

**Y/CRT**  
YACIMIENTOS CARBONÍFEROS RÍO TURBIO



SINDICATO REGIONAL  
LUZ Y FUERZA PATAGONIA  
SECCIONAL RÍO TURBIO

# CONSTRUCCIÓN, BAJO LA MODALIDAD LLAVE EN MANO, DE UNA CENTRAL TERMOELÉCTRICA A CARBÓN

Río Turbio  
Provincia de Santa Cruz - República Argentina





## PROLOGO

Este trabajo, ha sido elaborado en base a documentación extraída de pliegos originales, para la construcción, bajo la modalidad llave en mano, de una central termoeléctrica a carbón, a construirse en la localidad de Río Turbio, provincia de Santa Cruz, República Argentina.

La información vertida, en los párrafos sucesivos en general, fue resumida de forma prudente, para evitar confusión alguna del lector.

La construcción de la usina termoeléctrica a carbón en la localidad de Río Turbio, provincia de Santa Cruz, representa para toda la región la jerarquía en términos de su desarrollo económico y social.

Se trata de un hecho histórico para la comunidad de Río Turbio y para toda la cuenca carbonífera, ya que consolida la fuerte identidad minera de esta región.

Este proyecto, tiene todo un significado simbólico, ya que no sólo se rescató una actividad que estuvo a punto de desvanecer, sino que también se puso un valor agregado a la misma, y se está concretando una obra que asegura su crecimiento y desarrollo a través de la generación de energía, a partir de la actividad minera primaria.

La usina de Río Turbio es un proyecto único, en el actual panorama energético mundial.

En un plazo de 42 meses, se desarrollará junto al yacimiento minero la central termoeléctrica de 240 Megavatios. La misma se nutrirá al cien por ciento del carbón extraído de la mina de Río Turbio y ha sido específicamente diseñada para este tipo de combustible, gracias a la utilización de la tecnología de lecho fluidizado, una de las más sofisticadas de las empleadas actualmente para la combustión de carbón, en todo el mundo.

La tecnología utilizada se caracteriza por su robustez, bajos niveles de emisiones y elevada disponibilidad. El diseño propuesto se basa en las modernas plantas térmicas de carbón, desarrolladas en Europa en la última década, ajustadas a una estricta normativa de emisiones, respeto al medio ambiente.

El yacimiento, está en un proceso de aumento gradual de producción, desde hace unos años; las expectativas son, que en un plazo de dos años se llegue a un nivel de producción incesante de un millón de toneladas anuales, que es lo que se requiere para garantizar la generación de energía eléctrica esperada.

En definitiva, remarcamos como un ícono en el futuro inmediato, lo que significa esta central, para el actual esquema energético tanto provincial como nacional, y del hecho histórico para las comunidades de la de cuenca carbonífera; tan identificadas con la actividad minera, brindando una revalorización para toda la región de la Patagonia austral de la República Argentina.

Esta documentación, está dividida en seis capítulos.

En el primero de ellos, hemos transcripto información completa del pliego de especificaciones técnicas (P.E.T), para tener un enfoque, de lo solicitado al contratista.

Esta información, se basa en una sucesión consecutiva de 63 artículos desarrollados para tal fin.

En segundo lugar, los progresos esperados en la etapa de construcción. En los que se citan, la dirección de obra, el personal afectado al proyecto, los movimientos de suelos, los campamentos, obradores, policlínico y enfermería, el detalle de las obras civiles, fundaciones, urbanización, edificios, estructuras para el agua, alimentación eléctrica a la mina y la puesta en marcha del sistema.

Seguidamente, se amplían los temas referentes a: generador de vapor Foster Wheeler, dando mención a la historia y desarrollo de la tecnología de lecho fluido, y una descripción general de los componentes de la caldera.

En el capítulo ajustado a la turbina de vapor, se abordan las generalidades, y configuración de la turbina, además de, los componentes principales y los distintos circuitos de lubricación y refrigeración.

Continuamente se exhibe, generador Siemens, excitatriz y las condiciones de funcionamiento, citando el sistema de control, automatización del turbo generador, configuración, monitorización de vibraciones, regulador automático de voltaje, sincronización y protecciones.

Por último, en el capítulo de sistemas principales del ciclo, se manifestara en detalle el funcionamiento del ciclo, captación del agua, tratamiento de la misma, caliza, arena, efluentes líquidos, emisiones gaseosas, material particulado, filtros de manga y chimenea.

Queremos agradecer enérgicamente, a nuestra emblemática empresa minera **Y.C.R.T** por la confianza depositada en los jóvenes trabajadores, y al perfeccionamiento diario al que apuesta y genera en todos nosotros; de igual manera, a nuestro **Sindicato Regional de Luz y Fuerza Patagonia Seccional Río Turbio**, por la representación permanente y organizada respecto del trabajador de la energía.

Ing. Electrónico PROLIGYN, Ariel

Tec. Electromecánico QUIPILDOR, Rafael

# ÍNDICE



<b>PROLOGO</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>5</b>
<b>CAPITULO I</b>	<b>25</b>
<b>ART. 1°: ALCANCE.</b>	<b>27</b>
<b>ART. 2°: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.</b>	<b>27</b>
<b>ART. 3°: DESCRIPCIÓN DE TAREAS PRINCIPALES.</b>	<b>28</b>
3.1 SERVICIOS DE INGENIERÍA.	28
3.2 SUMINISTRO DE EQUIPOS Y ESTRUCTURAS METÁLICAS.	28
3.3 MONTAJE DE EQUIPOS.	28
3.4 OBRAS CIVILES.	29
3.5 GESTIÓN DE IMPORTACIÓN DE LOS EQUIPOS.	29
<b>ART. 4°: PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO.</b>	<b>29</b>
<b>ART. 5°: ADMINISTRACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES.</b>	<b>29</b>
5.1 EMBALAJE.	29
5.2 TRANSPORTE.	29
5.3 ALMACENAMIENTO.	29
5.4 CUSTODIA DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES INCORPORADOS.	29
<b>ART. 6°: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y NORMAS APLICABLES.</b>	<b>30</b>
6.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.	30
6.2 NORMAS.	30
<b>INFORMACIÓN SOBRE CONDICIONES LOCALES</b>	<b>31</b>
<b>ART. 7°: DESCRIPCIÓN DEL SITIO.</b>	<b>31</b>
<b>ART. 8°: DATOS METEOROLÓGICOS.</b>	<b>31</b>
<b>ART. 9°: SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.</b>	<b>31</b>
<b>ART. 10°: ANÁLISIS DEL CARBÓN.</b>	<b>31</b>

<b>ART.11°: CONDICIONES SÍSMICAS.</b>	<b>31</b>
<b>ART. 12°: ANTECEDENTES GEOLÓGICOS.</b>	<b>31</b>
<b>ART. 13°: INFORMACIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS.</b>	<b>32</b>
<b>ART. 14°: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO.</b>	<b>32</b>
<b>ART. 15°: CONDICIONES DE OPERACIÓN.</b>	<b>32</b>
<b>ART. 16°: OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA. CRITERIO DE SELECCIÓN DE LA OFERTA MÁS CONVENIENTE.</b>	<b>32</b>
<b>SERVICIOS DE INGENIERÍA</b>	<b>33</b>
<b>ART. 17°: ALCANCE DE LOS SERVICIOS Y ORGANIZACIÓN.</b>	<b>33</b>
17.1 ALCANCE.	33
17.2 DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN DE LOS SERVICIOS DE INGENIERÍA.	33
17.3 ORGANIZACIÓN DEL ORGANISMO EJECUTOR DE LOS SERVICIOS DE INGENIERÍA.	34
<b>ART. 18°: SERVICIOS DE PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN, COORDINACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL.</b>	<b>34</b>
<b>ART.19°: SERVICIOS DE INGENIERÍA DE DISEÑO.</b>	<b>35</b>
19.1 ESTUDIOS A CARGO DEL CONTRATISTA.	35
19.1.1 ESTUDIOS.	35
19.1.2 INFORME DE DISEÑO BÁSICO.	35
19.2 DISEÑOS A CARGO DEL CONTRATISTA.	35
19.3 PLANO CONFORME A OBRA (“As BUILT”).	36
19.3.1 SOFTWARE DE DISEÑO.	36
19.3.2 ALMACENAMIENTO.	36
19.3.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS CDS.	36
19.3.4 NÚMERO DE COPIAS.	36
<b>ART. 20°: SERVICIOS DE INGENIERÍA DE MONTAJE.</b>	<b>37</b>
<b>ART. 21°: SERVICIOS DEL PROCESO DE PRUEBAS Y DE PUESTA EN SERVICIO.</b>	<b>37</b>
<b>ART.22°: SISTEMA DE CALIDAD DEL CONTRATISTA.</b>	<b>38</b>

**ART. 23°: OTROS SERVICIOS. 38**

23.1	INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	38
23.2	PROTOCOLOS Y CERTIFICADOS DE PRUEBAS EN FÁBRICA.	38
23.3	CAPACITACIÓN DE PERSONAL DE LA AUTORIDAD DE APLICACIÓN.	38

**ART. 24°: INSPECCIÓN DEL MINISTERIO A LOS SERVICIOS DE INGENIERÍA DEL CONTRATISTA. 39**

24.1	GENERALIDADES.	39
24.2	INSPECCIÓN DE LA INGENIERÍA EN EL EXTRANJERO.	39
24.3	APOYO A LA INSPECCIÓN DE OBRA EN EL EXTRANJERO.	39

**ART. 25°: ESTIPULACIONES PARA LOS SERVICIOS DE INGENIERÍA DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS. 39**

25.1	PROGRAMACIÓN GENERAL.	39
25.1.1	PROGRAMACIÓN DE LOS PRIMEROS SEIS MESES.	39
25.1.2	DIAGRAMAS DE BARRAS (CARTA GANTT).	40
25.1.3	PROYECCIÓN GENERAL DE LOS CERTIFICADOS.	40
25.1.4	DIAGRAMA DE SECUENCIA DE ACTIVIDADES.	40
25.2	PROGRAMACIÓN DETALLADA DE LAS OBRAS.	40
25.2.1	DISEÑO DE LAS OBRAS.	41
25.2.2	SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES.	41
25.2.3	OBRAS CIVILES.	41
25.2.4	MONTAJE DE EQUIPOS Y ESTRUCTURAS.	41
25.2.5	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO.	42
25.3	SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LAS ACTIVIDADES.	42
25.3.1	INFORME MENSUAL DE AVANCE.	42
25.3.2	INFORME SEMANAL DE AVANCE Y PROGRAMACIÓN.	42
25.3.3	PROGRAMA MENSUAL DE CERTIFICACIÓN.	42
25.3.4	INFORME DE PLANOS Y OTROS DOC. TÉCNICOS ENTREGADOS POR EL CONTRATISTA.	42
25.3.5	PRESENTACIÓN DE LOS INFORMES.	43
25.4	INSTALACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LOS OBRADORES.	43
25.4.1	PROYECTO DE INSTALACIONES DE LOS OBRADORES.	43
25.4.2	CONSTRUCCIÓN DE CAMPAMENTOS.	43
25.4.3	ALMACENES.	43
25.4.4	OTRAS INSTALACIONES DEL CONTRATISTA.	43
25.4.5	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS OBRADORES.	43
25.4.6	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE E INDUSTRIAL.	43
25.4.7	SERVICIOS HIGIÉNICOS Y EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS.	43
25.4.8	INSTALACIONES PARA LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS.	44
25.4.9	CAMINOS DE CONSTRUCCIÓN.	44
25.4.10	DESARME Y RETIRO DE INSTALACIONES.	44

25.5	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO.	44
25.5.1	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS.	44
25.5.2	ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO.	44
25.6	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL.	44

## **ART. 26°: CONCEPTOS BASICOS PARA EL DISEÑO DE LAS OBRAS.** **45**

26.1	GENERAL.	45
26.2	INFORMACIÓN PARA LA INGENIERÍA DE DISEÑO.	45
26.3	DISPOSICIÓN GENERAL (LAY OUT).	45

## **EQUIPAMIENTO MECANICO** **47**

### **ART. 27°: SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE.** **47**

27.1	ALCANCE DEL SUMINISTRO.	47
27.2	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.	47
27.2.1	OPERACIÓN GENERAL Y CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO.	47
27.2.2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.	47
27.2.2.1	TRANSPORTE DE CARBÓN DESDE LA PLAYA HASTA LOS MOLINOS.	47
27.2.2.2	BALANZAS DE CARBÓN.	47
27.2.2.3	EVACUACIÓN DE CENIZAS.	48
27.3	PRUEBAS EN FÁBRICA Y EN PLANTA.	48
27.4	PARTES DE REPUESTOS	48

### **ART. 28°: SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR.** **49**

28.1	ALCANCE DEL SUMINISTRO	49
28.1.1	DESCRIPCIÓN GENERAL.	49
28.1.2	– REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.	49
28.1.2.1	CONDICIONES DE OPERACIÓN.	49
28.1.2.2	CHIMENEA.	49
28.1.2.3	INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL.	49
28.1.2.4	LIMPIEZA QUÍMICA DE LAS PARTES BAJO PRESIÓN.	49
28.1.2.5	PINTURA	50
28.1.2.6	MATERIALES PARA SOLDADURA.	50
28.3	PRUEBAS EN FÁBRICA Y EN PLANTA.	50
28.4	HERRAMIENTAS Y PARTES DE REPUESTOS, EQUIVALENTES PARA MONTAJE Y MANTENIMIENTO.	50

### **ART. 29°: TURBOGRUPOS GENERADORES Y AUXILIARES.** **51**

29.1	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS. CONDICIONES DE OPERACIÓN.	51
------	--	----

<b>TURBINAS DE VAPOR</b>	<b>51</b>
29.2 PRUEBAS EN FÁBRICA Y EN PLANTA.	54
29.3 HERRAMIENTAS Y PARTES DE REPUESTOS.	54
<b>ART. 30°: CONDENSADORES DE SUPERFICIE Y SUS ACCESORIOS.</b>	<b>55</b>
30.1 ALCANCE DEL SUMINISTRO.	55
30.2 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.	55
30.2.1 CONDICIONES DE OPERACIÓN.	55
30.2.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.	55
30.3 PRUEBAS EN FÁBRICA Y EN PLANTA.	57
30.4 HERRAMIENTAS Y PARTES DE REPUESTOS.	57
<b>ART. 31°: SISTEMA DE CONDENSADO, CALENTAMIENTO Y AGUA DE ALIMENTACION.</b>	<b>57</b>
31.1 ALCANCE DEL SUMINISTRO.	57
31.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO.	57
31.2.1 CONDICIONES DE OPERACIÓN.	57
31.2.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.	58
31.3 PRUEBAS EN FÁBRICA.	59
31.4 HERRAMIENTAS Y PARTES DE REPUESTOS.	59
31.5 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA Y ANEXOS.	59
31.5.1 GENERALIDADES.	59
31.5.2 UBICACIÓN.	59
<b>ART 32°: TRATAMIENTO DEL AGUA DE REPOSICIÓN Y SERVICIOS GENERALES.</b>	<b>60</b>
32.1 SISTEMA DE DOSIFICACIONES.	61
32.2 SISTEMA DE TOMA DE MUESTRAS.	61
32.3 EVAPORADOR.	61
<b>ART. 33°: SISTEMA DE AGUA DE REFRIGERACIÓN.</b>	<b>62</b>
33.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA.	62
33.1.1 DISEÑO HIDRÁULICO	62
<b>ART. 34°: AGUA ALIMENTACIÓN AL CIRCUITO DE VAPOR.</b>	<b>63</b>
34.1 ALCANCE DEL SUMINISTRO.	63
34.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.	63
34.1.2 ALCANCE DEL SUMINISTRO.	63
34.1.3 LIMITES DEL SUMINISTRO.	63

34.2	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.	63
34.3	PRUEBAS EN FÁBRICA.	63
34.4	PARTES DE REPUESTO.	63

## **ART. 35°: SISTEMAS AUXILIARES. 64**

35.1	CIRCUITO CERRADO DEL SISTEMA DE AGUA DE REFRIGERACIÓN.	64
35.1.1	ALCANCE DEL SUMINISTRO.	64
35.1.2	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.	64
35.1.3	PRUEBAS EN FÁBRICA.	66
35.1.4	HERRAMIENTAS Y PARTES DE REPUESTOS.	66
35.2	SISTEMA DE DETECCIÓN ALARMA, Y COMBATE DE INCENDIO.	67
35.2.1	ALCANCE DEL SUMINISTRO.	67
35.2.2	CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO.	67
35.2.3	INFORMACIÓN INCLUIDA EN EL SUMINISTRO.	69
35.2.4	PRUEBAS EN FÁBRICA.	69
35.2.5	REPUESTOS.	70
35.3	SISTEMAS DE VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.	70
35.3.1	ALCANCE DEL SUMINISTRO.	70
35.3.2	CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO.	70
35.3.3	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.	70
35.3.4	INFORMACIÓN INCLUIDA EN EL SUMINISTRO.	71
35.3.5	PRUEBAS EN FÁBRICA.	71
35.3.6	REPUESTOS.	71
35.4	LABORATORIO QUÍMICO.	72
35.4.1	EQUIPAMIENTO DEL LABORATORIO QUÍMICO.	72
35.4.2	ANÁLISIS DE AGUA EN EL DIQUE "SAN JOSÉ".	72
35.4.3	ANÁLISIS DE AGUA DE POZO.	72
35.5	PLANTA DE AIRE COMPRIMIDO.	72
35.5.1	VOLUMEN DEL SUMINISTRO.	72
35.5.2	CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO.	73
35.5.3	PRUEBAS EN FÁBRICA.	73
35.5.4	REPUESTOS.	73
35.6	GRUPO ELECTRÓGENO DE EMERGENCIA.	74
35.6.1	ALCANCE DEL SUMINISTRO.	74
35.6.2	CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO.	74
35.6.3	PRUEBAS EN FÁBRICA.	75
35.6.4	REPUESTOS.	75
36.1	GENERAL.	75
36.2	ALCANCE DEL SUMINISTRO.	75
36.3	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.	75
36.4	GARANTÍAS Y RECHAZOS.	75

