MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

PROYECTO TERMOTASAJERO

TOMO I

1979

PROYECTO TERMOTASAJERO

INFORME FINAL DE FACTIBILIDAD

Análisis y Descripción Técnica

TOMO I

OCTUBRE DE 1.979

TOMO I

ANALISIS Y DESCRIPCION TECNICA

T O M O I

ANALISIS Y DESCRIPCION TECNICA

TOMO I

ANALISIS Y DESCRIPCION TECNICA

CONTENIDO

TOMO I

ANALISIS Y DESCRIPCION TECNICA

1. INTRODUCCION

El Instituto Colombiano de Energía Eléctrica (ICEL), las Centrales Eléctricas del Norte de Santander (CENS) y las Electrificadoras de Santander y Boyacá tienen a su cargo los programas de generación y transmisión necesarios para atender la demanda de energía eléctrica en los Departamentos de Norte de Santander, Santander y Boyacá.

En cumplimiento de sus funciones y tomando en consideración las proyecciones de la demanda de energía eléctrica en la región, estas empresas han venido estudiando y estableciendo la necesidades de expansión de su sistema eléctrico en forma coordinada con los planes de desarrollo del Sistema Nacional Interconectado, a cargo de Interconexión Eléctrica S.A.(ISA).

Como resultado de tales investigaciones se ha podido establecer la necesidad de instalar, con anterioridad a 1983 y en forma programada, las siguientes centrales de generación eléctrica.

Central	Capacidad	Año de puesta en Servicio
Chivor II	500 MW	1980
Ampl. T/B'quilla y T/Cartagena	198 MW	1980
Ampl. T/Zipa y T/Paipa	132 MW	1981
Ayurá- Troneras	45 MW	1981
Paraiso - La Guaca	520 MW	1982
San Carlos I	620 MW	1982
Guadalupe I	100 MW	1983
Termocerrejón	150 MW	1983
San Carlos II -Jaguas	740 MW	1983
Termotasajero	132 ó 150 MW	1983

Adicionalmente, en el lapso 1980-1983 el programa de generación comprende proyectos adicionales de desviación de aguas hacia las plantas hidroeléctricas del Río Bogotá (Chingaza) y hacia las centrales de Chivor (ríos Tunjuelito, Rucio y Negro) y Guadalupe-Troneras (ríos Pajarito, Nechí y Dolores), las cuales permitirán incrementar también la generación de energía en estas Centrales con fines de atender la demanda en el Sistema Nacional.

El proyecto de Termotasajero se encuentra ubicado en el Departamento del Norte de Santander, en las cercanías de la ciudad de Cúcuta, donde actualmente se tiene una demanda por potencia eléctrica significativamente superior a la capacidad total instalada. En esta forma la ejecución del proyecto conllevaría ahorros en la transmisión requerida hacia la zona, la cual se efectúa a 230 kV en la actualidad.

El examen de las posibilidades de generación eléctrica en el Departamento del Norte de Santander conduce a las posibilidades hidroeléctricas del Catatumbo y del Cínera y a termoeléctricas que utilicen parte de los abundantes recursos de carbón que se encuentran en el área.

Otras posibilidades de generación en la zona, como lo serían centrales termoeléctricas con base en Fuel-Oil o Gas Natural resultan obviamente no competitivas ante la gradual declinación detectada en la producción de estos combustibles y al mayor costo económico relativo de ellos.

Adicionalmente, tomando en consideración el estado actual del estudio de los posibles proyectos hidroeléctricos del Departamento y al largo plazo requerido para desarrollarlos (8-10 años),

las posibilidades de generación a mediano plazo (3-5 años) quedan reducidas a centrales térmicas a base de carbón.

Las consideraciones anteriores fundamentan la ejecución del proyecto de Termotasajero, previsto para el año de 1983 en el programa de expansión de la capacidad de generación eléctrica nacional, tal como se mencionó anteriormente.

En el presente Tomo I se describen las características del proyecto, para las alternativas de instalar dos unidades de 66 MW ó una de 150 MW, y se demuestra su viabilidad técnica tanto en lo referente a sus instalaciones propias como en lo relativo a su utilización para atender la demanda del sistema eléctrico regional y nacional.

La instalación de la central implica, a su vez, la necesidad de desarrollar los importantes recursos de carbón existentes en el Departamento, en el ramo de los carbones térmicos, para los cuales en el pasado no ha existido un mercado significativo. Este tema se trata en el Tomo II donde se describen los resultados de las investigaciones realizadas en el área conducentes a verificar la disponibilidad y ca-

racterísticas de este combustible, en una primera fase - de reconocimiento.

En el Tomo III se presentan los resultados obtenidos sobre la evaluación económica y financiera, los cuales complementan la factibilidad del proyecto al demostrar su atractivo económico y viabilidad financiera, tanto para el sistema nacional como para las entidades encargadas de su ejecución.

La selección del sitio para la central consultó las necesidades de infraestructura básica para el proyecto (vías, agua, cercanía a los sitios de explotación de mineral, condiciones geológicas del subsuelo, etc).

Las condiciones hidrometeorológicas pertinentes al proyecto se presentan en el Tomo IV y, finalmente, en el Tomo V se presentan las recomendaciones y mecanismos que permitirán controlar los efectos de la central sobre el medio ambiente.

2. CARACTERISTICAS DEL SITIO SELECCIONADO

2.1 UBICACION FISICA Y CARTOGRAFIA

El sitio escogido para la construcción de la Central Termoeléctrica de Tasajero está localizado en el departamento de Norte de Santander, municipio de San Cayetano, aproximadamente en los 7°51',de latitud norte y 72°38' de longitud al oeste del meridiano de Greenwich. De acuerdo con el sistema del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, las coordenadas planas del centro del sitio son X = 1'359.700 metros - Norte, Y = 1'159.300 metros Este.

El lote seleccionado aparece en los siguientes planos y aerofotografías :

a. En escala 1: 100.000 del I.G.A.C. : Plancha No. 87 - Sardinata, Plancha No.88 - Cúcuta, Plancha No. 98 - Durania y Plancha No.99 - Villa del Rosario.

b. En escala 1: 25.000 del I.G.A.C. : Plancha 98-11-A

c. En escala 1: 60.000 del I.G.A.C. : aerofotografías M-1076 Nos. 14587 y 14588.

d. En escala 1:20.000 del M.O.P.T. : aerofotografías Nos. 029, 030, 031, 032, faja 3 del vuelo IFL-8.

2.2 UBICACION CON RESPECTO AL SISTEMA ELECTRICO

2.2.1 Localización y esquema del Sistema

El sistema de Centrales Eléctricas del Norte de Santander se encuentra conformado por las líneas a 115 kV Cúcuta-Central Zulia-Tibú-Convención, Convención-Ocaña y Convención-Ayacucho, más una serie de redes de subtransmisión a 33 kV y a 13.2 kV para suplir la demanda de los municipios del Departamento. Este sistema es alimentado por las plantas turbogas de Zulia (23 MW) y Tibú (14.5 MW) y por la línea Bucaramanga-Cúcuta a 230 kV.

En las figuras I-1 y I-2 se muestra la ubicación del proyecto en el área geográfica cubierta por el sistema eléctrico de CENS, y en el cuadro I-1 se presentan las características del sistema de transmisión para finales de 1979, cuando entre en operación la subestación Belén 230/115 kV, 90 MVA, y se energice a 230 kV la línea Bucaramanga-Cúcuta.

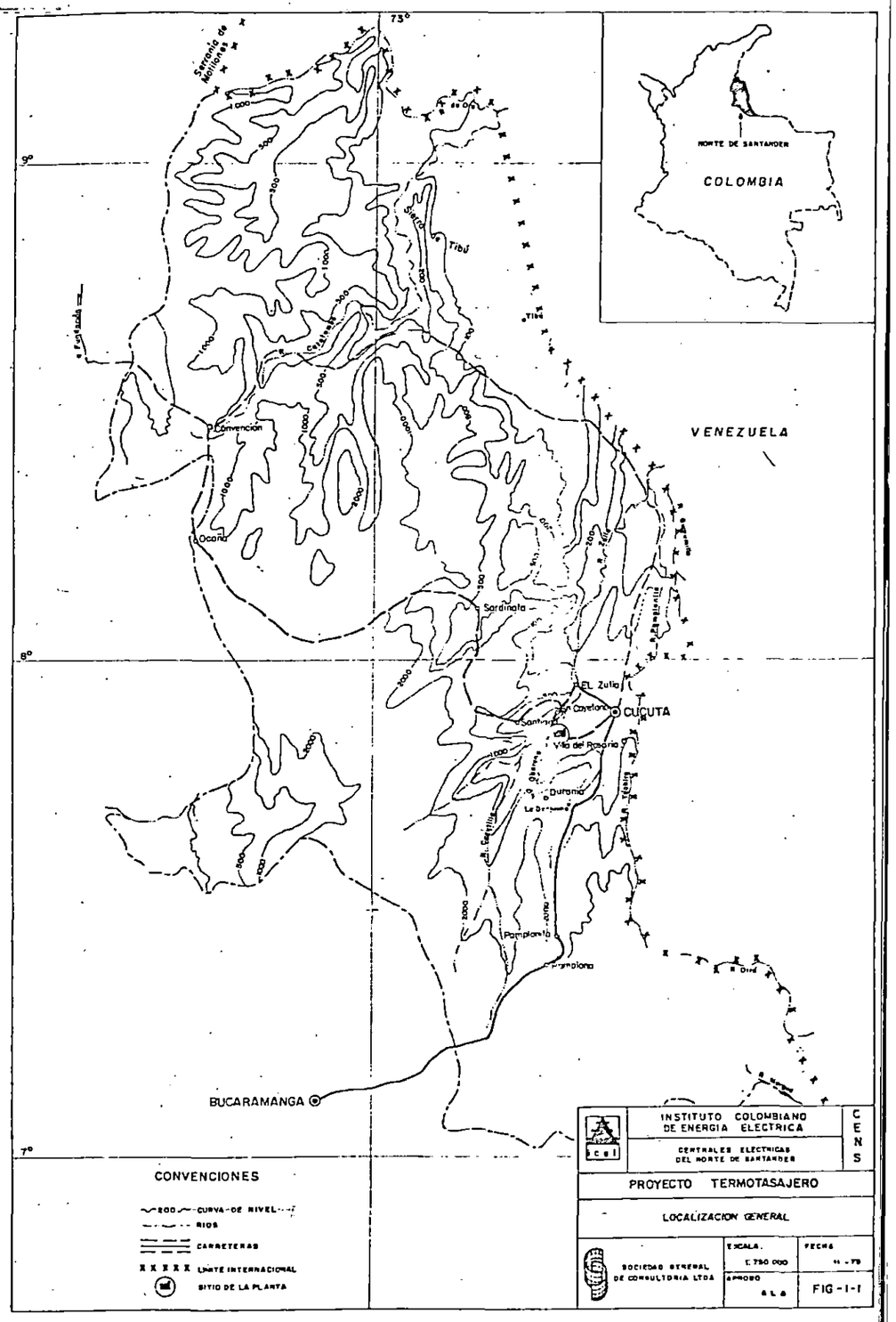
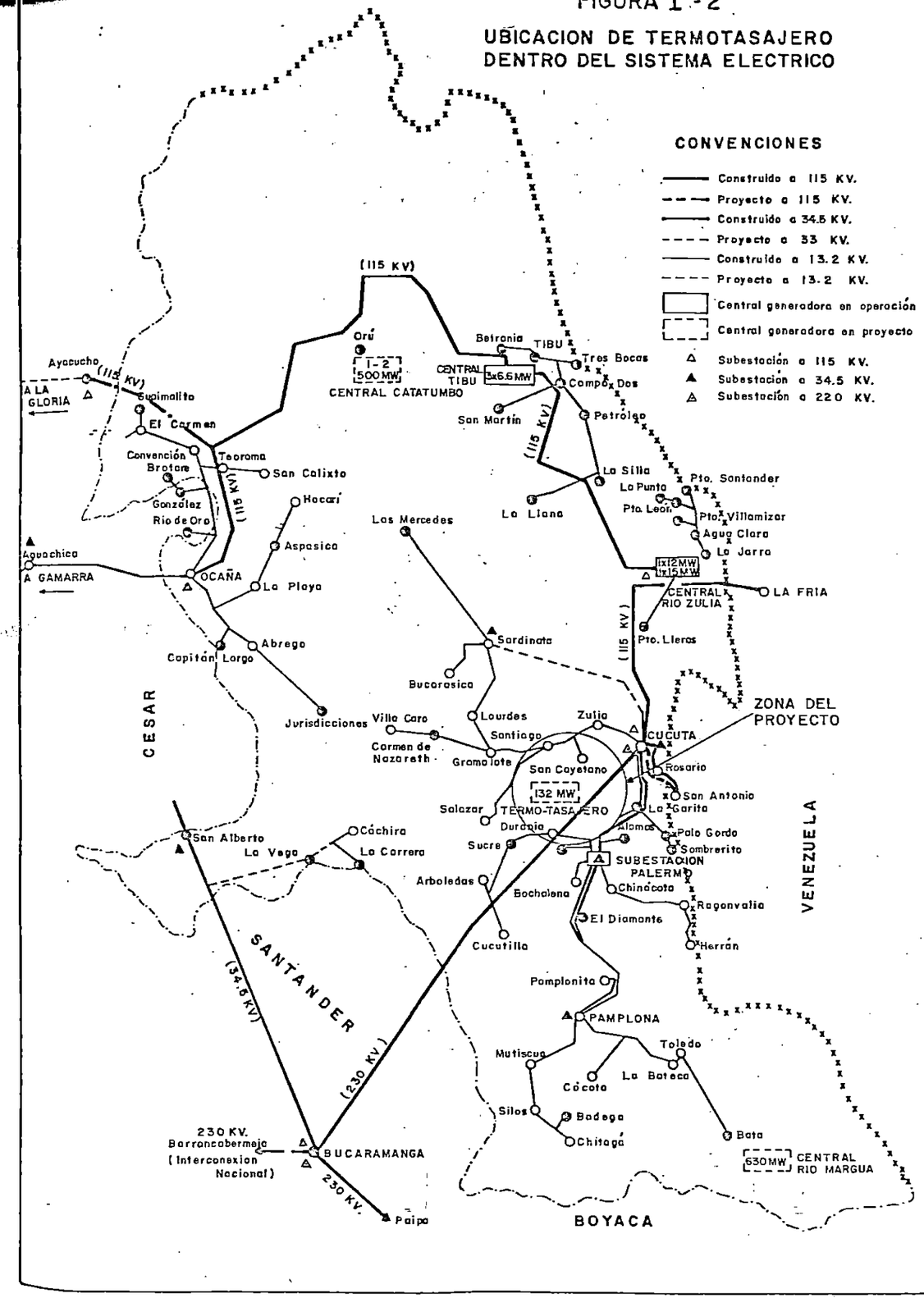

Sierra de Motilones
73°
9°
8°
7°
NORTE DE SANTANDER
COLOMBIA
VENEZUELA
Tibú
Convención
Ocaña
Sardinata
EL Zulia
CUCUTA
Villa del Rosario
Durania
Pamplonita
Pamplona
BUCARAMANGA
CONVENCIONES
CURVA DE NIVEL
RIOS
CARRETERAS
LIMITE INTERNACIONAL
SITIO DE LA PLANTA
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
PROYECTO TERMOTASAJERO
LOCALIZACION GENERAL
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA
ESCALA 1:750 000
FECHA
APROBO
FIG-1-1

FIGURA I - 2

UBICACION DE TERMOTASAJERO DENTRO DEL SISTEMA ELECTRICO



CUADRO No. I-1

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA ELECTRICO

CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER

Barraje DE	A	Voltaje (KV)	Long. (km)	Conductor ACSR	#C	Parámetros (En pu. de 100 MVA) R	X	Y/2	Amp.
B/manga	T/Tasajero	220	107	795 MCM 1113 MCM	1	.01451	.11233	.0835	900
T/Tasajero	Belén	220	15	795 MCM	1	.00242	.01598	.0114	900
T/Tasajero	S.Mateo	220	22	795 MCM	1	.00352	.02348	.0168	900
B/manga	Pamplona	220	70	795 MCM	1	.01122	.07473	.0534	900
Pamplona	S.Mateo	220	70	795 MCM	1	.01122	.07473	.0534	900
Belén	S.Mateo	220	9	795 MCM	1	.00118	.00777	.0056	900
Belén	Insula	115	4	300 MCM	1	.00643	.00150	.0009	490
Insula	S.Mateo	115	8.6	300 MCM	1	.01382	.00323	.00187	490
Insula	Zulia	115	40	300 MCM	1	.06431	.01496	.00870	490
Belén	Sevilla	115	4	3/0	1	.01350	.01820	.00001	300
Belén	Sevilla	115	4	336.4 MCM	1	.00570	.01500	.00088	530
Zulia	Tibú	115	68	300 MCM	1	.10900	.25350	.01476	490
Tibú	Convención	115	79	336.4 MCM	1	.11258	.29620	.01738	530*
Convención	Ocaña	115	29	3/0	1	.07740	.09270	.00423	300
Convención	Ayacucho	115	38	336.4 MCM	1	.14030	.00837	.00837	530
Belén 220	Belén 115	220/115	90 MVA				.10100		
S.Mateo 220	S.Mateo 115	220/115	90/150 MVA				.10000		

* Cambio de conductor

En la figura I-3 se muestra el diagrama unifilar del sistema utilizado para estimar los flujos de carga en 1983, año previsto para la entrada en operación de Termotasajero.

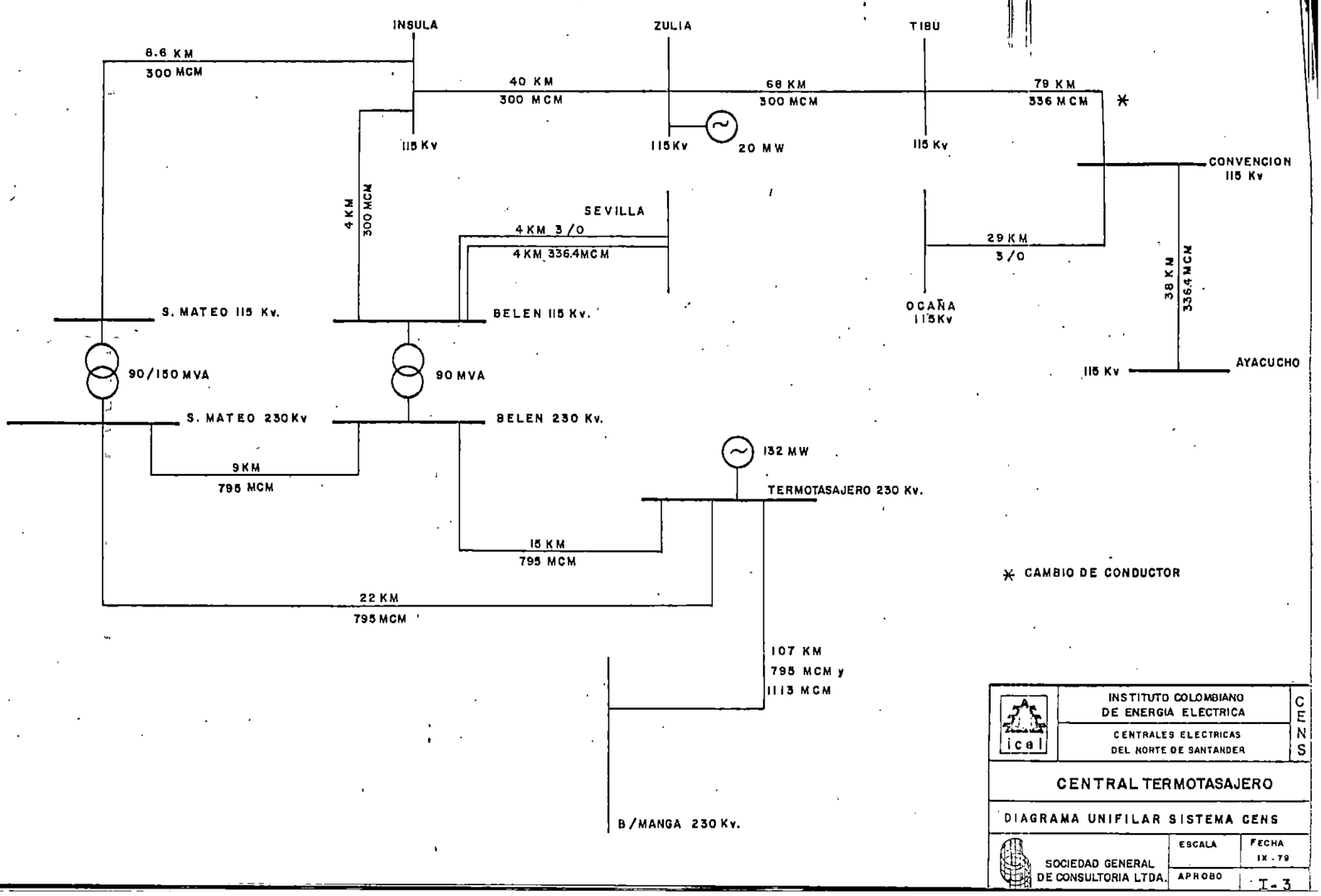
En lo referente a capacidad de generación, en el presente estudio se considera la salida de servicio de la central de Tibú.

2.2.2 Proyecciones de la Demanda

A continuación se presenta la proyección de la demanda del Nordeste (que comprende los Departamentos de Boyacá, Santander y Norte de Santander) y la del Departamento de Norte de Santander para el período 1983 - 1988.

AÑO	DEMANDA (MW) NORDESTE	NORTE DE SANTANDER
1983	654	145.6
1984	696	159.8
1985	777	183.6
1986	827	195.2
1987	884	207.5
1988	943	220.7

La proyección de demanda de Norte de Santander -


INSULA
ZULIA
TIBU
8.6 KM
300 MCM
40 KM
300 MCM
68 KM
300 MCM
79 KM
336 MCM
115 Kv
115 Kv
20 MW
115 Kv
CONVENCION
115 Kv
4 KM
300 MCM
SEVILLA
4 KM 3/0
4 KM 336.4MCM
29 KM
3/0
38 KM
336.4 MCM
S. MATEO 115 Kv.
BELEN 115 Kv.
OCAÑA
115Kv
90/150 MVA
90 MVA
115 Kv
AYACUCHO
S. MATEO 230Kv
BELEN 230 Kv.
132 MW
9KM
795 MCM
TERMOTASAJERO 230 Kv.
15 KM
795 MCM
CAMBIO DE CONDUCTOR
22 KM
795 MCM
107 KM
795 MCM y
1113 MCM
B/MANGA 230 Kv.
INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS
DEL NORTE DE SANTANDER
icel
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA CENS
SOCIEDAD GENERAL
DE CONSULTORIA LTDA.
ESCALA
FECHA
IX-79
APROBO
I-3

se realizó con base en las tasas de crecimiento del Estudio del Sector de Energía Eléctrica e incluye los proyectos regionales previstos, los cuales suman 16.0 MW para 1983 - 1984 y 24.0 MW para 1985-1988. Estos proyectos son :

Proyecto	Demanda (MW)	AÑO	Sitio
Bombeo de Ecopetrol	3.0	1983	Ayacucho
Frigorífico La Gloria	2.0	1983	Ayacucho
Poblaciones del Sur del Cesar	2.0	1983	Ayacucho
Minas de Fosfato de Sardinata	2.0	1983	S/E Belén
Ingenio Azucarero	1.0	1983	Zulia
Explotación carbonífera	6.0	1983	S/E Belén y Sevilla
Zona Franca	8.0	1985	S/E Insula

El porcentaje de repartición de la demanda de Norte de Santander, sin incluir los proyectos regionales es el siguiente:

Cúcuta	80 %
Pamplona	5 %
Ocaña	12 %
Ayacucho	3 %
Total	100 %

Así mismo se consideró una demanda de 50 MW en la región que incluye la zona de San Alberto en el

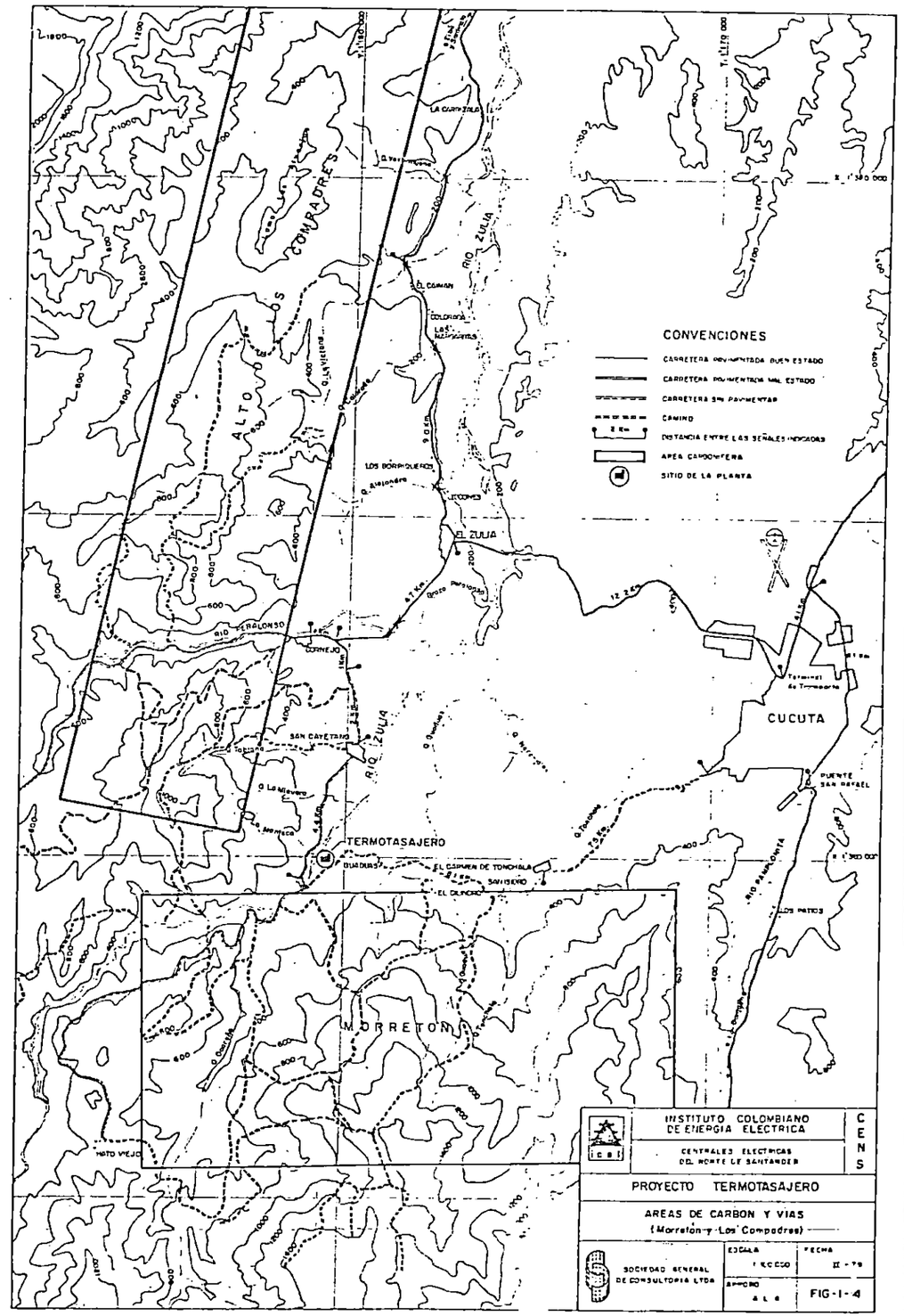
Departamento de Santander, Ocaña (Norte de San - tander) y Aguachica (Cesar), según datos suminis - trados por el ICEL.

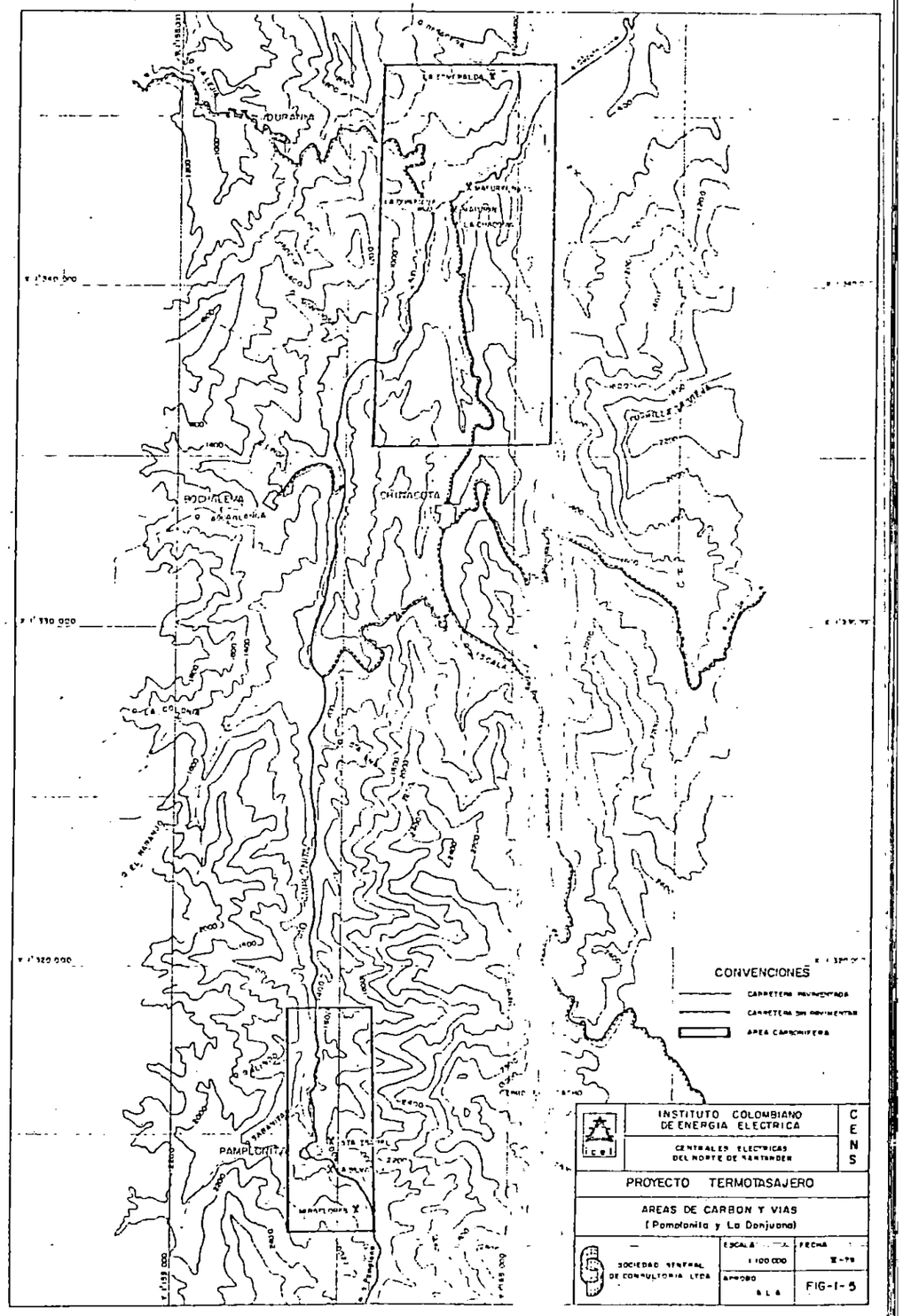
2.3 UBICACION DEL SITIO DE TERMOTASAJERO CON RES- PECTO AL CARBON Y A LAS VIAS DE ACCESO.

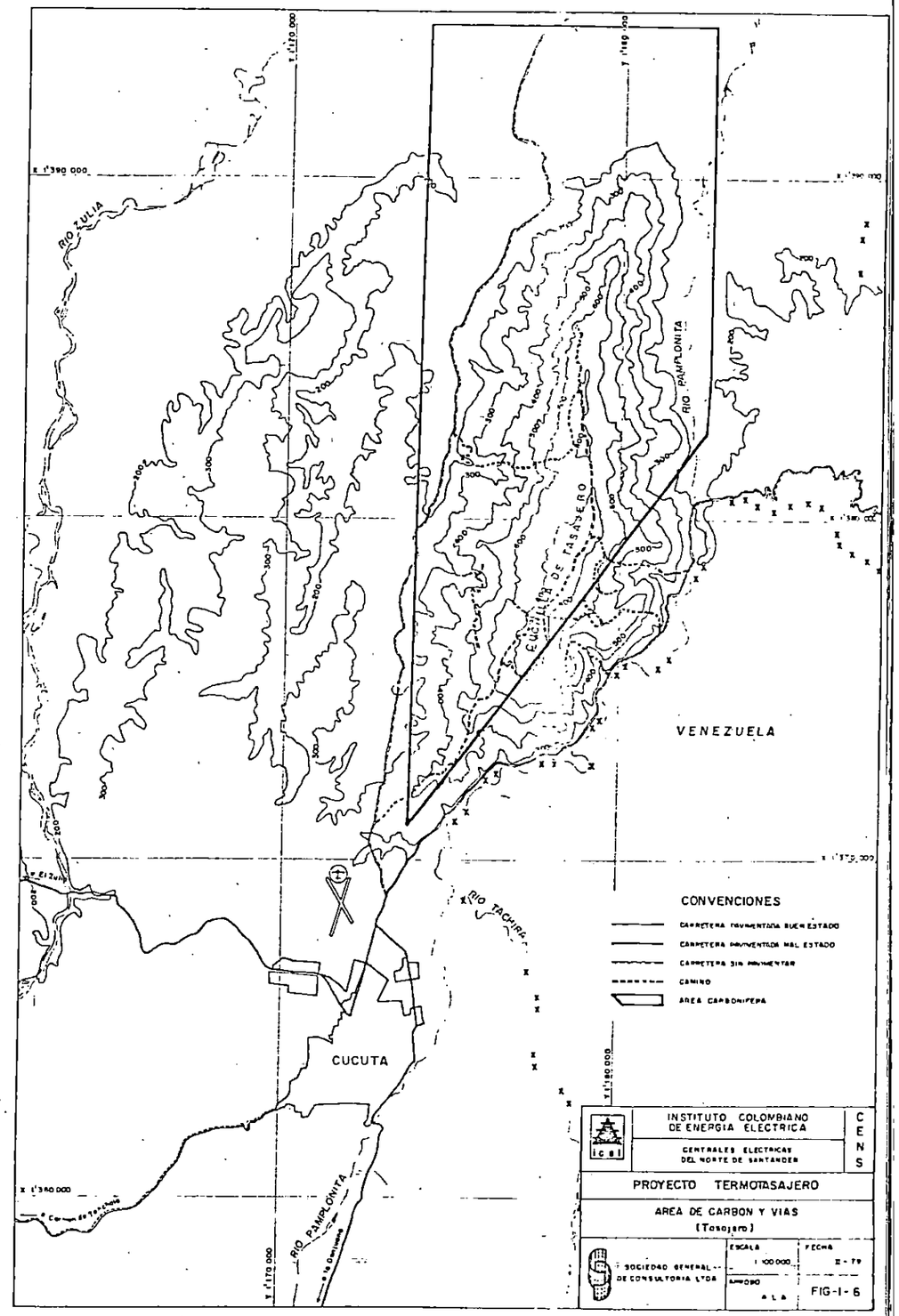
En las figuras I-4, 5 y 6 aparece la ubicación del sitio con respecto a las áreas carboníferas de la región. El sitio es cogido se encuentra localizado aproximadamente en el centro de las cuencas de Tasajero, Zulia y Pamplonita - La - Donjuana.

En particular, el lote seleccionado se encuentra práctica - mente equidistante y colindante con las áreas carboneras de "Alto de los Compadres" y "Morretón" (véase figura I-4) las cuales constituyen las zonas de prioridad para atender las necesidades de combustible de la central.

La localización de las carreteras en el área aparece tam - bién en los planos mencionados y el estado actual de las - principales vías se describe en los cuadros I-2 a I-7.


CONVENCIONES
CARRETERA PAVIMENTADA BUEN ESTADO
CARRETERA PAVIMENTADA MAL ESTADO
CARRETERA SIN PAVIMENTAR
CAMINO
DISTANCIA ENTRE LAS SEÑALES INDICADAS
AREA CARBONIFERA
SITIO DE LA PLANTA
LOS COMPADRES
ALTO
RIO ZULIA
EL ZULIA
CUCUTA
TERMOTASAJERO
MORRETON
RIO ZULIA
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
PROYECTO TERMOTASAJERO
AREAS DE CARBON Y VIAS
(Morretón y Los Compadres)
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA
ESCALA
1:100.000
FECHA
II - 79
APROBO
A L A
FIG-1-4


CHINACOTA
PAMPLONITA
CONVENCIONES
CARRETERA PAVIMENTADA
CARRETERA SIN PAVIMENTAR
AREA CARBONIFERA
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
PROYECTO TERMOTASAJERO
AREAS DE CARBON Y VIAS
(Pamplonita y La Donjuana)
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA
ESCALA
1:100 000
FECHA
APROBO
FIG-I-5


RIO ZULIA
RIO PAMPLONITA
EUCALITO DE TASAJERO
VENEZUELA
RIO TACHIRA
CUCUTA
CONVENCIONES
CARRETERA PAVIMENTADA BUEN ESTADO
CARRETERA PAVIMENTADA MAL ESTADO
CARRETERA SIN PAVIMENTAR
CAMINO
AREA CARBONIFERA
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
PROYECTO TERMOTASAJERO
AREA DE CARBON Y VIAS
(Tasajero)
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA
ESCALA
1:100 000
FECHA
II-79
APROBO
A.L.B.
FIG-I-6

CUADRO No. I-2

Tramo	CUCUTA - CORNEJO
Estado General :	Carretera pavimentada en buen estado
K0 + 000	Glorieta del Terminal de Transporte de Cúcuta
K10 + 000	Puente de concreto, 16.0 metros de largo y 8.7 metros de ancho, en buen estado.
K10 + 500	Puente sobre el río Zulia, metálico, 100.0 metros de largo y 6.0 metros de ancho, en buen estado.
K12 + 200	Entrada a El Zulia
K12 + 800	Salida a El Zulia
K14 + 800	Puente sobre el brazo del río Peralonso, en concreto, 8.6 metros de ancho.
K15 + 200	Puente sobre el río Peralonso, en concreto, 8.6 metros de ancho, dos luces de 19.0 metros.
K16 + 900	Desviación a San Cayetano.
K17 + 900	Entrada a Cornejo
Observaciones :	Hasta el K2+700 la vía tiene dos calzadas de 6.0 metros cada una, con separador; en adelante, 8.0 metros de ancha. Existen bermas en afirmado en un 50% de la longitud de la carretera. Las obras de drenaje están constituidas por tubos metálicos de 0.80 a 1.20 metros de diámetro, pontones de 1.0 a 4.0 metros de luz, box culverts de 2.0 x 2.0 metros y se encuentran en buen estado. El pavimento tiene un espesor promedio de 5 centímetros. Las pendientes son suaves.

CUADRO No. I-8

Tramo	CORNEJO - PUENTE OSPINA (ADYACENTE AL SITIO)
Estado General:	Carretera sin pavimentar en buen estado.
K0 + 000	Salida de Cornejo.
K1 + 000	Desviación a El Zulia
K2 + 000	Fin de la carretera pavimentada, de 5.5 metros de ancho.
K4 + 000	Batea para cruzar la quebrada Tablona, en concreto. Entrada a San Cayetano.
K4 + 400	Salida de San Cayetano.
K8 + 400	Puente sobre el río Zulia, metálico, 4 metros de ancho y 100.0 metros de largo. - Las vigas principales y los tirantes están en buen estado. Presenta corrosión en algunas uniones remachadas y algunos deterioros en la placa de concreto.
Observaciones :	Del K2+000 en adelante la vía tiene un afirmado estable, de ancho variable entre 4.0 y 6.0 metros según el estado de las bermas. Las obras de arte principalmente, pontones de 1.0 a 5.0 metros de luz, y algunos están agrietados. Tiene curvas horizontales con radios mínimos en K1+900, K5+500, K7+100. Las pendientes son suaves. Entre K4+000 y K4+400 el ancho es de 6.0 metros y no se puede ampliar.

CUADRO No. [illegible]

Tramo	PUENTE OSPINA - CARMEN DE TONCHALA - CUCUTA
Estado General :	Carretera sin pavimentar en mal estado.
K 0 + 000	Puente sobre el río Zulia (descrito en el tramo Cornejo - Puente Ospina)
K 2 + 500	Puente en piedra pegada, de 12.0 metros de luz y 6.0 metros de ancho.
K 7 + 000	Puente en concreto de 17.0 metros de largo y 4.0 metros de ancho, con estribos de piedra en mal estado.
K 8 + 100	Entrada a Carmen de Tonchalá
K13 + 000	Puente en concreto de 8.0 metros de luz y 8.0 metros de ancho, con estribo en mal estado.
K14 + 400	Pontón de 5.0 metros de luz y 6.0 metros de ancho con la placa agrietada y hierros a la vista.
K14 + 500	Barrio Belén de Cúcuta
K15 + 600	Inicia vía pavimentada
K17 + 500	Calle 17 con Avenida 4a. de Cúcuta (centro)
Observaciones :	El ancho de la carretera varía entre 4.0 y 5.0 metros hasta Carmen de Tonchalá y entre 5.0 y 6.0 metros desde allí hasta Cúcuta. La sub-base está bien compactada y estable. Las obras de drenaje son tucos de 0.3 a 1.2 metros de diámetro y pontones de 1.0 a 5.0 metros de luz y en algunos sitios son ineficientes : (K0+800 a K1+100, K2+500 y K2+700). Hay radios horizontales mínimos en K1+100, K3+900, K7+500, K9+100, K11+000, K13+100, K13+200, K13+500, K14+000 y K14+400. Las pendientes varían entre 6% y 10% del K13+200 al K14+900; en el resto del tramo son menores del 4%.

