) y el cabezal de salida del Sobrecalentador Secundario se ejecuta en una etapa posterior, después que los tubos del Techo del Horno se encuentran soldados, éstos conforman la plataforma para la ejecución de dichos trabajos.

3.2.11 Recalentador

3.2.11.1 Recalentador Primario

Las actividades previas al montaje son:

- Fabricación de los balancines para izamiento de los serpentines.
- Acondicionamiento del winche, cables de acero y poleas para las maniobras de izamiento.
- Limpieza mecánica de los biseles interiores y exteriores de los niples de cabezales y extremos de los serpentines, limpieza interior de los serpentines y cabezales con aire a presión.

Las actividades de montaje son:

- El izamiento se realiza alternada y conjuntamente con los serpentines y los tubos tirantes del Sobrecalentador Primario (Cf 3.2.10.1), iniciando las maniobras por el lado derecho del Caldero.
- Las maniobras se realizan con el winche de 5 toneladas acondicionado previamente y la grúa de 10 toneladas del techo del Caldero, la cual levanta la polea superior de la maniobra para cada componente que se va izando.
- Igual que para el caso del Sobrecalentador, la disposición de montaje de estos componentes es tal que a medida que se van izando se van entramando entre sí con los tubos tirantes.
- Los serpentines se soportan mediante cartelas soldadas en las paredes Frontal y Trasera de la Jaula, los tubos tirantes van quedando retenidos por seguridad mediante cables de acero.

- El desacople del balancín se realiza con el uso del elevador mecánico (*manlift*).
- El soporte de los serpentines sobre las cartelas de las paredes de la Jaula es de apoyo simple, debe tenerse extremo cuidado durante todo el izamiento, ya que cualquier golpe puede sacarlos de su sitio y originar su caída.
- Para el montaje del cabezal de salida se fabrica una estructura que se instala sobre el banco de serpentines, sobre esta estructura se montan polines previstos para la maniobra de deslizamiento de dicho cabezal hacia el interior de la Jaula. El cabezal es izado con la grúa de 10 toneladas del techo del Caldero e introducido dentro de la Jaula a través de una ventana dejada en la Pared Izquierda de la misma, esta última maniobra se realiza mediante la acción de un tirford de 3 toneladas que produce el deslizamiento del cabezal sobre los polines. El cabezal de entrada se iza antes que los componentes del Economizador, quedando retenido debajo del banco de serpentines mediante cables de acero hasta después que terminan todas las maniobras.
- Los cabezales se aproximan a su posición definitiva después del izamiento completo de los componentes del Economizador.
- El alineamiento de las juntas de los serpentines se inicia después que se fijan todas las paredes de la Jaula en su posición y nivel definitivos, luego del izamiento de todos los componentes del Economizador. Las aproximaciones para el alineamiento de las juntas son menos complicadas por la ausencia de membranas, sin embargo, no se evita el uso de tecles o cuñas.

3.2.11.2 Recalentador Secundario

Las actividades previas al montaje son:

- Fabricación de los accesorios de acero para la suspensión temporal de los serpentines.
- Limpieza mecánica de los biseles interiores y exteriores de los extremos de los serpentines y limpieza del interior con aire a presión.

Las actividades de montaje son:

- El izamiento se realiza después del correspondiente a todos los serpentines del Sobrecalentador Secundario mediante la grúa de 10 toneladas del techo, desde el lado derecho hacia el lado izquierdo del Caldero.
- Para desacoplar el gancho de la grúa en el nivel de montaje, se ensamblan los accesorios de acero fabricados para la suspensión temporal de los serpentines, los cuales consisten en pernos "U" que abrazan al cabezal de entrada y platinas para la sujeción emperrada de dichos serpentines, éstos quedan adicionalmente retenidos mediante cables de acero para evitar que el cabezal de entrada *-que se encuentra en su posición y nivel definitivos-* soporte todo el peso de los mismos.
- Un segundo componente de cada uno de estos serpentines consiste en un sector adicional conformado por tubos en forma de "L" que se ensamblan con el cabezal de salida, estos componentes se izan después de los serpentines del interior de la Jaula y se colocan temporalmente sobre el

banco de Serpentes del Sobrecalentador Primario, hasta el momento de su instalación.

- El alineamiento de los serpentines se inicia después que se fija el cabezal del Recalentador Secundario en su posición y nivel definitivos, así también, después que se fijan firmemente mediante soldadura todos los tubos del Techo del Horno en sus dos extremos, éstos conforman una plataforma para la ejecución de tal alineamiento.
- Las aproximaciones para el alineamiento de las juntas son menos complicadas por la ausencia de membranas, sin embargo, no se evita el uso de tecles o cuñas.

3.2.12 Economizador

Las actividades previas al montaje son:

- Acondicionamiento del winche, cables de acero y poleas para las maniobras de izamiento.
- Fabricación de los balancines para izamiento de los serpentines.
- Los conjuntos de serpentines del Economizador se mantienen suspendidos mediante la acción de pernos que se ensamblan con los cabezales inferiores de la Jaula. Los pernos se instalan antes del izamiento, para esto es necesaria la instalación de plataformas de andamios alrededor y debajo de los cabezales inferiores de la Jaula.
- Los biseles interiores y exteriores de los extremos de los cabezales (niples) y serpentines se limpian mecánicamente y el interior de los mismos se limpia con aire a presión.

Las actividades de montaje son:

- Se iza el cabezal de salida, el cual queda retenido temporalmente mediante cables de acero debajo del banco de serpentines del Recalentador Primario.
- Las maniobras de izamiento de los serpentines se realizan con el winche de 5 toneladas acondicionado previamente y la grúa de 10 toneladas del techo del Caldero, la cual levanta la polea superior de la maniobra para cada componente que se va izando.
- La secuencia de izamiento es desde el lado derecho hacia el lado izquierdo del Caldero, el desacople de los balancines de izamiento se realiza con el uso del elevador mecánico (*manlift*).
- El último de los componentes del Economizador en izarse es el cabezal de entrada.
- Las maniobras de aproximación de los dos cabezales son la primera etapa del montaje del Economizador, en el caso del cabezal de entrada, se requiere de la instalación de plataformas apropiadas de andamios.
- Por seguridad durante las maniobras de alineamiento de las juntas, los cabezales se mantienen retenidos permanentemente mediante la acción de cables de acero y tecles.
- Las aproximaciones para el alineamiento de las juntas son menos complicadas por la ausencia de membranas, sin embargo, no se evita el uso de tecles o cuñas.
- Al cabezal de salida se conectan posteriormente los tramos de las tuberías de interconexión con el Domo (Cf 3.2.9.5).

3.2.13 Tuberías principales de vapor

La Tubería Principal de Vapor, Tubería de Alimentación del Caldero, Tubería de Vapor Recalentado y Tubería de Vapor a Recalentador, llegan a obra prefabricadas en tramos, sin embargo, con excepción de la Tubería de Alimentación, pasan por una etapa previa de preensamble para aliviar la carga de trabajo en la etapa de montaje, debido a la configuración de sus recorridos en zonas exteriores al edificio del Caldero y la localización de ciertas juntas.

Los tramos llegan provistos de “orejas” para izamiento y sujeción temporal, dichos elementos se retiran mediante corte (oxiacetilénico o por disco), después que las tuberías se encuentran alineadas y soldadas, antes de la Prueba Hidrostática y el aislamiento térmico de las mismas. Las zonas afectadas por el proceso de corte de dichos accesorios y limpieza mecánica posterior se inspeccionan mediante tintes penetrantes para descartar la presencia de daños sobre la superficie de las tuberías.

Las actividades previas al montaje son:

- Preensamble de los tramos de salida desde los cabezales del Caldero correspondientes a la Tubería Principal de Vapor y de Vapor Recalentado, en el caso de la Tubería de Vapor a Recalentador el preensamble es el correspondiente al tramo recto de llegada al Caldero desde la Turbina.
- Fabricación y montaje de las estructuras temporales de soporte y plataformas para el alineamiento y soldadura de las juntas.

- **Instalación de todos los soportes de tipo abrazadera y barra de suspensión así como los de resorte calibrado y abrazadera para la sujeción de los tramos de tubería. Estos soportes, debido al tipo de ensamble mediante pasadores, resortes y barras roscadas, permiten el movimiento libre de las tuberías que se genera con el aumento de la temperatura de operación del Caldero. Los soportes de suspensión de tipo resorte calibrado y abrazadera poseen una escala que indica las posiciones sucesivas de la tubería desde la condición fría hasta la de mayor temperatura de operación del Caldero, la calibración de fábrica de los resortes se verifica antes del arranque del Caldero, luego de retirar el pasador de bloqueo de los mismos. El diseño de los tipos de soporte provistos de barra de suspensión prevé el alineamiento de dichas barras en posición vertical cuando el Caldero alcanza su temperatura regular de operación.**
- **Limpieza de los biseles interiores y exteriores de los extremos de los tramos de tubería y limpieza del interior de los mismos con aire a presión, las tapas de protección se colocan nuevamente después de realizadas estas actividades y no se retiran hasta el momento del alineamiento de las juntas.**
- **Transporte de los conjuntos preensamblados al área de maniobras.**

Las actividades de montaje son:

- **El izamiento de los conjuntos preensamblados se realiza con la grúa de 450 toneladas, no se requiere del uso de balancines.**

- Los tramos de tubería o conjuntos conformados izados quedan suspendidos a través de los soportes mediante la abrazadera correspondiente en el punto aproximado de soporte, (marcación sobre el tubo antes del izamiento) o retenidos mediante cables de acero hasta el momento del alineamiento de las juntas, según el caso.
- Todos los tramos de la Tubería de Alimentación se izan individualmente, éstos quedan suspendidos mediante cables de acero.
- Para la aproximación de los componentes, el alineamiento y la soldadura de las juntas se instalan las plataformas de andamios correspondientes.
- En los casos que se requiere según el Programa de Soldadura de las partes a presión del Caldero (Ver Anexo E), se movilizan las máquinas para el tratamiento térmico pre y/o post soldadura.
- Aprobada una junta, se suelda el tapón correspondiente del orificio previsto para el ingreso de la fuente de radiación durante las pruebas de radiografía (gammagrafía).

3.2.14 Otras Tuberías de Vapor

Para una operación normal, el Caldero va provisto de sistemas de tuberías de vapor correspondientes a los subsistemas a presión y tuberías principales tratados en las secciones anteriores.

Estos son sistemas que cumplen una función específica, tales como los sistemas de atemperación por chorro de agua pulverizada (*spray*) para el control de la temperatura del vapor que se dirige hacia la Turbina. El sistema de vapor auxiliar tomado de la tubería de interconexión del Sobrecalentador provee el vapor para

la remoción periódica de las capas de hollín que se forman por adhesión de las cenizas sobre las superficies de las paredes del Horno, la Jaula y los serpentines de las zonas de convección del Caldero, esto evita el desmejoramiento del proceso de transferencia de calor a través de dichas superficies. Esta limpieza se realiza mediante la operación de los sopladores de hollín.

El Caldero cuenta también con un sistema de eliminación continua de los sólidos disueltos en el sistema de agua (*continuous blowdown*), sistemas de drenaje desde los cabezales inferiores del Horno y la Jaula, sistemas de muestreo del vapor y el agua que circula por el Caldero, sistemas de alta presión que se conectan a los bancos de instrumentos para el monitoreo de los parámetros de operación, entre otros.

Las tuberías de los sistemas de vapor de diámetro mayor a 75 mm (3") llegan a obra en tramos prefabricados, los trabajos previos a su instalación se limitan a la limpieza mecánica de los biseles interiores y exteriores de sus extremos y limpieza interior con aire a presión. Los soportes también llegan a obra prefabricados, con cierto grado de ensamble para la menor complejidad de las maniobras de montaje.

Los soportes son de tipo de apoyo deslizante, típico para el caso de tuberías de vapor, así como de tipo de resorte calibrado y abrazadera con las características y tratamientos similares a los descritos para las tuberías principales (Cf 3.2.13).

Las tuberías de los sistemas de vapor de diámetro menor a 75 mm (3") se fabrican en obra a partir de tubos de longitudes de fábrica estándares, la

identificación de los tubos y accesorios para evitar la incorrecta utilización de los mismos y posteriores fallas durante la operación del Caldero se realiza mediante la implementación de un sistema de colores que los agrupa según el tipo de acero (Número P ASME) y clase (Ver Anexo H).

Los soportes también se fabrican en obra a partir de perfiles estructurales de longitudes de fábrica estándares, excepto los accesorios especiales que son suministrados para su montaje e instalación directos.

Las actividades de fabricación, instalación, soldadura e inspección se ejecutan de acuerdo a lo establecido en el Código ASME B 31.1: *Power Piping*. Todas las tuberías de los sistemas de vapor están comprendidas dentro del alcance de la Prueba Hidrostática del Caldero, sin embargo, el sistema de sopladores de hollín se instala y prueba durante la ejecución del programa de instalación de tuberías de los sistemas auxiliares del Caldero (Cf 3.4.1).

3.2.15 Cubierta metálica

Es el límite entre las zonas calientes adyacentes a determinados componentes del Caldero y el medio ambiente o zona fría. Este límite es capaz de soportar las altas temperaturas generadas por los gases de la combustión en el Horno o mediante el aislamiento térmico que se le aplica, es capaz de mantenerse a temperaturas lo suficientemente frías para la seguridad del personal de operación del Caldero. De otro lado, es la cubierta metálica la que le otorga al Caldero una buena apariencia.

La cubierta metálica o carcasa de cada una de las áreas del Caldero donde se instala, está fabricada a partir de planchas de acero al carbono y perfiles estructurales de refuerzo para rigidez y atenuación de las vibraciones durante la operación, las diferentes partes llegan a obra con un alto grado de prefabricación para el ensamble y soldadura en menor tiempo.

La cubierta metálica sobre el Techo (*Penthouse*) protege a éste del exterior y evita la pérdida de calor desde los cabezales superiores, sobre ella se sueldan los fuelles de expansión de los pernos de suspensión de las paredes y cabezales del Caldero.

El compartimiento que conduce el aire secundario hacia los quemadores para la combustión (caja de viento o *windbox*) que se ensambla con el ducto que proviene del Precalentador, está conformado por numerosas partes metálicas que se ensamblan entre sí formando las paredes exteriores, completan la conformación del compartimiento las paredes Izquierda, Frontal y Trasera del Horno en la zona de los quemadores, en su interior van instaladas todas las compuertas de regulación (*dampers*) del flujo de aire hacia los quemadores, los mismos que quedan confinados en su interior.

La cubierta metálica de la Tolva del Horno opera como ducto de conducción de los gases de recirculación, ingresando al Horno al pasar entre los tubos de las paredes de agua de la Tolva durante los procesos de atemperación o control de la temperatura del vapor recalentado (Cf 4.4.2). Su estructura sirve como soporte de las tuberías de suministro de agua del Horno.

La cubierta metálica en todos los casos se instala después de la Prueba Hidrostática para simplificar y facilitar la inspección de todas las juntas soldadas de los componentes del Caldero, sin embargo, las partes se van transportando e izando con anticipación para aprovechar la presencia de la grúa del techo del Caldero, la misma que se desmoviliza del Proyecto después de la mencionada Prueba Hidrostática.

Las actividades de ensamble y soldadura de la cubierta metálica del Caldero se ejecutan de acuerdo a lo establecido en el código AWS D 1.1: *Structural Welding Code*. Las pruebas a las que se someten las juntas soldadas son tintes penetrantes y presurización con aire del compartimento interior e inspección con solución jabonosa desde el exterior.

3.2.16 Aislamiento y refractario

El aislamiento térmico del Caldero es la actividad siguiente a la Prueba Hidrostática por razones obvias de inspección de todas las juntas soldadas. El aislamiento térmico se aplica tanto a los componentes del Caldero como a la cubierta metálica. La aplicación de refractario está limitada a las zonas del Techo del Caldero sobre los componentes que conforman el mismo, las zonas de las paredes del Horno alrededor de los quemadores, la superficie de la Tolva por donde descenden las cenizas pesadas y todos los compartimientos metálicos de las escotillas y puertas de observación e inspección del Caldero.

Los requerimientos para la instalación del aislamiento son principalmente el correcto y firme anclaje del material aislante sobre los accesorios soldados a las

paredes del Caldero y cubierta metálica, en el caso del Caldero estos accesorios llegan a obra soldados, pero en el caso de la cubierta metálica estos accesorios de anclaje se sueldan sobre sus paredes en obra. De otro lado, la buena técnica utilizada para la instalación asegura la buena apariencia del aislamiento. Las placas exteriores de plancha galvanizada acanalada sirven de protección del material aislante contra el ambiente, sin embargo, no es protección contra golpes ni la acción del agua de lluvia o de uso de la Planta, ni es un medio a prueba de pase de gases o aire en cualquier sentido. La ventaja de esta cobertura exterior es tal que mediante prácticas de limpieza periódica se puede mantener la buena apariencia de la Instalación.

3.2.17 Secuencia general de montaje

En las secciones precedentes se detallan los procedimientos de acondicionamiento, izamiento y montaje de los componentes del Caldero, esto pretende que se logre la mejor visualización de las técnicas utilizadas en este caso (Proyecto), para su aplicación en situaciones en las que se presenten condiciones similares (grados de dificultad, uso de equipos, pesos a manipularse, etc.). La presente sección, a partir de un enfoque global, es un tratado resumido del proceso de ensamble de los componentes del Caldero.

El tipo de montaje de las estructuras del edificio es tal, que en el momento que se inicia el izamiento de los componentes del Caldero, un gran porcentaje de dichas estructuras correspondientes a plataformas de operación, accesos e inclusive secciones completas en ciertos niveles, necesariamente quedan pendientes de instalación para evitar las interferencias con los trabajos de

montaje de dichos componentes; ejemplos de lo anterior son las estructuras debajo del ducto de salida de los gases después de su paso por el Economizador, las plataformas de operación de los tres niveles de quemadores de la Pared Trasera del Horno, la estructura del techo del Caldero, etc.

El izamiento del Domo constituye el primer hito de la Instalación de los subsistemas a presión del Caldero. El logro de este primer hito y de los sucesivos, además del cumplimiento del Programa General de Instalación, permite consolidar cada vez más los niveles de confianza tanto del Fabricante como del Instalador para la exitosa terminación del Proyecto.

Después de su izamiento mediante la gata hidráulica de 200 toneladas, el Domo se fija en la posición establecida de montaje para iniciar el izamiento de los paneles de las paredes del Horno y la Jaula, mientras se realiza la fijación del Domo, luego se instalan los pernos de suspensión, se izan las tuberías de interconexión del Techo del Caldero y las tuberías de interconexión de salida del Economizador. Las tuberías de diámetros mayores correspondientes a la interconexión del Sobrecalentador y Recalentador se izan y retienen temporalmente mediante cables de acero antes del izamiento del Domo.

Las tuberías de interconexión del Techo se izan en bloques (Cf 3.2.9.2), éstos quedan suspendidos temporalmente desde las vigas superiores de la estructura mediante cables de acero, a cierta altura (6 a 8 m) sobre su nivel real de montaje para permitir los trabajos de alineamiento de los cabezales superiores del Caldero, tanto los que se izan en forma individual como los que se izan conformando los paneles superiores de las paredes. Las maniobras de izamiento

de tuberías de interconexión, cabezales, la grúa de 10 toneladas que opera sobre el techo del Caldero y los conjuntos preensamblados se realizan con la grúa de 450 toneladas.

El alineamiento y fijación de los cabezales se realiza mediante la soldadura de elementos estructurales temporales sobre la superficie de los mismos y sobre dos vigas también temporales instaladas a lo largo de los lados izquierdo y derecho del Caldero (Cf 3.2.3). Las partes de las tuberías descendentes quedan temporalmente suspendidas mediante tecles hasta el momento del alineamiento correspondiente, después que el Domo queda fijo en la posición establecida de montaje (Cf 3.2.9.3).

Izados los paneles superiores de las paredes del Caldero con la grúa de 450 toneladas, se inicia el proceso de nivelación y fijación. En el sector del Horno, con la grúa de 10 toneladas del techo del Caldero se izan los paneles y tubos del Techo conjuntamente con los serpentines del Sobrecalentador Secundario (1), luego se izan los serpentines del Sobrecalentador Secundario (2) y Recalentador Secundario, estos últimos quedan suspendidos desde el cabezal de entrada del mismo (Cf 3.2.11.2). Los paneles del Techo ubicados debajo de su nivel real de montaje (200 mm) sirven de plataforma temporal para la ejecución de los trabajos de alineamiento y soldadura de las juntas entre los serpentines del Sobrecalentador Secundario (1) y los cabezales correspondientes (Cf 3.2.10.2).

Los paneles laterales izquierdo y derecho correspondientes al sector entre pantallas del Horno no se fijan completamente (Cf 3.2.4), esta fijación se realiza después del izamiento de los paneles de tales pantallas. En el sector de la Jaula,

se fijan todas las paredes excepto la Izquierda, la misma que se inclina "hacia fuera" del Caldero -*el centro de giro es la unión del cabezal superior y los pernos de suspensión*- y se retiene en tal posición para permitir posteriormente el izamiento de los serpentines del interior (Cf 3.2.5).

Terminada la soldadura de todos los cabezales intermedios del Sobrecalentador Secundario y los serpentines del lado del cabezal de entrada del mismo, se alinean los paneles del Techo del Horno. Al mismo tiempo se izan consecutivamente los paneles de las pantallas Frontal y Trasera, este último junto con la Pared Frontal de la Jaula cuyo cabezal superior debe alinearse para iniciar la soldadura de los tubos del Techo del Horno, luego se procede con la fijación definitiva pendiente de los paneles laterales de ese sector (Cf 3.2.4). Los tubos del Techo del Horno posteriormente alineados y soldados después que se fija la Pared Frontal de la Jaula y cabezal, conforman una plataforma que permite la soldadura de los serpentines del Sobrecalentador Secundario (2) (Cf 3.2.10.2) y Recalentador Secundario (Cf 3.2.11.2).

En este estado de avance, debe terminarse con la fijación de todos los cabezales y paneles superiores para el izamiento de los paneles intermedios en el sector del Horno y el conjunto conformado por el cabezal de salida y tubos ascendentes desde los serpentines del Sobrecalentador Primario en el sector de la Jaula. Las esquinas entre paredes del Horno y la Jaula, así como las uniones entre paneles de la misma pared se sellan mediante la soldadura de las membranas correspondientes, en esta etapa sólo es posible la soldadura exterior. El andamiaje instalado posteriormente en el interior del Horno permitirá en su momento la soldadura del lado pendiente (interior) de todas las

membranas del Caldero. Alineados todos los cabezales y paneles superiores del Caldero, se inician las maniobras de alineamiento y soldadura de las tuberías de interconexión sobre el Techo

En el sector del Horno se procede al izamiento del panel de Piso entre pantallas y los paneles de la Nariz, para la soldadura de las juntas de estos paneles se fabrican e instalan plataformas de acero soportadas por las vigas de refuerzo de la Pared Frontal de la Jaula. Las membranas de unión entre los paneles de la Nariz se sueldan antes que las membranas de unión entre éstos y las paredes laterales del Horno, para esta soldadura de membranas se requiere de la instalación de plataformas sobre las superficies inclinadas superiores de dichos paneles (Cf 3.2.6.2).

En el sector de la Jaula, el izamiento del conjunto conformado por el cabezal de salida y tubos ascendentes desde los serpentines del Sobrecalentador Primario se realiza conjuntamente con los paneles del Techo (Cf 3.2.10.1). El cabezal de salida del Sobrecalentador Primario se fija apropiadamente, los paneles del Techo se fijan y sueldan antes del inicio de las maniobras de izamiento de los serpentines del interior. Para evitar las interferencias de los cables y accesorios que pasarán a través del Techo durante las maniobras de izamiento de los serpentines, se cortan los sectores de membrana de los paneles del Techo que provocan dichas interferencias, éstos se sueldan nuevamente luego de ejecutadas todas las maniobras (Cf 3.2.8.2).

Antes del izamiento de los paneles intermedios laterales del Horno se izan las vigas de refuerzo (*buckstay*) correspondientes, las cuales quedan apoyadas

temporalmente sobre las plataformas de la estructura del edificio hasta el momento de su ensamble con dichos paneles. En los lados frontal y trasero se izan las plataformas del ducto de aire secundario (caja de viento o *windbox*) que dan acceso a los quemadores, ensambladas con elementos estructurales temporales y cables de acero. Los seis quemadores de la Pared Frontal del Horno se izan y apoyan temporalmente sobre las plataformas de operación, luego se izan los paneles intermedios de dicha Pared Frontal con la grúa de 60 toneladas. Por el lado de la Pared Trasera del Horno se izan sólo los paneles intermedios, los quemadores no se pueden izar porque las plataformas de operación no se encuentran instaladas aún, éstas se instalan después de finalizadas las maniobras de izamiento de componentes del interior de la Jaula y Economizador.

A los paneles intermedios de las paredes Frontal y Trasera se sueldan los soportes de la plataforma base del andamiaje interior del Horno (Cf 3.2.6.4). Todos los paneles intermedios del Horno se izan conjuntamente con marcos metálicos sujetos a ellos para la conformación de las plataformas de soldadura interior de todas las juntas de unión entre éstos y los paneles superiores de las paredes así como las membranas de esos sectores. Para el izamiento de los paneles inferiores, todos los paneles intermedios deben encontrarse soldados con los superiores, asimismo debe haberse instalado y soldado la plataforma base del andamiaje interior del Horno, la misma que soportará la acción de las herramientas *-dos tecles de 15 y dos de 10 toneladas para cada caso-* durante las maniobras de izamiento de los paneles de la Tolva, los paneles inferiores laterales se izan con la grúa de 60 toneladas (Cf 3.2.7). Las plataformas para la soldadura de unión de dichos paneles con los intermedios se soportan desde la

estructura base del andamiaje interior del Horno. Las tuberías de suministro del Horno se izan y quedan suspendidas temporalmente mediante cables de acero, el alineamiento y soldadura se realiza después que todos los paneles inferiores se fijan en su posición definitiva (Cf 3.2.9.4).

Los tramos de las tuberías principales del Caldero se izan quedando temporalmente suspendidos desde los soportes correspondientes previamente instalados o mediante cables de acero. Para el alineamiento de las juntas se requiere de la instalación de plataformas de andamios (Cf 3.2.13).

La soldadura interior completa de las membranas de las paredes de la Jaula, excepto las de la Pared Izquierda que se encuentra temporalmente inclinada, se termina antes del izamiento de los componentes del interior, esta soldadura se realiza mediante el uso de un elevador mecánico (*manlift*).

El cabezal superior de tubos tirantes del Sobrecalentador se retira temporalmente de su posición de montaje conjuntamente con la viga de soporte y pernos de suspensión correspondientes, debido a que las líneas de acción de los cables de acero y polea durante las maniobras de izamiento pasan por el eje de dicho cabezal.

El izamiento de los componentes del interior de la Jaula se realiza mediante el uso de un winche de 5 toneladas, la grúa de 10 toneladas del techo del Caldero y el elevador mecánico (*manlift*) para el desacople de los balancines y polea de izamiento. Estos componentes se instalan de manera que conforman un entramado, por lo que el izamiento es alternado entre ellos, el izamiento se

realiza desde el lado derecho hacia el lado izquierdo del Caldero (Cf 3.2.10.1 y Cf 3.2.11.1).

Los últimos cinco conjuntos de serpentines y tubos tirantes se izan simplemente amarrados y sin balancín debido al espacio limitado entre éstos y la Pared Izquierda de la Jaula, estos componentes quedan temporalmente suspendidos mediante cables de acero a una altura (2 a 3 m) sobre su nivel real de montaje para permitir el retorno de dicha Pared Izquierda de la Jaula a su posición y la soldadura de membranas pendiente.

Antes del izamiento de los componentes del Economizador, se instalan plataformas para el ensamble de los pernos y accesorios de suspensión permanente de los conjuntos de serpentines del mismo. Se izan el cabezal inferior de tubos tirantes del Sobrecalentador, el cabezal de ingreso al Recalentador Primario y el cabezal de salida del Economizador, todos estos cabezales quedan retenidos temporalmente mediante cables de acero debajo del banco de serpentines del Recalentador Primario hasta después del izamiento de los serpentines y cabezal de entrada del Economizador.

Los sistemas de tubería de vapor se instalan después que los componentes del Caldero a los cuales se conectan se fijan en su posición y nivel definitivos de montaje. Según esto, los primeros sistemas que se instalan son los de medición de nivel y muestreo del Domo, luego las tuberías de los atemperadores del Sobrecalentador y Recalentador y la tubería matriz del sistema de vapor auxiliar, estos sistemas son prioritarios por el requerimiento de tratamiento térmico post

soldadura en sus juntas. El sistema de vapor de los sopladores de hollín se termina de instalar y prueba después de la Prueba Hidrostática del Caldero.

El criterio tomado en cuenta para la instalación de las tuberías de vapor que forman parte del alcance de la Prueba Hidrostática considera que tal instalación se limita a la terminación del lado de alta presión, es decir, hasta la primera válvula de aislamiento aguas abajo del componente (o tubería) correspondiente del Caldero después de la cual se presenta un cambio considerable de la presión de operación (presión de prueba). El lado de baja presión se instala y prueba después de la Prueba Hidrostática, este es el caso de las tuberías correspondientes a venteos, drenajes y derivaciones desde los cabezales del Caldero y tuberías principales para la instalación de instrumentos y otros dispositivos de medición y control. Este criterio se sustenta en el propósito de ejecución de la Prueba Hidrostática del Caldero en el plazo más corto posible.

El ajuste definitivo de los pernos de suspensión del Caldero y la instalación completa de las uniones sísmicas de las esquinas de las paredes del Caldero (*seismic tie bars*) se termina y verifica antes de la Prueba Hidrostática.

Se inicia el izamiento y armado de la carcasa o cubierta metálica del Techo del Caldero (*Penthouse*) y la instalación de los fuelles de expansión en su posición definitiva, los elementos del lado derecho de dicha cubierta metálica quedan suspendidos temporalmente desde las vigas del techo mediante cables de acero hasta después de la Prueba Hidrostática para permitir la visibilidad durante la inspección de las juntas durante la misma. De otro lado, el izamiento de la cubierta metálica del Economizador y ducto de salida de los gases se realiza

después del izamiento completo de los componentes de esa zona del Caldero (Jaula).

Se izan los elementos de la cubierta metálica de la Tolva del Horno, los refuerzos de dicha cubierta se ensamblan para la suspensión y fijación de los soportes de las tuberías de suministro. Los elementos del ducto de aire secundario (caja de viento o *windbox*) hacia los quemadores del Caldero, se izan y apoyan temporalmente sobre las plataformas de operación en los diferentes niveles para su instalación después de la Prueba Hidrostática.

Los elementos y accesorios de la cubierta metálica de todas las áreas del Caldero donde se instala, se izan con la grúa de 10 toneladas del techo, el uso de esta grúa se aprovecha al máximo, ya que una vez terminada la Prueba Hidrostática ésta es desmontada mediante la grúa de 450 toneladas, desarmada y desmovilizada del Proyecto, pues tiene que continuarse con los trabajos de instalación de la estructura del techo.

En las páginas siguientes se detalla el programa trisemanal de izamiento de componentes, el mismo que forma parte del Plan General de Montaje del Caldero y Sistemas Auxiliares.

PROGRAMA TRISEMANAL DE IZAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL CALDERO

Componente	Und Pzas	Equipo de izamiento	Otro	Semana 7							Semana 8							Semana 9								
				25-Ago	26-Ago	27-Ago	28-Ago	29-Ago	30-Ago	31-Ago	01-Sep	02-Sep	03-Sep	04-Sep	05-Sep	06-Sep	07-Sep	08-Sep	09-Sep	10-Sep	11-Sep	12-Sep	13-Sep	14-Sep		
Serpentines del Sobrecalentador Secundario (1)	4	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Paneles y tubos del Techo del Horno	4	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Serpentines del Sobrecalentador Secundario (1)	4	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Paneles y tubos del Techo del Horno	4	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Tubería descendente izquierda	1	Grúa Manitowoc 220 Ton																								
Accesorios de unión de vigas de refuerzo N38000 y N25900		Grúa Manitowoc 220 Ton																								
Accesorios de unión de vigas de refuerzo N38000 y N25900		Grúa Manitowoc 220 Ton																								
Serpentines del Sobrecalentador Secundario (2)	2	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Serpentines del Sobrecalentador Secundario (2)	4	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Serpentines del Recalentador Secundario	10	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Serpentines del Recalentador Secundario	14	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Serpentines del Sobrecalentador Secundario (2)	2	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Pantalla Frontal del Horno	1	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Serpentines del Recalentador Secundario	16	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Vigas de refuerzo (<i>buckstay</i>) de paneles intermedios	5	Grúa Grove 60 Ton																								
Panel de Piso entre pantallas	1	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Vigas de refuerzo (<i>buckstay</i>) de paneles intermedios derechos	4	Grúa Grove 60 Ton																								
Vigas de refuerzo (<i>buckstay</i>) de paneles intermedios izquierdos	4	Grúa Grove 60 Ton																								
Paneles de la Nariz	2	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Paneles de la Nariz	1	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Postes de refuerzo lado frontal de la caja de viento (<i>windbox</i>)	4	Grúa Grove 60 Ton																								
Postes de refuerzo lados frontal y trasero de la caja de viento (<i>windbox</i>)	6	Grúa Grove 60 Ton																								
Vigas de refuerzo lado trasero de la caja de viento (<i>windbox</i>)	4	Grúa Grove 60 Ton																								
Conjunto Pared Frontal de la Jaula y Pantalla Trasera del Horno	2	Grúa Demag 450 Ton																								
Viga superior de refuerzo lado frontal de la caja de viento (<i>windbox</i>)	1	Grúa Grove 60 Ton																								
Tubos ascendentes del Sobrecalentador Primario y cabezal	1	Grúa Demag 450 Ton																								
Techo de la Jaula	3	Grúa Grove 60 Ton																								
Vigas de refuerzo de lado frontal de la caja de viento (<i>windbox</i>)	3	Grúa Grove 60 Ton																								
Vigas del nivel 19000 (Lado trasero del Horno)	1	Grúa Grove 60 Ton																								

PROGRAMA TRISEMANAL DE IZAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL CALDERO

Componente	Und ó Pzas	Equipo de izamiento	Otros	Semana 16							Semana 17							Semana 18								
				27-Oct	28-Oct	29-Oct	30-Oct	31-Oct	01-Nov	02-Nov	03-Nov	04-Nov	05-Nov	06-Nov	07-Nov	08-Nov	09-Nov	10-Nov	11-Nov	12-Nov	13-Nov	14-Nov	15-Nov	16-Nov		
Serpentines del Economizador	10	Grúa Jib Hitachi 10 Ton	Winche 5 Ton																							
Serpentines del Economizador	9	Grúa Jib Hitachi 10 Ton	Winche 5 Ton																							
Cabezal de entrada al Economizador	1	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Tuberías de suministro del lado derecho		Camión Hiab 5 Ton																								
Vigas de refuerzo (buckstay)	4	Grúa Grove 60 Ton																								
Tuberías de suministro del lado derecho		Camión Hiab 5 Ton																								
Cuberta metálica superior del Economizador		Grúa Jib Hitachi 10 Ton	Winche 5 Ton																							
Tuberías de suministro del lado derecho		Camión Hiab 5 Ton																								
Cuberta metálica superior del Economizador		Grúa Jib Hitachi 10 Ton	Winche 5 Ton																							
Tuberías de suministro del lado derecho		Camión Hiab 5 Ton																								
Cuberta metálica superior del Economizador		Grúa Jib Hitachi 10 Ton	Winche 5 Ton																							
Tramos "L" de serpentines del Recalentador Secundario	3	Winche 5 Ton																								
Cuberta metálica inferior del Economizador		Grúa Jib Hitachi 10 Ton	Winche 5 Ton																							
Tramos "L" de serpentines del Recalentador Secundario		Winche 5 Ton																								
Tuberías de suministro del lado izquierdo		Camión Hiab 5 Ton																								
Cuberta metálica inferior del Economizador		Grúa Jib Hitachi 10 Ton	Winche 5 Ton																							
Tramos "L" de serpentines del Recalentador Secundario		Winche 5 Ton																								
Cuberta metálica inferior del Economizador		Grúa Jib Hitachi 10 Ton	Winche 5 Ton																							
Cabezal de salida del Recalentador Primario	1	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Sopladores de hollín	4	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Tuberías de suministro del lado izquierdo		Camión Hiab 5 Ton																								
Tuberías de suministro del lado izquierdo		Camión Hiab 5 Ton																								
Sopladores de hollín	2	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Sopladores de hollín (entre dos pantallas)	4	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Sopladores de hollín	4	Grúa Jib Hitachi 10 Ton																								
Tuberías de suministro del lado izquierdo		Camión Hiab 5 Ton																								

3.3 Soldadura e Inspección

Durante las etapas de Instalación del Caldero se distinguen dos tipos de soldadura: la soldadura de las partes sometidas a presión y los accesorios que se sueldan a las mismas y la soldadura de los componentes no sometidos a presión durante la operación del Caldero.

El contenido de las secciones siguientes trata principalmente sobre la soldadura de las partes a presión del Caldero. El número de juntas soldadas de partes a presión que se llevan a cabo, inspeccionan y prueban asciende a más de 9400, esta cifra no considera las juntas soldadas de tubería de los sistemas auxiliares del Caldero (Ver Anexo D), el material de aporte utilizado se detalla en el Anexo G.

Para ambos tipos de soldadura, el Proyecto requiere elevados niveles de confiabilidad y seguridad, por lo tanto se llevan a cabo:

- La Especificación de los Procedimientos de Soldadura (*WPS: Welding Procedure Specification*), según el Código ASME, Sección IX, formato QW 482.
- La Calificación de tales Procedimientos de Soldadura (*PQR: Procedure Qualification Record*), según el Código ASME, Sección IX, formato QW 483, y
- La Calificación de los Soldadores (*WPQ: Welder/Welding Operator Performance Qualification*), según el Código ASME, Sección IX, formato QW 484.

Las siguientes son consideraciones aplicables durante las etapas de la Instalación del Caldero para la correcta ejecución de los trabajos de soldadura:

- La Especificación de los Procedimientos de Soldadura (*WPS: Welding Procedure Specification*) de todas las juntas de partes a presión son suministradas por el Fabricante.
- Las características de toda junta soldada de partes a presión y accesorios, es decir, el proceso de soldadura, materiales de aporte, tratamientos térmicos y ensayos no destructivos aplicables están indicados en los Programas de Soldadura (*Welding Schedule Sheets*) suministrados por el Fabricante (Ver Anexo E).
- Para las juntas soldadas de tubería de los sistemas de vapor y sistemas auxiliares del Caldero, equipos no sometidos a presión, ductos, tolvas, tanques, estructuras de acero, etc., se determina el tipo de material de aporte y la temperatura de precalentamiento de acuerdo a la especificación de los materiales que conforman cada una de dichas juntas (Ver Anexo F).
- Los formatos que contienen los códigos de identificación y parámetros de operación de cada Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS) y los Programas de Soldadura aplicables son registrados por la Oficina Técnica de Obra, una copia se entrega a Ingeniería y Supervisión de Campo para el seguimiento y control de los trabajos.
- Toda junta soldada posee una identificación para el seguimiento y registro correspondientes durante la preparación, pase de raíz, relleno y acabado, el tipo y diámetro del material de aporte, inspecciones, tratamientos aplicables y reparaciones si las hubiere.
- Todo trabajo de reparación en una junta soldada se ejecuta con la aprobación del representante del Fabricante, las juntas soldadas de las partes a presión admiten hasta un máximo de tres reparaciones; si persisten defectos se procede al corte y reemplazo de un tramo del tubo que contiene la junta defectuosa, la

misma que puede encontrarse en uno de los extremos del tramo a reemplazar, como en el caso de juntas de conexión a cabezales (boquillas) o tuberías principales del Caldero.

3.3.1 Actividades previas

- El Programa de Soldadura se verifica en campo con los planos de montaje de las partes a unir, observando aspectos como el tipo y espesor de los materiales tales como tubos, membranas, placas de sello, tapones, etc.
- De acuerdo al tipo, espesor y clase de los materiales se determina el proceso de precalentamiento, este proceso se realiza por medio de llama directa (gas propano) o mediante resistencias eléctricas, este aspecto es muy importante para la programación del uso de las máquinas de tratamiento térmico con la anterioridad necesaria.
- Determinación del material de aporte y diámetro.
- La determinación del material de aporte y la temperatura de precalentamiento correctos es muy importante. En la soldadura de aceros aleados el factor más importante que define a una junta confiable, sin fallas inclusive durante la operación del Caldero, es la composición química del material depositado semejante a la del material base, esto se asegura con la selección del material de aporte correcto. De otro lado, el adecuado precalentamiento contrarresta los esfuerzos producidos durante la soldadura, la templabilidad y la tendencia a la fisuración por el cromo contenido en los mismos.
- En el área de soldadura se instalan letreros que contienen los nombres de las partes a soldarse, los números de las juntas, materiales de aporte y diámetros, los procesos de soldadura y temperaturas de precalentamiento.

- Para la soldadura de las partes a presión del Caldero en la etapa de montaje se instala un sistema temporal de tuberías, cabezales y válvulas de distribución de aire a presión para la operación de las herramientas neumáticas de esmerilado y limpieza mecánica. El aire es suministrado a través de dos compresores con presión máxima de 7 bar, los mismos que se utilizan para la limpieza interior de las partes a presión en la etapa de preensamble.

3.3.2 Apuntalado

3.3.2.1 Etapa de preensamble

- Las partes a presión descansan en posición horizontal sobre las plataformas conformadas (Cf 3.1.1), establecida la separación entre las partes a soldar (ranura) mediante el uso de tecles, gatas y soportes regulables para los cabezales se procede al apuntalado. Para toda junta realizada en esta etapa se requieren dos soldadores con calificación 6G (soldadura de tubería en toda posición), uno para cada semicircunferencia de la misma (superior e inferior), de esta manera se conforman los frentes de apuntalado y posterior soldadura.
- El número de soldadores promedio por conjunto en proceso de preensamble es de seis, de modo que cada par de soldadores definido anteriormente se ocupa de uno de los tres frentes así establecidos.
- El apuntalado se efectúa en forma alternada, es decir, dos o tres juntas al lado derecho, igual número de juntas al centro y lado izquierdo del

conjunto, sin embargo, la secuencia descrita puede variar en cualquier momento para evitar el cerramiento de las ranuras.

- Durante todo el proceso de apuntalado se verifican las dimensiones del conjunto, tanto las longitudes como las diagonales, son permisibles variaciones de +/- 3 mm (1/8") como máximo.
- La verificación de las dimensiones y del grado de distorsión del conjunto, si lo hubiere, es permanente y esta a cargo de los mismos operarios armadores, el jefe de grupo y el supervisor de soldadura mediante la coordinación constante.
- La línea del extremo libre de tubos (lado opuesto a la unión panel-cabezal) de los conjuntos preensamblados se verifica con cuerdas de nylon templadas y escuadras.
- El uso de carpas para evitar las corrientes de aire y lluvia muy común en la zona es obligatoria para la protección de las juntas durante todo el proceso.
- Paralelamente al apuntalado de las juntas de tubos se instalan y apuntalan las membranas entre paneles, este trabajo pueden realizarlo soldadores con calificación 3G (soldadura en posición vertical).
- Las herramientas utilizadas para el alineamiento se retiran después que la soldadura de las juntas influenciadas por la acción de tales herramientas se encuentra terminada y aprobada.