## **INSTALACIONES ELECTRICAS 77**

<b>ART.37°: REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS GENERALES.</b>	<b>77</b>
37.1 ASPECTOS GENERALES.	77
37.2 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.	77
37.3 NIVELES DE TENSIÓN REQUERIDOS.	77
37.4 CLASES DE PROTECCIÓN PARA EL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO DE OPERACIÓN.	78
37.5 MEDIDAS DE PROTECCIÓN.	78
37.6 MEDIDORES ELÉCTRICOS.	78
37.7 MANUALES DE MONTAJE, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	79
37.8 SERVICIOS AUXILIARES Y GENERALES.	79
<b>ART. 38°: CONJUNTO TURBINA-GENERADOR.</b>	<b>79</b>
38.2 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.	80
38.2.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS GENERADORES	80
38.2.2 ESPECIFICACIONES APLICABLES A NORMAS.	80
38.3 REQUERIMIENTOS GENERALES DE INSTALACIÓN.	80
38.4 ÍNDICES OPERATIVOS.	81
38.5 REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS.	81
38.6 DE LOS ARROLLAMIENTOS Y LA AISLACIÓN.	82
38.7 REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.	83
38.8 CONTROL, PROTECCIONES E INSTRUMENTACIÓN.	83
38.9 PLANOS Y REPORTES DE CÁLCULOS.	85
<b>ART. 39°: SISTEMA DE EXCITACIÓN.</b>	<b>87</b>
<b>ART. 40°: REGULADOR DE TENSIÓN.</b>	<b>87</b>
<b>ART. 41°: EQUIPAMIENTO DE SINCRONIZACIÓN.</b>	<b>88</b>
<b>ART. 42°: PRUEBAS EN FÁBRICA.</b>	<b>89</b>
<b>ART. 43°: TRANSFORMADORES DE POTENCIA.</b>	<b>91</b>
<b>ART. 44°: APARATOS DE MANIOBRAS, MEDICIÓN, PROTECCIÓN Y CONTROL EN ALTA TENSIÓN.</b>	<b>91</b>
<b>ART. 45°: APARATOS DE MANIOBRAS, MEDICIÓN, PROTECCIÓN Y CONTROL EN MEDIA TENSIÓN.</b>	<b>93</b>
<b>ART. 46°: APARATOS DE MANIOBRAS, MEDICIÓN, PROTECCIÓN Y CONTROL EN BAJA TENSIÓN.</b>	<b>93</b>

<b>ART. 47°: MOTORES ELÉCTRICOS.</b>	<b>93</b>
<b>ART. 48°: CABLES DE POTENCIA, DE CONTROL Y MEDICIÓN.</b>	<b>93</b>
<b>ART. 49°: BATERÍAS Y CARGADORES DE BATERÍAS</b>	<b>94</b>
<b>ART. 50°: ILUMINACIÓN.</b>	<b>94</b>
50.1 ILUMINACIÓN INTERNA Y GENERAL.	94
50.2 ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.	94
50.3 NIVELES DE ILUMINACIÓN.	94
<b>ART. 51°: TOMAS PARA USO GENERAL Y DE POTENCIA.</b>	<b>95</b>
<b>ART. 52°: SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.</b>	<b>95</b>
<b>ART. 53°: PARTES DE REPUESTOS.</b>	<b>95</b>
<b>ART. 54°: OBRAS CIVILES, ESTRUCTURAS METÁLICAS, ARQUITECTURA, ELECTROMECAÓNICAS Y COMPLEMENTARIAS.</b>	<b>96</b>
54.1 NORMAS APLICABLES A LAS OBRAS CIVILES, ESTRUCTURAS METÁLICAS Y ARQUITECTURA.	96
54.2 DISEÑO DE DETALLES.	96
54.3 INTERFERENCIAS.	97
54.4 TABLA DE TOLERANCIA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL.	97
54.5 MATERIALES DE REPOSICIÓN.	97
54.6 PREVISIONES PARA TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN, REMODELACIÓN, RESTAURACIÓN Y PUESTA EN	97
54.7 COORDINACIÓN CON EMPRESAS DE SERVICIOS PARA LA PROVISIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS.	97
54.8 NORMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LAS EMPRESAS SUBCONTRATISTAS.	98
<b>ART. 55°: TRABAJOS PRELIMINARES.</b>	<b>98</b>
55.1 TRAMITES, DERECHOS Y PLANOS.	98
55.2 AGUA PARA CONSTRUIR.	98
55.3 ENERGÍA ELÉCTRICA DE OBRA.	98
55.4 CARTEL DE OBRA.	98
55.5 CORTE DE ARBOLES Y RETIRO DE TOCONES.	99
55.6 REPLANTEO, NIVELACIÓN, SONDEOS Y ANÁLISIS DEL SUELO.	99
55.7 COMUNICACIÓN, SEÑALIZACIÓN Y PREVENCIÓN.	99
55.8 RELLENOS, COMPACTACIÓN, EXCAVACIONES Y TERRAPLENAMIENTO.	100

<b>ART. 56°: HORMIGÓN ARMADO.</b>	<b>100</b>
<b>ART. 57°: ENSAYOS DE CARGA.</b>	<b>101</b>
<b>ART. 58°: PAVIMENTOS.</b>	<b>101</b>
<b>ART. 59°: INSTALACIONES SANITARIAS.</b>	<b>101</b>
59.1 GENERALIDADES.	101
<b>ART. 60°: TERMINACIONES DE ARQUITECTURA MÍNIMAS PARA LAS OBRAS CIVILES.</b>	<b>101</b>
60.1 PINTURA.	101
60.2 LAS OBRAS CIVILES.	102
60.3 CONSIDERACIONES GENERALES.	103
<b>ART. 61°: SEÑALÉTICA GENERAL.</b>	<b>105</b>
<b>ART. 62°: VARIOS.</b>	<b>105</b>
62.1 MUESTRAS.	105
62.2 MARCAS Y ENVASES.	105
62.3 REUNIONES DE COORDINACIÓN.	105
62.4 SISTEMAS PATENTADOS.	105
62.5 PROTECCIÓN DE ECOSISTEMAS TERRESTRES Y ACUÁTICOS.	105
<b>ART. 63°: CONDICIONES GENERALES PARA EL MONTAJE.</b>	<b>107</b>
<b>CAPITULO II</b>	<b>109</b>
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>111</b>
<b>DIRECCIÓN TÉCNICA DE LA OBRA</b>	<b>111</b>
<b>PERSONAL AFECTADO POR EL PROYECTO</b>	<b>111</b>
<b>MOVIMIENTO DE SUELOS</b>	<b>112</b>
<b>CAMPAMENTOS</b>	<b>113</b>
<b>OBRADORES</b>	<b>114</b>
<b>POLICLÍNICO Y ENFERMERÍA</b>	<b>115</b>
<b>DETALLE DE LAS OBRAS CIVILES</b>	<b>115</b>
<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>117</b>

<b>FUNDACIONES</b>	<b>117</b>
<b>URBANIZACIÓN</b>	<b>118</b>
<b>EDIFICIOS</b>	<b>119</b>
<b>ESTRUCTURAS PARA EL AGUA</b>	<b>120</b>
<b>ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA A LA MINA</b>	<b>120</b>
<b>PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA</b>	<b>121</b>

---

<b>CAPITULO III</b>	<b>123</b>
---------------------	------------

---

<b>GENERADORES DE VAPOR</b>	<b>125</b>
-----------------------------	------------

---

<b>FOSTER WHEELER</b>	<b>125</b>
-----------------------	------------

---

FOSTER WHEELER - GENERAL	125
FOSTER WHEELER - EXPERIENCIA	125
DESARROLLO DE LA CALDERA CFB FOSTER WHEELER	125
<b>TECNOLOGÍA CFB</b>	<b>127</b>
GENERAL	127
<b>EMISIONES</b>	<b>127</b>
EMISIONES DE SO <sub>2</sub>	127
EMISIONES DE NO <sub>x</sub>	127
EMISIONES DE MATERIAL COMBUSTIBLE	128
<b>VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA CFB</b>	<b>128</b>
GENERAL	128
LA REJILLA	128
<b>SEPARADOR</b>	<b>129</b>
RENDIMIENTO DEL SEPARADOR	129
SEPARADOR REFRIGERADO POR AGUA/VAPOR	129
BAJO COSTE DE COMBUSTIBLE	129
MENOR REFRACTARIO/MANTENIMIENTO	129
MENOR PESO/CIMENTACIONES DE ACERO	129
SOBRECALENTADOR INTREX TM	129
EXPULSADOR DEL HORNO	129
JUNTA DE PARED	129
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y DE ELIMINACIÓN DE CENIZAS DEL FONDO	130
<b>EXPERIENCIAS CON CARBONES DE ALTA PROPORCIÓN DE CENIZAS</b>	<b>131</b>
VENTAJAS DE LOS CARBONES DE ALTA PROPORCIÓN DE CENIZAS DE LA CALDERA CFB	131
EXPERIENCIA CON CARBONES DE ALTA PROPORCIÓN DE CENIZAS	131
SERVICIO FOSTER WHEELER	131
<b>GENERAL.</b>	<b>132</b>
H GENERACIÓN CONVENCIONAL DE CALOR	133
HA SISTEMA DE PRESIÓN	133
HAC SISTEMA ECONOMIZADOR	133

121	ECONOMIZADOR DE TUBO DESNUDO	133
126	TUBOS PERCHA REFRIGERADOS CON AGUA	133
152	TUBERÍAS DE ALIMENTACIÓN INTERNA DE AGUA	133
154	OTRAS TUBERÍAS DE CONEXIÓN	133
HAD	SISTEMA DE EVAPORACIÓN	134
101	COLECTOR DE VAPOR	134
111	PAREDES DE AGUA DEL HORNO Y REJILLA	134
116	SEPARADORES REFRIGERADOS CON AGUA	135
151	TUBERÍAS DE CIRCULACIÓN DEL AGUA DE LA CALDERA	136
154	OTRAS TUBERÍAS DE CONEXIÓN	136
170	VÁLVULAS Y AJUSTES	136
HAH	SISTEMA DEL SOBRE CALENTADOR	136
137	Conducto de enlace refrigerado por vapor	137
134	Caja de convección refrigerada por vapor	137
131	Haces de tubos del recalentador	138
153	Tuberías de vapor interconectadas	139
154	Otras tuberías de conexión	140
170	Válvulas y aparatos	140
L	CICLOS VAPOR, AGUA, GAS	140
LA	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA	140
170	Válvulas y aparatos	140
LAE	HP sistema des recalentador de spray	140
LB	SISTEMA DE VAPOR	140
170	Válvulas y aparatos	140
LBG	Sistema auxiliar de tuberías de vapor auxiliar	140
161	Sistema auxiliar de tuberías	140
170	Válvulas y aparatos	140
LBU	Línea del colector común	141
169	válvulas silenciadoras de seguridad	141
LC	SISTEMA DE CONDENSACIÓN	141
170	Válvulas y aparatos	141
LCN	Sistema auxiliar de condensación de vapor	141
LCQ	Sistema de purga del generador de vapor	141
167	Tanque de purga	141
168	Tanque de purga continua	141
HL	SISTEMA DE COMBUSTIÓN DE AIRE	142
HLA	SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AIRE	142
352	Conductos de aire	142
355	Silenciador para conductos	142
356	Juntas de expansión	142
357	Humidificadores con accionadores	142
HNA	Sistema de conducción del gas de combustión	142
353	Conductos de gas de combustión	142
356	Juntas de expansión	142
357	Humidificadores con accionadores	142

HCB	EQUIPO DE LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DE TRANSFERENCIA DE CALOR EXPUESTA AL FUEGO	143
301	Sopladores de hollín con soportes	143
154	Otras tuberías de conexión	143
161	Tuberías de vapor auxiliares	143
170	Válvulas y aparatos	143
HD	SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE CENIZAS	143
HAD	ELIMINACIÓN DE CENIZAS DEL FONDO	143
462/463	Descarga de cenizas de fondo y sistema transportador	143
	CANALETAS DE ELIMINACIÓN DE CENIZAS	143
	TRANSPORTADORES HELICOIDALES REFRIGERADOS POR AGUA	143
HH	SISTEMA PRINCIPAL DE ENCENDIDO	144
HHE	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	144
441/442	Silo de caldera de combustible sólido/equipo de alimentación	144
HHH	SISTEMA DE MATERIAL DE FONDO	145
471	Equipo de manipulación de arena	145
HJ	EQUIPO DE IGNICIÓN DE ARRANQUE	145
HJA	QUEMADORES DE ARRANQUE	145
411	Quemadores de arranque y quemadores de los conductos	145
HL	SISTEMA DE AIRE DE COMBUSTIÓN	146
HLB	SISTEMA DE VENTILADORES	146
341	Ventiladores	146
HLC	SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AIRE EXTERNO	147
331	Precalentador de aire de vapor	147
HLD	SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AIRE	147
322	Precalentador de aire tubular	147
	DATOS MECÁNICOS:	147
HNC	VENTILADOR DE GAS DE COMBUSTIÓN	147
HRA	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AMONIOS	147
HRB	SISTEMA DE PIEDRA CALIZA	147
471	Equipo de alimentación de piedra caliza	147
P	SISTEMA DE SERVICIO DE AGUA	148
PG	SISTEMA CERRADO DE REFRIGERACIÓN POR AGUA	148
170	Válvulas y ajustes	148
646	Sistema cerrado de refrigeración por agua	148
Q	SISTEMAS AUXILIARES	148
170	válvulas y ajustes	148
QE	SISTEMA DE AIRE A PRESIÓN	148
341	Sopladores HP	148
163	Tuberías de aire	148
QEC/QED	Sistema de aire comprimido	148
162	Tuberías de aire comprimido	148
QU	SISTEMA DE MUESTRAS	148
639	Sistema de muestras	148
HB	ESTRUCTURA DE SOPORTE, CERRAMIENTO, INTERIOR DEL GENERADOR DE VAPOR	149

204	Barras de suspensión	149
241	Puertas y aberturas de acceso rápido	149
261	Refractario	149
HN	ESCAPE DE GAS DE COMBUSTIÓN	149
HNA	Sistema de conducción	149
215	Juntas de expansión de gas caliente	149
225	Caja de paso trasero	149
231	Tolva de cenizas	150

## **CAPITULO IV** **151**

### **TURBOGENERADORES DE VAPOR** **153**

<b>SST-900 TURBINA DE TRANSMISIÓN DIRECTA</b>	<b>153</b>
GENERAL	153
DISEÑO DE ENTRADA	154
DISEÑO DE EXTRACCIÓN	154
SALIDA	154
ROTOR DE LA TURBINA Y SELLOS	155
EJE Y SELLOS ENTRE ETAPAS	155
COJINETES Y APOYO DE LA TURBINA	155
INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO	156
AISLAMIENTO DEL CALOR	156

### **COMPONENTES PRINCIPALES DE LA TURBINA** **157**

<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TURBINA SST-900</b>	<b>157</b>
TURBINA SST-900 IP EN LA APLICACIÓN DE CONDENSACIÓN	157
<b>VIRADOR HIDRÁULICO</b>	<b>159</b>
VIRADOR GENERAL	159
CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO	159
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	159
FUNCIONAMIENTO	159

### **SISTEMA DE LUBRICACIÓN** **161**

<b>SISTEMA DE ACEITE DE LUBRICACIÓN, ACCIONAMIENTO DIRECTO</b>	<b>161</b>
GENERALIDADES	161
DEPÓSITO DE ACEITE PRINCIPAL	161
CONEXIÓN DEL PURIFICADOR DE ACEITE (EL PURIFICADOR DE ACEITE ES OPCIONAL)	161
CALENTADORES DE ACEITE MA V10AH005	162
EXTRACTOR DE VAPOR DE ACEITE MA V10AN005	162
REFRIGERADORES DE ACEITE MA V30AC005/AC010	162
AJUSTE DE LA PRESIÓN DEL ACEITE	162

<b>BOMBAS</b>	<b>163</b>
BOMBAS DE ACEITE PRINCIPALES MA V21AP005, MA V22AP005	163
BOMBA DE ACEITE DE EMERGENCIA MA V23AP005	163
PRUEBA DE LA BOMBA	163
BOMBA DE ELEVACIÓN DE ACEITE PARA TURBINAS, GENERADORES Y VIRADORES	163
<b>FILTROS</b>	<b>163</b>
PRINCIPALES FILTROS CIRCUITO DEL ACEITE DE LUBRICACIÓN	163
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>	<b>164</b>
PRESIÓN	164
TEMPERATURA	164
NIVEL	164
<b>SISTEMA DE CONTROL DE ACEITE - DESCRIPCIÓN</b>	<b>165</b>
GENERAL	165
<b>UNIDAD DE SUMINISTRO DE CONTROL DE ACEITE</b>	<b>165</b>
ESTA UNIDAD INCLUYE	165
INSTRUMENTACIÓN Y OBSERVACIÓN	166
CIRCUITOS DE CONTROL DEL ACEITE CON SERVOMOTORES PARA LOS CVs	166
PASO DE LOS SERVOMOTORES PARA LOS ESV(s)	166
<b>DESAGÜES</b>	<b>167</b>
<b>CLASIFICACIÓN DE LOS DESAGÜES</b>	<b>167</b>
GENERALIDADES	167
DESAGÜES INTERNOS	167
DESAGÜES EXTERNOS	168
<b>TANQUES DE DESAGÜE</b>	<b>169</b>
TANQUES DE DESAGÜE PARA DESAGÜES INTERNOS	169
TANQUES DE DESAGÜE PARA DESAGÜES EXTERNOS	169
GENERALIDADES	170
DESAGÜES DE LA TURBINA, LAS VÁLVULAS Y LAS TUBERÍAS	170
DESAGÜES DEL SISTEMA DE ESTANQUIDAD DEL PRENSAESTOPAS	171
CONDENSADOR DE VAPOR DEL PRENSAESTOPAS	171
DESAGÜES DESDE EL CONDENSADOR DEL EYECTOR	171
<b>CAPITULO V</b>	<b>173</b>
<b>GENERADOR DE DOS POLOS</b>	<b>175</b>
<b>GENERADOR DE DOS POLOS, SIEMENS SGEN 5(6)-100A-2P</b>	<b>175</b>
GENERALIDADES	175
<b>ESTATOR</b>	<b>175</b>
NÚCLEO DEL ESTATOR	175
BOBINA DEL ESTATOR	175