CUADRO No. I-5

Tramo :	CUCUTA - LA DONJUANA
Estado General :	Carretera pavimentada en buen estado
K 0 + 000	Puente San Rafael sobre el río Pamplonita, en concreto, 6 metros de ancho, en buen estado.
K15 + 400	Puente en concreto de 15.0 metros de largo y 9.60 metros de ancho en buen estado.
K16 + 900	La Garita. Puente metálico de 25.0 metros de largo y 5.0 metros de ancho en mal estado. Existe una batea para cruzar la quebrada Cascarena.
K25 + 400	Puente metálico de 25.0 metros de largo y 5.0 metros de ancho, con grietas en la placa de piso.
K25 + 700	Entrada a carbonera
K27 + 300	La Donjuana. La vía se divide en dos ramales : uno hacia Pamplona y otro a Chinácota.
K27 + 400	Puente metálico de 35.0 metros de largo y 5.0 metros de ancho, en mal estado.
Observaciones :	En general, el ancho de la corona es de 8.0 metros y el pavimento de 10 centímetros de espesor, en buen estado. Hasta el K22+000 es plana y recta, con bermas en afirmado de ancho variable; en adelante, las pendientes llegan hasta 6%, tiene radios horizontales reducidos y no hay bermas. Las obras de drenaje son pontones de 1.0 a 5.0 metros, tuberías de 0.90 metros de diámetro y box-culverts de 1 x 1 metros y 2 x 2 metros, todas en buen estado. La vía tiene un tráfico denso.

CUADRO No. I-6

Tramo :	EL ZULIA - REPRESA DEL INCORA - DESVIACION SARDINATA Y TIBU
Estado General :	Carretera pavimentada en buen estado
K 0 + 000	El Zulia
K 2 + 000	Puente sobre la quebrada Alejandra, en concreto, 8.00 metros de largo y 6.00 metros de ancho en buen estado.
K 6 + 000	Puente sobre la quebrada Colorada, en concreto, 8.0 metros de largo y 6.50 metros de ancho en buen estado.
K 9 + 000	Puente sobre quebrada La Victoria, en concreto, dos luces de 15.0 metros cada una y 6.50 metros de ancho en buen estado.
K16 + 000	Puente de 50.0 metros de largo, una luz, tres vigas longitudinales metálicas y placa de concreto en buen estado.
K18 + 000	Desviación a la represa
K26 + 000	Dos ramales : uno hacia Sardinata y otro a Tibú
Observaciones :	La vía tiene una calzada de 6.50 metros en promedio, con pavimento en buen estado. Las bermas, en su mayor parte, están cubiertas por la vegetación. Las pendientes son suaves y tiene buen drenaje.

CUADRO No. I-7

Tramo :	CUCUTA - CERRO TASAJERO
Estado General :	Carretera pavimentada en mal estado.
K 0 + 000	Glorieta del Terminal de Transporte de Cúcuta
K 4 + 100	Glorieta de la Avenida Libertadores
K 7 + 500	Puente en concreto de 7.0 metros de largo y 10.0 de ancho
K10 + 000	Desviación al Cerro Tasajero
K13 + 800	Fin del recorrido.
Observaciones :	Hasta el K4+100 la vía es de 4 calzadas, 8 carriles, en buen estado. En adelante, la corona tiene 8.0 metros pero los derrumbes sobre el lado izquierdo de la vía han disminuido este ancho, en un 60% del recorrido. El pavimento es de 5 centímetros de espesor y presenta parches, deformaciones grandes y erosión (K6+600, K8+700, K9+500, K12+000). Las pendientes son suaves.

2.4. TOPOGRAFIA DEL AREA Y CONDICIONES DEL SUBSUELO.

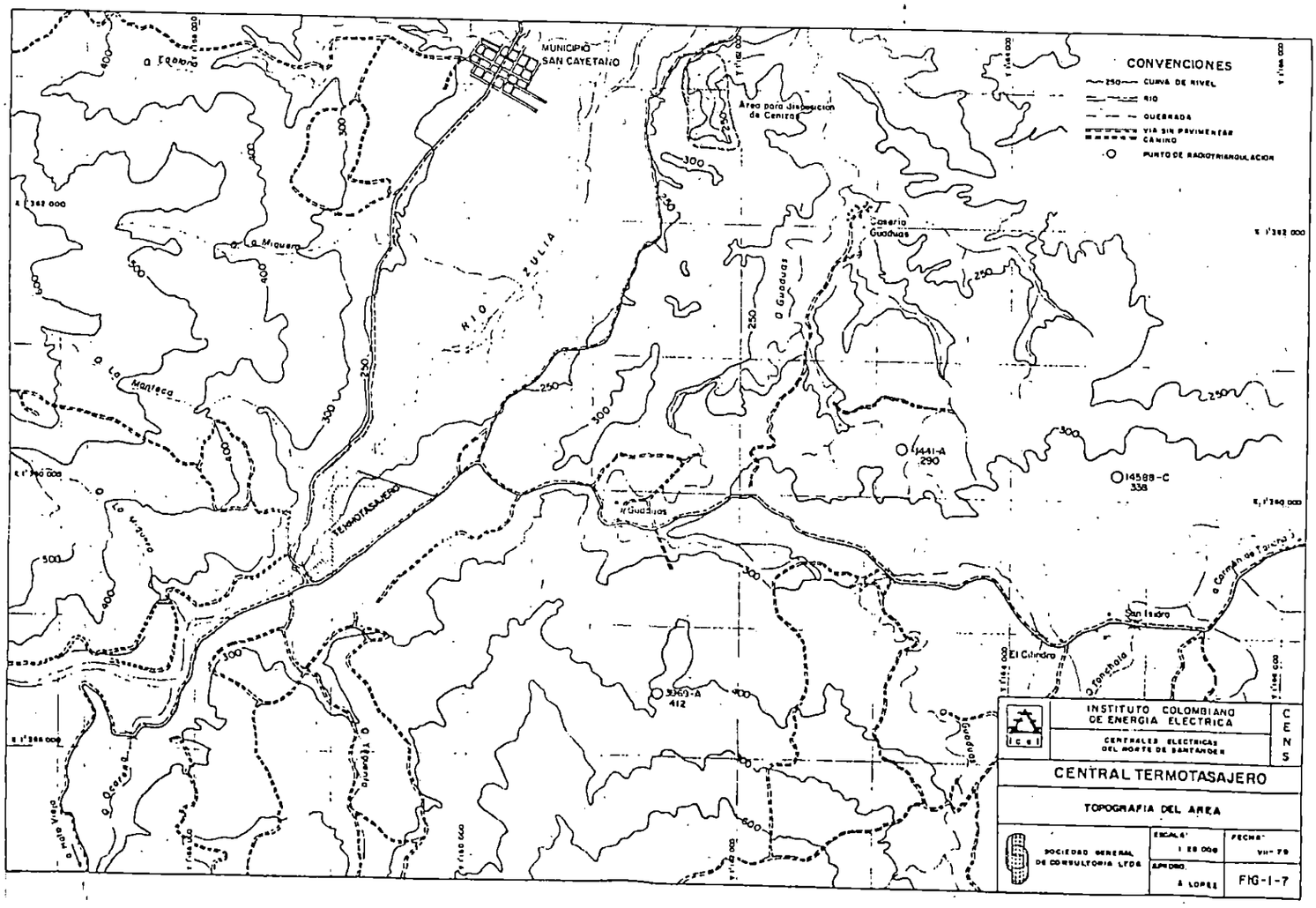
La topografía general del área del proyecto aparece en la figura I-7, en el cual se muestra la ubicación del lote de la central y de los posibles sitios para la disposición de las cenizas.

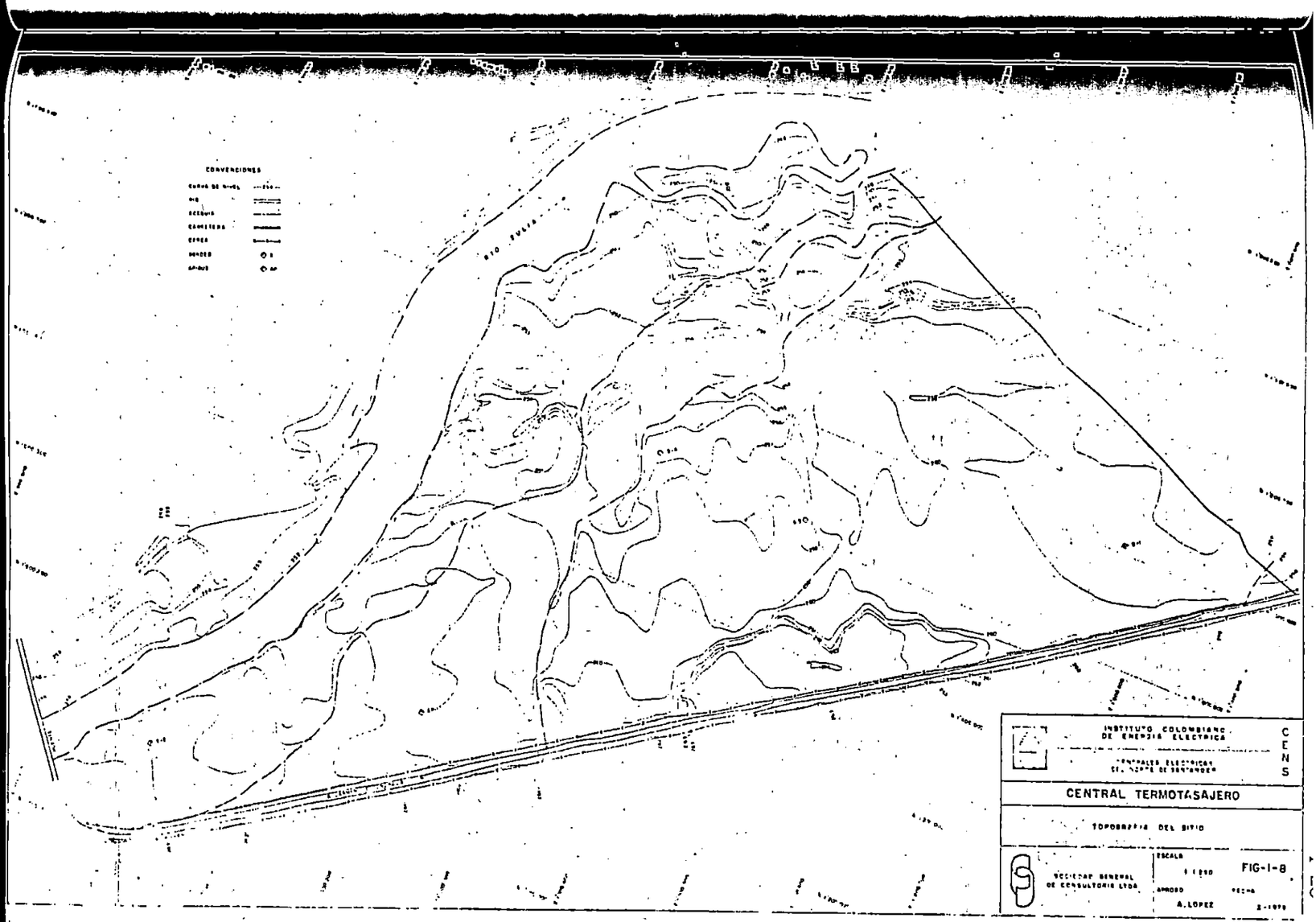
2.4.1 Topografía del lote

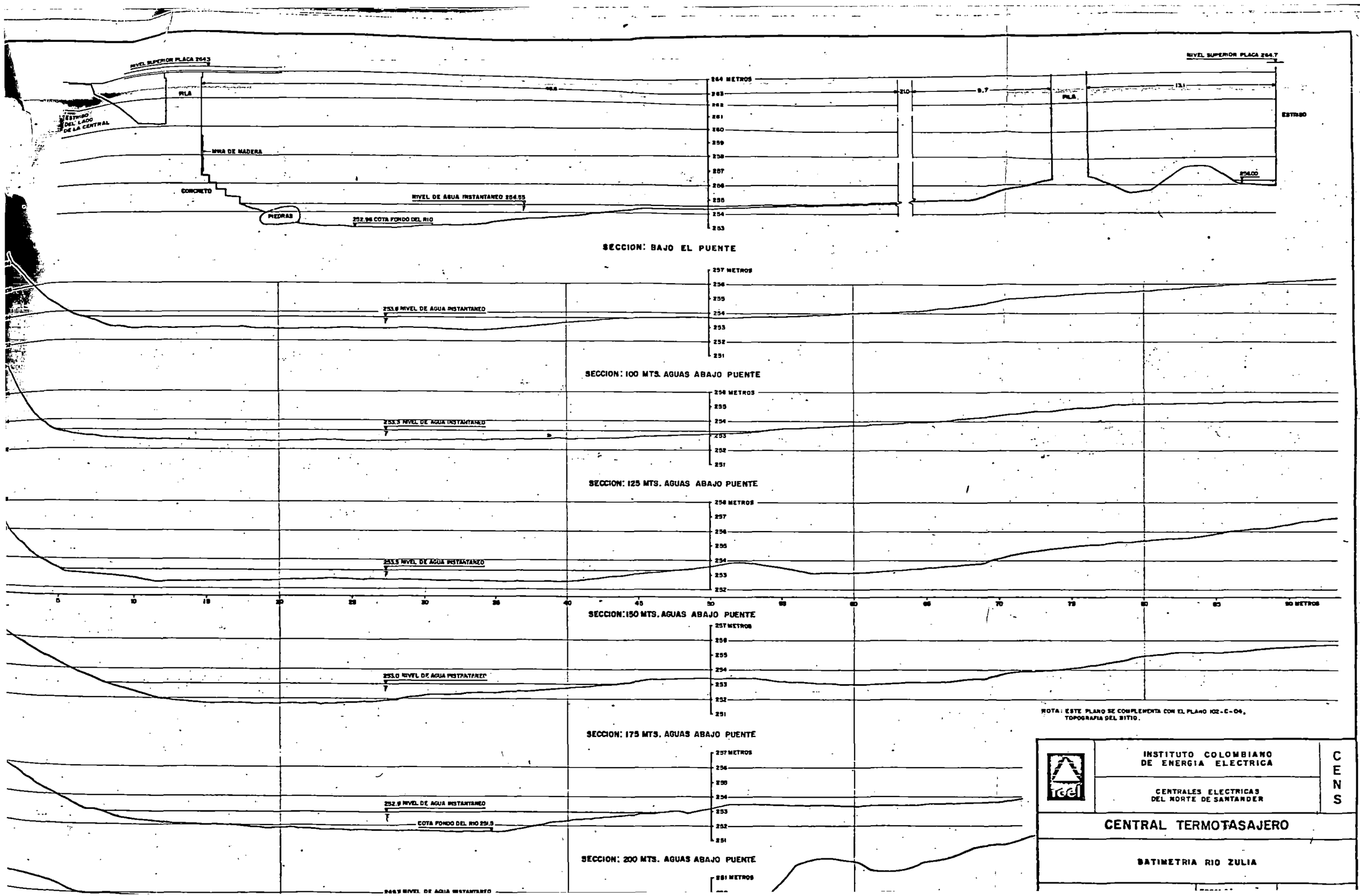
La topografía detallada del lote de la central y la batimetría del río Zulia se muestran en las figuras I-8 y I-9; la superficie del terreno es generalmente plana pero la altura del terreno en relación al nivel del río Zulia es variable, ya que en el extremo Sur-Occidental adyacente al puente Ospina es de cerca de 8 metros y va decreciendo hacia el Norte y Nor-Este.

La ribera del río es prácticamente vertical en la zona adyacente al puente. En ese sitio se observan afloramientos de arenisca.

Sobre la superficie del terreno se encuentran algu-


CONVENCIONES
250 CURVA DE NIVEL
RIO
QUEBRADA
VIA SIN PAVIMENTAR
CAMINO
PUNTO DE RADIOTRIANGULACION
MUNICIPIO SAN CAYETANO
Area para Disposicion de Cenizas
Caseria Guaduas
RIO ZULIA
Q. Guaduas
Q. Tranaria
Q. La Manteca
Q. La Miquera
Q. Tranaria
Q. Carrizal
Q. Carmen de Tarucha
San Isidro
El Cilindro
Q. Zonzola
Q. Cogollos
TERMOTASAJERO
14588-C
338
14441-A
290
3459-A
412
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
TOPOGRAFIA DEL AREA
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA
ESCALA: 1:25 000
FECHA: VII-79
APROBO: A. LOPEZ
FIG-I-7


CONVENCIONES
RIO SUCRE
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
TOPOGRAFIA DEL SITIO
SOCIETAP GENERAL DE CONSULTORIA LTDA.
ESCALA
1:1000
FIG-I-8
APROBO
A. LOPEZ
FECHA
2-1979


NIVEL SUPERIOR PLACA 264.3
PILA
ESTRIBO DEL LADO DE LA CENTRAL
MURA DE MADERA
CONCRETO
PIEDRAS
NIVEL DE AGUA INSTANTANEO 254.55
252.96 COTA FONDO DEL RIO
264 METROS
263
262
261
260
259
258
257
256
255
254
253
21.0
9.7
PILA
13.1
NIVEL SUPERIOR PLACA 264.7
ESTRIBO
254.00
SECCION: BAJO EL PUENTE
257 METROS
253.8 NIVEL DE AGUA INSTANTANEO
SECCION: 100 MTS. AGUAS ABAJO PUENTE
258 METROS
253.3 NIVEL DE AGUA INSTANTANEO
SECCION: 125 MTS. AGUAS ABAJO PUENTE
258 METROS
253.5 NIVEL DE AGUA INSTANTANEO
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90 METROS
SECCION: 150 MTS. AGUAS ABAJO PUENTE
257 METROS
253.0 NIVEL DE AGUA INSTANTANEO
SECCION: 175 MTS. AGUAS ABAJO PUENTE
257 METROS
252.9 NIVEL DE AGUA INSTANTANEO
COTA FONDO DEL RIO 251.5
SECCION: 200 MTS. AGUAS ABAJO PUENTE
261 METROS
NOTA: ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL PLANO K02-C-04, TOPOGRAFIA DEL SITIO.
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
BATIMETRIA RIO ZULIA

nos grandes cantos y piedras. En general, existe vegetación de pastos y algunos árboles. Aparentemente el lote se ha usado anteriormente para cultivos y aún existen acequias que atraviesan el lote en varios sentidos.

Al ejecutarse los sondeos se observaron señas de recientes cultivos de arroz en el costado Nor-Oriental.

2.4.2 Condiciones del subsuelo

Las condiciones del subsuelo se establecieron mediante los sondeos en el sitio que se referencian en la figura I-10, identificándose las características generales que se detallan a continuación :

Estrato Superficial

El estrato más superficial está formado por arcillas y limos de baja plasticidad y tiene un espesor aproximado de 1.5 metros.

La humedad de las muestras varió entre 16.5 y

17.5 %. El índice de plasticidad de 22 a 28. Este suelo se clasifica dentro del grupo CL del sistema U.S.C.

Estrato 2

Aluvión Igneo. Este estrato, formado por grandes cantos de tamaño hasta de 2.0 metros de diámetro y gravas gruesas en matriz limoarcillosa, se encontró en todos los sondeos y tiene un espesor entre 8 y 15 metros.

Los cantos y gravas de gran dureza se encuentran en una matriz limoarenosa de alta consistencia. En algunos casos se detectan lentes delgados de arena fina.

Este aluvión se encuentra depositado sobre una delgada capa (0.50 m) de limo arenoso, que generalmente aparece sobre la roca que forma el estrato 3.

Estrato 3

El estrato 3, que se cree es general a todo el lote,

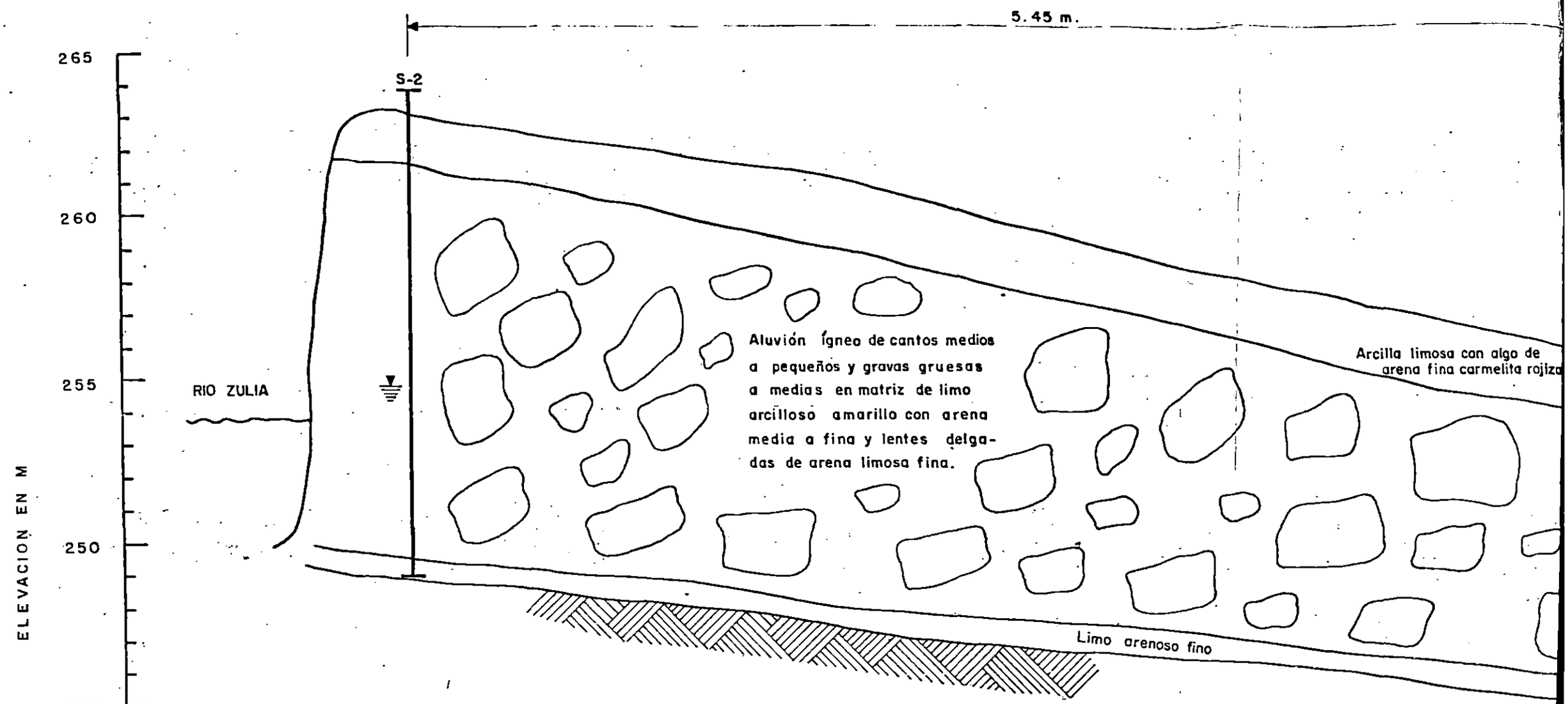
está formado por arcillolita moderadamente dura, gris a roja.

Al hacer las perforaciones se obtuvieron recobros bajos.

Nivel Freático

El nivel freático se estabilizó en el sondeo S-2 a una profundidad de 7.0 metros, la cual está ligeramente por encima del nivel del río.

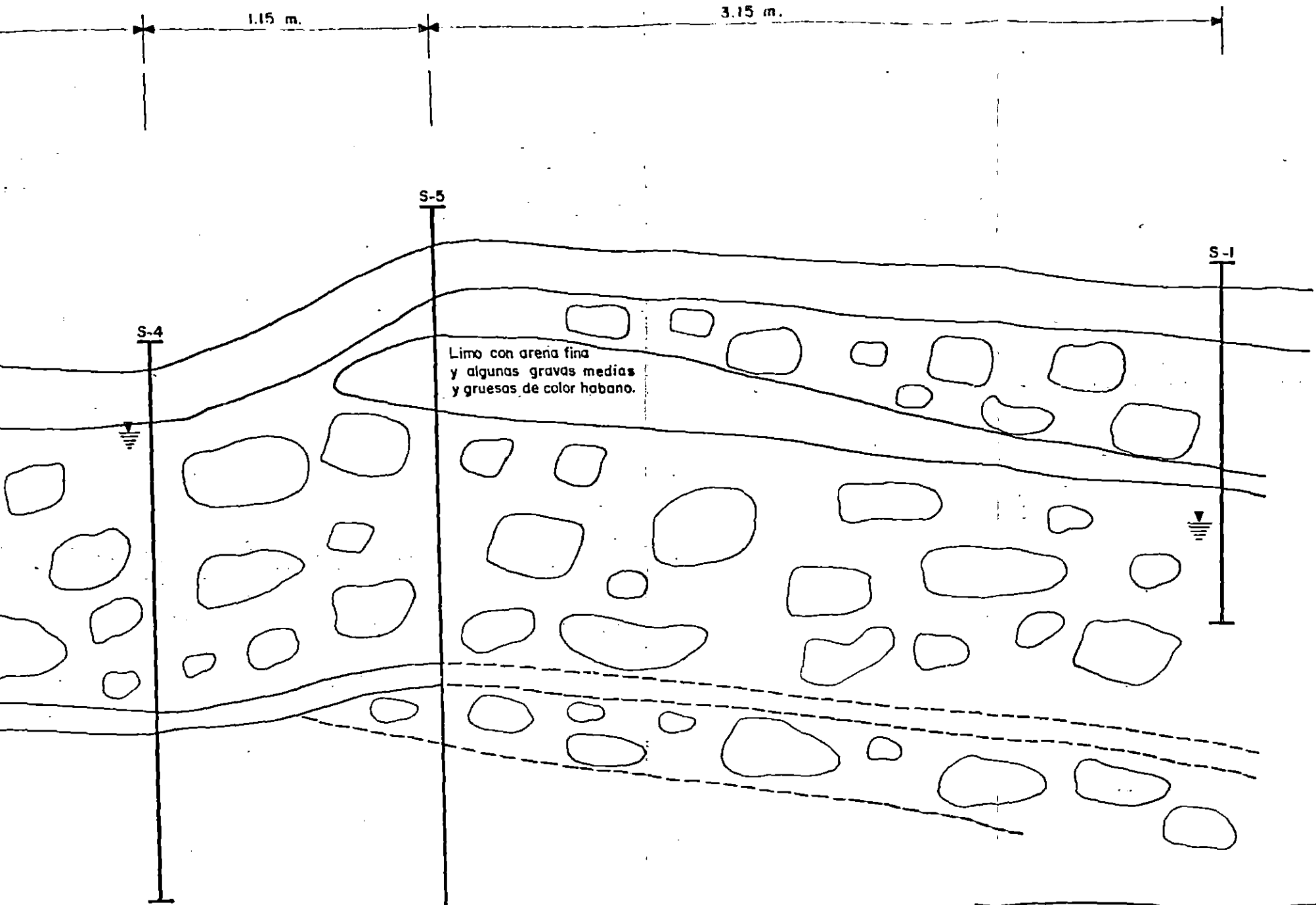
Estos resultados se esquematizan en la figura I-11.



NOTAS :

1- Los estratos mostrados corresponden a la extrapolación de los suelos encontrados al hacer las perforaciones S-1 S-2 S-4 S-5, cuyos registros se incluyen en el anexo I del Volumen V .

Nivel freático.



icel	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	C E N S
	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER	
CENTRAL TERMOTASAJERO		
PERFIL ESTRATIGRAFICO		
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA.	ESCALA: H: 1:2000 V: 1:50	FECHA: VI - 79
	APROBO: A.L.A DISEÑO G.C y A.	FIG-I-II

3. CARACTERISTICAS BASICAS DE LA CENTRAL TERMICA

3.1 ESQUEMA GENERAL

3.1.1 Para dos unidades de 66 MW

Con este arreglo, la Central constaría de dos unidades turbogeneradoras a vapor de 66 magavatios nominales completas, con sus respectivas calderas, equipos e instalaciones auxiliares, de la subestación de la planta y de las líneas de alta tensión de conexión al sistema, y de todas las obras necesarias para alojar los equipos e instalaciones de la planta y proveer de facilidades al sitio de la Central. El esquema general de la planta se presenta en la figura I-12.

Cada unidad turbogeneradora constará de una turbina de vapor directamente acoplada a su alternador respectivo, la cual descargará a un condensador de superficie refrigerado por agua tomada del río Zulia.

Las turbinas serán de un solo cuerpo y un solo flujo, operarán a 3.600 RPM y estarán dotadas con sistemas completos para lubricación, supervisión y control.

Los alternadores serán sincrónicos, para 3.600 RPM, 13.8 kV, 0.85 factor de potencia, trifásicos, con capacidad para producir 66.000 KW netos en bornes de alta tensión de los transformadores principales, serán refrigerados por hidrógeno a 2.1 kg/cm^2 y contarán con equipos completos de aceite de sello y de suministro y manejo de hidrógeno y CO_2.

Los circuitos de condensado y de agua de alimentación de cada unidad incluirán dos bombas de condensado de plena capacidad, dos calentadores de baja presión, un desaereador y tanque de alimentación, tres bombas de agua de alimentación de caldera, y dos calentadores de alta presión. Alternativamente, estos circuitos podrán incluir tres calentadores de baja presión y uno de alta presión.

Cada unidad incluirá un sistema para enviar el va-

por de la caldera directamente al condensador principal de la unidad, el cual operará durante el arranque de la unidad y en casos de pérdida brusca de carga y disparo eléctrico del turbogrupo, para acortar y facilitar el arranque en el primer caso y mantener en servicio la caldera en el segundo caso.

Las calderas, una por unidad, serán de tipo suspendido, de paredes de tubos de agua, de dos tambores, economizador integral y sobrecalentadores verticales colgantes. Serán de tiro balanceado, se diseñarán para combustión de carbón pulverizado, empleando Fuel Oil No.6 o crudo reducido como combustible de soporte a baja carga, y Fuel Oil No.2 como combustible de encendido. Cada caldera estará provista de dos ventiladores de tiro forzado, dos precalentadores de aire a vapor a la descarga de estos, un calentador de aire rotativo, un precipitador electrostático y dos ventiladores de tiro inducido. El carbón triturado para cada caldera se almacenará en 4 tolvas elevadas, una para cada molino, con capacidad para 24 horas de operación de la caldera a

plena carga, y desde las cuales se alimentará el carbón, a través de alimentadores de tipo gravimétrico, hasta 4 molinos pulverizadores verticales de pista y bolas.

Cada caldera tendrá cuatro filas de 3 quemadores, cada fila alimentada por un molino, de tal forma que se logre la máxima carga de la caldera con cualesquiera tres filas de quemadores en operación.

La chimenea será de 90 metros de altura y en concreto reforzado, común a ambas unidades y revestida interiormente con ladrillo refractario. Como alternativa se especificará chimenea metálica.

Las cenizas pesadas del fondo del hogar de la caldera serán recogidas por una cadena de barras de arrastre y transportadas por un sistema de bandas hasta un silo de concreto.

La ceniza volante se recolectará en tolvas de la parte baja de la caldera, del precipitador electrostático, del precalentador de aire y de los ductos de ga

ses. Las tolvas tendrán capacidad para almacenar la ceniza recolectada en cada sitio durante 12 horas de operación de la caldera a máxima carga, y se desocuparán por medio de un sistema neumático presurizado que envíe la ceniza removida hacia un silo de almacenamiento. Las cenizas se humedecerán a la salida de los silos para su transporte en volqueta, junto con las cenizas pesadas, hasta el lote de disposición de las cenizas.

El sistema de agua de enfriamiento para el condensador de cada unidad constará de dos instalaciones independientes : la primera, una estructura de toma de agua construida sobre la margen derecha del río Zulia en la cual se instalarán, después de una reja fija provista de sus rastrillos de limpieza, las bombas de tipo tornillo para toma de agua, las cuales elevarán el agua desde el nivel del río hasta entregarla a un desarenador de doble flujo construido a un nivel ligeramente superior a la cota + 0.0 metros de la central. A la salida del desarenador el agua se conducirá por una tubería enterrada de concreto

reforzada con alma de acero, hasta la segunda instalación que consistirá de una estructura de concreto y a la intemperie, localizada al Sur y cerca de la casa de máquinas, para alojar las tres bombas de agua de circulación de las unidades, los tamices rotatorios anteriores a las mismas, además de las bombas de lavado de estas, del sistema contraincendio y de agua cruda para la planta de tratamiento. Las bombas de circulación serán verticales y de flujo mixto, una en reserva, enviarán el agua de enfriamiento a los condensadores por tuberías metálicas independientes, la cual, a la salida de estos se descargará al río Zulia a través de una tubería común de salida, un rebosadero sumergido y un canal abierto.

Cada condensador contará con un sistema automático para limpiar continuamente los tubos del mismo, estando la unidad bajo carga, por medio de bolas de espuma de caucho que se inyectan a la entrada de agua de circulación al condensador, pasan a través de los tubos y se recolectan a la salida del con

densador para repetir sucesivamente el ciclo de limpieza.

Un sistema abierto de enfriamiento secundarios tomará agua de circulación de la entrada a los condensadores y, directamente o a través de bombas elevadoras de presión, refrigerará los fluídos, tales como hidrógeno, aceite, aire o agua, de enfriamiento del equipo mayor de cada unidad.

Un circuito cerrado de enfriamiento con agua desmineralizada refrigerará los cojinetes y pequeños enfriadores del equipo rotatorio de la Planta. El agua del circuito cerrado se enfriará con agua del circuito abierto de enfriamiento secundario, mediante tres intercambiadores de calor de casco y tubos.

El carbón que llega de la mina a la planta en camión se descargará y apilará en un patio abierto rectangular con capacidad para almacenar el carbón que se consumiría en 90 días de operación a plena carga de las dos unidades. Dos bulldozers de llantas conformarán la pila y volcarán el carbón de la misma sobre

las tolvas de alimentación de las bandas transportadoras que conducen el carbón a los trituradores. A la descarga de estos el carbón se conducirá por medio de bandas transportadoras hasta las tolvas elevadas de almacenamiento localizadas en el área de las calderas, las cuales alimentan los molinos de carbón pulverizado para los quemadores.

El Fuel Oil No.6 o crudo reducido que llega a la planta en carrotanques se almacenará en un tanque metálico con capacidad para 3.000 m^3, del cual se bombeará por tuberías a un tanque diario de 250 m^3, localizado cerca de las calderas y del cual tomarán el combustible las bombas de los quemadores de las calderas.

Se contará, además, con un tanque de almacenamiento de 250 m^3 de Fuel Oil No.2, utilizado para el encendido de las calderas.

La central contará con una planta de tratamiento de agua, de desmineralización total, de tres trenes, para la reposición de agua al ciclo térmico de las

unidades, así como de un sistema de aire comprimido y de protección contra incendios. Una planta de hidrógeno, con capacidad para 6 m^3/hora repondrá el hidrógeno consumido por el sistema de enfriamiento de los generadores.

En el área de calderas se instalará un ascensor común de pasajeros con capacidad para 1.000 kg, el cual servirá todos los niveles de operación de las mismas.

La planta contará con un laboratorio químico, un laboratorio de control e instrumentación, un taller completo de mantenimiento, un almacén de repuestos y un edificio de administración, provistos todos ellos de sistemas de aire acondicionado y de ventilación mecánica.

En la casa de máquinas se instalarán los turbogrupos con sus condensadores y equipo auxiliar, los desaireadores y tanques de agua de alimentación, los calentadores de baja y alta presión del condensado y agua de alimentación, las bombas de conden

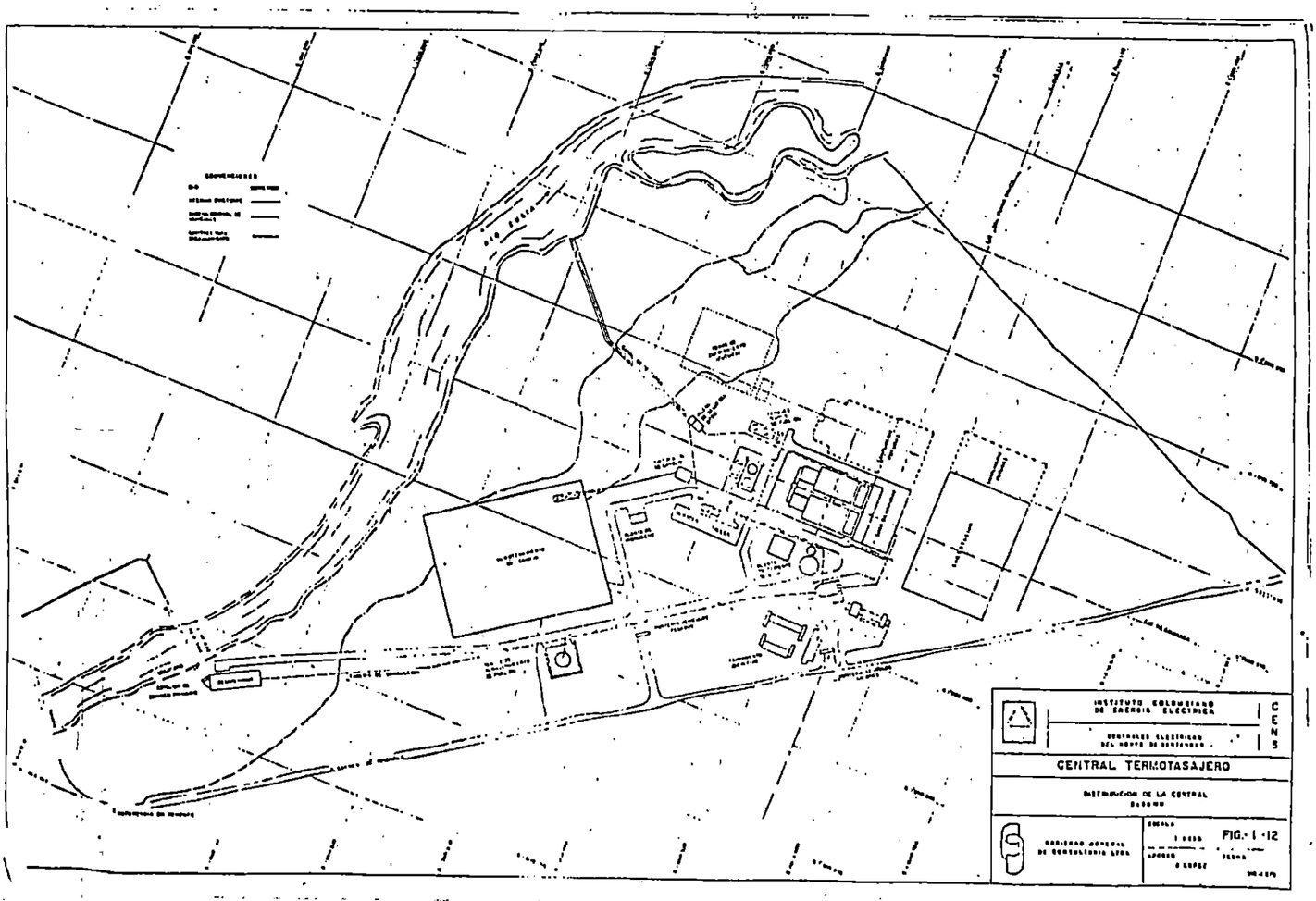
sado y de agua de alimentación de caldera, la sala de mando y los laboratorios. Se empleará un puente grúa de 60/15 toneladas de capacidad para mantenimiento de los turbogrupos, de las bombas de alimentación y demás equipo auxiliar.

Cada unidad turbogeneradora entregará por ductos aislados de barras, a través de un interruptor trifásico operado por aire, a un transformador principal 13.8/220 kV, de 78 MVA de capacidad. Para el consumo propio de auxiliares eléctricos de cada unidad están provistos un transformador de 13.8/6.9 kV de 16/20 MVA y dos transformadores de 2.5 MVA de 6.900/460-265 V, un generador Diesel de 400 KVA, dos grupos convertidores DC-AC, bancos de baterías para cada unidad, con sus respectivos cargadores, para alimentar los auxiliares esenciales de corriente contínua de la planta y el sistema de control, etc. Se incluirán en este suministro todos los tableros de distribución, cables y bandejas, así como el sistema de medición, control, mando y protección asociado con cada sistema y equipo.

Se incluirán en el suministro de la planta todos los sistemas y equipos de señalización, alarma, medición, control, enclavamiento y seguros necesarios para la supervisión completa, segura y rápida de todos los sistemas y equipos de la planta.

La subestación de la planta tendrá la configuración "Barraje principal (seccionado)- Barraje de Transferencia y contará con sus correspondientes entradas para los dos transformadores principales y tres salidas hacia el sistema. El voltaje de transmisión será a 220 kV.

La Central incluirá todas las instalaciones que permitan su adecuada operación, tales como edificios de administración, campamento para el personal de operación, taller y almacén; iluminación de todas las instalaciones, patios, vías de acceso e internas, etc; cerramiento perimetral, vías pavimentadas y andenes de concreto; alcantarillados de aguas lluvias, aguas negras e industriales y demás obras de infraestructura, acabado y paisajismo.


INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
DISTRIBUCION DE LA CENTRAL
FIG.- I-12

3.1.2 Para una unidad de 150 MW

Con este arreglo, la Central constaría de una unidad turbogeneradora a vapor de 150 megavatios nominales completa, con su respectiva caldera y sus respectivos equipos e instalaciones auxiliares, de la subestación de la planta y de las líneas de alta tensión de conexión al sistema y de todas las obras necesarias para alojar los equipos e instalaciones de la planta y proveer de facilidades al sitio de la Central. El esquema general de la planta se presenta en la figura I-13.

La unidad turbogeneradora constará de una turbina de vapor directamente acoplada a un alternador, la cual descargará a un condensador de superficie refrigerado por agua tomada del río Zulia.

La turbina será de dos o tres cuerpos en tandem, con una sección de alta presión seguida de un recalentamiento del vapor en la caldera, una sección de presión intermedia tras el recalentamiento y una sección de baja presión arreglada en forma de dos

flujos de dirección opuesta, descargando a un con - densador de superficie. La turbina operará a 3.600 RPM y estará dotada con sistemas completos para lubricación, supervisión y control.

El alternador será sincrónico, para 3.600 RPM, - 20 kV, 0.85 factor de potencia, trifásico, con capa cidad para producir 150.000 KW netos en bornes - de alta tensión del transformador principal, será - refrigerado por hidrógeno a 3.12 kg/cm^2 y contará con equipos completos de aceite de sello y de suministro y manejo de hidrógeno y CO_2.

El circuito de condensado y de agua de alimentación de la unidad incluirá dos bombas de condensado de plena capacidad, tres calentadores de baja presión, un desaireador y tanque de alimentación, tres bombas de agua de alimentación de caldera, de veloci - dad variable y dos calentadores de alta presión.

La unidad incluirá un sistema para enviar el vapor sobrecalentado de la caldera directamente a la tubería que conduce vapor para ser recalentado en la -

caldera, y enviar el vapor recalentado de la salida del recalentador directamente al condensador principal de la unidad; este sistema operará durante el arranque de la unidad y en casos de pérdida brusca de carga y disparo eléctrico del turbogrupo, para acortar y facilitar el arranque en el primer caso y mantener en servicio la caldera en el segundo caso.

La caldera será de tipo suspendido, de paredes de tubos de agua, de un tambor, economizador horizontal con sobrecalentador y recalentador verticales colgantes. Será de tiro balanceado, se diseñarán para combustión de carbón pulverizado, empleando Fuel Oil No.6 como combustible de soporte a baja carga, y Fuel Oil No.2 como combustible de encendido. La caldera estará provista de dos ventiladores de tiro forzado, dos precalentadores de aire a vapor a la descarga de estos, dos calentadores de aire rotativos, dos precipitadores electrostáticos y dos ventiladores de tiro inducido arreglados para formar dos corrientes paralelas aire y gases. El carbón triturado se almacenará en 4 tolvas elevadas,

una para cada molino, con capacidad para 16 horas de operación de la caldera a plena carga, y desde las cuales se alimentará el carbón, a través de alimentadores de tipo gravimétrico, hasta 4 molinos pulverizadores verticales de pista y bolas.

Cada caldera tendrá cuatro filas de 3 quemadores, cada fila alimentada por un molino, de tal forma que se logre la máxima carga de la caldera con cualesquiera tres filas de quemadores en operación.

La chimenea será de 90 metros de altura y en concreto reforzado, común a ambos flujos de gases de la unidad y revestida interiormente con ladrillo refractario. Como alternativa se especificará chimenea metálica.

Las cenizas pesadas del fondo del hogar de la caldera serán recogidas por una cadena de cuchillas de arrastre y transportadas por un sistema de bandas hasta de un silo de concreto.

La ceniza volante se recolectará en tolvas de la par

te baja de la caldera, de los precipitadores electrostáticos, de los precalentadores de aire y de los ductos de gases. Las tolvas tendrán capacidad para almacenar la ceniza recolectada en cada sitio durante 12 horas de operación de la caldera a máxima carga, y se desocuparán por medio de un sistema neumático presurizado que envíe la ceniza removida hacia un silo de almacenamiento. Las cenizas se humedecerán a la salida de los silos para su transporte en volqueta, junto con las cenizas pesadas, hasta el lote de disposición de las cenizas.

El sistema de agua de enfriamiento para el condensador de la unidad constará de dos instalaciones independientes : la primera, una estructura de toma de agua construida sobre la margen derecha del rio Zulia en la cual se instalarán, después de una reja fija provista de sus rastrillos de limpieza, tres bombas de tipo tornillo para toma de agua, las cuales elevarán el agua desde el nivel del río hasta entregarla a un desarenador de doble flujo construido a un nivel ligeramente superior a la cota +0.0 me-

tros de la Central. A la salida del desarenador el agua se conducirá por una tubería enterrada de concreto reforzada con alma de acero, hasta la segunda instalación que consistirá de una estructura de concreto y a la intemperie, localizada al sur y cerca de la casa de máquinas, para alojar las tres bombas de agua de circulación de la unidad, los tamices rotatorios anteriores a las mismas, además de las bombas de lavado de estas, del sistema contra incendio y de agua cruda para la planta de tratamiento. Las bombas de circulación serán verticales y de flujo mixto, dos operarán normalmente en paralelo quedando una en reserva, enviarán el agua de enfriamiento al condensador por medio de una tubería metálica y a la salida de éste se descargará al río Zulia a través de una tubería común de salida, un rebosadero sumergido y un canal abierto.

El condensador contará con un sistema automático para limpiar continuamente los tubos del mismo, estando la unidad bajo carga, por medio de bolas de espuma de caucho que se inyectan a la entrada de

agua de circulación al condensador, pasan a través de los tubos y se recolectan a la salida del condensador para repetir sucesivamente el ciclo de limpieza.

Un sistema abierto de enfriamiento secundario tomará agua de circulación de la entrada al condensador y, directamente o a través de bombas elevadoras de presión, refrigerará los fluidos, tales como hidrógeno, aceite, aire o agua, de enfriamiento del equipo mayor de cada unidad.

Un circuito cerrado de enfriamiento con agua desmineralizada refrigerará los cojinetes y pequeños enfriadores del equipo rotatorio de la Planta. El agua del circuito cerrado se enfriará con agua del circuito abierto de enfriamiento secundario, mediante dos intercambiadores de calor de casco y tubos.

El carbón que llega de la mina a la planta en camión se descargará y apilará en un patio abierto rectangular con capacidad para almacenar el carbón que se consumiría en 90 días de operación a plena carga de las dos unidades. Dos bulldozer de llantas -

formarán la pila y volcarán el carbón de la misma sobre las tolvas de alimentación de las bandas transporadoras que conducen el carbón a los trituradores. A la descarga de estos el carbón se conducirá por medio de bandas transportadoras hasta las tolvas elevadas de almacenamiento localizadas en el área de las calderas, las cuales alimentan los molinos de carbón pulverizado para los quemadores.

El Fuel Oil No.6 o crudo reducido que llega a la planta en carrotanques se almacenará en un tanque metálico con capacidad para 3.000 m^3, del cual se bombeará por tuberías a un tanque diario de 250 m^3, localizado cerca de las calderas y del cual tomarán el combustible las bombas de los quemadores de las calderas.

Se contará, además, con un tanque de almacenamiento de 250 m^3 de Fuel Oil No.2, utilizado para el encendido de las calderas.

La Central contará con una planta de tratamiento de agua, de desmineralización total, de tres trenes,

para la reposición de agua al ciclo térmico de las - unidades, así como de un sistema de aire comprimido y de protección contra incendios. Una planta de hidrógeno, con capacidad para 3 m^3/hora repondrá el hidrógeno consumido por el sistema de enfriamiento del generador.

En el área de calderas se instalará un ascensor común de pasajeros con capacidad para 1.000 kg, el - cual servirá todos los niveles de operación de las - mismas.

La planta contará con un laboratorio químico, un laboratorio de control e instrumentación, taller completo de mantenimiento, un almacén de repuestos y un edificio de administración, provistos todos ellos de sistemas de aire acondicionado y de ventilación mecánica.

En la casa de máquinas se instalarán los turbogrupos con sus condensadores y equipo auxiliar, los - desaireadores y tanques de agua de alimentación, - los calentadores de baja y alta presión del condensa

do y agua de alimentación, las bombas de condensado y de agua de alimentación de caldera, la sala de mando y los laboratorios. Se empleará un puente grúa de 60/15 toneladas de capacidad para mantenimiento de los turbogrupos, de las bombas de alimentación y demás equipo auxiliar.

La unidad turbogeneradora entregará por ductos aislados de barras, trifásico operado por aire, a un banco de transformadores monofásicos principales 20.0/230 kV, de 67 MVA de capacidad cada uno. Para el consumo propio de auxiliares eléctricos de cada unidad están previstos un transformador de 20.0/6.9/6.9 kV de 17 MVA y cuatro transformadores auxiliares de 1.6 MVA cada uno de 6.900/460-265 V, un generador Diesel de 800 KVA, bancos de baterías para la unidad, con su respectivo cargador para alimentar los auxiliares esenciales de corriente contínua de la planta, etc, y una batería de control con su respectivo cargador para el sistema de control de la unidad. Se incluirá además un transformador de arranque de 32 MVA/22/10 MVA, 230/

6.9/34.5 kV, para alimentar el consumo de los auxiliares de la planta durante arranques y en caso de falla del transformador auxiliar de la unidad; este transformador se empleará además para alimentar una línea a 34.5 kV para suministro de energía a consumos mineros y rurales cercanos a la planta. Se incluirán en este suministro todos los tableros de distribución, cables y bandejas, así como el sistema de medición, control, mando y protección asociado con cada sistema y equipo.

Se incluirán en el suministro de la planta todos los sistemas y equipos de señalización, alarma, medición, control, enclavamiento y seguros necesarios para la supervisión completa, segura y rápida de todos los sitemas y equipos de la planta.

Se ha previsto una derivación de las barras aisladas principales hacia una bobina de reactancia de 20 kV, 500 Amp, reactancia 4% que servirá para bajar la potencia de corto-circuito de barras a 350 MVA. Esta bobina será conectada mediante cable a

un interruptor de potencia de 20 kV, 630 Amp, 500 MVA de ruptura y luego éste sera conectado al transformador auxiliar de la unidad.

La subestación de la planta tendrá la configuración "interruptor y medio" y contará con sus correspondientes entradas para el banco de transformadores monofásicos principal, el transformador de arranque y tres salidas hacia el sistema. El voltaje de transmisión será a 230 kV.

La Central incluirá todas las instalaciones que permitan su adecuada operación, tales como edificios de administración, campamentos para el personal de operación, taller y almacén; iluminación de todas las instalaciones, patios, vías de acceso e internas, etc; cerramiento perimetral, vías pavimentadas y andenes de concreto; alcantarillados de aguas lluvias, aguas negras e industriales y demás obras de infraestructura, acabado y paisajismo.

CENTRAL TERMOTASAJERO
FIG.-1-13

3.2 CICLO TERMICO Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE

3.2.1 Para dos unidades de 66 mw

1. Selección del Ciclo Térmico

Para la escogencia de las condiciones de operación de unidades de 66 mw para Termotasajero se estudiaron tres alternativas referentes al ciclo térmico, a saber :

a. 1.250 PSIG (87 bar), 950°F (510°C)

b. 1.450 PSIG (100 bar), 1000°F (538°C)

c. 1.800 PSIG (125 bar), 1000°F (538°C)

El análisis técnico-económico de cada una de ellas mostró que al aumentar la presión del vapor generado para impulsar la turbina (de 1250 PSIG a 1450 PSIG y a 1800 PSIG) se aumenta la eficiencia de la planta, lo cual representa un ahorro en el consumo de combustible, pero, por otra parte, se aumentan los costos de inversión inicial de la planta.

En razón de lo anterior, se llevó a cabo una evaluación de costos totales comparativos (en valor presente), con los resultados que se presentan a continuación, para la totalidad de la vida útil estimada de la central (usando el 10% como tasa de descuento y 30 años de vida útil de la planta).

COMPARACION ECONOMICA PARA DIFERENTES PRESIONES DE OPERACION DEL CICLO

(Cifras en US $ Millones)

Presión de operación (PSIG)	Costo de Inversión	Costo total incluyendo costo de combustible			
		14*	18 *	23*	30*
1800	118.76	142.74	149.59	158.15	170.14
1450	117.91	142.98	150.14	159.10	171.63
1250	116.86	142.84	150.27	159.54	172.53

* Costo del carbón US $/ton.

Tomando en consideración la relativa poca diferencia en el costo total obtenido para las alternativas de 1.250 y 1.450 PSIG, y debido al hecho de que las 12 unidades de 66 MW actualmen

te en operación o ejecución en el país están diseñadas para operar a 1.250 PSIG y 950°F, se ha considerado conveniente mantener estas condiciones para Termotasajero.

Por otra parte, la selección de 1.800 PSIG y 1.000°F, que podría resultar más económica, se ha descartado en razón de la poca experiencia mundial para estas condiciones de operación en unidades de este tamaño.

2. Consumo de Combustible

En el cuadro I-8 se presentan los consumos estimados de carbón en las dos unidades de 66 MW, para las presiones de operación de los tres ciclos térmicos estudiados.

Los cuadros se elaboraron para 100%, 80%, 60% y 40% de carga. Los datos fueron extractados de la información disponible de varios fabricantes para las tres alternativas de ciclos térmicos estudiadas.

Se consideró un poder calorífico superior del combustible de 7.300 Kcal/kg.

Finalmente, se presentan las figuras I-14 y I-15 con el consumo específico neto de la planta (Kcal/kWh) y el consumo estimado de carbón (7.300 Kcal/kg) contra porcentaje de carga.

CUADRO No. I-8

CONSUMO DE CARBON DE LA CENTRAL

TERMOELECTRICA TASAJERO

(Dos Unidades de 66 MW)

Toneladas Métricas

1. CONSUMO HORARIO

Carga % \ Presión (psi)	1800	1450	1250
100	46.03	48.11	49.85
80	37.36	39.00	40.03
60	28.56	30.23	31.02
40	20.22	21.58	22.34

2. CONSUMO DIARIO

Carga % \ Presión (psi)	1800	1450	1250
100	1104	1154	1196
80	897	936	961
60	685	725	744
40	485	518	536

3. CONSUMO ANUAL

Carga % \ Presión (psi)	1800	1450	1250
100	403.223	421.443	436.686
80	327.273	341.640	350.662
60	250.240	264.815	271.735
40	177.127	189.040	195.698

CONSUMO TERMICO ESPECIFICO NETO DE LA PLANTA

66 MW

(0.08 ata) 2.5" HG ABS

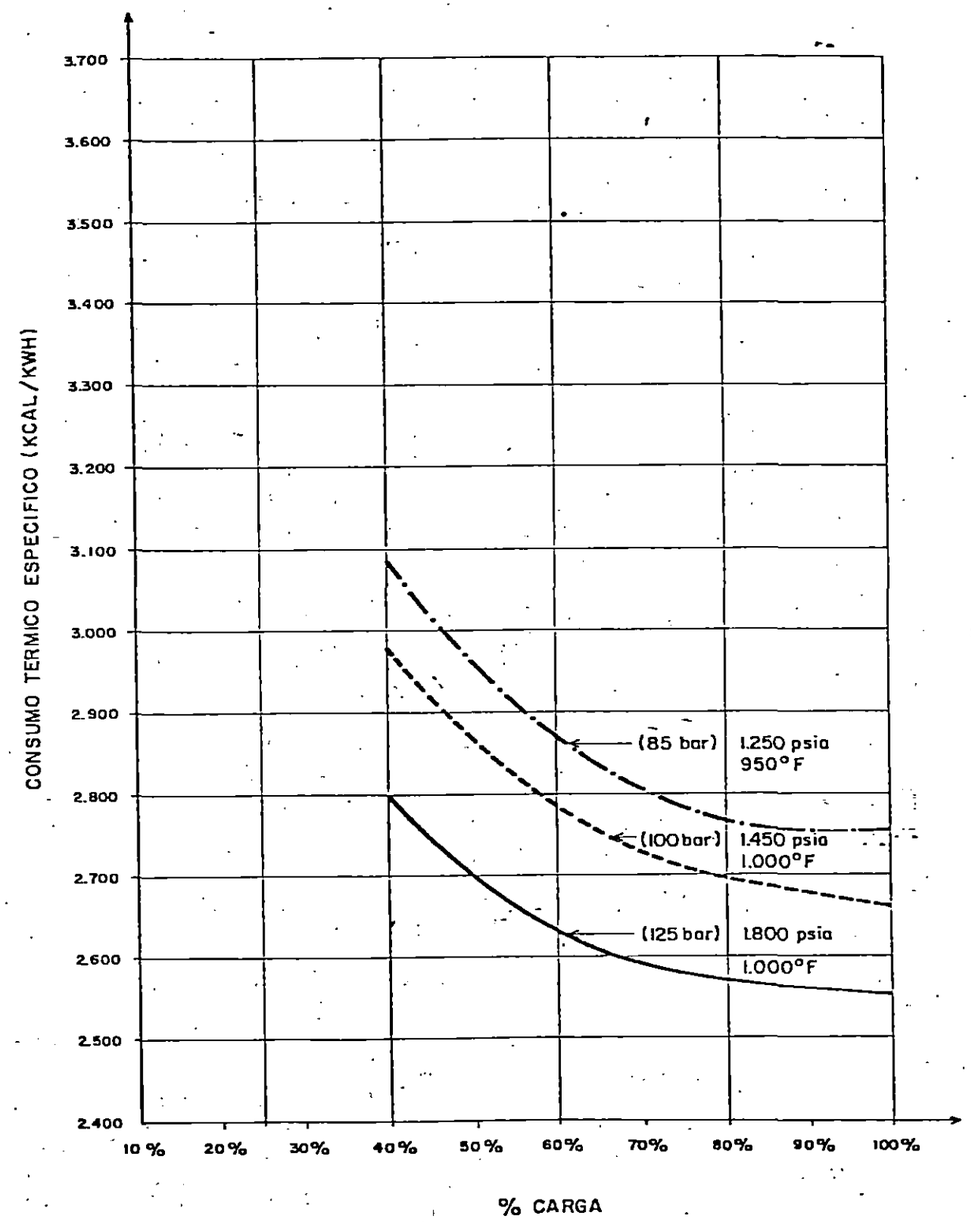


FIG.-I.-14

CONSUMO DE CARBON ESTIMADO

1x66 MW

0.08 ata (2.5" HG ABS)

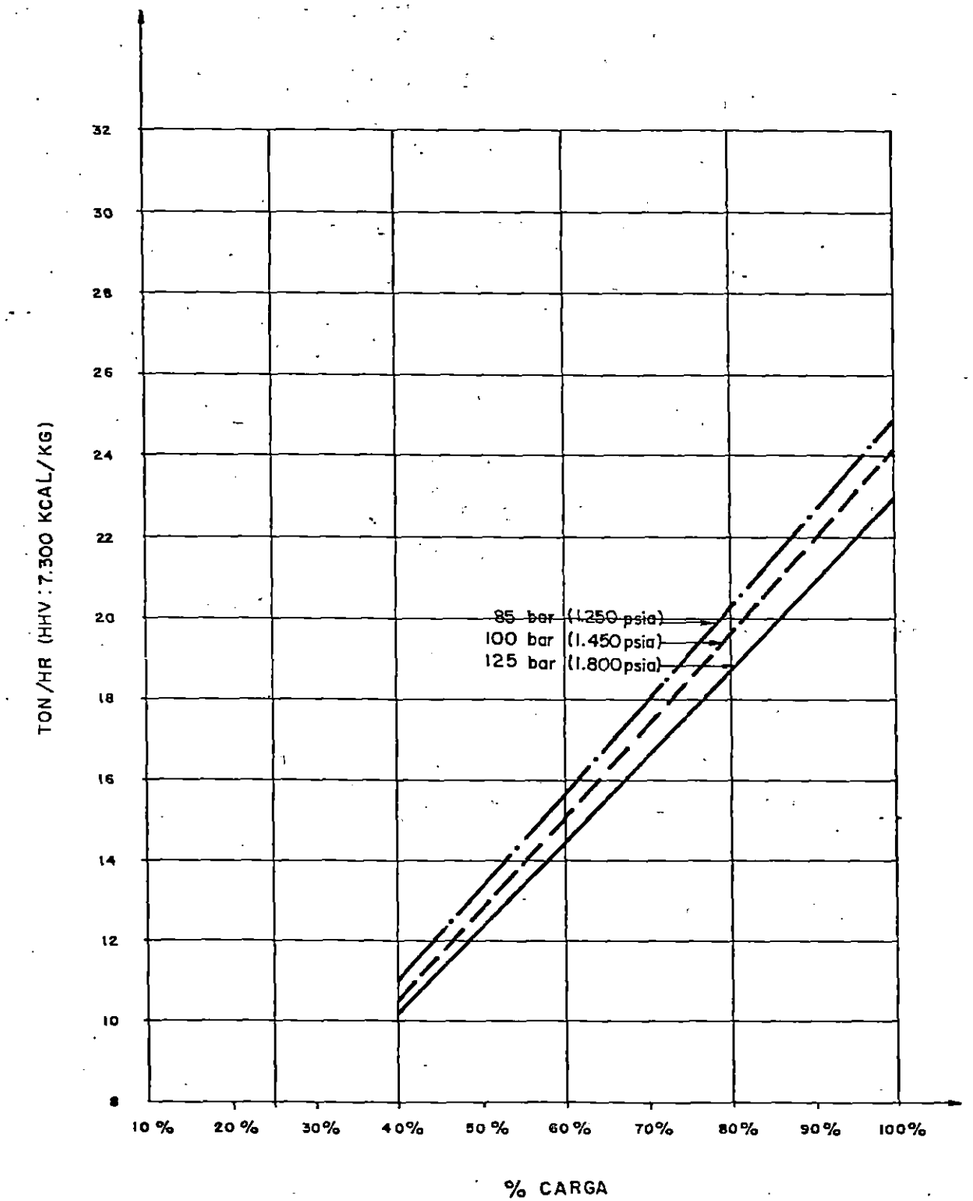


FIG.-1-15

3.2.2 Para una unidad de 150 mw

1. Selección del ciclo térmico

Para la escogencia de las condiciones de operación de una unidad de 150 mw para Termotasajero se estudiaron dos alternativas referentes al ciclo térmico, a saber :

a. 1800 PSIG (125 bar), 1000°F (538°C)/ 1000°F (538°C)

b. 2450 PSIG (172 bar), 1000°F (538°C)/ 1000°F (538°C).

Empleando en ambos casos una turbina de dos ó tres cuerpos en tandem, con un recalentamiento intermedio de vapor, descargando a un condensador de superficie. Se observó que al aumentar la presión del vapor con que se alimenta la turbina de 1800 PSIG a 2450 PSIG se aumenta la eficiencia de la planta, lo cual representa un ahorro en el consumo de combustible, pero por otra parte, se aumentan los costos de inversión inicial de la planta.

En razón de lo anterior, se llevó a cabo una evaluación de costos totales comparativos (en valor presente), con los resultados que se presentan a continuación, para la totalidad de la vida útil estimada de la central, empleando el 10% como tasa de descuento y 30 años de vida útil de la planta.

COMPARACION ECONOMICA PARA DIFERENTES PRESIONES DE OPERACION DEL CICLO

(Cifras en US $Millones)

Presión de operación (PSIG)	Costo de Inversión	Costo total incluyendo costo de combustible			
		14*	18*	23*	30*
2450	108.76	132.43	139.18	147.63	159.46
1800	107.85	132.28	139.25	147.97	160.19

* Costos del carbón en US $/ton.

Ya que la relativa diferencia entre los valores obtenidos para 1800 PSIG y 2400 PSIG no es muy apreciable, y los problemas de operación al aumentar la presión de operación pueden au

mentar, particularmente en las paredes de agua de la caldera si su diseño y fabricación no son óptimos, se ha considerado conveniente seleccionar 1800 PSIG para Termotasajero.

2. Consumo de Combustible.

En la Figura I-15A se presenta el consumo estimado de carbón de 7300 Kcal/kg a distintos porcentajes de carga.

CONSUMO DE CARBON ESTIMADO

1x150 MW

0.08 ata (2.5" HG ABS)

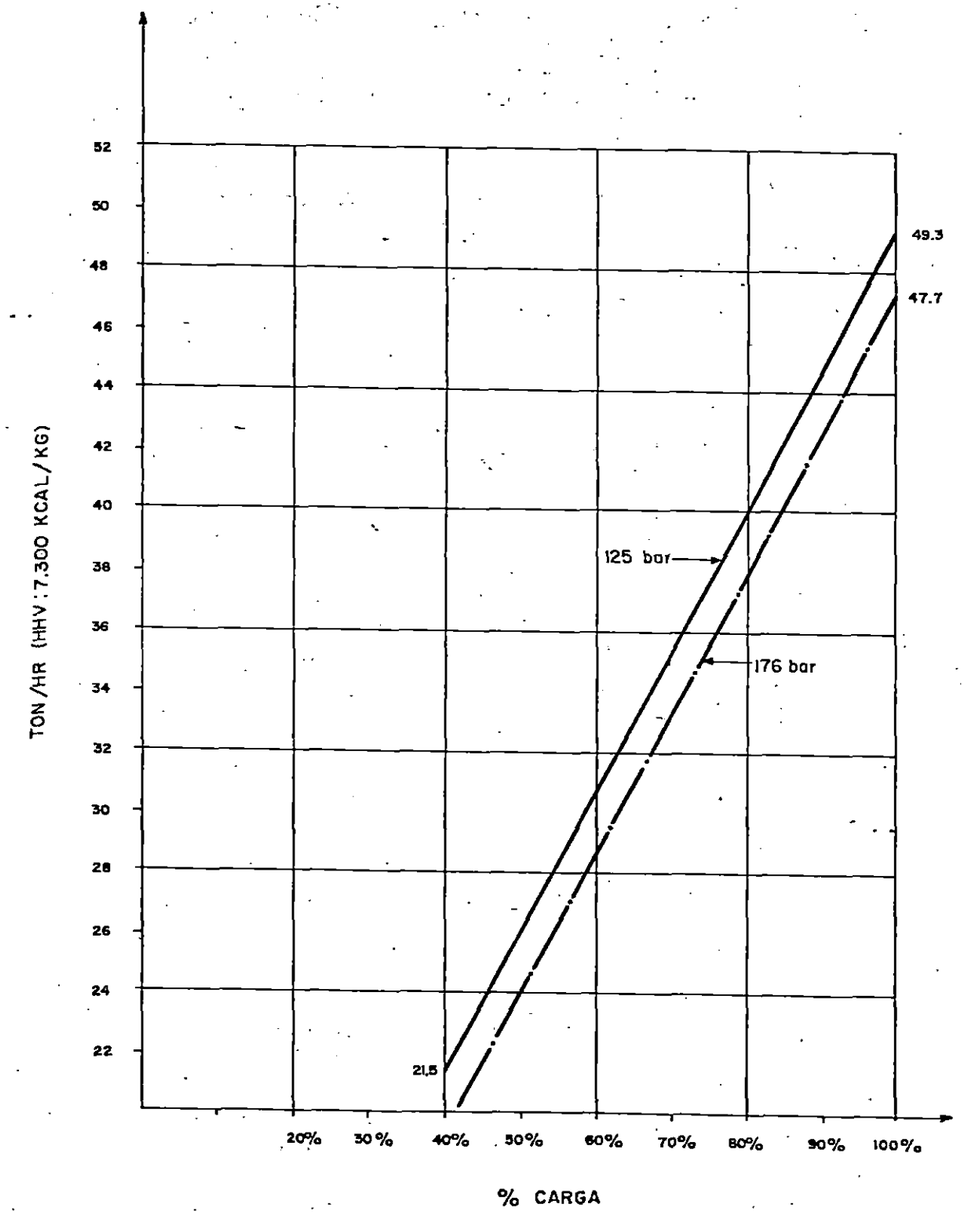


FIG.-1-15 A

4. SISTEMAS MECANICOS DE LA PLANTA

4.1 PARA DOS UNIDADES DE 66 MW

4.1.1 General

La planta consistirá de dos unidades turbogeneradoras a vapor, cada una con capacidad para producir una potencia neta continua de 66.000 KW, medida en los bornes de alta tensión del transformador principal.

Cada turbogrupo operará independientemente con su correspondiente generador de vapor, equipos de condensación, de calentamiento, bombeo de condensado y agua de alimentación.

En general, los equipos, sistemas y operación de las dos unidades generadoras serán independientes, excepto aquellos que se indican como comunes o parcialmente comunes a ambas unidades, tales como los de manejo y preparación y disposición de combustibles y ceniza, de enfriamiento principal y secundario, de aire comprimido, tratamiento de agua, contraincen

dio, planta de hidrógeno, grúas, talleres, aire acondicionado y laboratorios.

4.1.2 Generador de Vapor

La planta comprenderá dos generadores de vapor idénticos, cada uno de las características que se describen a continuación :

El generador de vapor será de tipo colgante, de dos tambores y paredes de tubos soldadas, diseñado para tener circulación natural, tiro balanceado y trabajar a la intemperie.

El generador de vapor se diseñará para una capacidad máxima continua igual al flujo de vapor sobrecalentado requerido para que el turbogrupo genere la potencia máxima continua cuando en el condensador se tiene una presión absoluta de 63.5 mm de mercurio y se emplea un 2% de agua de reposición al ciclo, más el vapor auxiliar requerido por los equipos auxiliares de la planta.

Además, el generador de vapor tendrá una capacidad pico de vapor sobrecalentado del 5% sobre la capacidad máxima continua, durante un máximo de 4 horas al día.

El generador de vapor y sus equipos auxiliares se diseñarán para operar automáticamente desde el 30% hasta el 105% de su capacidad nominal.

El generador de vapor dispondrá del equipo necesario para quemar carbón pulverizado como combustible básico, Fuel oil No.6 o crudo reducido como combustible alterno y Fuel oil No.2 para pilotos de encendido.

Cuando se emplee aceite pesado únicamente, la capacidad del generador de vapor estará limitada al 60% de su capacidad nominal con carbón.

El hogar de la caldera será completamente enfriado por agua y construido en su totalidad con paredes de tubos soldados. El fondo dispondrá de una tolva húmeda para la recolección de las cenizas pesadas. El exterior de la caldera se recubrirá con material aislante y cubierta exterior de lámina de aluminio.

El sobrecalentador será de tipo no drenable, estará localizado dentro de la caldera y tendrá los cabeza-

les en el exterior de la misma. La temperatura del vapor vivo podrá ser mantenida constante, automáticamente, desde el 50% de la capacidad nominal de la caldera, empleando atemperación por atomización de agua.

El economizador será de tipo integral formado por un banco de tubos entre el tambor superior y el tambor inferior de la caldera.

Se utilizará un calentador de aire rotatorio regenerativo, con capacidad para el 100% del flujo máximo de aire de la caldera. La temperatura promedio en su lado frío se mantendrá por encima de la de rocío del ácido sulfúrico por medio de dos precalentadores de aire a vapor localizados a la descarga de los ventiladores de tiro forzado.

Se empleará un precipitador electrostático frío para remover de los gases de escape de la caldera hasta el 98.8% del peso de la ceniza contenida en los mismos cuando se quema carbón pulverizado y dispuesto a la salida de gases del calentador de aire ro

tativo.

Los ductos de gases y aire serán de acero y dispon drán de juntas de expansión, refuerzos, puertas de acceso, deflectores internos y aislamiento.

Se instalarán tolvas de recolección de ceniza en aquellos puntos bajos a lo largo de los equipos y duc tos donde pueda deponerse la ceniza, tales como par te posterior de la caldera, calentador de aire, pre- cipitador electrostático, chimenea, etc, con capaci dad suficiente para almacenar la ceniza de cada pun to durante 12 horas del generador de vapor a máxi- ma carga. Las tolvas serán en acero y estarán pro vistas de aislamiento y de dispositivos para evitar atascamiento.

El generador de vapor tendrá dos ventiladores de ti ro forzado y dos de tiro inducido, diseñados para tra bajar en paralelo y a la intemperie. La capacidad nominal de cada uno será del 60% de la masa de ai- re o gases que demande o produzca el generador de vapor a su capacidad nominal, quemando carbón pul

verizado. Cada ventilador irá acoplado directamen te a un motor eléctrico de servicio contínuo.

Los ventiladores de tiro forzado contarán en su en- trada con atenuador de ruido y control de volumen - por álabes directrices radiales; la descarga de éstos y la entrada y descarga de los ventiladores de tiro - inducido tendrán control de volumen por medio de - persianas múltiples.

Los gases descargados por los ventiladores de tiro inducido serán expulsados a la atmósfera a través - de una chimenea de 90 metros de altura, suficiente para minimizar la concentración de cenizas y otros contaminantes en los alrededores de la Central.

El generador de vapor tendrá un sistema completo de sopladores de hollín para la limpieza de las superfi- cies de absorción de calor del hogar, sobrecalenta- dor y economizador de la caldera, y garantizar así la capacidad y la temperatura del vapor vivo, y man tener el valor de la caída de presión en el paso de - los gases. Los sopladores operarán en secuencia -

automática, empleando vapor para el soplado, y se rán accionados por motor eléctrico.

4.1.3 Turbina y Accesorios

Las turbinas de vapor serán de condensación, de un solo cuerpo, eje único, un solo flujo, con cinco extracciones de vapor para calentamiento regenerativo del agua de alimentación de la caldera. Cada turbina estará directamente acoplada a un generador enfriado por hidrógeno.

Las turbinas serán de un modelo ya probado satisfactoriamente en operación e incluirán todos los equipos y accesorios que garanticen su operación confiable y segura.

Cada unidad turbogeneradora producirá una potencia neta máxima contínua de 66.000 KW, a 3.600 RPM, 0.85 factor de potencia, 13.800 voltios y 60 Hz, cuando se suministre suficiente vapor a la turbina a 88 kg/cm^2 y 510°C, se tenga una presión de hidrógeno de 2.1 kg/cm^2 en el generador, una presión absoluta de 63.5 mm Hg en el condensador y un 2% de agua de reposición al ciclo.

El eje de la turbina tendrá en sus extremos de alta y baja presión un sistema de laberintos con sello de vapor, con regulación automática de la presión del vapor de sello y un condensador para el vapor de escape de los laberintos.

Cada turbogrupo tendrá un sistema de aceite para lubricación y mando, el cual contará con una bomba principal directamente acoplada al eje de la turbina para operación normal, dos bombas auxiliares con motores de corriente alterna para suplencia de la bomba principal y operación durante el arranque y la parada, y una bomba de emergencia con motor de corriente continua para lubricación en emergencia de los cojinetes del turbogrupo. El sistema de lubricación estará dotado de enfriadores gemelos, de plena capacidad cada uno, e incluirá un equipo de purificación y reserva del aceite de lubricación.

Un virador, accionado por moto-reductor de corriente alterna, moverá el rotor de la turbina lentamente antes de arrancarla y después de que sea sacada de

servicio, para prevenir la distorsión térmica del - rotor.

Un sistema de regulación electro-hidráulico controlará el flujo de vapor a la turbina, accionando las válvulas de admisión. Bajo condiciones normales, la carga de la turbina se controlará por el regulador de velocidad y, en casos de pérdida brusca de carga, un sistema de seguridad accionará las válvulas de - control y de cierre rápido en la admisión de vapor a la turbina y en las extracciones. La velocidad de - operación podrá ser corregida manualmente desde - la sala de mando, para permitir la sincronización - del turbogrupo con la red. Para agilizar el arranque y evitar la parada del ciclo por disparos del turbo - grupo ajenos a daños de la unidad, así como para - controlar las sobrepresiones con cambios bruscos de la carga, se proveerá un sistema automático de "by pass" que permitirá enviar el vapor vivo de la caldera directamente al condensador de la unidad, - sin pasar por la turbina pero reduciendole su presión y temperatura.

Se incluirá todo el control y la instrumentación necesaria para el óptimo funcionamiento y apropiada supervisión del turbogrupo durante el arranque y la parada, la operación normal y las de emergencia.

4.1.4 Equipo de condensación y agua de alimentación

Los sistemas de condensación y de agua de alimentación de las dos unidades serán idénticos, cada uno como se describe a continuación.

1. Condensador de la Turbina

El vapor de la descarga de la turbina irá a un condensador de superficie de doble paso de agua de enfriamiento, con desaireador y pozo caliente, sección de entrada de vapor para conectar con la salida de la turbina, equipo de vacío, para el casco y de remoción de aire para las cajas de agua delanteras.

El cuerpo del condensador estará dividido en dos mitades independientes, de tal manera que mientras se limpia una mitad la otra pueda estar en funcionamiento. Los tubos del condensador serán de latón aluminio y las placas tubulares de metal Muntz.

Para la limpieza del interior de los tubos se

instalará un sistema Tapproge de recirculación continua de bolas de espuma de caucho. El condensador se diseñará para una temperatura del agua de circulación de 25.5°C, un factor de limpieza del 85% y una velocidad del agua dentro de los tubos menor a 2 metros por segundo.

2. Bombas de Condensado

Para el manejo del condensado principal desde el pozo caliente del condensador hasta el desaireador, a través de los calentadores de baja presión, se utilizarán dos bombas verticales idénticas, instaladas en paralelo y accionadas por motor eléctrico.

Cada bomba de condensado principal tendrá una capacidad nominal del 110% del flujo máximo de condensado de la unidad a su capacidad máxima contínua, con un margen del 21% sobre las pérdidas variables y una cabeza a válvula de descarga cerrada 15% superior a la cabeza nominal.

3. Desaireador

El desaireador constará de un calentador de contacto directo de bandejas y rociadores, soportado sobre la parte superior del tanque de agua de alimentación de caldera.

El desaireador tendrá capacidad para remover, sin inyección de hidrazina, el oxígeno y gases disueltos en el condensado principal hasta un contenido de 0.005 cc/litro, con el caudal de agua de alimentación requerido por la caldera a su capacidad máxima contínua.

La capacidad del tanque de alimentación será para no menos de 6 minutos de operación a carga máxima de la caldera, con el nivel de agua en el tanque en su valor normal.

El desaireador y el tanque de alimentación serán de acero carbón y las partes internas de acero inoxidable.

4. Bombas de agua de alimentación de caldera.

Se utilizarán tres bombas idénticas, instaladas en paralelo, para alimentar con agua la caldera a través de los calentadores de alta presión, succionando del tanque de almacenamiento de agua del desaireador.

Cada bomba tendrá una capacidad nominal del 62.5% del flujo de agua de alimentación a la caldera a su capacidad máxima continua, con un margen del 21% sobre las pérdidas variables y una cabeza a válvula de descarga cerrada 15% a 20% superior a la cabeza nominal.

Las bombas serán de tipo barril o de carcazas verticalmente divididas, horizontales, centrífugas y de etapas múltiples, accionadas directamente por motor eléctrico, provistas de un sistema completo de aceite lubricante a presión.

Las carcazas de las bombas serán en acero resistente a la erosión y a la corrosión, aisladas

térmicamente y provistas de cubierta exterior.

Las bombas deberán soportar los cambios de temperatura, presión y caudal provenientes de los cambios bruscos de carga y permitir el arranque inmediato de las bombas que se encuentren en reserva.

5. Equipo de calentamiento del agua de alimentación

El equipo de calentamiento del agua de alimentación constará de cuatro (4) calentadores de casco y tubos, dos (2) de baja presión y dos (2) de alta presión, y de un calentador-desaireador de rociadores y bandejas.

Alternativamente, se emplearán tres (3) calentadores de baja presión, uno de alta presión y un desaireador.

Cuatro de las cinco extracciones de la turbina irán a los calentadores de casco y tubos y la restante irá al desaireador.

Los calentadores de casco y tubos serán del tipo cerrado, de varios pasos y tubos en U, diseñados para calentar el agua de la alimentación de la caldera a la temperatura correspondiente a la máxima capacidad de la misma, con los diferenciales terminales de temperatura a través de ellos que se establezcan para el ciclo.

Todos los calentadores tendrán un enfriador de drenaje incorporado, excepto el de más baja presión que lo tendrá por separado, y cada calentador de alta presión llevará, además, una sección desobrecalentadora del vapor de calentamiento.