3.3.2.2 Etapa de montaje

- Los paneles de las paredes del Caldero luego de su izamiento se encuentran en posición vertical y por lo tanto la configuración de las juntas

es horizontal, los soldadores se ubican tanto en el lado interior como exterior del Caldero, sobre las plataformas de andamios instaladas previamente según el caso y zona del Caldero correspondiente (Cf 3.2).

- Adicionalmente a las herramientas utilizadas para el alineamiento de juntas en la etapa de preensamble, en la presente etapa se requiere del uso de templadores de doble rosca que permiten dirigir los paneles hacia su posición vertical, dichos templadores actúan sobre las vigas de refuerzo de las paredes (*buckstay*) y se fijan a la estructura principal del edificio del Caldero.
- El uso de carpas es obligatorio, como en la etapa de preensamble.
- Los aspectos de número de soldadores, secuencia de apuntalado, verificación de dimensiones y la instalación de membranas se manejan con el mismo criterio que para la etapa de preensamble.
- Las desviaciones de la línea de los extremos libres de tubos de los paneles que van conformando las paredes del Horno del Caldero se corrigen mediante el recorte de los tubos que originan tales desviaciones (máquinas de biselado portátiles); en este caso se tienen dos zonas: la unión de los paneles superiores del Horno con los paneles intermedios y la unión de los paneles intermedios con los inferiores, después de uniformizar la línea de los extremos libres de tubos se pueden iniciar las maniobras para el apuntalado.
- En el caso de las tuberías de alta presión, serpentines del Sobrecalentador, Recalentador y Economizador, las juntas de tubos se alinean también con la ayuda de herramientas tales como tecles, gatas, cuñas, etc., instalándose las plataformas de andamios necesarias para la ejecución de las actividades de apuntalado y soldadura.

- Las herramientas utilizadas para el alineamiento se retiran después que la soldadura de las juntas influenciadas por la acción de tales herramientas se encuentra terminada y aprobada.

En el caso de las juntas donde no es técnicamente aplicable el apuntalado debido a los elevados diámetros y espesores de las partes a unir, se colocan piezas de acero a manera de puentes entre las mismas. Los puentes se sueldan sobre la superficie de los tubos; sin embargo, debido a que las piezas que conforman los puentes son de acero estructural al carbono (A-36) y las partes a presión son aleadas, debe depositarse material de aporte compatible con el material de los tubos sobre la zona del puente que se soldará sobre la superficie de los mismos. La disposición de los puentes es tal que no interfiere con la instalación de las resistencias del proceso de precalentamiento de los tubos mediante la operación de máquinas de tratamiento térmico (si aplica). Terminada y aprobada la soldadura se retiran los puentes, se limpia mecánicamente la superficie de los tubos influenciada por la soldadura y se inspecciona la misma mediante tintes penetrantes para asegurar que el tubo no presenta daños, luego se procede al post calentamiento (si aplica).

3.3.3 Pase de raíz

- Todo pase de raíz se ejecuta mediante el proceso de soldadura por arco con electrodo de Tungsteno y gas Argón inerte (*TIG: Tungsten Inert Gas o GTAW: Gas Tungsten Arc Welding*), por la uniformidad y limpieza que se obtienen.
- La inspección visual durante el pase de raíz la llevan a cabo inclusive los mismos soldadores, observando la superficie interior, la buena fusión y

penetración completa de la misma (con la ayuda de linternas tipo lapicero con la que cada uno de ellos cuenta) a través de la ranura entre las partes que se están soldando antes del sello total del pase, a medida que se avanza se va removiendo completamente el material de aporte aplicado durante el proceso de apuntalado.

- Cualquier irregularidad del cordón se corrige mediante el esmerilado de la superficie con fresas de acero cónicas previstas para tal fin.
- En la soldadura de tipo enchufe (*socket weld*), se inserta el tubo completamente en la cavidad de la pieza hembra (*socket*) y se marca el borde de ésta sobre el tubo, luego se extrae el tubo 2 mm aproximadamente para permitir la expansión térmica y se procede al pase de raíz.
- Como medida de precaución para evitar el agrietamiento originado por las tensiones que se crean durante el proceso de alineamiento de las juntas y las que aparecen durante la soldadura, las herramientas utilizadas durante tal proceso de alineamiento no se retiran aún.

3.3.4 Pase de relleno y acabado

- Todo pase de relleno y acabado se ejecuta mediante el proceso por arco convencional con electrodo revestido (*SMAW: Shielded Metal Arc Welding*).
- La superficie final de la soldadura debe mantenerse siempre sobre el nivel de la superficie de las partes que se están uniendo.
- Antes de continuar con el siguiente pase se inspecciona visualmente la apariencia de las juntas, tal actividad la realizan inclusive los mismos soldadores, las salpicaduras, sobremontas, etc. se remueven mediante el esmerilado con fresas de acero cónicas previstas para tal fin.

- Las membranas se sueldan mediante la técnica de paso de peregrino (*back step*) para evitar la distorsión de los paneles.
- Siendo las membranas principalmente accesorios de sello sometidos a soldadura continua o completa, se deposita en lo posible la mayor cantidad de material de aporte sobre ellas, evitándose así la concentración de calor excesivo sobre la superficie de los tubos. Las soldaduras verticales se ejecutan en forma descendente.

Siempre se notifica al representante del Fabricante sobre cualquier error u omisión, daños o partes fuera de especificación para tomar oportunamente las acciones correctivas en tales situaciones.

Todas las juntas a tope de las partes a presión del Caldero se realizan usando el proceso GTAW para la raíz y SMAW para los siguientes pases, las juntas de los serpentines del Recalentador se pueden soldar íntegramente con proceso GTAW por tratarse de tubos de pared relativamente delgada (Ver nota (*) en Anexo E).

3.3.5 Tratamiento térmico de alivio de tensiones

El contenido de cromo en los aceros aleados otorga a éstos una buena resistencia a la corrosión a altas temperaturas, sin embargo, facilita la formación de estructuras frágiles durante las etapas de enfriamiento entre pases y después del proceso de soldadura. El tratamiento térmico post soldadura se aplica para reducir la dureza en la zona afectada por el calor y eliminar las tensiones residuales producidas durante su ejecución.

Este tratamiento se aplica de acuerdo con:

- Código ASME Sección I, para partes a presión y accesorios del Caldero
- Código ASME B 31.1 Tabla 132, para tuberías de los sistemas de vapor del Caldero

3.3.6 Trazabilidad del proceso de soldadura

Trazabilidad es la capacidad para reconstruir la historia, utilización o localización de una junta soldada (se aplica también a materiales) por medio de identificaciones registradas.

Se denomina lote de soldadura al grupo de juntas soldadas ejecutadas por un mismo soldador o una pareja de soldadores de acuerdo a los procedimientos aprobados de soldadura (GTAW o SMAW), tipos de junta (de tope, filete o enchufe) y porcentaje de ensayos no destructivos (END) requerido para cada clase de inspección.

Cada soldador calificado posee un código de identificación único (S01, S02,...N), el cual es marcado indeleblemente cerca de cada soldadura (troquelado o escrito con marcador) y en la careta empleada por el mismo.

Los materiales de aporte son identificados y el lote de fabricación se registra conforme al Procedimiento para la Recepción, Almacenamiento, Recuperación,

Mantenimiento y Conservación del material de aporte de soldadura establecido como parte del Programa de Aseguramiento y Control de la Calidad.

La Oficina Técnica de Obra verifica el cumplimiento de los requerimientos de soldadura aplicables y registra las no-conformidades, informándolas a Ingeniería de Campo y al representante del Fabricante para el análisis y definición de las medidas correctivas a adoptarse.

Por su parte, Ingeniería de Campo reporta diariamente a la Oficina Técnica de Obra las soldaduras ejecutadas, la cual a su vez remite a la oficina de Aseguramiento y Control de la Calidad el reporte diario de inspección visual indicando los números y tipos de juntas soldadas, planos e isométricos correspondientes y códigos de identificación de soldadores, permitiendo el rastreo de las juntas soldadas.

Los registros de ensayos no destructivos son realizados por lote de soldadura, esto permite la trazabilidad del estado de inspección por soldador o pareja de soldadores, por proceso de soldadura y/o por clase de componente o sistema de tubería del Caldero.

3.3.7 Inspección

El control de calidad de la soldadura de todas las juntas del Caldero es el proceso de evaluación del cumplimiento de las características y exigencias establecidas en el diseño de las mismas.

El tipo de control y las exigencias de calidad se establecen con relación al grado de responsabilidad que se requiere del conjunto soldado en servicio. El procedimiento de control y los criterios de calificación de las juntas soldadas en componentes y recipientes sometidos a presión, tuberías, estructuras, depósitos de almacenamiento etc. se establecen en códigos y normas apropiadas como:

- ASME Section I: *Rules for Construction of Power Boilers*
- ASME Section V: *Nondestructive Examination*
- ASME Section VIII: *Pressure Vessels*
- ASME Section IX : *Welding and Brazing Qualifications*
- ASME B 31.1: *Power Piping*
- ASME B 31.3: *Process Piping*
- AWS D 1.1: *Structural Welding Code*
- API 650: *Standard for Storage Tanks*
- SNT-TC-1A: *Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing*

3.3.7.1 Inspección visual

Es el método de inspección previo a cualquier otro, económico y de gran utilidad en el control de soldaduras en obra, mediante el cual se detecta gran parte de las discontinuidades superficiales tales como sobremontas, salpicaduras, socavaciones, concavidad excesiva, desalineamiento, deformación angular etc. El reporte de la inspección precisa el tipo de discontinuidad, su ubicación y su tamaño.

Las ventajas de este método son su bajo costo de operación y su aplicación durante el proceso de soldadura, sin embargo, está limitado a la detección de discontinuidades superficiales.

3.3.7.2 Ensayos No Destructivos (END)

Permiten evaluar discontinuidades superficiales e internas, las mismas que no son observables mediante inspección visual. Para la detección de discontinuidades superficiales se emplean los ensayos de tintes o líquidos penetrantes y para la detección de discontinuidades internas se emplean los ensayos de radiografía industrial (rayos gamma).

Si se denomina producción a toda soldadura ejecutada durante las etapas de la Instalación del Caldero y se denomina producto al Caldero en condiciones de arranque, se puede establecer que los Ensayos Destructivos aplicados al control de calidad estadístico, permiten comprobar con un cierto grado de seguridad la calidad de la producción, sin embargo, es necesario inutilizar un número determinado de muestras, proporcionan datos sobre una zona local del producto pero no de todo su volumen y tampoco pueden asegurar la calidad de todos los elementos de dicha producción.

Por el contrario, los Ensayos No Destructivos (END) permiten la inspección del 100% de la producción y la inspección de todo el volumen del producto.

Los Ensayos No Destructivos aplicados a las juntas soldadas (según el caso) durante las etapas de Instalación del Caldero son:

- Inspección visual
- Líquidos penetrantes
- Radiografía (gammagrafía)

3.3.8 Responsabilidad de la Inspección de soldadura

La buena y responsable práctica de la Inspección en todas las etapas de un Proyecto aseguran la óptima realización del mismo. El carácter y alcance de la presente sección tienen aplicación en todo tipo de Proyecto.

Los profesionales en Inspección de soldadura tienen una posición de gran responsabilidad, que demanda individuos con habilidades comprobadas tanto humanas como técnicas: imparcialidad, rapidez y acierto en la toma de decisiones, objetividad, seguridad de conceptos y criterios, escuchando opiniones diversas sin dejarse llevar por las mismas, etc. Dicha responsabilidad empieza y termina con el Proyecto en ejecución, en otros términos, antes, durante y después de ejecutada la etapa de soldadura.

3.3.8.1 Responsabilidad antes de la soldadura

- Conocimiento de los planos y normas aplicables

Debe familiarizarse con los detalles de construcción y establecer las etapas de producción, subensambles, los materiales que requieren tratamiento especial, etc. Si algún detalle no está totalmente definido,

deben hacerse las consultas a Ingeniería del Proyecto para las aclaraciones respectivas antes del inicio de los trabajos.

Permite tomar decisiones rápidas y concisas durante las etapas de producción *-fabricaciones, preensambles, montajes-* esto deviene en un mejoramiento de los tiempos de ejecución, los costos se ven mejorados y la imagen de la Inspección (Supervisión) gana autoridad.

Siempre existen desviaciones con respecto a cierta norma o especificación del Proyecto, ante tales situaciones alerta a los responsables de Ingeniería del Proyecto y Control de Calidad para decidir si las desviaciones se rechazan o aceptan.

Así también, para las desviaciones surgidas en cualquier etapa de producción, establece el método de corrección de las mismas después de un estudio detallado del caso para garantizar que el producto final sigue siempre de acuerdo a lo especificado; debe tenerse extremo cuidado cuando se acepta cualquier desviación en los planos, tal situación debe comunicarse al Fabricante y proceder después de recibir la respuesta escrita del mismo.

- Verificación de las especificaciones del contrato y órdenes de compra

Deben verificarse las especificaciones técnicas de todos los materiales a utilizarse en los procesos de producción, consumibles, gases, fundentes, etc., luego revisarse las órdenes de compra para comprobar que dichos

materiales se han solicitado en forma correcta especificando los códigos, grados y numeración que les corresponden.

- Verificación de materiales en taller u obra

Muchos materiales como planchas y tubos de acero son aparentemente iguales, deben verificarse y comprobarse los diferentes tipos en el momento de la recepción. Los materiales poseen identificaciones de fábrica las cuales van impresas o adosadas mediante tarjetas, debe asegurarse el almacenamiento de los mismos por tipos y códigos, especialmente en el caso de aceros aleados. Durante la etapa de instalación de tuberías de vapor del Caldero se utiliza el código de colores para la identificación y diferenciación de los materiales durante la fabricación en obra (Ver Anexo H).

Lo mismo se aplica a los materiales de aporte, para su almacenamiento no hay mejor contenedor que su propio envase cerrado de fábrica.

- Análisis químico y pruebas de resistencia

Los certificados de prueba de propiedades de los materiales son necesarios y deben solicitarse al Fabricante por muchas razones, queda a juicio de la Inspección la solicitud de realización de pruebas sobre muestras de los materiales recibidos que son considerados críticos dentro del Proyecto para la verificación de la composición química y de las propiedades mecánicas.

- Detección de defectos en el metal base

Los materiales casi siempre presentan pequeñas discontinuidades cuyo efecto influye en el espesor efectivo o la resistencia de los mismos según el tipo de cargas a las que serán sometidos dentro del conjunto soldado; dichas discontinuidades deben detectarse, identificarse, evaluarse y repararse si es necesario para poder incorporar los materiales a la producción, esto requiere del conocimiento de los límites de aceptación de discontinuidades.

- Verificación de las condiciones de almacenamiento de los materiales de aporte

Deben verificarse todos los materiales de aporte que se van a usar; los electrodos revestidos para procesos de soldadura por arco protegido (SMAW) requieren un manipuleo cuidadoso para no dañar el revestimiento, los electrodos de bajo hidrógeno deben almacenarse en hornos controlados mediante termostatos para mantenerlos con la baja humedad requerida, principalmente cuando ya han sido extraídos de su envase de fábrica.

- Verificación de los equipos de soldadura

Todos los equipos deben revisarse periódicamente para verificar su capacidad operacional, es decir, la de satisfacer los requerimientos del proceso de soldadura, su estado general, seguridad y calibración, tales parámetros pueden variar debido a maltrato, sobrecargas, efectos del medio ambiente, etc. La certificación de los equipos de soldadura se

realiza periódicamente durante la obra, los equipos aptos se identifican mediante tarjetas de autorización para su uso.

- Verificación de las juntas

Deben verificarse la preparación y geometría de los bordes de los componentes que se van a soldar, el alineamiento y fijación de los mismos. La limpieza de las superficies se asegura eliminando cualquier rastro de aceite, pintura, humedad u óxido pues éstos originan porosidad, fusión incompleta e inclusive agrietamientos, razones por las que es muy importante la verificación de la limpieza de las superficies.

- Verificación de los Procedimientos de Soldadura

El Fabricante establece los detalles de los Procedimientos de Soldadura aplicables a todas las etapas de producción en un Proyecto, esto da como resultado soldaduras de propiedades mecánicas aceptables según ciertas especificaciones o normas particulares en cada caso, por lo tanto debe verificarse constantemente y en todas las etapas de producción la apropiada aplicación de tales Procedimientos de Soldadura.

- Verificación de la calificación de los soldadores

Todos los Códigos y especificaciones que aplican a construcciones soldadas establecen procedimientos de calificación de soldadores, debe verificarse que todo soldador de cualquier etapa de producción ha sido debidamente calificado de acuerdo a los requerimientos de los Códigos aplicables. Tal verificación se realiza revisando los resultados de las pruebas de cada soldador, es importante el monitoreo de todos los

soldadores para asegurar que están trabajando dentro del alcance de la calificación a la que fueron sometidos con respecto al tipo y espesor del metal base, posición de soldadura, proceso de soldadura, tipo de material de aporte y diámetro, etc.

- Verificación de la temperatura de precalentamiento

Ciertos aceros deben calentarse antes de soldarlos en rangos que varían según el grado de aleación o espesor de los mismos, la temperatura de precalentamiento se verifica con el uso de tizas termométricas, se usan también pirómetros digitales de contacto. El precalentamiento evita la degradación de las propiedades mecánicas durante la soldadura, la temperatura debe medirse a 25 mm aproximadamente desde el borde de la junta hasta espesores de 75 mm, para mayores espesores, se mide a una distancia aproximadamente igual al mayor de los espesores de las partes que se sueldan.

3.3.8.2 Responsabilidad durante la soldadura

Durante la soldadura son muchos los aspectos que deben verificarse, en esencia debe monitorearse la producción de soldadura para asegurar que se está llevando a cabo de acuerdo a los requerimientos; sin embargo, es irreal pensar que se debe ir inspeccionando cada pase de soldadura, es por ello que el buen conocimiento de las técnicas y la experiencia permiten tener la capacidad de incidir en aquellos aspectos críticos de la secuencia de soldadura que requieren principal atención.

- Verificación de las juntas

Verificación individual de los diferentes pases de soldadura, principalmente el pase de raíz, que en condiciones de esfuerzos residuales tanto de la soldadura como del mismo armado pueden ocasionar la fractura de dicho pase.

Verificación de la limpieza entre pases, eliminando cualquier rastro de escoria mediante el esmerilado.

Verificación de la temperatura entre pases, la misma que se mide sobre el metal base con tizas termométricas.

3.3.8.3 Responsabilidad después de la soldadura

Acabado el proceso de soldadura, se examina el producto terminado (soldado) para asegurar que todos los pasos anteriores se han llevado a cabo en forma apropiada produciendo como resultado una junta de calidad; si tales pasos anteriores se han realizado de acuerdo a las normas y especificaciones, la inspección post soldadura sólo confirma la calidad y las dimensiones aceptables de la misma, sin embargo, estas normas y especificaciones establecen que tienen que inspeccionarse las juntas para comprobar que se han cumplido los requerimientos.

Verificación de la apariencia, detección de discontinuidades en la superficie de la soldadura y en el metal base adyacente a ella, es muy importante la inspección del perfil de la soldadura; por ejemplo: perfiles puntiagudos

pueden ocasionar falla prematura del elemento soldado o dificultad en la interpretación si la junta se va a radiografiar.

Verificación de las dimensiones y longitudes de soldadura de acuerdo a los planos y especificaciones para la detección de distorsiones provocadas por las tensiones durante la misma, en los casos que el conjunto soldado se ensambla con otros.

Determinación de las áreas y/o especímenes que se someterán a END y/o ensayos mecánicos en el caso de líneas de producción.

Evaluación de los resultados de los ensayos, asegurándose del correcto estado de calibración y la certificación actualizada de los equipos. Al evaluar los resultados debe comprobarse si se han cumplido los requerimientos.

Revisión de los resultados de otros END tales como radiografía y tratamiento térmico post soldadura (*PWHT: Post Weld Heat Treatment*), pues la Inspección tiene la responsabilidad de la administración de tal información.

Debe mantenerse un control completo de la documentación de todas las inspecciones, ensayos, calificaciones, registros con ocurrencias de fallas, reparaciones etc., distribuyendo copias a las partes involucradas y conservando siempre una propia para la aclaración de cualquier consulta futura.

El número de juntas soldadas y reparaciones llevadas a cabo antes de la Prueba Hidrostática del Caldero se muestra en el Cuadro No. 3.4 de la página siguiente. La Figura No. 3.2 muestra la curva de avance de soldadura correspondiente al período comprendido desde el inicio de la etapa de preensamble de las partes a presión y la Prueba Hidrostática del Caldero.

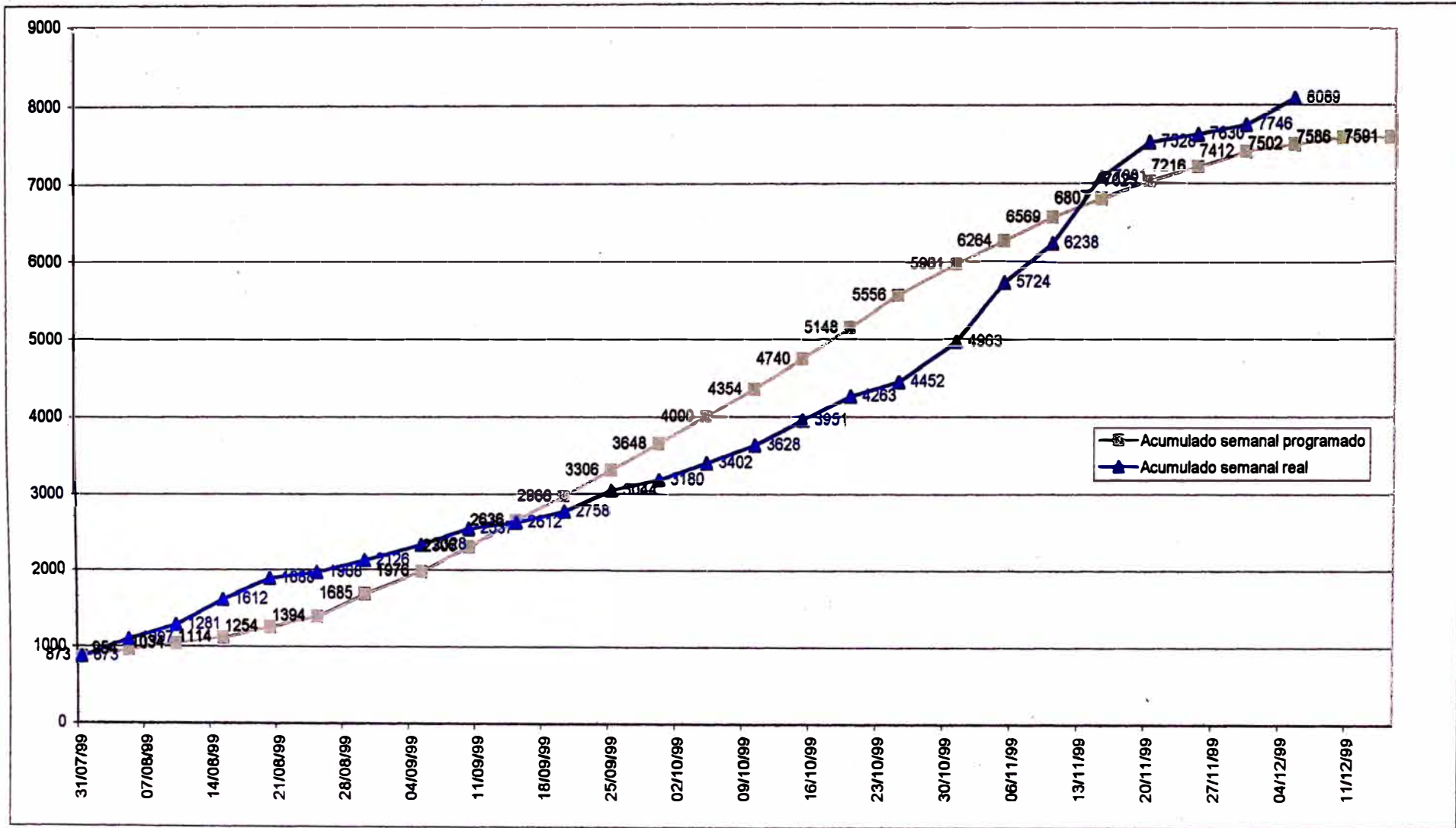
CUADRO No. 3.4

JUNTAS SOLDADAS DEL CALDERO (HASTA LA PRUEBA HIDROSTATICA)

DESCRIPCION	JUNIO / JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Juntas soldadas	852	1269	1052	1790	2691	435	7654
Radiografía (gammagrafía)	852	1269	1052	1643	2078	42	6894
Juntas con 1ra reparación	133	139	252	287	270	2	1081
% de rechazo en 1ra reparación	15.61	10.95	23.95	17.47	12.99	4.76	15.68
Juntas con 2da reparación	17	24	69	69	43	0	222
% de rechazo en 2da reparación	12.78	17.27	27.38	24.04	15.93	0.00	20.54
Juntas con 3ra reparación	2	6	21	30	13	0	72
% de rechazo en 3ra reparación	11.76	25.00	30.43	43.48	30.23	0.00	32.43
Corte	0	1	3	17	7	0	28

FIGURA No. 3.2

CURVA DE AVANCE DE SOLDADURA DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO
(HASTA LA PRUEBA HIDROSTATICA)



3.4 Pruebas

En las secciones siguientes se detallan los procedimientos de prueba a los que se someten los subsistemas a presión del Caldero durante la etapa de Construcción del Proyecto.

Durante los procesos de Lavado Químico (Cf 3.4.2) y limpieza (soplado) de los subsistemas de vapor (Cf 3.4.3) los quemadores del Caldero operan con el sistema de combustible líquido Diesel 2, durante la prueba de las válvulas de seguridad el Caldero opera con el sistema de combustión de carbón.

3.4.1 Prueba Hidrostática

La Prueba Hidrostática de los subsistemas a presión del Caldero tiene como propósito comprobar la estanqueidad de las juntas soldadas efectuadas en todos sus componentes, a niveles de presión mayores que los de operación normal.

Esta Prueba Hidrostática se lleva a cabo antes de iniciarse los trabajos de instalación de refractario y aislamiento térmico del Caldero y tuberías de vapor. Los trabajos de instalación de la cubierta metálica se pueden iniciar en las zonas donde la misma no dificulta la inspección visual de las juntas soldadas durante la Prueba Hidrostática.

El alcance de la Prueba Hidrostática comprende a todos los subsistemas a presión y tuberías de vapor del Caldero, sin embargo, para su ejecución en el plazo más corto posible, ésta se limita al lado de alta presión, hasta la primera

válvula de aislamiento aguas abajo del componente (tubería) correspondiente del Caldero después de la cual se presenta un cambio considerable de la presión de operación (prueba), el caso más importante es el del sistema de vapor de los sopladores de hollín, derivado de la línea de vapor auxiliar proveniente de la tubería de interconexión del Sobrecalentador. Este es el caso también de todas las tuberías de venteo, drenaje y derivaciones para sistemas de instrumentación. Todos estos sistemas de tubería se prueban posteriormente.

3.4.1.1 Actividades que deben terminarse antes de la Prueba Hidrostática

Como mínimo deben terminarse las siguientes actividades:

- Instalación de todos los componentes a presión del Caldero, soldadura, inspección, ensayos no destructivos (radiografías, tintes penetrantes) y alivio de tensiones (tratamientos post soldadura) con la correspondiente documentación y aprobación del Fabricante.
- Instalación de todos los accesorios que se sueldan directamente a las partes a presión tales como termocuplas, aletas, membranas, soportes, etc.
- Instalación de todos los anclajes del aislamiento térmico del Caldero que se sueldan directamente a las partes a presión.
- Ensamble de todas las vigas de refuerzo (*buckstay*) y barras sísmicas (*seismic tie bars*) de las paredes del Caldero, carga y ajuste apropiados de los pernos de suspensión del techo. Todos los soportes de suspensión de tuberías de tipo resorte calibrado y abrazadera deben mantenerse trabados con su respectivo pasador.

- Bloqueo de las válvulas de seguridad.
- Instalación de todas las válvulas de aislamiento de los circuitos de alta presión del Caldero correspondientes a venteos, drenajes e instrumentación.

3.4.1.2 Organización, instalaciones temporales y consumibles

- Debido a la configuración y número de las juntas soldadas comprendidas dentro del alcance de la Prueba Hidrostática, se organizan grupos encargados de zonas claramente definidas para la inspección total de los subsistemas a presión del Caldero, la inspección es llevada a cabo con la participación de setenta y ocho personas divididas en siete grupos.

Cada grupo cuenta con un juego completo de planos de las partes a presión que le corresponde inspeccionar, recipientes y rociadores de solución jabonosa, martillos de prueba, linternas y espejos para la correcta ejecución de los trabajos de inspección.

La comunicación entre los grupos durante todas las etapas de la Prueba Hidrostática se realiza a través de radios portátiles en una frecuencia establecida de uso exclusivo.

- Los niveles de presión que se requieren alcanzar durante la Prueba Hidrostática se obtienen mediante la operación de un sistema temporal constituido por bombas y tuberías que se detalla a continuación:

La bomba principal tiene las siguientes características:

Tipo de la bomba:	De pistón, modelo OPI HOWCO HT-400
Tipo del motor:	CAT 343 TAJ
Diámetro del pistón:	12.7 mm
Máxima presión:	55 Mpa (8000 psi)
Máximo caudal:	1.53 m ³ /min
Peso del motor:	4036 kg
Peso de la bomba:	3764 kg

La bomba de regulación de la presión o presurización tiene las siguientes características:

Tipo de la bomba:	De engranajes
Caudal:	0.00213 m ³ /min (2.13 l/min)
Máxima presión:	59 Mpa (600 kg/cm ²)
Potencia del motor:	3.7 KW

El elevado caudal de la bomba principal del sistema genera dificultades en la regulación apropiada de los pequeños cambios de presión (presurización) que se requieren en los diferentes circuitos. La bomba de bajo caudal regula la presión de cada circuito según lo requerido.

Mediante las Bombas de Llenado del Caldero se impulsa el agua para todas las etapas de la Prueba Hidrostática desde uno de los tanques de agua desmineralizada de la Planta. Una derivación lleva parte del flujo de agua hasta un tanque elevado temporal para la operación de las bombas principal y de presurización, el propósito de este tanque es mantener un

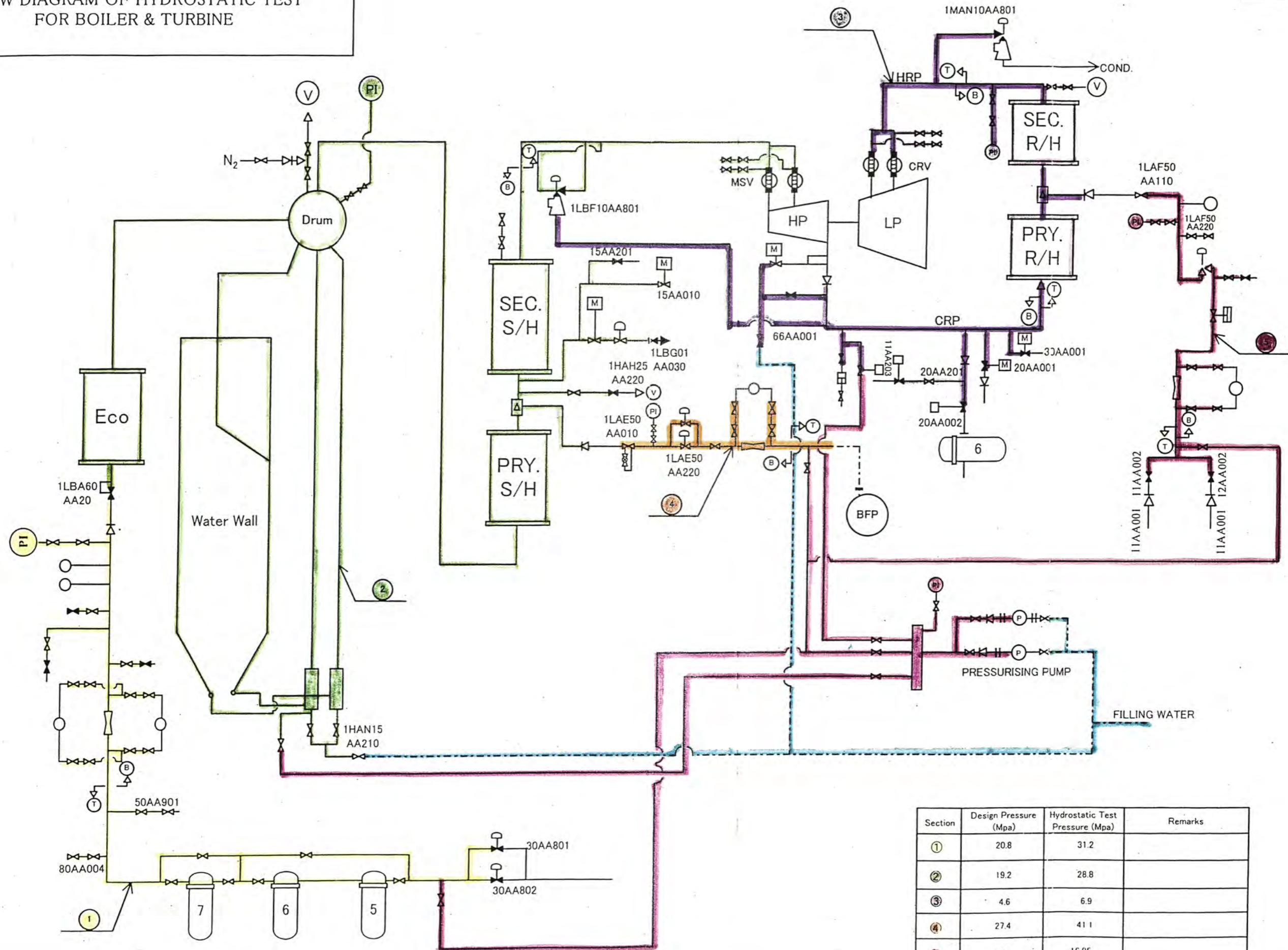
volumen de agua suficiente a presión atmosférica en el lado de succión de ambas bombas. El nivel inferior del tanque se mantiene sobre el correspondiente al eje de las dos bombas, a éste se conectan la manguera de succión de 25 mm de diámetro (1") de la bomba de presurización, la manguera de succión de 100 mm de diámetro (4") y la tubería de sobrepresión de la bomba principal (que es suministrada con la misma), esta última se ancla firmemente al piso.

En las líneas de impulsión de ambas bombas se instalan válvulas de aislamiento, aguas abajo estas líneas se unen y la tubería común va hacia el cabezal de distribución para la presurización individual de los diferentes circuitos a probar. En una de las conexiones de este cabezal de distribución se instala en cada etapa de la Prueba Hidrostática uno de los dos manómetros correspondientes a cada circuito.

Desde el cabezal de distribución se instalan las líneas temporales para la prueba de fuga de aire, llenado, presurización y drenaje de los circuitos a probar (Ver Cuadro No. 3.5).

Una segunda conexión temporal (manguera de 100 mm de diámetro) derivada de la tubería de agua desmineralizada proveniente de las Bombas de Llenado del Caldero se utiliza para el llenado del mismo antes de la presurización, a través de una conexión temporal en la línea de drenaje de las tuberías descendentes (Ver diagrama adjunto "*Flow Diagram of Hydrostatic Test for Boiler and Turbine*").

FLOW DIAGRAM OF HYDROSTATIC TEST
FOR BOILER & TURBINE



Section	Design Pressure (Mpa)	Hydrostatic Test Pressure (Mpa)	Remarks
①	20.8	31.2	
②	19.2	28.8	
③	4.6	6.9	
④	27.4	41.1	
⑤	11.3	16.95	

- El agua es almacenada en uno de los dos tanques de agua desalinizada de la Planta, entre éstos y los tanques de agua desmineralizada se instala una planta temporal de desmineralización por ósmosis inversa y las tuberías para tal proceso.

Las Bombas de Llenado del Caldero deben encontrarse operativas, es decir ancladas, alineadas y probadas en vacío para su utilización durante las etapas de llenado de los circuitos a probar; sin embargo, el cableado de fuerza, control y sistemas de protección para su operación son temporales ya que el estado de avance del Proyecto no permite la instalación definitiva de los mismos.

Se prepara agua desmineralizada en un volumen equivalente de 3 a 4 veces el volumen total de los circuitos comprendidos dentro del alcance de la Prueba Hidrostática.

Se dosifica Hidrazina como químico necesario para mantener las condiciones óptimas del agua desmineralizada, con un contenido de Hidrazina mayor a 200 ppm, pH mayor a 9.5 y anión cloruro menor a 0.5 ppm.

- Se instalan las plataformas de andamios necesarias y la plataforma de acero que opera como base del andamiaje interior del Horno (Cf 3.2.6.4) para la inspección apropiada de todas las juntas soldadas de los componentes y tuberías del Caldero.

- Para la prueba de fuga de aire se utiliza un manómetro de 1.0 Mpa (10 kg/cm²), para la Prueba Hidrostática se utilizan dos manómetros por cada circuito. Todos los manómetros poseen certificación de calibración, los rangos de presión se especifican en el cuadro siguiente:

CUADRO No. 3.5

MANÓMETROS UTILIZADOS EN LA PRUEBA HIDROSTÁTICA DEL CALDERO

Circuito	Rango de presión del manómetro (Mpa)	Cantidad de manómetros
Caldero y Tubería de Alimentación	0 a 50	Dos
Sobrecalentador	0 a 50	Dos
Recalentador	0 a 10	Dos
Atemperador del Sobrecalentador	0 a 70	Dos
Atemperador del Recalentador	0 a 50	Dos
Sistema de sopladores de hollín (*)	0 a 10	Dos

(*) *El sistema de sopladores de hollín forma parte del alcance de la Prueba Hidrostática del Caldero pero no se considera prioritario dentro del Plan General de Instalación de los subsistemas a presión. La prueba hidrostática de este sistema se ejecuta durante la etapa de instalación de los sistemas de tubería de la Planta (Cf 3.4.1).*

3.4.1.3 Prueba de fuga de aire

Antes de la Prueba Hidrostática se efectúa la prueba de fuga de aire de todo el sistema, esta prueba se lleva a cabo para detectar fugas por daños a las partes a presión y por posible soldadura incompleta o defectuosa, la inspección es total.

Se introduce aire en el circuito a través de uno de los compresores utilizados durante la etapa de preensamble de partes a presión del Caldero, la

inspección se inicia cuando se alcanza una presión de 0.3 Mpa (3 kg/cm²) en el manómetro instalado en la tubería de venteo del Domo.

Cada grupo se dirige hacia el área definida con los recursos necesarios para efectuar la inspección, se aplica la solución jabonosa sobre todas las juntas soldadas de fábrica, de obra (campo) y sobre todos los accesorios que van soldados directamente a las partes a presión del Caldero. Si se detecta alguna fuga, el jefe de grupo encargado anota el plano al que pertenece la junta o parte a presión en la que existe dicha fuga, luego se marca claramente la zona exacta del defecto para su rápida identificación y reparación luego de despresurizar el sistema.

Todos los defectos encontrados durante la inspección se reparan inmediatamente después de despresurizar el sistema, luego se repite la prueba de fuga de aire.

El sistema alcanza la presión máxima de prueba de fuga de aire aproximadamente a los 45 minutos, el mantenimiento del sistema a este nivel de presión dura un promedio de 90 minutos, tiempo que toma la inspección total del mismo.

3.4.1.4 Prueba Hidrostática

Terminada la prueba de fuga de aire, el sistema se encuentra en condiciones para ser probado con agua.

Mediante la operación de la bomba de presurización se realiza la prueba de presión a 41 Mpa (6000 psi) de todos los tramos de tubería temporal hacia cada uno de los circuitos, esta presión se mantiene durante 30 minutos para la verificación de las juntas.

Probado el sistema temporal se procede a la limpieza correspondiente (*flushing*) -se incluyen todas las conexiones de manguera y tanque elevado- mediante recirculación de agua desmineralizada.

3.4.1.4.1 Llenado del Caldero y demás circuitos

Para la comunicación y coordinaciones se proveen radios localizados en el área de bombas de presurización y cabezal de distribución, así como donde se encuentran ubicados los manómetros de los diferentes circuitos.

Para cada circuito se cuenta con dos manómetros, uno en el cabezal de distribución y otro en un lugar adecuado de cada circuito.

Todas las válvulas de límite de cada circuito se cierran completamente y se abren las de venteo.

El Caldero se llena a través de la segunda conexión temporal (manguera de 100 mm de diámetro) derivada de la línea que llega desde las Bombas de Llenado del Caldero (Cf 3.4.1.2), cuando el agua llega al nivel del eje del Domo, se apagan las bombas y se cierran las válvulas de la línea de llenado como medida de protección del Sobrecalentador; luego el agua

contenida en el Caldero se retira completamente, limpiando mediante drenaje todos los subsistemas a presión, durante esta operación las válvulas de venteo permanecen abiertas.

Se llena nuevamente el Caldero y los circuitos a probar con agua desmineralizada -con pH 9.5 y con concentraciones de Hidrazina mayor a 200 ppm y anión cloruro menor a 0.5 ppm-, cuando el agua escapa por las válvulas de venteo del Domo se cierran todas las válvulas de venteo del sistema.

En una primera inspección, se verifican los circuitos por si alguna fuga aparece o algún soporte se comporta anormalmente.

3.4.1.4.2 Presurización e inspección

Todas las válvulas de los circuitos tienen adosada una tarjeta de identificación que indica su condición cerrada o abierta, debe asegurarse que se encuentren correctamente posicionadas, se prohíbe la manipulación de cualquier válvula durante las diferentes etapas de la Prueba Hidrostática.

Se inicia la presurización del circuito a probar abriendo la válvula correspondiente a dicho circuito en el cabezal de distribución, se opera primero la bomba principal y luego la de presurización.

La presión de prueba en todos los casos es equivalente a 1.5 veces la presión de máxima operación permisible (diseño), el circuito se mantiene a dicho nivel de presión por espacio de 30 minutos, luego se reduce hasta el valor de máxima presión de operación permisible. En el cuadro siguiente se detallan las diferentes presiones para cada circuito:

CUADRO No. 3.6

VALORES DE PRESION DE LA PRUEBA HIDROSTATICA DEL CALDERO

Circuito	Máxima presión de Operación (Mpa)	Presión de Prueba (Mpa)	Presión de Inspección (Mpa)
Caldero y Tubería de Alimentación	20.8	31.2	20.8
Sobrecalentador	19.2	28.8	19.2
Recalentador	4.6	6.9	4.6
Atemperador del Sobrecalentador	27.4	41.1	27.4
Atemperador del Recalentador	11.3	16.95	11.3
Sistema de sopladores de hollín (*)	4.2	6.3	4.2

(*) *El sistema de sopladores de hollín forma parte del alcance de la Prueba Hidrostática del Caldero pero no se considera prioritario dentro del Plan General de Instalación de los subsistemas a presión. La prueba hidrostática de este sistema se ejecuta durante la etapa de instalación de los sistemas de tubería de la Planta (Cf 3.4.1).*

Alcanzado este último nivel de presión, se inicia la inspección detallada de todos los componentes a presión correspondientes al circuito en prueba. Todas las posibles fugas se anotan y se reparan luego de terminada la inspección, las reparaciones se ejecutan después del drenaje completo del circuito. Las etapas de llenado, presurización e inspección se repiten si es necesario, hasta que el circuito en prueba queda completamente libre de fuga o anomalía alguna.