ROTOR	176
COJINETES	176
CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN	176
INTERCAMBIADORES DE CALOR REFRIGERADOS POR AGUA	177
INSTRUMENTOS Y MONITORIZACIÓN	177
CABLEADO AUXILIAR	177
<b>EXCITACIÓN</b>	<b>179</b>
EXCITACIÓN SIN ESCOBILLAS	179
EXCITACIÓN ESTÁTICA	179
TERMINALES DE LÍNEA Y NEUTROS	179
CERRAMIENTO DE LÍNEA Y NEUTRO	180
<b>CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO</b>	<b>181</b>
TENSIÓN PERMITIDA Y VARIACIÓN DE FRECUENCIA PARA LOS TURBOGENERADORES DE VAPOR	181
<b>SISTEMA DE CONTROL</b>	<b>183</b>
<b>SISTEMA DE CONTROL AUTÓNOMO DEL GENERADOR DE TURBINA DE VAPOR</b>	<b>183</b>
INTRODUCCIÓN	183
REGULADOR DE TURBINA	184
PROTECCIÓN DE LA TURBINA	185
AUTOMATIZACIÓN DE TURBINA	185
INTERFAZ HUMANO-MÁQUINA	186
ALARMA, DESCONEXIÓN Y SECUENCIA DE SUCESOS	186
REGISTRO Y VARIABLES	186
INTERFACES	186
<b>GENERADOR</b>	<b>187</b>
SISTEMA DE EXCITACIÓN Y REGULADOR DE VOLTAJE	187
SINCRONIZACIÓN (OPTATIVO, VER ALCANCE DEL SUMINISTRO)	187
PROTECCIÓN DEL GENERADOR (OPTATIVO, VER ALCANCE DEL SUMINISTRO)	187
<b>AUTOMATIZACIÓN HMI DE TURBINA</b>	<b>189</b>
<b>ESTACIÓN DEL OPERADOR E INTERFAZ HUMANO-MÁQUINA</b>	<b>189</b>
GENERAL	189
<b>CONFIGURACIÓN</b>	<b>189</b>
HARDWARE	189
SOFTWARE	189
PARA INTERACCIÓN DEL OPERADOR.	189
INTERFAZ DE USUARIO:	189
SUCESOS & ALARMAS:	189
HERRAMIENTA DE INGENIERÍA:	190
INTERFAZ HUMANO-MÁQUINA (HMI)	190
<b>FILOSOFÍA DE CONTROL</b>	<b>191</b>
SOFTWARE	191

VISUALIZACIÓN INICIO/PARADA:	191
PANTALLA DEL REGULADOR DE ENTRADA DE LA TURBINA:	191
<b>DOCUMENTACIÓN</b>	<b>193</b>
GENERAL	193
MANTENIMIENTO/COPIAS DE SEGURIDAD	193
<b>CABLEADO DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN</b>	<b>193</b>
GENERALIDADES	193
<b>CABLES Y CONDUCTOS</b>	<b>195</b>
CONDUCTOS	195
CABLES	195
IDENTIFICACIÓN DE LOS CABLES	195
DATOS TÉCNICOS	195
CONDUCTOS RÍGIDOS	195
CONDUCTOS FLEXIBLES	196
CABLES MONOCONDUCTORES	196
CABLE MULTICONDUCTOR CON PANTALLA COMÚN	196
CABLE CON PARES ENROSCADOS CON REVESTIMIENTO INDIVIDUAL	196
CABLE COAXIAL (PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA VIBRACIÓN)	196
<b>CAJAS DE CONEXIÓN Y TERMINALES</b>	<b>197</b>
CAJAS DE CONEXIÓN	197
TERMINALES	197
DATOS TÉCNICOS	197
CAJAS:	197
TERMINALES:	197
<b>MONITORIZACIÓN DE LA VIBRACIÓN DE LOS COJINETES Y LA POSICIÓN DEL EJE</b>	<b>199</b>
GENERALIDADES	199
MEDICIÓN DE LA VIBRACIÓN	199
EQUIPO DE MEDICIÓN	199
MEDICIÓN DE LA POSICIÓN DE EMPUJE	199
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>200</b>
TRANSDUCTOR DE VELOCIDAD TIPO VELOMITOR	200
TRANSDUCTOR DE ACELERACIÓN	200
TRANSDUCTOR DE PROXIMIDAD	200
MONITOR	200
<b>REGULADOR AUTOMÁTICO DE VOLTAJE, THYRIPOL DE SIEMENS</b>	<b>201</b>
<b>SISTEMA DE EXCITACIÓN ESTÁTICO</b>	<b>201</b>
INFORMACIÓN GENERAL	201
CIRCUITO PRINCIPAL	201
RAV	202
REGULADORES	202
REGULACIÓN DE VOLTAJE:	202
REGULACIÓN DEL CAMPO EXCITADOR	202
REGULADOR VAR (REGULADOR DE ENERGÍA REACTIVA)	202
REGULADOR DEL FACTOR DE POTENCIA	202

LIMITADORES	202
LIMITADOR DE EXCITACIÓN BAJA	203
LIMITADOR DE FLUJO (LIMITADOR V/Hz)	203
<b>EQUIPO DE SINCRONIZACIÓN</b>	<b>203</b>
GENERAL	203
FUNCIÓN	203
SINCRONIZACIÓN AUTOMÁTICA	203
RELÉ DE CONTROL DE SINCRONIZACIÓN	204
PANEL DE SINCRONIZACIÓN MANUAL	204
<b>PROTECCIÓN DEL GENERADOR, SIEMENS</b>	<b>205</b>
GENERALIDADES	205
FUNCIONES DE LA PROTECCIÓN DEL GENERADOR	205
BAJO IMPEDANCIA (21)	205
BAJO VOLTAJE (27)	205
PROTECCIÓN DE POTENCIA INVERSA (32)	205
PÉRDIDA DE CAMPO (40)	206
SECUENCIA DE FASE NEGATIVA (46)	206
ENERGIZACIÓN INVOLUNTARIA EN PARADA (50/27)	206
SOBRE VOLTAJE (59)	206
FALTA A TIERRA EN EL ESTATOR, 95% (59N)	206
BAJO SOBRE FRECUENCIA (81U70)	207
DIFERENCIAL DEL GENERADOR (87)	207
<b>FUNCIONES DE PROTECCIÓN OPCIONALES</b>	<b>209</b>
SOBREEXCITACIÓN, V/Hz (24)	209
FALTA A TIERRA EN EL ESTATOR, 100% (64G)	209
PROTECCIÓN DE FUERA DE PASO (78)	209
<b>CAPITULO VI</b>	<b>211</b>
<b>SISTEMAS PRINCIPALES DEL CICLO</b>	<b>213</b>
<b>VAPOR PRINCIPAL Y BY-PASS</b>	<b>215</b>
RESEÑA	215
CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	215
<b>AGUA DE ALIMENTACIÓN</b>	<b>216</b>
RESEÑA	216
CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO:	216
SISTEMA DE CONDENSADO	217
CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO.	217
<b>EQUIPOS</b>	<b>219</b>
BOMBAS DE CONDENSADO	219
AEROCONDENSADOR	219
TANQUE DE CONDENSADO	219
VAPOR DE EXTRACCIONES	219

DRENAJES Y VENTEOS DE CALENTADORES	220
CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO.	220
CALENTADORES Y DESAIREADOR.	220
<b>SISTEMAS AUXILIARES DEL CICLO DE VAPOR</b>	<b>221</b>
CAL	221
AGUA DE PROCESO	221
TRATAMIENTO DEL AGUA DE PROCESO	221
ARENA	222
EFLUENTES LÍQUIDOS	223
<b>EMISIONES GASEOSAS Y MATERIAL PARTICULADO.</b>	<b>225</b>
ASPECTOS GENERALES	225
FILTROS DE MANGAS	226
CHIMENEA	227
<b>ANEXOS</b>	<b>229</b>
<b>ANEXO I: DATOS METEOROLÓGICOS.</b>	<b>231</b>
SÍNTESIS CLIMÁTICA:	231
<b>ANEXO II: ANTECEDENTES GEOLÓGICOS.</b>	<b>233</b>
INTRODUCCIÓN	233
ESTRATIGRAFÍA	233
FORMACIÓN RÍO TURBIO (FERUGLIO, 1938)	235
FORMACIÓN RÍO GUILLERMO (HÜNICKEN, 1955)	235
FORMACIÓN LA ESCONDIDA (DANDERFER, 1981)	236
FORMACIÓN SANTA CRUZ (AMEGHINO, 1898)	236
DEPÓSITOS CUATERNARIOS	239
DEPÓSITOS ANTRÓPICOS	240
ESTRUCTURA	241
CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS	241
<b>TABLAS</b>	<b>245</b>
<b>TABLA I: ANÁLISIS DEL CARBÓN.</b>	<b>247</b>
<b>TABLA II: CONDICIONES SÍSMICAS.</b>	<b>249</b>
<b>TABLA III: TABLA DE TOLERANCIA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL.</b>	<b>251</b>
<b>ESQUEMA UNIFILAR DE LA CENTRAL.</b>	<b>253</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>255</b>

# CAPITULO I



**ART. 1º: ALCANCE.**

Las presentes especificaciones técnicas son aplicables a la ejecución de los trabajos que deberá efectuar el contratista para dar cumplimiento a la obra “CONSTRUCCION, BAJO LA MODALIDAD LLAVE EN MANO, DE UNA CENTRAL TERMOELECTRICA A CARBON”.

A continuación se detallan los trabajos a realizar por el contratista:

- Elaboración del proyecto definitivo para la ingeniería básica y de detalle correspondiente a todos los equipos e instalaciones, incluidas las obras civiles a suministrar bajo este contrato.
- Presentación de los estudios de impacto ambiental que demuestren que la central a construir minimiza en base al proyecto elaborado la contaminación con del medio ambiente.
- Suministro del equipo, materiales e instalaciones mecánicas, eléctricas, de control y de comunicaciones de una central termoeléctrica a carbón completa.
- Transporte de los equipos, materiales e instalaciones incluidas en el contrato desde el lugar de fabricación o adquisición hasta el sitio de montaje en la obra.
- Almacenamiento, cuidado y manutención de todos los equipos del contrato.
- Montaje, pruebas y puesta en servicio de los equipos, materiales e instalaciones incluidos en el contrato.
- Obras civiles completas.
- Construcción de las estructuras y las terminaciones de arquitectura de la totalidad de los edificios.
- Entrenamiento del personal para la operación y mantenimiento de la central.

**ART. 2º: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.**

La central termoeléctrica tendrá una potencia de 240 Megavatios.

Por razones de fiabilidad en la operación y en el suministro, se estima conveniente que la potencia total esté fraccionada en por lo menos dos módulos de 120 Mw cada uno.

La central a construir estará emplazada en cercanías a la mina de carbón de Río Turbio, cita en Río Turbio provincia de Santa Cruz.

La central deberá estar compuesta de generadores de vapor a carbón, con sistema de lecho fluidizado, y turbinas a vapor con sus correspondientes generadores.

La conexión eléctrica de la central al sistema argentino de interconexión (SADI) se efectuara en la estación transformadora (ET) a construir en la misma central.

El contratista deberá incluir en su oferta:

- Planta de tratamiento de carbón, evacuación y deposición de cenizas.
- Laboratorio químico.
- Tanque y sistema de almacenaje y provisión de combustible para la operación de arranque.
- Grupo generador para el arranque.
- Planta de cloración.
- Edificios de talleres, depósitos y oficinas.
- Sistema de telefonía.
- Bombas y tanques de sistema contra incendio.
- Transformador de arranque y de servicios auxiliares.

## **ART. 3º: DESCRIPCIÓN DE TAREAS PRINCIPALES.**

### **3.1 Servicios de ingeniería.**

Consisten en:

- Estudios de evaluación de impacto ambiental y medidas para mitigar los efectos que pudiesen provocar los gases emitidos o los efluentes, en un todo acuerdo con la legislación nacional y provincial vigente.
- Servicios de planificación, programación, coordinación, seguimiento y control.
- Ingeniería básica y de detalle correspondiente a todas las obras civiles, equipos e instalaciones a suministrar.
- Servicios de ingeniería de montaje del equipamiento electromecánico y de las estructuras metálicas.
- Servicio de ingeniería de pruebas y puesta en servicio.
- Servicios de capacitación y otros.

### **3.2 Suministro de equipos y estructuras metálicas.**

Suministro y/o adquisición y transporte hasta el sitio donde se construirá la obra, de todos los equipos, estructuras, materiales e instalaciones mecánicas, eléctricas, de control y de comunicaciones, que utilice la tecnología de lecho fluidizado, que se resume a continuación:

- I. Planta de tratamiento de carbón.
- II. Sistema de combustión de carbón y generación de vapor.
- III. Turbogeneradores y equipos asociados.
- IV. Equipamiento eléctrico de alta tensión para interconectar la central.
- V. Equipamiento de planta y servicios auxiliares.
- VI. Sistema de refrigeración del condensador y de los servicios auxiliares.
- VII. Sistemas auxiliares mecánicos.
- VIII. Equipos de maniobra de media y baja tensión.
- IX. Motores eléctricos.
- X. Cables.
- XI. Baterías.
- XII. Iluminación.
- XIII. Malla de tierra.
- XIV. Equipo misceláneo eléctrico.
- XV. Equipos de control, protección e instrumentación, debiendo ser compatible con aquellos de mayor uso en la República Argentina.
- XVI. Equipos de comunicaciones.
- XVII. Sistema de detección y extinción de incendio.
- XVIII. Sistema de ventilación y aire acondicionado.

### **3.3 Montaje de equipos.**

Montaje y ejecución de lo siguiente:

- I. Montaje de los equipos, estructuras metálicas, materiales e instalaciones.
- II. Fletes y seguros en el país de equipos y materiales.
- III. Almacenamiento, cuidado y manutención de todos los equipos.

### 3.4 Obras civiles.

- Instalación de obradores.
- Construcción de todos los edificios asociados a la central termoeléctrica.
- Fabricación y colocación de los hormigones de primera y segunda fase y de los morteros de relleno y de nivelación necesarios para las fundaciones y el correcto montaje de los equipos e instalaciones.
- Suministro y montaje de todas las estructuras metálicas de edificios, de soporte de equipos, cables, sistemas de barras, estanques, tuberías y otros elementos así como el suministro y colocación de los anclajes de la obra civil.
- Fabricación y colocación de todas las terminaciones de arquitectura en los edificios y estructuras.

### 3.5 Gestión de importación de los equipos.

Gestión de importación de todo el equipamiento importado previsto en el contrato.

## **ART. 4º: PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO.**

Forman parte de este contrato las pruebas de recepción y puesta en servicio de todos los equipos.

## **ART. 5º: ADMINISTRACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES.**

### 5.1 Embalaje.

Los embalajes de equipos y materiales suministrados deberán cumplir con lo establecido en especificaciones aplicable y con lo que se indica a continuación:

Podrá utilizarse un sistema de paletizado resistente, con dimensiones adecuadas para ser manipulados por grúas horquillas normales.

La carga de cajones deberá ser enzunchada apropiadamente a la paleta, con zunchos de acero para prevenir corrimientos de la carga durante el transporte y almacenamiento.

Durante el transporte los cajones apilados deberán estar separados y afianzados mediante cojinetes, separadores y tirantes adecuados para prevenir roces, desplazamientos o aflojamientos.

La carga en el interior de los contenedores deberá ser protegida y afianzada.

### 5.2 Transporte.

Deberán ser tales que aseguren un traslado sin riesgo de daños y averías y el cumplimiento de las normas internacionales y nacionales pertinentes. Dichas actividades comprenderán en especial para las piezas más pesadas y de mayores dimensiones, la determinación de las restricciones en las rutas utilizables y las medidas para solucionarlas, como ser refuerzas de puentes o desvíos de rutas normales.

### 5.3 Almacenamiento.

El contratista deberá cumplir con el uso de las buenas prácticas en la materia.

### 5.4 Custodia de los equipos y materiales incorporados.

Al ingresar a los almacenes del contratista los equipos y materiales, ya sean de procedencia local o extranjera, quedaran a cargo del contratista, quien tendrá la responsabilidad de custodiar y manipular dichos equipos y materiales.

## **ART. 6º: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y NORMAS APLICABLES.**

### **6.1 Especificaciones técnicas.**

Se establece:

- I. El P.E.T establece las condiciones generales para el diseño, fabricación, inspección, construcción, suministro y montaje de equipos e instalaciones.
- II. Estas especificaciones muestran el criterio del ministerio y establecen pautas de los aspectos que en cada materia le son de particular interés.
- III. Es de gran interés para el ministerio que cada proponente considere en su oferta equipos de su línea habitual de producción y que proponga soluciones cuya concepción general sea respaldada por su exigencia.

30

Las especificaciones técnicas incluidas, son las siguientes:

- Condiciones generales para el suministro de equipos.
- Montaje de equipos.
- Pintura para superficies metálicas sin aislar.
- Revestimiento anticorrosivo para cañerías enterradas.
- Procedimientos para la elaboración de documentos técnicos.

En todo caso las eventuales diferencias con los criterios contenidos en los documentos citados deberán ser registradas por los proponentes explícitamente en sus ofertas.

### **6.2 Normas.**

Todas las normas a que se hace referencia deben corresponder a la última revisión vigente a la fecha de inicio de la consulta y venta del pliego.

Solo en materias no mencionadas explícitamente se aplicaran las normas oficiales del país del fabricante y, si estas no son suficientemente precisas, las normas internas del fabricante.

## INFORMACIÓN SOBRE CONDICIONES LOCALES

### **ART. 7º: DESCRIPCIÓN DEL SITIO.**

Estará ubicada en el área de la mina; el nivel general del sitio está ubicado a una altura de aproximada que supera los 200 m sobre el nivel del mar.

### **ART. 8º: DATOS METEOROLÓGICOS.**

*Ver anexo I en sección de anexos.*

### **ART. 9º: SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.**

Tomado en consideración la escasa disponibilidad de agua, el contratista deberá proponer el sistema de refrigeración más conveniente para los condensadores del sistema, sugiriéndose un circuito cerrado con radiadores o torres de enfriamiento de sistema seco.

### **ART. 10º: ANÁLISIS DEL CARBÓN.**

Se utilizara carbón de la mina de Río Turbio, en bruto, con el conveniente triturado para su utilización.