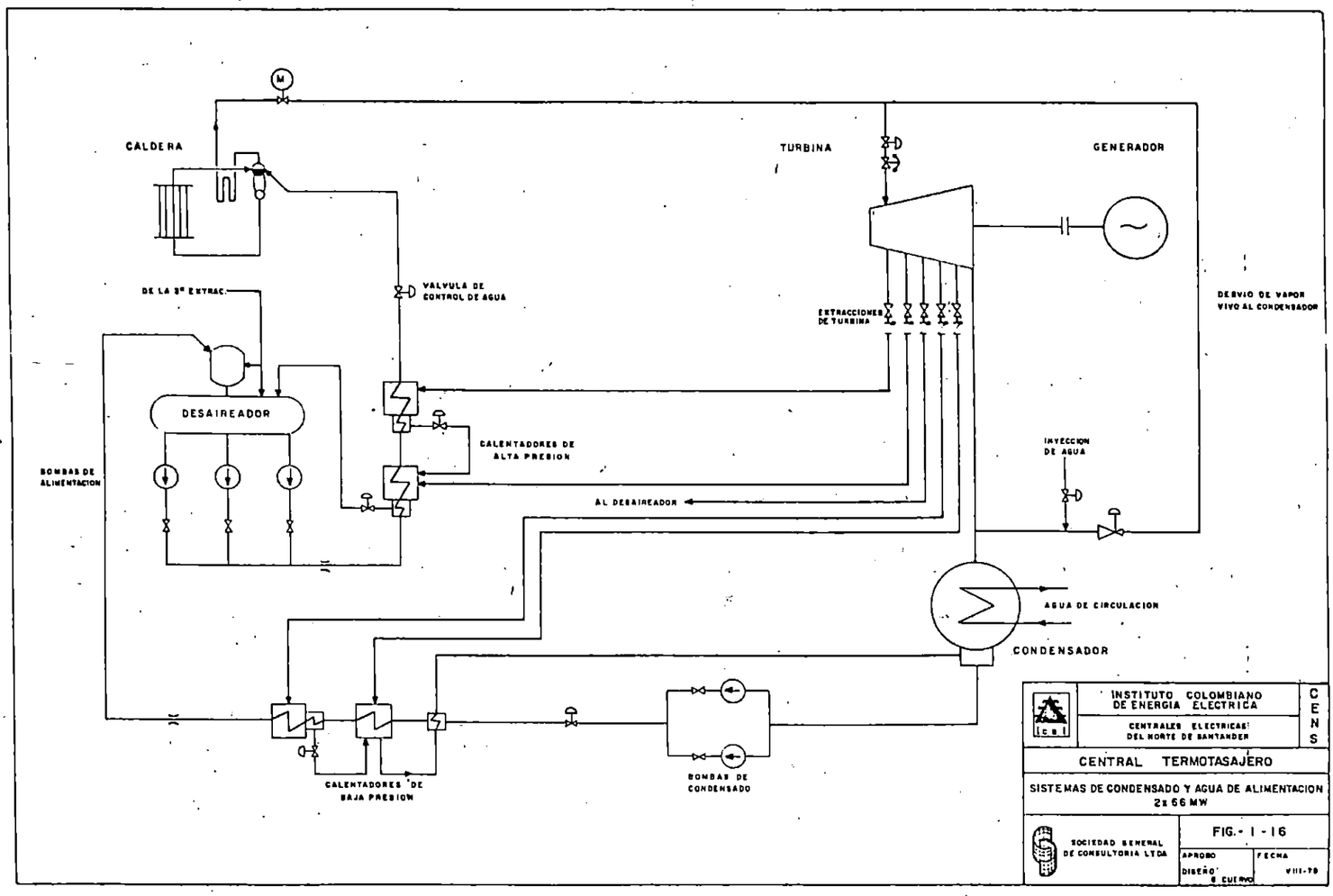
Cada calentador estará provisto de soportes, conexiones y accesorios, incluyendo válvulas de seguridad y alivio, drenajes, venteos y nivel visual local.

El diseño de los calentadores será tal que el cuerpo pueda removerse del haz tubular. Los cascos y las placas de tubos serán de acero car

bón y los tubos de acero carbón expandidos dentro de la placa de tubos.

Se incluirán en este suministro los tanques, agitadores, bombas dosificadoras, tuberías, válvulas y accesorios necesarios para la dosificación de hidrazina y fosfato trisódico a los sistemas de condensado y de agua de alimentación del ciclo de cada unidad.

El equipo de condensación y agua de alimentación se muestra en la figura I-16 que sigue.


CALDERA
TURBINA
GENERADOR
DE LA 3ª EXTRAC.
VALVULA DE CONTROL DE AGUA
ESTRACCIONES DE TURBINA
DESVIO DE VAPOR VIVO AL CONDENSADOR
DESAIREADOR
CALENTADORES DE ALTA PRESION
BOMBAS DE ALIMENTACION
INYECCION DE AGUA
AL DESAIREADOR
AGUA DE CIRCULACION
CONDENSADOR
CALENTADORES DE BAJA PRESION
BOMBAS DE CONDENSADO
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
SISTEMAS DE CONDENSADO Y AGUA DE ALIMENTACION
2x 66 MW
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA
FIG.- I - 16
APROBO
FECHA
DISEÑO
VIII-78

4.1.5 Sistema de agua de circulación

1. General

La central tendrá un sistema de agua de circulación para el enfriamiento de los condensadores, y del equipo auxiliar de planta a través de los circuitos cerrado y abierto de enfriamiento secundario. El sistema operará en circuito abierto, tomando agua del río Zulia y descargando al mismo aguas abajo de la bocatoma.

El sistema constará de una estructura de bocatoma, localizada directamente sobre la margen derecha del río, provista de tres rejas frías para la limpieza del agua y de tres bombas de toma de tipo tornillo para subir el agua hasta el nivel del desarenador. A la descarga de éste, el agua se conducirá por una tubería subterránea de concreto hasta la estructura de las bombas de circulación, desde donde se conducirá el agua de enfriamiento a los condensadores y demás equipo a traves de tuberías subterráneas

de acero. La figura I-17 presenta el esquema del sistema.

2. Equipo de limpieza mecánica

En la estructura de toma de agua del río Zulia se colocarán tres rejas de barras fijas con sus rastrillos motorizados de limpieza y tres compuertas metálicas para poder secar los cárcamos de entrada a las bombas de toma de agua.

3. Bombas para la toma de agua.

Se utilizarán tres bombas del tipo de tornillo de Arquimedes de doble paso, para elevar el agua desde el nivel bajo del río hasta el nivel de operación del desarenador, con los tornillos de las bombas instalados sobre cunas semicirculares de concreto inclinadas a un ángulo no mayor de de 38° con la horizontal y que se ajustan, dentro de cierta tolerancia, al contorno de los tornillos.

Cada bomba atenderá las necesidades de agua de enfriamiento de una unidad de 66 mw, más el

caudal requerido para la planta de tratamiento de agua y la autolimpieza del desarenador.

Cada bomba tomará agua de un pozo, construido a continuación de su respectiva reja fija. El tornillo de las bombas se construirá en acero de gran resistencia a la erosión y serán movidos por motoreductores eléctricos montado directamente sobre el extremo superior de las mismas.

Los motoreductores y demás equipo eléctrico de la bocatoma estarán alojados en una casa construida en la parte superior de los tornillos, la cual estará provista de un malacate eléctrico de capacidad y alcance adecuados.

4. Desarenador

Se construirá un desarenador de dos secciones iguales para decantar y separar la arena contenida en el agua de circulación cada una con capacidad para el flujo máximo de agua de circu-

lación requerido por una unidad de 66 MW. El desarenador se construirá en concreto reforzado y se limpiará automática y continuamente - descargando a través de sus compuertas colocadas en su parte inferior.

El agua desarenada será conducida desde el desarenador hasta la estructura de las bombas de agua de circulación por medio de una tubería - enterrada de concreto reforzada con alma de - acero.

5. Estructura de bombas de agua de circulación.

Esta estructura se construirá a la intemperie y constará de una cámara de rebose, diseñada para desviar el agua de circulación sobrante hacia el canal de descarga en casos de un caudal mayor o parada ratardada de las bombas de toma respecto a las de circulación, seguida de - tres cárcamos independientes para el montaje, en cada uno y en su orden, de una compuerta - metálica deslizante, un tamiz rotatorio y una

bomba vertical de agua de circulación.

Las compuertas serán de hierro fundido, dispondrán de guías y sellos, así como de un vástago que termina en un pedestal de operación a manivela, para asegurar la hermeticidad y facilitar su apertura y cierre.

Los tamices rotatorios impedirán el paso hacia las bombas de circulación de las basuras que no hayan quedado atrapadas en las rejas fijas o en el desarenador.

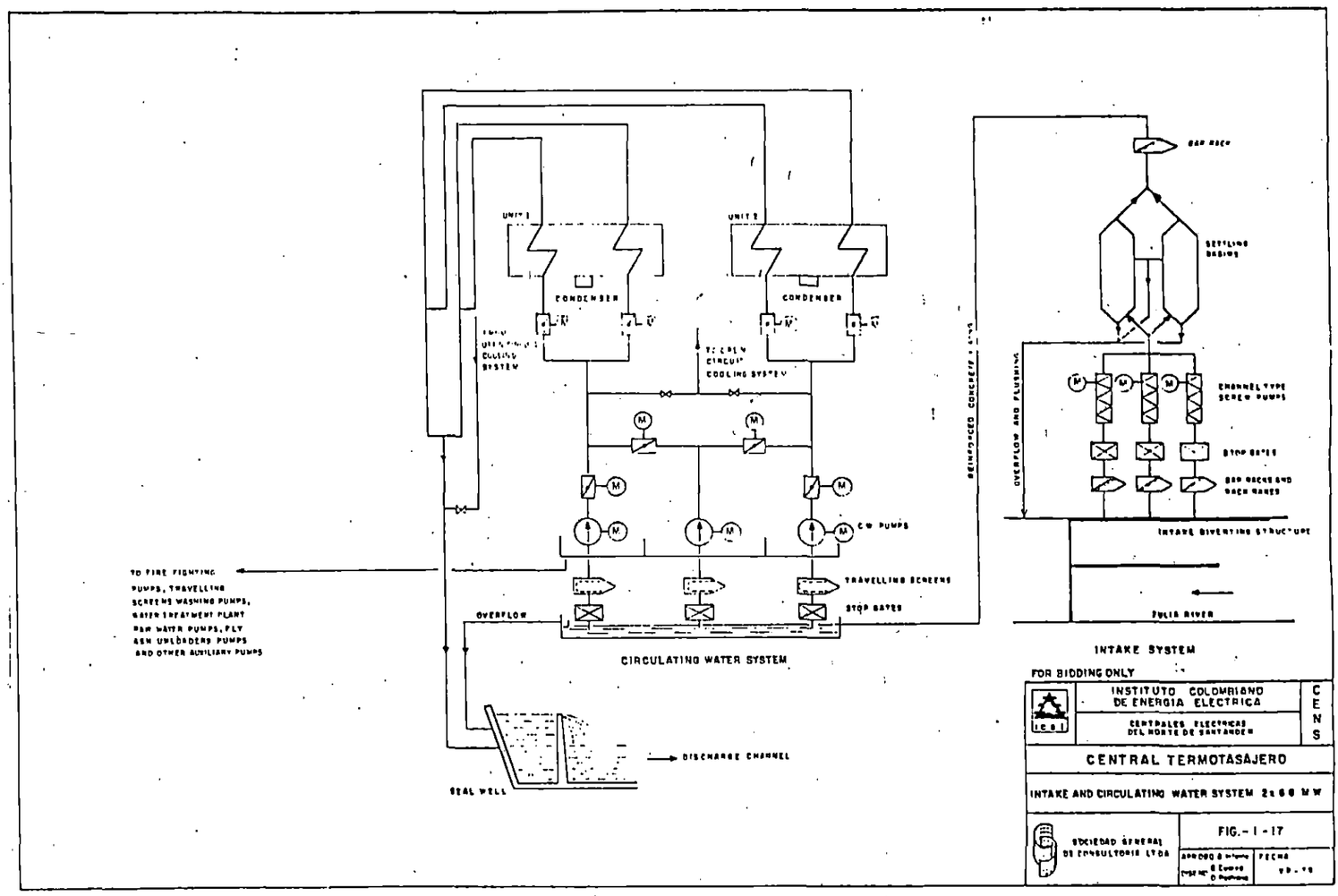
Cada tamiz tendrá capacidad para el máximo flujo de agua de enfriamiento requerido por una unidad de 66 MW, será accionado por motor eléctrico y contará con rociadores de agua para su limpieza, alimentados por medio de una bomba horizontal que toma agua de los pozos de las bombas de circulación.

Las bombas de circulación serán verticales, de flujo mixto y accionadas directamente por me-

dio de motor eléctrico. Cada bomba tendrá capacidad para la totalidad del agua de enfriamiento requerida por una unidad de 66 MW. La bomba del medio actuará como de reserva común para cualquiera de las dos unidades y, para tal efecto, se dispondrán válvulas mariposa motorizadas en cada ramal de interconexión y en la descarga a las bombas principales.

A todo lo largo de la estructura de toma correrá una grúa de pórtico, de capacidad y accionamientos motorizados adecuados para prestar mantenimiento a todo el equipo instalado en ella.

En una caseta subterránea, construida lateralmente en la parte de descarga de la estructura de bombas de circulación, se instalarán las bombas de lavado de los tamices rotatorio, las bombas de alimentación de la planta de tratamiento de agua, las bombas y equipo del sistema contraincendio y las bombas de agua para los acondicionadores de ceniza a la descarga de los silos.


UNIT 1
UNIT 2
CONDENSER
CONDENSER
COOLING SYSTEM
CIRCUIT
COOLING SYSTEM
C.W. PUMPS
TRAVELLING SCREENS
STOP GATES
OVERFLOW
TO FIRE FIGHTING
PUMPS, TRAVELLING
SCREENS WASHING PUMPS,
WATER TREATMENT PLANT
RAW WATER PUMPS, FLY
ASH UNLOADERS PUMPS
AND OTHER AUXILIARY PUMPS
CIRCULATING WATER SYSTEM
DISCHARGE CHANNEL
SEAL WELL
BAR RACK
SETTLING
BASINS
CHANNEL TYPE
SCREW PUMPS
STOP GATES
BAR RACKS AND
RACK RAKES
INTAKE DIVERTING STRUCTURE
JULIA RIVER
OVERFLOW AND FLUSHING
INTAKE SYSTEM
FOR BIDDING ONLY
INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS
DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
INTAKE AND CIRCULATING WATER SYSTEM 2 x 60 MW
FIG.- I - 17
SOCIEDAD GENERAL
DE CONSULTORIA LTDA
FECHA

4.1.6 Sistema de almacenamiento y manejo de combustible.

1. Sistema de almacenamiento y manejo de carbón bituminoso.

El esquema de este sistema se presenta en la Figura I-18. El equipo para manejo de carbón bituminoso será diseñado para que el flujo de carbón se efectúe automáticamente por medios mecánicos, desde las tolvas de alimentación en el patio de carbón hasta las tolvas elevadas de carbón triturado del área de calderas, con posibilidad de controlar manualmente dicho flujo.

El patio de carbón estará localizado dentro del lote de la central a la intemperie y tendrá capacidad para almacenar el carbón que se consumiría a plena carga de las dos unidades durante 90 días. Una rampa de 10 grados se construirá para el acceso de camiones a la pila de carbón los cuales, según el caso, volcarán el combustible sobre la pila o directamente en las tolvas

inferiores de alimentación de carbón, localizadas a nivel del patio en uno de sus extremos. - Estas tolvas alimentarán con carbón la banda - que conduce a los trituradores.

Cuando las tolvas elevadas de carbón triturado de las calderas se llenan, el sistema de bandas de alimentación de carbón a las mismas sale de servicio y los camiones deberán entonces depositar el carbón directamente sobre la pila para su posterior uso. Un bulldozer se encargará - de distribuir y compactar el carbón en la pila, y otro se encargará de suministrar carbón de - la pila a las tolvas inferiores de alimentación.

El área del patio de almacenamiento será de - dos hectáreas aproximadamente y tendrá la forma de un rectángulo de 150/120 metros.

Se colocarán rejas clasificadoras en la entrada a las tolvas de alimentación, para no dejar entrar al sistema de bandas trozos de carbón de más de 150 mm.

A la salida de las tolvas de alimentación del patio se instalarán alimentadores del tipo vibratorio electromagnético, los cuales suministrarán carbón a una banda transportadora de 200 ton/hora de capacidad que conduce a la casa de trituración. De la salida de esta casa hasta las tolvas superiores de almacenamiento de las calderas, el carbón triturado se transportará por una banda inclinada de 200 ton/hora de capacidad que entrega, en el nivel superior de las tolvas, a la banda horizontal de llenado de éstas. Con esta capacidad, el sistema de alimentación de carbón funcionará solamente de 6 a 8 horas diarias, con las dos unidades generadoras en operación. Para una ampliación futura de capacidad de la planta, bastará con trabajar un mayor número de horas al día el sistema o aumentar la velocidad de las bandas, o una combinación de estas alternativas.

En la casa de trituración se instalarán dos cribas vibratorias clasificadoras seguidas de dos

trituradores de rodillos dobles, cada uno con capacidad para reducir 140 ton/hora de carbón a un tamaño máximo de 25 mm.

Las cribas vibratorias clasificarán el carbón de tal manera que las partículas de menos de 25 mm no entren a los trituradores sino que pasen directamente a la banda que lleva el carbón triturado a las tolvas superiores de almacenamiento de las calderas.

El sistema de bandas transportadoras tendrá separadores magnéticos antes de la entrada a los trituradores. Todas las bandas que vayan a la intemperie llevarán una cubierta para evitar que el viento arrastre los finos del carbón, además de pasarelas a todo lo largo de las mismas para facilitar la supervisión y el mantenimiento.

Las tolvas superiores de carbón triturado de las calderas tendrán capacidad para almacenar carbón para 24 horas de operación de las calde

ras a máxima carga, ó sea de aproximadamente 1.300 ton.

El llenado de estas tolvas se efectuará por medio de una banda reversible y horizontal de 200 ton/hora de capacidad que recibe carbón de la banda inclinada proveniente de la casa de trituración y que se desplazará sobre carriles por la parte superior de las tolvas para llenar selectivamente unas u otras según las necesidades.

Las tolvas se localizarán directamente encima de los pulverizadores. Se diseñarán y proveerán con los accesorios requeridos para evitar el atascamiento del carbón, además de dispositivos de emergencia para descargar rápidamente el carbón almacenado en caso de incendio. Cada tolva dispondrá de un sistema de extinción de incendios por CO_2 y agua, además de una válvula de compuerta a la salida para aislarla del respectivo pulverizador.

El carbón triturado descenderá por gravedad -

de las tolvas superiores a los alimentadores de tipo gravimétrico del sistema de pulverizadores verticales de pista y bolas, los cuales pulverizarán el carbón a un tamaño tal que el 70% del peso del mismo pase por una malla 200 y el 98% por una malla 50.

Cada generador de vapor tendrá cuatro pulverizadores, uno en reserva, de tal capacidad que tres de ellos puedan suministrar la cantidad de carbón necesaria para operar la caldera a su capacidad máxima. Cada pulverizador alimentará una fila de quemadores y tendrá una capacidad aproximada de 10.5 ton/hora, suficiente para mantener él solo la caldera al 40% de capacidad.

Los ventiladores de aire primario, uno por pulverizador, tomarán aire caliente de la salida del calentador de aire de la caldera y lo impulsarán para hacerlo pasar a través de los pulverizadores, para secar y transportar el carbón pulverizado hasta los quemadores de la misma.

La temperatura de la mezcla carbón-aire primario será controlada por medio de un sistema de atemperación con aire frío tomado de la descarga de los ventiladores de tiro forzado. La conducción de la mezcla carbón-aire primario a los quemadores se hará por medio de tuberías de acero carbón, dimensionadas para conducir como un fluído el carbón pulverizado.

Los pulverizadores regularán automáticamente la relación aire-combustible y la temperatura de salida de la mezcla carbón-aire del pulverizador. El número y carga de los pulverizadores y quemadores en servicio se ajustará de acuerdo a los cambios en la carga del generador de vapor.

Se dispondrá de facilidades para la toma de muestras de carbón pulverizado en las líneas de conducción a los quemadores.

2. Sistema de almacenamiento y manejo de aceite pesado.

Se empleará fuel oil No. 6 o crudo reducido pa-

ra mantener una combustión estable a baja carga de las calderas o cuando se emplee carbón muy húmedo, así como durante el encendido de las mismas. Un tanque metálico circular vertical, de techo cónico y con capacidad para 3.000 m^3, será localizado cerca de la entrada de la planta para almacenar este combustible, para su uso en los casos mencionados así como para mantener la planta en operación a carga reducida (hasta el 60%) cuando se presenten emergencias cortas en el sistema de manejo y preparación del carbón.

Dos bombas de desplazamiento positivo de 15 litros/seg de capacidad cada una, serán las encargadas de trasladar el combustible desde los carrotanques hasta el tanque de almacenamiento.

Otras dos bombas de este tipo, de 20 litros/seg de capacidad cada una, se encargarán de transferir el combustible desde el tanque de almacenamiento hasta un tanque diario de aceite pesa-

do con capacidad para 250 m^3 localizado cerca de las calderas de la Planta.

El aceite pesado se enviará del tanque diario a los quemadores de las calderas por medio de 3 bombas de desplazamiento positivo, una por caldera y una de reserva, pasando a traves de 3 calentadores en paralelo de casco y tubos, los cuales reciben vapor auxiliar de las calderas para el calentamiento del aceite.

El sistema contará con los filtros, válvulas de regulación y controles requeridos para una operación confiable y segura del mismo.

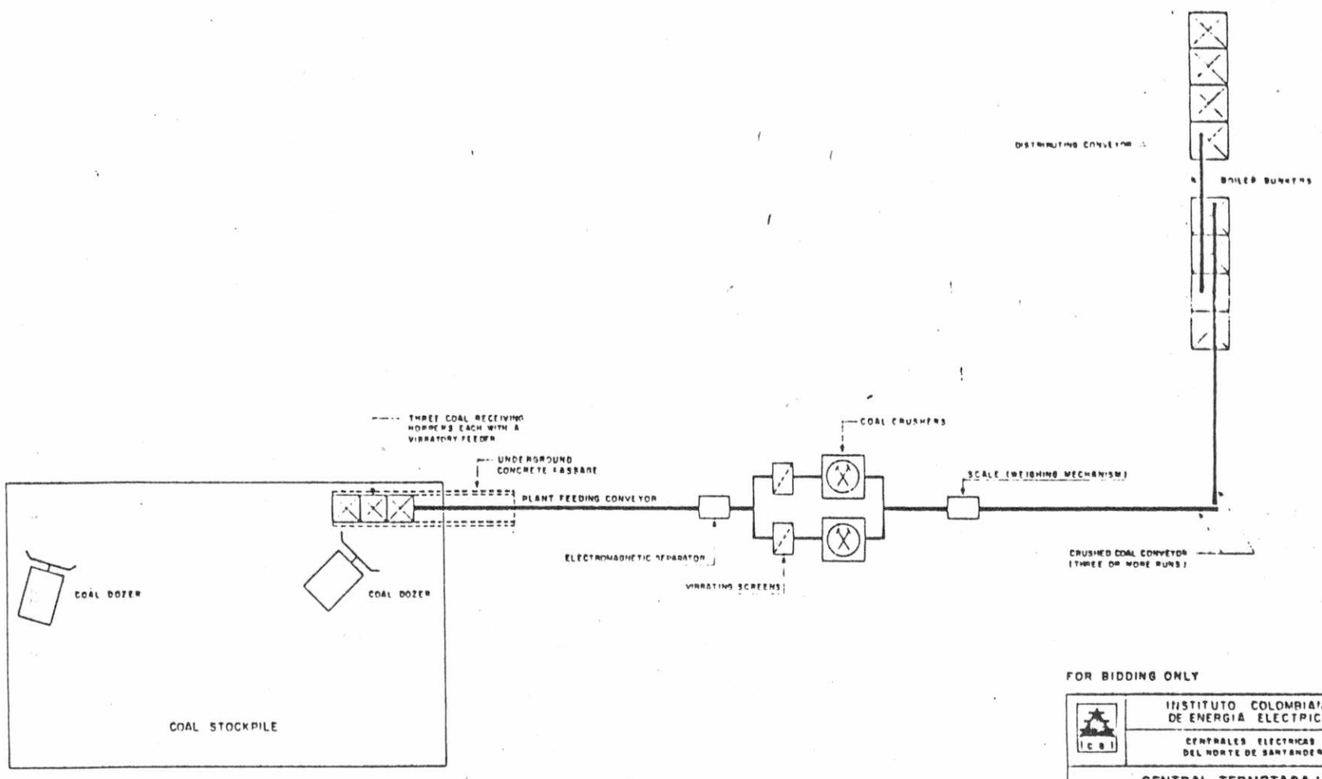
La figura I-19 ilustra este sistema.

3. Sistema de almacenamiento y mánejo de aceite liviano.

El encendido de los quemadores de aceite pesado o carbón de las calderas se efectuará por medio de antorchas de Fuel Oil No.2 (ACPM), el cual será transportado al lugar de la planta en carrotanques.

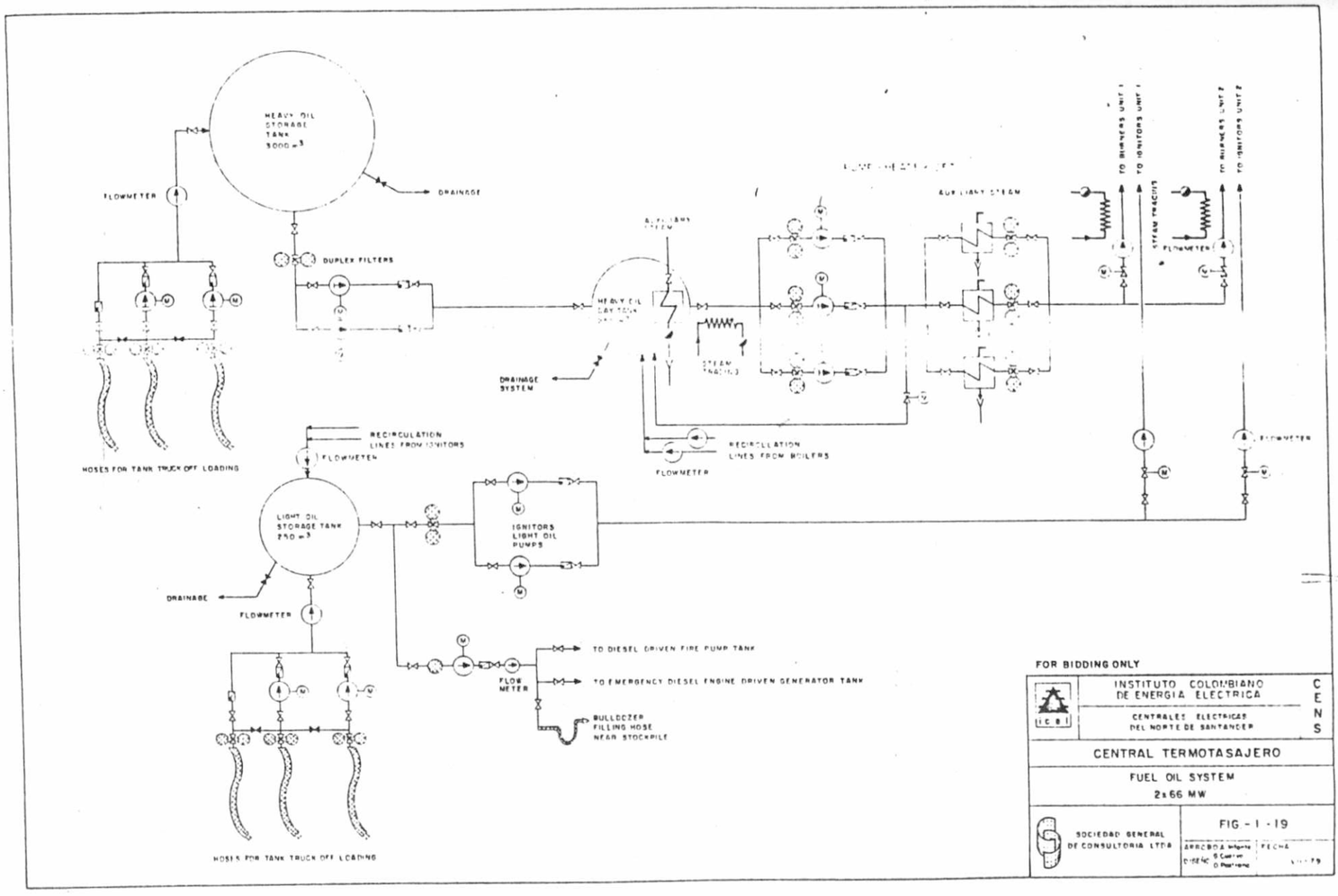
El sistema de manejo de Fuel Oil No.2 constará dos dos bombas de recibo de 15 litros/seg de capacidad cada una, accionadas por motores eléctricos, las cuales se encargarán de trasladar el combustible de los carrotanques al tanque de almacenamiento respectivo, de 250 m^3 de capacidad. De este tanque se tomará el aceite liviano para las antorchas de encendido de las calderas, y para el suministro a los tanques locales de los motores Diesel del generador de emergencia y del sistema contra-incendio, así como para los bulldozers del patio de carbón, por medio de dos bombas de desplazamiento positivo o centrífugas, accionadas por motores eléctricos, con filtros en la succión y capaces cada una de enviar suficiente aceite liviano a las calderas para el encendido de todas las antorchas de las mismas, y para iniciar y mantener una carga del 10% en ambas calderas.

La instrumentación y controles de este sistema serán duplicados para permitir la operación local y desde la Sala de Mando.



FOR BIDDING ONLY

ICEI	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER	CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO		
COAL HANDLING SYSTEM 2 x 66 MW		
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	FIG.- I - 18	
	APROBO A. Valencia DIBUJO G. Cuervo D. Restrepo	FECHA V - 79


HEAVY OIL STORAGE TANK 3000 m3
DRAINAGE
FLOWMETER
DUPLEX FILTERS
HOSES FOR TANK TRUCK OFF LOADING
HEAVY OIL DAY TANK
DRAINAGE SYSTEM
STEAM TRACING
RECIRCULATION LINES FROM BOILERS
FLOWMETER
AUX. LIGHT STEAM
TO BURNERS UNIT 1
TO IGNITORS UNIT 1
TO BURNERS UNIT 2
TO IGNITORS UNIT 2
STEAM TRACING
FLOWMETER
RECIRCULATION LINES FROM IGNITORS
FLOWMETER
LIGHT OIL STORAGE TANK 250 m3
IGNITORS LIGHT OIL PUMPS
DRAINAGE
FLOWMETER
FLOW METER
TO DIESEL DRIVEN FIRE PUMP TANK
TO EMERGENCY DIESEL ENGINE DRIVEN GENERATOR TANK
BULLDOZER FILLING HOSE NEAR STOCKPILE
HOSES FOR TANK TRUCK OFF LOADING
FOR BIDDING ONLY
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
I.C.E.
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
C E N S
CENTRAL TERMOTASAJERO
FUEL OIL SYSTEM
2x66 MW
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA
FIG - I - 19
FECHA

4.1.7 Sistema de manejo y disposición de cenizas

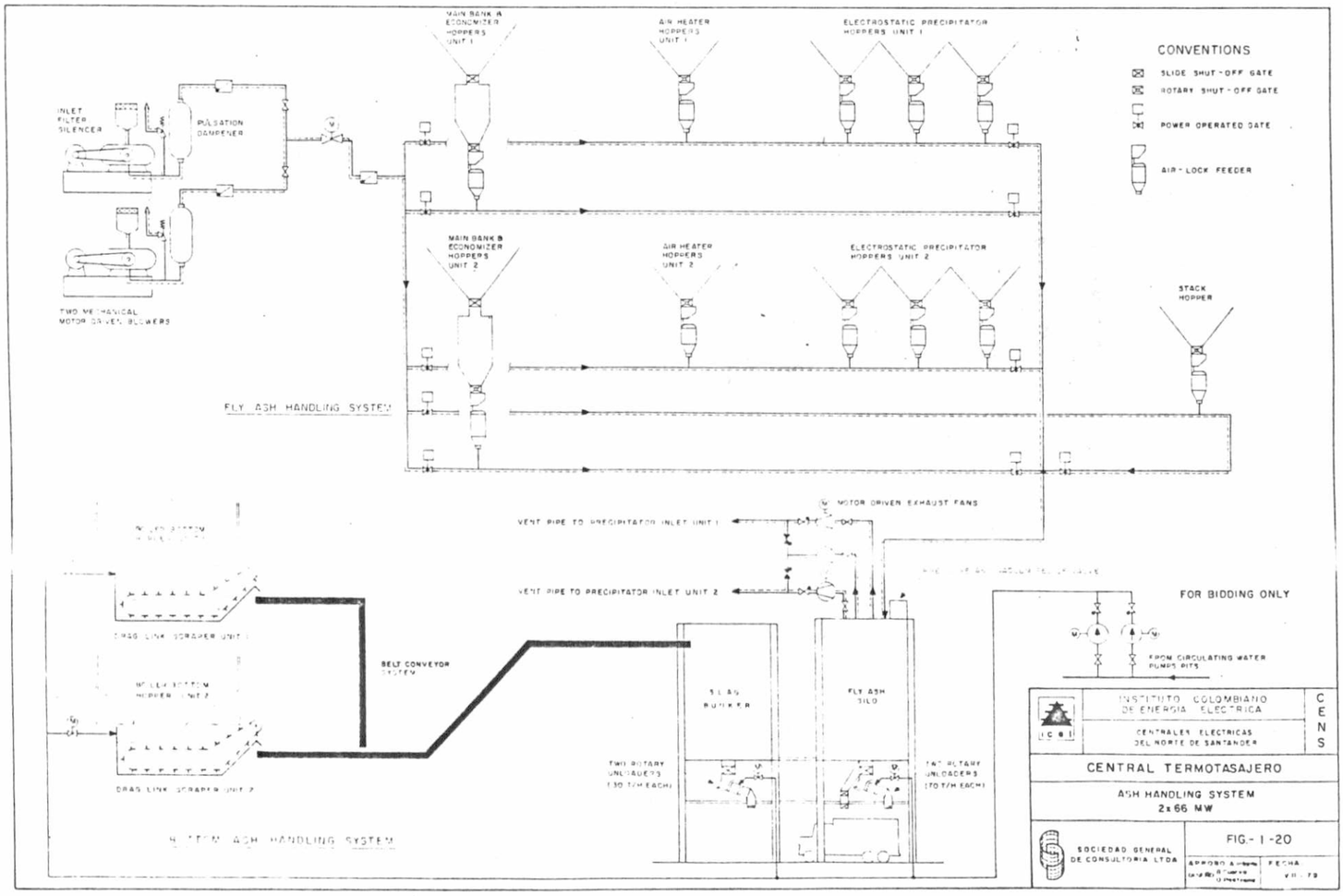
El sistema de remoción y manejo de cenizas incluirá un pozo húmedo en el fondo del hogar de cada caldera, provisto de una cadena rotatoria de barras de arrastre para la remoción de la escoria y ceniza pesada, y un sistema neumático presurizado para la remoción y manejo en seco de las cenizas volantes provenientes del banco principal, ductos de gases, precipitador electrostático y calentador de aire de cada unidad.

La escoria y ceniza pesada removida por la cadena de barras de arrastre se conducirá por un sistema de transportadores hasta un silo de concreto, con capacidad para almacenar la ceniza pesada producida por las dos calderas durante 48 horas de operación a capacidad nominal, provisto de descargadores mecánicos de tambor rotatorio para la descarga de la ceniza directamente a las volquetas encargadas de llevarla al lote de disposición de la ceniza localizado fuera del área de la planta.

La ceniza volante removida de las calderas y de su equipo auxiliar por el sistema neumático presurizado se conducirá por un sistema de tuberías a un silo de concreto hermético al polvo y diferente del de la ceniza pesada, con capacidad para almacenar la ceniza volante producida por las dos calderas durante 48 horas de operación a capacidad nominal, provisto de extractores de venteo para descargar a la entrada de los precipitadores electrostáticos y de acondicionadores de ceniza para la descarga húmeda de ésta directamente a las volquetas que la llevarán al lote de disposición de la ceniza.

Las tolvas de ceniza volante localizadas en los sitios anotados anteriormente, tendrán una capacidad de almacenamiento para doce horas de operación de las calderas a capacidad nominal.

La cadena de barras de arrastre del pozo húmedo de las calderas se diseñará para remover de este punto la ceniza pesada y escoria operando quince


MAIN BANK A ECONOMIZER HOPPERS UNIT 1
AIR HEATER HOPPERS UNIT 1
ELECTROSTATIC PRECIPITATOR HOPPERS UNIT 1
CONVENTIONS
SLIDE SHUT-OFF GATE
ROTARY SHUT-OFF GATE
POWER OPERATED GATE
AIR-LOCK FEEDER
INLET FILTER SILENCER
PULSATION DAMPENER
MAIN BANK B ECONOMIZER HOPPERS UNIT 2
AIR HEATER HOPPERS UNIT 2
ELECTROSTATIC PRECIPITATOR HOPPERS UNIT 2
STACK HOPPER
TWO MECHANICAL MOTOR DRIVEN BLOWERS
FLY ASH HANDLING SYSTEM
MOTOR DRIVEN EXHAUST FANS
VENT PIPE TO PRECIPITATOR INLET UNIT 1
VENT PIPE TO PRECIPITATOR INLET UNIT 2
FOR BIDDING ONLY
DRAG LINK SCRAPER UNIT 1
BELT CONVEYOR SYSTEM
SLAG BUNKER
FLY ASH SILO
FROM CIRCULATING WATER PUMPS PITS
DRAG LINK SCRAPER UNIT 2
TWO ROTARY UNLOADERS (30 T/H EACH)
TWO ROTARY UNLOADERS (70 T/H EACH)
SYSTEM ASH HANDLING SYSTEM
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
ASH HANDLING SYSTEM
2x66 MW
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA
FIG.- I -20
FECHA

minutos cada hora, y el sistema neumático presurizado para la remoción y manejo de la ceniza volante operando en forma intermitente durante ocho horas al día.

Los sistemas de remoción y manejo de ceniza podrán ser operados en forma automática o manual, localmente y desde la sala de mando de la planta, excepto los acondicionadores y descargadores de ceniza a volquetas que tendrán solo control local.

La figura I-20 ilustra este sistema.

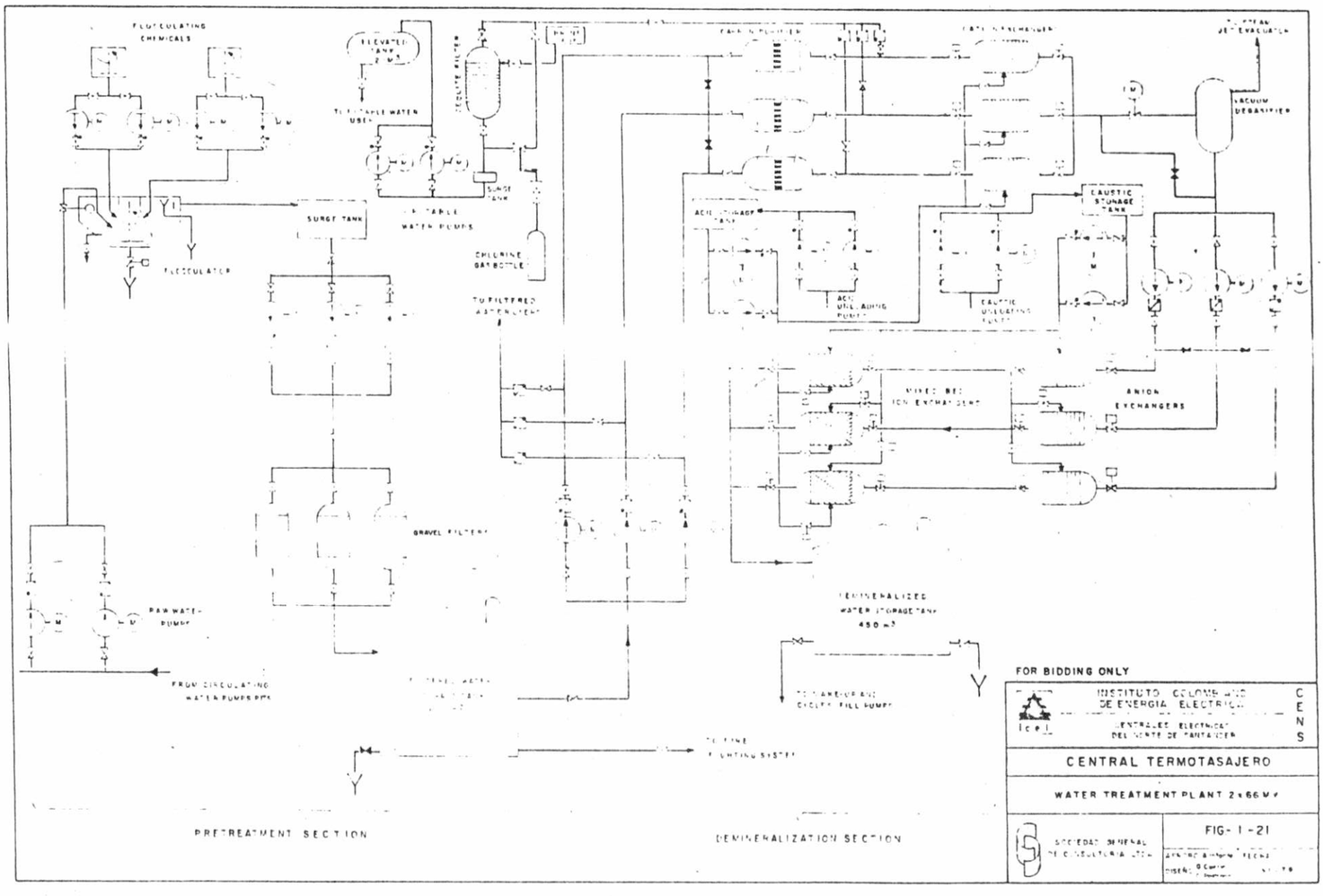
4.1.8 Sistemas complementarios comunes a ambas unidades.

1. Planta de tratamiento de agua.

La planta de tratamiento de agua consistirá de una sección de pretratamiento y de una sección de desmineralización total, alimentada por la primera, en la forma que ilustra la figura I-21.