Terminada la inspección completa del circuito en prueba, éste se despresuriza hasta el mínimo valor de presión estática, durante esta operación todas las válvulas de venteo permanecen abiertas.

3.4.1.5 Mantenimiento del Sistema con Nitrógeno

Todo el sistema sometido a Prueba Hidrostática se mantiene bajo presión de gas Nitrógeno hasta la etapa de arranque del Caldero para su protección contra la corrosión.

Se introduce el gas Nitrógeno al sistema a una presión de 3 a 5 bar, a través de las válvulas de drenaje correspondientes se eliminan todos los remanentes de agua de la Prueba Hidrostática, el sistema debe mantenerse siempre a una presión manométrica mayor a 0.6 bar para evitar el ingreso (inhalación) de aire.

Terminada la operación, debe procurarse mantener diariamente una presión en el sistema de 1.5 bar como promedio y una pureza mayor a 99.8% del gas Nitrógeno.

3.4.2 Lavado Químico

El proceso de Lavado Químico se aplica con el propósito de remover toda partícula de óxido, escoria, grasa o cualquier otro contaminante de la superficie interior de los tubos de las paredes de agua y Economizador del Caldero, por

medio de sucesivas etapas de recirculación e impregnación de los agentes de lavado.

3.4.2.1 Sistemas y equipos temporales requeridos

Los siguientes sistemas del Caldero deben encontrarse en condiciones de operación definitiva antes del inicio del proceso de Lavado Químico:

- Circuito cerrado de agua de enfriamiento
- Sistema de aire de servicio
- Sistema de aire de instrumentación
- Sistema de aire y gases
- Sistema de agua y vapor del Caldero
- Sistema de combustible Diesel 2
- Sistema de tratamiento y suministro de agua de la Planta
- Sistema de inyección química
- Sistema contra incendios

Asimismo, los siguientes sistemas de protección para:

- Control de presión del Horno del Caldero
- Control de flujo del aire de combustión y protección contra flujo insuficiente del mismo
- Control de nivel del Domo
- Control de los reguladores de compuerta (*dampers*) de los quemadores
- Control de presión y temperatura del combustible de encendido

En el cuadro siguiente se detallan las características de los equipos temporales requeridos.

CUADRO No. 3.7

EQUIPOS TEMPORALES REQUERIDOS PARA EL LAVADO QUÍMICO DEL CALDERO

Equipo	Código (*)	Unidad	Cantidad	Especificación
Bombas de recirculación	AP001 y AP002	Unidad	2	150 m ³ /hr x 90m, 460V, 75KW
Bomba de dosificación de químicos	AP003	Unidad	1	30 m ³ /hr x 90m, 460V, 30KW
Bomba de sello del Sobrecalentador	AP004	Unidad	1	30 m ³ /hr x 120m, 460V, 30KW
Bomba de dosificación de Hidracina	AP005	Unidad	1	150 l/hr x 350m, 220V, 0.75KW
Tanques de químicos	BB001 y BB002	Unidad	2	10 m ³
Tanques temporales de residuos	BB003 y BB004	Unidad	2	200 m ³
Tuberías temporales	BR001 a BR100	Conjunt o	1	
Indicador temporal de nivel del Domo	CL001	Unidad	1	

(*) Ver diagrama adjunto EI-98352-D01 Rev. 2 "Boiler Chemical Cleaning Flow Diagram"

3.4.2.2 Actividades previas

Los siguientes trabajos de preparación se realizan antes del inicio del Lavado Químico del Caldero:

- Inspección del Domo y remoción de todo material extraño del interior del mismo

- Instalación de los equipos necesarios: bombas de recirculación, bomba de dosificación de químicos, bomba de sello del Sobrecalentador, bomba de dosificación de Hidrazina, tanques de químicos, tanques temporales de residuos, termómetros, medidores de flujo, manómetros, indicador temporal de nivel del Domo, mangueras, tuberías, válvulas, etc.
- Verificación de los motores y la rotación de las bombas.
- Instalación de una ducha para que cualquier persona involucrada en las operaciones del Lavado Químico pueda lavarse el cuerpo y ojos.
- Provisión de los implementos de seguridad para las personas involucradas, tales como mandiles de protección, guantes de jebe, lentes de seguridad, máscaras, zapatos de jebe, etc.
- Preparación de los diversos instrumentos para el análisis químico durante el proceso.
- Instalación de los testigos (02) en el interior del Domo, los cuales son del mismo material que los tubos de las paredes del Caldero (ASTM A-213 T12).
- Determinación y señalización de las zonas restringidas al tránsito de personal no involucrado durante el proceso de Lavado Químico.
- Instalación de placas de protección contra caídas hacia cada tubería descendente (*downcomer*) desde el interior del Domo.
- Terminada la instalación de equipos, tuberías y mangueras de los diferentes circuitos temporales para el Lavado Químico se procede con las pruebas de hermeticidad. Estas pruebas se realizan con aire del sistema de servicio de la Planta a una presión de 0.88 Mpa (9 bar), durante las etapas de prueba se van aislando los diferentes circuitos entre sí mediante la apertura y cierre de las válvulas correspondientes. Probados todos los

circuitos y reparada cualquier fuga existente se procede a la limpieza de cada uno de los mismos mediante el soplado interior de tuberías y mangueras con aire de servicio de la Planta, así, las instalaciones temporales quedan preparadas para su operación.

3.4.2.3 Procedimiento de Lavado

3.4.2.3.1 Lavado con agua desmineralizada

Este lavado consiste en llenar todo el sistema de agua del Caldero con agua desmineralizada de la Planta; cuando el agua llega hasta el nivel central (línea de eje) del Domo, el sistema se drena enviando el agua hacia la poza de agua residual de la Planta, luego de un segundo llenado el sistema queda preparado para el precalentamiento.

A través de la bomba de sello del Sobrecalentador y con la adición de Hidrazina a razón de 100 mg/l desde la bomba de dosificación, se llena todo el sistema de vapor del Caldero una primera vez y se procede de la misma manera que con el sistema de agua, es decir, se drena completamente.

Mediante el monitoreo del nivel de agua en el Domo se verifica el llenado (segunda vez) del sistema de vapor (Sobrecalentador) hasta que dicho nivel se incrementa de 25 a 50 mm sobre el nivel predeterminado de llenado del sistema de agua del Caldero (100 mm sobre la línea de eje del Domo).

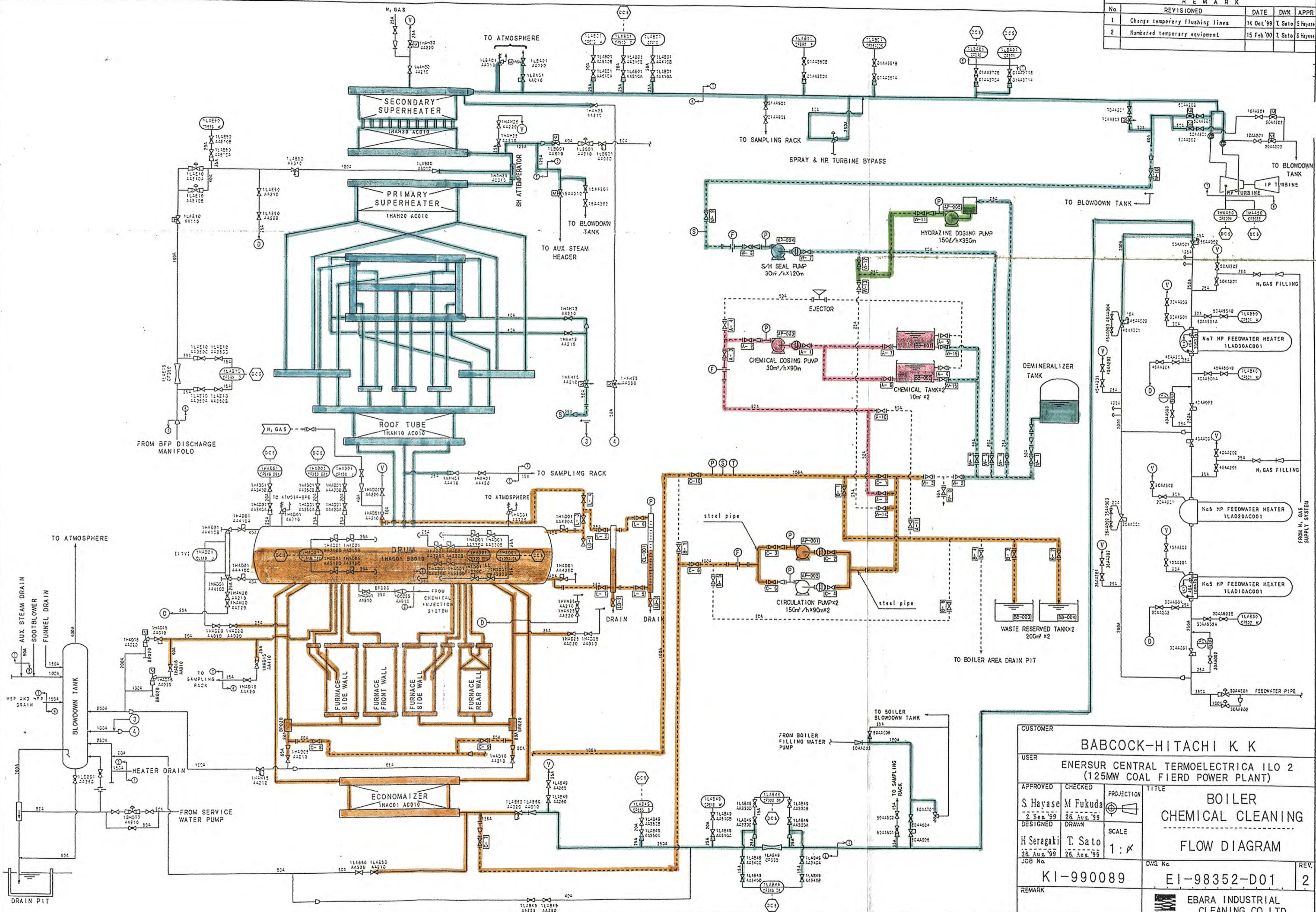
El precalentamiento hasta los 75°C de temperatura del metal (tubos) se realiza mediante la operación de dos quemadores a bajo régimen y controlando el nivel del Domo mediante drenaje, alcanzada la temperatura del metal preestablecida se apagan los quemadores. Se asegura que todos los accesos al Horno, escotillas de observación y reguladores de compuerta (*dampers*) de los ventiladores del Caldero se mantengan completamente cerrados para mantener la temperatura de precalentamiento. Antes de la inyección de la solución ácida se drenan aproximadamente 20 m³ de agua del sistema, se asegura también que el Sobrecalentador se encuentra completamente lleno de agua desmineralizada verificando las condiciones de la misma.

3.4.2.3.2 Lavado Acido

Para prevenir cualquier ingreso de la solución ácida hacia el intercambiador de calor del agua de alimentación del Caldero (HP No. 7) se cierran las válvulas 1LAB60AA020, 1LAB50AA001 y 1LAB46AA001 (Ver diagrama adjunto EI-98352-D01 Rev. 2 "*Boiler Chemical Cleaning Flow Diagram*"), luego se presuriza el tramo correspondiente de la Tubería de Alimentación del Caldero.

La solución ácida compuesta por Acido Clorhídrico, agente humedecedor e inhibidor se prepara en los tanques temporales de químicos. A través de la bomba de dosificación de químicos se procede a la recirculación de la

REVISION				
No.	REVISION	DATE	DWN	APPR
1	Change temporary flushing lines	14 Oct '99	T. Sato	S. Hayase
2	Numbered temporary equipment	15 Feb '00	T. Sato	S. Hayase



CUSTOMER		BABCOCK-HITACHI K K		
USER		ENERSUR CENTRAL TERMoeLECTRICA ILO 2 (125MM COAL FIRED POWER PLANT)		
APPROVED	CHECKED	PROJECTION	TITLE	
S. Hayase	M. Fukuda	①	BOILER CHEMICAL CLEANING	
DESIGNED	DRAWN	SCALE	FLOW DIAGRAM	
h. Seragaki	T. Sato	1:1		
JOB No.	DWG No.	REV.		
KI-990089	EI-98352-D01	2		
REMARK		EBARA INDUSTRIAL CLEANING CO. LTD.		

solución ácida hacia los tanques. Antes del arranque de la bomba de recirculación se abren las válvulas de venteo del Domo

Se arranca la bomba de recirculación y se calibra el caudal en 150 m³/hr, se arranca la bomba de dosificación de químicos y se inyecta la solución ácida a razón de 20 m³/hr, se cierran las válvulas W-2 y W-3, dejando abierta la válvula W-D para evitar el paso de la solución ácida hacia el tanque principal de agua desmineralizada de la Planta (Ver diagrama adjunto EI-98352-D01 Rev. 2 *"Boiler Chemical Cleaning Flow Diagram"*).

El nivel de agua se controla y mantiene según lo preestablecido (100 mm sobre la línea de eje del Domo). Concluida la inyección de solución ácida, se detiene la bomba de dosificación de químicos y se vuelve a calibrar el caudal de la de recirculación en 150 m³/hr.

Durante todo el proceso se mantiene el nivel en el Domo según lo preestablecido y la temperatura del metal (tubos) del Caldero entre 60+/- 10°C.

El Lavado Acido se lleva a cabo hasta que los iones de Hierro (Fe⁺² y Fe⁺³) alcanzan un nivel de concentración constante, el proceso dura como mínimo 5 horas.

Alcanzado el nivel constante de concentración de iones de Hierro (Fe⁺², Fe⁺³), se cierran las válvulas de venteo del Domo y se drena la solución ácida mediante la inyección de Nitrógeno a una presión de 0.05 Mpa (0.5

bar) a 0.1 Mpa (1.0 bar), para lo cual se abren las válvulas de drenaje del sistema de agua del Caldero, el Nitrógeno mantiene presurizado el sistema (presión positiva). Terminado el proceso de drenaje del Caldero y Economizador se cierran las válvulas de drenaje para permitir que el agua aún contenida se deposite en los cabezales inferiores del Caldero por aproximadamente 10 a 15 minutos, luego se abren las válvulas una por una para asegurar el completo drenaje.

Luego del drenaje completo se detiene el suministro de Nitrógeno y se abren las válvulas de venteo del Domo antes del llenado del sistema con agua (enjuague).

Mediante las Bombas de Llenado del Caldero y la inyección de Hidrazina a razón de 100 mg/l a través de la bomba de dosificación de químicos, se llena el sistema con agua desmineralizada hasta el nivel preestablecido (100 mm sobre la línea de eje del Domo), se abren las válvulas 1LAB49AA260 y 1LAB49AA265 (Ver diagrama adjunto EI-98352-D01 Rev. 2 "*Boiler Chemical Cleaning Flow Diagram*"), se toman y analizan muestras para descartar cualquier rastro de solución ácida hacia el intercambiador de calor del agua de alimentación del Caldero (HP No. 7). Este enjuague también se aplica sobre todas las zonas del sistema donde puede permanecer solución ácida remanente, tales como los extremos de cabezales, tuberías de muestreo, instrumentación y drenaje.

El sistema de vapor del Caldero (Sobrecalentador) también se enjuaga con agua desmineralizada operando la bomba de sello del Sobrecalentador y

dosificación de Hidrazina a razón de 100 mg/l, llenando el sistema hasta que el nivel (Domo) se incrementa de 25 a 50 mm sobre el nivel preestablecido de llenado del sistema de agua del Caldero (100 mm sobre la línea de eje del Domo), el agua se analiza para prevenir cualquier contaminación en el Sobrecalentador.

Finalmente el Caldero se drena bajo presión de Nitrógeno de 0.05 Mpa (0.5 bar) a 0.1 Mpa (1.0 bar). El enjuague con agua se realiza dos veces como mínimo.

3.4.2.3.3 Enjuague con Acido Cítrico

Luego del drenaje completo del sistema se detiene el suministro de Nitrógeno y se abren las válvulas de venteo del Domo antes del llenado. La solución de Acido Cítrico (Acido Cítrico y Amoníaco) se prepara en los tanques temporales de químicos. El Caldero y Economizador se llenan con agua desmineralizada a través de las Bombas de Llenado del Caldero hasta el nivel preestablecido (100 mm sobre la línea de eje del Domo).

Se encienden dos quemadores del Caldero a bajo régimen hasta alcanzar una temperatura del metal (tubos) de 60°C aproximadamente, alcanzada esta temperatura se apagan dichos quemadores, el nivel predeterminado se mantiene mediante drenaje. Antes de la inyección de la solución de Acido Cítrico se drenan aproximadamente 10 m³ de agua del sistema.

Se arranca la bomba de recirculación y se calibra el caudal en 150 m³/hr, se arranca también la bomba de dosificación de químicos y se inyecta la solución de Acido Cítrico a la succión de la bomba de recirculación a razón de 10 m³/hr, la verificación del nivel preestablecido es constante (100 mm sobre la línea de eje del Domo). El enjuague con Acido Cítrico se efectúa a una temperatura entre 40°C y 50°C durante una hora de recirculación.

3.4.2.3.4 Neutralización

La solución neutralizante (Amoníaco) se prepara en los tanques temporales de químicos. Se arranca la bomba de recirculación y se calibra el caudal en 150 m³/hr, se arranca también la bomba de dosificación de químicos y se inyecta la solución neutralizante a la succión de la bomba de recirculación a razón de 10 m³/hr, la verificación del nivel preestablecido es constante (100 mm sobre la línea de eje del Domo). Se extraen muestras para verificar el pH de la solución, valor que debe ser mayor a 9, se recircula durante una hora y se prepara el encendido de los quemadores para elevar la temperatura del agua.

3.4.2.3.5 Pasivación

La solución pasivante (Hidrazina) se prepara en los tanques temporales de químicos de modo que su concentración durante la pasivación sea de 500 mg/l, antes de la inyección se drenan aproximadamente 10 m³ de agua del sistema. Se arranca la bomba de recirculación y la bomba de dosificación de químicos inyectándose la solución pasivante a la succión de la bomba

de recirculación a razón de 10 m³/hr, se calibra el caudal de esta última en 150 m³/hr, durante la inyección de la solución pasivante la verificación del nivel preestablecido es constante (100 mm sobre la línea de eje del Domo). Concluida la inyección de la solución pasivante se detiene tanto la bomba de dosificación de químicos como la bomba de recirculación.

Se encienden dos quemadores del Caldero a bajo régimen hasta alcanzar una temperatura del metal (tubos) de 80°C, alcanzada esta temperatura se apagan dichos quemadores y se arranca la bomba de recirculación calibrándose el caudal en 150 m³/hr. La solución pasivante recircula por espacio de dos horas durante las cuales se mantiene la temperatura entre 70°C y 80°C.

Concluido el tratamiento de pasivación, se lava el sistema de vapor del Caldero (Sobrecalentador) a través de la bomba de sello y luego la solución pasivante se drena por gravedad sin inyección de Nitrógeno.

3.4.2.4 Inspección

Después de asegurarse que la concentración de Oxígeno es 21% se abren las entradas de hombre del Domo y se inspecciona el interior, se extraen los testigos para su evaluación y mediciones.

3.4.2.5 Trabajos de limpieza

Todos los recipientes de químicos y materiales no usados se trasladan hacia una zona segura.

Se cortan los siguientes niples de inspección del Caldero para verificar el interior:

- Uno ubicado en la parte inferior de la tubería descendente
- Uno ubicado en los cabezales inferiores del Horno.

Se reinstalan todos los elementos removidos para el proceso de Lavado Químico del Caldero, la inspección de las juntas soldadas se realiza mediante tintes penetrantes

3.4.3 Limpieza de los subsistemas de vapor

Los subsistemas de sobrecalentamiento y recalentamiento del Caldero se someten a un proceso de limpieza mediante soplado de vapor, con el propósito de eliminar toda partícula extraña entre dichos subsistemas y las válvulas de derivación de las Turbinas tanto de Alta, como de Intermedia y Baja Presión de la Central de Vapor. La efectividad de este método se basa en el choque que se produce a altas temperaturas entre el vapor y toda partícula adherida a las paredes de las tuberías, efecto que asegura su desprendimiento y expulsión del sistema.

Para las maniobras se requiere de la instalación de un sistema de tuberías temporales firmemente ancladas para la absorción de los esfuerzos producidos

por los flujos de vapor expulsados hacia la atmósfera. Este sistema de tuberías cuenta también con válvulas para el control del flujo de vapor y el tiempo de aplicación del mismo durante todas las etapas del proceso. Los grados de limpieza y aceptación se miden por el número de incrustaciones de partículas sobre la superficie de probetas de inspección de bronce ubicadas en el interior de la tubería temporal, antes de la salida del vapor hacia la atmósfera.

3.4.3.1 Secuencia del proceso

Este proceso se lleva a cabo en cinco etapas (Ver diagrama adjunto KU2-395-321 Rev. C "*Flow Diagram of Steam Blowing Out*"):

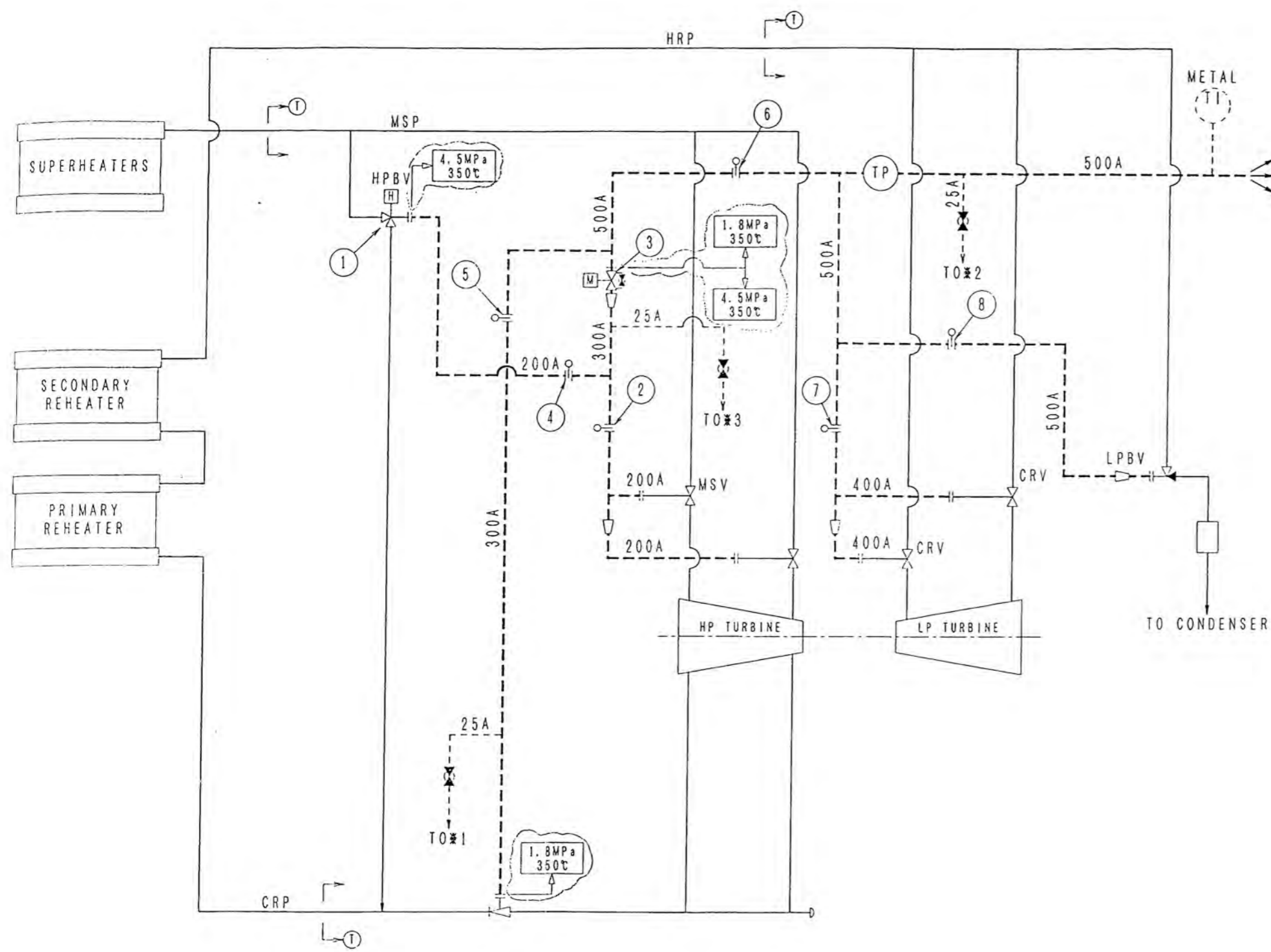
- Soplado de la Tubería Principal de Vapor (sistema de sobrecalentamiento)
- Limpieza de la tubería de entrada de la válvula de derivación de alta presión
- Limpieza de la tubería de salida de la válvula de derivación de alta presión
- Soplado del sistema de recalentamiento
- Limpieza de las tuberías de la válvula de derivación de baja presión

3.4.3.2 Parámetros de operación

Las condiciones del vapor se calculan basándose en los requerimientos del Fabricante de la Turbina (*Hitachi Japan Co.*) y en los valores de presión que se desarrollan durante cada una de las etapas del proceso, estableciéndose el cuadro siguiente:

REV.	COORDINATE	REVISIONS.	REVD.	CHKD.	APPD.
A	—	THE SIZES ARE ADDED, ETC.	T. FUJIMOTO	S. SATO	Y. YAMAMOTO
B	—	HPBV BLOW OUT LINE IS ADDED, ETC.	T. FUJIMOTO	S. SATO	Y. YAMAMOTO
C	—	DESIGN CONDITIONS ARE ADDED, ETC.	T. FUJIMOTO	S. SATO	Y. YAMAMOTO

(11)



NOTES

- ① DENOTES THE SCOPE OF TURBINE CONTRACTOR.
- DENOTES THE STEAM BLOWING TEMPORARY PIPING & EQUIPMENT.

REFERENCE DRAWING

- KU0-189-001
- FLOW DIAGRAM OF STEAM AND WATER

--- FROM#1
--- FROM#2
--- FROM#3
TO BLOWDOWN SUMP

ACTION OF VALVES & FLANGES

STEP	BLOW THROUGH AREA	1	2	③	4	5	6	7	8
1	SUPERHEATERS MSP	—	0	0	C	C	0	C	C
2	HPBV LINES (BLOW OUT)	—	C	0	0	C	0	C	C
3	HPBV LINES (BLOW THROUGH)	0	C	0	0	C	0	C	C
4	CRP, REHEATER HRP	C	0	0	C	0	C	0	C
5	LPBV LINES	C	0	0	C	0	C	C	0

REMARKS
③: TEMPORARY, BLOWING VALVE
C: CLOSE
0: OPEN
IP: TEST PIECE

PROJECT DWG NO.	XPI - - - -	REV.		
ENERSUR CENTRAL TERMoeLECTRICA ILO 2 (125MW COAL FIRED POWER PLANT)				
Dwn.	S. SATO	29. SEP. '98	THIRD	TITLE
CHKD.	N. SHIMONO	1. OCT. '98	ANG. PROJ.	FLOW DIAGRAM OF STEAM BLOWING OUT
APPD.	N. SHIMONO	1. OCT. '98	SCALE	
BABCOCK-HITACHI K.K. TOKYO JAPAN				KURE DIVISION DWG. NO. KU2-395-321
				REV. C

CUADRO No. 3.8

**PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE LOS
SUBSISTEMAS DE VAPOR DEL CALDERO**

Etapa del proceso	Presión del Domo (bar)	Flujo (Ton/hr)
Soplado de la Tubería Principal de Vapor (sistema de sobrecalentamiento)	35	170
Limpieza de la tubería de entrada de la válvula de derivación de alta presión	22	95
Limpieza de la tubería de salida de la válvula de derivación de alta presión	35	95
Soplado del sistema de recalentamiento	37	190
Limpieza de las tuberías de la válvula de derivación de baja presión	35	180

3.4.3.3 Criterios para las etapas de soplado

Son criterios adoptados como estándares por el Fabricante de la Planta (*Hitachi Japan Co.*), y se resumen en el cuadro siguiente:

CUADRO No. 3.9

CRITERIOS PARA LAS ETAPAS DE SOPLADO

Probetas de inspección	Criterio
Tamaño de los agujeros producidos por las partículas	Diámetro de los agujeros menor a 0.3 mm
Cantidad de los agujeros producidos por las partículas	Menor a 5 por cada 100 mm ²
Grado de la superficie	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de rugosidad debida a los agujeros (al tacto) • No debe presentarse decoloración adicional a la producida por la temperatura del vapor
Número de confirmaciones de aceptación	Dos veces consecutivas como mínimo bajo las condiciones establecidas

Notas:

Las probetas de inspección poseen una superficie frontal sin defectos y grado de acabado pulido, la rugosidad es menor o igual a 0.0015 mm.

- La superficie frontal de las probetas de inspección es la que recibe los impactos de las partículas extrañas del flujo de vapor.
- Las probetas de inspección son placas de bronce de 28 mm de ancho colocadas en posición vertical en el interior de la tubería temporal.

Las etapas de limpieza con vapor de las tuberías de entrada y salida de la válvula de derivación de alta presión, así como de las tuberías de la válvula de derivación de baja presión se realizan sin el uso de probetas de inspección y mediante diez repeticiones por etapa.

3.4.4 Prueba de las válvulas de seguridad

Esta prueba se lleva a cabo a niveles de presión de operación del Caldero para la calibración del valor exacto de presión para el cual cede el resorte del elemento de obturación de la válvula permitiendo el escape de vapor y la despresurización de la línea (componente) hasta niveles admisibles de operación.

De acuerdo a la presión indicada en un manómetro calibrado instalado en un lugar cercano a la válvula en prueba se calibra la fuerza de compresión del

resorte producida por la presión del vapor, esta fuerza permite el levantamiento del elemento de obturación de la válvula cuando el sistema en prueba alcanza el valor de presión de operación establecido.

Producido el levantamiento del elemento de obturación se toma la medida de la compresión del resorte de la válvula, se mide el tiempo durante el cual se produce la descarga de vapor y el tiempo que tarda en retornar el elemento de obturación sobre su asiento, estos parámetros son importantes para la determinación de los cambios de presión admisibles que aseguran el comportamiento estable de la línea o componente correspondiente del Caldero.

En la página siguiente se muestra el Cuadro No. 3.10 en el que se detallan las características de las válvulas de seguridad del Caldero.

CUADRO No. 3.10

CARACTERISTICAS DE LAS VALVULAS DE SEGURIDAD DEL CALDERO

Componente (subsistema)	Und	Diámetro garganta (mm)	Flujo de descarga por válvula (Kg/hr)	Presión de levantamiento (Mpa)	Presión de retorno (Mpa)	Recorrido (mm)
Sobrecalentador (TPV)	1	45.7	113.244	18.30	17.58	11.43
Recalentador (TVaR)	2	101.3	155.475 / 159.952	4.70 / 4.83	4.52 / 4.65	25.09
Recalentador (TVR)	1	76.2	73.264	4.50	4.33	19.05
Domo	2	45.7	169.131 / 176.196	19.30 / 19.85	18.54 / 19.06	11.43

Donde:

TVP: Tubería Principal de Vapor

TVaR: Tubería de Vapor a Recalentador

TVR: Tubería de Vapor Recalentado

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS AUXILIARES DEL CALDERO

El presente Capítulo trata sobre los principios básicos de funcionamiento y la configuración de los sistemas que operando en conjunto generan la transformación del agua en vapor a altos niveles de presión y temperatura dentro de los subsistemas del Caldero.

El Proyecto prevé un sistema de codificación, el cual se utiliza en la elaboración de las especificaciones, procedimientos, diagramas y planos de Ingeniería, Construcción y Operación de la Central de Vapor (Ver Anexo I).

La descripción de los Sistemas Auxiliares del Caldero tratada en el presente Capítulo se complementa con los Diagramas de Flujo utilizados como soporte de Ingeniería durante la ejecución del Proyecto, así también con el Anexo I, en el que se especifica la codificación de todos los tipos de equipos, componentes, instrumentos, tuberías y accesorios del Caldero.

Los Diagramas de Flujo se encuentran adjuntos al texto correspondiente, el propósito del Anexo I es facilitar la identificación de la nomenclatura utilizada en dichos Diagramas de Flujo, esto permite la mejor comprensión del presente tratado.

4.1 Sistema de agua de alimentación

Para evitar la acción de los elementos corrosivos que son transportados dentro de los fluidos del sistema de condensado y agua de reposición de la Central de Vapor, dichos fluidos deben mantenerse a niveles de pH entre 8 y 9.5, en lo posible libres de gases como el Dióxido de Carbono (CO₂) y Oxígeno (O₂). Con el mantenimiento del pH óptimo se reducen las cantidades de elementos corrosivos como el Hierro (Fe) y Cobre (Cu) que ingresan al Caldero.

4.1.1 Control del pH

El control del pH para la protección contra la corrosión en el sistema de condensado se realiza mediante la adición de químicos neutralizadores de ácidos corrosivos, que son alcalinizadores volátiles a base de aminas.

Así también, debido a que la tendencia a la corrosión se incrementa con el aumento de las cantidades de Dióxido de Carbono (CO₂) dentro del vapor, se adicionan químicos a base de aminas en cantidades apropiadas que forman películas protectoras sobre la superficie de las tuberías del sistema.

4.1.2 Control del Oxígeno (O₂)

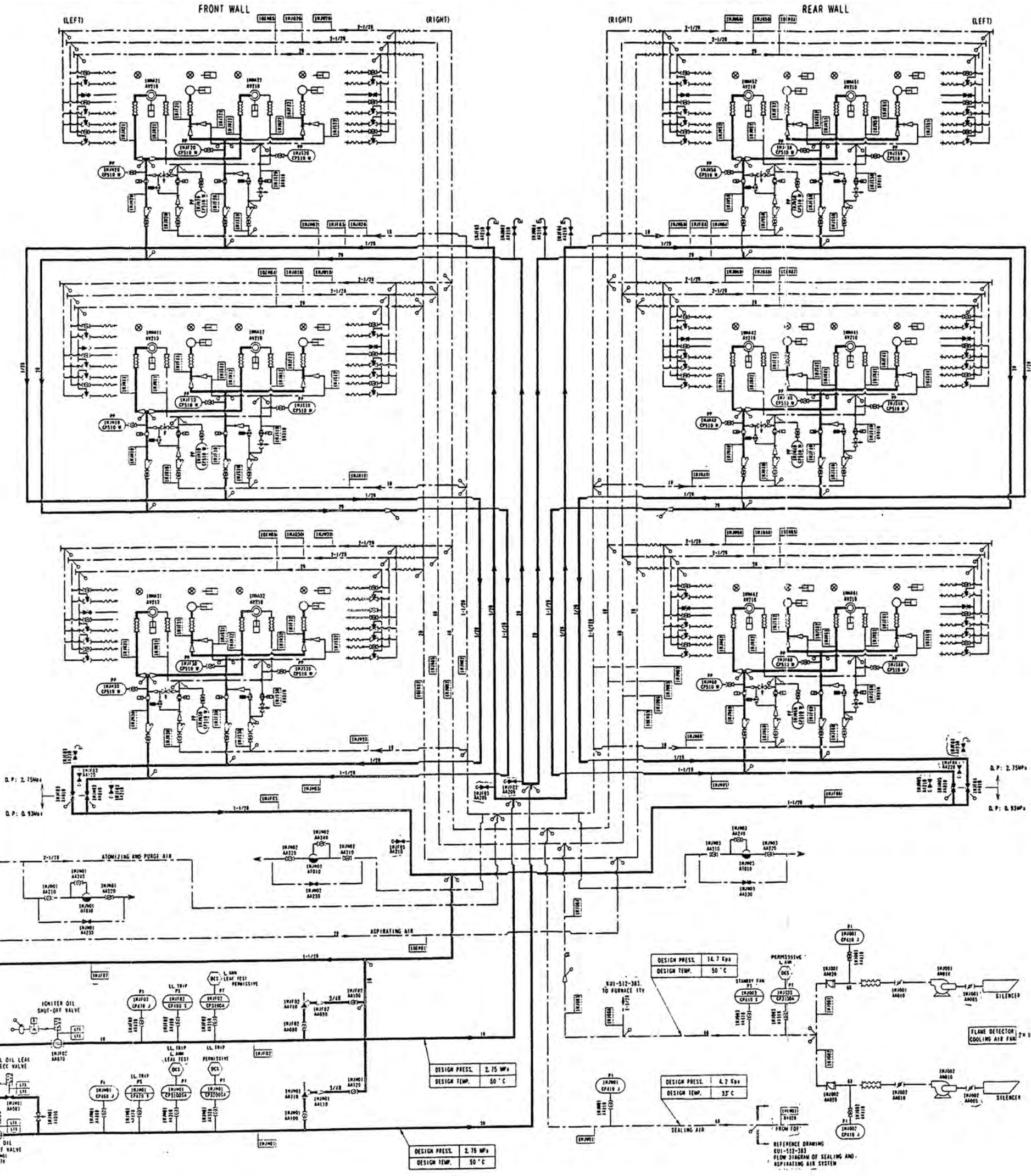
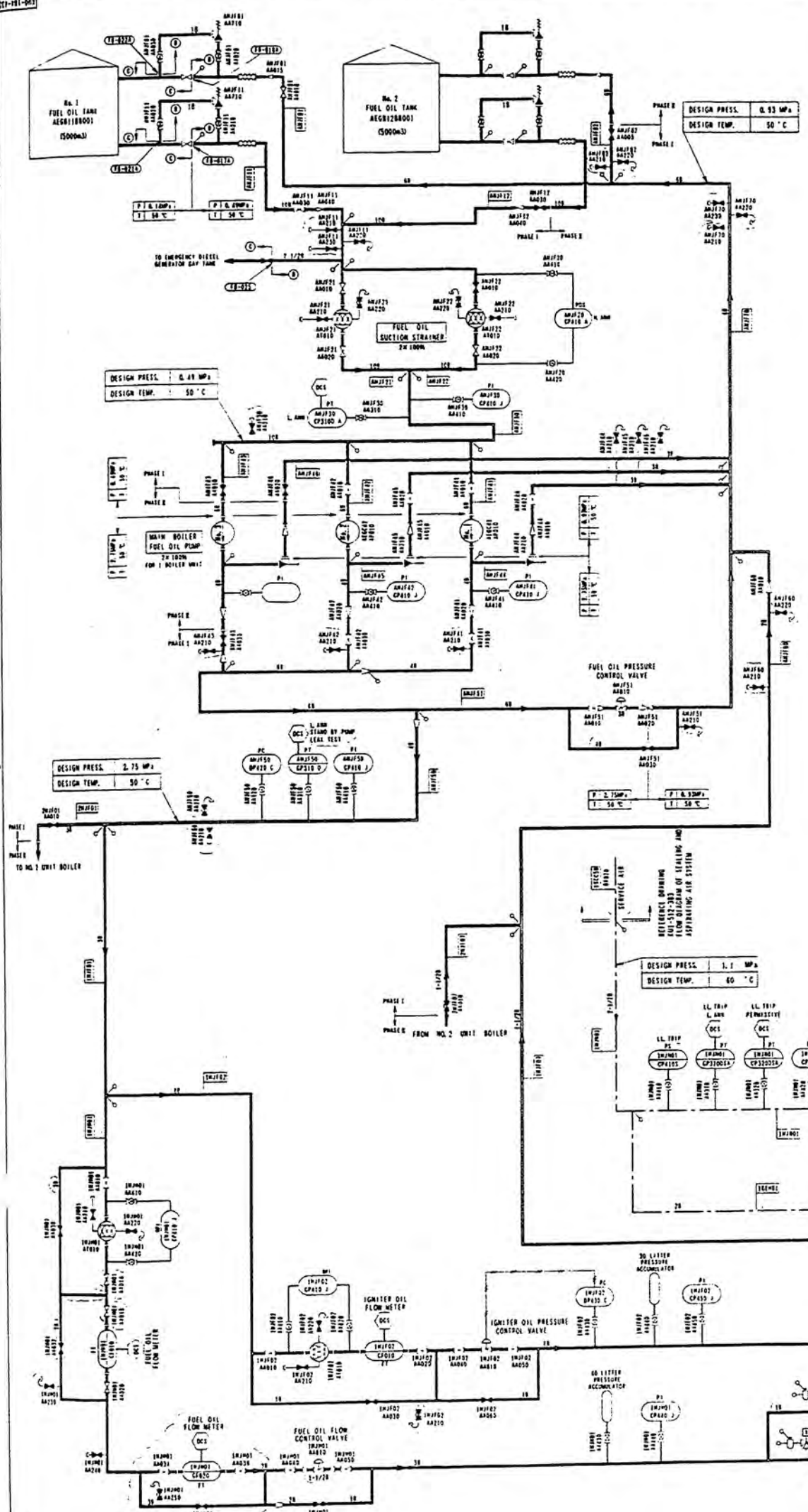
El Oxígeno es un agente que promueve la corrosión y ésta se presenta en todo momento, encontrándose o no el Caldero en operación. Si la presencia del Oxígeno disuelto en el agua de alimentación, Economizador y Domo no se controla, se presenta el fenómeno de picado y deterioro progresivo de las paredes de los componentes del Caldero, lo que se traduce en una vida útil más corta de los mismos.

Para evitar los fenómenos promovidos por la presencia del Oxígeno, éste se tiene que eliminar desde el primer momento potencial de aparición, esto se logra transportando los fluidos del sistema de condensado hacia el Desaireador, el mismo que se ubica sobre el nivel de las Bombas de Alimentación del Caldero.