Como combustible de arranque se prevé destilado de petróleo estándar (diesel oil), o gas oil, el contratista podrá proponer otro combustible alternativo de arranque.

*Ver tabla I en sección de tablas.*

### **ART.11º: CONDICIONES SÍSMICAS.**

Puede señalarse que:

1. El área de estudio está ubicada en una zona de margen tectónico activo con actividad sísmica.
2. Según el INPRES, el área registra sismos con magnitudes alrededor de 5 en la escala de Richter desde el año 1930 (aproximadamente) hasta el 2004.
3. Cada 100 años puede ocurrir un sismo de grado mayor a VI en la escala de Intensidades de Mercalli.
4. Al efecto destructor de un sismo se suma su acción como elemento disparador de fenómenos de remoción en masa. Teniendo en cuenta la intensidad moderada de los sismos, las características geomorfológicas de la zona así como la existencia de depósitos antrópicos de gran magnitud, probablemente esta última constituya el principal factor de peligrosidad asociada a sismos en el área abarcada en el presente estudio.

*Véase tabla II en sección de tablas.*

### **ART. 12º: ANTECEDENTES GEOLÓGICOS.**

*Ver anexo II en sección de anexos.*

### **ART. 13°: INFORMACIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS.**

Al margen de los datos brindados anteriormente, respecto de la conformación del suelo, el oferente deberá realizar los estudios de suelos que sea necesario para determinar las características del mismo en el sector a realizar la obra.

En caso de realizarse rellenos de endicamineto los mismos deberán hacerse con suelos seleccionados cumpliendo:

- Suelos seleccionados compactados al 90% según ensayo proctor hasta la cota -1,00 m.
- Suelos seleccionados compactados al 95% según ensayo proctor desde la cota -1,00 m hasta cota  $\pm 0,00$  m.

32

### **ART. 14°: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO.**

La central termoeléctrica se conectara al sistema argentino de interconexión (SADI) en 500 KV.

### **ART. 15°: CONDICIONES DE OPERACIÓN.**

Se operara normalmente en carga base, con variaciones de carga relativamente suaves, con pocas partidas o detenciones anuales, en sincronización con las demás unidades del sistema de interconectado eléctrico nacional.

La unidad debe permitir re-arranques en caliente rápidos, después de una caída del servicio.

La central deberá poder operar satisfactoriamente bajo control automático entre 50 y 100% de carga

### **ART. 16°: OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA. CRITERIO DE SELECCIÓN DE LA OFERTA MÁS CONVENIENTE.**

En cuanto a potencia, consumo específico y precio, los proponentes deben considerar que en la evaluación de las ofertas se tendrán en cuenta: menor costo de inversión, mayor eficiencia, menor plazo de ejecución, menor tasa de interés y el mayor periodo de devolución.

## SERVICIOS DE INGENIERÍA

### **ART. 17°: ALCANCE DE LOS SERVICIOS Y ORGANIZACIÓN.**

#### **17.1 Alcance.**

Las actividades de ingeniería comprenden:

- a) Realización de planificación y programación de todos los trabajos del contrato y del control del cumplimiento de los programas aprobados y de los plazos establecidos.
- b) La ejecución del diseño básico y de detalle de los sistemas y equipos mecánicos, eléctricos y de control incluidos en este contrato, en forma coordinada con la ingeniería propia de los equipos realizada por los respectivos fabricantes.
- c) Realización de los estudios técnicos y de optimización requeridos para la definición de sistemas, equipos e instalaciones mecánicas, eléctricas y de control.
- d) Ingeniería básica y de detalle de las obras civiles requeridas.
- e) Ingeniería básica y de detalle de las terminaciones de arquitectura de edificios.
- f) Preparación, con los antecedentes suministrados por los fabricantes, de las instrucciones de montaje de los equipos y la coordinación y supervisión de las verificaciones del montaje.
- g) Preparación de las especificaciones de pruebas y la coordinación y supervisión de las pruebas de puesta en servicio y de garantía de los equipos y sistemas electromecánicos del contrato.
- h) Preparación, con los antecedentes suministrados por los fabricantes, de los manuales de operación y mantenimiento de los equipos y de los sistemas electromecánicos, y de catálogos de repuestos.
- i) Control de todos los planos y otros documentos técnicos que envíe el contratista a la inspección de obra.

#### **17.2 Dirección y coordinación de los servicios de ingeniería.**

Deberá estar a cargo del personal técnico superior del contratista. Este último deberá contar con una oficina técnica que será el ejecutor de los servicios de ingeniería; estará dirigida por un ingeniero de amplia experiencia en el diseño de instalaciones electromecánicas de centrales termoeléctricas a carbón.

Una vez iniciados los trabajos en el terreno, el organismo ejecutor de los servicios de ingeniería prestará todo el apoyo requerido por la dirección técnica a cargo de la construcción. Destacará personal de ingeniería en terreno según necesidades.

Trimestralmente o en intervalos más cortos, el contratista deberá enviar personal calificado para analizar con la inspección de obra el avance de los trabajos y las situaciones que requieran atención.

### 17.3 Organización del organismo ejecutor de los servicios de ingeniería.

El organismo ejecutor de los servicios de ingeniería deberá depender directamente del representante técnico designado por el contratista.

La estructura orgánica que el contratista de al organismo ejecutor de los servicios de ingeniería deberá contar con unidades especializadas en:

- Planificación y programación.
- Ingeniería básica y estudios especiales.
- Diseños de obras civiles y estructuras metálicas.
- Diseños mecánicos.
- Diseños eléctricos.
- Diseños de control y protecciones.
- Especificación de equipos.
- Especificación de montaje y de pruebas de puesta en servicio.
- Seguimiento e información.
- Control de calidad de los propios servicios de ingeniería.

Cada unidad de la organización deberá estar dirigida por un ejecutivo con vasta experiencia en su campo de actividades e investido de las atribuciones necesarias para cumplir sus funciones.

### **ART. 18º: SERVICIOS DE PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN, COORDINACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL.**

El contratista deberá realizar las funciones de la planificación del desarrollo del contrato, debiendo concebir y desarrollar los planes correspondientes a todas las actividades de:

- Programación general.
- Diseño general y de detalle.
- Fabricación y pruebas en fábrica.
- Transporte de los equipos y materiales.
- Ejecución de los montajes y obras civiles del contrato.
- Pruebas y puesta en servicio.

Deberá refundir las programaciones parciales dentro de la programación general y mantener actualizada esta documentación, coordinando los programas de transición que permitan cumplir los plazos contractuales.

## **ART.19º: SERVICIOS DE INGENIERÍA DE DISEÑO.**

### **19.1 Estudios a cargo del contratista.**

#### **19.1.1 Estudios.**

Deberá efectuar los estudios que sean necesarios para definir las características de las obras, de los sistemas, de los equipos y materiales y también su disposición y funcionalidad, cumpliendo las normas locales e internacionales sobre protección al medio ambiente, durante la construcción y operación de la central.

#### **19.1.2 Informe de diseño básico.**

Será un documento técnico que presentara los análisis del contratista respecto a su proyecto básico y de los estudios generales realizados en esta etapa, en conjunto con las conclusiones respectivas. Deberá contener todos los planos y descripciones que sean necesarios.

Las conclusiones del informe deberán contener lo siguiente:

- Proposición general de todos los parámetros principales de obras y equipos.
- Proposición de modificación de aquellas características técnicas garantizadas.
- Disposiciones físicas de las obras, equipos y sus sistemas auxiliares básicos.

La aprobación del informe dará paso a las etapas de diseño de detalle.

### **19.2 Diseños a cargo del contratista.**

Los trabajos de diseño deberán comprender lo siguiente:

- Diseño básico y de detalle de las obras.
- Preparación y dibujo de los planos detallados de disposición de las obras y de los equipos.
- Planos de disposición general de la turbina a vapor, caldera, equipos asociados y sala de control en escala 1:100.
- La confección de los planos requeridos para la construcción de las obras civiles.
- La confección de los planos de disposición, planos de detalle, planos de diagramas de flujo, diagramas lógicos, planos de alambrado y de canalización de todos los conjuntos de equipos y sistemas electromecánicos y mantenerlos actualizados todo el tiempo.

El conjunto de todos los planos y los correspondientes documentos de respaldo técnico deberán permitir definir en forma completa e inequívoca las instalaciones de:

- Generación de vapor y energía eléctrica.
- Control, protección, medición y automatización.
- Servicios auxiliares.
- Obras civiles.
- Estructuras metálicas.
- Terminaciones de arquitectura.
- Elaboración de las memorias de cálculo solicitadas en las especificaciones del contrato.
- Determinación y especificación de todo el material y equipo necesario para completar las obras.
- Ejecución de las modificaciones en los planos generales y de detalle de modo que este conjunto de planos y otros documentos técnicos sean siempre un todo armónico.
- Lista completa de planos, actualizada periódicamente, indicando su situación en cuanto a: fecha programada y real de entrega, aprobación por parte del ministerio, revisiones.
- Preparación y actualización de listas completas con las principales características técnicas de materiales y equipos.
- Proyecto del sistema de telecomunicaciones internas de la central.

### 19.3 Plano conforme a obra (“As Built”).

Deberá entregar un original reproducible en papel vegetal y tres copias heliográficas de todos los planos conforme a obra desarrollados por él. Adicionalmente, se deberá entregar, todos los planos conforme a obra del contrato, desarrollados en formato DXF o DWG, seriados y ordenados, en discos compactos (CD), de acuerdo a las siguientes especificaciones:

#### 19.3.1 Software de diseño.

- Programa: AUTOCAD.
- Proveedor: AUTODESK INC.
- Release: 2000.

#### 19.3.2 Almacenamiento.

En cada CD se podrán almacenar varios archivos de planos, según su tamaño, siempre que sean de numeración consecutiva.

#### 19.3.3 Identificación de los CDs.

Cada CD se identificara mediante una etiqueta que contendrá la sigla del contrato, el número de CD y el rango de códigos de los planos que contiene.

#### 19.3.4 Número de copias.

Los archivos deberán entregarse en dos copias, es decir, en dos juegos idénticos de CDs.

**ART. 20°: SERVICIOS DE INGENIERÍA DE MONTAJE.**

Se deberá proveer la siguiente ingeniería de montaje de las estructuras metálicas y del equipo y material:

- Preparar y someter a la aprobación de la inspección de obra las instrucciones detalladas de montaje de las estructuras, equipos y elementos a amontar.
- Preparar y someter a la aprobación de la inspección de obra, los antecedentes de competencia profesional del jefe de las obras en el terreno y de todo su personal de supervisión y especializado que participara en los trabajos de montaje de las estructuras, equipos e instalaciones.
- Proponer a la inspección de obra y, con su aprobación, realizar las acciones necesarias para corregir los defectos, errores de diseño o fabricación u omisiones que se detecten durante el montaje de las estructuras, equipos e instalaciones y completar y corregir los planos que correspondan.

**ART. 21°: SERVICIOS DEL PROCESO DE PRUEBAS Y DE PUESTA EN SERVICIO.**

Estos servicios son los siguientes:

- Preparar y someter a la aprobación de la inspección de obra, las pruebas y ensayos que se ejecutaran a los equipos e instalaciones en forma individual y conjunta, incluyendo métodos de ensayo y pruebas, normas de aplicación, definición de los parámetros a controlar durante las pruebas, tolerancias de los valores a controlar, formularios de los protocolos respectivos, etc.
- Preparar y someter a la aprobación de la inspección de obra, los antecedentes generales y particulares de competencia profesional de las personas jurídicas y naturales que participaran directamente en el proceso de pruebas y de puesta en servicio de las obras.
- Preparar y someter a la aprobación de la inspección de obra, adjunta al programa general de pruebas, una lista completa y detallada de los equipos, instrumentos patrones, instrumentos sub patrones y, en general, instrumentos, dispositivos y elementos que se requieren para ejecutar eficientemente las pruebas.
- Supervisar las pruebas, ensayos y verificaciones del programa general de pruebas.
- Realizar, con la aprobación de la inspección de obra, las acciones necesarias para corregir los defectos y errores de: diseño, fabricación, montaje, calibración y ajuste detectados durante las actividades descriptas.
- Preparar y someter a la aprobación de la inspección de obra, los informes y protocolos de las pruebas realizadas en todos y cada uno de los equipos e instalaciones.

## **ART.22°: SISTEMA DE CALIDAD DEL CONTRATISTA.**

Los sistemas de calidad del contratista serán de acuerdo al modelo de aseguramiento de la norma ISO 9001.

De acuerdo a ello, el contratista deberá suministrar la inspección de obra un único manual de garantía d calidad y un único manual de procedimientos y programa de garantía de calidad, en este orden de prioridad:

- Servicios de ingeniería.
- Fabricación de equipos y materiales.
- Construcción, obras civiles y montajes de estructuras, equipos y materiales.
- Puesta en servicio de los equipos.

## **ART. 23°: OTROS SERVICIOS.**

### **23.1 Instrucciones de operación y mantenimiento.**

Deberá preparar y someter a la aprobación de la inspección de obra, 120 días antes de la puesta en servicio, las instrucciones de operación y mantenimiento de los equipos y sistemas en general y de cada equipo.

Estas, incluirán una descripción general de las obras contratadas y descripciones detalladas de las obras civiles, sistemas y equipos mecánicos, eléctricos y de central. Las instrucciones de operación y mantenimiento abarcaran las instalaciones en su conjunto y todo el equipo principal y auxiliar.

Contendrán los esquemas necesarios y planos requeridos para el desarme, rearme, reparación y mantenimiento de equipos y partes, indicando ajustes, tolerancias, etc.

Las instrucciones de operación detallaran todos los procedimientos normales de partida, operación, detención, procedimientos de emergencia y recomendaciones a seguir durante detenciones prolongadas, refiriéndose a la central en su conjunto.

### **23.2 Protocolos y certificados de pruebas en fábrica.**

El contratista recopilara y entregara protocolos y certificados de las pruebas en fábrica de los equipos.

### **23.3 Capacitación de personal de la autoridad de aplicación.**

El contratista deberá impartir al personal del ministerio, designado por la inspección de obra, la capacitación correspondiente en sus oficinas, en centrales similares o fabricas, en sus proveedores, en el terreno o en las oficinas del ministerio, que permita al personal un conocimiento cabal de las instalaciones que tendrá bajo su responsabilidad. Esta capacitación se iniciara en la etapa de diseño, la construcción, el montaje y una vez terminadas las obras, se completara con los procedimientos para la correcta operación y mantenimiento de los equipos.

## **ART. 24º: INSPECCIÓN DEL MINISTERIO A LOS SERVICIOS DE INGENIERÍA DEL CONTRATISTA.**

### **24.1 Generalidades.**

El contratista deberá dar todas las facilidades para el desarrollo de la inspección, entregando la información que el inspector de obra solicite.

Si a juicio del ministerio se comprueba falta de competencia en el personal del contratista, que dificulte el desarrollo de la obra, este deberá proceder a su reemplazo.

### **24.2 Inspección de la ingeniería en el extranjero.**

En el caso de un organismo ejecutor en el extranjero, el ministerio podrá establecer, si lo considera necesario, una oficina de inspección en el país correspondiente, con el objeto de coordinar y agilizar la entrega y aprobación de los estudios y documentos requeridos.

### **24.3 Apoyo a la inspección de obra en el extranjero.**

El contratista deberá prestar apoyo al personal del ministerio o sus representantes, que participen en las inspecciones y en las capacitaciones en el extranjero.

## **ART. 25º: ESTIPULACIONES PARA LOS SERVICIOS DE INGENIERÍA DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS.**

El organismo ejecutor de los servicios de ingeniería, deberá contar con oficinas técnicas de planificación y control, dotadas con personal especializado y capacitado para planificar, programar, coordinar y ejecutar el seguimiento y control de la ejecución de la obra.

Estas oficinas, tanto en sede del contratista como en el terreno, deberán entregar toda la información de carácter técnico y administrativo pertinente especificada en el contrato y la que les sea requerida por la inspección de obra.

### **25.1 Programación general.**

Se deberá preparar y someter a la aprobación de la inspección de obra, una programación general para la ejecución de todas las actividades de su responsabilidad, basado en el programa general basado en su oferta.

La programación general estará constituida por los siguientes componentes:

- Programación de los primeros seis meses.
- Diagrama de barras (carta Gantt).
- Proyección general de desembolsos.
- Diagrama de secuencias de actividades.

#### **25.1.1 Programación de los primeros seis meses.**

Se deberá entregar, dentro de las dos semanas siguientes a la fecha de la firma del contrato; esta programación inicial deberá incluir la planificación y programación general para la ejecución de las obras del contrato, la planificación y programación de las adquisiciones y fabricación de equipos y materiales, trabajos de diseño general y detallado de las obras y la planificación y programación de estudios especiales.

### 25.1.2 Diagramas de barras (carta Gantt).

Someterá a la aprobación de la inspección de obra dentro del primer mes siguiente a la fecha de la firma del contrato, un diagrama de barras (carta Gantt), en el que deberá indicar las probables fechas de comienzo y termino de todas las actividades, señalando aquellas que tienen holgura.

Este diagrama de barras deberá contener todas las actividades que permitan realizar la planificación de detalle y el seguimiento de la ejecución de las obras.

### 25.1.3 Proyección general de los certificados.

Una vez aprobado el diagrama de barras, el contratista deberá somete a la aprobación de la inspección de obra dentro de las tres semanas siguientes a la aprobación de dicho documento, una proyección general de certificados, representada por una proyección de certificados que deberá hacer el contratista por concepto de construcción, fabricación, adquisición y transporte hasta puerto argentino, derechos d importación y aranceles aduaneros para las obras del contrato, y una proyección de los valores para pago por concepto de construcción, montaje y puesta en servicio, basándose en el diagrama de barras aprobado.

### 25.1.4 Diagrama de secuencia de actividades.

Se deberá someter a la aprobación de la inspección de obra, dentro del primer cuatrimestre a la fecha de la firma del contrato, un diagrama de secuencia de actividades, correspondientes a la fabricación y adquisición de equipos y materiales y a la construcción de las obras civiles y al montaje de los equipos.

Este diagrama de secuencias, deberá ser más detallado que el diagrama de barras, para incluir las principales actividades de diseño, fabricación, construcción, montaje, pruebas y puesta en servicio.