La sección de pretratamiento será alimentada con agua cruda tomada del pozo de las bombas de agua de circulación por medio de dos bombas horizontales de plena capacidad.

Esta sección constará de un tanque floculador metálico, cónico y cilíndrico, provisto de bombas duplicadas de dosificación de químicos, tres bombas de agua clara y tres filtros de arena a la salida de los cuales el agua filtrada se almacenará en un tanque metálico con capacidad para 1.000 m^3, de los cuales


FLOCCULATING CHEMICALS
ELEVATED TANK
ZEOLITE FILTER
TO POTABLE WATER USE
SURGE TANK
POTABLE WATER PUMPS
SURGE TANK
FLOCCULATOR
CHLORINE GAS BOTTLE
TO FILTERED WATER USE
GRAVEL FILTERS
RAW WATER PUMP
FROM CIRCULATING WATER PUMPS
PRETREATMENT SECTION
CATION EXCHANGER
VACUUM DEGASSIFIER
TO VACUUM DEGASSIFIER
CAUSTIC STORAGE TANK
ACID STORAGE TANK
ACID UNLOADING PUMPS
CAUSTIC UNLOADING PUMPS
MIXED BED ION EXCHANGERS
ANION EXCHANGERS
DEMINERALIZED WATER STORAGE TANK 450 m3
TO CONDENSATE CYCLE FILL PUMPS
TO FIRE FIGHTING SYSTEM
DEMINERALIZATION SECTION
FOR BIDDING ONLY
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
WATER TREATMENT PLANT 2x66 MW
FIG- I -21
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA

600 m^3 quedarán como reserva mínima para el sistema contra incendio. Se incluirán también dos bombas de plena capacidad para el lavado en contraflujo de los filtros de arena y dos bombas para el suministro de agua filtrada a algunos sistemas auxiliares de planta.

La sección de pretratamiento, con dos de los tres trenes en operación, podrá alimentar con agua filtrada la sección completa de desmineralización y suplir los consumos de agua de los sistemas cerrado de enfriamiento, de producción de agua potable, sellos de caldera, aire acondicionado, etc.

La capacidad de la sección de desmineralización será igual al 3% en peso de la evaporación de las dos calderas a capacidad nominal, incluyendo el vapor auxiliar, más los consumos de agua desmineralizada de la planta de hidrógeno y otros sistemas de la central que requieran reposición de agua desmineraliza-

da. Esta capacidad se calculará en base a un funcionamiento de esta sección de diez y seis horas diarias con dos de los tres trenes de la misma en operación.

Del tanque de agua filtrada de 1.000 m^3 succionarán tres bombas para alimentar la sección de desmineralización, la cual constará de tres trenes idénticos paralelos, uno de los cuales se mantendrá, alternadamente, en reserva o en regeneración.

Cada tren desmineralizador constará de un filtro de carbón activado, uno o más intercambiadores de cationes, un desgasificador común para los tres trenes, uno o más intercambiadores de aniones, y un intercambiador de lecho mixto.

La sección desmineralizadora incluirá también tres bombas de extracción de agua del desgasificador, los eyectores de vacio del desgasificador y todos los demás equipos y

accesorios auxiliares, y de control y medición para hacer una planta completa.

Se proveerán tanques horizontales para el almacenamiento de ácido y sosa caústica, incluyendo las bombas de descargue de químicos de carrotanques y de dosificación de los mismos para la regeneración de los intercambiadores, incluyendo equipos para dilución de sosa caústica sólida.

Además, se proveerá toda la tubería, controles, válvulas e instrumentos necesarios para la supervisión y operación, automática o manual, de la planta completa.

El agua desmineralizada producida se almacenará en un tanque metálico de 450 m^3 de capacidad, común a ambas unidades, y del cual succionarán las bombas de agua de reposición al ciclo de las unidades.

Los residuos del lavado y enjuague de filtros

e intercambiadores serán enviados a un pozo de neutralización antes de su descarga al río.

De la descarga de los filtros de carbón activado se tomará agua para alimentar un equipo suavizador de zeolita y clorinador para la producción de agua potable para el consumo del personal de la planta, sistema que incluirá todos los tanques, bombas, tuberías, válvulas, controles y accesorios necesarios.

2. Sistema cerrado de enfriamiento secundario.

Este sistema constará de tres bombas centrífugas, cada una con capacidad para el flujo de agua de enfriamiento de una unidad, instaladas en paralelo y accionadas por motores eléctricos de tres intercambiadores de calor agua/agua, de casco y tubos y plena capacidad y de un tanque elevado para la refrigeración en emergencia de los equipos en caso de fallas cortas de las bombas; así como de toda la tubería, válvulas, controles e instru -

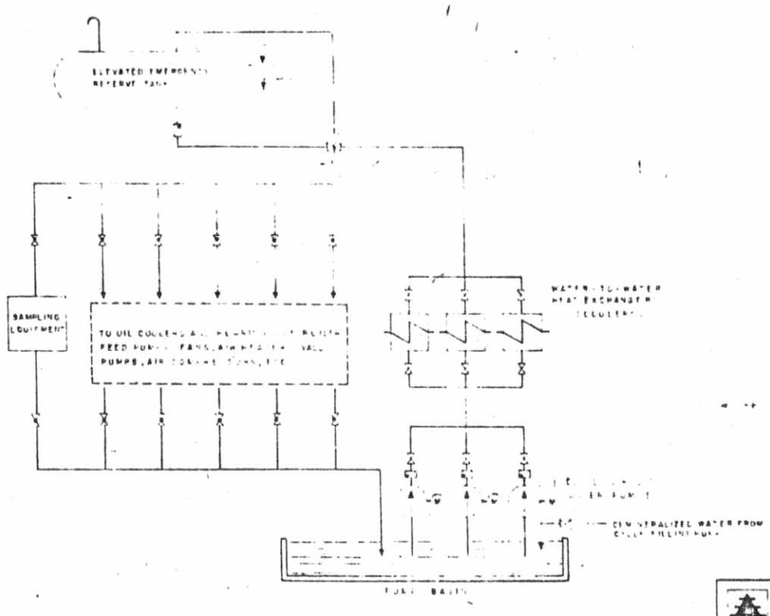
mentos necesarios para asegurar el correcto enfriamiento de los cojinetes y enfriadores - auxiliares de las bombas de alimentación, - compresores, ventiladores de las calderas, calentadores de aire, planta de hidrógeno, etc.

La figura I-22 ilustra este sistema.

3. Sistema abierto de enfriamiento secundario.

Este sistema enfriará, con agua tomada de - las tuberías principales de agua de circulación directamente y/o a través de bombas elevadoras de presión, los refrigeradores del agua - de enfriamiento del sistema cerrado, así como los enfriadores de hidrógeno del generador, del aceite de lubricación y sello del turbogrupo, las bombas de vacío, el enfriador de aire de la excitatriz, los tomamuestras, los condensadores del sistema de aire acondicionado, etc.

La figura I-23 ilustra este sistema.



FOR BIDDING ONLY

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA

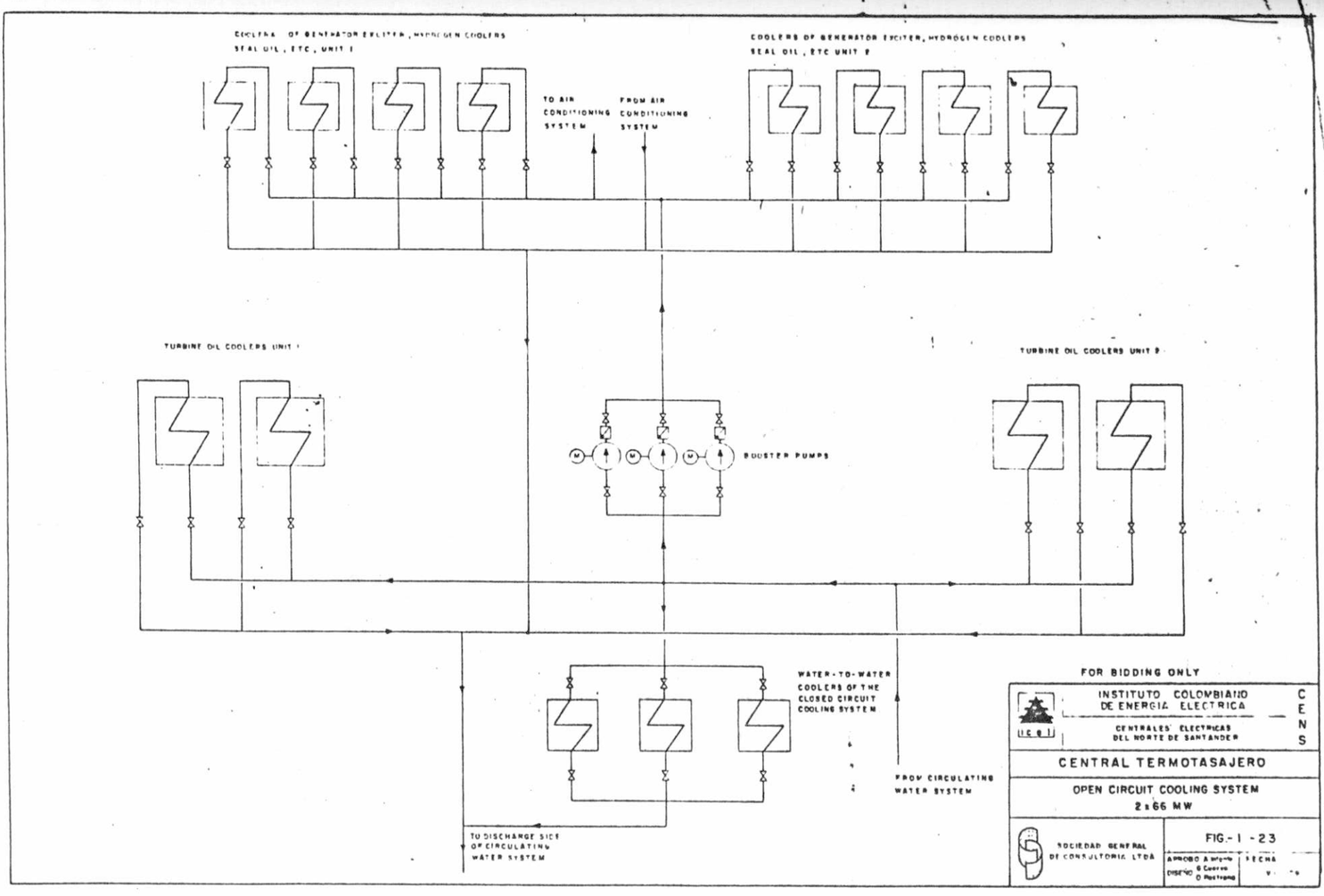
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER

CENTRAL TERMOTASAJERO

CLOSED CIRCUIT COOLING SYSTEM
2 x 66 MW

FIG- I -22

COLFECAR GENERAL ELECTRICIDAD & LTDA


COOLERS OF GENERATOR EXCITER, HYDROGEN COOLERS
SEAL OIL, ETC, UNIT 1
TO AIR CONDITIONING SYSTEM
FROM AIR CONDITIONING SYSTEM
COOLERS OF GENERATOR EXCITER, HYDROGEN COOLERS
SEAL OIL, ETC UNIT 2
TURBINE OIL COOLERS UNIT 1
TURBINE OIL COOLERS UNIT 2
BOOSTER PUMPS
WATER-TO-WATER COOLERS OF THE CLOSED CIRCUIT COOLING SYSTEM
FROM CIRCULATING WATER SYSTEM
TO DISCHARGE SIDE OF CIRCULATING WATER SYSTEM
FOR BIDDING ONLY
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
OPEN CIRCUIT COOLING SYSTEM
2 x 66 MW
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA
FIG.- I -23
APROBO
DISEÑO
FECHA

4. Sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica.

Se proveerán equipos centrales de acondicionamiento de aire para las oficinas, sala de mando, taller de instrumentos, laboratorio químico, equipo de comunicaciones, cafetería y demás áreas que lo requieran de la casa de máquinas de la Central, así como para el Edificio de Administración de la Planta. Se dispondrá de equipos individuales, de expansión directa o de serpentín de agua fría, para las oficinas del taller y almacén, así como para el campamento de residencia de la Central.

El sistema de aire acondicionado constará de dos equipos compactos de enfriamiento de agua por expansión directa, con condensadores enfriados por agua y del 60% de la carga total de refrigeración cada uno, de tres bombas centrífugas y en paralelo, una de reserva, para la circulación del agua fría, y de toda -

la tubería, válvulas, aislamiento, controles e instrumentos requeridos para el mando y regulación completa del sistema.

Dos acondicionadores centrales idénticos, interconectados y del 60% de capacidad cada uno, se dispondrán en la casa de máquinas de tal manera que, aún en caso de falla de uno de ellos, se asegure el acondicionamiento de aire a la sala de mando.

Cada sistema de acondicionador central se suministrará completo con sus ductos de toma de aire fresco, retorno y suministro, cámara de mezcla, filtros finos, serpentines de agua fría, eliminadores de humedad, calentadores eléctricos, ventilador, compuertas, rejillas, difusores, aislamiento térmico, barrera de vapor, controles, reguladores, instrumentación y accesorios requeridos para hacer un sistema completo.

Se suministrarán sistemas de ventilación me

cánica para las áreas y recintos no acondicionados de la casa de máquinas, del taller y almacén, de la planta de tratamiento de agua, de la planta de hidrógeno y otras instalaciones de la planta.

Las condiciones ambientales interiores en las áreas acondicionadas serán de 22°C bulbo seco y 50% de humedad relativa. Para los sistemas de ventilación, la máxima diferencia entre las temperaturas exterior e interior será de 9°C.

La figura I-24 ilustra este sistema.

5. Sistema de aire comprimido

Tal como se ilustra en la figura I-25, el sistema de aire comprimido constará de dos compresores reciprocantes de doble acción y etapas múltiples, cada uno con capacidad para suministrar el aire de servicio y de instrumentación requerido por la planta, acciona -

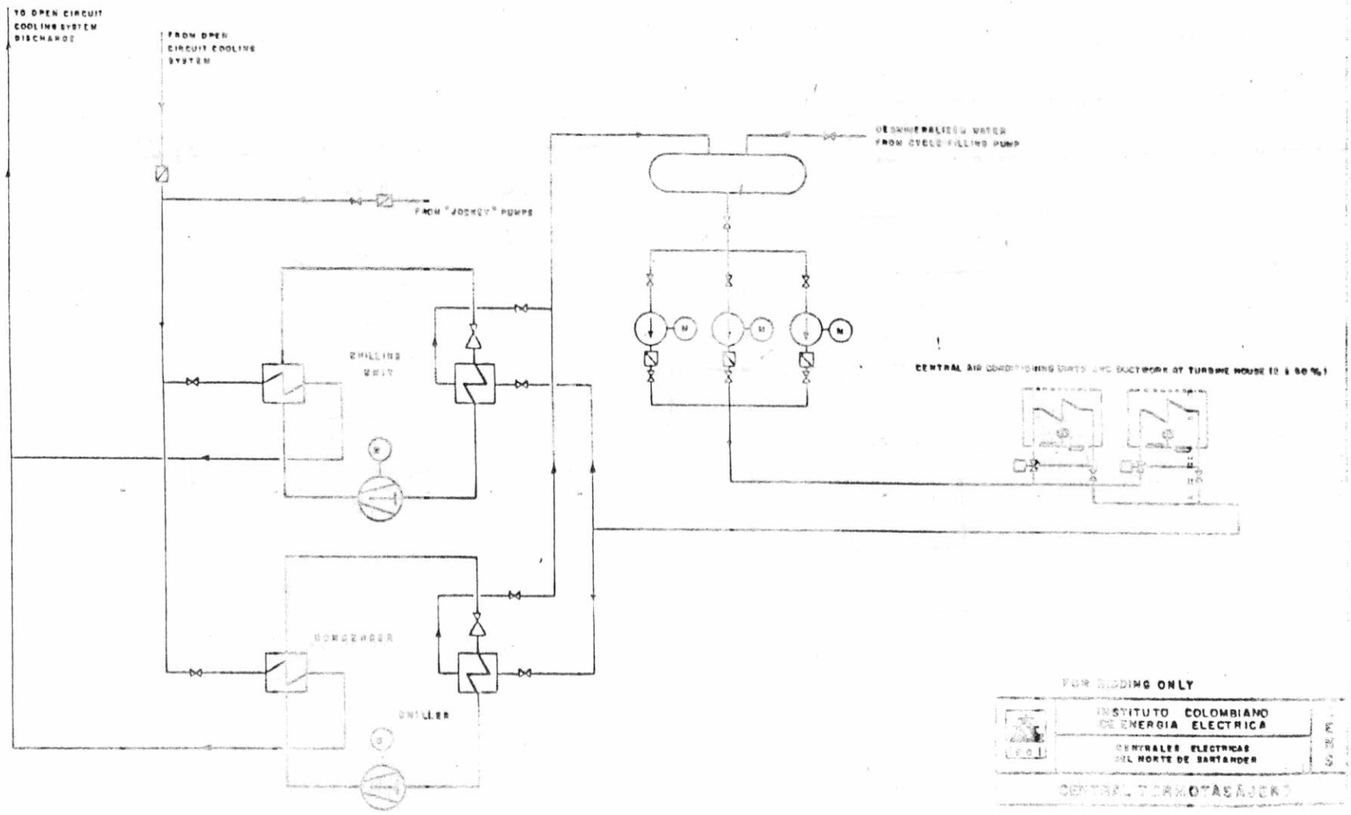
dos por motores eléctricos y provistos de todos los accesorios e instrumentos requeridos para su funcionamiento y supervisión.

Cada compresor tendrá filtro de entrada y silenciador, enfriador intermedio y de salida de aire, controles duales, instrumentación completa y válvulas operadas automáticamente con solenoide.

Cada compresor tendrá un sistema de lubricación forzada por aceite con su bomba y enfriadores respectivos.

Los dos compresores descargarán directamente a un tanque recibidor común del cual salen dos ramales : uno directamente hacia la red de aire de servicio y aire de planta, y el otro hacia un tanque recibidor de aire de instrumentos a través de secadores gemelos de tipo frigorífico.

Los compresores tendrán arranque manual. -



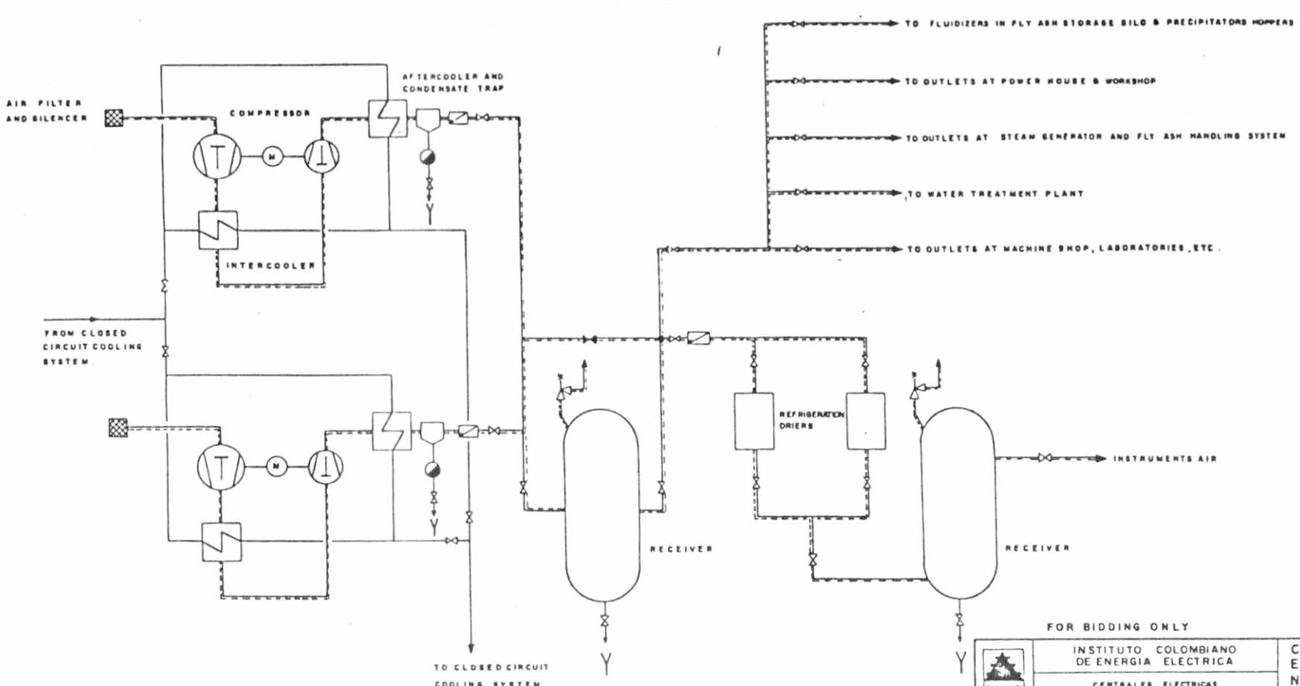
FOR BIDDING ONLY

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA

CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER

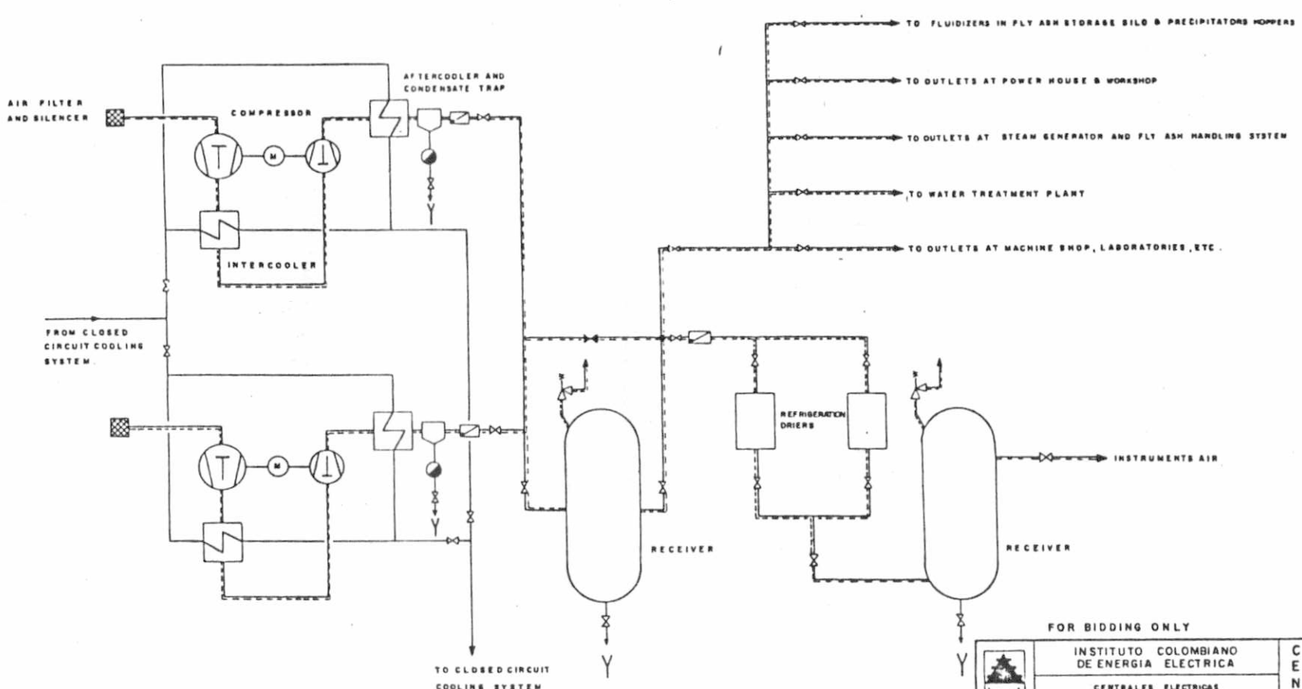
CENTRAL TERMOTASÁJERO

AIR CONDITIONING SYSTEM



FOR BIDDING ONLY

ICEI	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER	CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO		
COMPRESSED AIR SYSTEM		
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	FIG- I - 25 APROBO A. Jaramillo DIBUJO O. Fuentes	FECHA V. H. 79



FOR BIDDING ONLY

ICEI	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER	CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO		
COMPRESSED AIR SYSTEM		
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	FIG- I - 25 APROBO A. Infante DIBUJO S. Cuervo D. Pastrana FECHA V-14-79	

I-ING

Después del arranque, el control de los compresores será completamente automático. - El panel de control de ellos se colocará cerca a los mismos e incluirá todos los controles, instrumentos y anunciadores que se requieran para su completa supervisión y mando.

6. Sistema para extinción de incendios.

La planta dispondrá de salidas fácilmente accesibles y equipos contra fuego claramente - señalados por colores, señales y luces.

El sistema principal consistirá de un sistema completo de hidrantes, monitores y cajas de manguera, alimentados por una red de tuberías de agua cruda a alta presión, para cubrir las áreas de casa de máquinas, calderas, calentadores de aire, subestación, patio de carbón, planta de hidrógeno, tanques de combustible y de aceite, edificios de administración, taller, almacén y campamento de residentes,

con las salidas conectadas a distancias no mayores de 45 metros, un sistema automático de rociadores de agua para extinción de incendios en los transformadores principales y de auxiliares, un sistema de espuma química para los tanques de aceite pesado y aceite liviano y un sistema de CO_2 para las tolvas de carbón triturado, pulverizadores y salas de tableros de distribución.

Un equipo hidroneumático mantendra presurizadas las líneas del sistema de agua contra incendio.

Todo el sistema contra incendios se diseñará de acuerdo a las normas de la NFPA y el "National Board of Fire Under Writers".

Cuatro bombas centrífugas instaladas en paralelo se encargarán de alimentar con agua cruda el sistema contra incendio de la planta : dos bombas principales idénticas, una a motor eléctrico y la otra a motor Diesel, y dos

bombas de menor capacidad para mantener la presión en el sistema cuando el gasto es pequeño.

Las bombas tomarán agua de los pozos de las bombas de agua de circulación y, como reserva adicional de emergencia, del tanque de agua filtrada de la planta de tratamiento.

Cada bomba principal tendrá una capacidad de 300 metros cúbicos por hora a una presión de 7 kg/cm^2 medida en la salida más alta de la planta cuando 6 mangueras están en operación. El motor Diesel será de 4 tiempos, de 3.600 RPM, refrigerado por aire y con arranque por motor eléctrico con batería y cargador de 12 voltios.

Las bombas de mantener la presión tendrán una capacidad de 40 m^3/hora cada una.

Tanto las bombas como los motores tendrán todos los accesorios, controles e instrumentos necesarios para su correcta operación.

FILTERED WATER STORAGE TANK
CIRCULATING WATER SUMPS BELOW
JOCKEY PUMPS
DIESEL ENGINE DRIVEN PUMP
ELECTRIC MOTOR DRIVEN PUMP
PRESSURE TANK
AIR COMPRESSORS
FILTERS
OIL AND WATER SEPARATOR
HOSE OUTLETS BOILER UNIT
HYDRANT
PERSONNEL QUARTERS
STORE PARTS SHOP AND MACHINE SHOP HOSE OUTLETS
BLIND FLANGE FOR CONNECTION TO FUTURE UNIT
TURBINE OIL TANK UNIT 2
TURBINE OIL TANK UNIT 1
MAIN TRANSFORMER UNIT 2
MAIN TRANSFORMER UNIT 1
AUX TRANSFORMER UNIT 2
AUX TRANSFORMER UNIT 1
HOSE OUTLETS AT SUBSTATION
ADMINISTRATION BUILDING HOSE OUTLETS
HOSE OUTLETS AND HYDRANTS AT C.W. PUMPS
STRUCTURE, HYDROGEN PLANT, WATER TREATMENT PLANT, INTAKE PUMP HOUSE, AND OTHER BUILDINGS AND AREAS OF THE PLANT
HOSE OUTLETS AB MISCELLANEOUS LEVELS, TURBINE HOUSE
HOSE OUTLETS BOILER UNIT
HYDRANTS
HYDRANTS AND MONITORS AT COAL STOCKPILE
EMERGENCY DIESEL DRIVEN GENERATOR
480V/460V AUX TRANSF
HOSE OUTLETS AT FLY ASH SILOS
H. P. WATER SYSTEM
WATER MONITORS AT OIL TANKS
WATER MONITOR
FOAM TANK
DELUGE VALVE
FOAM
TEM
FOR BIDDING ONLY
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENTRAL TERMOTASAJERO
FIRE EXTINGUISHING SYSTEM
2666 MW
FIG.-I-26

Se dispondrá, además, de extinguidores portátiles de bióxido de carbono de gran capacidad para cubrir las áreas de turbogrupos, tableros de distribución, cargadores, convertidores, equipo eléctrico en general y cuartos de cableado, así como de extinguidores portátiles de polvo, químico seco, bióxido de carbono y agua a presión para las áreas de oficinas y de almacenamiento de la casa de máquinas, edificio de administración, taller, almacén, campamento de residentes, etc.

Este sistema se ilustra en la figura I-26.

7. Planta de Hidrógeno.

La central térmica contará con un planta para producción de hidrógeno, con capacidad para 6 m^3/hora de hidrógeno a condiciones estandar, para suplir las pérdidas del sistema de refrigeración de los generadores. El hidrógeno producido tendrá una pureza superior al 99.8% por volumen y se envasará en bote-

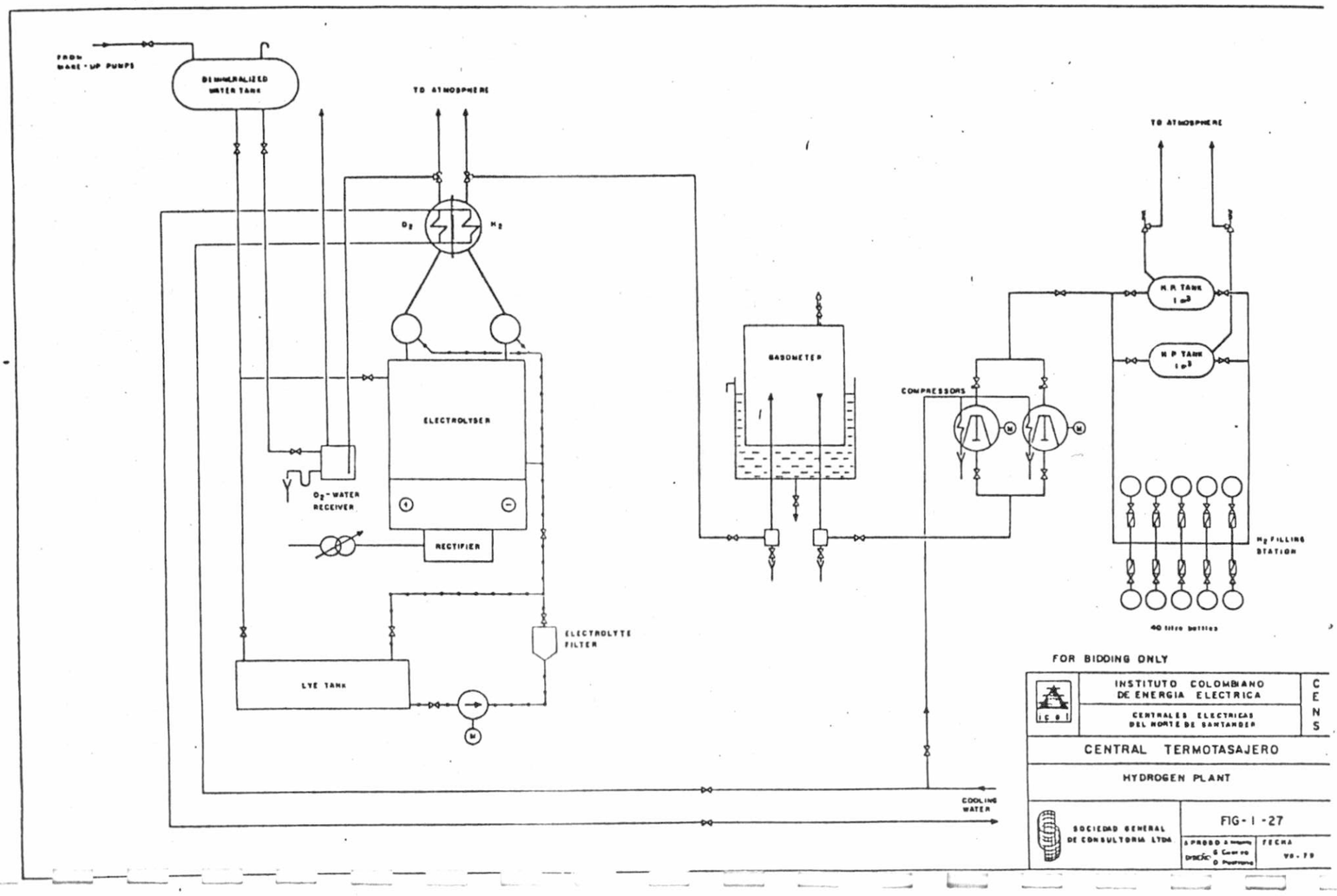
llas de 40 litros de capacidad a una presión - de 200 atmósferas.

La planta se equipará con un transformador rectificador para alimentar con corriente continua el conjunto de celdas bipolares para producción de hidrógeno por electrólisis de agua. El oxígeno producido en el electrolizador se botará a la atmósfera y el hidrógeno se conducirá a presión atmosférica a un gasómetro de 12 m^3 de capacidad. Del gasómetro succionarán dos compresores de diafragma metálico o de camisas y émbolos de etapas múltiples, instalados en paralelo y de plena capacidad cada uno, los cuales descargarán a dos tanques de almacenamiento de hidrógeno a - 200 atmósferas de presión y de 1 m^3 de capacidad cada uno, provistos de las tuberías, - válvulas y accesorios requeridos para efectuar el llenado simultáneo de al menos 10 botellas de hidrógeno de 40 litros.

La planta se suministrará completa, con tanque de almacenamiento de 10 m^3 para agua desmineralizada, tanque de preparación y reserva de electrolito, con su agitador y bombas de trasiego de electrolito y agua para alimentar con lejía las celdas del electrolizador. Se incluirá toda la tubería, válvulas, secadores de humedad y analizadores del hidrógeno producido, incluyendo todo el equipo de control, instrumentación y accesorios para garantizar la operación segura y confiable de la planta de hidrógeno.

Los residuos y desechos de la planta de hidrógeno se tratarán en una pileta de neutralización antes de su descarga al sistema de desague de la central.

La planta de hidrógeno se ilustra en la figura I-27.


FROM MAKE-UP PUMPS
DEMINERALIZED WATER TANK
TO ATMOSPHERE
O_2
H_2
ELECTROLYSER
O_2-WATER RECEIVER
RECTIFIER
ELECTROLYTE FILTER
LYE TANK
GASOMETER
COMPRESSORS
TO ATMOSPHERE
H.P. TANK 1 m³
H.P. TANK 1 m³
H_2 FILLING STATION
40 litre bottles
COOLING WATER
FOR BIDDING ONLY
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
HYDROGEN PLANT
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA
FIG-I-27
FECHA

4.1.9 Equipos misceláneos de planta

1. Puente grúa para Casa de Máquinas

La casa de máquinas contará con un puente - grúa para ser utilizado durante el montaje, y para el mantenimiento de los turbogrupos y - demás equipos de esta casa.

Tendrá un gancho principal con capacidad para 60 ton y un gancho auxiliar con capacidad para 15 ton, cada uno con velocidades alta y de precisión, capaces de alcanzar hasta la losa 0.0 metros de la casa de máquinas.

El suministro del puente grúa incluirá los rieles para el desplazamiento del puente y para la toma de corriente, las vigas en cajón y pasarelas del puente, el equipo para el desplazamiento rápido y lento del puente y sus frenos respectivos, el carro completo con el equipo para desplazamiento rápido y lento del mismo, los motorreductores, tambores de enrolla -

miento, cables y frenos para los ganchos principal y auxiliar, la cabina de control del puente-grúa con su escalera de acceso, la botonera colgante para control del mismo desde el nivel de los turbogrupos, además de todos los equipos y accesorios necesarios para completar el suministro.

2. Puente grúa para el taller y grúa pórtico para la estructura de bombas de circulación.

El taller contará con un puente-grúa de 5 ton. de capacidad, el cual cubrirá todo el ancho y largo del taller, provisto de un gancho eléctrico de esta capacidad y dos velocidades, con - mandos motorizados para la traslación del - puente y del carro, y botonera colgante de - mando. La estructura de bombas de circulación contará con una grúa de pórtico de 12 ton de capacidad, el cual cubriría todo el ancho y largo de esta estructura, provisto de un gancho eléctrico de esta capacidad y dos velocida

des, con mandos motorizados para la traslación del pórtico y del carro, y botonera colgante de mando.

3. Ascensor de Calderas

Las calderas de la planta dispondrán de un ascensor de pasajeros, adecuado para trabajo pesado, para servir los pisos de quemadores y demás niveles de operación de las calderas y de las tolvas de carbón triturado.

El ascensor incluirá todas las estructuras, columnas, guías, contrapesos, tambores, motoreductores, frenos, equipo eléctrico, cables, carro, puertas, equipo de seguridad, controles y accesorios completos, requeridos para asegurar una operación confiable del mismo.

La capacidad del ascensor será para 1000 kilogramos de carga viva y tendrá una velocidad de 60 metros/minuto.

4. Laboratorio Químico.

El laboratorio químico se localizará en la casa de máquinas de la planta y contará con aire acondicionado, estantería metálica, mesas de trabajo, lavabo y armarios, además suministros de agua potable, aire comprimido, energía eléctrica y gas propano.

El laboratorio se suministrará con todos los equipos y elementos de laboratorio necesarios que permitan efectuar ensayos completos de agua, combustibles, gases y lubricantes, incluyendo un surtido completo de reactivos químicos.

5. Taller de Instrumentación

Se dispondrá dentro de la casa de máquinas de un equipo completo para ensayos, mantenimiento y reparación de los instrumentos y equipos de control de la planta térmica.

El laboratorio tendrá todas las facilidades y

servicios para la realización óptima del trabajo.

6. Taller de Mantenimiento

El taller de mantenimiento contará con las siguientes máquinas herramientas :

Un torno paralelo

Un cepillo mecánico

Una fresadora

Un taladro radial

Un taladro de pedestal

Tres esmeriles

Una sierra de vaivén

Una sierra sinfin

Una cizalla

Dos equipos estacionarios de soldadura eléctrica.

Un equipo portátil de soldadura eléctrica

Una sierra radial y un cepillo mecánico para madera.

Equipo para soldadura oxiacetilénica

Una presa hidráulica de 5 ton.

Un yunque de 100 kg

Una forja

Prensas

Una dobladora de lámina

Una rebordeadora

Una dobladora de tubos

Una roscadora de tubos

Una grúa portátil de carro, con capaci - dad para 2 toneladas.

Dos malacates

Dos bombas de pozo

Un horno para tratamientos térmicos.

4.2 PARA UNA UNIDAD DE 150 MW

4.2.1 General

La planta consistirá de una unidad turbogenerado ra a vapor, con capacidad para producir una po - tencia neta continua de 150.000 KW, medida en los bornes de alta tensión del transformador princi - pal.

El turbogrupo operará conjuntamente con su corres pondiente generador de vapor, equipo de condensa ción, de calentamiento, bombeo de condensado y agua de alimentación.

La unidad contará con los equipos y sistemas nece sarios para un adecuado funcionamiento y opera - ción, tales como los de manejo, preparación y dis posición de combustibles y ceniza, de enfriamien- to principal y secundario, de aire comprimido, - tratamiento de agua, contraincendio, planta de hi- drógeno, grúas, ascensor, taller, aire acondicio nado y laboratorios.

Las características de la planta de 150 MW que a continuación se mencionan son aquellos en las que se encuentran diferencias notorias con la planta de 2x66 MW. Las características de los equipos y sistemas no mencionados serán iguales a las descritas para la planta de 2x66 MW.

4.2.2 Generador de Vapor

El generador de vapor será de tipo colgante, de un tambor y paredes de tubos de agua, diseñado para tener circulación natural, tiro balanceado y trabajar a la intemperie.

En generador de vapor se diseñará para una capacidad máxima continua igual al flujo de vapor sobrecalentado y recalentado requeridos para que el turbogrupo genere la potencia máxima continua cuando en el condensador se tiene una presión absoluta de 63.5 mm de mercurio y se emplea un 2% de agua de reposición al ciclo, más el vapor auxiliar requerido por los equipos auxiliares de la planta.

Además, el generador de vapor tendrá una capacidad pico de vapor sobrecalentado del 5% sobre la capacidad máxima continua, durante un máximo de 4 horas al día, supliendo al mismo tiempo la correspondiente cantidad de vapor recalentado requerida por la turbina.

El sobrecalentador y el recalentador serán de tipo no drenable, estarán localizados dentro de la caldera y tendrán los cabezales en el exterior de la misma. La temperatura del vapor a la salida del sobrecalentador y la temperatura del vapor a la salida del recalentador podrán ser mantenidas constantes, automáticamente, desde el 50% de la capacidad nominal de la caldera, empleando atemperación por atomización de agua.

El economizador será de tipo horizontal, y podrá ser del tipo individual o doble según requieran las condiciones de caída de presión y espacio para remoción de elementos. Estará localizado por debajo del nivel de agua de la caldera y su diseño será

de flujo cruzado y en contracorriente de tal manera que mientras el flujo de agua ascienda, el flujo de gases descienda.