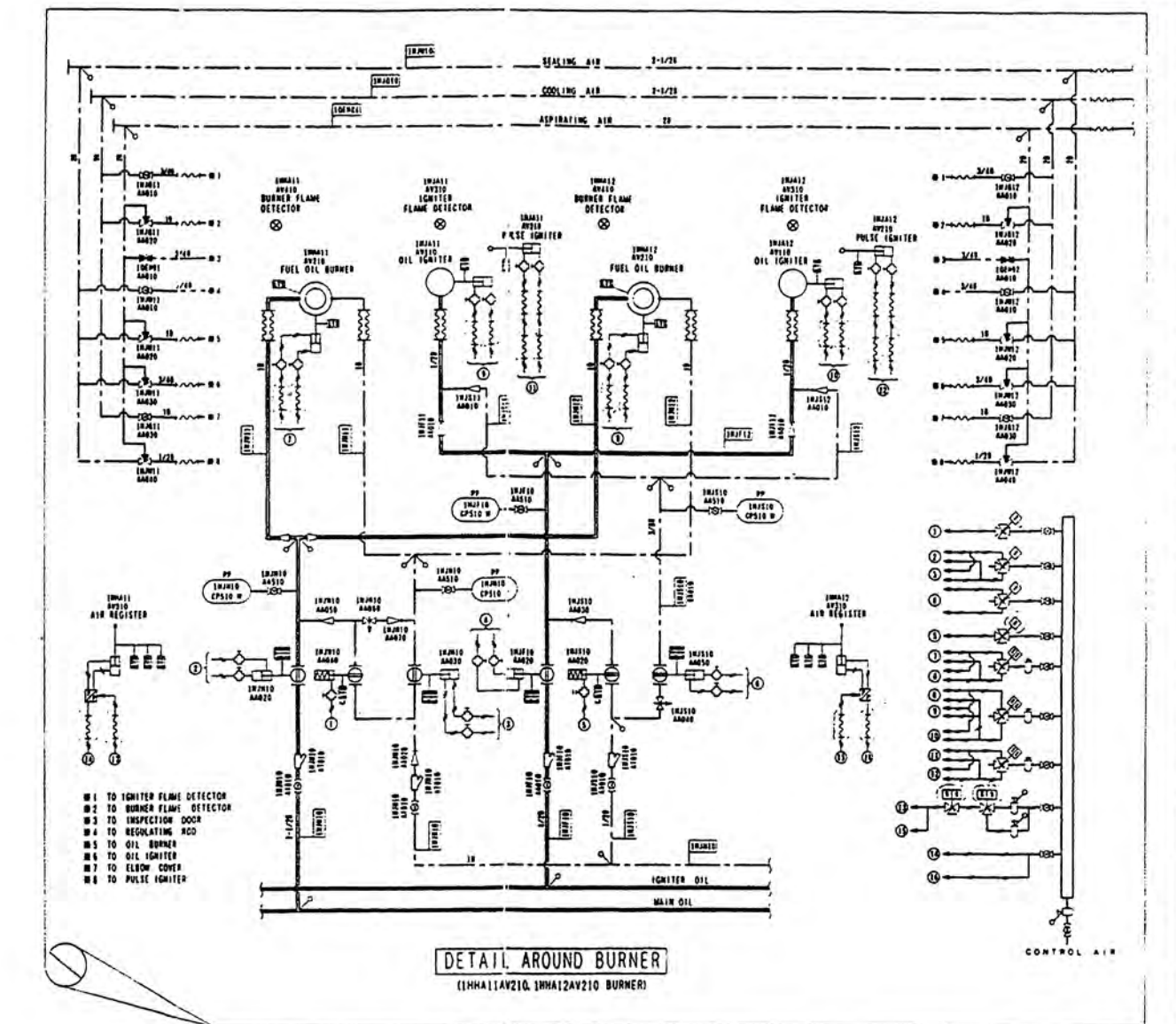
Los niveles de Oxígeno a la salida del Desaireador son menores a 0.007 ppm, para neutralizar el Oxígeno residual se utiliza Hidrazina, la que al reaccionar con el Oxígeno produce compuestos volátiles, por lo tanto no aumenta la cantidad de sólidos disueltos en el agua de alimentación y se controla la corrosión en el sistema cuando el vapor se condensa.

4.2 Sistema de combustible líquido

Este sistema provee el combustible líquido para las etapas de arranque del Caldero, operación a bajas cargas y casos de emergencia. El combustible para estos casos es el petróleo Diesel 2 (Ver diagrama adjunto KU0o-184-433 Rev. H: *"Flow Diagram of Fuel Oil System"*).



NO.	DESCRIPTION	UNIT	QTY.	REMARKS
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34



SYMBOLS	
	NORMALLY OPEN
	NORMALLY CLOSED
	T-TYPE STRAINER
	BASKET-TYPE STRAINER
	REDUCER
	ORIFICE
	BLIND FLANGE OR END FLANGED FLANGE
	BLOWER OR FAN (CENTRIFUGAL)
	PUMP
	DAMPER
	SWING CHECK DAMPER
	FLEXIBLE HOSE
	LIMIT SWITCH
	LIGHT OIL
	AIR
	CONTROL AIR
	GATE VALVE
	GLOBE VALVE
	BALL VALVE
	AIR PISTON VALVE
	SOLENOID VALVE
	DIAPHRAGM VALVE
	PINCH VALVE
	CHECK VALVE
	SAFETY/RELIEF VALVE
	NEEDLE VALVE
	SPEED CONTROLLER
	ORLER
	FILTER REGULATOR

APPROVED FOR CONSTRUCTION

NOTES:
 1. THE SYMBOL DENOTES INTERFACE BETWEEN COMMON FACILITIES, I.E. MAIN AND BOILER PLANT (C) (S).
 2. THE SYMBOL DENOTES TERMINAL POINT NO.

REFERENCE DRAWINGS:
 1. 101-117-381 FLOW DIAGRAM OF SEALING AND ASPIRATING AIR SYSTEM
 2. 101-117-382 FUEL OIL SYSTEM
 3. 101-117-383 HOOD-UP DRAWING OF INSTRUMENT AIR PIPING

BABCOCK-HITACHI K.K. KURE DIVISION

ENERGUR
 CENTRAL THERMOELECTRIC CO. LTD.
 (125MW COAL FIRED POWER PLANT)

FLOW DIAGRAM OF FUEL OIL SYSTEM

BABCOCK-HITACHI K.K.
 TOKYO JAPAN
KUO-184-433

El sistema está conformado por las instalaciones a partir de las conexiones de salida de los tanques de almacenamiento de petróleo de la Planta, las bombas de impulsión, tuberías, accesorios y válvulas de los sistemas de succión, impulsión y retorno de combustible, así también, los sistemas de quemado principal y de encendido de combustible.

4.2.1 Líneas de combustible

El combustible es suministrado desde los tanques de almacenamiento, la línea de succión principal de las bombas va provista de filtros para evitar el ingreso de lodos en el sistema. La impulsión del combustible se realiza por medio de dos bombas instaladas en paralelo (la instalación cuenta con una tercera bomba en *stand-by*), cada una de las cuales va provista de una válvula de alivio. La línea de impulsión cuenta con una válvula de control constante de la presión del sistema.

La línea de combustible principal cuenta con un transmisor de flujo protegido por un filtro en su lado de entrada y una válvula de control de flujo, el acumulador ubicado aguas abajo de esta última minimiza las fluctuaciones de presión que se presentan durante la operación del sistema. La válvula principal de cierre o de parada corta el suministro de combustible en casos de emergencia; si la presión en estos casos aumenta sobre un límite establecido, la válvula de alivio ubicada aguas abajo de la misma envía el combustible a la línea de retorno.

La línea de combustible de encendido es una derivación de la línea principal y cuenta también con un medidor de flujo y filtro de protección en su lado de

entrada. La presión adecuada para la atomización del combustible es gobernada por la válvula de control de presión, el acumulador ubicado aguas abajo de la misma minimiza las fluctuaciones de presión en la línea. Las válvulas de cierre o de parada y la válvula de alivio cumplen la misma función que sus similares de la línea principal.

4.2.2 Sistema de quemadores

El sistema de quemado de combustible líquido es por atomización del mismo mediante inyección de aire suministrado desde el sistema de servicio de la Planta. Son doce los quemadores, los cuales a régimen de máxima carga se encuentran en operación cuando el Caldero funciona con este combustible. Cada quemador cuenta con el correspondiente sistema de encendido, el cual posee un dispositivo de chispas pulsadas que se energiza solamente el tiempo que toma asegurar que la llama se establezca. El sistema de encendido y de quemado principal cuentan con líneas de retorno hacia los tanques de almacenamiento, sin embargo, el uso de éstos se limita a la limpieza después de la instalación previa al primer arranque y durante paradas por mantenimiento del Caldero.

4.2.3 Sistema de aire

Cuenta con dos ventiladores que suministran aire para el enfriamiento de los detectores de la llama de combustión del sistema de encendido y de combustible principal, asimismo para el enfriamiento de las dos cámaras de televisión de monitoreo de la llama de combustión en el Horno. Uno de los ventiladores opera

sólo en casos de emergencia o reemplazo del que opera normalmente (*stand-by*).

El aire para la atomización del combustible es tomado del sistema de aire de la Planta, éste produce el chorro de partículas muy finas de combustible generando una gran superficie de contacto con el aire secundario, lo que asegura su rápida ignición y combustión (Ver Planos y Esquemas ítem 03 "*Flow Diagram of Sealing and Aspirating Air System*").

El aire de purga es tomado también del sistema de aire de la Planta, el mismo que expulsa hacia el interior del Horno todo el combustible remanente dentro del sistema de combustión después de la parada del Caldero, este combustible se quema mediante la llama del sistema de encendido, para la purga de este último, el combustible remanente se quema mediante el dispositivo que genera las chispas pulsadas.

A grandes cargas de operación del Caldero, la distribución del aire secundario dentro del ducto hacia los quemadores (caja de viento o *windbox*) se torna muy irregular, por lo que es necesario el exceso de aire para asegurar la apropiada combustión. A cargas parciales, el porcentaje de exceso de aire aumenta para contrarrestar el efecto de deterioro de los elementos de los quemadores que se encuentran fuera de servicio, pues tienen que protegerse del sobrecalentamiento provocado por la radiación emitida desde los que se encuentran en operación, por esta razón, las compuertas de regulación (*dampers*) del aire secundario hacia los quemadores se diseñan y construyen de manera que nunca se cierran completamente.

4.3 Sistema de carbón

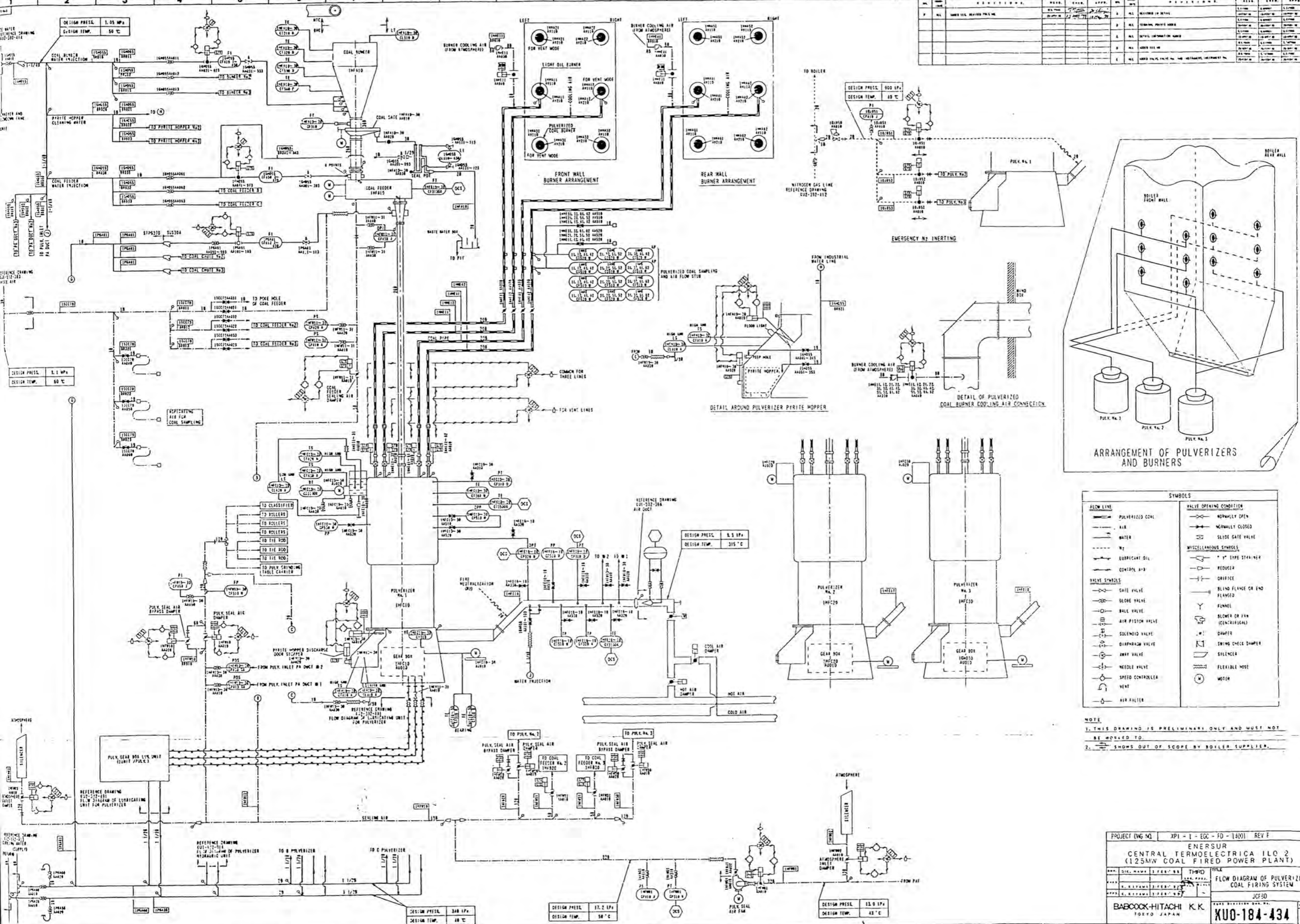
Este sistema es el que provee el carbón en forma continua para la realización de las reacciones exotérmicas que producen el calentamiento del agua y su transformación en vapor dentro de los subsistemas a presión del Caldero (Ver diagrama adjunto KU0-184-434 Rev. F: “*Flow Diagram of Pulverized Coal Firing System*”).

El carbón desde que llega a la Planta es descargado y transportado mediante un sistema de fajas hasta el área de almacenamiento y apilado. Un segundo sistema de fajas y torres de transferencia transporta el carbón en varias etapas hasta los tres silos de almacenamiento situados al costado del edificio del Caldero.

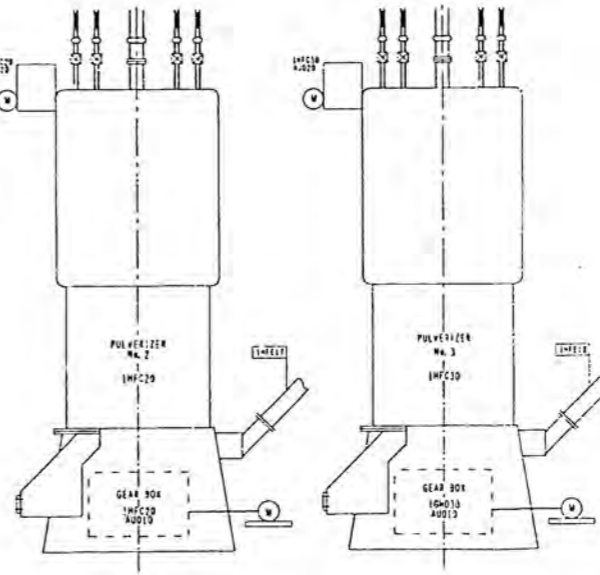
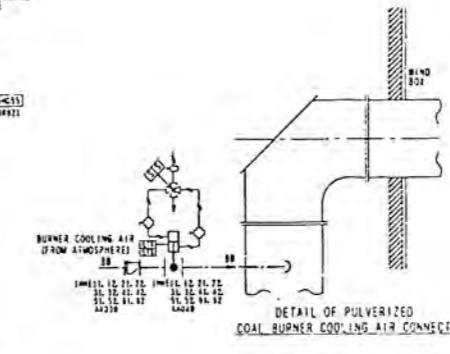
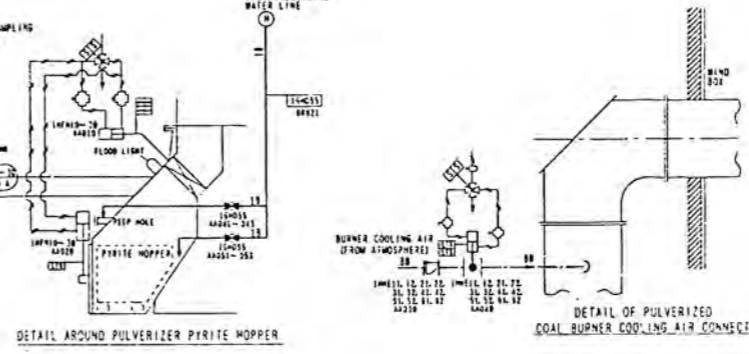
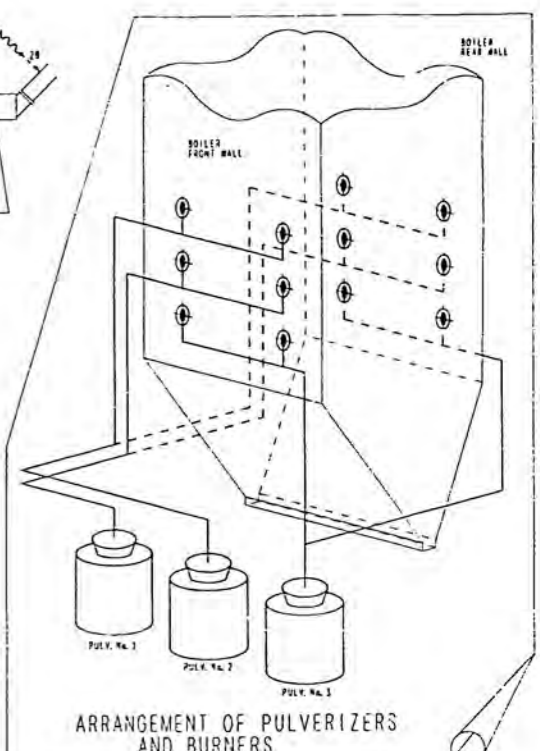
Se consideran como parte de este sistema los silos de almacenamiento de carbón y alimentadores, los Pulverizadores, las tuberías de transporte de la mezcla aire-carbón y los quemadores.

4.3.1 Silos

La capacidad de los silos permite el suministro de carbón aproximadamente para 30 horas de funcionamiento del Caldero a régimen de máxima carga (BMCR). Uno de los mayores problemas en los silos es la corrosión, este fenómeno se evita mediante el revestimiento interior (*cladding*) con planchas de acero inoxidable AISI 304 unidas a las paredes de acero al carbono (A-36) de los



NO.	REV.	DATE	BY	CHKD.	APPD.	DESCRIPTION
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						



SYMBOLS	
FLOW LINE	VALVE OPENING CONDITION
— PULVERIZED COAL	○ NORMALLY OPEN
— AIR	◐ NORMALLY CLOSED
— WATER	◑ SLIDE GATE VALVE
— N ₂	◒ 1" TYPE STRAINER
— LUBRICANT OIL	◓ REDUCER
— CONTROL AIR	◔ ORIFICE
VALVE SYMBOLS	◕ BLIND FLANGE OR END FLANGED
○ GATE VALVE	◖ FUNNEL
◐ GLOBE VALVE	◗ BLOWER OR FAN (CENTRIFUGAL)
◑ AIR PISTON VALVE	◘ DAMPER
◒ SOLENOID VALVE	◙ SWING CHECK DAMPER
◓ DIAPHRAGM VALVE	◚ SILENCER
◔ AMY VALVE	◛ FLEXIBLE HOSE
◕ NEEDLE VALVE	◜ MOTOR
◖ SPEED CONTROLLER	
◗ VENT	
◘ AIR FILTER	

NOTE
 1. THIS DRAWING IS PRELIMINARY ONLY AND MUST NOT BE WORKED TO.
 2. — SHOWS OUT OF SCOPE BY BOILER SUPPLIER.

PROJECT (WG NO.) XPI-1-EGC-FD-14001 REV F

ENERSUR
 CENTRAL TERMOELECTRICA ILO 2
 (125MW COAL FIRED POWER PLANT)

TITLE
 FLOW DIAGRAM OF PULVERIZED COAL FIRING SYSTEM

DATE
 1970

DESIGNED BY
 JCF30

BABCOCK-HITACHI K.K.
 TOKYO JAPAN

KUO-184-434

DESIGN PRESS. 1.1 MPa
 DESIGN TEMP. 60 °C

DESIGN PRESS. 0.5 MPa
 DESIGN TEMP. 315 °C

DESIGN PRESS. 3.0 MPa
 DESIGN TEMP. 48 °C

DESIGN PRESS. 17.2 MPa
 DESIGN TEMP. 58 °C

DESIGN PRESS. 13.0 MPa
 DESIGN TEMP. 43 °C

mismos, la forma cónica del fondo permite el flujo apropiado del carbón hacia los alimentadores.

4.3.2 Pulverizadores

El Caldero cuenta con tres Pulverizadores, cada uno de los cuales opera con cuatro de los doce quemadores. A régimen de máxima carga (BMCR) operan dos Pulverizadores, el tercero opera en casos de emergencia (*stand-by*). El número de quemadores alimentados por Pulverizador está limitado por los valores de la velocidad de la mezcla aire-carbón que permiten mantener el carbón en suspensión a través de las tuberías.

El aire primario se mezcla con el carbón dentro de los Pulverizadores, la mezcla aire-carbón es suministrada hacia los quemadores de acuerdo a relaciones de mezcla predeterminados para todo régimen de carga. La alternativa de inyectar aire frío al flujo de aire precalentado antes de la entrada a los Pulverizadores permite el control de la temperatura de la mezcla que llega a los quemadores, asegurando la ignición estable de la misma.

El Pulverizador es movido por un motorreductor de eje horizontal, los cojinetes del mismo son lubricados mediante una unidad independiente. El sistema de pulverización cuenta con tres rodillos simétricamente espaciados que actúan bajo la acción constante de resortes que proveen la fuerza necesaria para la apropiada pulverización, los rodillos son gobernados por un sistema de cilindros hidráulicos, la presión es producida por una unidad independiente.

La recirculación interior asegura el rápido secado del carbón que ingresa frío y húmedo al mezclarse con el carbón caliente que ya se encuentra recirculando en el Pulverizador, asegura también que los elementos de pulverización permanezcan siempre cargados. El clasificador ubicado en la parte superior permite solamente la salida del carbón de tamaño adecuado hacia los quemadores, impulsado por el aire primario.

4.3.3 Tuberías de transporte de carbón pulverizado

Estas tuberías son de acero fundido, las piezas van provistas de uniones embridadas y/o ranuradas en sus extremos, las líneas de tubería poseen juntas de expansión deslizantes para la absorción de los movimientos producidos por la dilatación del Caldero. La simetría del recorrido de las tuberías de carbón pulverizado promueve la adecuada distribución y transporte del carbón hasta los quemadores.

4.3.4 Quemadores de carbón

Los quemadores del Caldero están diseñados para su uso tanto con carbón como con combustible líquido Diesel 2, sin embargo, el uso simultáneo con ambos combustibles está restringido a casos de emergencia y períodos cortos para evitar el deterioro de los elementos de los mismos.

El aire de sello y protección de las partes móviles de los quemadores del polvo provocado por la combustión es suministrado por el Ventilador de Tiro Forzado,

a través de una derivación del ducto de salida del mismo (Ver Planos y Esquemas ítem 03 "*Flow Diagram of Sealing and Aspirating Air System*").

El sistema de control y los dispositivos para el encendido del carbón son los mismos que para el combustible líquido Diesel 2, sin embargo, el método de uso es distinto. En este caso, el sistema de encendido se opera hasta alcanzar un nivel de temperatura en la zona de combustión que permite el autoencendido sostenido del carbón.

El carbón pulverizado requiere de más exceso de aire que el combustible líquido debido a la irregular distribución del aire dentro de las tuberías, en las boquillas de descarga y en el ducto de aire secundario (caja de viento o *windbox*), a grandes cargas de operación este exceso es del orden de 15% frente a 7% con combustible líquido al mismo régimen comparativo de carga. El exceso de aire evita en este caso el fenómeno de adhesión de escorias por sobrecalentamiento de los elementos del sistema de combustión. El criterio de exceso de aire es el mismo que el correspondiente al sistema de combustión de combustible líquido (Cf 4.2.3), sin embargo, en este caso este aspecto toma mayor importancia por el hecho que a grandes cargas de operación siempre existen cuatro quemadores fuera de servicio.

4.4 Sistema de aire y gases

Este sistema es el que provee el aire en las condiciones requeridas para la apropiada combustión dentro del Horno a cualquier régimen de carga del Caldero. De otro lado, es el que transporta los gases producidos durante dicha combustión

hasta su evacuación definitiva a través de la chimenea (Ver diagrama adjunto KU1-502-366 Rev. G: *"Flow Diagram of Air and Gas"*).

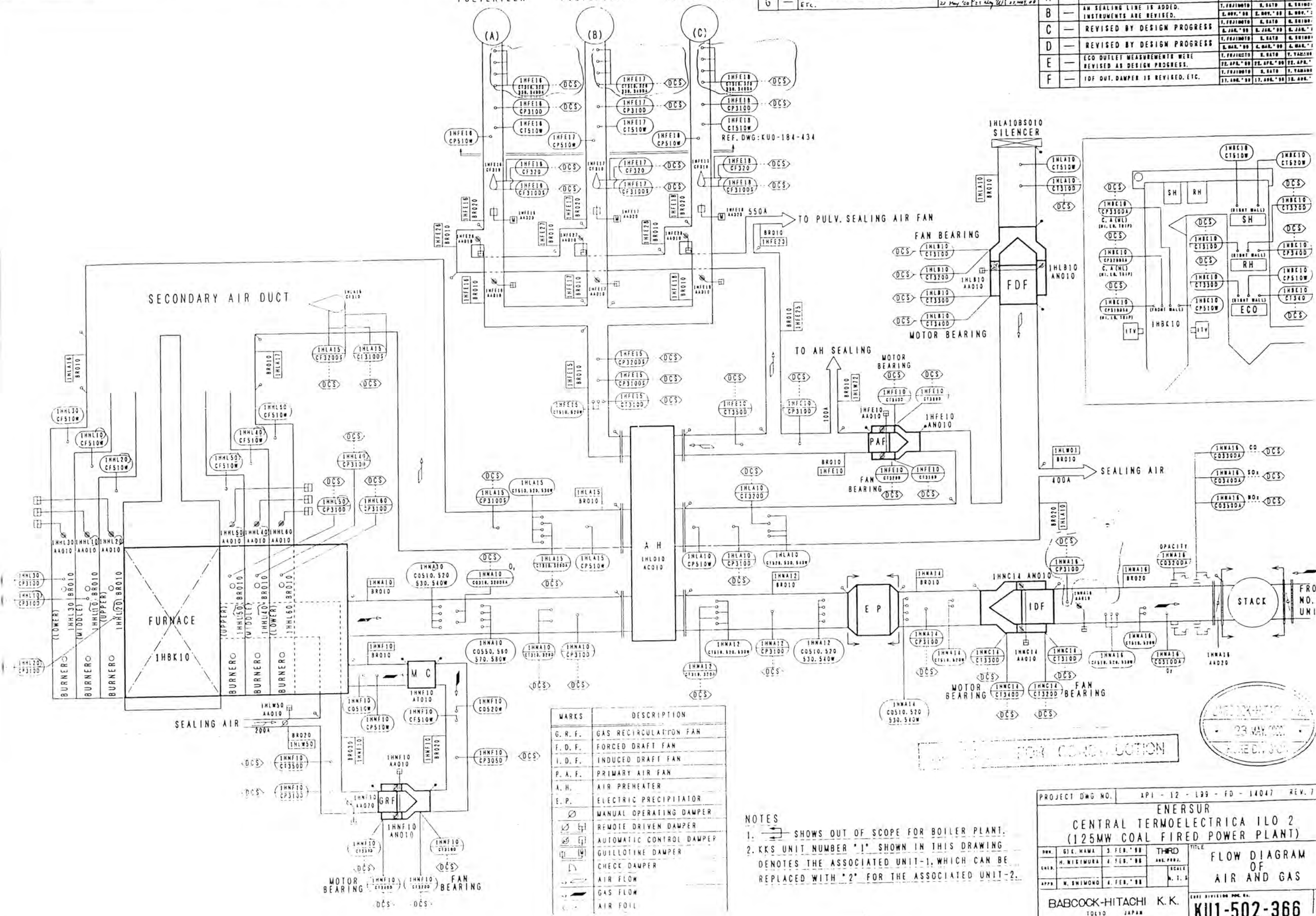
Los flujos de aire y gases de combustión se producen y sostienen dentro del sistema mediante la acción combinada entre ventiladores y chimenea, dicha acción crea los diferenciales de presión para el movimiento de tales flujos.

Si la presión del flujo se mantiene a valores mayores que la presión atmosférica, se dice que dicho flujo está sometido a tiro forzado, si la presión llega hasta valores menores que la presión atmosférica, se dice que el flujo está sometido a tiro inducido. El tiro balanceado se manifiesta en aquella zona del Caldero en la que la presión es casi igual (aproximadamente 0.1" de columna de agua menor) a la presión atmosférica, tal es la zona superior del Horno, sobre los quemadores.

El tiro natural de la chimenea es el resultado de la diferencia de densidad entre los gases calientes (combustión) en su interior y el aire atmosférico fuera de ella. Teóricamente es la diferencia de presión entre los extremos de la misma; si se considera el punto superior como el punto de presión manométrica cero (presión atmosférica), el tiro natural de la chimenea es equivalente al valor de la presión de succión en la entrada de la misma sin considerar el efecto de pérdidas. En aplicaciones reales como en el caso de los Calderos de Centrales de Vapor, el tiro natural de la chimenea es insuficiente, a éste se suma el tiro inducido por un ventilador para la efectiva expulsión de los gases.

PULVERIZER PULVERIZER PULVERIZER

REV.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD.	APPD.
G		KKS NOS. OF THE WINDOW ARE REVISED. ETC.			
A		REVISED BY DESIGN PROGRESS			
B		AH SEALING LINE IS ADDED. INSTRUMENTS ARE REVISED.			
C		REVISED BY DESIGN PROGRESS			
D		REVISED BY DESIGN PROGRESS			
E		ECO OUTLET MEASUREMENTS WERE REVISED AS DESIGN PROGRESS.			
F		IDF OUT. DAMPER IS REVISED. ETC.			



MARKS	DESCRIPTION
G. R. F.	GAS RECIRCULATION FAN
F. D. F.	FORCED DRAFT FAN
I. D. F.	INDUCED DRAFT FAN
P. A. F.	PRIMARY AIR FAN
A. H.	AIR PREHEATER
E. P.	ELECTRIC PRECIPITATOR
⊘	MANUAL OPERATING DAMPER
⊘	REMOTE DRIVEN DAMPER
⊘	AUTOMATIC CONTROL DAMPER
⊘	GUILLOTINE DAMPER
⊘	CHECK DAMPER
→	AIR FLOW
→	GAS FLOW
→	AIR FOIL

- NOTES
- SHOWS OUT OF SCOPE FOR BOILER PLANT.
 - KKS UNIT NUMBER "1" SHOWN IN THIS DRAWING DENOTES THE ASSOCIATED UNIT-1, WHICH CAN BE REPLACED WITH "2" FOR THE ASSOCIATED UNIT-2.

PROJECT DWG. NO. XPI-12-139-FD-14047 REV. 7

ENERSUR
CENTRAL TERMOELECTRICA ILO 2
(125MW COAL FIRED POWER PLANT)

TITLE
FLOW DIAGRAM OF AIR AND GAS

BABCOCK-HITACHI K.K.
TOKYO JAPAN

KU1-502-366



La chimenea y los ventiladores se seleccionan para vencer en conjunto todas las resistencias debidas a pérdidas de presión de los flujos y el efecto del tiro de la chimenea sobre el sistema.

Los ventiladores deben ser capaces de operar por largos períodos, el buen balanceo estático y dinámico, la lubricación y enfriamiento apropiados de los cojinetes y acoplamientos aseguran una larga vida útil de los mismos.

El aire y los gases de combustión son transportados a través de ductos durante todas las etapas del ciclo de los mismos dentro del sistema. Los ductos son fabricados a partir de planchas de acero al carbono y perfiles estructurales de refuerzo interior y exterior para la atenuación de las vibraciones propias de la operación del sistema. Los ductos descansan sobre las estructuras del edificio del Caldero o se mantienen suspendidos mediante soportes conformados por barras de suspensión y resortes calibrados que absorben los esfuerzos producidos durante la operación.

Para la absorción de los efectos de la dilatación, se instalan apropiadamente juntas de expansión de tipo fuelle en las conexiones de entrada y salida de los diferentes equipos y a través de ciertos tramos largos de ductos del sistema. Las juntas son de acero inoxidable resistente a las altas temperaturas de los gases de combustión.

4.4.1 Sistema de aire

El aire atmosférico es introducido en el sistema mediante el Ventilador de Tiro Forzado, desde el ducto de salida de este ventilador se derivan las tuberías de

aire de sello de protección de las partes móviles de los quemadores del Caldero (Cf 4.3.4) y del eje del Ventilador de Recirculación de Gases, el aire de sello del ducto de impulsión de gases desde este ventilador hacia el Horno, evita el ingreso de gases calientes durante los períodos de parada del mismo.

Una parte del flujo impulsado por el Ventilador de Tiro Forzado denominado aire secundario va hacia el Precalentador, eleva su temperatura al absorber calor de los gases de la combustión en el Horno y luego va directamente hacia los quemadores a través del ducto (caja de viento o *windbox*) instalado sobre las paredes Izquierda, Frontal y Trasera del Horno. El flujo restante va hacia el Ventilador de Aire Primario, este equipo impulsa dicho flujo con la presión suficiente para vencer las resistencias en el Pulverizador y las tuberías que transportan la mezcla de aire y carbón pulverizado en suspensión hasta los quemadores.

El flujo impulsado por el Ventilador de Aire Primario se divide a su vez en dos, el flujo frío que va directamente a los Pulverizadores y el flujo que va a elevar su temperatura en el Precalentador. Ambos flujos se mezclan antes de entrar a los Pulverizadores en la proporción adecuada, de acuerdo al control de la temperatura de la mezcla aire-carbón que llega a los quemadores y el control automático de apertura de las válvulas correspondientes a cada flujo.

Adicionalmente, desde el ducto de aire primario se derivan las tuberías de aire de sello para el Precalentador y aire para el ventilador de sello de los Pulverizadores, ambos mantienen un sello que evita la salida de gases y carbón en proceso de pulverización respectivamente.

4.4.2 Sistema de gases

Producida la combustión en el Horno, los gases se extraen del Caldero después de ceder calor a los subsistemas a presión de las zonas de convección como las pantallas del Horno, los serpentines del Recalentador Secundario, los serpentines del interior de la Jaula y el Economizador; sin embargo, la energía que aún poseen se aprovecha en el Precalentador para la elevación de la temperatura del aire primario que va hacia los Pulverizadores y del aire secundario que va hacia los quemadores.

Si la temperatura del Horno asciende hasta niveles superiores al establecido para cierto porcentaje de carga del Caldero, los productos de la combustión tienden a adherirse a las paredes de los componentes de las zonas de convección, esto provoca que los sistemas de limpieza (sopladores de hollín) trabajen excesivamente generando pérdidas de vapor. El Ventilador de Recirculación de Gases controla la temperatura del Horno mediante la recirculación de cierta cantidad de gases de combustión que toma a la salida del Economizador y la inyecta dentro del Horno; antes de su entrada a este ventilador los gases pasan por el Multiciclón, dentro del cual precipita la mayor cantidad posible de cenizas livianas (volátiles) presentes en los mismos. De otro lado, la recirculación de gases a niveles mayores del 70% de carga de la Turbina controla y mantiene la temperatura del vapor a la salida del Recalentador al generar la disminución de la absorción de calor en el Horno (zona de radiación) y el aumento de la absorción de calor en las zonas de convección del Caldero.

Cuando el Ventilador de Recirculación de Gases no se encuentra en operación, las compuertas de regulación del flujo (*dampers*) en el ducto de salida del mismo se mantienen herméticamente selladas para evitar el paso de gases calientes desde el Horno, así también, una línea de aire proveniente del Ventilador de Tiro Forzado sella dicho ducto (Cf 4.4.1). Un pequeño motor y embrague mantienen al ventilador girando lentamente para evitar distorsiones en el eje y en el equipo mismo por efecto de los cambios bruscos de la temperatura al entrar en operación.

Todas las conexiones de la chimenea son a prueba de paso de fluidos a través de la misma, pues si ingresa aire frío la temperatura interior y el tiro disminuyen, la masa de gases a mover aumenta, consumiéndose mayor potencia para su impulsión. El aislamiento evita la corrosión interior por condensación de productos sulfurosos contenidos en los gases.

El Precalentador cuenta con dos sopladores que utilizan vapor del sistema auxiliar del Caldero para la eliminación de las capas de hollín formadas sobre sus superficies. Los gases de combustión que transportan las cenizas en suspensión salen del Precalentador y se dirigen hacia el Precipitador Electrostático, dentro del cual las cenizas caen hasta las tolvas de su parte inferior, en estas tolvas las cenizas se almacenan y posteriormente se eliminan (Cf 4.5.2).

Alrededor del 80% de las cenizas generadas durante la combustión permanecen como ceniza liviana (volátil) en suspensión. El Precipitador Electrostático produce una carga eléctrica sobre las partículas que se tienen que recolectar,

luego estas partículas cargadas negativamente son impulsadas mediante fuerzas electrostáticas hasta las placas colectoras cargadas positivamente y conectadas a tierra, precipitando hacia las tolvas por la acción de los sucesivos golpes producidos por ejes provistos de levas movidos por motorreductores. La eficiencia que se obtiene es del 99% y guarda relación con el tiempo de exposición de las partículas al campo electrostático, la intensidad del mismo y la resistividad de las partículas.

4.5 Sistema de manejo de cenizas

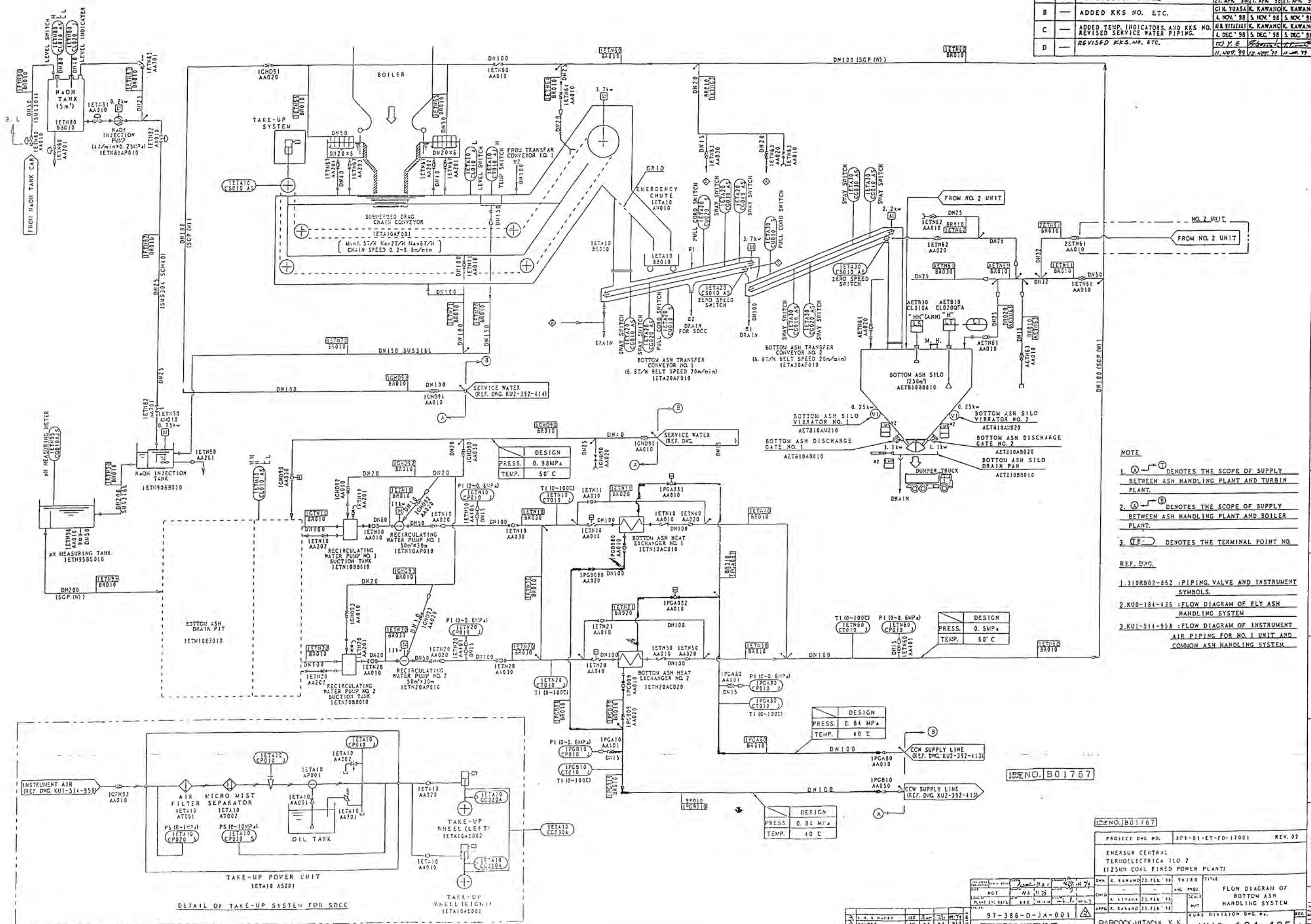
Este sistema es el que extrae las cenizas desde los diferentes sistemas y equipos del Caldero, las cenizas pesadas desde el interior del Horno y las cenizas livianas (volátiles) desde las tolvas de los ductos de gases, Multiciclón y Precipitador Electrostático.

Para su operación, este sistema cuenta a su vez con un sistema de aire para el transporte de las cenizas livianas (volátiles) a través de tuberías hasta el silo de almacenamiento correspondiente y un sistema de agua de servicio proveniente de la Planta para las etapas del transporte de las cenizas pesadas.

4.5.1 Sistema de manejo de cenizas pesadas

Este sistema es de operación continua y de tipo de transporte mecánico (Ver diagrama adjunto KU0-184-435 Rev. D: "*Flow Diagram of Bottom Ash Handling System*"). Las cenizas que caen por gravedad se depositan en la parte inferior externa del Horno y son arrastradas en una primera etapa mediante un

REV.	COORD. INMATE	REVISIONS	REV'D.	CHKD.	APP'D.
A		ADDED BELT CONVEYOR & SUCTION TANKS	W. Y. E.	K. KAWANO	K. KAWANO
B		ADDED KKS NO. ETC.	27. APR. '98	27. APR. '98	27. APR. '98
C		ADDED TEMP. INDICATORS AND KKS NO. REVISED SERVICE WATER PIPING.	4. NOV. '98	5. NOV. '98	5. NOV. '98
D		REVISED KKS NO. ETC.	11. NOV. '98	12. NOV. '98	12. NOV. '98



- NOTE**
- ① - ② DENOTES THE SCOPE OF SUPPLY BETWEEN ASH HANDLING PLANT AND TURBIN PLANT.
 - ③ - ④ DENOTES THE SCOPE OF SUPPLY BETWEEN ASH HANDLING PLANT AND BOILER PLANT.
 - ⑤ - ⑥ DENOTES THE TERMINAL POINT NO.