Cada actividad deberá venir identificada con:

- La actividad.
- Código de actividad.
- Definición de alcance de la actividad.
- Determinación de la duración estimada de cada actividad.

## 25.2 Programación detallada de las obras.

Se deberá someter a la aprobación de la inspección de obra, dentro del primer cuatrimestre, siguiente a la fecha de firma del contrato, programas detallados de las actividades de las obras del contrato, basados en la programación general.

Estos serán, presentados por medio de diagramas de barras de las actividades de las obras (carta Gantt), fecha de inicio y culminación de todas las actividades.

### 25.2.1 Diseño de las obras.

La programación deberá incluir todas las actividades de diseño desde las disposiciones generales hasta la preparación de las instrucciones técnicas y de los planos actualizados finales.

En forma detallada, el programa deberá incluir las secuencias y los plazos de ejecución de:

#### A. Ingeniería básica y general:

- Informe de diseño básico.
- Planos de disposición general.
- Memorias de cálculo para definir características de equipos principales.
- Planos unifilares.
- Diagramas funcionales y lógicos.

#### B. Ingeniería de detalle:

- Planos de disposición de instalaciones y sistemas.
- Especificaciones de equipos menores.
- Planos de obras civiles.
- Planos de alambrado.
- Planos de canalizaciones.
- Instrucciones de construcción y montaje.
- Instrucciones de pruebas de puesta en marcha.
- Instrucciones de operación y mantenimiento.

### 25.2.2 Suministro de equipos y materiales.

La programación deberá incluir todas las actividades desde las fases de especificación o diseño de los equipos y materiales hasta su llegada al lugar de destino en la central, incluyendo:

- Diseño (memoria de cálculo, planos generales y planos detallados).
- Abastecimiento de materiales.
- Abastecimiento de componentes.
- fabricación.
- Pruebas en fábrica.
- Embalaje y transporte a/y en Argentina.

### 25.2.3 Obras civiles.

El contratista deberá preparar y someter a la aprobación de la inspección de obra, una programación de las obras civiles basada en la programación general.

### 25.2.4 Montaje de equipos y estructuras.

La programación estará constituida por un diagrama de barras del montaje de equipos y estructuras. Esta deberá ser revisada y actualizada, durante el desarrollo de los trabajos de montaje, a lo menos cada cuatrimestre.

El contratista someterá a la aprobación de la inspección de obra, seis meses antes del inicio previsto de los montajes, un diagrama de barras del montaje de equipos (carta Gantt), en el que deberá indicar las probables fechas de comienzo y termino de todas las actividades, señalando aquellas que tienen holgura.

### 25.2.5 Pruebas y puesta en servicio.

La programación de puesta en servicio, estará constituida por un diagrama de barras de actividades de pruebas y puesta en servicio. El contratista entregara a la inspección de obra, tres meses antes de inicio previsto de dichas pruebas, una proposición del programa en un diagrama de barras que incluya todas las pruebas que corresponda realizar a los equipos e instalaciones que sean de su responsabilidad, con indicación de fecha u oportunidad, duración estimada de su ejecución y avances mensuales.

## 25.3 Seguimiento y control de las actividades.

Con el fin de llevar un adecuado control y seguimiento del desarrollo de actividades del contrato, el contratista deberá elaborar y entregar a la inspección de obra, las siguientes informaciones:

- Informe mensual de avance.
- Informe semanal de avance y programación.
- Programa mensual de desembolsos.
- Informe de planos y otros documentos técnicos entregados por el contratista.

### 25.3.1 Informe mensual de avance.

Será entregado dentro de los primeros siete días de cada mes, donde se indicara la cantidad y porcentaje de trabajo realizado en cada actividad durante el mes anterior, el trabajo acumulado a esa fecha y un pronóstico para el mes siguiente.

Adicionalmente el contratista agregara al informe, una relación de las principales ocurrencias habidas en las obras en el mes anterior.

Mensualmente el contratista deberá entregar dentro de los primeros siete días de cada mes, un informe especial referente a las actividades criticas que haya sufrido atraso. Este incluirá al menos, los siguientes puntos:

- Atraso de la actividad respecto al programa.
- Días de atraso de la fecha de término del contrato respecto al programa.
- Fecha en que comenzó a producirse el atraso.
- Razón del atraso.
- Repercusión sobre la obra.
- Acción correctiva tomada o propuesta.

### 25.3.2 Informe semanal de avance y programación.

Semanalmente el contratista presentara un programa de barras con indicación de avances, que servirá de base para la reunión que una vez por semana tendrá lugar en la obra entre la inspección de obra y el contratista.

### 25.3.3 Programa mensual de certificación.

El contratista basado en la proyección de certificación aprobada, deberá confirmar, antes del día veinte de cada mes, el valor más aproximado que se pueda estimar del próximo estado de pago o cobranza y actualizar los valores de los estados de pago o cobranza previstos para los dos meses siguientes.

### 25.3.4 Informe de planos y otros doc. Técnicos entregados por el contratista.

Dentro de la primera semana de cada mes, el contratista emitirá un lista de los planos y otros documentos técnicos entregados en el mes anterior, identificando los que son enviados por primera vez a la inspección de obra, los con modificaciones y los que son definitivos.

### 25.3.5 Presentación de los informes.

El contratista deberá acordar oportunamente con la inspección de obra, la forma de presentación de cada uno de los informes que se deba entregar, en lo referente a tipo y dimensiones del formato, códigos, nomenclatura y otros datos necesarios para su confección.

## 25.4 Instalación y organización de los obradores.

### 25.4.1 Proyecto de instalaciones de los obradores.

Será responsabilidad y a cargo del contratista, el suministro, operación, mantenimiento posterior retiro de los terrenos de la central, la totalidad de las instalaciones que este requiera para la ejecución de las obras en terreno, tales como comedores, recintos de almacenamiento de equipos y materiales incorporados, planta de construcción, maestranzas y paños.

### 25.4.2 Construcción de campamentos.

Los campamentos del contratista ubicados en el terreno de la central termoeléctrica, deberán ser exclusivamente para fines de bienestar o de alimentación del personal.

### 25.4.3 Almacenes.

El contratista deberá proveer los almacenes que cumplan con el uso de las buenas prácticas en la materia y sujeto a la aprobación de la inspección de obra.

### 25.4.4 Otras instalaciones del contratista.

Es responsabilidad del contratista proveer todas las instalaciones, facilidades, recursos y servicios en la extensión y calidad que el mismo determine en apoyo a las funciones básicas contratadas. Entre ellos cabe destacar: oficinas administrativas y técnicas equipadas, planta de construcción, talleres, paños, almacenes, garajes, etc.

### 25.4.5 Instalaciones eléctricas de los obradores.

Se deberán diseñar y construir cumpliendo con las normas de instalaciones de la República Argentina. El contratista deberá diseñar, construir, operar y mantener todas sus instalaciones eléctricas.

El suministro de energía eléctrica, necesaria para la ejecución de la obra se realizará por medio de los equipos que deberá instalar, operar y mantener el contratista, a su costo.

### 25.4.6 Abastecimiento de agua potable e industrial.

Deberá construir, operar y mantener todas las instalaciones necesarias para el suministro de agua para todas las instalaciones del obrador y para la construcción de las obras.

Además, deberá someter a la aprobación de la inspección de obra los planos generales y de detalle de las instalaciones de agua.

Las instalaciones de agua potable deberán ser proyectadas, construidas y mantenidas de acuerdo a la reglamentación para red de agua potable domiciliar.

### 25.4.7 Servicios higiénicos y evacuación de aguas servidas.

El contratista deberá dotar y mantener las instalaciones sanitarias para sus campamentos, oficinas, depósitos y talleres. No se podrá descargar aguas servidas o contaminadas al ambiente; todos los artefactos se deberán conectar a la red de agua potable y alcantarillado.

#### **25.4.8 Instalaciones para la extinción de incendios.**

Deberá contar en obrador con todos los elementos necesarios para combatir eventuales incendios en la obra. Además, de suministrar, instalar y mantener extintores y red de agua contra incendios.

Los materiales combustibles o inflamables deberán almacenarse en lugares especialmente adaptados y se mantendrán totalmente aislados del resto de las instalaciones del contratista y de la inspección de obra.

#### **25.4.9 Caminos de construcción.**

Será responsabilidad del contratista construir y mantener los caminos que se requiera para circular por sus instalaciones.

#### **25.4.10 Desarme y retiro de instalaciones.**

Una vez culminadas las obras, será responsabilidad del contratista el desarme y retiro de todas las instalaciones que hayan sido necesarias para la ejecución de las obras. Se readecuarán las aéreas ocupadas por las instalaciones, para lograr restituir las condiciones naturales que existían antes de su construcción.

### **25.5 Pruebas y puesta en servicio.**

#### **25.5.1 Procedimiento de ejecución de las pruebas.**

Junto con la proposición detallada del programa, el contratista deberá proponer, los procedimientos para la realización de las pruebas y los formularios de protocolos de las mediciones que se realicen. Estos deberán indicar las actividades por realizar, calendario, organización del grupo ejecutor, medidas prácticas y de seguridad que se deben adoptar y mediciones preliminares por hacer.

#### **25.5.2 Organización de los trabajos de pruebas y puesta en servicio.**

Con una anticipación de dos meses a la realización de las pruebas, el contratista propondrá, un organigrama para la realización de las pruebas, con indicación de las responsabilidades, antecedentes técnicos y calificación de cada uno de los integrantes, de los supervisores y jefes responsables.

### **25.6 Capacitación del personal.**

El contratista deberá proponer un programa de capacitación en todas aquellas materias que significan aplicación de tecnologías de avanzada, poniendo especial atención a las vinculadas con la operación y el mantenimiento de rutina de los equipos principales y sus componentes asociados.

## **ART. 26°: CONCEPTOS BASICOS PARA EL DISEÑO DE LAS OBRAS.**

### **26.1 General.**

Deberá desarrollar sus diseños, en base a la descripción y especificaciones de los equipos.

Este podrá proponer alternativas, debidamente probadas y justificadas, que presenten ventajas económicas, técnicas y/o de plazo de construcción. Además, deberá realizar el diseño y la elección de los componentes del proyecto para lograr una solución optima desde los puntos de vista de calidad, rendimiento global, seguridad, costo de operación y facilidades de manutención.

Es responsabilidad del contratista asegurar que todos los equipos e instalaciones, suministrados formen un todo armónico, funcional y completo, permitiendo la correcta operación, supervisión y mantenimiento de la central termoeléctrica en su conjunto.

### **26.2 Información para la ingeniería de diseño.**

Para el diseño de las obras comprendidas en este contrato, el contratista deberá considerar la siguiente información:

- Las características, planos e instrucciones técnicas correspondientes al equipo incluido en la oferta debe ser suministrado por el contratista.
- La información que el contratista deberá obtener de su propia investigación en el terreno.
  - La información adicional que le proporcione a la inspección de obra.
  - Lo especificado en los documentos del contrato.
  - Reglamentos y leyes vigentes en la Argentina.
  - Las normas establecidas en los documentos del contrato.

### **26.3 Disposición general (LAY OUT).**

Para determinar la disposición general, el contratista deberá tomar en consideración, entre otros, los siguientes criterios:

- Funcionalidad de cada elemento del equipo e instalaciones.
- Economía de equipo y materiales.
- Simplicidad.
- Espacios alrededor de los equipos para ejecutar montajes y desmontajes en caso de mantenimiento.
- Optimización de espacio en el predio, para permitir una eventual expansión.
- Adecuada ubicación general de la central, de modo de permitir la construcción de una estación transformadora de alta tensión (500 kV) asociada a ella.
- Acceso fácil a los equipos e instalaciones, para el montaje, operación, reparación y manutención.
- Seguridad, para el personal, equipamiento e instalaciones, durante la construcción, montaje, operación, reparación y manutención.
- Seguridad para el personal, ante inundaciones, incendios y desplazamiento de los medios de extinción.
- Seguridad para el personal, frente a equipos energizados eléctricamente.
- Seguridad para el personal en caso de cortes del suministro eléctrico, como ser fallas en el alumbrado, circuitos auxiliares, etc.



## EQUIPAMIENTO MECANICO

### **ART. 27°: SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE.**

#### **27.1 Alcance del suministro.**

Cubre el sistema completo de suministro de carbón con su equipamiento asociado, para la central termoeléctrica.

El suministro debe incluir todos los equipos, accesorios, instrumentos y herramientas especiales requeridas para la correcta erección, administración, operación, supervisión y mantenimiento de los equipos de la planta.

#### **27.2 Requerimientos técnicos.**

##### **27.2.1 Operación general y características de diseño.**

El carbón de Río Turbio será el único combustible que se utilizara en la central, para la alimentación del generador de vapor, salvo para las operaciones de arranque que se utilizara derivado de petróleo.

Se deberá tener en cuenta las instalaciones de almacenamiento de carbón existentes a fin de compatibilizarlas con su proyecto, este deberá contemplar, tanto el abastecimiento de carbón desde la playa hasta la evacuación y deposición de cenizas, en un predio acondicionado al respecto.

Por otra parte el contratista deberá garantizar que el nivel de emisión de gases de escape de los generadores de vapor, respeten las normas locales e internacionales existentes, relacionadas a la preservación del medio ambiente.

##### **27.2.2 Características técnicas.**

Se deberá contemplar el sistema de combustión del carbón mediante la técnica de gasificación en lecho fluidizado.

###### **27.2.2.1 Transporte de carbón desde la playa hasta los molinos.**

Se deberá definir, el transporte de carbón desde la playa de almacenamiento hasta las tolvas de almacenamiento transitorio.

###### **27.2.2.2 Balanzas de carbón.**

Es necesario prever un sistema de pesada continua de carbón; este sistema contara con una interface de comunicación y software destinado a la comunicación con un sistema SCADA en la sala de control.

La información mínima a transmitir será:

- Peso instantáneo de carbón en cada balanza (t/h).
- Peso total acumulado en cada cinta (resolución menor a 10 kg).
- Alarmas de anormalidades en:
  - La alimentación eléctrica.
  - La medición del peso.
  - La medición de la velocidad de la cinta.

### 27.2.2.3 Evacuación de cenizas.

Las cenizas volátiles se conducirán por medio de un sistema neumático hacia una tolva.

Mientras que las fundidas serán conducidas a otra tolva por medio de una cinta transportadora una vez enfriadas.

El depósito definitivo de las cenizas y escoria deberá ser propuesto por el oferente dando una opción a por lo menos dos alternativas, respondiendo a la legislación local vigente en materia al depósito de residuos sólidos.

48

### 27.3 Pruebas en fábrica y en planta.

En caso de corresponder todos o algunos equipos serán inspeccionados y probados en fabrica o en planta, una vez montados, para el control de calidad de diseño, materiales y fabricación de las partes correspondientes.

### 27.4 Partes de repuestos

Se deberá cotizar una lista detallada de partes de repuestos que se requieren para la operación de la planta durante un periodo de tres años, incluyendo las partes a ser mantenidas en depósito.

## **ART. 28º: SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR.**

### **28.1 Alcance del suministro**

#### **28.1.1 Descripción general.**

Deberá responder al siguiente criterio de diseño:

La central trabajará de base, con un elevado factor de utilización, estará diseñada para obtener un alto rendimiento y permitir largos periodos de operación entre limpiezas y mantenimientos, garantizando una vida útil de al menos 200.000 hs de operación efectiva.

El contratista deberá ofrecer un sistema de combustión en lecho fluidizado, apto para operar con carbón bruto como único combustible, previendo como combustible de encendido derivado de petróleo; el sistema de ignición, deberá ser del tipo eléctrico, y operara con gas envasado (GLP) como combustible de encendido para el gas-oil.

#### **28.1.2 – Requerimientos técnicos.**

##### **28.1.2.1 Condiciones de operación.**

Deberá ser diseñada con las condiciones de operación de la central, para arrancar automáticamente desde condiciones frío o caliente indistintamente.

Contemplando la operación en cargas base, debe ser posible operar la central a cualquier carga parcial, a partir del mínimo técnico.

La central debe ser capaz de realizar rápidos ajustes y regulaciones en forma automática para satisfacer las variaciones bruscas de cargas.

##### **28.1.2.2 Chimenea.**

Esta puede ser de hormigón armado revestida interiormente de acero protegida contra la corrosión ambiental y las condiciones meteorológicas de la zona. Además, debe cumplir con todos los requerimientos de seguridad concernientes con las escaleras para trabajos de mantenimiento, protección contra descargas atmosféricas y provisión de luces de advertencia a la aviación.

##### **28.1.2.3 Instrumentos y equipos de supervisión y control.**

El equipamiento de control debe estar centralizado en sala de control.

El equipamiento de supervisión local de los equipos en los que se produce la combustión de carbón (reactor), debe ser suministrado en esta sección.

El equipamiento e instrumentación de control remoto debe incluirse junto con los interbloqueadores de arranque, operación y seguridad de los equipos auxiliares del reactor.

##### **28.1.2.4 Limpieza química de las partes bajo presión.**

Después del montaje del generador de vapor, se deberá realizar la limpieza química, previendo para ello el empleo de la metodología y uso de reactivos químicos adecuados a la tecnología de fabricación de dicho generador.

Una vez concluida la limpieza se procederá a la operación de soplado, colocando los testigos a la salida del sobre calentador y verificar que la superficie de las mismas cumpla con los requerimientos de la norma adoptada.

Para la conservación de las calderas antes de su puesta en servicio, quedara a cargo del contratista proveer todo lo necesario para mantener las partes del reactor en estado no corrosivo.

#### 28.1.2.5 Pintura

Todo el equipamiento deberá ser recibido del fabricante, completamente pintado, con pinturas de protección y terminación de acuerdo con los colores convencionales fijados por las respectivas normas.

#### 28.1.2.6 Materiales para soldadura.

Debe incluir barras, electrodos y cualquier otro material consumible requerido para soldar en el lugar todas las partes a presión y demás componentes del generador de vapor y tuberías de vinculación.

50

### 28.3 Pruebas en fábrica y en planta.

Los equipos y/o partes componentes pueden ser probados en fabrica o en planta, según corresponda, para controlar la calidad de diseño, materiales y fabricación de sus partes componentes.