El generador de vapor tendrá dos flujos de aire y dos de gases; es decir dos ventiladores de tiro forzado, dos ventiladores de tiro inducidos, dos precipitadores electrostáticos y dos calentadores de aire; cada flujo del 60% de la capacidad máxima de aire y gases del generador de vapor.

Las demás características serán similares a las mencionadas para la planta de 2x66 MW, parágrafo 4.1.2 de este volumen.

4.2.3 Turbina y Accesorios

La turbina de vapor será de condensación, de dos o tres cuerpos con seis extracciones de vapor para calentamiento regenerativos del agua de alimentación de la caldera. La turbina estará directamente acoplada a un generador enfriado por hidrógeno.

La turbina será de un modelo ya probado satisfactoriamente en operación e incluirá todos los equipos y accesorios que garanticen su operación confiable y segura.

La unidad turbogeneradores producirá una potencia neta contínua de 150.000 KW, a 3.600 RPM, 0.85 factor de potencia, 20.000 voltios y 60 Hz, cuando se suministre suficiente vapor a la turbina en condiciones de vapor vivo de 127 kg/cm^2 y 538°C y con recalentamiento intermedio a 538°C, se tenga un presión de hidrógeno de 3.1 kg/cm^2 en el generador, una presión absoluta de 63.5 mm Hg en el condensador y un 2% de agua de reposición al ciclo.

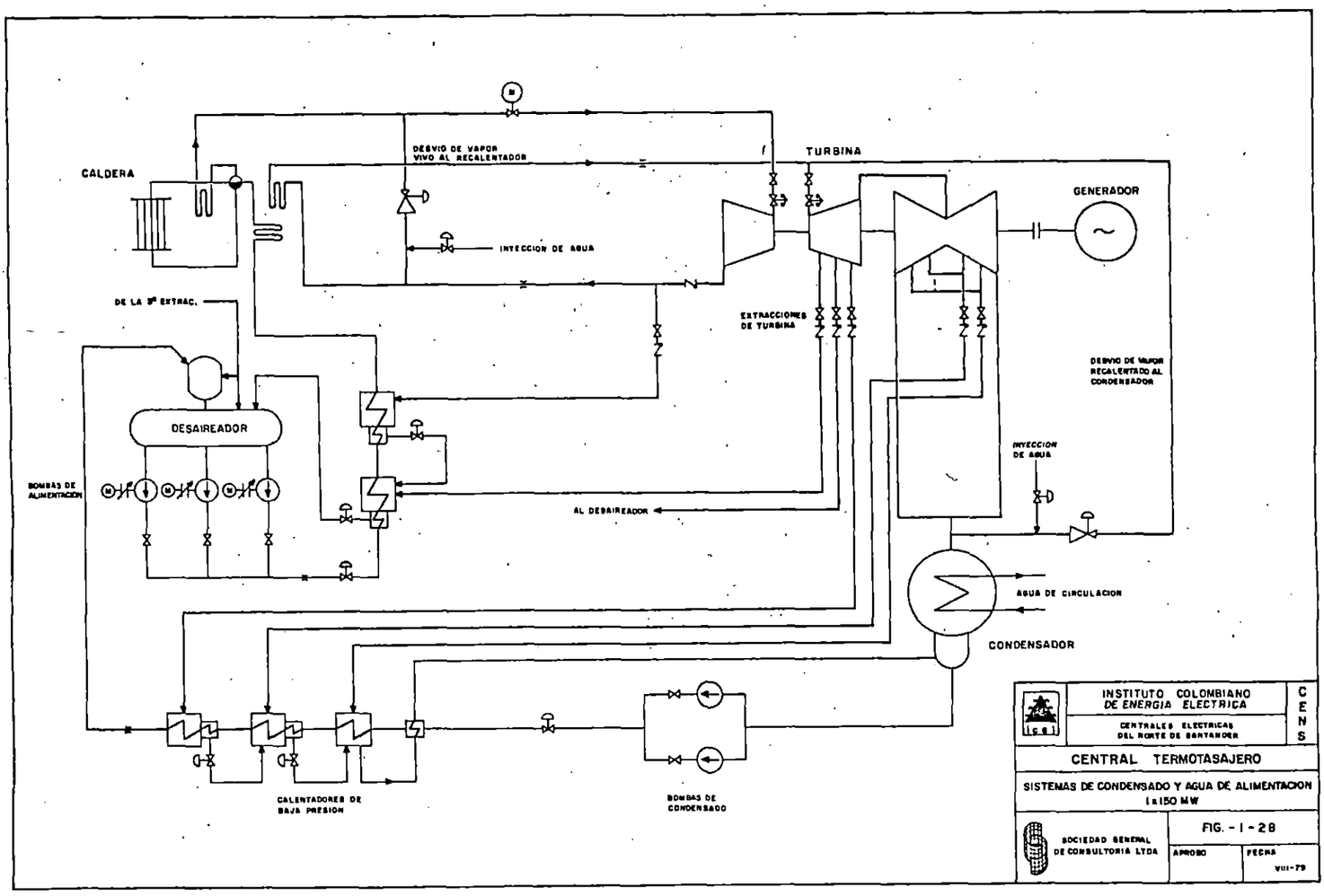
Para agilizar el arranque y evitar la parada del ciclo por disparos del turbogrupo ajenos a daños de la unidad, así como para controlar las sobre-presiones con cambios bruscos de la carga, se proveerá un sistema automático de "by pass" que permitirá enviar el vapor vivo de la salida del sobrecalentador de la caldera directamente hacia la entrada al recalentador, sin pasar por la sección de alta presión de la turbina, pero reduciéndole presión y temperatura, y enviar el vapor recalentado de la salida del recalentador, reduciéndole presión y temperatura, directamente al condensador sin pasar por las secciones de intermedia y baja presión de la turbina.

Los accesorios y los diversos sistemas de regulación, de protección, control y lubricación del turbogrupo se regirán por las características descritas para el turbogrupo de la planta de 2 x 66 MW. en el parágrafo 4.1.3 de este volumen.

4.2.4 Equipo de Condensación y Agua de Alimentación.

El equipo de condensación y agua de alimentación se muestra en la figura I-28. Cada elemento del equipo cumplirá con la descripción realizada en el parágrafo 4.1.4 de este volumen, para el equipo similar de la planta de 2x66 MW. Es importante mencionar que el equipo de calentamiento del agua de alimentación constará de cinco calentadores de casco y tubos : tres de baja presión y dos de alta presión; y de un calentador-desaireador de rociadores y bandejas.

Cinco de las seis extracciones de la turbina irán a los calentadores de casco y tubos y la restante irá al desaireador.


CALDERA
DESVIO DE VAPOR VIVO AL RECALENTADOR
TURBINA
GENERADOR
INYECCION DE AGUA
DE LA 3ª EXTRAC.
EXTRACCIONES DE TURBINA
DESVIO DE VAPOR RECALENTADO AL CONDENSADOR
DESAIREADOR
INYECCION DE AGUA
BOMBAS DE ALIMENTACION
AL DESAIREADOR
AGUA DE CIRCULACION
CONDENSADOR
CALENTADORES DE BAJA PRESION
BOMBAS DE CONDENSADO
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
SISTEMAS DE CONDENSADO Y AGUA DE ALIMENTACION
(±150 MW
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA
FIG. - I - 28
APROBO
FECHA
VIII-79

4.2.5 Sistema de agua de circulación

1. General

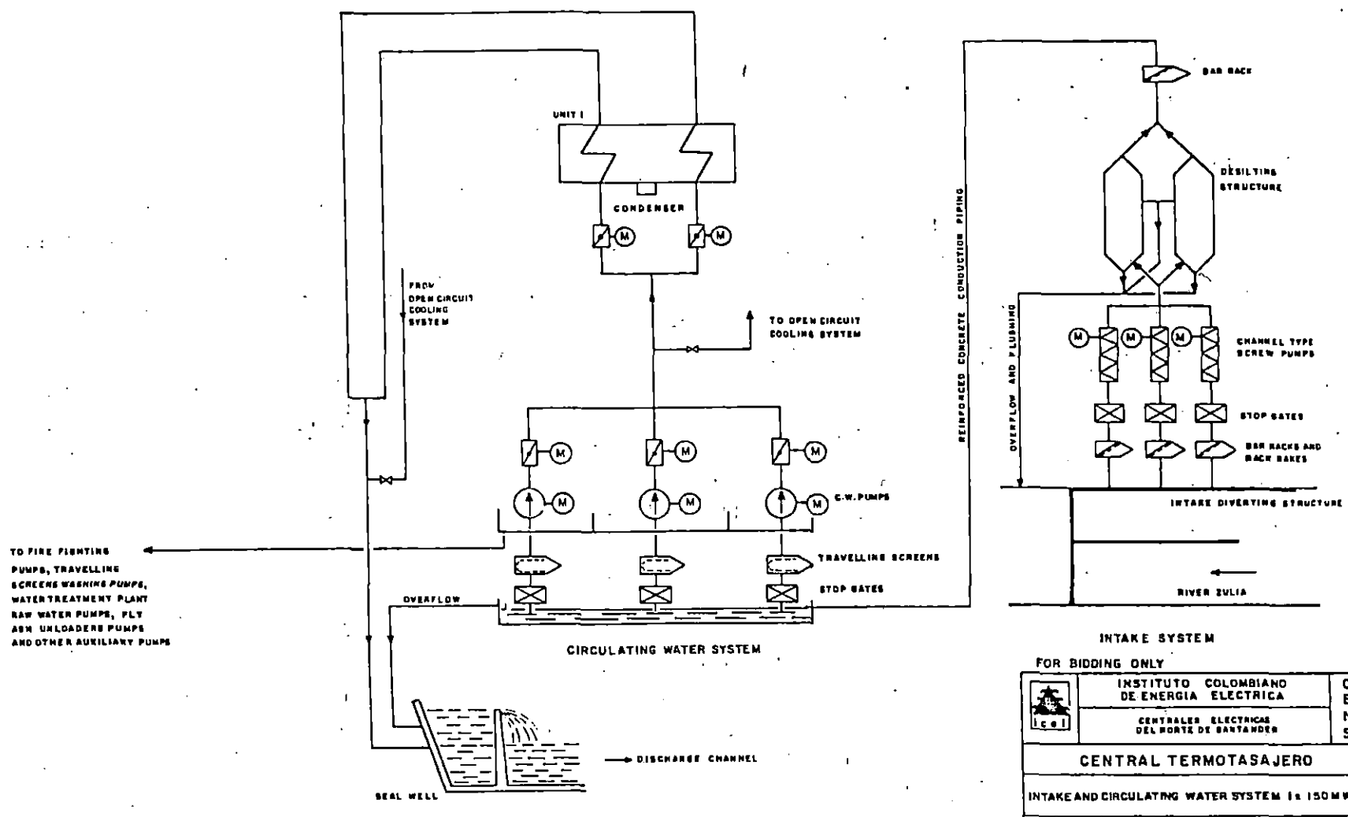
La central tendrá un sistema de agua de circulación para enfriamiento del condensador, y del equipo auxiliar de planta a través de los circuitos cerrado y abierto de enfriamiento secundario. El sistema de circulación para enfriamiento del condensador operará en circuito abierto, tomando agua del río Zulia y descargando al mismo aguas abajo de la bocatoma.

El sistema constará de una estructura de bocatoma, localizada directamente sobre la margen derecha del río, provista de tres rejas fijas para la limpieza del agua y de tres bombas de toma de tipo tornillo para subir el agua hasta el nivel del desarenador. A la descarga de este, el agua se conducirá por una tubería subterránea de concreto hasta la estructura de las bombas de circulación, des

de donde se conducirá el agua de enfriamiento al condensador y demás equipos a través de tubería subterranea de acero.

La figura I-29 presenta el esquema del sistema.

Las características y la distribución de cada uno de los elementos del sistema corresponden a las descritas en el parágrafo 4.1.5 de este volumen, para el sistema de agua de circulación de la planta de 2x66 MW. Los diversos elementos del sistema atenderán la totalidad de las necesidades de agua de circulación de la unidad de 150 MW. Cada una de las tres bombas de circulación, cada tamiz rotatorio y cada sección del desarenador tendrán una capacidad para el 50% del flujo máximo del agua de circulación.


UNIT 1
CONDENSER
FROM OPEN CIRCUIT COOLING SYSTEM
TO OPEN CIRCUIT COOLING SYSTEM
REINFORCED CONCRETE CONDUCTION PIPING
C.W. PUMPS
TRAVELLING SCREENS
STOP GATES
OVERFLOW
TO FIRE FIGHTING PUMPS, TRAVELLING SCREENS WASHING PUMPS, WATER TREATMENT PLANT RAW WATER PUMPS, PLT ASH UNLOADERS PUMPS AND OTHER AUXILIARY PUMPS
CIRCULATING WATER SYSTEM
SEAL WELL
DISCHARGE CHANNEL
BAR RACK
DESILTING STRUCTURE
OVERFLOW AND FLUSHING
CHANNEL TYPE SCREW PUMPS
STOP GATES
BAR RACKS AND RACK RAKES
INTAKE DIVERTING STRUCTURE
RIVER ZULIA
INTAKE SYSTEM
FOR BIDDING ONLY
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
INTAKE AND CIRCULATING WATER SYSTEM 1 x 150 MW
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA
FIG- 1 -29
FECHA
VIII - 79

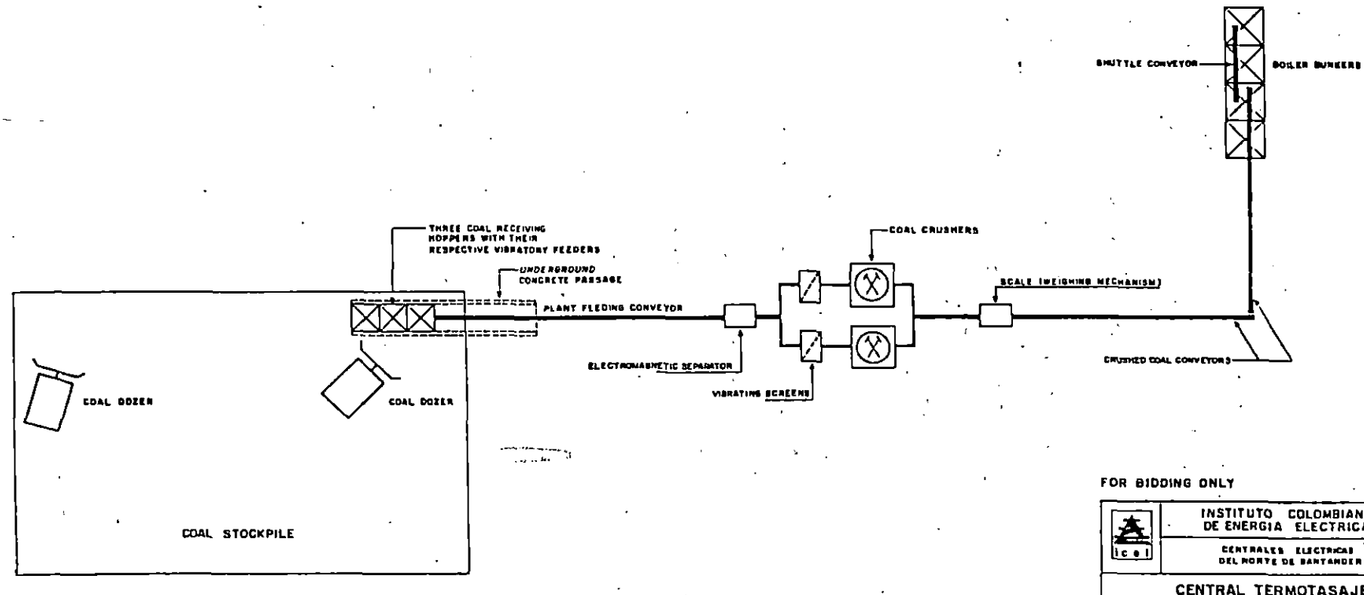
4.2.6 Sistema de almacenamiento y manejo de combustible.

1. Sistema de almacenamiento y manejo de carbón bituminoso.

El esquema de este sistema se presenta en la figura I-30. El equipo para manejo de carbón bituminoso será diseñado para que el flujo de carbón se efectúe automáticamente por medios mecánicos, desde las tolvas de alimentación en el patio de carbón hasta las tolvas elevadas de carbón triturado del área de caldera, con posibilidad de controlar manualmente dicho flujo.

El patio de carbón estará localizado dentro del lote de la central, a la intemperie, y tendrá capacidad para almacenar el carbón que se consumiría a plena carga de la unidad durante 90 días.

En la casa de trituración se instalarán dos trituradores de rodillos dobles, cada uno con ca



FOR BIDDING ONLY

icel	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER	CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO		
COAL HANDLING SYSTEM 1 x 150 MW		
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	FIG-1-30	
	APROBO A	FECHA
	DISEÑO	VIR-78

pacidad para reducir 110 ton/hora de carbón a un tamaño máximo de 25 mm.

Las tolvas de carbón triturado de las calde - ras tendrán capacidad para almacenar carbón para 24 horas de operación de las calderas a máxima carga, o sea de aproximadamente - 1.200 ton.

Cada pulverizador alimentará una fila de que madores y tendrá una capacidad aproximada de 15 ton/hora suficiente para mantener uno solo la caldera al 40% de capacidad.

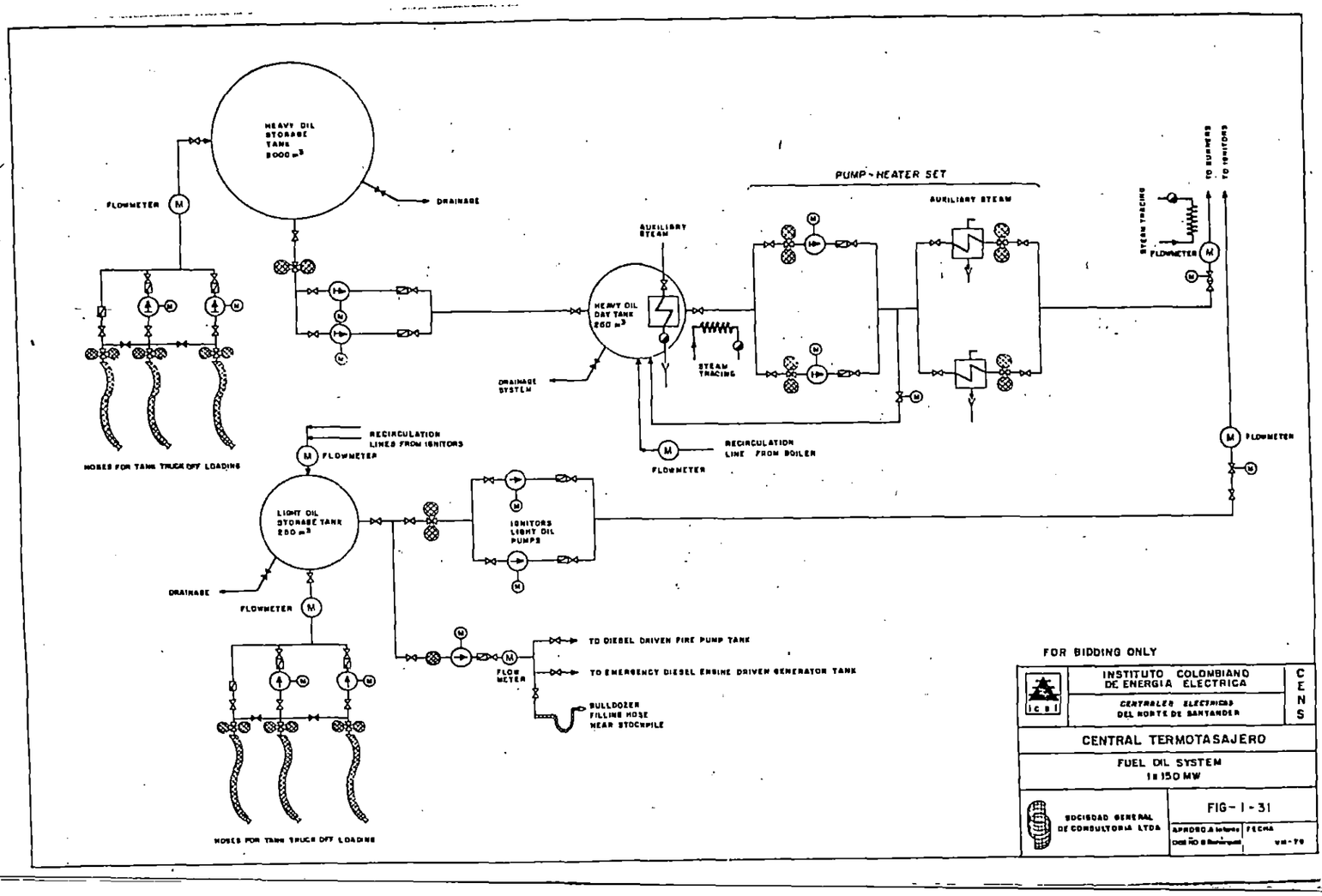
2. Sistemas de almacenamiento y manejo de acei tes pesado y liviano.

Los sistemas de manejo y almacenamiento - de aceite pesado y liviano presentan el arré- glo mostrado en la figura I-31.

El aceite pesado se enviará del tanque diario a los quemadores de la caldera por medio de dos bombas de desplazamiento positivo, una

de las cuales estará en reserva, pasando a través de dos calentadores en paralelo de casco y tubos, los cuales reciben vapor auxiliar de la caldera para el calentamiento del aceite.

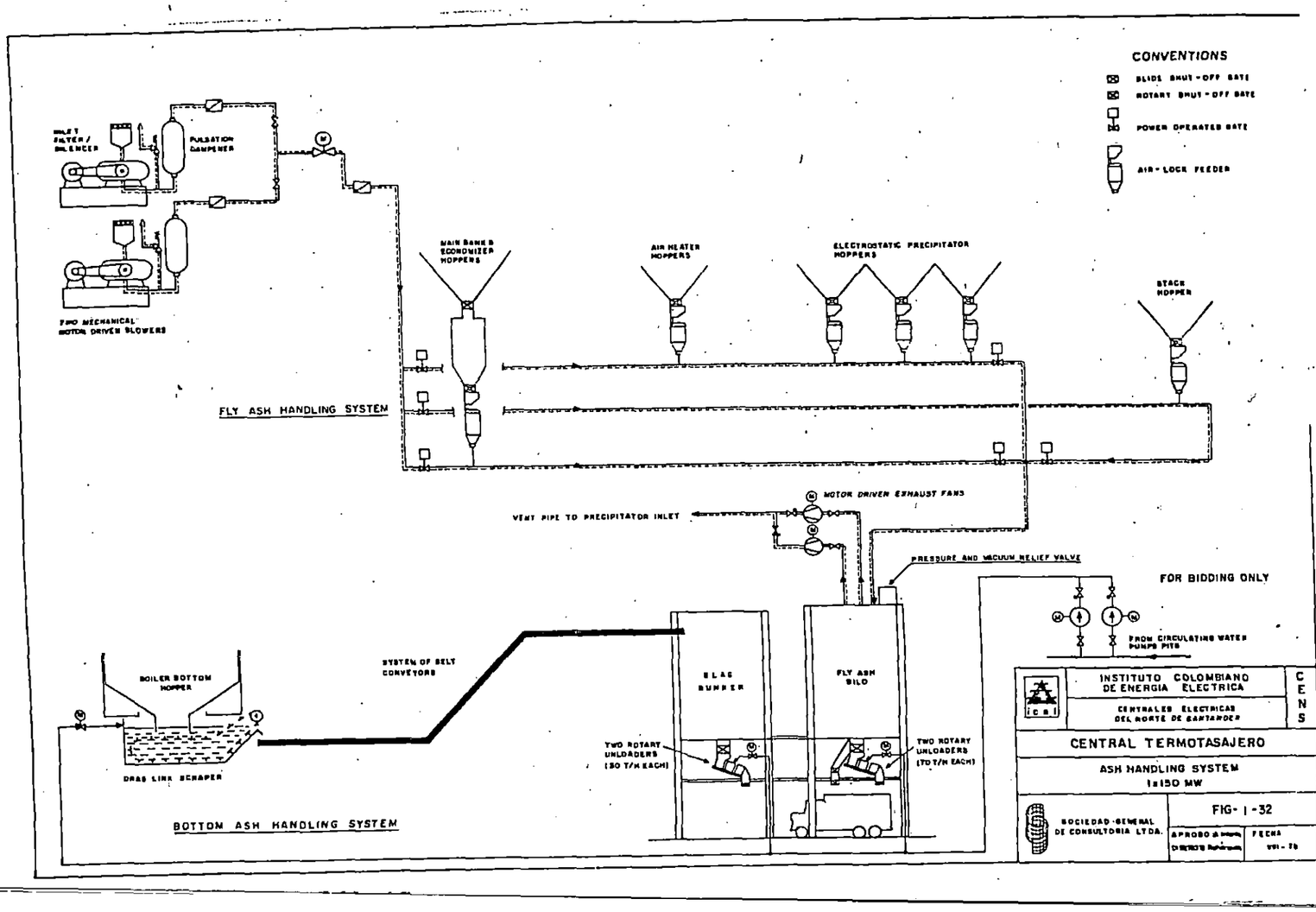
3. A excepción del parágrafo anterior los sistemas de almacenamiento y manejo de combustibles para la unidad de 150 MW, tendrán las características descritas en el parágrafo 4.1.6 de este volumen, para los sistemas similares de la planta de 2x66 MW.


HEAVY OIL STORAGE TANK 2000 m³
DRAINAGE
FLOWMETER
HOSES FOR TANK TRUCK OFF LOADING
AUXILIARY STEAM
HEAVY OIL DAY TANK 250 m³
DRAINAGE SYSTEM
STEAM TRACING
PUMP-HEATER SET
AUXILIARY STEAM
STEAM TRACING
FLOWMETER
TO BURNERS
TO IGNITORS
RECIRCULATION LINE FROM BOILER
FLOWMETER
RECIRCULATION LINES FROM IGNITORS
FLOWMETER
LIGHT OIL STORAGE TANK 250 m³
DRAINAGE
FLOWMETER
IGNITORS LIGHT OIL PUMPS
FLOW METER
TO DIESEL DRIVEN FIRE PUMP TANK
TO EMERGENCY DIESEL ENGINE DRIVEN GENERATOR TANK
BULLDOZER FILLING HOSE NEAR STOCKPILE
HOSES FOR TANK TRUCK OFF LOADING
FOR BIDDING ONLY
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
FUEL OIL SYSTEM
1 x 150 MW
FIG-1-31
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA
FECHA

4.2.7 Sistema de manejo y disposición de cenizas

El sistema de remoción y manejo de cenizas incluirá un pozo húmedo en el fondo del hogar de la caldera, provisto de una cadena rotatoria de barras de arrastre para la remoción de la escoria y ceniza pesada, y un sistema neumático presurizado para la remoción y manejo en seco de las cenizas volantes provenientes del economizador, paso posterior y ductos de gases, precipitadores electrostáticos y calentadores de aire del generador de vapor.

Los sistemas se muestran en la figura I-32 y tendrán condiciones de funcionamiento similares a las descritas para el sistema de manejo y disposición de ceniza de las unidades de 66 MW, en el parágrafo 4.1.7 de este volumen.


CONVENTIONS
SLIDE SHUT-OFF GATE
ROTARY SHUT-OFF GATE
POWER OPERATED GATE
AIR-LOCK FEEDER
INLET FILTER / SILENCER
PULSATION DAMPENER
TWO MECHANICAL MOTOR DRIVEN BLOWERS
MAIN BANK & ECONOMIZER HOPPERS
AIR HEATER HOPPERS
ELECTROSTATIC PRECIPITATOR HOPPERS
STACK HOPPER
FLY ASH HANDLING SYSTEM
MOTOR DRIVEN EXHAUST FANS
VENT PIPE TO PRECIPITATOR INLET
PRESSURE AND VACUUM RELIEF VALVE
FOR BIDDING ONLY
FROM CIRCULATING WATER PUMPS PITS
BOILER BOTTOM HOPPER
SYSTEM OF BELT CONVEYORS
SLAG BUNKER
FLY ASH SILO
TWO ROTARY UNLOADERS (30 T/H EACH)
TWO ROTARY UNLOADERS (70 T/H EACH)
DRAG LINK SCRAPER
BOTTOM ASH HANDLING SYSTEM
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
ASH HANDLING SYSTEM
1x150 MW
FIG- I -32
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA.
APROBO
FECHA

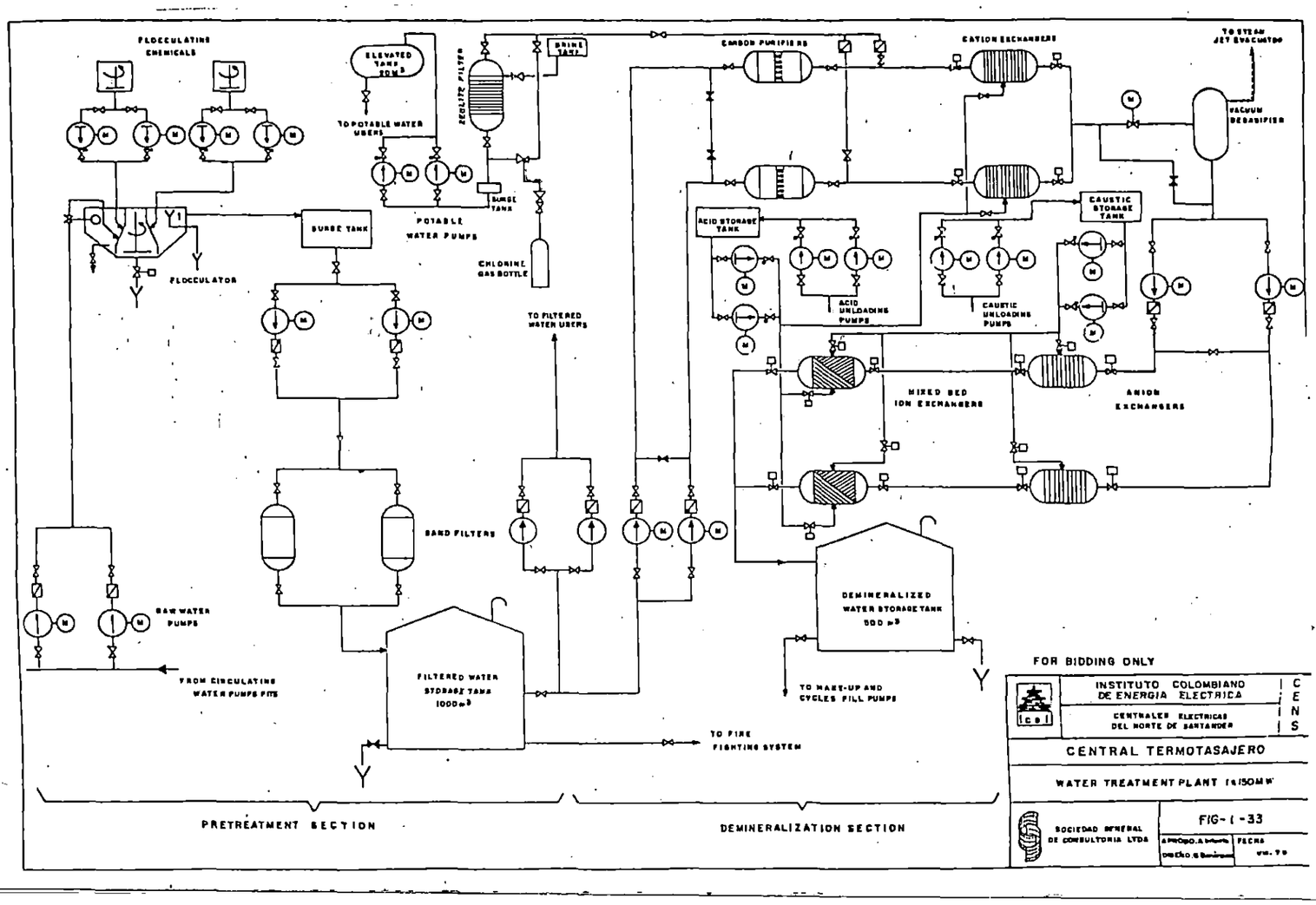
4.2.8 Sistemas Complementarios

1. Planta de tratamiento de agua.

La planta de tratamiento de agua consistirá de una sección de pretratamiento y de una sec - ción de desmineralización total, alimentada por la primera, en la forma que ilustra la figura I-33.

Los elementos pertenecientes a la planta de - tratamiento de agua de la unidad de 150 MW, presentan características similares a las descritas en la sección 4.1.8.1 de este volumen para la planta de tratamiento de las unidades de 66 MW.

Existe una diferencia fundamental de funcionamiento, ya que el número de flujos para la - planta de tratamiento de la unidad de 150 MW. es de dos, mientras el arreglo de los elementos de la planta de tratamiento para las unidades de 66 MW es triple. En cualquiera de los


FLOCCULATING CHEMICALS
ELEVATED TANK 10 m³
TO POTABLE WATER USERS
ZEOLITE FILTER
BRINE TANK
CARBON PURIFIERS
CATION EXCHANGERS
TO STEAM JET EVACUATOR
VACUUM DEGASIFIER
SURGE TANK
POTABLE WATER PUMPS
CHLORINE GAS BOTTLE
FLOCCULATOR
SURGE TANK
ACID STORAGE TANK
CAUSTIC STORAGE TANK
ACID UNLOADING PUMPS
CAUSTIC UNLOADING PUMPS
TO FILTERED WATER USERS
MIXED BED ION EXCHANGERS
ANION EXCHANGERS
SAND FILTERS
DEMINERALIZED WATER STORAGE TANK 500 m³
RAW WATER PUMPS
FROM CIRCULATING WATER PUMPS FITS
FILTERED WATER STORAGE TANK 1000 m³
TO MAKE-UP AND CYCLES FILL PUMPS
TO FIRE FIGHTING SYSTEM
PRETREATMENT SECTION
DEMINERALIZATION SECTION
FOR BIDDING ONLY
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENTRAL TERMOTASAJERO
WATER TREATMENT PLANT 1x150MW
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA
FIG-I-33

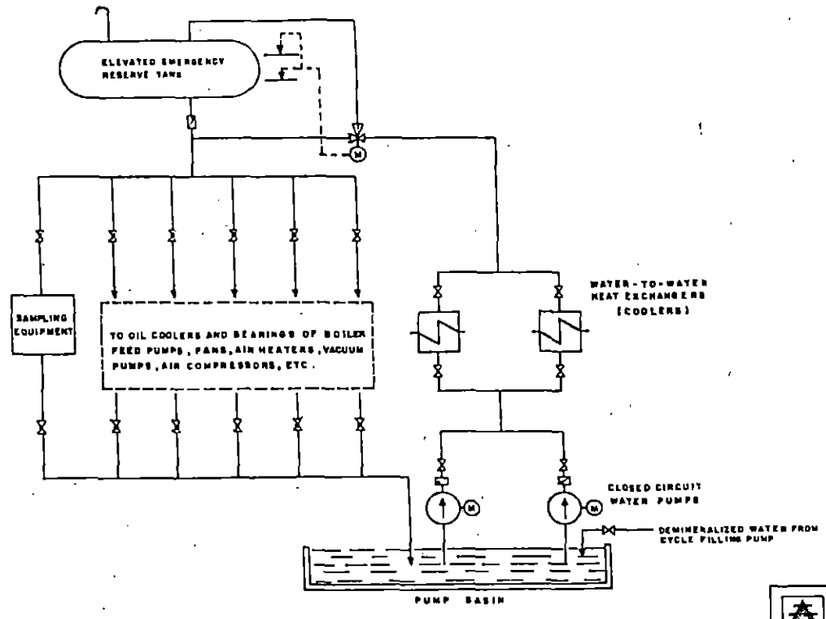
arreglos un flujo estará en reserva.

La capacidad del tanque de agua desmineralizada es de 500 m^3.

2. Sistema cerrado de enfriamiento secundario.

Este sistema constará de dos bombas centrífugas, cada una con capacidad para el flujo de agua de enfriamiento de la unidad, accionadas por motores eléctricos; de dos intercambiadores de calor agua/ agua, de casco y tubos y plena capacidad; y de un tanque elevado para la refrigeración en emergencia de los equipos en caso de fallas cortas de las bombas; así como de toda la tubería, válvulas, controles e instrumentos necesarios para asegurar el correcto enfriamiento de los cojinetes y enfriadores auxiliares de las bombas de alimentación, compresores ventiladores de las calderas, calentadores de aire, planta de hidrógeno, etc.

La figura I-34 ilustra este sistema.



FOR BIDDING ONLY

	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	C E N S
	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER	
CENTRAL TERMOTASAJERO		
CLOSED CIRCUIT COOLING SYSTEM 1x150 MW		
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	FIG-1-34	
	APROBO & Ingeniero DOCTOR & Gerente	FECHA VIII-78

3. Sistema abierto de enfriamiento secundario.

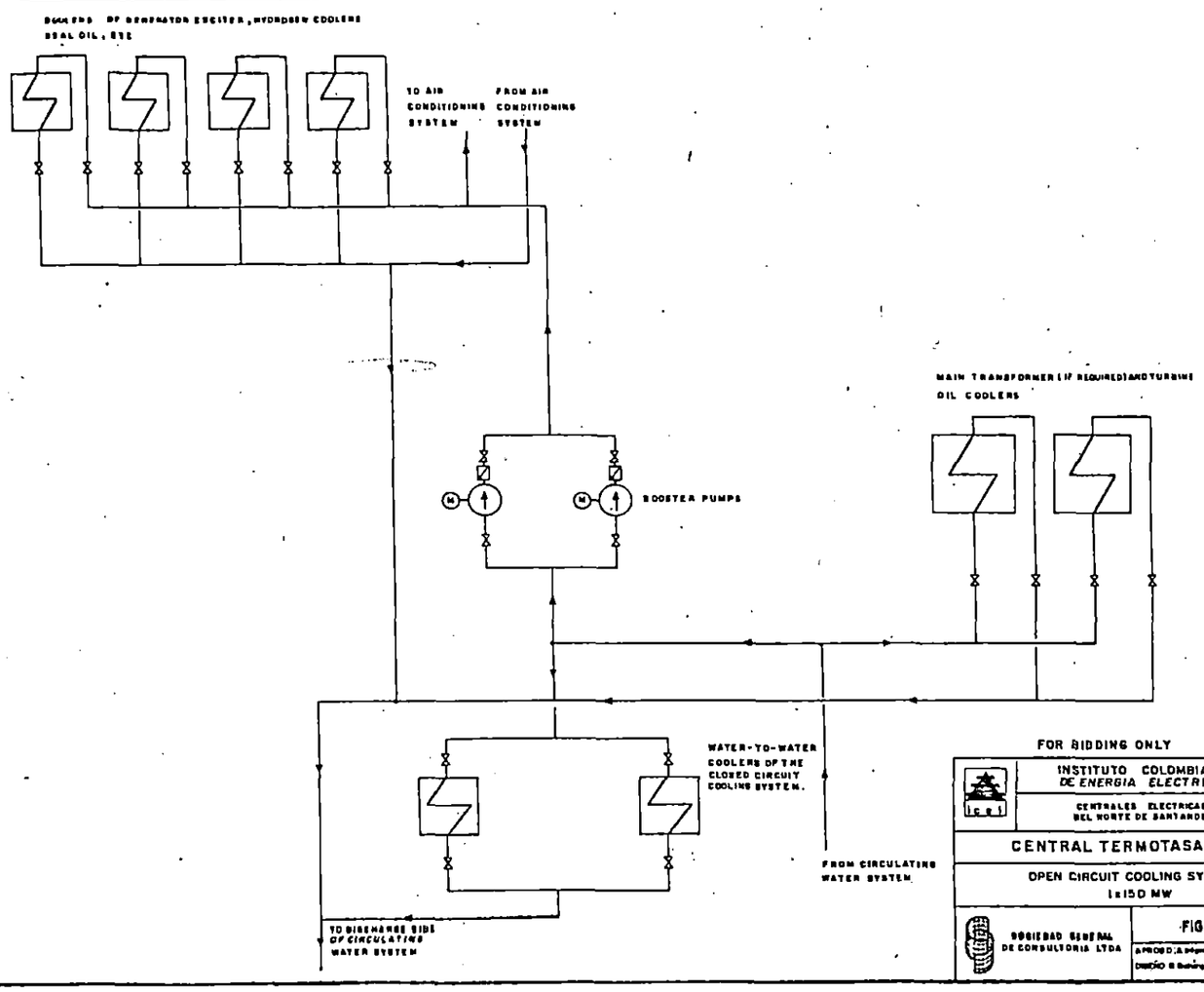
Este sistema enfriará, con agua tomada de las tuberías principales de agua de circulación, directamente y/o a través de bombas elevadoras de presión, los refrigeradores del agua de enfriamiento del sistema cerrado, así como los enfriadores de hidrógeno del generador, del aceite de lubricación y sello del turbogrupo, las bombas de vacío, el enfriador de aire de la excitatriz, los tomamuestras del sistema de aire acondicionado, etc.

La figura I-35 ilustra este sistema.