- REF. DWG.**
1. 310R02-852 : PIPING, VALVE AND INSTRUMENT SYMBOLS.
 2. KUO-184-435 : FLOW DIAGRAM OF FLY ASH HANDLING SYSTEM
 3. KUI-514-958 : FLOW DIAGRAM OF INSTRUMENT AIR PIPING FOR NO. 1 UNIT AND COMMON ASH HANDLING SYSTEM.

DETAIL OF TAKE-UP SYSTEM FOR SOCC

PROJECT Dwg. NO.	3FI-01-ET-FD-17001	REV. 02
EMERSUR CENTRAL THERMOELECTRICAL CO. 2 (125MW COAL FIRED POWER PLANT)		
DATE	23. FEB. '98	THIRD TITLE
DESIGNER	K. KAWANO	CHKD.
APP'D.	K. KAWANO	DATE
97-386-D-JA-001		
BABCOCK-HITACHI K.K. TOKYO JAPAN		
FLOW DIAGRAM OF BOTTOM ASH HANDLING SYSTEM		
KURE DIVISION Dwg. NO.		
KUO-184-435		

transportador de cadenas de arrastre. Todos los componentes de este transportador son de acero inoxidable resistente a las altas temperaturas de las cenizas que precipitan y porque opera bajo inyección de agua para facilitar y asegurar el arrastre de las mismas. Cuenta además con dos templadores de cadena en el lado de cola accionados neumáticamente.

A la salida del transportador de cadenas de arrastre, las cenizas pasan por dos etapas sucesivas de transporte mediante fajas hasta el silo de almacenamiento de cenizas pesadas. Este silo es de acero al carbono, de fondo cónico y con capacidad para contener las cenizas producidas durante diez días de funcionamiento continuo del Caldero, cuenta con un sistema de vibradores que opera durante las etapas de descarga de las cenizas contenidas en su interior y un sistema de compuerta motorizada en el extremo inferior de su fondo cónico.

El circuito de agua del sistema está conformado por la fosa de drenajes, la cual contiene el agua que desciende desde los puntos de drenaje de las etapas de transporte de las cenizas como masa húmeda, desde el transportador de cadenas de arrastre hasta el silo de almacenamiento.

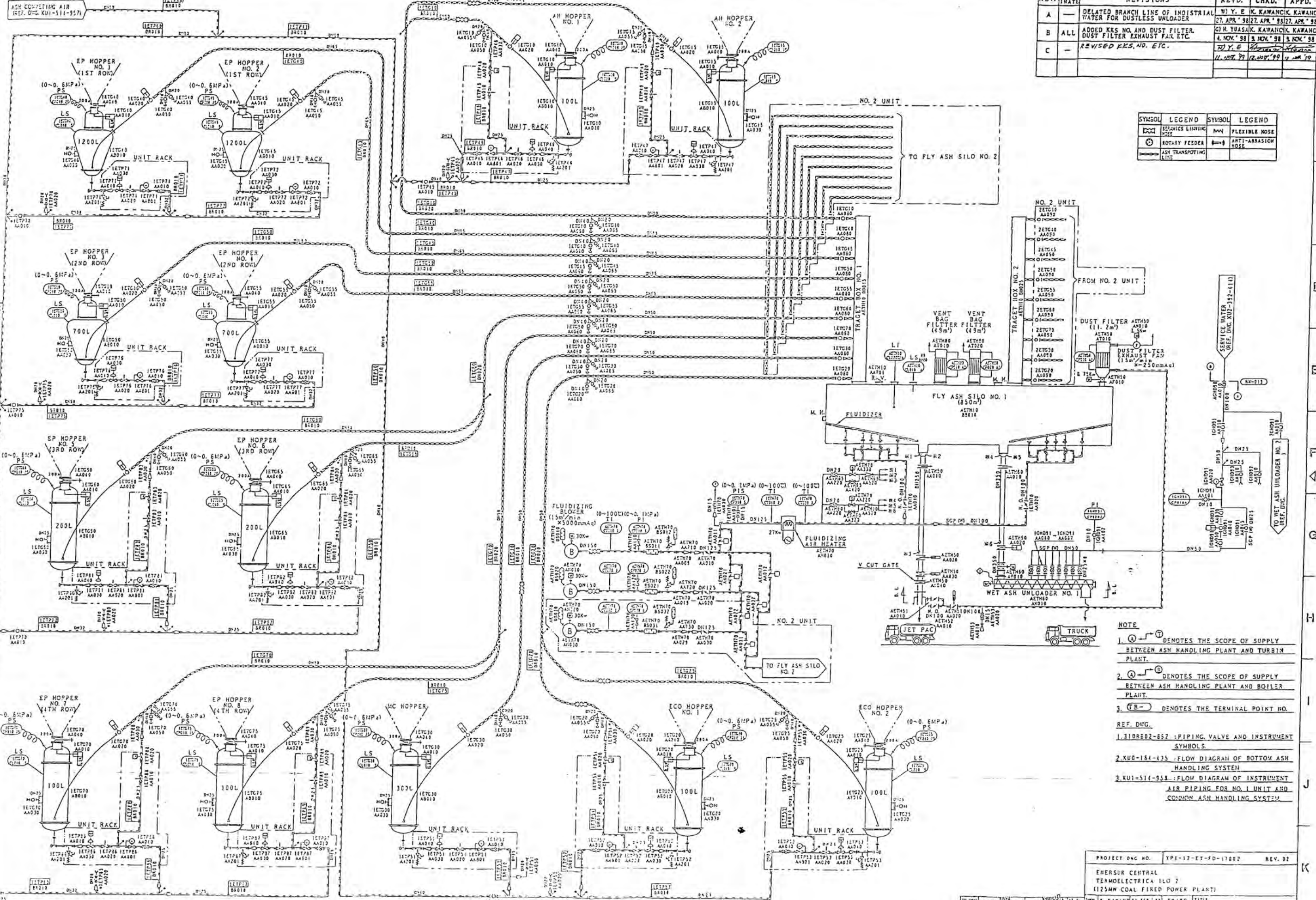
El agua captada desde los drenajes llega hasta el tanque de inyección de Hidróxido de Sodio (NaOH), el cual va provisto de un agitador para uniformizar su mezcla con el agua, una vez neutralizada, el agua desciende hasta la fosa de drenajes. La reposición de agua para el circuito se toma de una derivación del sistema de servicio de la Planta.

El agua de la fosa de drenajes se filtra en el lado de succión de la bomba de recirculación y es impulsada por ésta hacia los puntos de inyección ubicados en el sistema, desde el transportador de cadenas de arrastre bajo el Horno hasta el silo de almacenamiento. La instalación cuenta con dos bombas e intercambiadores en paralelo, normalmente opera una línea, la segunda opera en casos de emergencia (*stand-by*).

El agua aumenta su temperatura al contacto con las cenizas durante el transporte y llega en esa condición a la fosa de drenajes. El enfriamiento del agua impulsada por la bomba de recirculación del circuito se logra mediante su paso por un intercambiador de calor de placas, el agua fría dentro del mismo es tomada del sistema cerrado de enfriamiento de los equipos del Caldero.

4.5.2 Sistema de manejo de cenizas livianas (volátiles)

Este sistema es de operación intermitente y de tipo de transporte neumático (Ver diagrama adjunto KU0-184-436 Rev. C: "*Flow Diagram of Fly Ash Handling System*"). Las cenizas que caen por gravedad se depositan dentro de los recipientes cilíndricos de almacenamiento transitorio, éstos se ensamblan con las bridas inferiores de las tolvas correspondientes del sistema de ductos, Multiciclón y Precipitador Electrostático. Son trece los recipientes cilíndricos de acero al carbono para el almacenamiento transitorio de las cenizas, uno de los cuales corresponde al Multiciclón, dos al Economizador, dos al Precalentador y ocho al Precipitador Electrostático.



REV.	COORDINATE	REVISIONS	REV'D.	CHKD.	APPD.
A		DELETED BRANCH LINE OF INDUSTRIAL WATER FOR DUSTLESS UNLOADER	W. Y. E. KAWANICK KAWANO		27. APR. '98 / 27. APR. '98
B		ADDED XKS NO. AND DUST FILTER. DUST FILTER EXHAUST FAN ETC.	G. H. YUASAKI KAWANICK KAWANO		4. NOV. '98 & 11. NOV. '98 & 11. NOV. '98
C		REVISED XKS, NO. ETC.	W. Y. E. KAWANICK KAWANO		11. NOV. '98 / 12. NOV. '98

SYMBOL	LEGEND	SYMBOL	LEGEND
	SEWERAGE LINING PIPE		FLEXIBLE HOSE
	ROTARY FEEDER		ANTI-ABRASION HOSE
	ASH TRANSPORTING PIPE		

NOTE

- ① DENOTES THE SCOPE OF SUPPLY BETWEEN ASH HANDLING PLANT AND TURBINE PLANT.
- ② DENOTES THE SCOPE OF SUPPLY BETWEEN ASH HANDLING PLANT AND BOILER PLANT.
- ③ (TB) DENOTES THE TERMINAL POINT NO.

REF. DWG.

1. 310R02-652 : PIPING, VALVE AND INSTRUMENT SYMBOLS.
2. KU0-184-435 : FLOW DIAGRAM OF BOTTOM ASH HANDLING SYSTEM.
3. KU1-514-958 : FLOW DIAGRAM OF INSTRUMENT AIR PIPING FOR NO. 1 UNIT AND COMMON ASH HANDLING SYSTEM.

PROJECT Dwg. NO.	TYE-17-ET-FD-17002	REV. 02
EHERSUR CENTRAL THERMOELECTRIC ILO 2 (125MW COAL FIRED POWER PLANT)		
DATE	23. FEB. '98	TITLE
WOT	23. FEB. '98	FLOW DIAGRAM OF FLY ASH HANDLING SYSTEM
CHKD.	23. FEB. '98	SCALE
APPD.	23. FEB. '98	NOT
97-386-D-JA-002		
BABCOCK-HITACHI K.K. TOKYO, JAPAN		
KURE DIVISION Dwg. No.		
KU0-184-436		

DATE	23. FEB. '98	TITLE
WOT	23. FEB. '98	FLOW DIAGRAM OF FLY ASH HANDLING SYSTEM
CHKD.	23. FEB. '98	SCALE
APPD.	23. FEB. '98	NOT

El aire para el transporte de las cenizas es suministrado por un compresor de tornillo, en paralelo a éste va instalado un segundo compresor de las mismas características para operación en casos de emergencia (*stand-by*), el aire es secado y filtrado para su almacenamiento en un tanque pulmón. El agua para el enfriamiento en el compresor es tomada del sistema cerrado de enfriamiento de los equipos del Caldero.

En el momento establecido para uno o más recipientes de almacenamiento transitorio y de acuerdo a la lógica de control del sistema, se abren las válvulas de suministro de aire de los recipientes que lo requieren, las cenizas salen impulsadas por la presión del aire y a través de las tuberías correspondientes llegan hasta el silo de almacenamiento de cenizas livianas. Las tuberías de transporte de las cenizas son de acero al carbono, se ensamblan entre sí mediante uniones embridadas y presentan dos configuraciones, los tramos rectos sin revestimiento interior y los correspondientes a los tramos curvos con revestimiento cerámico interior (92% Al_2O_3) altamente resistente a la abrasión producida por el flujo de cenizas suspendidas en el aire.

El silo de almacenamiento de cenizas livianas es de acero al carbono, de fondo plano y con capacidad para contener las cenizas producidas durante diez días de funcionamiento continuo del Caldero. Las cenizas que son transportadas desde los recipientes de almacenamiento transitorio llegan hasta un múltiple de admisión ubicado sobre el techo del silo. El silo cuenta también con dos dispositivos para venteo instalados sobre el techo.

El sistema cuenta con dos sopladores instalados en paralelo y un precalentador en el lado de descarga de los mismos para la fluidización de la masa de cenizas durante las etapas de descarga, uno de los sopladores está previsto para casos de emergencia (*stand-by*). Las cenizas se extraen mediante un descargador rotativo de tipo tornillo, el agua que se inyecta al interior del mismo permite que las cenizas se mantengan húmedas durante la descarga. El agua para la descarga húmeda de las cenizas es tomada del sistema de servicio de la Planta. La extracción del polvo generado durante las operaciones de descarga del sistema se realiza mediante un ventilador provisto de un filtro y ubicado sobre el techo del silo.

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

- 1 En los tiempos actuales, las innovaciones tecnológicas ganan cada vez más espacio en nuestras actividades cotidianas, esto nos exige assimilarlas y utilizarlas adecuada y oportunamente.

El rubro de la Construcción no es la excepción. Esto se aprecia en todo Proyecto, desde programas de gestión y control durante todas las etapas del mismo hasta diseños asistidos (*CAD / CAM: Computer Aided Design / Manufacturing*) multidisciplinarios que permiten muy altos grados de prefabricación de estructuras, tuberías, equipos, etc. En obra se utilizan máquinas de soldar provistas de tarjetas electrónicas, livianas y aplicables en más de un proceso de soldadura; se utilizan también elevadores mecánicos (*manlift*) que permiten realizar trabajos en lugares difícilmente accesibles en menor tiempo, esto evita el armado, mantenimiento y desarmado de andamios que pueden ser muy altos y de configuración y ejecución complicadas. Las grúas, herramientas y equipos diversos están provistos de elementos y componentes con tecnologías de control y operación electrónica que facilitan la

operación, aseguran la integridad del operador y garantizan una vida útil más prolongada *-sistemas de alarma, bloqueo automático etc.-* de los mismos.

De otro lado, las exigencias sobre la Calidad y la Seguridad Industrial han adquirido hoy una importancia trascendental en la calificación de las empresas de construcción. Por ejemplo, en el rubro de Seguridad se manejan índices basados en horas hombre trabajadas sin accidentes que ocasionen incapacidad temporal o permanente.

Así pues, al igual que la implementación del Plan de Aseguramiento de la Calidad en todo Proyecto, el rubro de Seguridad debe considerarse dentro de la estrategia de ejecución del mismo, es decir, la implementación del Programa de Seguridad, Salud y Ambiente, la capacitación correspondiente y la concientización en el uso de implementos de seguridad y técnicas de trabajo seguro.

Todo lo anteriormente expuesto influye decididamente sobre la exigencia a la que se somete todo Proyecto durante todas sus etapas y por lo tanto, todas las corporaciones a las que se les otorga la ejecución de cada una de las mismas.

- 2 Gracias al soporte cada vez más sólido de la tecnología, los proyectos actuales tienen como una de sus más importantes características el ser de tipo Proyecto Acelerado (*Fast Track*), es decir, todas las etapas se desarrollan muy rápido, e inclusive al mismo tiempo. A nivel de etapas del Proyecto por ejemplo, se inician las obras civiles de la etapa de Construcción cuando aún no se tiene completa la Ingeniería de Detalle de tuberías de ciertas áreas del proyecto o la selección de

equipos de ciertos sistemas; o cuando en la etapa de Construcción trabajan en el mismo lugar y al mismo tiempo diversas disciplinas como la civil, mecánica, eléctrica y de instrumentación etc.

Un aspecto muy importante a tomar en cuenta como consecuencia de esto es la Procura del Proyecto, es decir, el programa de órdenes de compra, fabricación, suministro y transporte a obra de los materiales y equipos de la Planta en estricta concordancia con el cronograma que comprende a todas las etapas de ejecución del Proyecto. Una buena Procura se traduce en el cumplimiento de los hitos (*milestones*) del Proyecto, lo que al final se traduce en su exitosa terminación.

- 3 Es muy común la revisión permanente de los documentos de Ingeniería y Construcción del Proyecto, esto se manifiesta en planos de montaje o isométricos de tubería superados que involucran modificaciones y trabajos adicionales que se ejecutan inevitablemente al mismo tiempo que los trabajos normales de Instalación, esto desmejora los rendimientos de ejecución de las partidas afectadas (volumen de producción vs. horas reales consumidas) y la productividad (horas previstas vs. horas reales consumidas).
- 4 Algunos de los aspectos a tomar en cuenta para la buena ejecución y logro de los objetivos del Proyecto:

Por parte del Fabricante (Cliente):

- Incorporación de personal especializado para cada etapa de Instalación del Caldero.

- Cronograma de Procura eficiente de materiales y equipos de la Planta a ser instalados.
- Suministro adecuado y oportuno de la información (especificaciones, procedimientos, planos, diagramas, etc.) y los planes específicos de instalación de los equipos o componentes más relevantes como por ejemplo: Domo, grúa del techo del Caldero, silos de carbón, etc.

Por parte del Instalador:

- Incorporación del personal profesional y de supervisión con la capacidad y experiencia requeridas.
- Incorporación del personal directo (mano de obra) necesario, de acuerdo a una apropiada y oportuna programación de los incrementos del mismo de acuerdo al avance del Proyecto.
- Provisión de los equipos y herramientas en cantidades razonablemente determinadas de acuerdo al alcance y plazos de ejecución de los trabajos, con la debida anticipación.
- Planificación, determinación y manejo de los almacenes de equipos y materiales permanentes del Proyecto.
- Elaboración de los planes de ejecución de los trabajos, control y revisión constante de los mismos de acuerdo a los cambios de las condiciones bajo las cuales se ejecuta el Proyecto (climáticas, contractuales, percances, etc.)
- Coordinación e interacción permanente entre los departamentos de Ingeniería, Construcción y Calidad con la contraparte del Fabricante (Cliente), para la correcta ejecución de los trabajos de soldadura, maniobras, ensayos

no destructivos (END), etc., lo cual es imprescindible en este caso debido al gran número de cada uno de los mismos.

5 Como resultado de la etapa de preensamble ejecutada en forma adecuada, se logra entre otros:

- Mejorar los rendimientos globales de montaje de componentes de tuberías, estructuras, partes mecánicas, equipos, etc. principalmente porque el preensamble se realiza generalmente al nivel de piso, donde las actividades de maniobra, soldadura, empernado, reparaciones, etc. son menos complicadas y requieren del uso de equipos de menor capacidad que los necesarios para el izamiento y montaje directo de los mismos componentes separadamente a cierta o gran altura.
- Debido a que las actividades menos complicadas realizadas al nivel de piso se pueden ejecutar más rápido, el tiempo que se va “ganando” origina que se mejoren finalmente los tiempos totales de ejecución de ciertas áreas o de todo el Proyecto, pudiendo prescindir antes de lo programado de equipos mayores, personal directo, gastos generales etc.

Ambos aspectos son válidos mientras se mantienen índices razonables de rendimientos y productividad.

6 El montaje de este tipo de Calderos prevé la instalación de una grúa que se desplaza sobre el nivel más alto de la estructura de acero del edificio, esto otorga la obtención de mejores rendimientos y tiempos de ejecución, en este caso la grúa tiene una capacidad de 10 toneladas. En el momento que el avance

de montaje de la estructura de acero del edificio del Caldero lo permite, dicha grúa se ensambla en piso e instala sobre el techo de la misma con el propósito de izar la mayor cantidad posible de componentes del Caldero, gracias a su radio de acción es capaz de traspasar cargas de un lado a otro del edificio, acción que mediante otros medios de transporte requiere de muchos más recursos y tiempo de ejecución debido a la configuración de las instalaciones de la Planta.

- 7 Esta es la primera vez que se ejecuta en el Perú el Montaje Electromecánico de una Central de Vapor de una sola Unidad que genera más de 100 MW, por lo tanto no existe experiencia anterior alguna acerca de los procedimientos de montaje y soldadura de los componentes de un Caldero como el tratado en el presente trabajo, esto generó el planteamiento de una estrategia basada en la experiencia de proyectos similares ejecutados en países como España, Chile, Argentina y otros, a través de las asociaciones y presencia con las que cuenta *Cosapi S. A. Ingeniería y Construcción* en dichos países, empresa que llevó a cabo el Montaje Electromecánico de la mencionada Central de Vapor en asociación con la compañía Abengoa de España, conformando ambas el “*Consortio CT Ilo 2*”.

La soldadura de las partes a presión es un aspecto crítico dentro del Programa de Instalación de este tipo de Calderos. En este Proyecto se implementó una “escuela” de soldadores para el adiestramiento y calificación de los mismos de acuerdo a las especificaciones y requerimientos, antes de su incorporación como soldadores calificados en el proceso de Instalación del Caldero.

Si bien es cierto que se llegó a conformar un grupo de soldadores calificados para la soldadura de las partes a presión del Caldero, la falta de experiencia en cuanto al tipo, configuración, grado de dificultad y cantidad de las juntas originó inevitablemente niveles elevados de rechazo de soldadura en los primeros conjuntos conformados durante la etapa de preensamble de partes a presión (Cf 3.1) y durante la etapa de soldadura de montaje de los componentes del Caldero en su posición definitiva. El retraso en el cronograma de ejecución originado por los niveles de rechazo y reparaciones fue superado con la incorporación de soldadores procedentes de países con amplia experiencia en la ejecución de este tipo de proyectos (11 chilenos y 4 japoneses). Así, la Prueba Hidrostática se llevó a cabo dentro del plazo previsto.

8 Las horas-hombre previstas para el Montaje del Caldero fueron superadas por las horas-hombre consumidas debido entre otros aspectos a:

- Se tomaron como parámetros de referencia rendimientos correspondientes a trabajos similares ejecutados en otros países (España, Argentina, Chile), donde existen numerosas instalaciones de este tipo, es decir, mano de obra calificada con mayor experiencia. Esto quedó demostrado con el hecho que los soldadores que llegaron como parte del plan de aceleración para la soldadura del Caldero contribuyeron decisivamente para el cumplimiento de la fecha prevista para la Prueba Hidrostática.
- Las horas hombre y otros recursos no previstos para ciertas fabricaciones temporales requeridas, así como ciertos detalles de maniobra de izamiento y montaje de componentes especiales del Caldero. Esto es inevitable en la

mayoría de procesos de Licitación, pues la información proporcionada en todos los casos es sólo referencial para la estimación de las propuestas económicas. La conciliación y cálculo de las cantidades reales (*bill of quantities*) y la determinación del alcance real de los trabajos (*scope of work*) se realizan durante la ejecución de los mismos y se convierten en temas de negociación entre las partes.

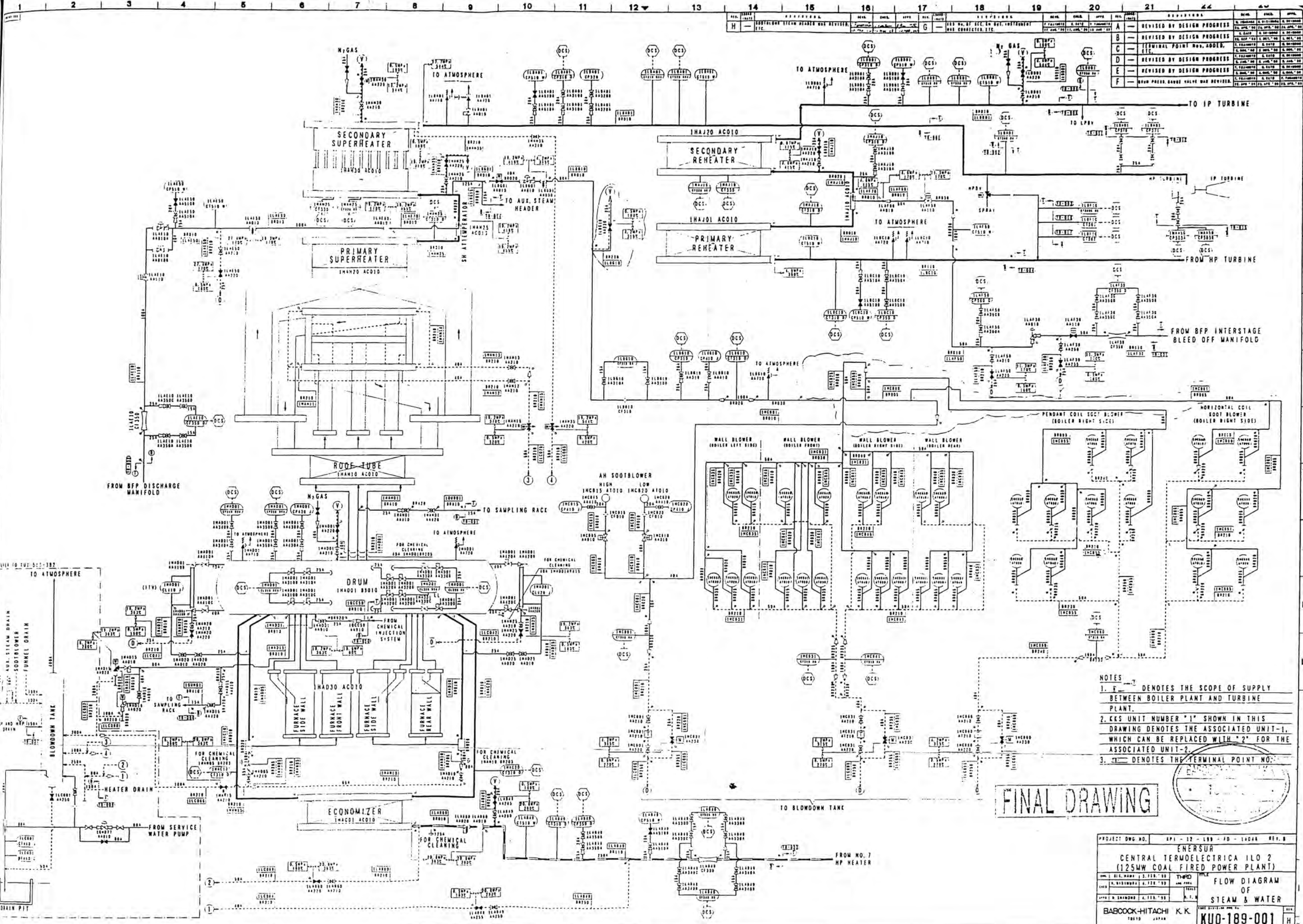
BIBLIOGRAFIA

- **Steam, Its Generation and Use**
The Babcock & Wilcox Co.
1972 Edition
- **Coal, Energy for Progress**
World Coal Institute
4th Edition, April 1998
- **Manual del Ingeniero Mecánico**
Marks
Edición 1992
- **AWS QC1 Standard for AWS Certification of Welding Inspectors**
Chapter 2: Welding Inspector Responsibilities
1996 Edition
- **“Inspección de Soldaduras y END”**
Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión
Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)
V Programa de Especialización en Ingeniería de la Soldadura
Lima 2002
- **Diccionario de la Lengua Española**
Real Academia de la Lengua
Vigésima Segunda Edición
2001
- **Sumario: “Enersur Ilo 2 (Coal-Fired) Power Plant Project”**
Banco Interamericano de Desarrollo
Proyecto No. PE-0102
1998

PLANOS Y ESQUEMAS

- 01 Flow Diagram of Steam & Water KU0-189-001 Rev. H
- 02 Flow Diagram of Boiler Drain System KU1-512-382 Rev. D
- 03 Flow Diagram of Sealing and Aspirating Air System KU1-512-383 Rev. B
- 04 Flow Diagram of Ash Conveying Air System KU1-514-957 Rev. A
- 05 Flow Diagram of Cooling Water System for Boiler Unit KU2-392-413 Rev. B
- 06 Flow Diagram of Service Water System for Boiler Unit KU2-392-414 Rev. B
- 07 Flow Diagram of Lubricating Unit for Pulverizer KU2-392-491 Rev. D
- 08 Flow Diagram of Pulverizer Hydraulic Unit KU1-522-014 Rev. D
- 09 Arrangement of Gauge Connection KU1-520-671 Rev. A

REV.	NO.	DATE	BY	CHKD.	DESCRIPTION
H	1				BOILER PLANT STEAM HEADER WAS REVISED, ETC.
G	1				DESIGN NO. OF SEC. IN ACQ. (INSTANT) WAS CORRECTED, ETC.
A	1				REVISED BY DESIGN PROGRESS
B	1				REVISED BY DESIGN PROGRESS
C	1				TERMINAL POINT NO. ADDED, ETC.
D	1				REVISED BY DESIGN PROGRESS
E	1				REVISED BY DESIGN PROGRESS
F	1				DRUM PRESS. GAUGE VALVE WAS REVISED



- NOTES
1. [Symbol] DENOTES THE SCOPE OF SUPPLY BETWEEN BOILER PLANT AND TURBINE PLANT.
 2. CCS UNIT NUMBER "1" SHOWN IN THIS DRAWING DENOTES THE ASSOCIATED UNIT-1, WHICH CAN BE REPLACED WITH "2" FOR THE ASSOCIATED UNIT-2.
 3. [Symbol] DENOTES THE TERMINAL POINT NO.

FINAL DRAWING

PROJECT: DWG. NO. API-12-LBB-10-100A REV. B

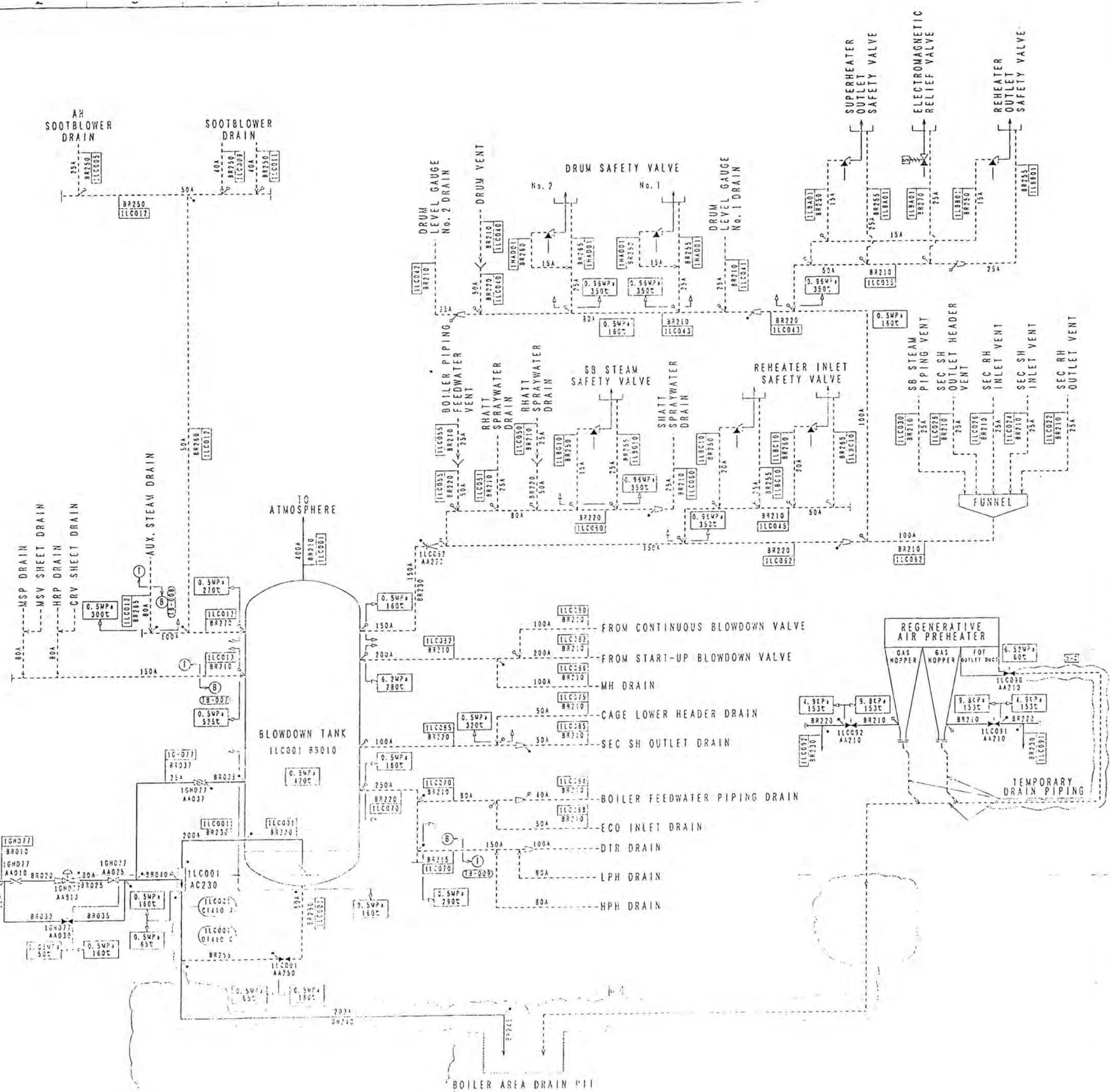
ENERSUR
CENTRAL THERMOELECTRICA ILO 2
(125MW COAL FIRED POWER PLANT)

FLOW DIAGRAM OF STEAM & WATER

BABCOCK-HITACHI K.K.
19810 JAPAN

KUD-189-001 H

REV.	DATE	BY	CHKD.	APPV.	
A	—	REVISED BY DESIGN PROGRESS.	S. FUJIMOTO	K. SATO	K. ENRIE
B	—	REVISED BY DESIGN PROGRESS.	18. JAN. '88	18. JAN. '88	18. JAN. '88
C	—	AH HOPPER DRAIN SYSTEMS WERE ADDED.	1. MAR. '88	1. MAR. '88	1. MAR. '88
D	—	AH TEMPORARY DRAIN PIPING WAS REVISED, ETC.	22. APR. '88	22. APR. '88	22. APR. '88



LEGEND	
PIPING	— DISCHARGE PIPING
	- - - DRAIN PIPING
	- · - · VENT PIPING
VALVE	⊗ GLOBE VALVE
	⊗ WEDGE GATE VALVE
	⊗ CLOSED VALVE (ON NORMAL CONDITION)
	⊗ CHECK VALVE
	⊗ CONTROL VALVE
	⊗ KNIFE GATE VALVE
	⊗ SAFETY VALVE
OTHERS	⊕ FLANGE
	⊕ REDUCER
	⊕ TEMPORARY STRAINER
	⊕ ORIFICE

- NOTES
1. SHOWS OUT OF SCOPE FOR BOILER PLANT.
 2. DENOTES THE SCOPE OF SUPPLY BETWEEN BOILER PLANT AND TURBINE PLANT.
 3. KKS UNIT NUMBER '1' SHOWN IN THIS DRAWING DENOTES THE ASSOCIATED UNIT-1, WHICH CAN BE REPLACED WITH '2' FOR THE ASSOCIATED UNIT-2.
 4. DENOTES THE TERMINAL POINT NO.

- REFERENCE DRAWINGS
1. KU0-189-001 FLOW DIAGRAM OF STEAM & WATER
 2. KU2-392-414 FLOW DIAGRAM OF SERVICE WATER SYSTEM (FOR BOILER UNIT)

PROJECT DWG. NO. XPI-12-CCO-FD-11045 REV. 4

ENERSUR
CENTRAL TERMOELECTRICA 110 2
(125MW COAL FIRED POWER PLANT)

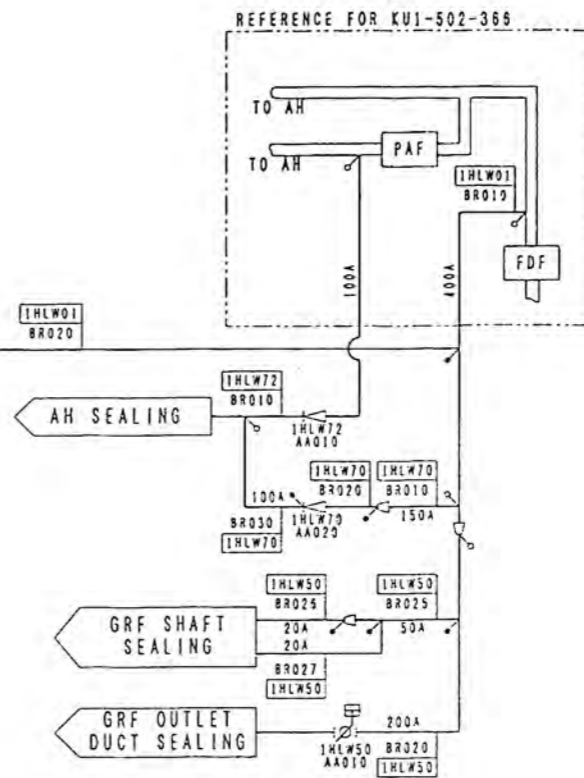
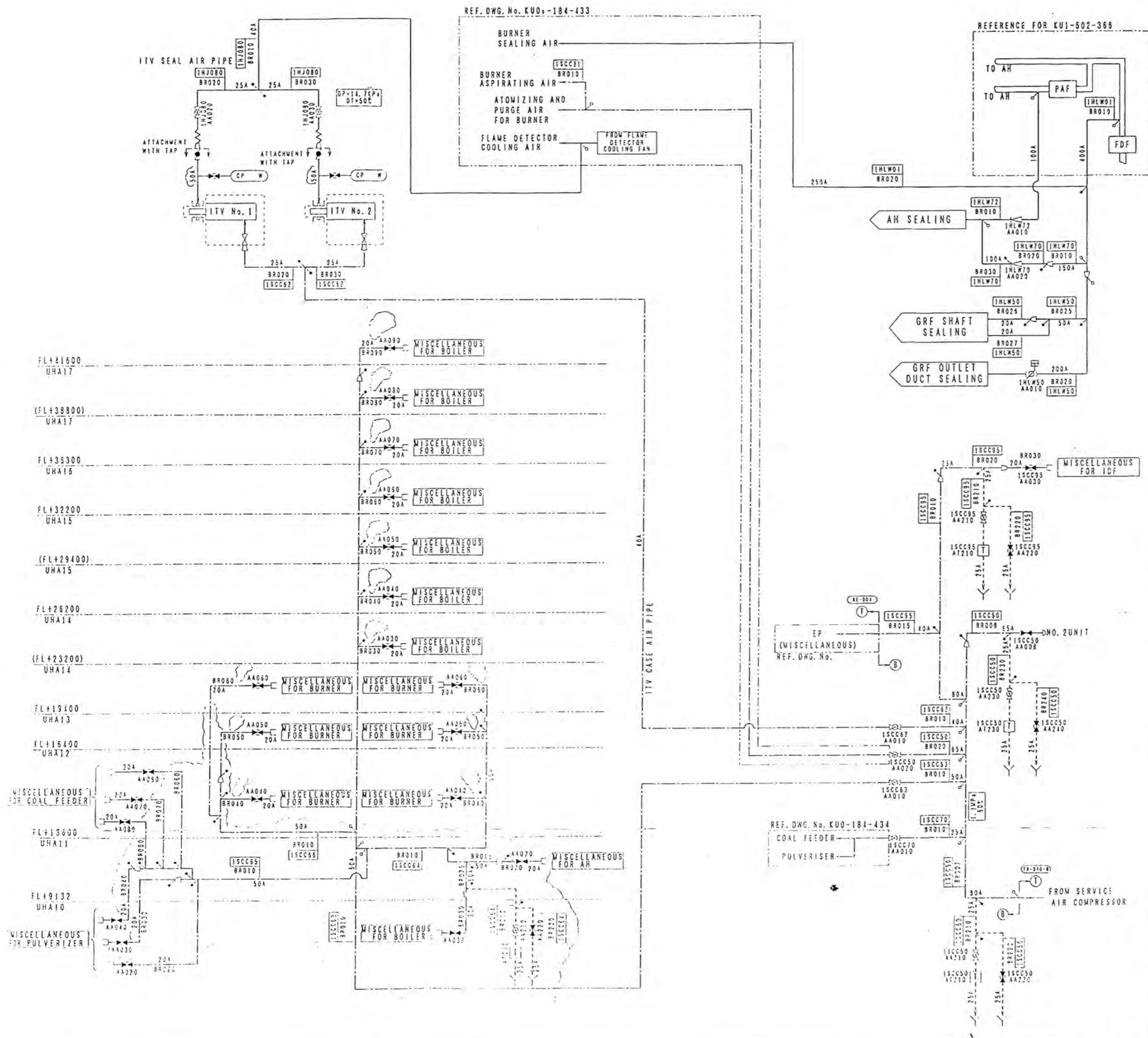
DWG. S. SATO 29. SEP. '88 THRD
CHKD. N. SHIMONO 30. SEP. '88
APPV. N. SHIMONO 30. SEP. '88

FLOW DIAGRAM OF
BOILER DRAIN SYSTEM

BABCOCK-HITACHI K.K.
101-0 JAPAN

KUI-512-382

REV.	DESCRIPTION	REVISED BY	DATE	APP'D.
A	REVISED BY DESIGN PROGRESS	S. SATO	29. SEP. '93	
B	REVISED BY DESIGN PROGRESS	N. SHIMONO	30. SEP. '93	

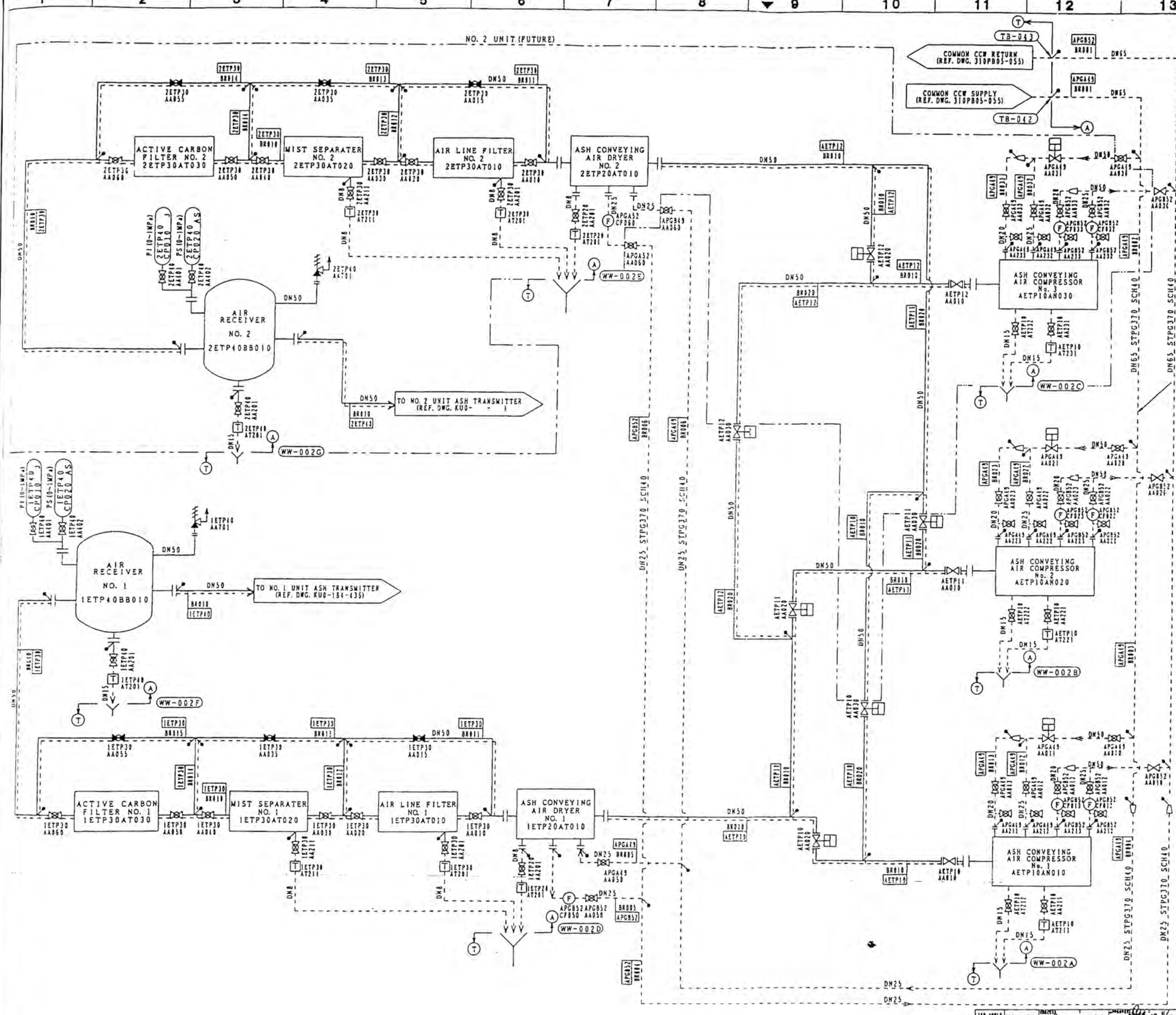


LEGEND	
PIPING	— SEALING AIR PIPING
	- - - ASPIRATING AIR PIPING
	- - - DRAIN PIPING
VALVE	⊗ GLOBE VALVE
	⊗ WEDGE GATE VALVE
	⊗ CLOSED VALVE (ON NORMAL CONDITION)
	⊗ PISTON VALVE
	⊗ TRAP
OTHERS	— FLANGE
	∇ REDUCER
	⊗ DAMPER
	— HOSE CONNECTION
	— TRENCH

- NOTES**
1. THIS DRAWING IS PRELIMINARY ONLY AND MUST NOT BE WORKED TO.
 2. — SHOWS OUT OF SCOPE FOR BOILER PLANT.
 3. ⊗ DENOTES THE SCOPE OF SUPPLY BETWEEN BOILER PLANT AND TURBINE PLANT.