Las pruebas serán llevadas a cabo de acuerdo a las normas y cubrirán lo siguiente:

- Prueba hidrostática de todas las partes bajo presión del reactor y cañerías de alta presión.
- Prueba de presión de agua de todas las válvulas, trampas y válvulas de seguridad.
- Inspección general de la estructura.
- Pruebas de operación y verificación de curvas características de las bombas.
- Control y certificación de la incertidumbre de los instrumentos.
- Test de performance, una vez puesto en servicio el circuito térmico, se realizara este, por el método indirecto o de perdidas en todo de acuerdo con la norma ASME PTC 4.4 o equivalente; debiendo garantizar el rendimiento térmico del equipo en al menos tres niveles de carga, incluyendo el de producción máxima continua y el de operación al mínimo técnico.

### 28.4 Herramientas y partes de repuestos, equivalentes para montaje y mantenimiento.

Deberá suministrar todas las herramientas especiales y equipos requeridos para el montaje y mantenimiento de las unidades generadoras de vapor. El contratista debe proponer una detallada lista de partes de repuestos necesarias para cinco años de operación de todo el equipamiento suministrado, incluyendo repuestos para ser mantenidos en depósito.

## **ART. 29º: TURBOGRUPOS GENERADORES Y AUXILIARES.**

### **29.1 Requerimientos técnicos. Condiciones de operación.**

Teniendo en cuenta que la frecuencia en el sistema argentino es de 50 Hz, las velocidades de rotación de turbinas serán en todos los casos iguales a la de los generadores, 3.000 rpm.

Los turbogeneradores deben estar diseñados para poder operar en carga base.

La potencia mínima estable a la cual el grupo puede funcionar en forma continua y esta se refiere al 20% de la nominal. Las turbinas de vapor serán capaces de trabajar en forma continua con una presión de vapor vivo igual al 105% de la nominal.

## **TURBINAS DE VAPOR**

### ***a) Aspectos generales.***

Se deberán especificar las características principales de las turbinas, incluyendo válvulas de admisión, y regulación, sistema de regulación completo, sistema de laberintos, cojinetes, diagramas, rotores, etc.

### ***b) Carcasas de las turbinas a vapor.***

Tendrán tabuladoras para la extracción del vapor y estarán dispuestas de manera de permitir la inspección de cojinetes sin destapar los cuerpos de carcasas.

### ***c) Rotor.***

Debe ser fabricado de una sola pieza forjada de acero aleado; además debe ser probado a una sobre velocidad de 20% durante 5 minutos.

Todos los acoplamientos entre rotores y entre turbina y alternador, serán de tipo rígido y adecuadamente mecanizados para la correcta alineación del eje.

### ***d) Alabes.***

Se especificaran los materiales propuestos para la construcción de cada hilera de alabes móviles y fijos, detallando además el método propuesto para proteger los alabes del extremo de baja presión por erosión del agua de condensación.

### ***e) Cojinetes.***

Cada cojinete debe ser de fácil acceso y remoción sin necesidad de desensamblar la carcasa de la turbina. El cojinete de empuje, debe ser capaz de soportar cargas de ambos lados y ser auto alineado, a fin de absorber cualquier deflexión axial del rotor, poseer un dispositivo mecánico con alarma para detectar desplazamientos anormales del eje.

Cada cojinete debe estar provisto de los siguientes dispositivos:

- Termómetro de temperatura de salida de aceite.
- Visor de aceite.
- Alarma de alta temperatura.
- Detector de vibraciones.

**f) Sellos del eje.**

Deben estar preferiblemente diseñados de modo tal que puedan ser examinados y reemplazados con el mínimo de perturbaciones en otras partes del equipo. Deben ser del tipo de cierre con el vapor suministrado a una presión determinada a través de un regulador automático de vapor, de modo que la presión sea constante a cualquier estado de carga. El condensado de sellos debe retornar al condensador principal.

**g) Válvulas interceptoras, de control y de parada principal.**

La turbina tendrá solo una admisión de vapor vivo con sus correspondientes válvulas de cierre rápido y de regulación, que serán absolutamente estancos en su posición cerrada.

Las válvulas interceptoras, de control y de parada principal, deben cortar el flujo de vapor a turbina en cualquier caso necesario.

**h) Regulador de velocidad.**

Deberá realizar las siguientes tareas:

- Regulación de frecuencia-velocidad.
- Regulación de potencia.
- Regulación de vapor vivo.

Deberá garantizar una operación estable del grupo turbogenerador para todo estado de carga, trabajando en forma aislada o conectado a una red en paralelo con otras unidades generadoras.

Deberá ser del tipo electro-hidráulico; el incremento de velocidad, en caso de una brusca desconexión de plena carga, debe ser menor que la velocidad a la cual opera el disparador de sobre velocidad.

**i) Dispositivos de protección.**

Deben proveerse al menos los siguientes dispositivos de protección:

- Sobre velocidad.
- Baja presión de aceite en cojinetes.
- Cojinete de empuje axial.
- Bajo vacío.

El dispositivo de sobrevelocidad debe ser completamente independiente del regulador de velocidad, y debe cerrar por medio de un control hidráulico, las válvulas de parada, las válvulas de control y las válvulas interceptoras. Las válvulas de extracción, también deben cerrar cuando la velocidad alcanza un 10 % por encima de su valor nominal.

Debe proveerse un dispositivo de disparo manual para operación local de emergencia. El mismo efecto anterior provocado por los dispositivos de protección contra exceso de velocidad, deberá ser producido en caso de las siguientes condiciones anormales:

- Desgaste excesivo del cojinete de empuje.
- Presión excesiva en el condensador.
- Presión de aceite demasiado baja.
- Por accionamiento de otros elementos de protección del turbo alternador.

Además el sistema de seguridad contara con:

- Dispositivos que pongan automáticamente en marcha las electrobombas de aceite.
- Dispositivos de alarma para situaciones anormales del cojinete de empuje y de vacío del condensador antes que actúen los dispositivos de desenganche.
- Dispositivo de alarma y desenganche en función de las dilataciones diferenciales de carcasa y rotor de la turbina, cuando excedan las admisibles según fabricante.
- Dispositivo indicador de diferencia de temperatura entre vapor de admisión y carcasa.
- Dos dispositivos de desenganche que puedan ser accionados manualmente desde la maquina y la sala de control.

***j) Instrumentos y equipos de supervisión y control.***

Deberán estar centralizados en sala de control, el control e instrumentación local debe ser montado en el panel de control local de la turbina.

***k) Sistema de aceite lubricante y maniobra.***

Estará previsto para proteger los equipos en todas las condiciones de funcionamiento, normales y anormales.

El sistema de aceite, comprende dos circuitos a presión, derivando ambos de la misma fuente:

- Circuito de baja presión, derivado a través de una válvula reductora de presión y que suministra aceite de lubricación a los cojinetes.
- Circuito de alta presión utilizado para el sistema de regulación y seguridad de la maquina.

Deben suministrarse dos enfriadores de plena capacidad montados en el depósito de aceite, utilizando agua tratada.

***l) Mecanismo de giro (turning gear)***

Será del tipo mecánico de giro con un motor eléctrico con sistema de respaldo.

Este, debe acoplarse y parar cuando la velocidad de la turbina se incremente respecto de la velocidad del mecanismo. Además, deberá estar provisto de un sistema de bloqueo de presión de aceite, de modo que el equipo no ingrese en servicio cuando la turbina y el alternador no tienen suministro de aceite a sus cojinetes.

***m) Aislación del calor.***

Debe suministrarse protección contra el calor, para todas las partes de la turbina, preferentemente del tipo mantas desmontables, igualmente las cañerías de vapor vivo, cuerpo de válvulas de vapor y demás accesorios sometidos a temperaturas altas, estas protecciones no deberán contener lanas de vidrio ni compuestos que contengan asbeto.

### 29.2 Pruebas en fábrica y en planta.

Todos los equipos deben ser inspeccionados en fábrica con la presencia de la inspección de obra, a fin de controlar la calidad de diseño, materiales y fabricación. Las pruebas deberán cubrir por lo menos lo siguiente:

- Análisis de materiales.
- Pruebas mecánicas.
- Pruebas hidráulicas.
- Test de performance: a fin de garantizar por lo menos los siguientes parámetros:
  - Potencia máxima continua en condiciones de garantía.
  - Consumo específico de calor, en al menos tres estados de carga.
  - Rechazo de carga. Siendo esta no menor al 60% de la PMC.
  - Pruebas de respuesta del sistema de regulación.
  - Verificación de la estanqueidad del condensador.

### 29.3 Herramientas y partes de repuestos.

Deberá suministrar todas las herramientas especiales y equipos requeridos para el montaje y mantenimiento de las unidades generadoras de vapor. El contratista debe proponer una detallada lista de partes de repuestos necesarias para tres años de operación de todo el equipamiento suministrado, incluyendo repuestos para ser mantenidos en depósito.

## **ART. 30°: CONDENSADORES DE SUPERFICIE Y SUS ACCESORIOS.**

### **30.1 Alcance del suministro.**

El suministro debe incluir todos los accesorios, instrumentos y herramientas especiales para el correcto montaje, puesta en servicio, operación, supervisión y mantenimiento de los equipos.

Las partes cubiertas por esta cláusula tendrán los siguientes límites del suministro:

- **Vapor:**
  - Conexiones de salida de la turbina.
  - Conexión al by-pass de la turbina.
  - Conexión sobre el colector de aspiración de no condensables a los eyectores de servicio y arranque.
- **Condensado:**
  - Conexiones de descarga de las bombas de extracción del condensado.
  - Conexiones de descarga de condensado del eyector del condensador.
  - Colector para conectar la turbina y las tuberías de drenaje de pre calentador.
- **Agua de refrigeración:**
  - Bridas de ingreso de las válvulas de separación de ingreso.
  - Bridas de egreso de las válvulas de separación de egreso.
- **Energía eléctrica:**
  - Caja de terminales de los motores.

### **30.2 Requerimientos técnicos.**

#### **30.2.1 Condiciones de operación.**

Deberá proponer el sistema de enfriamiento que utilizara para los condensadores, en base a la disponibilidad de agua superficial de la zona.

Debiendo presentar una justificación técnico-económica de la propuesta. Los condensadores serán conforme a los datos de diseño de las turbinas y estarán diseñados para recibir el vapor del by-pass de la turbina.

#### **30.2.2 Características técnicas.**

##### **A. Tipo y ubicación:**

El condensador será del tipo de superficie, la ubicación física de este, será preferentemente en el plano del eje de la turbina, de manera que no sea necesario levantar excesivamente la base de la misma. El condensador estará dividido en dos mitades independientes, ello posibilitara operar la turbina a carga parcial con una de ellas fuera de servicio.

Los materiales de construcción de los tubos, placas y otro componente del condensador, deben ser adecuados para asegurar una larga vida de operación sin fallas por erosión o corrosión.

**B. Carcasa del condensador:**

La unidad debe operar y permanecer hermética bajo cualquier operación de vacío. Deberá ser probada hidrostáticamente.

Toda el agua condensada o entradas de vapor de equipos auxiliares deben estar convenientemente protegidas con placas deflectoras de acero para evitar la erosión por choque.

Deben considerarse aberturas para mantenimiento e inspección y medios para observar las regiones vulnerables de los tubos del condensador.

**C. Tubos, placas de conexión y placas soportes de los tubos:**

Los tubos deben estar fijados a las placas de conexión preferiblemente por rolado. Las cámaras deben estar diseñadas de modo tal que puedan ser removidas sin inferir con las placas de conexión de los tubos, ni dañar la unión entre esas placas y la carcasa. Debe preverse un número suficiente de placas de soporte de los tubos con espaciamientos que no excedan 1,50 m; los agujeros de los tubos deben ser fresados y biselados.

**C1. Cámaras de agua y cubiertas:**

Estas deben estar hechas de fundición o placas de acero resistentes a la corrosión, ambas con cobertura resistente a la corrosión y erosión interna, tales como pintura engomada o resina epoxi.

El diseño debe permitir la fácil limpieza del 50% del condensador con la turbina operando a carga reducida. Las cámaras de agua y cubiertas deben tener provisiones para poder levantarlas, las cubiertas deben estar montadas sobre bisagras.

**C2. salida atmosférica:**

Debe tener una salida atmosférica automática, si no existe un dispositivo equivalente en la etapa de baja presión de la turbina. Esta salida deberá proteger al condensador contra cualquier daño por sobrepresión.

**C3. Equipo de extracción de aire:**

Deben proveerse dos eyectores de aire operados a vapor para servicio normal, cada uno de ellos con capacidad del 100%. También debe incluirse un eyector de arranque rápido.

El eyector de arranque rápido debe ser de simple etapa y debe ser usado para evacuar el volumen de vapor de la turbina y el condensador durante el arranque.

**C4. Bombas de extracción del condensado:**

Deben suministrarse dos bombas de extracción de condensado de 100% de capacidad, con sus motores de impulso para servicio pleno. Una de ellas debe permanecer stand by.

Cada bomba debe estar diseñada para elevar el condensado desde el pozo caliente del condensador hasta el tanque desaireador de agua de alimentación, operando en servicio continuo y con una reserva del 25%.

Los sellos de las bombas y las válvulas de retención deben ser suficientemente herméticos para poder evitar la entrada de aire al condensado.

**C5. Pintura:**

Todas las pinturas deben realizarse, tanto como sea posible, en la fábrica. Las superficies internas deben ser limpiadas cuidadosamente y adecuadamente protegidas contra la corrosión durante el transporte y almacenaje.

**C6. Instrumentos y equipos de supervisión y control:**

Los equipos e instrumentos de control remoto deben estar incluidos, y centralizados en la sala de control. Los instrumentos y controles locales necesarios deben estar montados en un panel local de la turbina.

**C7. Información a ser incluida en el suministro:**

Todos los planos necesarios para la inspección, montaje, mantenimiento y reparación de los equipos a ser suministrados, como está estipulado en las especificaciones técnicas generales.

**30.3 Pruebas en fábrica y en planta.**

Todos los equipos deben ser inspeccionados en fábrica, presenciados por inspectores del ministerio o sus representantes, a fin de controlar la calidad del diseño, materiales y fabricación.

**30.4 Herramientas y partes de repuestos.**

Deberá suministrar todas las herramientas especiales y equipos requeridos para la instalación, mantenimiento e inspección de las unidades de condensación. El contratista debe proponer una detallada lista de partes de repuestos necesarias para tres años de operación de todo el equipamiento suministrado, incluyendo repuestos para ser mantenidos en depósito.

**ART. 31º: SISTEMA DE CONDENSADO, CALENTAMIENTO Y AGUA DE ALIMENTACION.****31.1 Alcance del suministro.**

Todos los materiales y equipos a ser instalados para la correcta operación de los sistemas de condensado y agua de alimentación del circuito térmico en su totalidad, quedan bajo la responsabilidad de los oferentes, quienes deberán elaborar el circuito térmico más eficiente.

El suministro debe incluir todos los accesorios, instrumentos y herramientas especiales, requeridas para el correcto montaje, puesta en servicio, operación, supervisión y mantenimiento de los equipos.

**31.2 Características del suministro.****31.2.1 Condiciones de operación.**

La capacidad de las bombas del agua de alimentación debe ser determinada por el contratista, teniendo en cuenta las siguientes condiciones: el caudal entregado por cualquier bomba debe ser igual a la demanda del generador de vapor a la máxima capacidad de trabajo continuo incluyendo drenajes, mas una reserva del 10%.

Cualquier bomba debe asegurar una reducción de frecuencia de 48 Hz.

La capacidad del desaireador, debe ser al menos igual al máximo caudal de agua de alimentación a la caldera más 10%.

### 31.2.2 Características técnicas.

#### A. Aspectos generales:

El diseño debe considerar las condiciones meteorológicas del lugar; para el diseño del equipamiento, deben aplicarse las normas del HEI.

#### B. Bombas para el agua de alimentación:

Deberán proveerse, para cada circuito de vapor, dos bombas de agua de alimentación de plena carga del tipo centrífugo. Cualquiera de ellas podrá ser seleccionada manualmente para actuar como stand by; esta deberá arrancar automáticamente en caso de una parada de la bomba en operación.

El máximo rendimiento de la bomba debe corresponder al punto de servicio, suministrando los requerimientos de la caldera a evaporación continua normal.

Los acoplamientos deben garantizar una transmisión libre de vibraciones y permitir la absorción de los movimientos axiales aceptables.

Debe instalarse un filtro removible en la tubería de succión de cada bomba principal, además, cada bomba deberá estar provista de una válvula de cierre, y otra de retención, montadas directamente sobre la conexión de descarga.

#### C. Válvulas de tuberías y accesorios:

Las tuberías deberán ser sin costura, las uniones deben ser preferentemente soldadas; el uso de bridas debe ser reducido al mínimo requerido, usándolas solo para conexiones de equipos y accesorios.

Las válvulas deberán ser del tipo convencional e intercambiable; las cañerías deberán admitir la libre expansión de los tubos, sin causar solicitaciones peligrosas sobre los equipos, estructuras o edificios. Deben tener compensadores de expansión y estar fijadas convenientemente en puntos adecuados. Las grandes válvulas, deberán ser operables motorizadamente.

#### D. Aislación térmica y blindaje:

El suministro debe incluir la aislación y el blindaje contra el calor de todas las partes expuestas de la planta que operen a temperaturas superiores a 50 °C. Toda la aislación debe ser de material no inflamable. No está permitido el uso de lana de vidrio ni asbetos como materiales aislantes.

Debe proveerse una adecuada fijación, de la aislación y el blindaje de los equipos.

#### E. Instrumentos y equipos de supervisión y control:

Los equipos e instrumentos de control remoto deben estar centralizados en la sala de control; los equipos e instrumentos de control local, deben ser incluidos. Los instrumentos que deban ser instalados en forma expuesta, tienen que ser resguardados.

#### F. Estructuras de acero, plataforma escaleras, etc.:

Se deberá incluir todas las estructuras de soporte que requieran los equipos.

Deben suministrarse todas las escaleras locales, galerías y plataformas intermedias, descansos y pasamanos, etc., requeridas para la operación y mantenimiento de equipos.

**G. Información a ser incluida con el suministro:**

Deberán suministrarse todos los planos necesarios para la inspección, montaje, mantenimiento y reparación de los equipos como está estipulado en las especificaciones técnicas.