4. Otros sistemas

Los siguientes sistemas complementarios tienen características similares a los descritos para los sistemas correspondientes de la planta de 2x66 MW, sección 4.1.8 de este volumen :

- Sistema de aire acondicionado y ventilación mecánica, parágrafo 4.1.8.4, figu-


COOLERS OF GENERATOR EXCITER, HYDROGEN COOLERS
SEAL OIL, ETC
TO AIR CONDITIONING SYSTEM
FROM AIR CONDITIONING SYSTEM
BOOSTER PUMPS
MAIN TRANSFORMER (IF REQUIRED) AND TURBINE OIL COOLERS
WATER-TO-WATER COOLERS OF THE CLOSED CIRCUIT COOLING SYSTEM.
FROM CIRCULATING WATER SYSTEM.
TO DISCHARGE SIDE OF CIRCULATING WATER SYSTEM
FOR BIDDING ONLY
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
OPEN CIRCUIT COOLING SYSTEM
1x150 MW
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA
FIG. I - 35.
FECHA

ra I-24.

- Sistema de aire comprimido, parágrafo 4.1.8.5 figura I-25.

- Sistema para extinción de incendios, parágrafo 4.1.8.6, figura I-26.

- Planta de hidrógeno, parágrafo 4.1.8.7, figura I-27.

En el sistema contraincendios, la capacidad de las bombas principales será de 400 metros cúbicos por hora cada una.

4.2.9 Equipos misceláneos de planta.

Los equipos misceláneos de la planta serán igua - les a los descritos en la sección 4.1.9 de este volumen, para la planta de 2x66 MW, a excepción de la capacidad del gancho principal del puente grúa (70 ton) y la velocidad del ascensor (45 metros/minuto).

5. SISTEMAS ELECTRICOS DEL PROYECTO

5.1 PARA DOS UNIDADES DE 66 MW

Los sistemas eléctricos de la central Termotasajero - incluyen los equipos completos para la central propiamente dicha, la subestación de interconexión con el - sistema del Nordeste colombiano a 230 kV y las líneas de conexión y transmisión a este voltaje.

La central incluye dos generadores de 66 MW, voltaje de generación 13.8 KV, conectados a los transformadores, elevadores 13.8/230 KV a través de interruptores de potencia.

Para la interconexión de la central con el sistema 230-KV se ha proyectado una subestación a 230 kV en configuración barra principal-barra de transferencia, con dos módulos de transformador (unidades generadoras), tres módulos de línea (Bucaramanga, Belén y San Mateo), un módulo para seccionamiento de la barra principal y un módulo para acoplamiento de barras.

La conexión a 230 KV se prevé mediante dos circuitos que empalmen con la línea actual Bucaramanga-Cúcuta

y una línea adicional Termotasajero-Cúcuta.

5.1.1 Equipos Eléctricos de la Central

Estos equipos están representados en el diagrama unifilar. Cada unidad de 66 MW incluye: Un generador trifásico con una potencia de 85.5 MVA, voltaje de generación 13.8 kV, velocidad 3600 rpm, factor de potencia 0.85, frecuencia 60 Hz, reactancia subtransiente 12%, con refrigeración por hidrógeno.

Un equipo de excitación que comprende la excitatriz de tipo estático o de diodos rotativos, regulador automático de voltaje, interruptor de campo y las protecciones respectivas.

Un conjunto de relés de protección e instrumentos de medida según diseño recomendado para este tipo de centrales para consegir un servicio confiable de la planta.

Un equipo de protección contra sobretensiones del generador, este equipo va montado en una

celda de 13.8 kV incluyendo transformadores de tensión, pararrayos y condensadores, diseñados según las condiciones de sobretensiones dentro de la planta.

Un equipo de neutro del generador que incluye un transformador monofásico de 25 KVA con resistencia en paralelo en el lado secundario, para limitar las corrientes de tierra en el generador a un valor determinado (max. 15A).

Un juego de barras aisladas para las conexiones entre generador, interruptor de generador y transformador principal, para un voltaje de servicio a 13.8 kV, corriente nominal 4000 A, con derivaciones hacia el transformador de servicios auxiliares y el equipo de protección contra sobretensiones del generador.

Un transformador trifásico principal, con una potencia de 78 MVA, refrigeración OFAF, (IEC), relación de transformación 13.8/230 kV + 5%-15%, impedancia 12%, equipado con conmutador de tomas bajo carga.

Un interruptor de generador, instalado entre el generador y el transformador principal, diseñado para un voltaje de servicio 13.8 kV, - corriente nominal 4000 A, potencia de ruptura en cortocircuito 1500 MVA a 13.8 kV.

Un transformador trifásico para alimentación de los servicios auxiliares de la planta (esquema), con una potencia de 15 MVA, relación de transformación 13.8 kV $\pm$ 2 x 2.5%/6.9 kV, - refrigeración ONAN (IEC), impedancia 7%; - alimentado directamente desde el barraje de - generador a 13.8 kV.

Motores eléctricos necesarios para el accionamiento de equipos auxiliares de caldera, turbina, generador etc. para voltajes de servicio a 6.9 kV, 460 V, 208 V, corriente alterna y - 220 V corriente contínua.

Gabinetes de maniobra y centros de control de motores para 6.9 kV, 460 V, 208/120 V corriente alterna y 220 V corriente contínua equipados con interruptores de potencia, relés de protec

ción e instrumentos de medida.

Sistema de control automático y protección - para mando centralizado de la planta mediante señales desde los controles locales y proceso de datos en los diferentes grupos funcionales; además, registro de informaciones de caldera, turbina, generador, servicios auxiliares y subestación a 230 kV.

Sistema de corriente contínua que incluye un grupo motorgenerador y batería para alimentar el barraje a 220 V corriente contínua, una batería de control ± 24 V y los cargadores - para la batería de potencia y la batería de control.

5.1.2 Equipos de la Subestación a 230 kV.

La subestación exterior a 230 kV tiene una - configuración con barra principal y barra de transferencia y está localizada a una distancia de 25 m de la central.

Cada uno de los transformadores principales de unidad será conectado directamente a 230 kV con el módulo respectivo de la subestación mediante una línea aérea a dicho voltaje.

Las estructuras de los pórticos de la subestación serán metálicas del tipo celosía o de perfil lleno para montaje de barraje principal a una altura mínima de 9.50 m. desde el suelo, el barraje de transferencia a una altura de - 14.00 m. y las columnas exteriores con una - altura del orden de 20 m. para montaje de los cables de guardia en la subestación.

Las estructuras de soporte de aparatos deberán ser adecuadas al tipo de diseño de dichos aparatos de tal manera que las partes bajo -

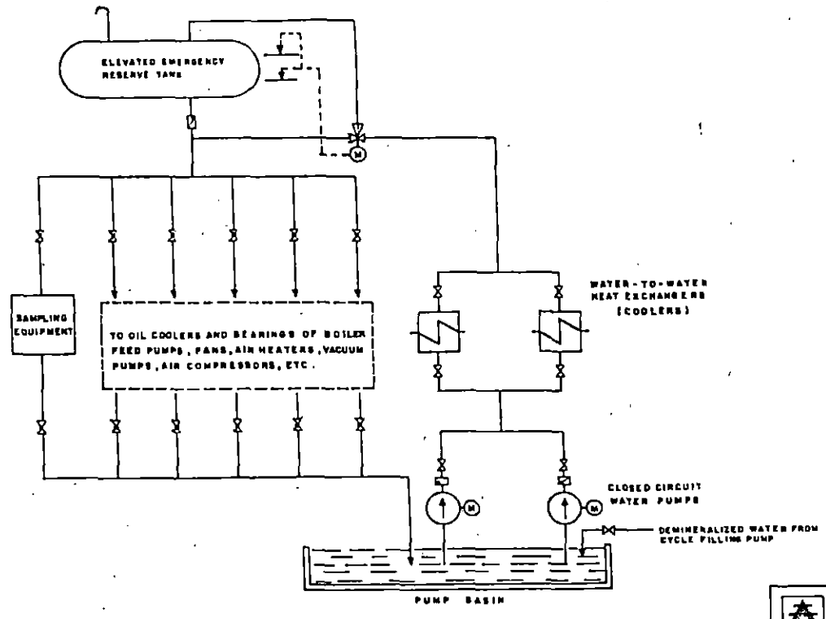
arreglos un flujo estará en reserva.

La capacidad del tanque de agua desmineralizada es de 500 m^3.

2. Sistema cerrado de enfriamiento secundario.

Este sistema constará de dos bombas centrífugas, cada una con capacidad para el flujo de agua de enfriamiento de la unidad, accionadas por motores eléctricos; de dos intercambiadores de calor agua/ agua, de casco y tubos y plena capacidad; y de un tanque elevado para la refrigeración en emergencia de los equipos en caso de fallas cortas de las bombas; así como de toda la tubería, válvulas, controles e instrumentos necesarios para asegurar el correcto enfriamiento de los cojinetes y enfriadores auxiliares de las bombas de alimentación, compresores ventiladores de las calderas, calentadores de aire, planta de hidrógeno, etc.

La figura I-34 ilustra este sistema.



FOR BIDDING ONLY

	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	C E N S
	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER	
CENTRAL TERMOTASAJERO		
CLOSED CIRCUIT COOLING SYSTEM 1x150 MW		
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	FIG-1-34	
	APROBO & Ingeniero DOCTOR & Gerente	FECHA VIII-78

3. Sistema abierto de enfriamiento secundario.

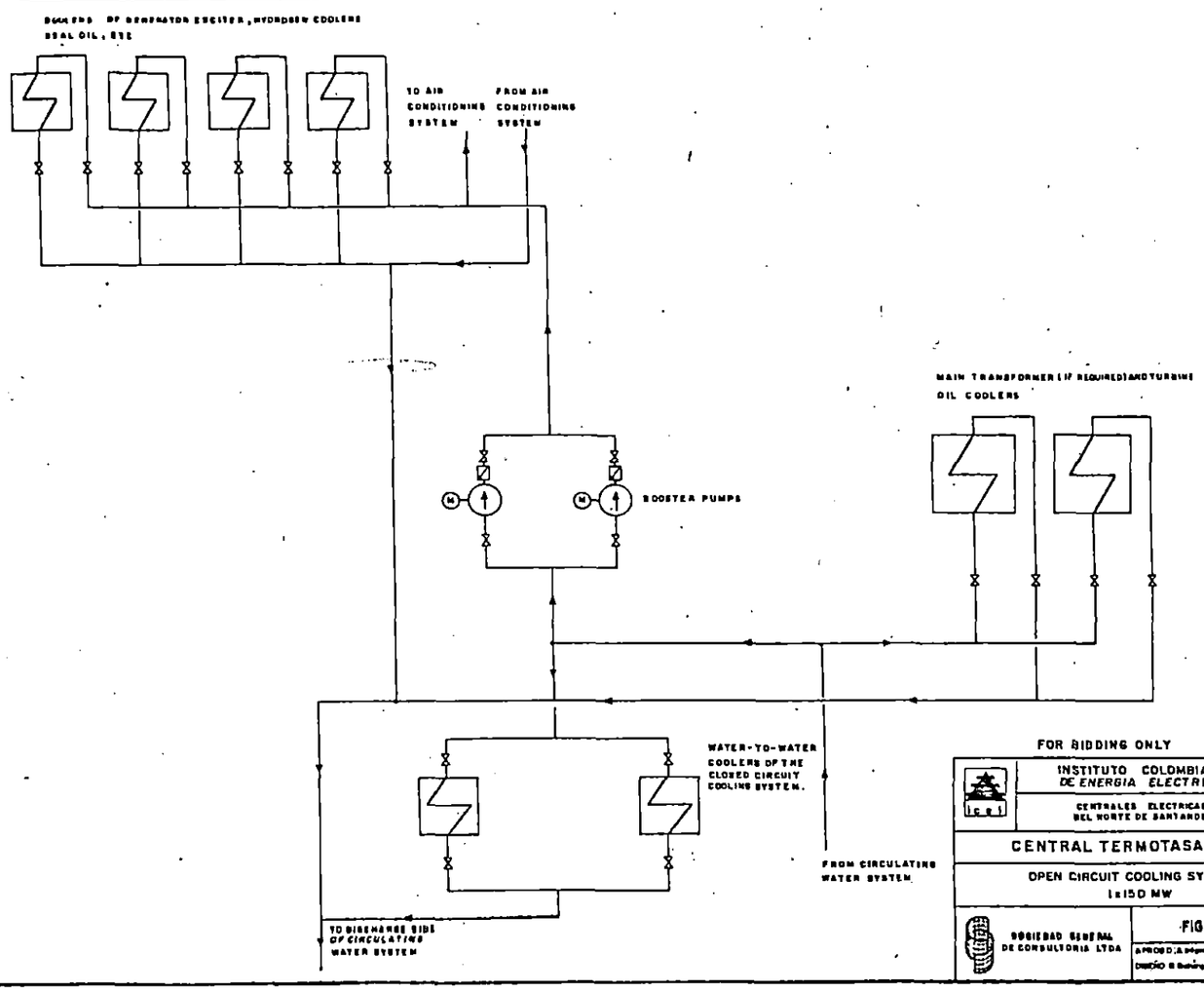
Este sistema enfriará, con agua tomada de las tuberías principales de agua de circulación, directamente y/o a través de bombas elevadoras de presión, los refrigeradores del agua de enfriamiento del sistema cerrado, así como los enfriadores de hidrógeno del generador, del aceite de lubricación y sello del turbogrupo, las bombas de vacío, el enfriador de aire de la excitatriz, los tomamuestras del sistema de aire acondicionado, etc.

La figura I-35 ilustra este sistema.

4. Otros sistemas

Los siguientes sistemas complementarios tienen características similares a los descritos para los sistemas correspondientes de la planta de 2x66 MW, sección 4.1.8 de este volumen :

- Sistema de aire acondicionado y ventilación mecánica, parágrafo 4.1.8.4, figu-


COOLERS OF GENERATOR EXCITER, HYDROGEN COOLERS
SEAL OIL, ETC
TO AIR CONDITIONING SYSTEM
FROM AIR CONDITIONING SYSTEM
BOOSTER PUMPS
MAIN TRANSFORMER (IF REQUIRED) AND TURBINE OIL COOLERS
WATER-TO-WATER COOLERS OF THE CLOSED CIRCUIT COOLING SYSTEM.
FROM CIRCULATING WATER SYSTEM.
TO DISCHARGE SIDE OF CIRCULATING WATER SYSTEM
FOR BIDDING ONLY
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CENS
CENTRAL TERMOTASAJERO
OPEN CIRCUIT COOLING SYSTEM
1x150 MW
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA
FIG. I - 35.
FECHA

ra I-24.

- Sistema de aire comprimido, parágrafo 4.1.8.5 figura I-25.

- Sistema para extinción de incendios, parágrafo 4.1.8.6, figura I-26.

- Planta de hidrógeno, parágrafo 4.1.8.7, figura I-27.

En el sistema contraincendios, la capacidad de las bombas principales será de 400 metros cúbicos por hora cada una.

4.2.9 Equipos misceláneos de planta.

Los equipos misceláneos de la planta serán igua - les a los descritos en la sección 4.1.9 de este volumen, para la planta de 2x66 MW, a excepción de la capacidad del gancho principal del puente grúa (70 ton) y la velocidad del ascensor (45 metros/minuto).

5. SISTEMAS ELECTRICOS DEL PROYECTO

5.1 PARA DOS UNIDADES DE 66 MW

Los sistemas eléctricos de la central Termotasajero - incluyen los equipos completos para la central propiamente dicha, la subestación de interconexión con el - sistema del Nordeste colombiano a 230 kV y las líneas de conexión y transmisión a este voltaje.

La central incluye dos generadores de 66 MW, voltaje de generación 13.8 KV, conectados a los transformadores, elevadores 13.8/230 KV a través de interruptores de potencia.

Para la interconexión de la central con el sistema 230-KV se ha proyectado una subestación a 230 kV en configuración barra principal-barra de transferencia, con dos módulos de transformador (unidades generadoras), tres módulos de línea (Bucaramanga, Belén y San Mateo), un módulo para seccionamiento de la barra principal y un módulo para acoplamiento de barras.

La conexión a 230 KV se prevé mediante dos circuitos que empalmen con la línea actual Bucaramanga-Cúcuta

y una línea adicional Termotasajero-Cúcuta.

5.1.1 Equipos Eléctricos de la Central

Estos equipos están representados en el diagrama unifilar. Cada unidad de 66 MW incluye: Un generador trifásico con una potencia de 85.5 MVA, voltaje de generación 13.8 kV, velocidad 3600 rpm, factor de potencia 0.85, frecuencia 60 Hz, reactancia subtransiente 12%, con refrigeración por hidrógeno.

Un equipo de excitación que comprende la excitatriz de tipo estático o de diodos rotativos, regulador automático de voltaje, interruptor de campo y las protecciones respectivas.

Un conjunto de relés de protección e instrumentos de medida según diseño recomendado para este tipo de centrales para consegir un servicio confiable de la planta.

Un equipo de protección contra sobretensiones del generador, este equipo va montado en una

celda de 13.8 kV incluyendo transformadores de tensión, pararrayos y condensadores, diseñados según las condiciones de sobretensiones dentro de la planta.

Un equipo de neutro del generador que incluye un transformador monofásico de 25 KVA con resistencia en paralelo en el lado secundario, para limitar las corrientes de tierra en el generador a un valor determinado (max. 15A).

Un juego de barras aisladas para las conexiones entre generador, interruptor de generador y transformador principal, para un voltaje de servicio a 13.8 kV, corriente nominal 4000 A, con derivaciones hacia el transformador de servicios auxiliares y el equipo de protección contra sobretensiones del generador.

Un transformador trifásico principal, con una potencia de 78 MVA, refrigeración OFAF, (IEC), relación de transformación 13.8/230 kV + 5%-15%, impedancia 12%, equipado con conmutador de tomas bajo carga.

Un interruptor de generador, instalado entre el generador y el transformador principal, diseñado para un voltaje de servicio 13.8 kV, - corriente nominal 4000 A, potencia de ruptura en cortocircuito 1500 MVA a 13.8 kV.

Un transformador trifásico para alimentación de los servicios auxiliares de la planta (esquema), con una potencia de 15 MVA, relación de transformación 13.8 kV $\pm$ 2 x 2.5%/6.9 kV, - refrigeración ONAN (IEC), impedancia 7%; - alimentado directamente desde el barraje de - generador a 13.8 kV.

Motores eléctricos necesarios para el accionamiento de equipos auxiliares de caldera, turbina, generador etc. para voltajes de servicio a 6.9 kV, 460 V, 208 V, corriente alterna y - 220 V corriente contínua.

Gabinetes de maniobra y centros de control de motores para 6.9 kV, 460 V, 208/120 V corriente alterna y 220 V corriente contínua equipados con interruptores de potencia, relés de protec

ción e instrumentos de medida.

Sistema de control automático y protección - para mando centralizado de la planta mediante señales desde los controles locales y proceso de datos en los diferentes grupos funcionales; además, registro de informaciones de caldera, turbina, generador, servicios auxiliares y subestación a 230 kV.

Sistema de corriente contínua que incluye un grupo motorgenerador y batería para alimentar el barraje a 220 V corriente contínua, una batería de control ± 24 V y los cargadores - para la batería de potencia y la batería de control.

5.1.2 Equipos de la Subestación a 230 kV.

La subestación exterior a 230 kV tiene una - configuración con barra principal y barra de transferencia y está localizada a una distancia de 25 m de la central.

Cada uno de los transformadores principales de unidad será conectado directamente a 230 kV con el módulo respectivo de la subestación mediante una línea aérea a dicho voltaje.

Las estructuras de los pórticos de la subestación serán metálicas del tipo celosía o de perfil lleno para montaje de barraje principal a una altura mínima de 9.50 m. desde el suelo, el barraje de transferencia a una altura de - 14.00 m. y las columnas exteriores con una - altura del orden de 20 m. para montaje de los cables de guardia en la subestación.

Las estructuras de soporte de aparatos deberán ser adecuadas al tipo de diseño de dichos aparatos de tal manera que las partes bajo -

tensión queden a una altura mínima de 4.60 m. desde el suelo.

Los barrajes principal y de transferencia serán seleccionados para una corriente nominal de 1200 A, con base en la capacidad de la línea actual Bucaramanga-Cúcuta que tiene un conductor Drake de 795 MCM (468 mm^2) para 850 A. Esta línea servirá para interconectar la central de Tasajero con Bucaramanga y Cúcuta (Belén), que será seccionada en un lugar adecuado y cada uno de los ramales, conectado a un módulo de línea de la subestación a 230 kV Se ha previsto además el montaje de una nueva línea 230 kV desde Tasajero hasta la Subestación San Mateo asímismo con un conductor Drake.

Para la coordinación de aislamientos se han tomado como base las normas CEI con los siguientes niveles del BIL que corresponde a un voltaje máximo de servicio de 245 kV: BIL para devanados de transformador principal

tensión queden a una altura mínima de 4.60 m. desde el suelo.

Los barrajes principal y de transferencia serán seleccionados para una corriente nominal de 1200 A, con base en la capacidad de la línea actual Bucaramanga-Cúcuta que tiene un conductor Drake de 795 MCM (468 mm^2) para 850 A. Esta línea servirá para interconectar la central de Tasajero con Bucaramanga y Cúcuta (Belén), que será seccionada en un lugar adecuado y cada uno de los ramales, conectado a un módulo de línea de la subestación a 230 kV Se ha previsto además el montaje de una nueva línea 230 kV desde Tasajero hasta la Subestación San Mateo asímismo con un conductor Drake.

Para la coordinación de aislamientos se han tomado como base las normas CEI con los siguientes niveles del BIL que corresponde a un voltaje máximo de servicio de 245 kV: BIL para devanados de transformador principal

950 kV, BIL para equipo de subestación 1050 kV.

El diseño de los interruptores de potencia deberá ser adecuado para un voltaje de servicio de 230 kV, corriente nominal mínima 1200 A, potencia de ruptura en corto circuito 10000 MVA mínimo tiempo de disparo 3 ciclos.

El tipo de extinción de arco en estos interruptores puede ser en SF6, aire comprimido o poco volúmen de aceite y serán montados en los siguientes módulos: dos módulos de transformador, tres módulos de línea, un módulo de seccionamiento del barraje principal, y un módulo de acople del barraje principal y el barraje de transferencia.

Los seccionadores serán del tipo de tres columnas con brazo rotativo sobre la columna central, sin cuchilla de tierra para los módulos de transformadores y con cuchilla de tierra para los módulos de líneas.

Los transformadores de medida tendrán las

siguientes relaciones de transformación :

- Transformadores de tensión 230:$\sqrt{3}$/0.115:$\sqrt{3}$kV.
- Transformadores de corriente: primario - conmutable 250-500-1000 A, secundario - 5A con un máximo de 6 núcleos según el - circuito.

Los pararrayos de protección contra sobretensiones serán seleccionados de acuerdo a las - condiciones de puesta a tierra del sistema y - los sobrevoltajes de maniobra de la línea a - 230 kV.

Serán montados en la llegada de cada línea de transmisión a la subestación y en el lado - 230 kV del transformador principal.

Los equipos de conexión de onda portadora a 230 kV para los sistemas de telefonía, teleprotección y telemedida (futura) serán coordinados con base en los equipos ya existentes en el sistema 230 kV del Norte de Santander.

Los tableros de control y maniobra de la subestación serán equipados con los instrumentos de medida, relés de protección y elementos auxiliares de maniobra y control remoto de los aparatos a 230 kV.

5.1.3 Conexión y Línea de Transmisión a 230 kV.

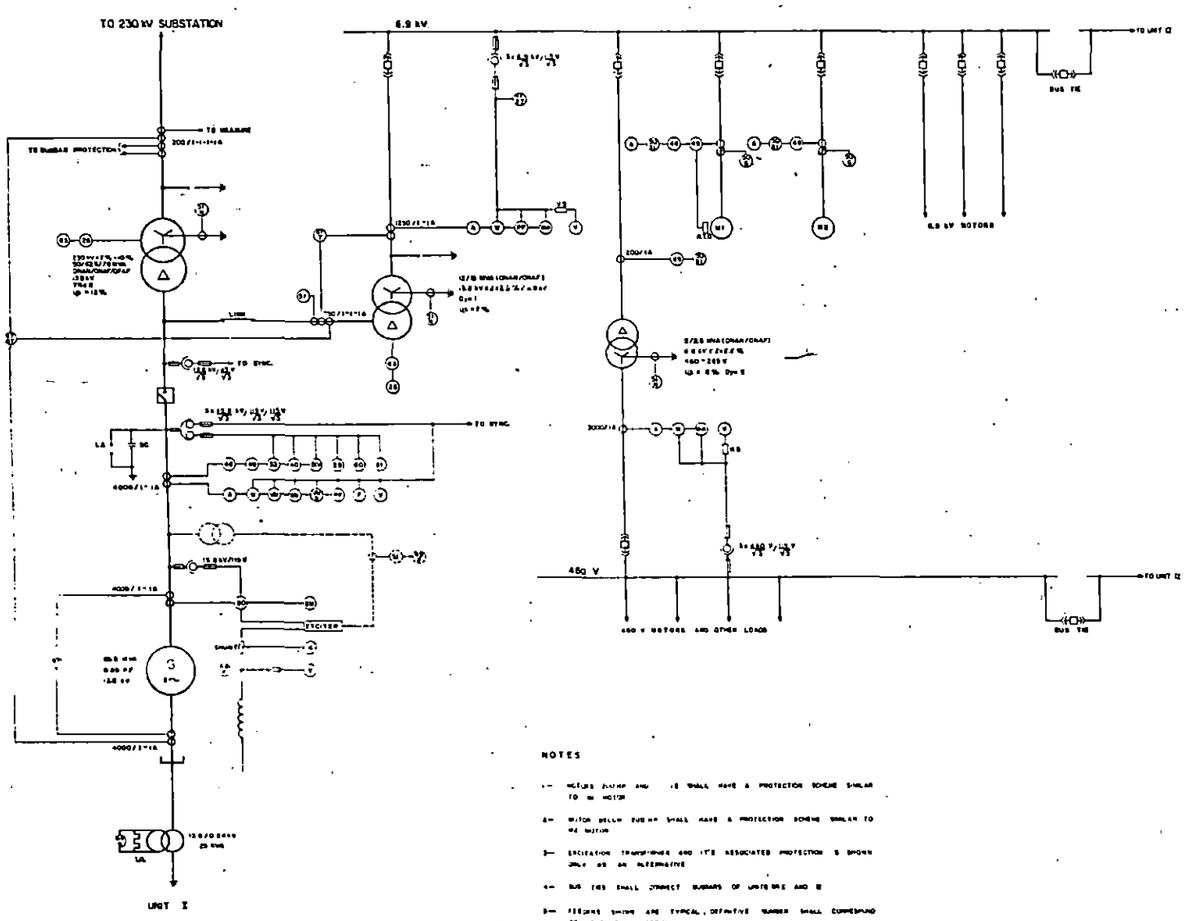
Para la conexión de la planta a la línea existente entre Bucaramanga y Belén se construirán dos líneas a 230 kV una en circuito sencillo que empalmará con la que viene de Bucaramanga y otra en doble circuito que llevará un circuito desde la subestación Tasajero hasta empalmar con la línea que va a la subestación Belén y el otro desde Tasajero hasta la subestación San Mateo.

En esta forma se contará con una conexión de la planta al sistema que podrá evacuar su potencia total aun ante la eventual salida de servicio de cualquier circuito.

Este último conformará, a su llegada a San Mateo, un doble circuito con la línea futura a 230kV Belén-San Mateo.

Para los tramos de la línea en circuito sencillo se utilizarán las mismas torres de la línea Bucaramanga-Belén, las cuales tienen configuración

horizontal con espaciamiento mínimo entre - fases de 8.50 metros y dos cables de guardia en acero galvanizado en la parte superior. - Las torres son de acero galvanizado, autosoportados.



G	GENERATOR	59	PHASE SEQUENCE VOLTAGE RELAY UNDER VOLTAGE RELAY
	POWER TRANSFORMER	51	OVERLOAD RELAY F FIELD
M	MOTOR	50	INSTANEOUS OVERCURRENT RELAY E GROUND
	CURRENT TRANSFORMER WITH SATURABLE CORE	51N	GROUND OVERCURRENT RELAY
	POTENTIAL TRANSFORMER WITH ONE SECONDARY CORE	59	OVERVOLTAGE RELAY
	POTENTIAL TRANSFORMER WITH TWO SECONDARY CORES	60	VOLTAGE OR CURRENT BALANCE RELAY
	LIGHTNING ARRESTER	63	PRESSURE SWITCH
	POWER CIRCUIT BREAKER	64	GROUND PROTECTIVE RELAY G - GENERATOR F FIELD
	DRAW - OUT BREAKER	87	DIFFERENTIAL PROTECTIVE RELAY G - GENERATOR ST SEC - TRANSF F MAIN TRANSF
	EARTHING CONNECTOR	90	VOLTAGE REGULATOR
	DISCONNECTING LINK	1	AMMETER
	CURRENT TRANSFORMER	2	VOLTMETER
26	THERMAL DEVICE	3	WATT - METER
32	DIRECTIONAL POWER RELAY	4	VAR - METER
40Q	LOSS OF EXCITATION RELAY	5	WATTHOUR - METER
46	NEGATIVE SEQUENCE RELAY	6	VARHOUR - METER
		7	POWER FACTOR METER
		8	FREQUENCY METER
		9	FREQUENCY RELAY

ABBREVIATIONS

PF POWER FACTOR
S.C. SHUNT CAPACITOR
L.A. LIGHTNING ARRESTER
RTD RESISTANCE TEMPERATURE DETECTOR
V.S. VOLTMETER SELECTOR
SYNC SYNCHRONIZING
BM BALANCE METER

NOTES

1.— MOTORS 2000 HP AND ... SHALL HAVE A PROTECTOR SCHEME SIMILAR TO M1 MOTOR

2.— MOTOR BELOW 2000 HP SHALL HAVE A PROTECTION SCHEME SIMILAR TO M2 MOTOR

3.— EXCITATION TRANSFORMER AND ITS ASSOCIATED PROTECTION IS SHOWN ONLY AS AN ALTERNATIVE

4.— BUS TIES SHALL CONNECT SUBBARS OF UNITS I AND II

5.— FEEDERS SHOWN ARE TYPICAL, DEFINITIVE NUMBER SHALL CORRESPOND TO THE FINAL DESIGN

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA

CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER

CENS

TERMOTÁSAJERO POWER PLANT

MEDIUM VOLTAGE ONE LINE DIAGRAM

SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA

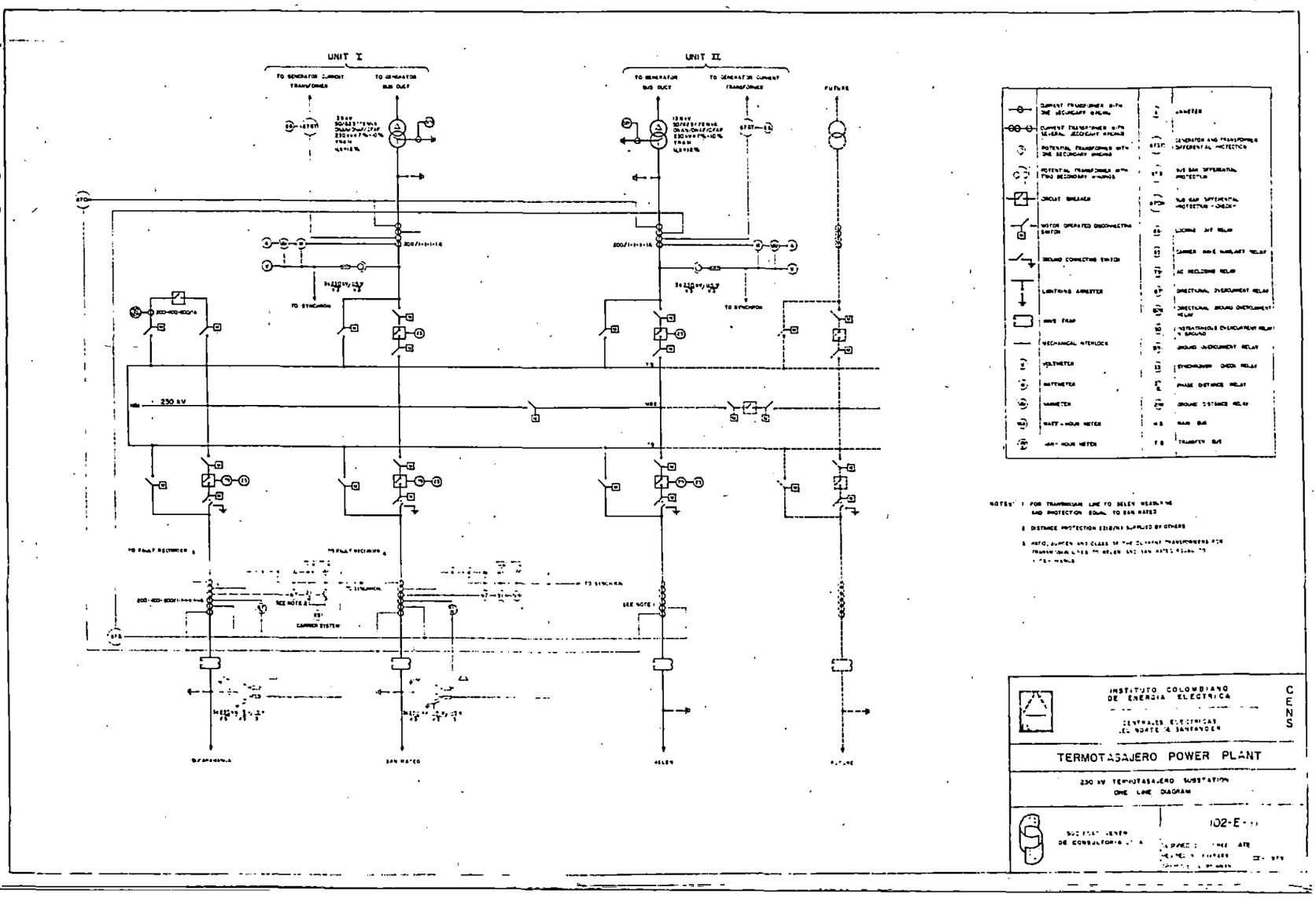
102-E-01

DESIGNED E. MARTINEZ DATE

REVISED E. CEDEÑO

APPROVED E. BRAVO

21-1-79


UNIT I
UNIT II
TO GENERATOR CURRENT TRANSFORMER
TO GENERATOR BUS DUCT
FUTURE
TO SYNCHRON
230 kV
TO FAULT RECORDER
CARRIER SYSTEM
SEE NOTE 1
SAN MATEO
HELEN
FUTURE
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENS
TERMOTASAJERO POWER PLANT
230 kV TERMOTASAJERO SUBSTATION
ONE LINE DIAGRAM
102-E

5.2 PARA UNA UNIDAD DE 150 MW

Los sistemas eléctricos de la central Termotasajero - incluyen los equipos completos para la planta eléctrica, la subestación de interconexión con el sistema del Nordeste Colombiano a 230 kV y la línea de conexión y transmisión a dicho voltaje.

En esta alternativa, la central se equiparía con una unidad de 150 MW, voltaje de generación 20 kV (ó un voltaje menor según normas del país del fabricante) que será - conectado directamente a un banco de transformadores monofásicos principales, relación de transformación - 20/230 kV.

La planta será interconectada con el sistema 230 kV del Nordeste mediante una subestación a 230 kV en configuración interruptor y medio que incluye dos módulos de transformador (banco de transformadores principales de unidad y transformador de arranque), tres módulos de línea - (Bucaramanga - Belén - San Mateo) y un módulo futuro para conexión de un segundo transformador de unidad.

Para la conexión a 230 kV se han previsto dos circuitos -

que empalmen con la línea actual Bucaramanga - Cúcuta y una línea adicional Termotasajero - San Mateo.

5.2.1 Equipos Eléctricos de la Central

Según el diagrama unifilar, la unidad de 150 MW incluye :

Un generador trifásico con una potencia de 200 - MVA, voltaje de generación 20 kV (ó un voltaje menor según normas del país del fabricante), - velocidad 3600 r.p.m., factor de potencia 0.85, frecuencia 60 Hz, reactancia subtransiente 12% con refrigeración interna por hidrógeno o una - presión de 3.12 Kg/cm^2 (45 PSIG).

Un sistema de excitación equipado con diodos - rotativos o con excitación de tipo estético, completo con regulador estático de voltaje, interruptor de campo y las protecciones necesarias.

Un sistema de protección y medida con relés de tipo estático normalizados para una protección - eficaz de la planta e instrumentos de medida - según diseño adecuado para su instalación en centrales térmicas.

Un sistema de protección contra sobretensiones del generador, que incluye transformadores de tensión, pararrayos y condensadores para 20 kV, instalados en celdas metálicas alimentadas desde el barraje del generador.

Un equipo de neutro del generador que incluye un transformador monofásico de 50 kVA con resistencia en paralelo en el lado secundario, para limitar la corriente de puesta a tierra en el generador a un máximo de 15 A.

Un juego de barras aisladas para conexión directa del generador con el banco de transformadores monofásicos principales, para un voltaje de servicio de 20 kV (o el voltaje de generación que cotice el fabricante), corriente nominal 6000 A (ó la corriente que resulte según el voltaje de generación), con derivaciones hacia la bobina de reactancia, el equipo de protección contra sobretensiones del generador y en caso necesario (excitación estática) hacia el transformador de excitación.

Una bobina de reactancia que será instalada - entre el barraje principal del generador y el transformador auxiliar de unidad.

Esta bobina reduce la potencia de corto-circuíto en barras principales (del orden de 2500 MVA) a una potencia menor (350 MVA). Con esta solución se elimina el uso de interruptor de generador que resultaría antieconómico.

Por otra parte, con el montaje de un interruptor de potencia en el lado primario del transformador auxiliar de la unidad es posible transferir automaticamente la alimentación de los servicios auxiliares al transformador de arranque, en caso de falla del transformador auxiliar de unidad.

La bobina de reactancia será diseñada para un - voltaje de servicio de 20 kV (ó el voltaje de generación propuesto por el fabricante) y una reactancia del 4%.

Un banco de transformadores monofásicos principales, con una potencia de 43/54/67 MVA cada uno, refrigeración ONAN/ONAF/OFAF relación 20/230 kV + 7% - 10%, impedancia 12%, equipados

con conmutador de tomas bajo carga.

Un interruptor de potencia que será instalado en el lado primario del transformador auxiliar de unidad, diseñado para un voltaje de servicio 20 kV, corriente nominal 630 A, potencia de ruptura 500 MVA, montado en celda metálica blindada para conexión mediante cable de potencia aislado para 20 kV.

Un transformador auxiliar de unidad, de tres devanadores para alimentación de los servicios auxiliares de la planta (Diagrama) con una potencia de 17/8.5/8.5 MVA, relación de transformación 20 $\pm$ 2 x 2.5% / 6.9/6.9 kV, refrigeración ONAF, impedancia 6% / 6% / 12%, alimentado desde el barraje principal del generador a 20 kV.

Un sistema de barrajes independientes a 6.9 kV para alimentación de los servicios auxiliares de caldera y turbina.

Motores eléctricos necesarios para el accionamiento de equipos auxiliares de caldera, turbina, generador, etc., para voltajes de servicio a

6.9 kV, 460 V, 208 V. corriente alterna y 220 V corriente continua.

Gabinetes de maniobra y centros de control - de motores para 6.9 kV, 460 V, 208/120 V - corriente alterna y 220 V corriente continua, equipados con interruptores de potencia, relés de protección e instrumentos de medida.

Un sistema de control automático y protección de la planta y subestación. Mando y control - centralizado mediante señales digitales y análogas desde los controladores locales a través de subgrupos y grupos funcionales; además proceso de datos y registro de informaciones de caldera, turbina, generador, servicios auxiliares y subestación a 230 kV.

Un sistema completo de instrumentación, coordinado con el sistema de control y protección, que incluye todos los aparatos e instrumentos - registradores e indicadores necesarios para un control eficiente de la planta.

Un sistema de comunicaciones que incluye - equipos de telefonía interior y exterior, parlantes, busca-personas, alarma de incendio, etc.

Un sistema de corriente continua que incluye una bateria de potencia de 220 V. y una batería de control ± 24 V., cada una con su respectivo cargador de bateria.

Un grupo Diesel - eléctrico de emergencia, - con una potencia de 800 KVA para alimentación de los barrajes auxiliares a 460 V.

5.2.2 Equipos de la Subestación a 230 kV

La subestación exterior a 230 kV. tiene una configuración en interruptor y medio y está localizada a una distancia de 50 m. de la central.

La subestación incluye 6 módulos de los cuales en la primera etapa serán equipados 5 módulos (2 módulos de transformador y 3 módulos de línea). El 6o. módulo será equipado - cuando la central sea ensanchada con una nueva unidad generadora.

El banco de transformadores monofásicos principales y el transformador de arranque serán conectados directamente a 230 kV con los módulos respectivos de la subestación mediante líneas aéreas a dicho voltaje.

Las estructuras de los pórticos de la subestación serán metálicos del tipo celosía o de perfil lleno para montaje de los barrajes a una - altura mínima de 10 m. desde el suelo, los -

conductores superiores a una altura mínima de 18 m. y los pórticos exteriores con una - altura del orden de 20 m. para montaje del cable de guardia a esa altura.

Las estructuras de soporte de aparatos deberán ser adecuados al tipo de diseño de dichos aparatos de tal manera que las partes bajo tensión queden a una altura mínima de 4.60 m. desde el suelo.

Los dos juegos de barrajes de la subestación serán instalados para una corriente nominal de 1200 A con base en la capacidad de la - línea actual Bucaramanga-Cúcuta que tiene un conductor Drake de 795 MCM (468 mm^2) que es suficiente para una corriente de 850A.