- REFERENCE DRAWINGS**
1. KUI-502-366 FLOW DIAGRAM OF AIR AND GAS

PROJECT DWG NO.	XPI - 12 - SCC - FD - 14049 REV. 2		
ENERSUR			
CENTRAL TERMOELECTRICA ILO 2			
(125MW COAL FIRED POWER PLANT)			
DRW.	S. SATO	29. SEP. '93	THIRD
CHKD.	N. SHIMONO	30. SEP. '93	SCALE
APP'D.	N. SHIMONO	30. SEP. '93	N. 1. 5
BABCOCK-HITACHI K.K.		TOKYO JAPAN	
FLOW DIAGRAM OF SEALING AND ASPIRATING AIR SYSTEM			KUI-512-383

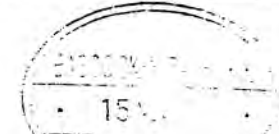


REV.	COORD. IN DATE	REVISIONS	REV.	CHKD.	APPD.
A		REVISED LKS. NO. ETC			

DESIGN
PRESS. 0.84MPa
TEMP. 40°C

DESIGN
PRESS. 0.84MPa
TEMP. 40°C

- NOTE
- ① DENOTES THE SCOPE OF SUPPLY BETWEEN ASH HANDLING PLANT AND TURBINE PLANT.
 - ② DENOTES THE SCOPE OF SUPPLY BETWEEN ASH HANDLING PLANT AND BOILER PLANT.
 - TB- DENOTES THE TERMINAL POINT NO.
 - EQUIPMENT & PIPING ENCLOSED BY CHAIN DOUBLE-DASHED LINE WILL BE SUPPLIED AT INSTALLATION STAGE OF NO. 2 UNIT.



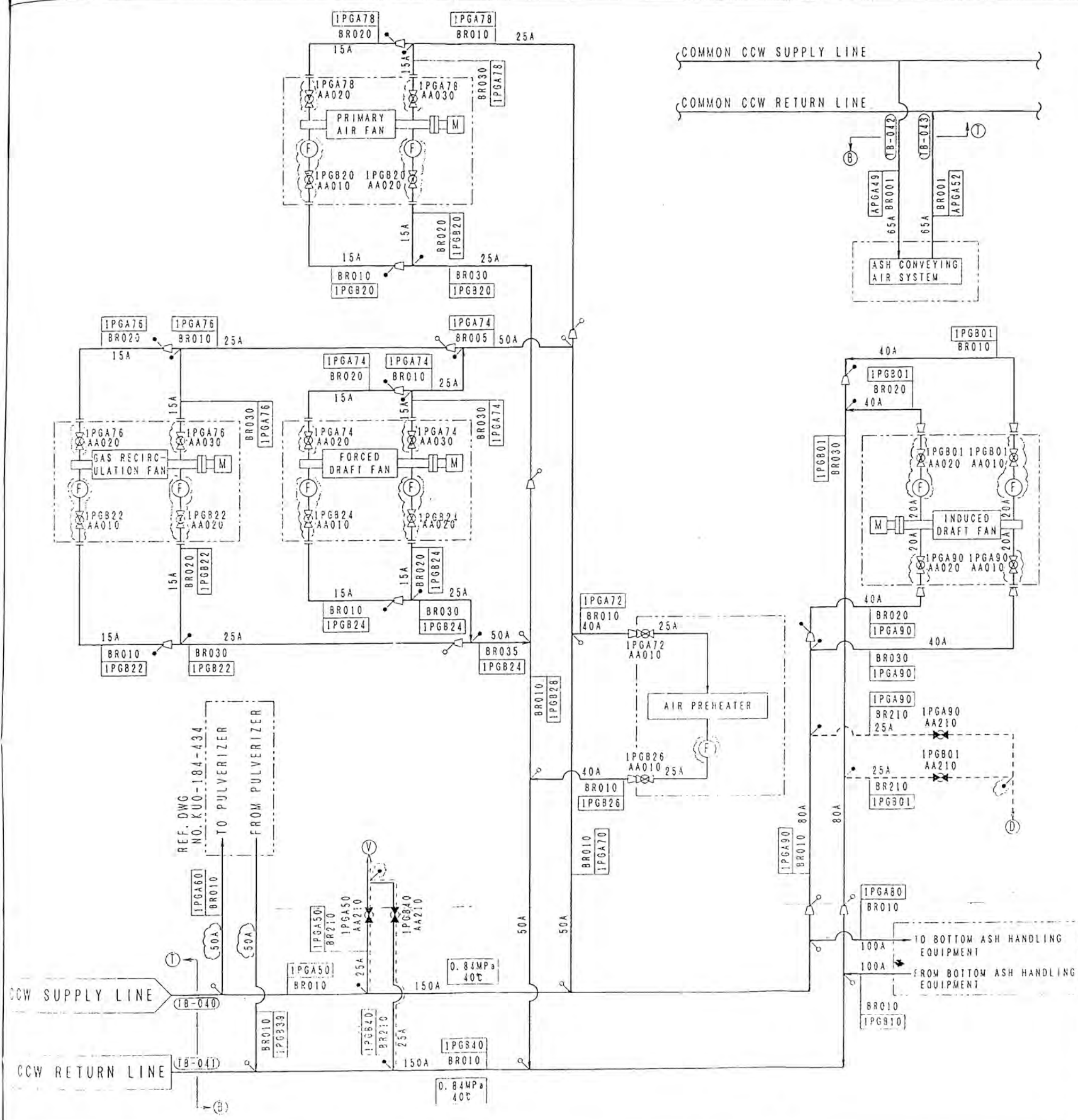
- REF. DWG.
- 310RB02-852: PIPING VALVE AND INSTRUMENT SYMBOLS
 - KU0-184-436: FLOW DIAGRAM OF FLY ASH HANDLING SYSTEM
 - KU2-392-413: FLOW DIAGRAM OF COOLING WATER SYSTEM FOR BOILER UNIT
 - KU1-514-958: FLOW DIAGRAM OF INSTRUMENT AIR PIPING FOR NO. 1 UNIT AND COMMON ASH HANDLING SYSTEM
 - KU1-514-956: FLOW DIAGRAM OF INSTRUMENT AIR PIPING FOR NO. 2 UNIT ASH HANDLING SYSTEM

PROJECT DWG. NO. XPI-12-ET-FD-17005 REV. 1

ENERSUR CENTRAL
TERMOELECTRICA ILO 2
(125MW COAL FIRED POWER PLANT)

DWN. C. H. YUASA (4. NOV. '98) THIRD TITLE
CHKD. K. KAWANO (5. NOV. '98) ANG. PROJ. FLOW DIAGRAM OF ASH CONVEYING AIR SYSTEM
APPD. K. KAWANO (5. NOV. '98) NOT SCALE

KURE DIVISION DWG. NO. REV. A
BABCOCK-HITACHI K.K. TOKYO JAPAN
97-386-D-JA-003
14201155



REV.	COORDINATE	REVISIONS.	REVD.	CHKD.	APPD.
A	—	REVISED BY DESIGN PROGRESS	T. FUJIMOTO 18. JAN. '99	S. SATO 18. JAN. '99	N. SHIMONO 19. JAN. '99
B	—	REVISED BY DESIGN PROGRESS	T. Fujimoto 3. Mar. '99	S. SATO 9. Mar. '99	N. Shimono 9. Mar. '99

(6)

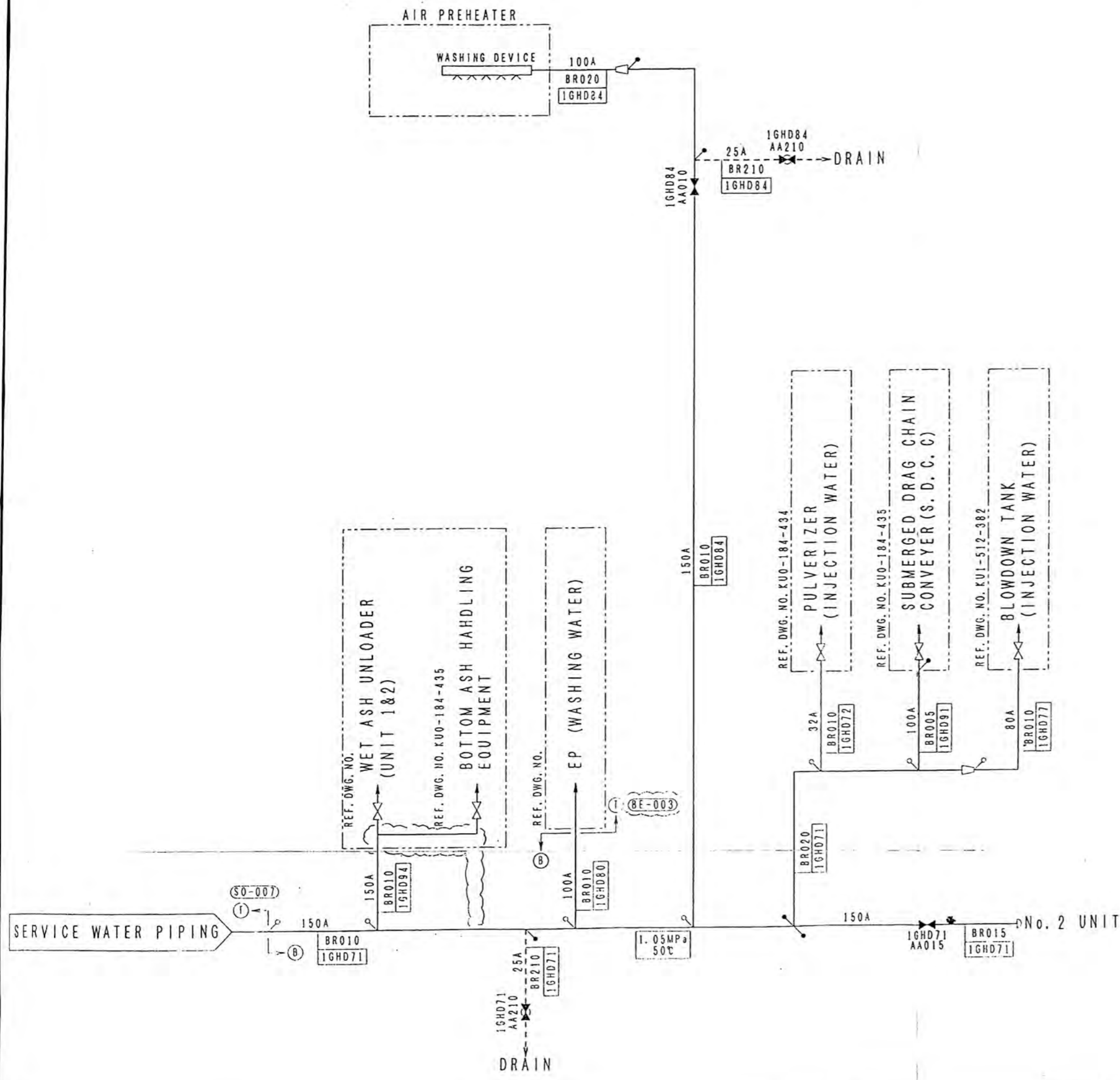
NOTES

1. SHOWS OUT OF SCOPE FOR BOILER PLANT.
2. DENOTES THE SCOPE OF SUPPLY BETWEEN BOILER PLANT AND TURBINE PLANT.
3. KKS UNIT NUMBER '1' SHOWN IN THIS DRAWING DENOTES THE ASSOCIATED UNIT-1, WHICH CAN BE REPLACED WITH '2' FOR THE ASSOCIATED UNIT-2.
4. DENOTES THE TERMINAL POINT NO.

PROJECT DWG NO.	XPI - 12 - 105 - FD - T4051			REV. 2
ENERSUR CENTRAL TERMoeLECTRICA ILO 2 (125MW COAL FIRED POWER PLANT)				
DWN.	S. SATO	30. SEP. '98	THIRD ANG. PROJ.	TITLE
CHKD.	N. SHIMONO	1. OCT. '98	SCALE	FLOW DIAGRAM OF COOLING WATER SYSTEM FOR BOILER UNIT
APPD.	N. SHIMONO	1. OCT. '98	N.T.S.	
BABCOCK-HITACHI K. K. TOKYO JAPAN				REV. B
KU2-392-413				

REV.	COORDINATE	REVISIONS.	REV'D.	CHK'D.	APP'D.
A	—	REVISED BY DESIGN PROGRESS	T. FUJIMOTO 13. JAN. '99	S. SATO 14. JAN. '99	N. SHIMONO 14. JAN. '99
B	—	REVISED BY DESIGN PROGRESS	T. FUJIMOTO 3. Mar. '99	S. SATO 4. Mar. '99	N. SHIMONO 4. Mar. '99

7

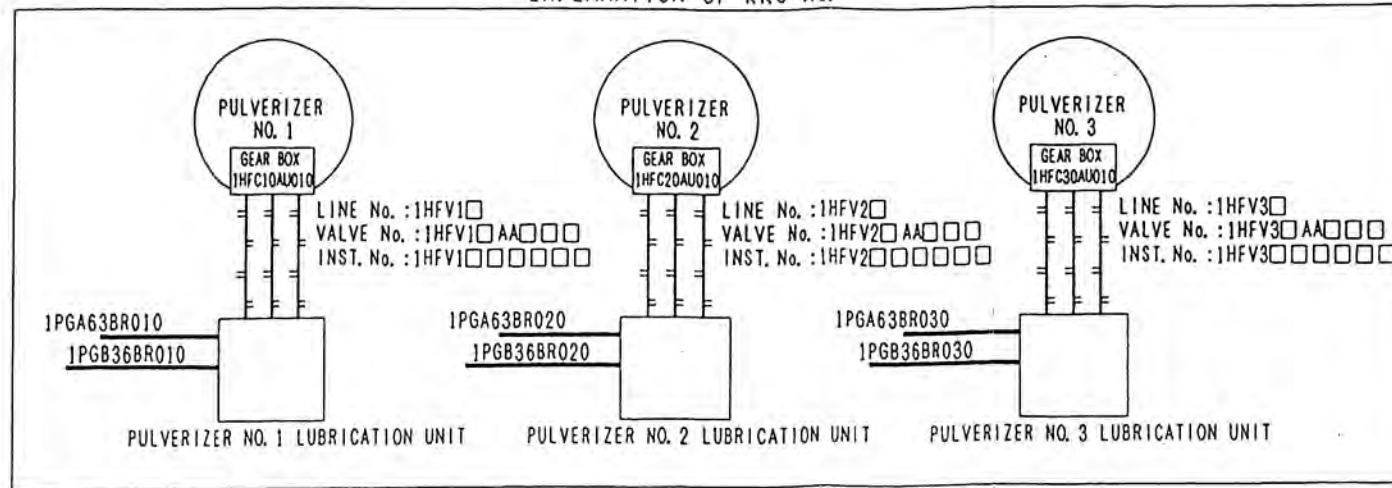


NOTES

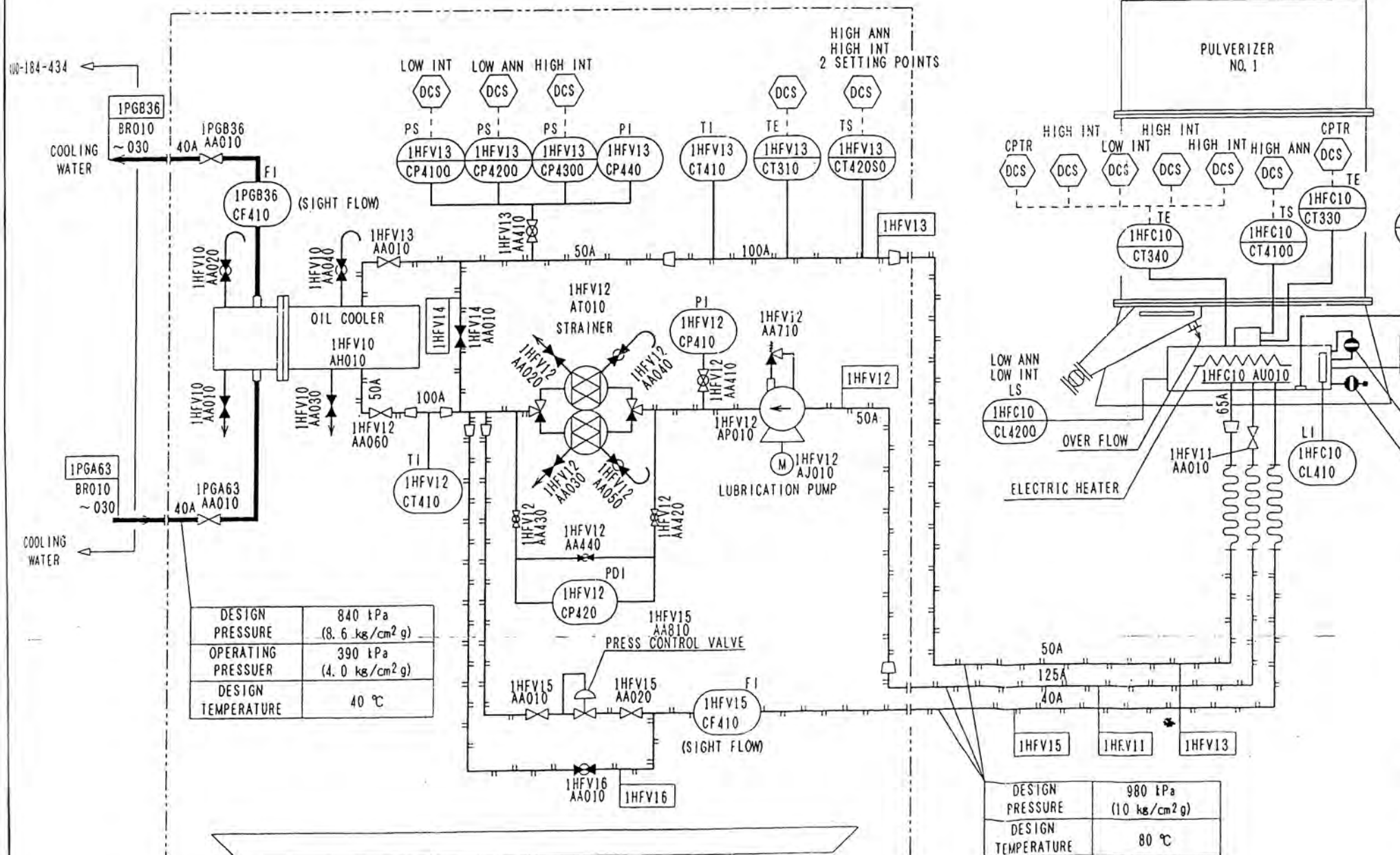
1. SHOWS OUT OF SCOPE FOR BOILER PLANT.
2. DENOTES THE SCOPE OF SUPPLY BETWEEN BOILER PLANT AND TURBINE PLANT.
3. KKS UNIT-NUMBER '1' SHOWN IN THIS DRAWING DENOTES THE ASSOCIATED UNIT-1, WHICH CAN BE REPLACED WITH '2' FOR THE ASSOCIATED UNIT-2.
4. DENOTES THE TERMINAL POINT NO.

PROJECT DWG NO.	XPI-12-100-FD-14052-REV.2		
ENERSUR CENTRAL TERMOELECTRICA ILO 2 (125MW COAL FIRED POWER PLANT)			
DWN.	S. SATO	29. SEP. '98	THIRD ANG. PROJ.
CHKD.	N. SHIMONO	30. SEP. '98	SCALE
APPD.	N. SHIMONO	30. SEP. '98	N. T. S.
BABCOCK-HITACHI K.K. TOKYO JAPAN			TITLE FLOW DIAGRAM OF SERVICE WATER SYSTEM (FOR BOILER UNIT)
KURE WORKS DWG. NO.			KU2-392-414

EXPLANATION OF KKS No.



LUBRICATION UNIT (One (1) / PULVERIZER)



DESIGN PRESSURE	840 tPa (8.6 kg/cm ² g)
OPERATING PRESSURE	390 tPa (4.0 kg/cm ² g)
DESIGN TEMPERATURE	40 °C

DESIGN PRESSURE	980 tPa (10 kg/cm ² g)
DESIGN TEMPERATURE	80 °C

REV.	COORDINATE	REVISIONS	REVD.	CHKD.	APPD.
A	ALL	ADDED VALVE NO.	25-SEP-'98	K. OKAMOTO	T. TATUMA
B	ALL	ADDED VALVES ETC	26-FEB-'99	H. YUASA	T. TATUMA
C	ALL	REVISED DESIGN COND. ETC	28-APR-'99	H. YUASA	T. TATUMA
D	G-10	ADDED PROJECT DWG No.	27-DEC-'99	A. Y. HIRAMORI	K. TAMADA

SYMBOLS	
	LUBRICANT OIL
	WATER
	GATE VALVE
	GLOVE VALVE
	BALL VALVE
	SAFETY VALVE
	NORMALLY CLOSED
	STRAINER
	PRESSURE GAUGE
	PRESSURE SWITCH
	TEMPERATURE INDICATOR
	TEMPERATURE ELEMENT
	TEMPERATURE SWITCH
	SIGHT FLOW
	LEVEL GAUGE
	LEVEL SWITCH
	OIL PAN
	FLEXIBLE HOSE



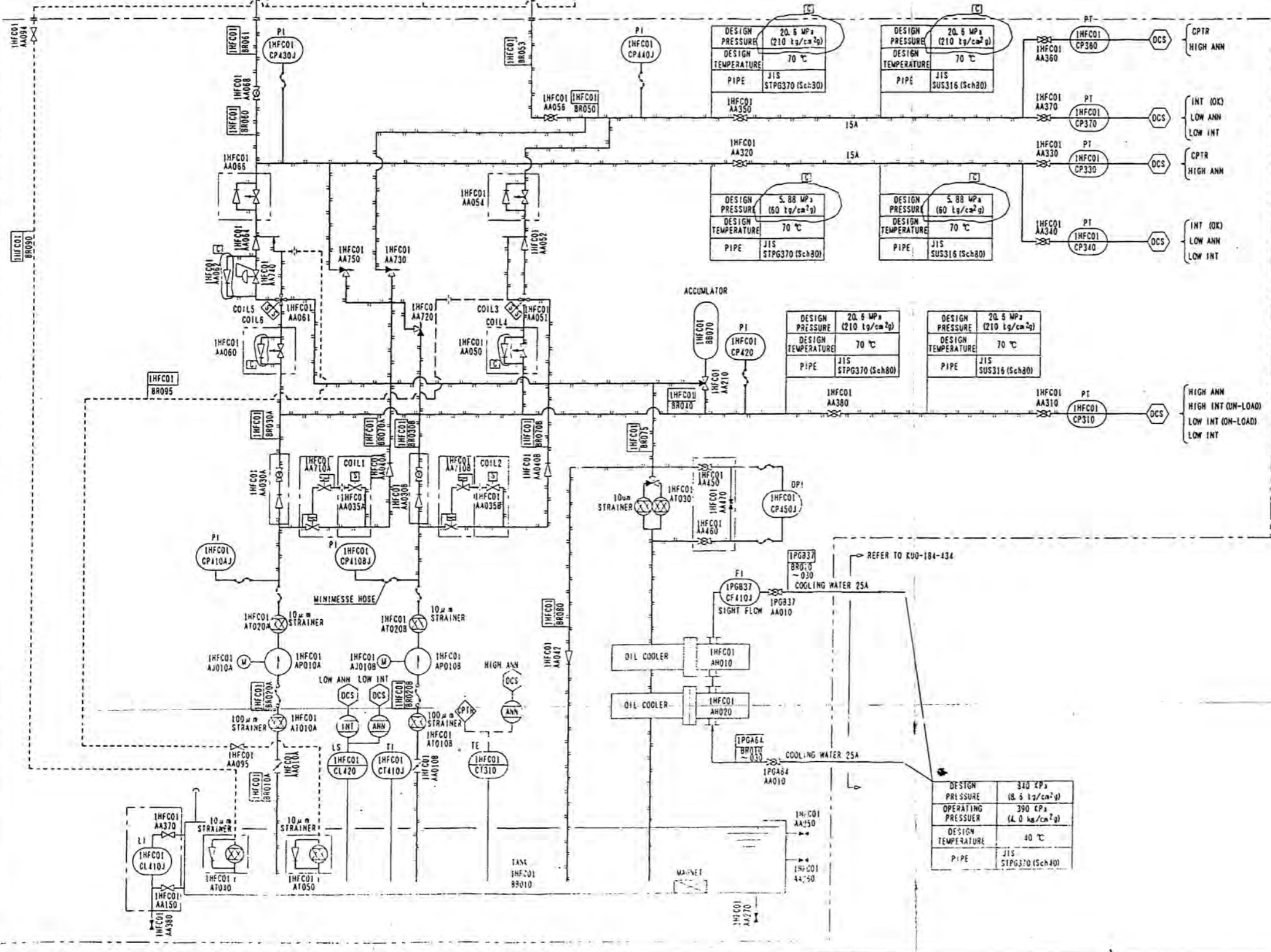
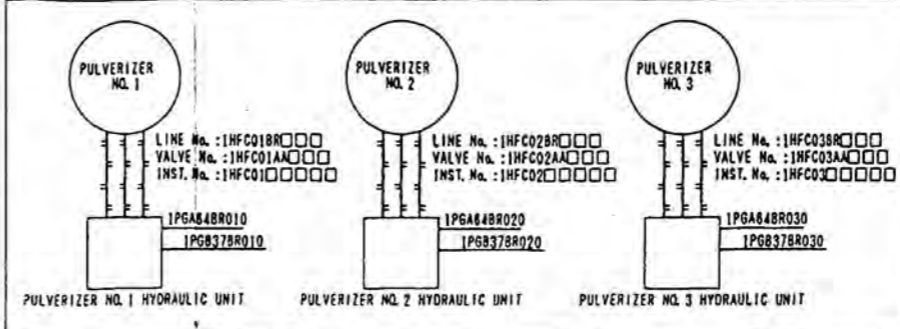
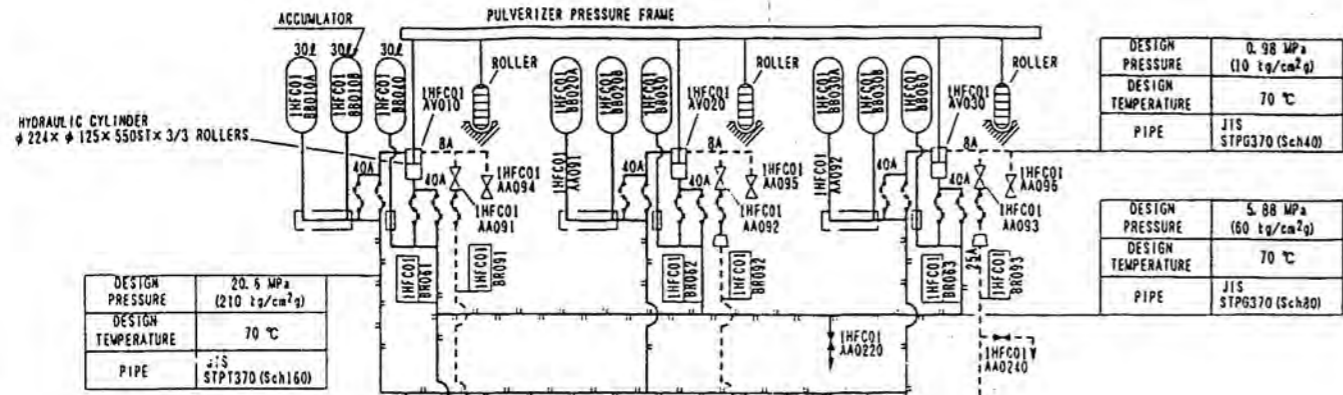
REFERENCE DWG.
KU0-184-434 FLOW OF PULVERIZED COAL FIRING SYSTEM

PROJECT DWG NO.	XPI - 1 - HHE - FD - 14395 REV 4		
ENERSUR CENTRAL TERMOELECTRICA ILO 2 (125MW COAL FIRED POWER PLANT)			
DWR	T. TATUMA	19-JUL-'98	THIRD ANB. PROJ.
CHKD.	H. MIGAKI	19-JUL-'98	SCALE
APPD.	T. TATUMA	19-JUL-'98	N. S. T.
BABCOCK-HITACHI K.K. TOKYO JAPAN			JCFBD
KURE DIVISION DWG. No.			REV
KU2-392-491			D

PULVERIZER HYDRAULIC UNIT (ISE/PULVERIZER)

EXPLANATION OF KKS No.

REV.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD.	APPD.
A	ALL	ADDED VALVES ETC.	G. H. YAMADA	T. TATUMA	K. KIYAMA
B	ALL		G. H. YAMADA	T. TATUMA	M. SHIMIZU
C	10-11-98	REVISED DESIGN PRESSURE	G. H. YAMADA	T. TATUMA	K. KIYAMA
D	15-1-99	ADDED PROJECT DWG No.	G. H. YAMADA	T. TATUMA	K. KIYAMA



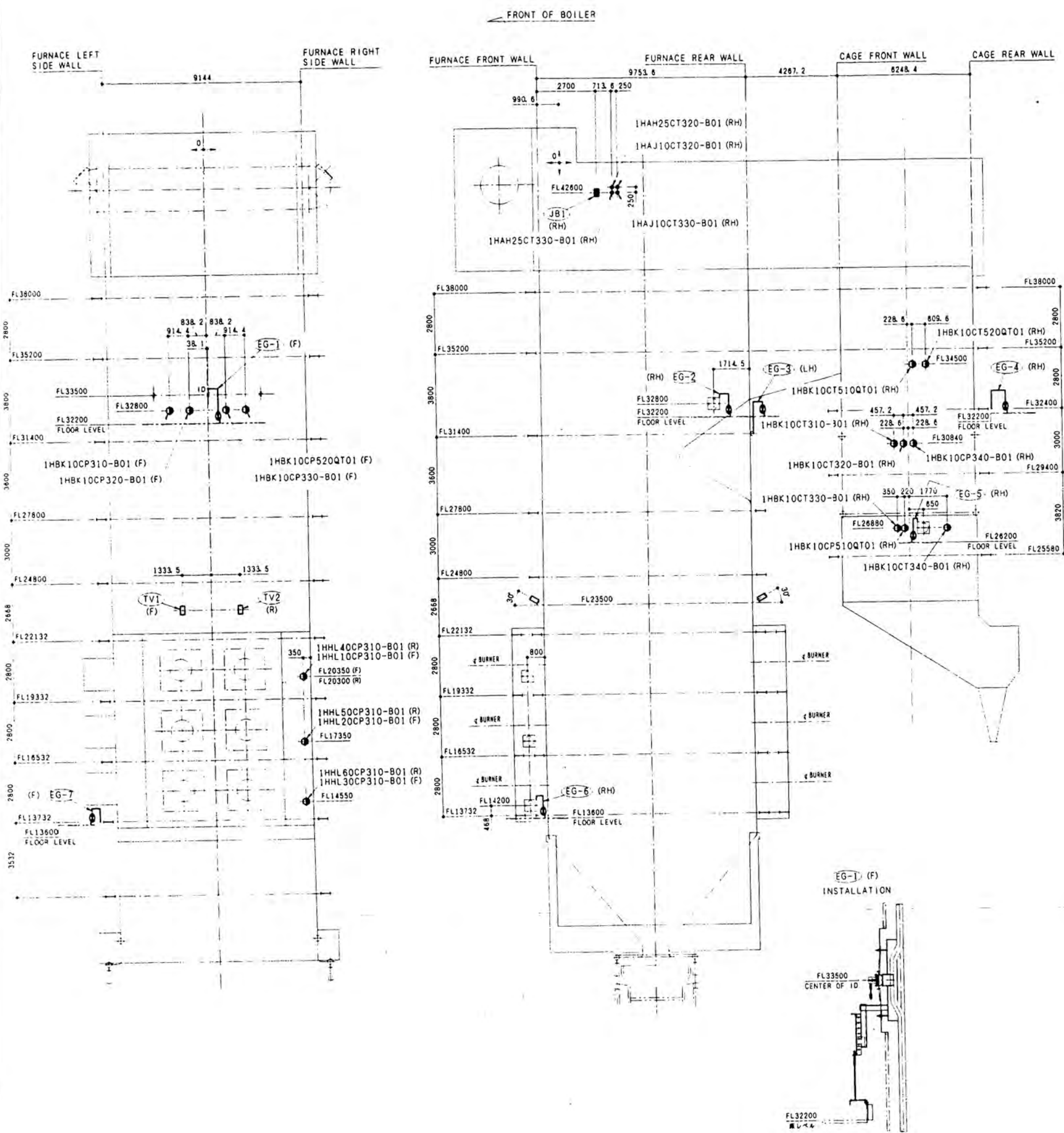
SYMBOLS	
---	DRAIN/COOLING WATER RETURN
---	COOLING WATER
---	HYDRAULIC OIL
⊗	GATE VALVE
⊗	GLOVE VALVE
(O)	BALL VALVE
∇	NON RETURN VALVE
+	DAMPER
⊗	NEEDLE VALVE
⊗	SAFETY VALVE
⊗	NORMALLY CLOSED
⊗	STRAINER
PI	PRESSURE GAUGE
TI	TEMPERATURE INDICATOR
TE	TEMPERATURE ELEMENT
LS	LEVEL SWITCH
LI	LEVEL GAUGE
FI	SIGHT FLOW
~	FLEXIBLE HOSE



REFERENCE DWG. KUD-134-434 FLOW OF PULVERIZED COAL FIRING SYSTEM

PROJECT DWG NO.	XPI-1-HHE-FD-14396 REV 4		
ENERSUR CENTRAL TERMOELECTRICA ILO 2 (125MW COAL FIRED POWER PLANT)			
OWN	G. OKAMOTO	25-SEP-98	THIRD
CHKD	K. KITAMA	29-SEP-98	REV. PROJ.
APPD	T. TATUMA	29-SEP-98	N.S.T.
TITLE FLOW DIAGRAM OF PULVERIZER HYDRAULIC UNIT			
JCFBD			
BABCOCK-HITACHI K.K. KURE DIVISION DWG. No.			
KU1-522-014			

REV	DATE	REVISIONS	REV'D	APP'D
A	X-16	ADDED SUPPLY LIST No.		



GAUGE CONNECTION I. T. V. AND J. B. CONNECTION.

SYMBOL	TITLE	TAG NO.	INSTALLATION DWG NO.	ITEM NO.	QUANTITY	REMARKS	
GAUGE CONNECTION		1HBK10CT310-B01	KUI-520-696	47-12-1	1	PRI RH INLET GAS TEMP.	
		1HBK10CT320-B01		47-12-2	1	PRI RH INLET GAS TEMP.	
		1HBK10CT330-B01		47-12-3	1	ECO INLET GAS TEMP.	
		1HBK10CT340-B01	KUI-520-698	47-12-4	1	ECO INLET GAS TEMP.	
		1HHL10CP310-B01	KUI-816-842	47-12-5	1	WINDBOX PRESS.	
		1HHL20CP310-B01		47-12-6	1	WINDBOX PRESS.	
		1HHL30CP310-B01		47-12-7	1	WINDBOX PRESS.	
		1HHL40CP310-B01		47-12-8	1	WINDBOX PRESS.	
		1HHL50CP310-B01		47-12-9	1	WINDBOX PRESS.	
		1HHL60CP310-B01		47-12-10	1	WINDBOX PRESS.	
		1HBK10CP310-B01		47-12-11	1	FURNACE PRESS.	
		1HBK10CP320-B01		KUI-816-843	47-12-12	1	FURNACE PRESS.
		1HBK10CP330-B01			47-12-13	1	FURNACE PRESS.
		1HBK10CP340-B01	KUI-816-854	47-12-14	1	PRI RH INLET GAS PRESS.	
		1HBK10CT510QT01	KUI-816-844	47-12-15	1	PRI SH INLET GAS TEMP.	
		1HBK10CT520QT01		47-12-16	1	PRI SH INLET GAS TEMP.	
		1HBK10CP510QT01	KUI-816-855	47-12-17	1	PRI RH OUTLET GAS PRESS.	
		1HBK10CP520QT01	KUI-816-845	47-12-18	1	FURNACE PRESS.	
1HAH25CT320-B01	KUI-818-819	47-12-51	1	SEC SH INLET STEAM TEMP.			
1HAH25CT330-B01		47-12-52	1	SEC SH INLET STEAM TEMP.			
1HAJ10CT320-B01		47-12-53	1	SEC RH INLET STEAM TEMP.			
1HAJ10CT330-B01		47-12-54	1	SEC RH INLET STEAM TEMP.			
JUNCTION BOX	JBI	KUI-816-852	47-12-19	1	PENTHOUSE.		
ITV CONNECTION	TV1		KUI-527-354	47-12-55, 57	1	FURNACE FRONT.	
				47-12-59~70	1	FURNACE FRONT.	
				47-12-56, 58	1	FURNACE REAR.	
	TV2			47-12-59~70	1	FURNACE REAR.	