**31.3 Pruebas en fábrica.**

Todos los equipos deben ser inspeccionados en fábrica, presenciado por la inspección de obra, a fin de controlar la calidad del diseño, materiales y fabricación; dichas pruebas deben realizarse de acuerdo a las normas aceptadas.

**31.4 Herramientas y partes de repuestos.**

El contratista debe proponer una detallada lista de partes de repuestos necesarias para tres años de operación de todo el equipamiento suministrado, incluyendo repuestos para ser mantenidos en depósito.

**31.5 Planta de tratamiento de agua y anexos.****31.5.1 Generalidades.**

Especificaciones de una planta de tratamiento de agua, que satisfaga las necesidades de la central, así como los anexos involucrados con la operación de la misma. A tal fin se ha dividido el proyecto de provisión en los siguientes ítems:

- Tratamiento de agua de reposición, y servicios generales.
- Planta de potabilización.
- Sistema de dosificaciones.
- Sistema de toma muestras.
- Evaporador.

**31.5.2 Ubicación.**

El equipamiento antes descripto, será dispuesto en un local diseñado para dicho fin, adyacentemente al generador de vapor. En este espacio, además deben instalarse, gabinetes de control y supervisión operativa de los equipos.

El equipamiento descripto en 34.1 será destinado al laboratorio químico de la central.

La toma muestras de todos los equipos se conducirán a una pileta común de acero inoxidable, con su correspondiente drenaje adyacente a una mesada de control, en donde se realizaran los controles químicos correspondientes, para juzgar la operación de las plantas de tratamiento.

## **ART 32°: TRATAMIENTO DEL AGUA DE REPOSICIÓN Y SERVICIOS GENERALES.**

El agua a utilizar en la reposición al ciclo térmico, sistemas generales, y potabilización, proviene del Río Turbio.

Para el dimensionamiento de los equipos se adoptaran, las condiciones más desfavorables de las indicadas en los análisis.

Cabrían dos posibilidades:

- i. Captar el agua del Río Turbio en un pequeño embalse.
- ii. Captar agua subterránea y prever torre de enfriamiento.

En el **primer caso (i)**, el agua será tomada de un pequeño embalse a nivel de la central, y será comunicada a un sistema de clarificación-filtración. Parte del agua filtrada se destinara a la planta de potabilización, y el resto, (agua de reposición a calderas y servicios generales) se someterá a un proceso de ablandamiento por intercambio iónico previo ingreso al evaporador.

El agua a tratar, se captara posteriormente a un sistema de filtros de malla del agua de refrigeración del condensador. Esta agua, se conducirá a una pileta de pre sedimentación natural.

La clarificación, se realizara en base a sulfato de aluminio, cal y cloro, luego el agua se conducirá a una batería de filtros constituidos por dos de ellos en paralelo.

El sistema de dosificación debe contar con tanques preparadores de soluciones dosificantes y bombas dosificadoras duales, mas una instalación de reserva.

Para la transferencia del agua a filtrar desde el clarificador a los filtros, se dispondrá de tres bombas de 4 m<sup>3</sup>/h mínimo c/u. La salida desde el ablandador será conducida a un tanque de agua blanda con capacidad útil de 50 m<sup>3</sup>.

En el **segundo caso (ii)**, si se capta agua de pozos con torre de enfriamiento, la misma se conducirá a un tanque subterráneo de hormigón, con una capacidad útil de 250 m<sup>3</sup>, subdividido en dos sectores iguales.

Tres bombas de 110 m<sup>3</sup>/h, captaran el agua del tanque y la conducirán al sistema de ablandamiento, este, estará constituido por tres ablandadores que funcionaran a 110 m<sup>3</sup>, operando a un ciclo de 48 h entre regeneraciones.

La salida del ablandador, parte será conducida a un tanque de agua blanda, con una capacidad útil de 50 m<sup>3</sup>, cuyo destino es la reposición al ciclo térmico, el resto será conducida a la torre de enfriamiento, previa inyección de cloro.

### ***Planta de potabilización:***

El oferente deberá incluir una planta de tratamiento de agua para suministro humano, con una capacidad de hasta 4 m<sup>3</sup>/h. el tratamiento consistirá en cloración, y luego de un tiempo de actuación se pasara por un filtro de carbón activado, conduciéndose por ultimo a un depósito de 40 m<sup>3</sup> para su distribución.

### 32.1 Sistema de dosificaciones.

Básicamente se deberá adosar un secuestrante de oxígeno por un sistema en triplicado a la salida del desgasificador, en la cañería de condensado antes de la bomba de extracción del mismo y en el evaporador.

La prevención de incrustaciones se efectuará por medio de un sistema en duplicado de dosificación de fosfatos a la caldera y al evaporador.

El equipamiento a proveer será:

- Una instalación para dosaje de secuestrante de oxígeno después del desgasificador y en el evaporador sobre la base de tres bombas dosificadoras de caudal variable de 0 a 35 l/h.
- Una instalación para dosaje de secuestrante de oxígeno en la línea de condensado o solamente al condensador, sobre la base de dos bombas dosificadoras de caudal variable de 0 a 48 l/h.
- Una instalación para dosaje de fosfatos a caldera y evaporador sobre la base de tres bombas dosificadoras de caudal variable de 0 a 48 l/h.
- Recipientes preparadores de las soluciones correspondientes, con agitadores y sistemas de medición comandados desde el tablero central.
- Señalizaciones incorporadas al tablero central.

### 32.2 Sistema de toma de muestras.

Básicamente se deberá disponer de tomas de muestras en los siguientes puntos de la central:

- Captación de purga continua de la caldera, a la altura del espejo de agua del domo.
- Agua de alimentación antes de la entrada al generador de vapor.
- Destilado del evaporador.
- Vapor saturado.
- Vapor sobrecalentado.
- Condensado.
- Extracciones.

Como equipamiento se proveerá la toma muestras, los refrigerantes y la cañería de acero inoxidable de conducción al laboratorio.

### 32.3 Evaporador.

Se deberá proveer un evaporador de agua para reposición de agua destilada al ciclo térmico.

El mismo tendrá una producción de agua destilada mínima de 2 Tn/h, y será alimentado con agua blanda proveniente del tanque de agua blanda de 50 m<sup>3</sup>. La reposición será en la sala del condensador para ser desgasificada con el total de agua de alimentación antes de su ingreso a la caldera.

Para el calentamiento se usará extracción de vapor de turbina o vapor saturado.

## **ART. 33°: SISTEMA DE AGUA DE REFRIGERACIÓN.**

### **33.1 Descripción general del sistema.**

Contara con un circuito principal, para el enfriamiento del condensador y otro auxiliar para el sistema cerrado de refrigeración de los servicios auxiliares. Ambos se alimentaran desde una planta de enfriamiento del agua de refrigeración, que constara básicamente con:

- Depósito de agua de dimensiones adecuadas.
- Torres de enfriamiento bien, circuito cerrado con radiadores.
- Equipos de bombas del agua de refrigeración del condensador.
- Tuberías de vinculación de la planta con los circuitos principal y auxiliar de refrigeración.
- Sistema de reposición del agua de refrigeración.
- Sistema de desagote del depósito de agua.

El equipo de bombas de agua de refrigeración del condensador estará constituido por dos bombas principales y otras dos auxiliares. Las bombas principales, enviaran agua al condensador de la turbina a vapor, mientras que las auxiliares lo harán a los intercambiadores de calor del circuito cerrado de enfriamiento.

#### ***Propuesta opcional:***

Se podrá proponer un sistema de enfriamiento alternativo, por ejemplo con aerocondensador o bien un sistema mixto.

#### **33.1.1 Diseño Hidráulico**

El contratista realizara el diseño y construcción de agua de refrigeración del Río Turbio para la propuesta base, además de la conducción y bombeo de agua hasta la planta de enfriamiento y sistema de desagote del depósito de agua de la planta a los efectos de la ejecución de las tareas de mantenimiento y reparación. Este sistema de desagote volcara agua del depósito al Río Turbio aguas debajo de las obras de toma.

#### **A. Condiciones hidráulicas:**

El contratista deberá presentar y justificar los caudales de diseño a verificar en sus cálculos, tanto para el sistema de refrigeración del condensador, como para el sistema de reposición de planta.

#### **B. Toma:**

La planta de bombas de esta obra, estará equipada con dos bombas iguales (una de servicio permanente y la otra de reserva), podrán ser del tipo verticales u horizontales más mecanismo de vacio para cebar. La capacidad será la necesaria para llenar el depósito en un tiempo no mayor a 8 horas. En la obra de toma se instalará una reja que permitirá el filtrado del material grueso de arrastre, que pueda dañar las instalaciones de bombeo.

#### **C. Protecciones:**

Diseñara las protecciones necesarias para mantener adecuadamente los niveles actuales de solera de la restitución, cuando se desagota la planta, y asegurara que no se produzcan erosiones localizadas o generalizadas.

## **ART. 34°: AGUA ALIMENTACIÓN AL CIRCUITO DE VAPOR.**

### **34.1 Alcance del suministro.**

#### **34.1.1 Descripción general.**

Esta especificación cubre el suministro de un sistema de agua para alimentación de caldera. El agua será incorporada mediante una bomba centrífuga a través de un sistema de cañerías desde los tanques de agua de alimentación. Deben incluirse todos los accesorios e instrumentos para la correcta operación de supervisión y mantenimiento del equipamiento.

#### **34.1.2 Alcance del suministro.**

El suministro debe incluir todos los equipos principales y auxiliares y componentes requeridos para la correcta operación del sistema de acuerdo a la siguiente lista:

- Dos bombas desde el tanque de agua de alimentación al punto de conexión del sistema.
- Tuberías entre el tanque de la planta de agua desmineralizada al punto de conexión del ciclo.

#### **34.1.3 Límites del suministro.**

El suministro cubierto por esta sección debe estar limitado por los siguientes puntos terminales:

- Agua desmineralizada.
- Suministro de energía eléctrica.
- Sistema de control automático.

### **34.2 Requerimientos técnicos.**

Operación de la planta. El sistema debe estar diseñado para bombear adecuadas cantidades de agua de alimentación para cubrir las pérdidas de agua de la central.

### **34.3 Pruebas en fábrica.**

Todos los equipos deben ser inspeccionados y probados en fábrica para el control de calidad del diseño, materiales y fabricación de sus componentes.

Las pruebas deben llevarse a cabo de acuerdo a las prácticas y normas aceptadas.

### **34.4 Partes de repuesto.**

Se deberá cotizar una lista detallada de partes de repuestos necesarias para tres años de operación de los equipos ofrecidos, incluyendo las partes a ser mantenidas en depósito.

## **ART. 35°: SISTEMAS AUXILIARES.**

### **35.1 Circuito cerrado del sistema de agua de refrigeración.**

#### **35.1.1 Alcance del suministro.**

Esta especificación cubre el suministro del circuito cerrado de agua de refrigeración, tanques y cañerías, asociadas para la central termoeléctrica Río Turbio.

Debe incluir todos los auxiliares, instrumentos, repuestos y herramientas requeridas para el correcto montaje, puesta en servicio, operación supervisión y mantenimiento del equipamiento.

El suministro cubierto por esta cláusula, estará limitado por los siguientes puntos terminales:

#### ***Agua de refrigeración externa:***

- Bridas de entrada de intercambiadores de calor del circuito cerrado del sistema de refrigeración.
- Bridas de salida de intercambiadores de calor del circuito cerrado del sistema de refrigeración.

#### ***Agua de refrigeración del sistema cerrado de refrigeración:***

- Bridas de entrada de cada consumo.
- Bridas de salida de cada consumo.

#### ***Ventilaciones y drenajes de limpieza:***

- Descarga a la atmosfera fuera del edificio de cada ventilación o drenaje de limpieza individual, tubería de descarga del agua de refrigeración.

#### ***Energía eléctrica:***

- Caja de terminales de los motores de las bombas.

#### **35.1.2 Requerimientos técnicos.**

##### **A. Condiciones de operación:**

La temperatura del agua de refrigeración externa a cada intercambiador estará determinada por la temperatura del agua en el depósito de la planta de enfriamiento. El servicio de refrigeración debe ser cumplido aun con la máxima temperatura posible del agua externa de refrigeración.

##### **B. Características técnicas:**

- a) Generalidades.

El diseño debe considerar las condiciones atmosféricas del lugar.

Para el diseño de los equipos deben aplicarse las normas HEI o equivalente.

## b) Descripción.

EL circuito debe consistir de una cisterna, dos bombas de circulación, dos intercambiadores de calor, tanque elevado, tuberías y accesorios.

Equipos a ser enfriados por el sistema cerrado de refrigeración:

- Aceite lubricante de turbina.
- Cojinetes de ventiladores.
- Precalentadores de aire.
- Aceites de acoplamiento hidráulico.
- Bombas de agua de alimentación.
- Aceite de transformadores.
- Compresores de aire.
- Otros equipos.

## c) Bombas del circuito cerrado de refrigeración.

Deben suministrarse dos bombas de refrigeración de 100 % de capacidad, completas con sus motores eléctricos de impulso y accesorios. Deberán ser capaces de impulsar toda el agua requerida con la central operando a pleno, con la máxima temperatura de diseño en el agua del circuito cerrado de refrigeración.

Deben ser del tipo horizontal diseñadas para agua tratada de circulación, debiéndose suministrar junto a sus correspondientes placas base.

Deben ser de servicio continuo, sin atención de operación, para 360 días por año, los materiales de construcción deben ser los adecuados, resistentes a la corrosión y erosión y para las peores condiciones posibles de operación.

## d) Intercambiadores de calor de circuito cerrado.

Deben proveerse dos intercambiadores de calor de servicio pleno (normal y reserva), la temperatura de salida deberá ser inferior a 25° C. sus partes deben resistir la corrosión.

Deben poseer una cubierta removible en cada extremo del manojó de tubos para la limpieza de los mismos.

Debe proveerse un doble filtro sobre la entrada del agua de refrigeración externa del intercambiador de calor.

## e) Tanque de expansión elevado.

La capacidad del tanque elevado de expansión debe ser establecida por el oferente. Debe poseer cámara presurizada, estructura de soporte, escalera e instrumentos locales como indicadores de nivel, válvulas de alarma, etc.

f) Tuberías válvulas y accesorios.

Los tubos deben ser sin costura y fabricados bajo norma. Las uniones deben ser preferentemente soldadas, (con el uso mínimo de bridas).

Las válvulas deben ser convencionales e intercambiables, del mismo fabricante. Los soportes de tuberías deben permitir la libre expansión de los tubos, sin causar tensiones peligrosas en los equipos, estructuras accesorias o edificios. Deben poseer compensadores de expansión.

Las válvulas deben estar ubicadas en lugares maniobrables; las manivelas no deben estar instaladas a una altura mayor a 1,60 metros respecto del nivel del piso de operación; las de tamaños grandes deberán ser del tipo motorizadas.

g) instrumentos equipos de supervisión y control.

Los instrumentos y equipos de control remoto deben estar centralizados en sala de control. En cuanto a los de controles locales considerados necesarios, deben ser incluidos aquí bajo esta clausula. Ellos deben estar montados en paneles robustos.

h) estructura de acero, plataformas, escaleras, etc.

Debe incluir todas las estructuras de acero de soporte para los precalentadores, desaireador y todo equipo que lo requiera.

Deben suministrarse las escaleras locales, galerías y plataformas intermedias, descansos y pasamanos, etc., que se requieran para la operación y mantenimiento de los equipos.

i) información a ser incluida con el suministro.

Deberán suministrarse todos los planos necesarios para la inspección, montaje, mantenimiento y reparación de los equipos.

### 35.1.3 Pruebas en fábrica.

Estarán presenciadas por inspectores del ministerio o sus representantes, a fin de controlar la calidad del diseño, materiales y fabricación; las pruebas deben realizarse de acuerdo a las normas aceptadas y cubrirán al menos lo siguiente:

- a) Bombas: pruebas de funcionamiento.
- b) Tanque de expansión elevado: pruebas de presión hidráulica.
- c) Conexiones: pruebas de presión hidráulicas en válvulas, uniones y conexiones.

### 35.1.4 Herramientas y partes de repuestos.

Debe incluirse un conjunto completo de herramientas necesarias para instalación, mantenimiento e inspección de todos los equipos, con una lista detallada de partes de repuestos necesarias para tres años de operación de los equipos ofrecidos, incluyendo partes a ser mantenidas en depósito.

## 35.2 Sistema de detección alarma, y combate de incendio.

### 35.2.1 Alcance del suministro.

Deberá cumplir con la ley nacional 13.660. Debe incluir todos los equipos y accesorios.

Equipos a suministrar como mínimo:

- a) Sistemas fijos automáticos de extinción por agua para cada una de las instalaciones:
  1. Transformadores de servicios auxiliares.
  2. Estanque de aceite de lubricación y regulación de la turbina.
- b) Sistemas de aviso y control completos para toda la central.
- c) Red de tuberías con grifos en todos los edificios e instalaciones de almacenamiento de carbón.
- d) Extintores portátiles de polvo químico seco multipropósito en cantidad necesaria.
- e) Carros portátiles con botellas de 30 y 50 kg, en cantidad suficiente para toda la central.
- f) Red de tuberías con grifos que cubra todos los edificios e instalaciones externas.
- g) Señalización de salidas de emergencia.
- h) Planos, memorias de cálculo e información técnica del suministro.

### 35.2.2 Características del suministro.

#### A. DISEÑO:

El contratista deberá ejecutar el diseño general y de detalle de los diferentes sistemas contra incendio de la central; estos deberán basarse en la ley 13.660 y normas NFPA o equivalentes.

Abarcando al menos lo siguiente:

- a) Descripción general de cada sistema.
- b) Determinación de la carga de combustible.
- c) Características y cantidad necesaria del agente extintor.
- d) Tipo, cantidad y ubicación de detectores.
- e) Cantidad y tipo de toberas de extinción y de grifos.
- f) Drenajes y piletas para recintos.
- g) Especificación de los equipos.
- h) Diseño de detalle de todo el sistema.

## **B. CARACTERISTICAS TECNICAS:**

El sistema contra incendio de la central deberá considerar en principio las instalaciones que a continuación se detallan:

### **B1. SISTEMA DE DETECCION, ALARMA Y SEÑALIZACION.**

Deberá detectar y permitir ubicar el incendio en un tablero centralizado en sala de mandos. El sistema actuara sobre el sistema de ventilación.