Esta línea interconectará la central de Tasajero con Bucaramanga y Cúcuta (Belén) ya - que será seccionada en un lugar adecuado y cada uno de los ramales conectados a un módulo de la línea de la subestación 230 kV. Se considerá además el montaje de una nueva -

línea a 230 kV. desde Tasajero hasta la subestación San Mateo, igualmente con un conductor Drake u otro adecuado a las condiciones de servicio.

Para la coordinación de aislamientos se ha tomado como base la norma CEI con los siguientes valores de BIL para un voltaje máximo de servicio de 245 kV. :

- Devanado de alta tensión del banco de transformadores monofásicos y del transformador de arranque 950 kV.
- Equipo de patio de la subestación: 1050 kV.

El diseño de los interruptores de potencia deberá ser adecuado para un voltaje de servicio de 230 kV., corriente nominal 2000 A, potencia de ruptura en cortocircuito 10.000 MVA, tiempo de disparo 3 ciclos. El tipo de extinción del arco en estos interruptores será en SF6 y el mando podrá ser de tipo resorte por acumulación de energía mediante motor, neumático ó hidráulico.

Los seccionadores serán del tipo de 2 columnas rotativas y cierre central de los brazos de contacto, sin cuchilla de tierra para los módulos de transformadores y con cuchilla de tierra para los módulos de líneas.

Los transformadores de medida serán diseñados para montaje exterior sobre pedestal metálico, BIL 1050 kV. con las siguientes relaciones de transformación :

- Transformadores de tensión 230 : $\sqrt{3}/0.115 : \sqrt{3}$ kV.
- Transformadores de corriente con primario conmutable 400-800 A, secundario 1A con un máximo de 6 núcleos según el circuito.

Los pararrayos para protección contra sobretensiones han sido seleccionados según las condiciones de puesta a tierra del sistema así como la influencia de los sobre voltajes de maniobra en las líneas a 230 kV.

Estos pararrayos serán montados en la llegada

de cada línea de transmisión a la subestación y en el lado 230 kV. del banco de transformadores principales y de transformador de arranque.

Los equipos eléctricos de la subestación incluyen un sistema de onda portadora completo, compuesto de transmisor receptor y equipos de conexión a las líneas 230 kV. que salen de Termotasajero. El sistema carrier incluye canales de telefonía, teleprotección y telemando (futuro) y será coordinado con base en los equipos ya existentes en el sistema 230 kV. del Norte de Santander.

Los tableros de control, maniobra y protección serán de tipo duplex, equipados con instrumentos de medida, cuadros de señales, interruptores en maniobra y esquema mimico en la cara frontal. Los reles de protección y aparatos registradores serán montados en la parte trasera de cada tablero.

5.2.3 Conexión y Línea de Transmisión a 230 kV.

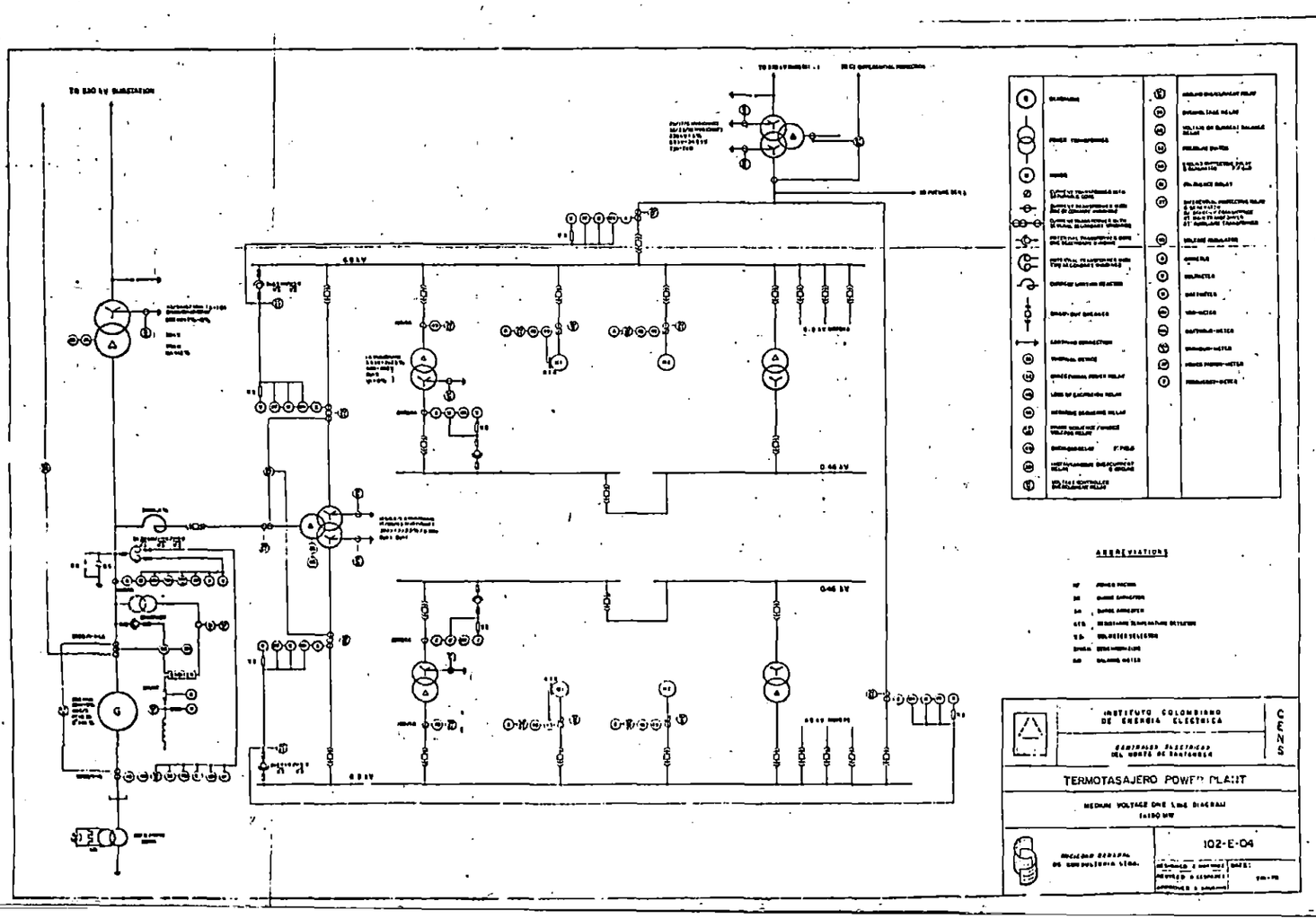
Para la conexión de la planta a la línea existente entre Bucaramanga y Cúcuta (Belén) se construirán las mismas líneas detalladas para el caso de 2 x 66 MW.

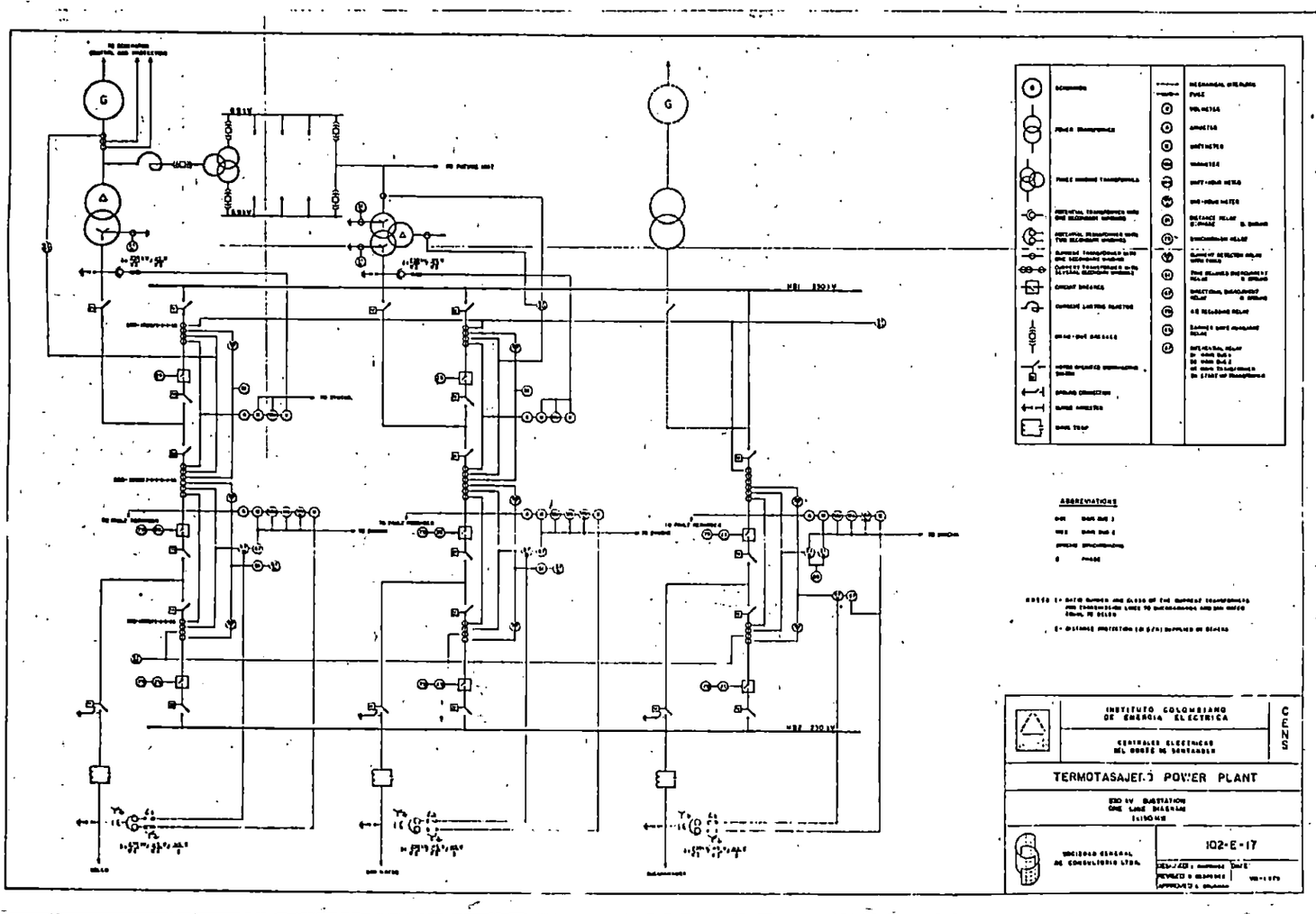
Línea en circuito sencillo desde Tasajero hasta la subestación San Mateo. Esta línea conformará a su llegada a San Mateo, un doble circuito con la futura línea a 230 kV. Belén - San Mateo.

Para los tramos de línea en circuito sencillo se utilizarán las mismas torres en la línea - Bucaramanga-Belén, las cuales tienen configuración horizontal con espaciamiento mínimo entre fases de 8.50 m. y dos cables de guardia en acero galvanizado Ø 3/8" en la parte superior. Las torres son de acero galvanizado, - autosoportados.

Las estructuras terminales estarán localizadas a una distancia aproximada de 40 m. del pórtico de la subestación Tasajero según se -

muestra en el plano de localización de la central (Fig- I.-13).


TO SAO 115 KV SUBSTATION
ABBREVIATIONS
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ICEN S
TERMOTASAJERO POWER PLANT
MEDIUM VOLTAGE ONE LINE DIAGRAM
102-E-04


INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
TERMOTASAJERO POWER PLANT
230 KV SUBSTATION ONE LINE DIAGRAM
102-E-17
ABBREVIATIONS

5.3 SUMINISTRO ELECTRICO DURANTE LA CONSTRUCCION.

Con el fin de determinar la capacidad necesaria para el período de construcción de la planta de Termotasajero, se efectuaron investigaciones sobre la cantidad de potencia que se utilizó durante la construcción de varias plantas existentes en la Costa Atlántica, de tamaño similar a las unidades de Tasajero, y se estudió el sistema para atender esta carga, obteniéndose los resultados que se presentan a continuación.

5.3.1 Capacidad requerida

A continuación se reseña la información sobre la capacidad requerida durante la construcción de varias centrales similares, en las siguientes etapas :

a) Obras Civiles: Durante esta etapa se requiere alimentar equipos de mezcladoras de cemento, alumbrado, bombeo de aguas, torregrúa, talleres de herrería y carpintería, campamentos, oficinas, etc.

b) Montaje: En esta fase se intensifica la -

utilización de equipos de soldadura, máquinas, herramientas y alumbrado, se hace la alimentación provisional al puente-grúa de casa de máquinas, y se aumenta el consumo de bombas, campamentos, oficinas, etc.

El cuadro que se presenta a continuación resume las características y la capacidad requerida en las dos etapas de la construcción.

CAPACIDAD ELECTRICA REQUERIDA

CENTRAL	Voltaje de Alimentación (kV)	Voltaje de Suministro (V)	Capacidad de transformación (KVA) Obras Civiles	Montaje	Total
Termo B/quilla 1-2 (2 x 66 MW)	13.8	440-220	630	630	1.260
Termo C/gena 1-2 (2 x 66 MW)	13.2	220-127 440-254	800	 1.250	2.050
Termo B/quilla 3-4 (2 x 66 MW)	13.2	462-227 220-127 220-108	630 - -	- 400 112	1.142
Termo C/gena 3 (1 x 66 MW)	13.2	462-267 220-127	400	- 400	800

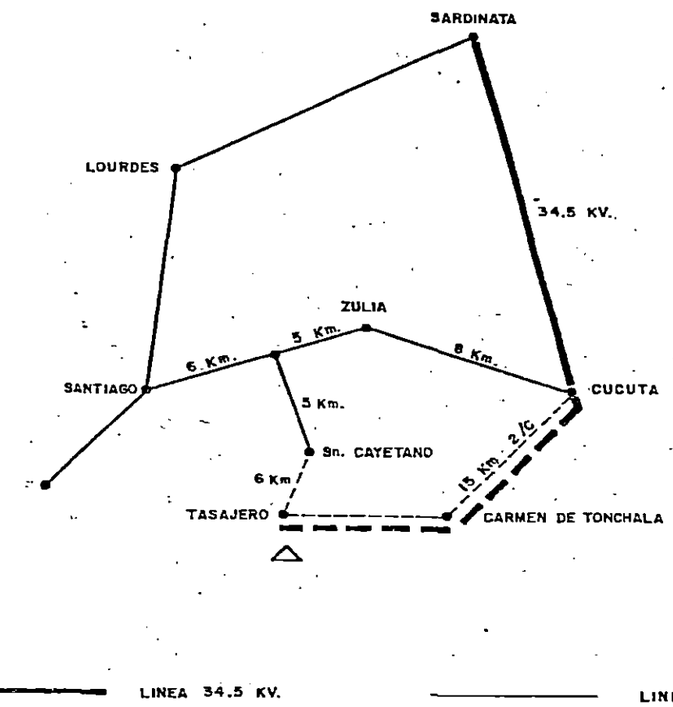
5.3.2 Sistema de Alimentación

Se estudiaron diferentes alternativas técnicamente viables para el suministro de la potencia necesaria durante la construcción de la central, que incluyeron tanto la posibilidad de alimentación mediante generación diesel local como mediante líneas a 13.8 o 34.5 kV.

Se efectuó un análisis de costos que mostró la conveniencia de suministrar dicha carga desde la ciudad de Cúcuta mediante una línea a 34.5 kV; la ruta de esta línea podrá ser Cúcuta-Zulia-Tasajero o, alternativamente, Cúcuta-Carmen de Tonchalá-Tasajero tal como se ilustra en la figura adjunta. (Fig.I-36)

TERMOTASAJERO

ALIMENTACION ELECTRICA DURANTE LA CONSTRUCCION



DEMANDAS PREVISTAS

San Cayetano		115 KVA
Zulia		1155 KVA
Santiago		285 KVA
Salazar		305 KVA
	Total	1860 KVA
Tasajero		2000 KVA

FIG.-I-36

6. OBRAS CIVILES

6.1 DISTRIBUCION DE LA CENTRAL

Para evitar posibles inundaciones, producidas por las crecientes máximas del río Zulia, se ha determinado que el nivel mínimo de las obras de la Central, excluyendo el canal de descarga, debe ser superior a la cota 255 m. sobre el nivel del mar. Examinando la topografía del lote y teniendo en cuenta la dirección predominante del viento, se ha seleccionado una distribución tentativa de las obras de la central (ver planos I-12 y I-13) entre las cotas 258 y 260 m.s.n.m., que permite minimizar los movimientos de tierra para la construcción de la planta, disminuye la contaminación de la subestación por la pila de carbón y permite desarrollar futuras ampliaciones de la Central.

Es de observar que las condiciones del subsuelo no influyen en la ubicación de las obras principales, pues se ha determinado que el estrato portante tiene gran continuidad dentro del lote.

6.2 FUNDACIONES

6.2.1 Estratigrafía

La estratigrafía encontrada en el lote de la central tiene características muy bien definidas ya que los suelos encontrados en los diferentes sondeos son similares:

El estrato superior es de arcilla limosa con algunas gravas finas, tiene una húmedad del 17%, un límite líquido de 45, un límite plástico de 17 y un índice de plasticidad de 28.

Los ensayos de compresión inconfinada dieron resultados de 1.35 K/cm^2, y un peso unitario de 2 toneladas por metro cúbico.

El porcentaje que pasa por el tamíz 200 es de 56, y el suelo clasifica dentro del grupo CL del sistema U.S.C.

El estrato superior es inadecuado para el soporte de una cimentación superficial, especialmente en el caso de las altas cargas transmitidas al suelo por las zapatas de casa de má-

quinas, turbogrupos, calderas, tolvas y molinos de carbón y chimenea. Además, tiene características compresibles, por lo que, en el caso del patio de carbón, se ha calculado que para pilas de 10 metros de altura se producirán asentamientos del orden de 4 cms.

El segundo estrato encontrado, compuesto por el aluvión de cantos duros grandes a pequeños y gravas en matriz limo, tiene las características más favorables para cimentar los equipos y estructuras de la central térmica por su alta capacidad de soporte y su baja compresibilidad. Por estas razones, este estrato ofrece la posibilidad de comparar varios tipos de cimentación factibles desde el punto de vista de suelos. Se considera que la escogencia del tipo definitivo dependerá entonces de las cargas de los equipos, y de las características de los posibles tipos de cimentación y de la comparación de sus costos.

Para el diseño de cimentaciones superficiales

sobre este estrato, se han determinado los si-
guientes parámetros.:

Profundidad de cimentación: 1.5 metros por - debajo de la superficie de aluvión.

Capacidad portante : 2 Kg/cm^2

Peso Unitario : 2 toneladas/M^3

Coeficiente de empuje activo: 0.4

Se estima que los parámetros anteriores permitirán hacer el prediseño de una cimentación superficial. Sin embargo, si las características y peso de los equipos y las dimensiones de las estructuras resultan en cimentaciones que excedan la capacidad portante admisible, será necesario considerar la distribución de cargas al aluvión por medio de una placa rígida para cuyo diseño se podrá aumentar la capacidad - portante del suelo a 2.25 Kg/cm^2.

Finalmente, el tercer estrato encontrado a - profundidades de 10 a 13 metros está formado por arcillolita dura. Si las condiciones de diseño obligasen a descartar una cimentación -

superficial, se podría recurrir a la roca para el soporte de "caissons", para los cuales se esperarían extremas dificultades constructivas.

Los "caissons" derivarían su capacidad portante de la resistencia en la punta y de la fricción en su fuste.

6.2.2 Alternativas para cimentación

De acuerdo al análisis anterior, de las propiedades de los suelos, se ha visto que la cimentación de los equipos y estructuras de Termotasajero podrían cimentarse por medio de cualquiera de las siguientes alternativas:

a) Cimentación superficial por medio de zapatas aisladas o corridas.

b) "Caissons"

c) Cimentación superficial por medio de placa corrida.

Aparentemente, y de acuerdo a cargas típicas de térmicas similares, la primera alternativa sería la más económica. Sin embargo, las características y peso de los equipos de algunos fabricantes podrían hacer necesario recurrir a cualquiera de las otras 2 alternativas.

A continuación se hace una descripción de las alternativas factibles.

Alternativa 1

Cimentación superficial por medio de zapatas aisladas o corridas y bloques para equipos sometidos a vibración.

Para este tipo de cimentación las cargas de las estructuras y equipos deberán ser transmitidas al estrato 2 formado por el "aluvión" igneo a través de zapatas aisladas o corridas o bloques de concreto.

Casa de Máquinas

Los cimientos individuales de las columnas principales, así como el bloque de cimentación del turbo-grupo, bases para columnas de puente grúa, bombas y calderas se fundarán sobre el estrato de aluvión a una profundidad mínima de 1.5 metros.

En general, sobre el aluvión se encuentra el estrato superficial de arcilla limosa con algo de arena fina de espesor 1.50 m.a 2.0 m.

Las excavaciones para cimentación deben tener

una profundidad tal que sobrepase en su totalidad el estrato superior y penetre un mínimo de 1.50 metros dentro del aluvión ígneo.

Las cargas de los equipos del nivel 0.0 m. de la planta deberán ser soportadas sobre bases que transmitan sus cargas directamente al suelo de fundación.

Como parámetros del suelo, en forma preliminar se pueden emplear los siguientes :

a) Capacidad portante del aluvión a una profundidad de 1.5 metros : 2 K/cm^2.

b) Peso unitario del suelo en un estado natural : 2 Ton/M^3.

c) Coeficiente de empuje activo : 0.4

Chimenea

Para la cimentación de la chimenea, que tendrá una altura de 90 metros y un peso de 1350 toneladas, se podrá diseñar un cimiento o placa de concreto reforzado de forma octagonal o circular que distribuya los esfuerzos producidos

en el suelo de cimentación por las cargas de viento y sismo.

Como en el caso de las demás fundaciones, la placa de cimentación deberá ser construída sobre el conglomerado a una profundidad mínima de 1.5 metros.

Para los parámetros preliminares de diseño se podrán emplear los establecidos para casa de máquinas en el artículo anterior

Alternativa 2

Esta alternativa consiste en la cimentación de las columnas de las principales estructuras, de las bases de los equipos y de las calderas y chimenea por medio de "caissons" que atraviesan los estratos superiores 1 y 2 y se apoyan sobre la arcillolita, cuyas profundidades se indican en los perfiles estratigráficos.

Se ha descartado el empleo de pilotes hincados, ya que la presencia de grandes bolas o piedras en el aluvión ofrecerían obstrucciones al hinca

miento antes de llegar a la roca. Lo mismo - sucedería para pilotes excavados "in situ" de diámetros menores de 80 cms. Por lo tanto, - se ha concluído que el tipo de pilotaje recomendable para esta alternativa sería el de "caissons" de mayor diámetro, los cuales durante su construcción permiten el empleo de máquinas de - mayor alcance y potencia, así como el trabajo a mano y el empleo de explosivos si se hace necesario.

Como método de excavación se debe considerar principalmente el de revestir con anillos de concreto, manteniendo la excavación seca mediante el uso constante de bombeo.

La remoción de piedras de mayor diámetro deberá ser llevada a cabo por medio de impacto - con trepanos o con explosivos.

Alternativa 3

Es posible que al hacer los cálculos para una cimentación superficial resulte un área de ci-

miento muy alta y que se justifique el diseño de una placa rígida que sirva de cimentación a todas las columnas, muros y equipos de la casa de máquinas.

Este tipo de cimentación, que distribuye las cargas al terreno en forma uniforme, ofrece la ventaja de eliminar los asentamientos diferenciales y reducir los volúmenes de las excavaciones profundas. Sin embargo, es posible que para la Central de Termotasajero este sistema sea el de mayor costo.

Como parámetro de diseño se puede emplear para capacidad portante admisible en el caso de una placa rígida el valor de 2.25 K/cm^2.

6.2.3 Conclusiones

a) *Condiciones generales del subsuelo.*

Las condiciones del subsuelo son favorables para el diseño de la cimentación de las unidades de la planta de Termotasajero. El subsuelo formado por el aluvión depositado sobre la margen derecha del río Zulia tiene una capacidad de soporte adecuada, tanto para la cimentación de equipos con altas cargas por medio de zapatas o cimientos corridos como por medio de pilotes o placas.

b) Estratigrafía

El análisis de las 4 perforaciones realizadas solamente permite determinar un perfil general de la estratigrafía del lote. Todos los resultados obtenidos deberán ser verificados por el Contratista por medio de sondeos adicionales que cubran en detalle las zonas de equipos de altas cargas, en especial casa de máqui-

nas, calderas y chimenea.

c) Casa de Máquinas

Para el diseño de la cimentación de la estructura y equipos se podrá emplear cualquiera de los sistemas descritos.

Los parámetros básicos de los suelos ya anotados deberán ser verificados por el Contratista con exploraciones adicionales.

d) Chimenea

Aparentemente, el tipo de cimentación más conveniente será el de una placa rígida de concreto que distribuya al terreno los esfuerzos ocasionados por el peso propio, sismo y/o viento, sin exceder los valores recomendados.

Esta placa deberá ser construída sobre el aluvión a una profundidad mínima de 1.50 metros dentro de éste.

e) Bombas

Para la instalación de las bombas de tornillo que suben el agua del río Zulia hasta el nivel del lote es necesaria la construc-

ción de una estructura de concreto dentro de la terraza aluvial, para cuyas excavaciones será necesario hacer un corte en trinchera con profundidad variable hasta de 8.0 metros aproximadamente. Debido a la inclinación de las bombas que en general no excede 35°el corte tendrá una longitud aproximada de 14 metros.

No se prevén problemas por capacidad de soporte del terreno, por diseño o construcción.

Sin embargo, será necesario construir muros de contención de altura variable, con cortes en forma vertical de modo que los muros laterales de la estructura se puedan apoyar sobre la placa de fondo.

Para el diseño de estas obras se recomienda emplear los siguientes parámetros :

Peso del suelo en estado natural 2.0 T/M^3

Coeficiente de empuje activo Ka 0.4

f) Planta de Tratamiento

Para los diseños del tanque, de los ductos y estructuras se recomienda emplear los mismos parámetros anteriores.

g) Edificaciones de dos pisos - Administración, Taller y Almacén.

Para la cimentación de estas estructuras de menores cargas se recomienda diseñar zapatas individuales o cimientos corridos, construidas sobre el aluvión de cantos - medios a pequeños y gravas.

h) Patio de Carbón

El patio de almacenamiento de carbón - podrá construírse removiendo la maleza y vegetación superficial del terreno natural y nivelando posteriormente el mismo. Se ha calculado que para pilas de 10.0 - metros de altura se presentarán asentamientos menores de 5 cms.

i) Patio de la Subestación

Para el diseño de las fundaciones y vías de los equipos y transformadores, de carga alta, se recomienda escavar y reemplazar la capa superior de limo arcilloso y algo de arena fina por un relleno de piedra partida de un ancho y profundidad igual al doble del ancho de las bases y/o carrileras respectivas.

Sin embargo, si los diseños definitivos conducen a que la capa superior de arcilla y algo de limo debe ser removida, la fundación de las bases y carrileras se podrá hacer sobre una capa de 50 cms. de piedra partida colocada sobre el aluvión.

Para la cimentación de postes, torres de transmisión se recomienda construir cimientos aislados embebidos dentro del estrato de aluvión.

Las conclusiones y recomendaciones anteriores

se basan en el análisis y evaluación de las muestras y condiciones de 4 sondeos distribuídos en una longitud de 975 metros.

Para hacer los diseños finales de las cimentaciones se deberán ejecutar perforaciones adicionales convenientemente distribuídas en las áreas de las estructuras y equipos.

6.3 ESTRUCTURAS Y ARQUITECTURA

La totalidad de las estructuras de la Central podrán ser construídas en concreto reforzado.

Sin embargo, es posible que por economía y/o facilidad de construcción se empleen estructuras prefabricadas de concreto o de acero, especialmente para la cubierta de la casa de máquinas, las tolvas de carbón, la estructura de la caldera y de los precipitadores, los pórticos de la subestación, el edificio de trituración de carbón, los soportes de los transportadores de carbón y la cubierta del edificio de taller y almacén.

Dado que la Central se localizará en una zona de alta actividad sísmica, se deberá exigir la aplicación de especificaciones y criterios de diseño muy estrictos, especialmente en lo relativo a las cargas vivas y accidentales.

Los criterios, empleados en las soluciones arquitectónicas deberán buscar una unidad de conjunto, sin perjuicio de la funcionalidad de proceso o administrativa de cada edificio.

Se deberá exigir el uso adecuado de los materiales disponibles en el país. El tratamiento que se dé a las fachadas deberá corresponder, en cuanto sea posible, a la función específica de la unidad, logrando simultáneamente iluminación y ventilación naturales en el interior de los edificios y contrastando los ventanales con cerramientos que mantengan el equilibrio volumétrico.

El planteamiento que se emplee en la solución de las zonas exteriores deberá hacer resaltar el ambiente tropical, mediante el aprovechamiento de aspectos naturales tales como la topografía y la vegetación.

6.4 OBRAS HIDRAULICAS

6.4.1 Bocatoma

El volúmen de agua de enfriamiento que requerirá la Central es elevado si se compara con el caudal del río.

Este factor obligará a ejecutar obras de control de nivel en el lecho del río Zulia, que harán inevitable el acceso del material de arrastre del río a las estructuras de bocatoma.

Por esta razón, se deberá incluir, para cualquier tipo de solución que se adopte, un desarenador de alta capacidad de sedimentación. Los grandes cambios de nivel del río y sus eventuales avenidas eliminan soluciones que contemplen la construcción del desarenador al mismo nivel normal del río, pues además de que para su limpieza no se podrá lavar por gravedad sino por medio de dragado, es posible que se vea gravemente afectado por las crecidas del río.

Por ello, se ha concluído que es preferible - realizar una etapa previa de bombeo que permita la operación segura de la toma de agua - de en enfriamiento (Aprox. 8 m3/s.), aún - ante situaciones anormales del régimen del - río. Luego del desarenador, el agua se conducirá hasta la estructura de las bombas de circulación por gravedad.

Aún cuando para el bombeo previo es factible utilizar bombas de tornillos y bombas de flujo mixto o axial, se seleccionaron las bombas de tornillo dado lo robusto de su construcción, la facilidad de su operación y mantenimiento, y por la sencillez y bajo costo de las obras civiles requeridas para su instalación.

6.4.2 Conducciones

Por conveniencia constructiva se seleccionó el empleo de tubería prefabricada de concreto con refuerzo de lámina de acero, tipo "American Pipe", para la conducción del agua de refrigeración desde el desarenador hasta la estructura de las bombas de circulación.

6.4.3 Descarga

La pileta de descarga de agua de enfriamiento deberá estar localizada a un nivel no inferior en 2 m. del nivel del primer piso de la casa de máquinas. Se ha planteado su localización tentativa en el borde de la planada del lote (Ver plano PL.I-8).

De la descarga de la pileta el agua será conducida al río Zulia por canal abierto no revestido y sin nunguna obra especial para su enfriamiento, pues se ha determinado que el impacto térmico sobre el río no altera significativamente sus condiciones actuales.

6.4.4 Acueducto

Se ha planteado un sistema doble de suministro de agua. El primero, con agua filtrada, alimentará los inodoros, orinales, y usos externos (riego, lavado de pisos, etc.) y el segundo, con agua tratada y potable alimentará los lavamanos, duchas y cafeterías.

Esta solución permitirá simplificar los sistemas de tratamiento al disminuír el volúmen de agua potable.

6.5 OBRAS COMPLEMENTARIAS

6.5.1 Obras sanitarias

Se ha seleccionado como tratamiento para las aguas negras de la central el siguiente sistema.:

- Trampa de grasas y espuma
- Uno o más pozos sépticos
- Pozo filtrante o tuberías de drenaje con filtros de arena.
- Descarga al río

6.5.2 Vías internas

Las vías internas se han planteado para permitir un acceso directo a todas las instalaciones de la Central. Su construcción se ha seleccionado en concreto por su resistencia y facilidad de construcción, con andenes al menos por uno de sus lados en toda su longitud.

6.5.3 Cerramientos

Se ha seleccionado un cerramiento alrededor de todo el lote de la Central, incluyendo la ribera. Este cerramiento se construirá en malla eslabonada de acero galvanizado, con base de concreto ciclópeo y mampostería con protección superior con tres hileras de alambre de púas. Además, se incluirá el cerramiento de la subestación con las mismas características anotadas pero sin la protección de alambre de púas.

Se ha planteado también el empleo de una portería con puerta metálica y barrera basculante, y un sistema de garitas de vigilancia que permita mantener un control adecuado del acceso a la Central.

A continuación de la portería de acceso de camiones se instalará una báscula para el pesaje del carbón que se recibe en la planta en camiones.

6.5.4 Iluminación

Se ha planteado una iluminación a lo largo de las vías, alrededor de las edificaciones y a lo largo del cerramiento, además de la propia a cada edificio, estructura e instalación de la Central.

6.5.5 Alcantarillado

El alcantarillado de aguas lluvias se conformará mediante cunetas en V revestidas con concreto, que conducirán el agua hasta el río por varios sitios de descarga.

El alcantarillado de aguas negras funcionará por gravedad hasta el sitio o sitios de tratamiento. Las aguas jabonosas serán conducidas separadamente de las de inodoros y orinales hasta la trampa de grasas y espumas, después de la cual se unirán para llegar al pozo séptico.

Las aguas industriales se conducirán independientemente de las demás hasta el tanque de neutralización.

6.5.6 Patio de Carbón

El patio de carbón se ha localizado en un sitio que permitirá su ampliación en el futuro, que evita la contaminación de la subestación y de la casa de máquinas con finos de carbón, y que independiza el tráfico de los camiones de carbón del de los vehículos de operación de la planta.

Se contempla la construcción de filtros de drenaje de aguas lluvias bajo las pilas de carbón.

6.5.7 Patio de Cenizas

Se han estudiado varios sitios cercanos al lote de la central para ser empleados en la disposición de las cenizas (Ver plano PL.-I-5).

Estos sitios no presentan características adecuadas para el almacenamiento húmedo de las cenizas, tanto por su distancia a la central como por las obras de contención que se requerirían. Para el almacenamiento seco de las cenizas los sitios más favorables, por su tamaño y condiciones topográficas, están situados a unos 5 Km de la planta.

Con cualquier sitio o sistema que se seleccione, se debe controlar e inclusive tratar las aguas provenientes de los depósitos de ceniza, pues todos los sitios estudiados pertenecen al sistema hídrico del río Zulia y dichos efluentes, contaminados por las cenizas, podrían tener efectos desfavorables -

sobre los cultivos irrigados aguas abajo -

por este río.

6.6 SISTEMAS DE TRANSPORTE

6.6.1 Transporte de Carbón

El sitio de la central esta localizado dentro de una de las zonas carboníferas más ricas del país, algunas de las cuales se han preseleccionado para el abastecimiento de carbón a Planta, en tal forma que se pueda decir con certeza que el carbón llegará a esta con un recorrido de 40 Km.

Las vías existentes pueden ser facilmente adecuadas para el transporte por volquetas o camiones de gran tamaño; el puente sobre el río Zulia en la ruta San Cayetano-Planta tiene más de 50 años de servicio, muy angosto y sus condiciones actuales muestran que, si no se le da un mantenimiento adecuado, en el curso de pocos años quedará fuera de servicio.

Teniendo en cuenta la inversión requerida para la adecuación de las vías y el valor de

la construcción de un nuevo puente sobre el río Zulia, los costos de la infraestructura para el transporte del carbón pueden ser considerables.

Transporte terrestre de equipos pesados.

De acuerdo con las condiciones técnicas - sobre peso y dimensión de los equipos más pesados a transportar, se han analizado -- las características de las principales vías que conducen de los puertos de desembarque al sitio de montaje de la central. Como resultado de esta evaluación preliminar se han estudiado dos alternativas - que constituyen las rutas más posibles, - tanto para el transporte de equipos de las unidades de 66 MW como para la de 150MW.

Las vías escogidas son las siguientes :

Ruta Uno : Barranquilla-Río Magdalena - Barrancabermeja-Bucaramanga-Cúcuta.

Ruta Dos : Barranquilla-Río Magdalena-Gamarra-Ocaña-Cúcuta.

Los resultados del análisis de las posibles vías a utilizar en el transporte se presentan en un documento anexo a este estudio.

6.6.2 Transporte de Cenizas

El transporte de ceniza en forma hidráulica por tuberias presenta restricciones en la distancia de transporte, los costos iniciales y de mantenimiento son muy altos para distancias superiores a 8 Km, representa un consumo apreciable de agua, lo cual, conjuntamente con la dificultad de conseguir un sitio adecuado para su disposición, permite descartar este tipo de transporte de las cenizas.

Siendo un volúmen relativamente pequeño, es perfectamente factible realizarlo mediante volquetas hasta el sitio o sitios seleccionados para su disposición, que están localizados entre 5 y 8 Km de la central, por vías en regular estado, pero aceptable para este fin.

7. PROGRAMA DE EJECUCION DEL PROYECTO

En el diagrama adjunto se presenta el programa de ejecución del proyecto, en el cual se ha previsto su puesta en operación en Enero de 1983.

El programa comprende tanto las fases de diseño detallado, construcción y montaje de los diversos componentes del proyecto, como las actividades previas necesarias para la contratación del mismo, bajo la modalidad "llave en mano". A continuación se describe la programación de las diversas actividades.

7.1 ACTIVIDADES INICIALES

1.- Factibilidad, Ingeniería y Especificaciones : El desarrollo de esta fase se inició en el mes de Septiembre de 1978 y se refiere a las labores previas de Ingeniería requeridas por los estudios de factibilidad técnico-económica, elaboración de esquemas básicos, especificaciones técnicas, prediseños, planos y pliegos de licitación del proyecto.

La actividad de estudios comprende la elaboración y

entrega en Octubre de 1979 del presente Informe - de Factibilidad el cual incluye los resultados obtenidos sobre la viabilidad técnica de los diversos componentes y operación del proyecto, sobre el estimativo de costos de inversión y posible esquema de financiación y sobre la evaluación económico-financiera.

Tales resultados, conjuntamente con los estudios de planeamiento y desarrollo del sistema nacional de - generación adelantados por ICEL e ISA, permiten - establecer la necesidad del proyecto, lo cual fundamenta el adelanto de las gestiones y análisis conducentes a asegurar el financiamiento de la inversión necesaria en pesos colombianos. Así mismo iniciar la consecución del financiamiento requerido por la inversión en moneda externa.

Como se mencionó anteriormente, esta fase comprende también la preparación de las especificaciones técnicas y pliegos para la licitación del proyecto.

2. Preparación de Ofertas: La preparación de las ofertas por parte de las firmas proponentes está progra

mada para ser realizada durante un período de tres meses, en la forma indicada en el esquema adjunto.

Esta fase involucra, en forma paralela, la actividad de solución de las consultas de los proponentes.

3. Evaluación de Propuestas y Adjudicación : La evaluación de las propuestas está programada para ser adelantada en un período de tres meses, contemplándose también un margen de un mes adicional para la selección y adjudicación del proyecto.

4. Contratación del Proyecto : Tal como lo indica el cronograma adjunto, se ha previsto que la contratación y trámites necesarios para la iniciación de la ejecución del proyecto tomará seis meses, en forma tal que la construcción de las obras civiles podrán ser iniciadas a finales de 1980.

7.2 EJECUCION DEL PROYECTO

La ejecución del proyecto comprende la realización de las diversas actividades conducentes a la puesta en servicio de los diversos componentes del proyecto cuya programación general se reseña a continuación.

1- Obras Civiles y Estructuras de Planta : Comprende la adecuación de los terrenos y áreas de estructuras, el diseño detallado y la construcción de las obras civiles, arquitectónicas y estructurales del conjunto de la central, de las estructuras hidráulicas y del resto de obras civiles necesarias para la central térmica y obras complementarias. Se estima que la contratación se realizará durante el segundo semestre de 1980, que las obras comenzarán en Diciembre del mismo año y que su ejecución tendrá una duración de 26 meses, en la forma señalada en el cronograma adjunto.

2. Equipo Mecánico de Planta : Se refiere al diseño detallado (cuando sea el caso), fabricación, transporte hasta el sitio, montaje y pruebas del equipo mecánico,

tales como : generador de vapor, tuberías y accesorios, equipos de condensación, bombas, equipos de carbón y cenizas, etc.

Se ha estimado que la fabricación de los equipos se llevará a cabo en el curso de 12 meses, a partir de finales de 1980 y que el montaje se realizará en 18 meses de forma tal que se termine 4 meses después de la fase anterior, es decir, a mediados de 1983, según se puede observar en el cronograma adjunto.

3. Equipo Eléctrico de Planta, Subestación y Líneas:- Esta actividad también consiste en el diseño detallado, fabricación, transporte hasta el sitio, montaje y pruebas del equipo eléctrico de planta (generador, transformador principal, auxiliares, etc.), de la subestación de planta y de las líneas de conexión de la central al sistema. Esta actividad se ha programado en forma similar a la anterior, suponiendo que la fabricación de los equipos se inicia a finales de 1980 y que el montaje de los mismos tardará 15 meses, culminando en forma paralela a la etapa anterior (Ver cronograma adjunto).

4. Entrega y Puesta en Operación : Esta actividad consiste en la entrega de la central a la entidad encargada de operarla y en la puesta en operación comercial de la misma. Su duración ha sido estimada en tres meses.

ICEL - CENS

PROYECTO TERMOTASAJERO
CENTRAL TERMICA
PROGRAMA DE EJECUCION

S.G.C.