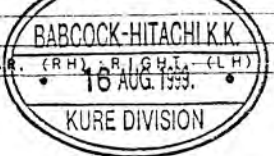
EXPANSION GAUGE

SYMBOL	TAG NO.	INSTALLATION DWG NO.	INSTALLATION TYPE MARK		ESTIMATED MOVEMENT QUANTITY			ITEM NO.	QUANTITY	REMARKS
			VERTICAL SCALE	HORIZONTAL SCALE	UNDER	FRONT AND REAR	EITHER SIDE			
EG	EG-1	REFER TO THIS DWG AND KUI-520-672			54.6	01 5.1	0	47-12-501, 502, 513	1	
	EG-2	KUI-520-672	A-5	B-1	58.2	00 36.7	23.3		1	
	EG-3		A-1		65.5	00 44.6	23.3		1	
	EG-4		A-1		60.3	00 107	23.3		1	
	EG-5		A-5		89	00 87.4	23.3		1	
	EG-6		A-5		154	01 0.1	20.4		1	
	EG-7	KUI-520-672	A-1	B-1	156	00 44.6	23.3	47-12-501, 502, 513	1	

ITEM No.	SUPPLY LIST No.
47-12-001-032, 101, 102	N4-203-977
47-12-501, 502, 513	N4-203-993
47-12-081-083	N4-211-050

FOR ERECTION
第1回改正図

- NOTES**
- THIS DRAWING SHOWS INSTALLATION POSITION OF GAUGE CONNECTION, EXPANSION GAUGE, I. T. V. AND J. B. CONNECTION.
 - INSTALLATION METHOD OF GAUGE CONNECTION, EXPANSION GAUGE AND J. B. CONNECTION ARE INDICATED IN THE EACH INSTALLATION DRAWING.
 - THIS DRAWING (F) : FRONT, (R) : REAR, (RH) : RIGHT, (LH) : LEFT



ENERSUR CENTRAL TERMOELECTRICA ILO 2 (125MW COAL FIRED POWER PLANT)			
PARTS LIST	SUPPLY LIST	N4-203-977 N4-211-050 N4-203-993	
DATE: 11 JAN 99 DRAWN: T. Itohara CHECK: S. Yamada APP'D: S. Yamada	THIRD DATE: 21 JAN 99 SCALE: 1:5	TITLE: ARRANGEMENT OF GAUGE CONNECTION	CSMT
BABCOCK-HITACHI K.K. TOKYO JAPAN		KURE DIVISION	
KUI-520-671			

ANEXOS

Anexo A	Denominación de las partes a presión del Caldero
Anexo B	Peso aproximado de las partes a presión del Caldero
Anexo C	Fabricaciones temporales y accesorios para el montaje de las partes a presión del Caldero
Anexo D	Juntas (soldadas) de las partes a presión del Caldero
Anexo E	Programa de soldadura de las partes a presión del Caldero
Anexo F	Determinación del material de aporte y la temperatura de precalentamiento
Anexo G	Material de aporte utilizado en la soldadura de las partes a presión del Caldero
Anexo H	Código de colores de identificación de tuberías del Caldero
Anexo I	Sistema de codificación

ANEXO A

DENOMINACION DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO (*)

Item	Description	Abbreviation	Descripción	Observación
1	Feed Water Pipe	FWP	Tubería de Alimentación del Caldero	
2	Economizer Inlet Header	ECO IN HDR	Cabezal de entrada al Economizador	
3	Economizer tube	ECO TUBE	Tubos del Economizador	Tubos de los serpentines (coils)
4	Economizer Outlet Header	ECO OUT HDR	Cabezal de salida del Economizador	
5	Economizer Outlet Connecting Pipe	ECO OUT CONN PIPE	Tubería de interconexión de salida del Economizador	
6	Steam Drum	DRUM	Domo	
7	Downcomer	DCR	Tubería descendente	
8	Downcomer Manifold	DCR MFLD	Múltiple de la tubería descendente	
9	Supply Connecting Pipe	SUP CONN PIPE	Tuberías de suministro del Horno	
10	Fumace Lower Front Wall Header	FRNC LWR FR WALL HDR	Cabezal inferior de la Pared Frontal del Horno	El sector inferior de la pared se denomina Tolva (Hopper)
11	Fumace Lower Rear Wall Header	FRNC LWR RR WALL HDR	Cabezal inferior de la Pared Trasera del Horno	El sector inferior de la pared se denomina Tolva (Hopper)
12	Fumace Lower Side Wall Header	FRNC LWR SIDE WALL HDR	Cabezal inferior de las paredes laterales (Izq. y Der.) del Horno	
13	Fumace Front Wall Tube	FRNC FR WALL TUBE	Tubos de la Pared Frontal del Horno	Paneles superior, intermedio e inferior (Tolva) de tubos y membrana
14	Fumace Rear Wall Tube	FRNC RR WALL TUBE	Tubos de la Pared Trasera del Horno	Paneles superior (Nariz), intermedio e inferior (Tolva) de tubos y membrana
15	Fumace Side Wall Tube	FRNC SIDE WALL TUBE	Tubos de las paredes laterales (Izq. y Der.) del Horno	Paneles superior, intermedio e inferior de tubos y membrana
16	Fumace Upper Front Wall Header	FRNC UPR FR WALL HDR	Cabezal superior de la Pared Frontal del Horno	
17	Fumace Upper Front Screen Header	FRNC UPR FR SCR HDR	Cabezal superior de la Pantalla Frontal del Horno	Esta Pantalla se ensambla con los paneles de la Nariz (Nose) del lado Trasero del Horno
18	Fumace Upper Rear Screen Header	FRNC UPR RR SCR HDR	Cabezal superior de la Pantalla Trasera del Horno	Esta Pantalla se preensambla con la Pared Frontal de la Jaula
19	Fumace Upper Side Wall Header	FRNC UPR SIDE WALL HDR	Cabezal superior de las paredes laterales (Izq. y Der.) del Horno	
20	Riser Connecting Pipe	RISER CONN PIPE	Tuberías ascendentes de interconexión del Horno	
21	Saturated Steam Connecting Pipe	SAT STM CONN PIPE	Tuberías de interconexión de vapor saturado	
22	Fumace Roof Inlet Header	FRNC ROOF IN HDR	Cabezal de entrada al Techo del Horno	
23	Fumace Roof Tube	FRNC ROOF TUBE	Tubos del Techo del Horno	Paneles de tubos y membrana, tubos
24	Fumace Roof Outlet Header	FRNC ROOF OUT HDR	Cabezal de salida del Techo del Horno	
25	Cage Connecting Pipe	CAGE CONN PIPE	Tuberías de interconexión de la Jaula	
26	Cage Upper Side Header	CAGE UPR SIDE HDR	Cabezal superior de las paredes laterales (Izq. y Der.) de la Jaula	
27	Cage Upper Sling Header	CAGE UPR SLG HDR	Cabezal superior de tubos tirantes del Sobrecalentador	
28	Cage Front Tube	CAGE FR TUBE	Tubos de la Pared Frontal de la Jaula	Pared de paneles de tubos y membrana
29	Cage Rear Tube	CAGE RR TUBE	Tubos de la Pared Trasera de la Jaula	Pared de paneles de tubos y membrana
30	Cage Side Tube	CAGE SIDE TUBE	Tubos de las paredes laterales (Izq. y Der.) de la Jaula	Paredes de paneles de tubos y membrana
31	Superheater Sling Tube	SH SLG TUBE	Tubos tirantes del Sobrecalentador Primario	Panel de tubos sin membrana
32	Cage Lower Front Header	CAGE LWR FR HDR	Cabezal inferior de la Pared Frontal de la Jaula	
33	Cage Lower Side Header	CAGE LWR SIDE HDR	Cabezal inferior de las paredes laterales (Izq. y Der.) de la Jaula	
34	Cage Lower Rear Header	CAGE LWR RR HDR	Cabezal inferior de la Pared Trasera de la Jaula	
35	Cage Lower Sling Header	CAGE LWR SLG HDR	Cabezal inferior de tubos tirantes del Sobrecalentador	
36	Primary Superheater Inlet Header (Front)	PRI SH IN HDR (FR)	Cabezal de entrada al Sobrecalentador Primario (frontal)	
37	Primary Superheater Inlet Header (Rear)	PRI SH IN HDR (RR)	Cabezal de entrada al Sobrecalentador Primario (trasero)	

ANEXO A

DENOMINACION DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO (*)

Item	Description	Abbreviation	Descripción	Observación
38	Primary Superheater Tube	PRI SH TUBE	Tubos del Sobrecalentador Primario	Tubos de los serpentines (coils)
39	Primary Superheater Outlet Header	PRI SH OUT HDR	Cabezal de salida del Sobrecalentador Primario	
40	Primary Superheater Outlet Connecting Pipe	PRI SH OUT CONN PIPE	Tubería de interconexión del Sobrecalentador	
41	Superheater Attemperator	SH ATT	Atemperador del Sobrecalentador	
42	Secondary Superheater Inlet Connecting Pipe	SEC SH IN CONN PIPE	Tubería de interconexión del Sobrecalentador	
43	Secondary Superheater Inlet Header (1)	SEC SH IN HDR (1)	Cabezal de entrada al Sobrecalentador Secundario (1)	
44	Secondary Superheater Inlet Header (2)	SEC SH IN HDR (2)	Cabezal de entrada al Sobrecalentador Secundario (2)	
45	Secondary Superheater Tube (1)	SEC SH TUBE (1)	Tubos del Sobrecalentador Secundario (1)	Tubos de los serpentines (coils)
46	Secondary Superheater Intermediate Header	SEC SH INTER HDR	Cabezal intermedio del Sobrecalentador Secundario	
47	Secondary Superheater Tube (2)	SEC SH TUBE (2)	Tubos del Sobrecalentador Secundario (2)	Tubos de los serpentines (coils)
48	Secondary Superheater Outlet Header	SEC SH OUT HDR	Cabezal de salida del Sobrecalentador Secundario	
49	Main Steam Pipe	MSP	Tubería de Vapor Principal	
61	Cold Reheat Pipe	CRP	Tubería de Vapor a Recalentador	
62	Primary Reheater Inlet Header	PRI RH IN HDR	Cabezal de entrada al Recalentador Primario	
63	Primary Reheater Tube	PRI RH TUBE	Tubos del Recalentador Primario	Tubos de los serpentines (coils)
64	Primary Reheater Outlet Header	PRI RH OUT HDR	Cabezal de salida del Recalentador Primario	
65	Primary Reheater Outlet Connecting Pipe	PRI RH OUT CONN PIPE	Tubería de interconexión del Recalentador	
66	Reheater Attemperator	RH ATT	Atemperador del Recalentador	
67	Secondary Reheater Inlet Connecting Pipe	SEC RH IN CONN PIPE	Tubería de interconexión del Recalentador	
68	Secondary Reheater Inlet Header	SEC RH IN HDR	Cabezal de entrada al Recalentador Secundario	
69	Secondary Reheater Tube	SEC RH TUBE	Tubos del Recalentador Secundario	Tubos de los serpentines (coils)
70	Secondary Reheater Outlet Header	SEC RH OUT HDR	Cabezal de salida del Recalentador Secundario	
71	Hot Reheat Pipe	HRP	Tubería de Vapor Recalentado	

(*) (Cf 2.4)

ANEXO B

PESO APROXIMADO DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO (*)

Item	Etapa	Componente	Peso (Kg)	Peso Total por Etapa (Kg)
1	Preensamble y montaje	Panel superior frontal del Horno (**)	28021	403643
2		Panel superior izquierdo del Horno (1er y 2do conj.) (**)	34130	
3		Panel superior derecho del Horno (1er y 2do conj.) (**)	34130	
4		Pared Trasera de la Jaula (**)	20843	
5		Pared Frontal de la Jaula (**)	17673	
6		Pared Izquierda de la Jaula (**)	13985	
7		Pared Derecha de la Jaula (**)	14102	
8		Tubería descendente	42448	
9		Serpentines del Sobrecalentador Secundario (1)	30298	
10		Serpentines del Sobrecalentador Secundario (2)	37058	
11		Panel frontal de la Tolva (**)	15774	
12		Panel trasero de la Tolva (**)	15774	
13		Panel inferior izquierdo del Horno (**)	9873	
14		Panel inferior derecho del Horno (**)	9873	
15		Pantalla Frontal del Horno (**)	6637	
16		Pantalla Trasera del Horno (**)	9505	
17		Sobrecalentador Primario	17675	
18		Tubería Principal de Vapor	19049	
19		Tubería de Vapor Recalentado	15846	
20		Tubería de Vapor a Recalentador	10949	
1	Montaje directo	Cabezal de entrada al Recalentador Secundario	3440	
2		Cabezal superior de tubos tirantes del Sobrecalentador	1840	
3		Cabezal de salida del Recalentador Secundario	4890	
4		Cabezal de salida del Sobrecalentador Secundario	9720	
5		Cabezal de entrada al Sobrecalentador Secundario	5050	
6		Cabezal de entrada al Techo del Horno	1750	
7		Paneles intermedios frontales del Horno (**)	25528	
8		Paneles intermedios izquierdos del Horno (**)	23282	
9		Paneles intermedios derechos del Horno (**)	23282	
10		Paneles intermedios traseros del Horno (**)	24524	
11		Paneles de la Nariz	18931	
12		Panel de Piso entre pantallas	3217	
13		Tubos tirantes del Sobrecalentador y cabezal inferior	6801	
14		Techo del Horno	24266	
15		Techo de la Jaula	5063	
16		Sobrecalentador Primario	100612	
17		Recalentador Primario	70684	
18		Recalentador Secundario	48659	
19		Economizador	126085	
20		Tubería de interconexión del Sobrecalentador	7180	
21		Tubería de interconexión del Recalentador	5400	
22		Tuberías de interconexión ascendentes	33430	
23		Tuberías de suministro del Horno	27912	
24		Tuberías de interconexión de vapor saturado	2392	
25		Tuberías de interconexión de salida del Economizador	3294	
26		Tuberías de interconexión de la Jaula	3630	
27		Tubería descendente	15536	
28		Domo	88300	
29		Tubería de Alimentación del Caldero	10710	

ANEXO B

PESO APROXIMADO DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO (*)

Item	Etapa	Componente	Peso (Kg)	Peso Total por Etapa (Kg)
30	Montaje directo	Tubería Principal de Vapor	15126	758133
31		Tubería de Vapor Recalentado	9406	
32		Tubería de Vapor a Recalentador	8193	

PESO TOTAL APROXIMADO DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO (Kg)	1161776
--	---------

(*) No se considera el peso de soportes de ningún tipo

(**) Sólo se considera adicionalmente el peso de las vigas de refuerzo (buckstay)

ANEXO C

FABRICACIONES TEMPORALES Y ACCESORIOS PARA EL MONTAJE DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO

Componente	Descripción	Und.	Cant.	Peso (Kg)
Partes a presión (Preensamble) (Cf 3.1.1)	Soportes tipo cubo	un	80	34400
	Soportes tipo caballete	un	52	3744
	Trípodes para apoyo de cabezales	un	16	960
	Piezas de madera	un	96	576
	Soportes para serpentines del Sobrecalentador Secundario	un	16	5600
Tuberías de interconexión de la Jaula	Estructuras para izamiento	un	2	1600
Domo	Estructuras de fijación a estructuras	un	2	315
	Dispositivo ("pantalón") para izamiento	un	1	2250
	Balancín para izamiento y sujeción de pernos "U"	un	2	200
	Vigas carrileras y apoyos	un	2	1444
	Estructura para traslado de gata de 200 toneladas	un	1	2200
Tuberías de interconexión del Horno y tuberías de vapor saturado	Estructura para izamiento de bloques 1	un	2	950
	Estructura para izamiento de bloques 2	un	2	1400
	Estructura para izamiento de bloque 3	un	1	2000
	Orejas para izamiento de tuberías sueltas	un	30	25
Cabezales del Caldero	Pernos "U" y ángulos de sujeción	un	23	110
Grúa de 10 toneladas	Placas para ensamble de rieles	un	42	924
	Vigas de apoyo de rieles	un	3	2822
	Estructuras de apoyo de rieles	un	6	675
Paneles superiores	Balancines para izamiento	un	4	2387
	Placas para sujeción de vigas de refuerzo (<i>buckstay</i>)	un	72	1580
	Estructura para rigidez durante maniobras de giro	un	2	900
	Cartelas de ensamble de estructura para rigidez	un	8	250
	Orejas para izamiento	un	48	230
	Plataforma de vigas para transporte	un	1	1050
	Balancín para suspensión	un	1	2700

ANEXO C

FABRICACIONES TEMPORALES Y ACCESORIOS PARA EL MONTAJE DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO

Componente	Descripción	Und.	Cant.	Peso (Kg)
Serpentines del Sobrecalentador Secundario (1)	Balancines para izamiento	un	8	2900
Serpentines del Sobrecalentador Secundario (2)	Balancines para izamiento	un	8	1200
Paneles del Techo del Horno	Orejas para izamiento	un	20	96
Paneles de las paredes del Caldero	Templadores para alineamiento	un	44	198
Serpentines del Recalentador Secundario	Balancines para izamiento	un	40	1490
Panel de Piso	Balancin para izamiento	un	1	145
	Templadores para izamiento	un	4	18
	Orejas para izamiento	un	4	20
Paneles de la Nariz	Balancin para izamiento	un	1	220
	Templadores para izamiento	un	12	54
	Orejas para izamiento	un	12	60
Estructura de refuerzo del ducto de aire secundario (<i>windbox</i>)	Estructuras para izamiento y vigas de suspensión	un	2	540
Conjunto Pared Frontal de la Jaula y Pantalla Trasera	Estructura para sujeción y rigidez durante maniobras de giro	un	1	1265
	Balancin para izamiento	un	1	735
Sobrecalentador Primario	Estructura de canales para rigidez durante volteo	un	1	320
Paneles del Techo de la Jaula	Orejas para izamiento	un	16	80
Paneles intermedios	Orejas para izamiento	un	56	270
	Balancín para izamiento	un	1	55
Serpentines del Sobrecalentador Primario	Balancín para izamiento	un	1	150
	Estructuras y accesorios para 5 últimos serpentines	un	5	210
Serpentines del Recalentador Primario	Balancín para izamiento	un	1	130
	Estructuras y accesorios para 5 últimos serpentines	un	5	210
Paneles inferiores izquierdo y derecho del Horno	Balancín para izamiento	un	1	80
	Orejas para izamiento	un	16	80
Andamiaje interior del Horno	Estructura de base para el soporte del andamiaje	un	1	7650
	Soportes de la estructura soldados a paneles	un	12	410

ANEXO C

FABRICACIONES TEMPORALES Y ACCESORIOS PARA EL MONTAJE DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO

Componente	Descripción	Und.	Cant.	Peso (Kg)
Paneles frontal y trasero de la Tolva del Horno	Balancín para izamiento	un	1	450
	Orejas para izamiento	un	16	80
Cabezal de salida del Recalentador Primario	Estructura para maniobra de izamiento	un	1	860
	Polines para maniobra de instalación	un	8	120
Serpentines del Economizador	Balancines para izamiento	un	2	1415
Serpentines "L" del Recalentador Secundario	Platinas para sujeción	un	80	440
Serpentines del Sobrecalentador Secundario	Balancín para transporte	un	1	860
Serpentines del Recalentador Secundario	Balancín para transporte	un	1	850
Vigas temporales para el alineamiento de cabezales	Vigas principales	un	3	2550
	Vigas secundarias	un	3	600
Tuberías Principales (<i>Main Pipe</i>)	Estructura de suspensión temporal para alineamiento	un	1	2050
	Estructuras para soldadura de juntas	un	1	760
Paneles de la Nariz	Estructura para andamiaje	un	1	870
Paneles intermedios e inferiores del Horno	Marcos metálicos para plataformas de soldadura	un	44	540
PESO TOTAL DE FABRICACIONES TEMPORALES Y ACCESORIOS (Kg)				102323

ANEXO D

JUNTAS (SOLDADAS) DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO

Item	Componente	Preensamble	Montaje	Totales
1	Panel superior frontal del Horno	119	0	119
2	Panel superior izquierdo del Horno (1er conj.)	127	0	127
3	Panel superior izquierdo del Horno (2do conj.)	42	14	56
4	Panel superior derecho del Horno (1er conj.)	127	0	127
5	Panel superior derecho del Horno (2do conj.)	42	14	56
6	Pared Trasera de la Jaula	237	0	237
7	Pared Frontal de la Jaula	316	0	316
8	Pared Izquierda de la Jaula	82	14	96
9	Pared Derecha de la Jaula	82	2	84
10	Serpentines del Sobrecalentador Secundario (1)	256	8	264
11	Serpentines del Sobrecalentador Secundario (2)	320	168	488
12	Panel frontal de la Tolva	119	119	238
13	Panel trasero de la Tolva	119	119	238
14	Panel inferior izquierdo del Horno	127	127	254
15	Panel inferior derecho del Horno	127	127	254
16	Pantalla Frontal del Horno	39	0	39
17	Pantalla Trasera del Horno	80	0	80
18	Sobrecalentador Primario	237	474	711
19	Paneles intermedios frontales del Horno	0	119	119
20	Paneles intermedios izquierdos del Horno	0	141	141
21	Paneles intermedios derechos del Horno	0	141	141
22	Paneles intermedios traseros del Horno	0	119	119
23	Paneles de la Nariz y Pantalla Frontal del Horno	0	39	39
24	Paneles de la Nariz y panel de Piso	0	80	80
25	Panel de Piso y Pantalla Trasera del Horno	0	80	80
26	Tubos tirantes del Sobrecalentador y cabezales	0	122	122
27	Techo del Horno	0	242	242
28	Techo de la Jaula	0	158	158
29	Recalentador Primario	0	474	474
30	Recalentador Secundario	0	480	480
31	Economizador	0	360	360
32	Tubería de interconexión del Sobrecalentador	0	3	3
33	Tubería de interconexión del Recalentador	0	4	4
34	Tuberías de interconexión ascendentes	0	116	116
35	Tuberías de suministro del Horno	0	126	126
36	Tuberías de interconexión de vapor saturado	0	20	20
37	Tuberías de interconexión de salida del Economizador	0	10	10
38	Tuberías de interconexión de la Jaula	4	24	28
39	Tubería descendente	2	4	6
40	Niples de inspección en cabezales del Caldero (<i>caps</i>)	0	46	46
41	Tapones en cabezales del Caldero (<i>handholes</i>)	0	76	76
42	Tubería Principal de Vapor	3	10	13
43	Tubería de Vapor Recalentado	3	8	11
44	Tubería de Vapor a Recalentador	2	9	11
45	Tubería de Alimentación del Caldero	0	15	15
46	Tubería alrededor del Domo	0	213	213
47	Tuberías de venteo alrededor del Domo	0	20	20
48	Tubería del atemperador del Sobrecalentador	0	42	42
49	Tubería del atemperador del Recalentador	0	103	103
50	Sist. de eliminación de sólidos disueltos (<i>Continuous blowdown</i>)	0	39	39
51	Tuberías de drenaje de colectores de tubería descendente	0	48	48

ANEXO D

JUNTAS (SOLDADAS) DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO

Item	Componente	Preensamble	Montaje	Totales
52	Tuberías de drenaje de cabezales inferiores de la Jaula	0	68	68
53	Tubería de drenaje del cabezal de entrada al S/C Secundario	0	24	24
54	Tuberías de drenaje de atemperadores del S/C y R/C	0	48	48
55	Tubería de drenaje de Tubería de Alimentación del Caldero	0	21	21
56	Tubería de venteo de la Tubería de Alimentación del Caldero	0	8	8
57	Tuberías de venteo de la TVR y tubería de interconexión R/C	0	40	40
58	Tub. de venteo de cab. de salida de R/C y tub. de interc. S/C	0	48	48
59	Tubería de muestreo (agua del Domo & vapor saturado)	0	33	33
60	Tubería de vapor auxiliar	0	47	47
61	Sistema de sopladores de hollín	0	1509	1509
62	Conexiones de presión en tuberías TVP, TVR, TVaR	0	75	75
63	Conex. de pres. en tub. atemp S/C, R/C y cab. de entr. al R/C	0	49	49
64	Conexiones de presión en TAC	0	58	58
65	Termopozos (<i>Thermowell</i>)	0	21	21
66	Tubería de Nitrógeno	0	148	148
TOTAL DE JUNTAS DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO		2612	6874	9486

Donde:

- TVP Tubería de Vapor Principal
- TVR Tubería de Vapor Recalentado
- TVaR Tubería de Vapor a Recalentador
- TAC Tubería de Alimentación del Caldero
- S/C Sobrecalentador
- R/C Recalentador
- atemp atemperador

ANEXO E

PROGRAMA DE SOLDADURA DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO (ETAPA PREENSAMBLE)

Soldadura		Material	Diámetro	Espesor	Cantidad	Proceso de Soldadura	Material de Aporte		Precalent (°C)	Postcalent (°C)		Ensayo no Destructivo
Partes / Componentes							ASTM	(mm)		(mm)	Raiz	
De	Tubo serpentín S/C Primario	A-213 T12	50.8	7.5	237	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Cabezal salida S/C Primario (niple)	A-213 T12	50.8	6.0								
De	Cabezal intermedio entrada S/C Sec. (niple)	A-213 T22	50.8	5.0	128	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA-106	Min 200			Rgamma
A	Tubo serpentín S/C Secundario (1)	A-213 T22	50.8	7.5								
De	Tubo serpentín S/C Secundario (1)	A-213 T22	50.8	9.5	128	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA-106	Min 200			Rgamma
A	Cabezal intermedio salida S/C Sec. (niple)	A-213 T22	50.8	6.0								
De	Cabezal intermedio salida S/C Sec. (niple)	A-213 TP347HFG	50.8	5.5	160	GTAW / SMAW	TG-347	RNY16-8-2				Rgamma
A	Tubo serpentín S/C secundario (2)	A-213 TP347H	50.8	5.5								
De	Tubo serpentín S/C Secundario (2)	A-213 TP347H	50.8	5.5	160	GTAW / SMAW	TG-347	RNY16-8-2				Rgamma
A	Tubo serpentín S/C secundario (2)	A-213 TP347H	50.8	5.5								
De	Tubería interconexión Jaula	A-106 C	127.0	13.5	4	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Tubería interconexión Jaula	A-106 C	127.0	13.5								
De	Tubo panel frontal Tolva Horno	A-210 C	63.5	6.5	119	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Cabezal inferior frontal Tolva Horno (niple)	A-210 C	63.5	6.5								
De	Tubo panel trasero Tolva Horno	A-210 C	63.5	6.5	119	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Cabezal inferior trasero Tolva Horno (niple)	A-210 C	63.5	6.5								
De	Tubo panel inferior izquierdo Horno	A-210 C	63.5	6.5	127	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Cabezal inferior izquierdo Horno (niple)	A-210 C	63.5	6.5								
De	Tubo panel inferior derecho Horno	A-210 C	63.5	6.5	127	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Cabezal inferior derecho Horno (niple)	A-210 C	63.5	6.5								
De	Tubo panel superior frontal Horno	A-210 C	63.5	6.5	119	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Cabezal superior Pared Frontal Horno (niple)	A-210 C	63.5	6.5								
De	Tubo panel superior izquierdo Horno	A-210 C	63.5	6.5	169	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Cabezal superior Pared Izquierda Horno (niple)	A-210 C	63.5	6.5								
De	Tubo panel superior derecho Horno	A-210 C	63.5	6.5	169	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Cabezal superior Pared Derecha Horno (niple)	A-210 C	63.5	6.5								
De	Tubo panel Pantalla Frontal	A-213 T12	63.5	11.0	39	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Cabezal de Pantalla Frontal (niple)	A-213 T12	63.5	11.0								
De	Tubo panel Pantalla Trasera	A-213 T12	36.5	7.5	80	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Cabezal de Pantalla Trasera (niple)	A-213 T12	36.5	7.5								
De	Tubo panel Pared Frontal Jaula	A-213 T12	50.8	7.0	79	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Cabezal de salida Techo Horno (niple)	A-213 T12	50.8	7.0								
De	Tubo panel Pared Frontal Jaula	A-213 T12	50.8	7.0	79	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Cabezal de entrada S/C Primario (niple)	A-213 T12	50.8	6.0								

ANEXO E

PROGRAMA DE SOLDADURA DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO (ETAPA PREENSAMBLE)

Partes / Componentes		Soldadura			Cantidad	Proceso de Soldadura	Material de Aporte		Precaalent (°C)	Postcaalent (°C)		Ensayo no Destructivo
		Material ASTM	Diámetro (mm)	Espesor (mm)			Raiz	Relleno y acabado		Temp (°C)	Tiempo (min)	
De	Tubo panel Pared Frontal Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	79	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Cabezal de entrada S/C Primario (niple)	A-213 T12	50.8	6.0								
De	Tubo panel Pared Frontal Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	79	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Cabezal inferior frontal Jaula (niple)	A-213 T12	50.8	6.0								
De	Tubo panel Pared Izquierda Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	41	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Cabezal superior izquierdo Jaula (niple)	A-213 T12	50.8	6.0								
De	Tubo panel Pared Izquierda Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	41	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Cabezal inferior izquierdo Jaula (niple)	A-213 T12	50.8	6.0								
De	Tubo panel Pared Derecha Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	41	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Cabezal superior derecho Jaula (niple)	A-213 T12	50.8	6.0								
De	Tubo panel Pared Derecha Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	41	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Cabezal inferior derecho Jaula (niple)	A-213 T12	50.8	6.0								
De	Tubo panel Pared Trasera Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	158	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Cabezal de entrada S/C Primario (niple)	A-213 T12	50.8	6.0								
De	Tubo panel Pared Trasera Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	79	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Cabezal inferior trasero Jaula (niple)	A-213 T12	50.8	6.0								
De	Tubería descendente	A-515 485	610.0	52.0	2	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150	600-650	125	Rgamma
A	Tubería descendente	A-515 485	610.0	52.0								
De	Tubería de Vapor Principal	A-335 P22	355.6	66.0	3	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700-760	130	Rgamma
A	Tubería de Vapor Principal	A-335 P22	355.6	66.0								
De	Tubería de Vapor Recalentado	A-387 22 CL1	508.0	26.0	3	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700-740	60,65	Rgamma
A	Tubería de Vapor Recalentado	A-387 22 CL1	508.0	24,26								
De	Tubería de Vapor a Recalentador	A-515 60	610.0	17.0	2	GTAW / SMAW	65G	LB-26	Min 100			TP
A	Tubería de Vapor a Recalentador	A-515 60	610.0	17.0								

ANEXO E

PROGRAMA DE SOLDADURA DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO (ETAPA MONTAJE)

Partes / Componentes		Soldadura			Cantidad	Proceso de Soldadura	Material de Aporte		Prealent (°C)	Postalent (°C)		Ensayo no Destructivo
		Material ASTM	Díámetro (mm)	Espesor (mm)			Raiz	Relleno y acabado		Temp (°C)	Tiempo (min)	
De	Cabezal entrada Economizador (niple)	A-210 A1	50.8	5.5	180	GTAW / SMAW	65G	LB-26	Min 100			Rgamma
A	Tubo serpentín Economizador	A-210 A1	50.8	5.5								
De	Tubo serpentín Economizador	A-210 A1	50.8	5.5	180	GTAW / SMAW	65G	LB-26	Min 100			Rgamma
A	Cabezal salida Economizador (niple)	A-210 A1	50.8	5.5								
De	Cabezal entrada S/C Primario	A-209 T1a	50.8	5.5	237	GTAW / SMAW	HIG-70	CMB-76	Min 150			Rgamma
A	Tubo serpentín S/C Primario	A-209 T1a	50.8	5.5								
De	Tubo serpentín S/C Primario	A-213 T12	50.8	7.5	237	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Tubo serpentín S/C Primario	A-213 T12	50.8	7.5								
De	Tubo serpentín S/C Secundario (2)	A-213 TP347H	50.8	6.0	160	GTAW / SMAW	TG-347	RNY16-8-2				Rgamma
A	Cabezal salida S/C Secundario	A-213 TP347H	50.8	6.0								
De	Cabezal entrada R/C Primario (niple)	A-210 A1	50.8	4.0	237	GTAW / SMAW (*)	65G	LB-26 (*)	Min 100			Rgamma
A	Tubo serpentín R/C Primario	A-210 A1	50.8	4.0								
De	Tubo serpentín R/C Primario	A-210 A1	50.8	4.0	237	GTAW / SMAW (*)	65G	LB-26 (*)	Min 100			Rgamma
A	Cabezal salida R/C Primario (niple)	A-210 A1	50.8	4.0								
De	Cabezal entrada R/C Secundario (niple)	A-213 T12	60.3	4.0	160	GTAW / SMAW (*)	HIG-90	CMA-96 (*)	Min 200			Rgamma
A	Tubo serpentín R/C Secundario	A-213 T22	60.3	4.0								
De	Tubo serpentín R/C Secundario	A-213 T22	60.3	4.0	160	GTAW / SMAW (*)	HIG-100	CMA-106 (*)	Min 200			Rgamma
A	Tubo serpentín R/C Secundario	A-213 T22	60.3	4.0								
De	Tubo serpentín R/C Secundario	A-213 T22	60.3	8.0	160	GTAW / SMAW (*)	HIG-100	CMA-106 (*)	Min 200			Rgamma
A	Cabezal salida R/C Secundario (niple)	A-213 T22	60.3	5.0								
De	Tubo panel superior izquierdo Horno	A-210 C	63.5	6.5	14	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Tubo panel superior izquierdo Horno	A-210 C	63.5	6.5								
De	Tubo panel superior derecho Horno	A-210 C	63.5	6.5	14	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Tubo panel superior derecho Horno	A-210 C	63.5	6.5								
De	Tubo panel intermedio izquierdo Horno	A-213 T12	63.5	6.5	141	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Tubo panel superior izquierdo Horno	A-213 T12	63.5	6.5								
De	Tubo panel intermedio derecho Horno	A-213 T12	63.5	6.5	141	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Tubo panel superior derecho Horno	A-213 T12	63.5	6.5								
De	Tubo panel intermedio frontal Horno	A-213 T12	63.5	6.5	119	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Tubo panel superior frontal Horno	A-213 T12	63.5	6.5								
De	Tubo panel intermedio trasero Horno	A-213 T12	63.5	6.5	119	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			Rgamma
A	Tubo panel de la Nariz	A-213 T12	63.5	6.5								
De	Tubo panel frontal Tolva Horno	A-210 C	63.5	6.5	119	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 200			Rgamma
A	Tubo panel intermedio frontal Horno	A-213 T12	63.5	6.5								

ANEXO E

PROGRAMA DE SOLDADURA DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO (ETAPA MONTAJE)

Partes / Componentes		Soldadura			Cantidad	Proceso de Soldadura	Material de Aporte		Precalent (°C)	Postcalent (°C)		Ensayo no Destructivo
		Material ASTM	Diámetro (mm)	Espesor (mm)			Raiz	Relleno y acabado		Temp (°C)	Tiempo (min)	
De	Tubo panel trasero Tolva Horno	A-210 C	63.5	6.5	119	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 200		Rgamma	
A	Tubo panel intermedio trasero Horno	A-213 T12	63.5	6.5								
De	Tubo panel inferior izquierdo Horno	A-210 C	63.5	6.5	127	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 200		Rgamma	
A	Tubo panel intermedio izquierdo Horno	A-213 T12	63.5	6.5								
De	Tubo panel inferior derecho Horno	A-210 C	63.5	6.5	127	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 200		Rgamma	
A	Tubo panel intermedio derecho Horno	A-213 T12	63.5	6.5								
De	Tubo panel Pantalla Frontal	A-213 T12	63.5	11.0	39	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200		Rgamma	
A	Tubo panel de la Nariz	A-213 T12	63.5	11.0								
De	Tubo panel de la Nariz	A-213 T12	63.5	6.5	80	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 200		Rgamma	
A	Tubo panel Piso	A-210 C	63.5	6.5								
De	Tubo panel Pantalla Trasera	A-210 C	36.5	7.5	80	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150		Rgamma	
A	Tubo panel Piso	A-210 C	63.5	6.5								
De	Tubo panel Pared Izquierda Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	16	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200		Rgamma	
A	Tubo panel Pared Izquierda Jaula	A-213 T12	50.8	6.0								
De	Tubo tirante de S/C	A-213 T12	50.8	9.0	40	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200		Rgamma	
A	Cabezal superior tubos tirantes S/C (niple)	A-213 T12	50.8	9.0								
De	Tubo tirante de S/C	A-213 T12	50.8	9.0	40	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200		Rgamma	
A	Tubo tirante de S/C	A-213 T12	50.8	9.0								
De	Tubo tirante de S/C	A-213 T12	50.8	9.0	40	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200		Rgamma	
A	Cabezal inferior tubos tirantes S/C (niple)	A-213 T12	50.8	9.0								
De	Tubo panel Techo Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	79	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200		Rgamma	
A	Cabezal de salida Techo Horno (niple)	A-213 T12	50.8	6.0								
De	Tubo panel Techo Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	79	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200		Rgamma	
A	Tubo panel Pared Trasera Jaula	A-213 T12	50.8	6.0								
De	Tubo panel Techo Horno	A-213 T12	48.6	5.5	82	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200		Rgamma	
A	Cabezal de entrada Techo Horno (niple)	A-213 T12	48.6	5.5								
De	Tubo panel Techo Horno	A-213 T12	48.6	5.5	80	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200		Rgamma	
A	Tubo Techo Horno	A-213 T12	48.6	5.5								
De	Tubo Techo Horno	A-213 T12	48.6	5.5	80	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200		Rgamma	
A	Cabezal de salida Techo Horno (niple)	A-213 T12	48.6	5.5								
De	Tapón para accesos de mano en cabezales	A-181 CL70			56	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150		TP	
A	Cabezales	A-106 C	241.8	40.0								
De	Tapón para accesos de mano en cabezales	A-181 CL70			8	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150		TP	
A	Cabezales	A-106 C	241.8	35.0								

ANEXO E

PROGRAMA DE SOLDADURA DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO (ETAPA MONTAJE)

Partes / Componentes		Soldadura			Cantidad	Proceso de Soldadura	Material de Aporte		Precalet (°C)	Postcalet (°C)		Ensayo no Destructivo
		Material ASTM	Diámetro (mm)	Espesor (mm)			Raiz	Relleno y acabado		Temp (°C)	Tiempo (min)	
De	Tapón para accesos de mano en cabezales	A-181 CL70			12	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			TP
A	Cabezales	A-106 C	273.1	45.0								
De	Niple de inspección en cabezales	A-181 CL70	115.0	20.0	6	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150	600-650	50	Rgamma
A	Tapón soldable de niples de inspección	A-181 CL70		15.0								
De	Niple de inspección en cabezales	A-182 F12 CL2	115.0	20.0	2	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200	680-720	50	Rgamma
A	Tapón soldable de niples de inspección	A-182 F12 CL2		15.0								
De	Niple de inspección en cabezales	A-182 F22 CL1	115.0	20.0	28	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700-740	50	Rgamma
A	Tapón soldable de niples de inspección	A-182 F22 CL1		15.0								
De	Niple de inspección en cabezales	A-182 F22 CL1	165.0	45.0	2	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700-740	110	Rgamma
A	Tapón soldable de niples de inspección	A-182 F22 CL1		30.0								
De	Niple de inspección en cabezales	A-181 CL70	105.0	15.0	2	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Tapón soldable de niples de inspección	A-181 CL70		10.0								
De	Niple de inspección en cabezales	A-182 F12 CL2	105.0	15.0	4	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200	680-720	40	Rgamma
A	Tapón soldable de niples de inspección	A-182 F12 CL2		10.0								
De	Niple de inspección en cabezales	A-182 F22 CL1	105.0	15.0	2	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700-740	40	Rgamma
A	Tapón soldable de niples de inspección	A-182 F22 CL1		15.0								
De	Cabezal inferior frontal Jaula	A-106 C	273.1	45.0	2	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150	600-650	110	Rgamma
A	Cabezales inferiores laterales Jaula (2)	A-106 C	273.1	45.0								
De	Cabezal inferior trasero Jaula	A-106 C	273.1	45.0	2	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150	600-650	110	Rgamma
A	Cabezales inferiores laterales Jaula (2)	A-106 C	273.1	45.0								
De	Cabezales inferiores laterales Jaula (Cant. 02)	A-106 C	241.8	35.0	2	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150	600-650	85	Rgamma
A	Cabezal inferior tubos tirantes S/C	A-106 C	241.8	35.0								
De	Cabezal entrada S/C Secundario	A-335 P22	216.3	35.0	8	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700-740	85	Rgamma
A	Cabezal entrada S/C Secundario	A-335 P22	216.3	35.0								
De	Cabezal intermedio S/C Secundario	A-335 P22	216.3	35.0	8	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700-740	85	Rgamma
A	Cabezal intermedio S/C Secundario	A-335 P22	216.3	35.0								
De	Domo (tubo)	A-181 CL70	155.0	45.0	2	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150	600-650	85	Rgamma
A	Válvula seguridad	A-216 WCB	133.4	34.2								
De	Tubería interconexión salida Economizador	A-106 C	165.2	17.0	2	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Cabezal salida Economizador (reducción)	A-181 CL70	165.2	17.0								
De	Tubería interconexión salida Economizador	A-106 C	165.2	17.0	2	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Domo (tubo)	A-181 CL70	165.2	18.1								
De	Tubería interconexión salida Economizador	A-106 C	165.2	17.0	6	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Tubería interconexión salida Economizador	A-106 C	165.2	17.0								

ANEXO E

PROGRAMA DE SOLDADURA DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO (ETAPA MONTAJE)

Partes / Componentes		Soldadura			Cantidad	Proceso de Soldadura	Material de Aporte		Precalement (°C)	Postcalement (°C)		Ensayo no Destructivo
		Material ASTM	Diámetro (mm)	Espesor (mm)			Raiz	Relleno y acabado		Temp (°C)	Tiempo (min)	
De	Tubería ascendente interconexión Horno	A-106 C	165.2	17.0	50	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Cabezales superiores Horno (niple)	A-106 C	165.2	17.0								
De	Tubería ascendente interconexión Horno	A-106 C	165.2	17.0	50	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Domo (niple)	A-181 CL70	165.2	16.1								
De	Tubería ascendente interconexión Horno	A-106 C	165.2	17.0	16	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Tubería ascendente interconexión Horno	A-106 C	165.2	17.0								
De	Tubería suministro Horno	A-106 C	165.2	17.0	36	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Tubería descendente (niple)	A-106 C	165.2	17.0								
De	Tubería suministro Horno	A-106 C	165.2	17.0	36	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Cabezales inferiores Horno (niple)	A-106 C	165.2	17.0								
De	Tubería suministro Horno	A-106 C	165.2	17.0	54	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Tubería suministro Horno	A-106 C	165.2	17.0								
De	Tubería descendente	A-515 485	610.0	55.0	2	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150	600-650	125	Rgamma
A	Domo (niple)	A-181 CL70	610.0	60.0								
De	Tubería descendente	A-515 485	610.0	52.0	2	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150	600-650	125	Rgamma
A	Tubería descendente	A-515 485	610.0	52.0								
De	Niple de inspección	A-181 CL70	105.0	15.0	2	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Tapón soldable de niple de inspección	A-181 CL70	105.0	15.0								
De	Tubería interconexión vapor saturado	A-106 C	127.0	13.5	10	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Domo (niple)	A-181 CL70	127.0	13.5								
De	Tubería interconexión vapor saturado	A-106 C	127.0	13.5	10	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Cabezales superiores Horno (niple)	A-106 C	127.0	13.5								
De	Tubería interconexión Jaula	A-106 C	127.0	13.5	24	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Cabezales superiores Jaula (niple)	A-106 C	127.0	13.5								
De	Tubería interconexión Sobrecalentador	A-335 P22	393.9	47.0	1	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700-740	105	Rgamma
A	Cabezal salida Sobrecalentador Primario	A-335 P22	444.5	72.0								
De	Tubería interconexión Sobrecalentador	A-335 P22	393.9	47.0	1	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700-740	105	Rgamma
A	Cabezal entrada Sobrecalentador Secundario	A-335 P22	419.1	58.0								
De	Tubería interconexión Sobrecalentador	A-335 P22	393.9	47.0	1	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700-740	105	Rgamma
A	Tubería interconexión Sobrecalentador	A-335 P22	393.9	47.0								
De	Tubería interconexión Recalentador	A-387 12 CL2	490.0	20.0	1	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200	680-720	45	Rgamma
A	Cabezal salida Recalentador Primario	A-387 12 CL2	500.0	25.0								
De	Tubería interconexión Recalentador	A-387 12 CL2	490.0	20.0	1	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200	680-720	45	Rgamma
A	Cabezal entrada Recalentador Secundario	A-387 12 CL2	500.0	25.0								

ANEXO E

PROGRAMA DE SOLDADURA DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO (ETAPA MONTAJE)

Partes / Componentes		Soldadura			Cantidad	Proceso de Soldadura	Material de Aporte		Precalement (°C)	Postcalement (°C)		Ensayo no Destructivo
		Material ASTM	Diámetro (mm)	Espesor (mm)			Raíz	Relleno y acabado		Temp (°C)	Tiempo (min)	
De	Tubería interconexión Recalentador	A-387 12 CL2	490.0	20.0	2	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200	680~720	45	Rgamma
A	Tubería interconexión Recalentador (codo)	A-387 12 CL2	490.0	20.0								
De	Tubería de Vapor Principal Caldero (reducción)	A-182 F22	444.5	88.0	1	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700~760	200	Rgamma
A	Cabezal salida Sobrecalentador Secundario	A-335 P22	444.5	88.0								
De	Tubería de Vapor Principal	A-335 P22	355.6	66.0	5	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700~760	130	Rgamma
A	Tubería de Vapor Principal	A-335 P22	355.6	61.0								
De	Tubería de Vapor Principal (codo)	A-234 WP22	355.6	61.0	1	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700~760	130	Rgamma
A	Tubería de Vapor Principal	A-335 P22	355.6	61.0								
De	Tubería de Vapor Principal (boquilla)	A-182 F22	180.0	58.25	1	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700~760	140	Rgamma
A	Válvula 1LAB01-AA710	A-217 WC9	177.8	57.15								
De	Tubería de Vapor Principal (boquilla)	A-182 F22	140.0	38.25	1	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700~760	85	Rgamma
A	Válvula 1LAB01-AA010	A-217 WC9	133.4	34.95								
De	Válvula 1LAB01-AA710	A-182 F22	133.4	34.95	1	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700~760	85	Rgamma
A	Válvula 1LAB01-AA010	A-217 WC9	133.4	34.95								
De	Tubería de Vapor Recalentado (reducción)	A-234 P22 CL1	540.0	35.0	1	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700~740	85	Rgamma
A	Cabezal salida Recalentador Secundario	A-387 22 CL1	540.0	35.0								
De	Tubería de Vapor Recalentado	A-387 22 CL1	508.0	26.0	4	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700~740	60,65	Rgamma
A	Tubería de Vapor Recalentado	A-387 22 CL1	508.0	24,26								
De	Tubería de Vapor Recalentado	A-387 22 CL1	508.0	24.0	1	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700~740	60	Rgamma
A	Tubería de Vapor Recalentado (codo)	A-234 P22 CL1	508.0	26.2								
De	Tubería de Vapor Recalentado	A-387 22 CL1	508.0	26.0	1	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700~740	65	Rgamma
A	Tubería de Vapor Recalentado	A-234 P22 CL1	508.0	66.0								
De	Tubería de Vapor Recalentado (boquilla)	A-182 F22	175.0	36.7	1	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200	700~740	85	Rgamma
A	Válvula 1LBB01-AA710	A-217 WC9	171.5	34.95								
De	Tubería de Vapor a Recalentador	A-515 60	610.0	17.0	4	GTAW / SMAW	65G	LB-26	Min 100			TP
A	Tubería de Vapor a Recalentador (codo)	A-234 WPB	609.6	17.5								
De	Tubería de Vapor a Recalentador	A-515 60	610.0	17.0	1	GTAW / SMAW	65G	LB-26	Min 100			TP
A	Tubería de Vapor a Recalentador	A-515 60	610.0	17.0								
De	Tubería de Vapor a Recalentador	A-515 60	610.0	17.0	1	GTAW / SMAW	65G	LB-26	Min 100			TP
A	Tubería de Vapor a Recalentador	A-515 60	685.8	55.0								
De	Tubería de Vapor a Recalentador (reducción)	A-234 WPB	500.0	25.0	1	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			Rgamma
A	Cabezal entrada Recalentador Primario	A-515 485	500.0	25.0								
De	Tubería de Vapor a Recalentador (boquilla)	A-181 CL70	230.0	38.8	1	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150	600~650	45	Rgamma
A	Válvula 1LBC10-AA710	A-216 WCB	228.6	38.1								

ANEXO E

PROGRAMA DE SOLDADURA DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO (ETAPA MONTAJE)

Partes / Componentes		Soldadura			Cantidad	Proceso de Soldadura	Material de Aporte		Precalement (°C)	Postcalement (°C)		Ensayo no Destructivo
		Material ASTM	Diámetro (mm)	Espesor (mm)			Raiz	Relleno y acabado		Temp (°C)	Tiempo (min)	
De	Tubería de Vapor a Recalentador (boquilla)	A-181 CL70	230.0	38.8	1	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150	600~650	45	Rgamma
A	Válvula 1LBC10-AA720	A-216 WCB	228.6	38.1								
De	Tubería de Alimentación	A-106 C	273.1	28.58	4	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150	600~650	70	Rgamma
A	Tubería de Alimentación	A-106 C	273.1	28.58								
De	Tubería de Alimentación	A-106 C	273.1	28.58	6	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150	600~650	70	Rgamma
A	Tubería de Alimentación (codo)	A-234 WPC	273.1	28.58								
De	Tubería de Alimentación	A-106 C	273.1	28.58	2	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150	600~650	70	Rgamma
A	Válvula 1LAB60-AA010	A-216 WCB	273.1	28.58								
De	Tubería de Alimentación	A-106 C	273.1	28.58	2	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150	600~650	70	Rgamma
A	Válvula 1LAB60-AA020	A-216 WCB	273.1	28.58								
De	Tubería de Alimentación	A-106 C	273.1	28.58	1	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150	600~650	70	Rgamma
A	Cabezal entrada Economizador	A-106 C	273.1	40.0								
De	Tubería de Alimentación (boquilla)	A-181 CL70	141.3	16.15	1	SMAW	LB-57	LB-57	Min 150			TP
A	Tapón soldable de Lavado Químico	A-181 CL70	141.3	16.15								

esión del Caldero en la etapa de montaje

4221

(Cf. 3.3.4)

ANEXO E

PROGRAMA DE SOLDADURA DE ACCESORIOS DE PARTES A PRESION DEL CALDERO (*)

Partes / Accesorios		Soldadura			Cantidad	Proceso de Soldadura	Material de Aporte		Prealent (°C)	Postcalent (°C)		Ensayo no Destructivo
		Material ASTM	Diámetro (mm)	Espesor (mm)			Raiz	Relleno y acabado		Temp (°C)	Tiempo (min)	
De	Tubo serpentín S/C Primario	A-213 T12	50.8	7.5	2	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Soporte	A-387 F22		9.0								
De	Tubo serpentín S/C Primario	A-209 T1a	50.8	5.5	40	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Soporte	A-182 F22		10.0								
De	Tubo serpentín R/C Primario	A-210 A1	50.8	4.0	2	SMAW	LB-26	LB-26				
A	Soporte	A-387 2		9.0								
De	Tubo serpentín R/C Primario	A-210 A1	50.8	4.0	40	SMAW	LB-26	LB-26				
A	Soporte	A-182 F12		10.0								
De	Tubo panel intermedio izquierdo Horno	A-213 T12	63.5	5.5		SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Platina membrana	A-515 65		6.0								
De	Tubo panel intermedio izquierdo Horno	A-213 T12	63.5	5.5	12	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios varios	A-283 D		6.0								
De	Tubo panel intermedio derecho Horno	A-213 T12	63.5	5.5		SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Platina membrana	A-515 65		6.0								
De	Tubo panel intermedio derecho Horno	A-213 T12	63.5	5.5	2	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios varios	A-283 D		6.0								
De	Tubo panel intermedio frontal Horno	A-213 T12	63.5	6.5		SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Platina membrana	A-515 65		6.0								
De	Tubo panel intermedio frontal Horno	A-213 T12	63.5	6.5	43	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios varios anclaje, relleno y sello	A-283 D		6, 9,20,25								
De	Tubo panel intermedio trasero Horno	A-213 T12	63.5	6.5		SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Platina membrana	A-515 65		6.0								
De	Tubo panel intermedio trasero Horno	A-213 T12	63.5	6.5	43	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios varios anclaje, relleno y sello	A-283 D		6, 9,20,25								
De	Tubo panel frontal Tolva Horno	A-210 C	63.5	6.5		SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Platina membrana	A-515 65		6.0								
De	Tubo panel frontal Tolva Horno	A-210 C	63.5	6.5	6	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios varios sello	A-283 D		6.0								
De	Tubo panel trasero Tolva Horno	A-210 C	63.5	6.5		SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Platina membrana	A-515 65		6.0								
De	Tubo panel trasero Tolva Horno	A-210 C	63.5	6.5	6	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios varios sello	A-283 D		6.0								
De	Tubo panel inferior izquierdo Horno	A-210 C	63.5	6.5		SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Platina membrana	A-515 65		6.0								

ANEXO E

PROGRAMA DE SOLDADURA DE ACCESORIOS DE PARTES A PRESION DEL CALDERO (*)

Partes / Accesorios		Soldadura			Cantidad	Proceso de Soldadura	Material de Aporte		Precalent (°C)	Postcalent (°C)		Ensayo no Destructivo
		Material ASTM	Diámetro (mm)	Espesor (mm)			Raíz	Relleno y acabado		Temp (°C)	Tiempo (min)	
De	Tubo panel inferior izquierdo Horno	A-210 C	63.5	6.5	6	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios de relleno	A-283 D		6.0								
De	Tubo panel inferior izquierdo Horno	A-210 C	63.5	6.5	6	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios de relleno	A-387 22		6.0								
De	Tubo panel inferior derecho Horno	A-210 C	63.5	6.5		SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Platina membrana	A-515 65		6.0								
De	Tubo panel inferior derecho Horno	A-210 C	63.5	6.5	6	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios de relleno	A-283 D		6.0								
De	Tubo panel inferior derecho Horno	A-210 C	63.5	6.5	6	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios de relleno	A-387 22		6.0								
De	Tubo panel superior frontal Horno	A-210 C	63.5	6.5		SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Platina membrana	A-515 65		6.0								
De	Tubo panel superior frontal Horno	A-210 C	63.5	6.5	8	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios de relleno	A-283 D		6.0								
De	Tubo panel superior frontal Horno	A-210 C	63.5	6.5	4	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios de relleno	A-387 22		6.0								
De	Tubo panel superior izquierdo Horno	A-210 C	63.5	6.5		SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Platina membrana	A-515 65		6.0								
De	Tubo panel superior izquierdo Horno	A-210 C	63.5	6.5		SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Platina membrana	A-387 22		6.0								
De	Tubo panel superior izquierdo Horno	A-210 C	63.5	6.5	9	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios de relleno	A-283 D		6.0								
De	Tubo panel superior izquierdo Horno	A-210 C	63.5	6.5	5	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios de relleno	A-387 22		6.0								
De	Tubo panel superior derecho Horno	A-210 C	63.5	6.5		SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Platina membrana	A-515 65		6.0								
De	Tubo panel superior derecho Horno	A-210 C	63.5	6.5		SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Platina membrana	A-387 22		6.0								
De	Tubo panel superior derecho Horno	A-210 C	63.5	6.5	10	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios de relleno	A-283 D		6.0								
De	Tubo panel superior derecho Horno	A-210 C	63.5	6.5	7	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios de relleno	A-387 22		6.0								
De	Tubo panel superior izquierdo y derecho	A-210 C	63.5	6.5	2	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios varios	A-387 22		6.0								

ANEXO E

PROGRAMA DE SOLDADURA DE ACCESORIOS DE PARTES A PRESION DEL CALDERO (*)

Partes / Accesorios		Soldadura			Cantidad	Proceso de Soldadura	Material de Aporte		Prealent (°C)	Postalent (°C)		Ensayo no Destructivo
		Material ASTM	Diámetro (mm)	Espesor (mm)			Raiz	Relleno y acabado		Temp (°C)	Tiempo (min)	
De	Tubo panel superior izquierdo y derecho	A-210 C	63.5	6.5	14	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios varios	A-135 B		4.5								
De	Tubo panel superior izquierdo y derecho	A-210 C	63.5	6.5	8	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios varios	A-135 B		6.0								
De	Tubo panel Pantalla Frontal y de la Nariz	A-213 T12	63.5	11.0		SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Platina membrana	A-387 22		6.0								
De	Tubo panel Pantalla Frontal y de la Nariz	A-213 T12	63.5	11.0	2	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios varios	A-387 22		9.0								
De	Tubo panel Pantalla Trasera	A-210 C	50.8	7.0	117	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios varios	A-182 F22 CL1	25.0									
De	Tubo panel Pantalla Trasera	A-210 C	63.5	6.5	2	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Accesorios de relleno	A-283 D		4.5								
De	Tubo panel Pared Frontal Jaula	A-213 T12	50.8	6.7		SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Platina membrana	A-387 12		6.0								
De	Tubo panel Pared Frontal Jaula	A-213 T12	50.8	7.0	2	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios de relleno	A-283 D		4.5								
De	Tubo panel Pared Frontal Jaula	A-213 T12	50.8	6.7	20	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios varios	A-387 12		6.0								
De	Tubo panel Pared Frontal Jaula	A-213 T12	50.8	7.0	63	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios varios	A-387 12		5.9								
De	Tubo panel Pared Izquierda Jaula	A-213 T12	50.8	6.0		SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Platina membrana	A-387 22		6.0								
De	Tubo panel Pared Izquierda Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	9	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios varios	A-387 12		4.5.6								
De	Tubo panel Pared Izquierda Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	3	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios varios	A-387 22		6.9								
De	Tubo panel Pared Izquierda Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	4	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios de relleno	A-283 D		4.5.6								
De	Tubo panel Pared Derecha Jaula	A-213 T12	50.8	6.0		SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Platina membrana	A-387 22		6.0								
De	Tubo panel Pared Derecha Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	9	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios varios	A-387 12		6.0								
De	Tubo panel Pared Derecha Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	3	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios varios	A-387 22		6.9								

ANEXO E

PROGRAMA DE SOLDADURA DE ACCESORIOS DE PARTES A PRESION DEL CALDERO (*)

Partes / Accesorios		Soldadura			Cantidad	Proceso de Soldadura	Material de Aporte		Prealent (°C)	Postalent (°C)		Ensayo no Destructivo
		Material ASTM	Diámetro (mm)	Espesor (mm)			Raiz	Relleno y acabado		Temp (°C)	Tiempo (min)	
De	Tubo panel Pared Derecha Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	5	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios de relleno	A-283 D		4.5,6								
De	Tubo panel Pared Trasera Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	4	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Platina membrana	A-387 12		6.0								
De	Tubo panel Pared Trasera Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	20	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios varios	A-283 D		4.5,6								
De	Tubo panel Pared Trasera Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	229	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios varios	A-387 12		6.0								
De	Tubo panel Techo Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	5	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Platina membrana	A-387 12		6.0								
De	Tubo panel Techo Jaula	A-213 T12	50.8	6.0	229	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios varios sello	A-387 12		6.0								
De	Tubo panel Techo Horno	A-213 T12	48.6	5.5	276	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Platina membrana	A-387 12		12.0								
De	Tubo panel Techo y tubo Techo Horno	A-213 T12	48.6	5.5	18	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios varios	A-283 D		4.5,6,9,16								
De	Tubo panel Techo y tubo Techo Horno	A-213 T12	48.6	5.5	6	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Accesorios varios	A-387 12		12.0								
De	Tubo panel Techo y tubo Techo Horno	A-213 T12	48.6	6.5	2	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200			TP
A	Accesorios varios	A-387 12		12.0								
De	Asiento termómetro	A-182 F22 CL1			2	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			TP
A	Termopozo (Thermowell)	A-182 F22 CL1										
De	Asiento termómetro	A-182 F12 CL2			4	SMAW	LB-57	LB-57	Min 200			
A	Termopozo (Thermowell)	A-182 F22 CL1										
De	Cabezales inferiores Jaula (4)	A-106 C	273.1	45.0	4	SMAW	LB-57	LB-57	Min 200			
A	Accesorios para encajonamiento	A-387 22 CL1		6.0								
De	Cabezales inferiores Jaula (4)	A-106 C	273.1	45.0	4	SMAW	LB-57	LB-57	Min 200			
A	Accesorios para encajonamiento	A-387 22 CL1		9.0								
De	Asiento termómetro	A-181 CL70	80.0		2	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 100			TP
A	Termopozo (Thermowell)	A-181 CL70		13.0								
De	Tubería descendente	A-515 485	610.0	52,55	6	GTAW / SMAW	65G	LB-57	Min 150			TP
A	Tapón para radiografía	A-181 CL70	42.7									
De	Tubería interconexión Sobrecalentador	A-335 P22	393.9	47.0	3	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA-106	Min 200			TP
A	Tapón para radiografía	A-182 F22 CL1	42.7									

ANEXO E

PROGRAMA DE SOLDADURA DE ACCESORIOS DE PARTES A PRESION DEL CALDERO (*)

Partes / Accesorios		Soldadura			Cantidad	Proceso de Soldadura	Material de Aporte		Precalement (°C)	Postcalement (°C)		Ensayo no Destructivo
		Material ASTM	Diámetro (mm)	Espesor (mm)			Raiz	Repleno y acabado		Temp (°C)	Tiempo (min)	
De	Asiento termómetro	A-182 F22 CL1	80.0		1	GTAW / SMAW	HIG-100	CMA106	Min 200			TP
A	Termopozo (<i>Thermowell</i>)	A-182 F22 CL1		13.0								
De	Tubería interconexión Recalentador	A-387 12 CL2	490.0	20.0	4	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			TP
A	Tapón para radiografía	A-182 F12 CL2	42.7									
De	Asiento termómetro	A-387 12 CL2	80.0		1	GTAW / SMAW	HIG-90	CMA-96	Min 200			TP
A	Termopozo (<i>Thermowell</i>)	A-182 F22 CL1		13.0								
De	Asiento termómetro	A-182 F22	80.0		3	SMAW	CMA106	CMA106	Min 200	700~740	25	TP
A	Termopozo (<i>Thermowell</i>)	A-182 F22	54.0									
De	Tubería de Vapor Principal Caldero	A-335 P22	355.6	61,66	11	SMAW	CMA106	CMA106	Min 200			TP
A	Tapón para radiografía	A-182 F22	42.7									
De	Tubería de Vapor Principal Caldero (reducción)	A-182 F22	444.5	88.0	1	SMAW	CMA106	CMA106	Min 200			TP
A	Tapón para radiografía	A-182 F22	42.7									
De	Tubería de Vapor Principal Caldero (reducción)	A-182 F22	33.4	6.35	3	SMAW	CMA106	CMA106	Min 200			TP
A	Conexión para manómetro	A-182 F22	33.4	6.35								
De	Tubería de Vapor Principal Caldero	A-335 P22			3	SMAW	CMA106	CMA106	Min 200			
A	Accesorios varios	A-182 F22										
De	Asiento termómetro	A-182 F22	80.0		3	SMAW	CMA106	CMA106	Min 200	700~740	25	TP
A	Termopozo (<i>Thermowell</i>)	A-182 F22	54.0									
De	Tubería de Vapor Recalentado Caldero	A-387 22 CL1	508.0	24,26	10	SMAW	CMA106	CMA106	Min 200			TP
A	Tapón para radiografía	A-182 F22	42.7									
De	Tubería de Vapor Recalentado Caldero (reducción)	A-234 WP22 CL1	540.0	35.0	1	SMAW	CMA106	CMA106	Min 200			TP
A	Tapón para radiografía	A-182 F22	42.7									
De	Tubería de Vapor Recalentado Caldero (reducción)	A-182 F22	33.4	3.38	1	SMAW	CMA106	CMA106	Min 200			TP
A	Tubería de venteo	A-335 P22	33.4	3.38								
De	Tubería de Vapor Recalentado Caldero (reducción)	A-182 F22	33.4	3.38	2	SMAW	CMA106	CMA106	Min 200			TP
A	Conexión para manómetro	A-335 P22	33.4	3.38								
De	Tubería de Vapor Recalentado Caldero	A-182 F22			3	SMAW	CMA106	CMA106	Min 200			
A	Accesorios varios	A-182 F22										
De	Asiento termómetro	A-181 CL70	80.0		2	SMAW	CMA96	CMA96	Min 100			TP
A	Termopozo (<i>Thermowell</i>)	A-182 F12 CL2	54.0									
De	Tubería de Vapor a Recalentador (reducción)	A-234 WPB	500.0	25.0	1	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			TP
A	Tapón para radiografía	A-181 CL70	42.7									
De	Tubería de Vapor a Recalentador (boquilla)	A-181 CL70	40.0	7.0	2	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			TP
A	Conexión para manómetro	A-106 C	33.4	3.38								

ANEXO E

PROGRAMA DE SOLDADURA DE ACCESORIOS DE PARTES A PRESION DEL CALDERO (*)

Partes / Accesorios		Soldadura			Cantidad	Proceso de Soldadura	Material de Aporte		Precaent (°C)	Postcaent (°C)		Ensayo no Destructivo
		Material ASTM	Diámetro (mm)	Espesor (mm)			Raiz	Relleno y acabado		Temp (°C)	Tiempo (min)	
De	Tubería de Vapor a Recalentador	A-515 60			2	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 100			
A	Accesorios varios	A-182 F12 CL2										
De	Asiento termómetro	A-181 CL70	80.0		2	SMAW	LB-57	LB-57	Min 150	600-650	25	TP
A	Termopozo (<i>Thermowell</i>)	A-181 CL70	54.0									
De	Tubería de Alimentación	A-106 C	273.1	28.58	16	SMAW	LB-57	LB-57	Min 150			TP
A	Tapón para radiografía	A-181 CL70	42.7									
De	Tubería de Alimentación (boquilla)	A-181 CL70	40.0	8.0	2	SMAW	LB-57	LB-57	Min 150			TP
A	Conexión para manómetro	A-106 C	33.4	4.55								
De	Tubería de Alimentación	A-106 C			7	SMAW	LB-57	LB-57	Min 150			
A	Accesorios varios	A-181 CL70										
De	Tubos de paneles Horno y Jaula	A-213 T12	50.8,63.5	6,6.5	32	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Acc. varios relleno y sello inferiores Caldero	A-283 D		6.0								
De	Tubos de paneles Horno y Jaula	A-210 C	50.8,63.5	6,6.5	48	SMAW	LB-57	LB-57	Min 100			
A	Acc. varios relleno y sello inferiores Caldero	A-283 D		6.0								
De	Tubos de Techo Horno y Jaula	A-213 T12	48.6,50.8	5.5,6	931	SMAW	CMA-96	CMA-96	Min 150			
A	Acc. varios relleno y sello superiores Caldero	A-283 D		3,4.5,6,9								

(*) La soldadura de accesorios de las partes a presión del Caldero se lleva a cabo utilizando el proceso SMAW para todos los pases
El material de aporte es el mínimo requerido según el número P (ASME) del tubo al que se suelda el accesorio (Ver Anexo F)

ANEXO F

DETERMINACIÓN DEL MATERIAL DE APORTE Y LA TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO

En el presente documento se describe mediante un ejemplo el método de selección del material de aporte y la temperatura de precalentamiento para todas las juntas soldadas aplicables al montaje del Caldero y accesorios.

Soldadura de los tubos del panel frontal de la Tolva con cabezal (niple)

- 1 Material de los tubos: A-210 C (Grupo B del Cuadro F.1)
 Material del niple del cabezal: A-210 C (Grupo B del Cuadro F.1)

- 2 En el Cuadro F.2 la clave para esta soldadura es 2 - b

- 3 Del Cuadro F.3 para el No. 2 se aplica lo siguiente:
 - Pase de raíz:
 Proceso de soldadura: GTAW
 Material de aporte: 65G (ER 70S-2)
 - Sigüientes pases (relleno y acabado):
 Proceso de soldadura: SMAW
 Material de aporte: LB 57 (E 7016)

- 4 Del Cuadro F.4 para la letra b se aplica lo siguiente:
 - Temperatura de precalentamiento: Mínimo 150°C

CUADRO F.1

ESPECIFICACION DE MATERIALES DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO

Clasificación del material ASME (*)	Grupo	Especificación	Esfuerzo a la tracción (N/mm ²)	Denominación ASTM	
				Código	Grado/Clase
P-1	A	Aceros al Carbono	<460	A-106	B
				A-210	A1
				A-53	B
				A-515	60
				A-234	WPB
P-1	B	Aceros al Carbono	>460	A-515	485
				A-106	C
				A-105	
				A-210	C
				A-234	WPC
				A-216	WCB, WPB
P-3	C	Aceros Aleados Cr < 1/2 % (1/2 % Mo)	<550	A-181	70
				A-209	T1a
				A-182	F1
P-4	D	Aceros Aleados (1/2 % < Cr < 2 % (1/2 % Mo)	>550	A-335	P1
				A-335	P12
				A-213	T12
				A182	F12CL2, F12CL1
				A-217	WC6
				A-234	WP12
				A-387	12CL2
P-5	E	Aceros Aleados 2 ¼ % < Cr < 10 % (1 % Mo)	>410	A-335	P22
				A-213	T22
				A-182	F22CL1
				A-234	WP22CL1
				A-217	WC9
				A-387	22CL1
P-8	F	Aceros Aleados 18Cr-8Ni		A-213	TP347H
				A-213	TP347HFG

(*) Boiler and Pressure Vessel Code, Section IX

CUADRO F.2

PARTES A PRESION, TUBERIAS Y ACCESORIOS DEL CALDERO

	A	B	C	D	E	F
A	1 - a					
B	1 - b	2 - b				
C	1 - b	2 - b	3 - b			
D	1 - c	2 - c	3 - c	4 - c		
E	1 - c	2 - c	3 - c	4 - c	5 - c	
F	6 - a	6 - b	6 - b	6 - c	6 - c	7 - d

CUADRO F.3

MATERIAL DE APORTE

No.	GTAW		SMAW	
1	65G	ER 70S-2	LB-26	E 7016
2	65G	ER 70S-2	LB-57	E 7016
3	HIG-70	ER 70S-G	CMB-76	E 7016-A1
4	HIG-90	ER 80S-G	CMA-96	E 8016-B2
5	HIG-100	ER 90S-G	CMA-106	E 9016-B2
6	HIG-370	ER NiCr-3	HD-370	ER NiCrFe-3
7	TG-347	ER 347	RNY-16-8-2	E 347-16

CUADRO F.4

RANGOS DE PRECALENTAMIENTO (*)

Letra	Pre-calent (°C)
a	Min 100
b	Min 150
c	Min 200
d	-----

(*) Partes a presión A con espesores menores de 12 mm no requieren precalentamiento.

ANEXO G

MATERIAL DE APORTE UTILIZADO EN LA SOLDADURA DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO

Producto Fabricante	Norma AWS	Producto Oerlikon (*)	Norma AWS (*)	Diam (mm)	Unidad de medida	Cantidad Llegada a Obra	Cantidad Consumida
65G	ER 70S-2	TIGFIL ST6	ER 70S-6	2.40	Kg	400.00	400.00
LB-26	E 7016	UNIVERS / SUPERCITO	E 7016 / E 7018	2.60	Kg	1800.00	1800.00
LB-26	E 7016	UNIVERS / SUPERCITO	E 7016 / E 7018	3.20	Kg	1230.00	1230.00
LB-26	E 7016	UNIVERS / SUPERCITO	E 7016 / E 7018	4.00	Kg	300.00	300.00
CMB-76	E 7016-A1		E 7015-A1	3.20	Kg	225.00	225.00
CMB-76	E 7016-A1		E 7015-A1	4.00	Kg	40.00	0.00
CMA-96	E 8016-B2	UNIVERS CR	E 9016-B3	3.20	Kg	1010.00	1008.00
CMA-96	E 8016-B2	UNIVERS CR	E 9016-B3	4.00	Kg	300.00	300.00
CMA-106	E 9016-B2	UNIVERS CR	E 9016-B3	4.00	Kg	600.00	460.00
CMB-76	E 7016-A1		E 7015-A1	2.60	Kg	200.00	35.50
CMA-96	E 8016-B2	UNIVERS CR	E 9016-B3	2.60	Kg	600.00	591.00
CMA-106	E 9016-B2	UNIVERS CR	E 9016-B3	2.60	Kg	400.00	110.00
CMA-106	E 9016-B2	UNIVERS CR	E 9016-B3	3.20	Kg	425.00	303.00
HIG-70	ER 70S-G	TIGFIL ST6	ER 70S-6	2.40	Kg	40.00	14.75
HIG-90	ER 80S-G	A 103 TIG	ER 80S-B2	2.40	Kg	210.00	206.00
HIG-100	ER 90S-G	OER Mo 2	ER 90S-6	2.40	Kg	90.00	73.50
TG-347	ER 347	INTERFIL 199	ER 347	2.40	Kg	39.00	32.00
HIG-370	ER NiCr-3	A 521 TIG	ER NiCr-3	2.40	Kg	10.00	2.25
HD-370	ER NiCrFe-3	E 521	NiCrFe-2	2.60	Kg	20.00	0.00
HD-370	ER NiCrFe-3	E 521	NiCrFe-2	3.20	Kg	10.00	1.00
RNY-309	E 309-16	INOX 309 ELC	E 309L-16	3.20	Kg	65.00	65.00
RNY-16-8-2	E 347-16	INOX AW + Cb	E 347-16	2.60	Kg	100.00	57.00
RNY-16-8-2	E 347-16	INOX AW + Cb	E 347-16	3.20	Kg	40.00	0.50
LB-57	E 7016	UNIVERS / SUPERCITO	E 7016 / E 7018	4.00	Kg	630.00	570.00
LB-57	E 7016	UNIVERS / SUPERCITO	E 7016 / E 7018	2.60	Kg	1200.00	1130.00
LB-57	E 7016	UNIVERS / SUPERCITO	E 7016 / E 7018	3.20	Kg	725.00	725.00
	E 316L	INOX BW ELC	E 316L	2.50	Kg	10.00	10.00
	E 316L	INOX BW ELC	E 316L	3.20	Kg	10.00	10.00
	E 308L	INOX AW ELC	E 308L	2.50	Kg	5.00	5.00
	E 308L	INOX AW ELC	E 308L	3.20	Kg	15.00	15.00
MATERIAL DE APORTE UTILIZADO EN LA SOLDADURA DE LAS PARTES A PRESION DEL CALDERO (Kg)						10749.00	9679.50

(*) Es solo referencial, todas las juntas soldadas se ejecutan con el material suministrado por el Fabricante.

ANEXO H

CODIGO DE COLORES DE IDENTIFICACION DE TUBERIAS DEL CALDERO (**)

Clasificación del material ASME (*)	Grupo	Color	Especificación	Esfuerzo a la tracción (N/mm ²)	Denominación ASTM	
					Código	Grado/Clase
P-1	A	No se pinta	Tuberías de Acero al Carbono sin costura Resistente a altas temperaturas	<460	A-106	A, B
					A-210	A1
					A-53	A, B
					A-515	60, 65
					A-135	A, B
					A-178	A, C
					A-192	
					A-216	WCA
					A-283	A, B, C, D
P-1	B	Anaranjado	Tuberías de Acero al Carbono sin costura Resistente a altas temperaturas	>460	A-285	A, B, C
					A-106	C
					A-181	70
					A-178	D
					A-217	WCB
P-3	C	Gris	Tuberías de Acero Aleado Ferrítico sin costura Resistente a altas temperaturas Cr < 1/2 % (1/2 % Mo)	<550 (>500)	A-515	70
					A-209	T1, T1a
					A-182	F1, (F2)
					A-204	A
					A-217	WC1
					A-335	P1, (P2)
					A-336	F1
P-4	D	Negro / Plateado	Tuberías de Acero Aleado Ferrítico sin costura Resistente a altas temperaturas 1/2 % < Cr < 2 % (1/2 % Mo) (3/4 % Si)	>550	A-213	(T2)
					A-387	(2)
					A-335	P12, P11
					A-213	T12, T11
					A-182	F12, F11
P-5	E	Blanco	Tuberías de Acero Aleado Ferrítico sin costura Resistente a altas temperaturas 2 ¼ % < Cr < 10 % (1 % Mo)	>410 (>520)	A-217	WC6
					A-336	F12
					A-387	12, 11
					A-335	P22
					A-213	T22
P-5	E	Blanco	Tuberías de Acero Aleado Ferrítico sin costura Resistente a altas temperaturas 2 ¼ % < Cr < 10 % (1 % Mo)	>410 (>520)	A-182	F22
					A-336	F22A
					A-217	WC9
					A-387	22CL1, (22CL2)

(*) Boiler and Pressure Vessel Code, Section IX

(**) La identificación se realiza mediante el pintado de franjas del color correspondiente, las cuales tienen un ancho de 25 mm (1"):

- Espaciadas cada 2 metros en tubos de longitud mayor a 6 metros
- Espaciadas cada 1 metro en tubos de longitud comprendida entre 2 y 6 metros
- En ambos extremos en tramos de tubos de longitud menor a 2 metros
- Los accesorios en general se identifican mediante una sola franja

ANEXO I

SISTEMA DE CODIFICACION

CUADRO I.1.1: CALDERO Y SISTEMAS AUXILIARES

Ítem	Sistema	Código	División	Componente del Sistema	Subcódigo
1	Sistema de Vapor Principal y Vapor Recalentado	LB	1.1	Sistema de Vapor Principal	LBA
			1.2	Sistema de Recalentamiento Lado Caliente	LBB
			1.3	Sistema de Recalentamiento Lado Frio	LBC
			1.4	Sistema de Vapor Auxiliar	LBG
2	Sistema de Alimentación de Agua	LA	2.1	Tuberla de Alimentación de Agua	LAB
			2.2	Sistema de Inyección de Alta Presión	LAE
			2.3	Sistema de Inyección de Media Presión	LAF
3	Sistema de Condensado	LC	3.1	Sistema de <i>blowdown</i> del Generador de Vapor	LCQ
4	Sistema del Generador Convencional de Vapor	HA	4.1	Sistema del Economizador	HAC
			4.2	Sistema del Evaporador	HAD
			4.3	Sistema del Sobrecalentador de Alta Presión	HAH
			4.4	Sistema de Recalentamiento	HAJ
			4.5	Sistema de Venteos y Drenajes	HAN
5	Sistema de Limpieza de las Superficies de Calentamiento (convección) del Lado de Gases Calientes	HC	5.1	Sistema de Sopladores de Hollín	HCB
6	Sistema de Aire de Combustión	HL	6.1	Sistema de Ductos	HLA
			6.2	Sistema de Ventilador de Tiro Forzado y de Sello de Aire	HLB
			6.3	Precalentador de Aire	HLD
			6.4	Sistema de Lubricación de los Ventiladores de Tiro Forzado, Tiro Inducido y de Aire Primario	HLV
7	Sistema de Gases de Escape	HN	7.1	Sistema de Ductos	HNA
			7.2	Sistema de Ventilador de Tiro Inducido	HNC
			7.3	Sistema de Recirculación de Gases	HNF
8	Sistema de Almacenamiento, Alimentación y Pulverización de Carbón	HF	8.1	Sistema de Aire Primario y Aire de Pulverización	HFE
			8.2	Sistema de Aire de Sello de Pulverizadores	HFV
			8.3	Sistema de Almacenamiento de Carbón	HFA
			8.4	Sistema de Alimentación de Carbón	HFB
			8.5	Sistema de Pulverizadores de Carbón	HFC
			8.6	Sistema de Caja de Pirita de Pulverizadores	HFH
			8.7	Sistema de Lubricación de los Pulverizadores	HFV
9	Sistema Principal de Quemado de Carbón	HH	9.1	Sistema de Tuberías de Carbón	HHE
			9.2	Sistema de Quemadores de Carbón	HHA
			9.3	Sistema de Suministro de Aire de Combustión	HHL
10	Sistema Cerrado de Agua de Enfriamiento	PG	10.1	Sistema Cerrado de Suministro de Agua de Enfriamiento	PGA
			10.2	Sistema Cerrado de Retorno de Agua de Enfriamiento	PGB
11	Sistema Central de Suministro de Químicos	QC	11.1	Sistema de Suministro y Distribución de Fosfato	QCC
12	Sistema Central de Suministro de Gas	QJ	12.1	Sistema de Suministro de Gas Nitrógeno (Lado Caldero)	QJB
13	Sistema de Distribución de Agua (no	GH	13.1	Sistema de Distribución de Agua de Servicio	GHD
14	Sistema de Suministro de Aire de	SC	14.1	Sistema de Distribución de Aire de Servicio	SCC
15	Sistema de Suministro de Aire de	QF	15.1	Sistema de Distribución de Aire de Control	QFH
16	Sistema de Muestreo	QU	16.1	Sistema de Puntos de Muestreo del Sistema de Vapor	QUB
			16.2	Sistema de Puntos de Muestreo en Caldero y Domo	QUH
17	Sistema de Quemado de Combustible	HH	17.1	Tuberías de Suministro y Retorno de Combustible	HHF
			17.2	Bombas de Combustible	HHH
			17.3	Sistema de Quemadores de Combustible	HHJ
			17.4	Sistema de Ignición de Combustible	HJA
			17.5	Sistema de Aire de Ignición y Combustión	HJQ
18	Sistema de Manipuleo de Cenizas Pesadas	ET	18.1	Sistema de Transporte de Ceniza Húmeda	ETA
			18.2	Sistema de Almacenamiento de Cenizas Pesadas	ETB
			18.3	Sistema de Distribución, Recuperación, Reutilización y Eliminación de Agua para transporte de Ceniza Húmeda	ETN
19	Sistema de Manipuleo de Cenizas Livianas (Volátiles)	ET	19.1	Sistemas de Generación y Distribución de Aire para	ETP
			19.2	Sistema de Transporte de Ceniza Seca	ETG
			19.3	Sistema de Almacenamiento de Ceniza Seca	ETH
20	Estructuras de Acero	HB	20.1	Estructuras de Acero	HBA
			20.2	Aislamiento Térmico	HBC
			20.3	Plataformas, Barandas y Escaleras	HBD

ANEXO I

SISTEMA DE CODIFICACION

CUADRO I.2.1: EQUIPOS MECANICOS

Código	Descripción
AA	Válvulas, Reguladores de Compuerta (<i>Dampers</i>), tanto manuales como con actuador
AB	Elementos de Aislamiento
AC	Superficies de transferencia de Calor e Intercambiadores de Calor
AE	Mecanismos para giro, volteo e izamiento
AF	Transportadores Continuos y Alimentadores
AG	Unidades de Generador
AH	Unidades de Calentamiento, Enfriamiento y Acondicionamiento de Aire
AJ	Equipos de reducción de Partículas (sólo como parte del Proceso)
AK	Equipos de Compactación y Empaquetado (sólo como parte del Proceso)
AM	Mezcladores y Agitadores
AN	Unidades de Compresión, Ventiladores
AP	Unidades de Bombeo
AS	Equipos de Ajuste de Variables no Eléctricas
AT	Equipos de Separación, Filtración, Secado y Limpieza (excepto BT)
AU	Equipos Convertidores de par no Eléctricos
AV	Equipos de Combustión
AW	Herramientas Estacionarias y de Tratamiento
AX	Equipos de Monitoreo y Prueba para Mantenimiento de Planta
BB	Equipos de Almacenamiento (Tanques)
BE	Ejes (sólo para Montaje y Mantenimiento)
BF	Fundaciones
BN	Inyectores, Eyectores, Bombas Jet
BP	Restrictores de Flujo, Limitadores Orificios (no orificios de medición)
BQ	Soportes, Racks, suspensores
BR	Ductos, Chutes, Tuberías
BS	Silenciadores
BT	Módulos de Conversión Catalítica de Humos
BU	Aislamiento

CUADRO I.2.2: CIRCUITOS DE MEDICION DIRECTA

Código	Descripción
CD	Densidad
CE	Variables Eléctricas (Corriente, Voltaje, Frecuencia)
CF	Flujo
CG	Distancia, Longitud, Posición, Dirección ó Rotación
CH	Señales de Entrada de Sensores operados manualmente
CK	Tiempo
CL	Nivel
CM	Humedad
CP	Presión
CQ	Variables de Calidad (Análisis, Propiedades de Material)
CR	Variables de Radiación
CS	Velocidad, Frecuencia (mecánica), Aceleración
CT	Temperatura
CU	Variables Combinadas
CV	Viscosidad
CW	Peso, Masa
CX	Flujo de Neutrones
CY	Vibración, Expansión

ANEXO I

SISTEMA DE CODIFICACION

CUADRO I.2.3: CIRCUITOS DE CONTROL DE LAZO CERRADO

Código	Descripción
DD	Densidad
DE	Variables Eléctricas (Corriente, Voltaje, Frecuencia)
DF	Flujo
DG	Distancia, Longitud, Posición, Dirección ó Rotación
DK	Tiempo
DL	Nivel
DM	Humedad
DP	Presión
DQ	Variables de Calidad (Análisis, Propiedades de Material)
DR	Variables de Radiación
DS	Velocidad, Frecuencia (mecánica), Aceleración
DT	Temperatura
DU	Variables Combinadas
DV	Viscosidad
DW	Peso, Masa
DX	Flujo de Neutrones
DY	Vibración, Expansión

CUADRO I.2.4: CIRCUITOS DE MEDICION INDIRECTA

Código	Descripción
FD	Densidad
FE	Variables Eléctricas (Corriente, Voltaje, Frecuencia)
FF	Flujo
FG	Distancia, Longitud, Posición, Dirección ó Rotación
FK	Tiempo
FL	Nivel
FM	Humedad
FP	Presión
FQ	Variables de Calidad (Análisis, Propiedades de Material)
FR	Variables de Radiación
FS	Velocidad, Frecuencia (mecánica), Aceleración
FT	Temperatura
FU	Variables Combinadas
FV	Viscosidad
FW	Peso, Masa
FX	Flujo de Neutrones
FY	Vibración, Expansión

CUADRO I.2.5: SUBENSAMBLES DE EQUIPOS PRINCIPALES Y MAQUINARIA PESADA

Sólo para ser usado en conjunto con:

- M Conjuntos de Equipos Principales
- X Maquinaria Pesada

Código	Descripción
HA	Ensamble de Máquinas Estacionarias
HB	Ensamble de Máquinas Rotativas
HD	Ensamble de Cojinetes

ANEXO I

SISTEMA DE CODIFICACION

CUADRO I.3.1: COMPONENTES ELECTRICOS

Código	Descripción
A	Ensamblajes y Subensamblajes
B	Transductores de Variables Eléctricas a no Eléctricas y viceversa
C	Capacitores
D	Dispositivos Binarios de Retardo, Memoria
E	Componentes Especiales
F	Dispositivos de protección
G	Generadores, Suministro de Energía
H	Dispositivos de Señalización
K	Contactores, Relés
L	Inductores
M	Motores
N	Controladores, Amplificadores
P	Equipos de Prueba, Instrumentos de Medición
Q	Interruptores de Fuerza
R	Resistores
S	Selectores, Interruptores
T	Transformadores
U	Moduladores, Conversores de Variables Eléctricas a no Eléctricas
V	Semiconductores
W	
X	
Y	Posicionadores Eléctricos
Z	

CUADRO I.3.2: COMPONENTES MECANICOS

Código	Descripción
KA	Válvulas de Compuerta, Globo, Reguladores de Compuerta (<i>Dampers</i>)
KB	Compuertas
KC	Intercambiadores de Calor, Enfriadores
KD	Recipientes, Tanques
KE	Mecanismos para giro, volteo e izamiento
KF	Transportadores Continuos, Alimentadores
KJ	Máquinas de Reducción de Partículas
KK	Máquinas de Compactación y Empaquetado
KM	Mezcladores, Agitadores
KN	Compresores, Sopladores
KP	Bombas
KT	Máquinas de Lavado, Separación, Filtración, Secado
KV	Quemadores
KW	Máquinas Estacionarias para Mantenimiento y Tratamiento
MB	Frenos
MF	Fundaciones
MG	Cajas de Transmisión
MK	Embraques, Acoplamientos
MM	Motores (no Eléctricos)
MR	Componentes de Tuberías y Ductos
MS	Posicionadores (no Eléctricos)
MT	Turbinas
MU	Mecanismos de Transmisión de Potencia (no Eléctricos)

ANEXO I

SISTEMA DE CODIFICACION

CUADRO I.3.3: COMPONENTES DE INSTRUMENTACION Y CONTROL

Código	Descripción
QB	Sensores
QH	Dispositivos de Señalización
QN	Controladores
QP	Equipos para Pruebas, Instrumentos de Medición
QR	Tubería de Instrumentación
QS	
QT	Termopozos (<i>Thermowell</i>) para protección de Sensores

ANEXO I

SISTEMA DE CODIFICACION

CUADRO I.4.1: NUMERACION DE TUBERIAS Y VALVULAS

Num. Serie	Aplicación
001-199	Tuberías y Equipos / Componentes para Fluido Principal
201-299	Tuberías y Equipos / Componentes en Drenajes y Venteos
301-399	Válvulas de Instrumentos e Instrumentos de Medición Remota CP, CL, CT
401-499	Válvulas de Instrumentos e Instrumentos de Medición Local
501-599	Válvulas para Pruebas diversas
601-699	Tuberías y Equipos / Componentes en Sistemas de Calentamiento
701-799	Tuberías y Equipos / Componentes para designación Especial, ej. Válvulas de Seguridad, Alivio
801-899	Válvulas de Control
901-999	Válvulas e Instrumentación para Inyección Química, Muestreo

FE DE ERRATAS

Pagina 175

Dice: "La impulsión del combustible se realiza por medio de dos bombas instaladas en paralelo (la instalación cuenta con una tercera bomba en *stand-by*)..."

Debe decir : "La impulsión del combustible se realiza por medio de dos bombas instaladas en paralelo (una de las cuales se mantiene en *stand-by*)..."

ANEXO E

Programa de soldadura de las partes a presión del Caldero (Etapa de preensamble)

Item 15

Dice: "Diámetro (mm) 36.5"

Debe decir: "Diámetro (mm) 63.5"

Al final

Dice : "... ión del Caldero en la etapa de preensamble"

Debe decir: "Número de juntas soldadas de las partes a presión del Caldero en la etapa de preensamble"

ANEXO E

Programa de soldadura de las partes a presión del Caldero (Etapa de montaje)

Item 23

Dice : "Diámetro (mm) 36.5"

Debe decir: "Diámetro (mm) 63.5"

Al final

Dice : "... esión del Caldero en la etapa de montaje"

Debe decir: "Número de juntas soldadas de las partes a presión del Caldero en la etapa de montaje".