Debe abarcar al menos:

- Turbina a vapor.
- Transformadores.
- Estanques de aceite.
- Estación receptora y planta de tratamiento de carbón.
- Sala de mando, sala de centro de control de motores, sala de equipos de regulación y control, sala de baterías y sala de grupo de emergencia.

### **B2. SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA CONTRA INCENDIO.**

El contratista deberá alimentar la red de incendio de la central mediante un adecuado sistema de suministro de agua que deberá diseñar.

### **B3. RED DE GRIFOS.**

Se deberá considerar una red de grifos para el combate de incendio en las distintas áreas de la central.

En cercanías de cada grifo deberá ubicarse un gabinete que contenga mangueras, pitones, gemelos, llaves para grifos, etc. La cantidad de mangueras debe ser tal, que ante un eventual incendio en cualquier punto de la central pueda ser extinguido mediante el uso de dos grifos.

### **B4. SISTEMA DE PROTECCION DE TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES.**

Estos equipos deberán estar protegidos con un sistema fijo automático por rociado de agua con tubería seca y válvula de diluvio.

El sistema de extinción del transformador deberá estar provisto de los circuitos de cañerías y toberas necesarias para asegurar un rociado completo del equipo en caso de un eventual incendio.

El sistema deberá ser activado por detectores del tipo térmico, ubicados convenientemente alrededor del transformador y/o por relé de alivio de presión de gases del transformador; deberá contar además con accionamiento manual. La detención del sistema será manual.

### **B5. ESTANQUE DE ACEITE DE LUBRICACION Y REGULACION DE LAS TURBINAS.**

Estos equipos deberán estar protegidos con un sistema fijo automático por rociado de agua con tubería seca y válvula de diluvio.

El sistema deberá ser activado por detectores del tipo térmico, ubicados convenientemente alrededor del estanque, bomba, tuberías y filtro o mediante accionamiento manual.

**B6. PROTECCION DE RESINTOS DIVERSOS.**

Además de los ya nombrados se deberán contemplar en principio los siguientes equipos en los diversos recintos de la central:

- a) Nave de control: extintores portátiles en cantidad suficiente.
- b) Nave de turbina a vapor: extintores portátiles, dos carros con dos botellas de CO<sub>2</sub> de 30 Kg., Dos carros extintores de PQSM de 50Kg.
- c) Extintores de PQSM portátiles.

El polvo químico deberá ser el adecuado para extinguir incendios de clases A, B y C.

**B7. ACCESORIOS DE LA RED HUMEDA.**

- a) Mangueras: Sintéticas, resistente a la abrasión, petróleo, aceite álcalis y a la gran mayoría de ácidos.
- b) Pitones: Tipo 4 funciones (directo, neblina, escudo protector y cierre), con acoplamiento tipo STORZ.
- c) Elementos de unión: Gemelos con llave de corte, traspasos, etc. (aleación de Al, tipo STORZ).

**B8. EQUIPO DE RESPIRACION DE AIRE COMPRIMIDO.**

Deberán tener una capacidad tal que asegure un funcionamiento mínimo continuo de 30 min. Con sus respectivos accesorios.

**B9. SISTEMA DE SEÑALIZACION DE ESCAPE DE EMERGENCIA.**

Deberá estar provisto de un juego de letreros luminosos indicativos de las rutas de escape desde cualquier punto de la central. Deberán tener alimentación eléctrica de emergencia mediante baterías y cargador propio.

**35.2.3 Información incluida en el suministro.**

Deberán suministrarse todos los planos e información técnica necesaria para inspeccionar, montar, mantener, y reparar los equipos.

Como ejemplo, se cita lo siguiente:

- Planos de disposición general de los sistemas, cañerías y accesorios.
- Planos de detalle de instalación.
- Memoria descriptiva del sistema de detección y alarmas de incendios.
- Memoria del cálculo de la red húmeda y de los sistemas automáticos de extinción.
- Diagramas eléctricos y de control.
- Instrucciones completas de mantenimiento y operación.
- Catalogo de los equipos suministrados.

**35.2.4 Pruebas en fábrica.**

Se probara en fábrica en presencia de la inspección de obra, las funciones del tablero de incendio.

### 35.2.5 Repuestos.

El proponente deberá entregar como opción con la oferta una lista detallada con precios individuales de los repuestos que recomienda adquirir para tres años de operación.

Entre ellos se deberán incluir:

- Equipos y materiales de prueba de detectores.
- Detectores de repuesto de cada tipo.
- Repuestos y equipo de prueba del tablero de incendio.
- Depósitos con solución de espuma.

## 35.3 Sistemas de ventilación y Aire Acondicionado.

### 35.3.1 Alcance del suministro.

Deberá incluir todos los equipos y accesorios requeridos.

Los equipos a incluir serán al menos:

- a) Las unidades de A.A. con respectivos condensadores y accesorios.
- b) Moto ventiladores para la nave de la turbina.
- c) Moto ventiladores para sala de baterías y baños.
- d) Ductos de inyección y extracción de aire.
- e) Termostatos y humidostatos.

### 35.3.2 Características del suministro.

#### A) **CONDICIONES DE OPERACIÓN:**

Deberá tenerse en cuenta las condiciones atmosféricas exteriores, en los recintos acondicionados se deberá mantener las siguientes condiciones, a 1,5 m sobre el nivel del piso:

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| • Temperatura        | 22°C ± 1°C         |
| • Humedad relativa   | 50 ± 5 %           |
| • Velocidad del aire | menor de 0,15 m/s. |

#### B) **CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO:**

El diseño quedara a cargo del contratista, sujeto a aprobación por inspección de obra.

- a) Aire Acondicionado: Deberá suministrarse unidad climatizadora.
- b) Ventilación: Adecuada para todos los recintos de la central.

### 35.3.3 Características Constructivas.

#### A) **UNIDADES DE A.A:**

Las unidades de aire acondicionado del tipo compacto y de servicio permanente, deberán ser montados sobre soportes anti vibratorios.

Los calefactores eléctricos deberán ser de dos etapas o más, con su respectiva protección contra sobre calentamiento.

**B) MOTOVENTILADORES:**

Deberán ser aptos para servicio permanente y sus materiales y pintura resistente al medio ambiente. Rodamientos de 60.000 hs de servicio.

**C) FILTROS:**

Deberán ser lavables, con una eficiencia mínima de 30%.

**D) DUCTOS:**

Deberán ser galvanizados y pintados.

**E) CELOSÍAS:**

**De impulsión:** deberán ser regulables en ambos sentidos perpendiculares al flujo de aire.

**De retorno:** deberán ser regulables horizontalmente.

**F) TEMPLADORES ANTI-INCENDIO:**

Deberán resistir la acción del fuego por un tiempo mínimo de una hora; además, deberán cerrar por alta temperatura y por señal eléctrica remota.

**35.3.4 Información incluida en el suministro.**

Deberán suministrarse todos los planos e información técnica necesaria para inspeccionar, montar, mantener, y reparar los equipos.

Como ejemplo se citan los siguientes:

- Planos de disposición general de los equipos, ductos y accesorios.
- Planos de detalles de la instalación.
- Curvas características de ventiladores y de capacidad de los equipos de refrigeración.
- Memoria de cálculo de los sistemas de ventilación y aire acondicionado.
- Diagramas eléctricos y de control.

**35.3.5 Pruebas en fábrica.**

Se controlara en fábrica lo siguiente:

- Inspección visual de los equipos.
- extensión del suministro.

**35.3.6 Repuestos.**

El oferente debe entregar con la oferta como opción una lista detallada con precios individuales de los repuestos que recomiende adquirir por tres años de operación y aquellos que se recomienden mantener en stock.

Entre ellos se deberá incluir:

- Un juego de correas de transmisión de cada tipo.
- un juego de filtros para cada equipo.
- un juego de fusibles para cada templador de incendio.

## 35.4 Laboratorio químico.

### 35.4.1 Equipamiento del laboratorio químico.

El oferente deberá proveer el equipamiento completo de aparatos, reactivos y materiales necesarios para el funcionamiento del laboratorio químico de la central y de la mesada de control operativo en la sala de tratamiento de agua.

El laboratorio químico estará situado en el mismo edificio que la planta de tratamiento de agua y estará compuesto por:

- Oficina del jefe del laboratorio.
- Droguero (mínimo 2 m<sup>2</sup>).
- Vestuario (mínimo 2 m<sup>2</sup>).
- Sala de instrumentos de medición (mínimo 6 m<sup>2</sup>).
- Sala de análisis de agua y llegada de muestras (mínimo 15 m<sup>2</sup>).
- Laboratorio de análisis de lubricantes y combustible (mínimo 15 m<sup>2</sup>).

### 35.4.2 Análisis de Agua en el dique “San José”.

Alcalinidad total (mg CO <sub>3</sub> Ca/lit)	64
Dureza total (mg CO <sub>3</sub> Ca/lit)	74
Calcio (mg Ca/lit)	22
Magnesio (mg Mg/lit)	4
Cloruros (mg Cl/lit)	16
Sólidos disueltos totales (mg/lit)	118
PH	7,4

### 35.4.3 Análisis de Agua de pozo.

Alcalinidad total (mg CO <sub>3</sub> Ca/lit)	156 - 212
Dureza total (mg CO <sub>3</sub> Ca/lit)	138 - 288
Calcio (mg Ca/lit)	44 - 88
Magnesio (mg Mg/lit)	7 - 16
Cloruros (mg Cl/lit)	14 - 24
Sólidos disueltos totales (mg/lit)	193 - 494
PH	7,2 – 7,65

*Nota: en primer lugar se expresa mínimo, mientras que en segundo lugar el máximo.*

## 35.5 Planta de aire comprimido.

### 35.5.1 Volumen del suministro.

#### **Descripción general:**

El contratista deberá proveer una planta completa de aire para servicios de instrumentos y red de servicios generales.

El contratista definirá los consumos requeridos de aire para ambos servicios. El aire producido deberá ser especialmente filtrado y deshidratado con el objeto de ser usado indistintamente como aire de instrumentación, control y/o servicio.

**A. ELEMENTOS DEL SUMINISTRO:**

El equipo a suministrar incluirá todos los accesorios e instrumentos para operación, supervisión y mantenimiento.

Básicamente el equipo consistirá en lo siguiente:

- a) Tres compresores de tornillo rotativo automático.
- b) Secador de aire. Capacidad para funcionamiento simultaneo de dos compresores.
- c) Depósitos de aire comprimido. Volumen adecuado para cubrir requerimientos de la central.
- d) Sistema de control y funcionamiento automático de la planta de aire comprimido.
- e) Señalizaciones manómetros, termómetros, medidores de flujo, válvulas de seguridad, de alivio, de purga, etc. Necesarios para todo el circuito de la central.
- f) Válvulas reductoras de presión, de control, trampas de condensado, etc. Donde sean necesarias.
- g) Treinta arranques con acoples para conexión de equipos varios.
- h) Tuberías, pernos de anclaje, soportes, abrazaderas, cubiertas, estructuras, etc.
- i) Conjunto de herramientas y equipos para mantenimiento y reparación de la planta.

**B. LIMITES DEL SUMINISTRO:**

El suministro de aire para instrumentos, comprenderá el equipamiento hasta la conexión de cada elemento de la central que requiera ser alimentado. Mientras, que el de servicio comprenderá hasta el fitting de conexión rápida en cada uno de los puntos de consumo.

**35.5.2 Características del suministro.****A. CONDICIONES DE OPERACIÓN:**

La planta estará constituida por tres compresores, trabajando el primero en servicio continuo, cubriendo la demanda normal de aire comprimido. El segundo entrara en servicio cuando la demanda normal se vea incrementada por trabajos de mantenimiento. El tercero quedara de reserva, para el caso de falla o mantenimiento de los otros dos.

**B. CARACTERÍSTICAS TECNICAS:**

Los compresores del tipo tornillo rotativo, serán impulsados por motores eléctricos montados con caseta antirruidos.

Los filtros serán diseñados acorde a la capacidad máxima de aire requerida por la central.

Los depósitos de aire bajo normas DIN, ASME.

**35.5.3 Pruebas en fábrica.**

El contratista incluirá el programa estándar de las pruebas de las pruebas que se realizan al equipo en fabrica y el tipo de protocolos que se entregan de estas pruebas, especialmente en lo que respecta a compresores, secador de aire, depósitos de aire y equipos de control.

**35.5.4 Repuestos.**

Debe incluirse un conjunto completo de herramientas necesarias para instalación, mantenimiento e inspección de todos los equipos, con una lista detallada de partes de repuestos necesarias para tres años de operación de los equipos ofrecidos, incluyendo partes a ser mantenidas en depósito.

## 35.6 Grupo electrógeno de emergencia.

### 35.6.1 Alcance del suministro.

#### A. GENERAL:

Estas especificaciones cubren el suministro de un grupo diesel generador para uso estacionario y servicio de emergencia para asegurar la detención y re arranque segura de la central termoeléctrica Río Turbio, en caso de una caída total del servicio.

El grupo de emergencia y sus equipos auxiliares serán instalados en una sala, especialmente diseñada para su alojamiento.

#### B. ELEMENTOS DEL SUMINISTRO:

El contratista incluirá en su oferta todos los equipos y accesorios necesarios para su montaje, operación, supervisión y manutención correcta del grupo de emergencia.

#### C. LIMITES DEL SUMINISTRO:

La parte cubierta por esta sección tendrá los siguientes puntos limites:

- Terminales del generador.
- Terminales de red y control en tablero de control.
- Terminales de la excitatriz.
- Brida de aspiración de la bomba de llenado al tanque de combustible.

### 35.6.2 Características del suministro.

#### A. CONDICIONES DE OPERACIÓN:

El grupo generador de emergencia, junto con el banco de baterías de la central, garantizará el suministro de energía a todos los equipos auxiliares necesarios para la detención segura de la central, en caso de una caída total del servicio. No debe considerarse por lo tanto el suministro de energía para la puesta en marcha de la central o para mantener la misma en servicio.

Tratándose de un grupo de emergencia, su funcionamiento será totalmente automático y de operación continua sin supervisión. La potencia del grupo de emergencia será determinada por el contratista, basado en las necesidades de energía eléctrica de los servicios auxiliares de la central que deben ser alimentados ante una caída total del servicio.

Básicamente serán alimentados por el grupo de emergencia los siguientes consumos:

- Bomba del circuito auxiliar del sistema de refrigeración.
- Bomba de agua del equipo contra-incendio.
- Bombas del sistema cerrado de refrigeración.
- Bomba de alimentación de caldera.
- Ventiladores de tiro forzado e inducido de caldera.
- Viradores de turbina a vapor.
- Cargadores del banco de baterías.

**B. CARACTERISTICAS TECNICAS:**

Las principales características del grupo de emergencia serán las siguientes:

- Potencia A determinar por el contratista.
- Velocidad 1.500 RPM (máxima).
- Factor de potencia 0,8.
- Tensión 380 V.
- Frecuencia 50 Hz.

**35.6.3 Pruebas en fábrica.**

El grupo de emergencia y sus equipos auxiliares se someterán en fábrica a pruebas de funcionamiento.

**35.6.4 Repuestos.**

El contratista incluirá una lista de repuestos, con precios unitarios, donde se incluirán los repuestos de uso más frecuente para un periodo de tres años, del motor diesel, generador y tablero de control.

**ART. 36°: PUENTE GRÚA PARA SALA DE MÁQUINA DE LOS TURBO GENERADORES.****36.1 General.**

Debe instalarse un puente grúa aéreo en la sala de maquinas de los turbo grupos para el montaje y reparación de los mismos, la capacidad debe estar definida por el contratista, dependiendo de la pieza más pesada a ser levantada.

**36.2 Alcance del suministro.**

Establece el alcance de las instalaciones cubiertas por esta especificación, así como los servicios y suministros requeridos, pero no excluye otros componentes y servicios necesarios que no han sido expresamente mencionados.

**36.3 Requerimientos técnicos.**

El puente grúa debe estar diseñado y calculado conforme a la norma F.E.M.1001. Estructura de doble viga cajón. Provista de control colgante, y un control remoto. Impulsores de desplazamiento longitudinal y transversal equipados con cajas de engranajes y frenos. Sistema de izado con frenos. Control de precisión de velocidad de izada relación 1:10, y el de desplazamiento 1:4.

**36.4 Garantías y rechazos.****A. garantías generales.**

Sin fallas y seguro de operar, de todos los equipos e instalaciones, sin vibraciones excesivas, recalentamiento ni desgastes.

La capacidad máxima de carga del puente grúa debe ser probada con la carga de prueba de acuerdo a la norma de diseño.

La máxima deflexión del puente grúa con carga nominal y el malacate en la posición central debe ser 1/1000 con referencia al vano.

**B. rechazos.**

Si la capacidad de carga es menor que el valor garantizado por el proveedor, dará derecho a rechazar el equipo respectivo.



## INSTALACIONES ELECTRICAS

### **ART.37°: REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS GENERALES.**

#### **37.1 Aspectos generales.**

Contemplar que en la medida de lo posible, todos los equipos electromecánicos y materiales deberán ser del tipo interior.

Lo que se indica a continuación son criterios generales que se deberán atender para la elaboración del proyecto ejecutivo, también se deberán considerar los requisitos particulares de cada equipamiento a instalar; los estudios y verificaciones adicionales a realizar durante la ejecución del proyecto, tal como están establecidos por las reglamentaciones de CAMMESA y la TRANSPORTISTA LOCAL.

#### **37.2 Normas y especificaciones técnicas.**

El proyecto ejecutivo de todas las instalaciones eléctricas y vinculación bajo normas, estando especificadas en las “guías de diseño” y fueron aprobadas por resolución ENRE N° 558/03, sus modificatorias y complementarias.

El contratista tendrá en cuenta total o parcialmente las normas IEC e IRAM y especificaciones técnicas de TRANSENER, referidas a los transformadores, reactores, equipos de maniobra, medición, sistema de control, sistema de protecciones, sistemas de comunicaciones, montajes electromecánicos, conexiones eléctricos, etc.

Para el diseño y cálculo de las obras civiles serán de aplicación las normas CIRSOC.

#### **37.3 Niveles de tensión requeridos.**

Los datos característicos del sistema de transporte de alta tensión al que se va a conectar la central, en los niveles de 500 y 132 kV son respectivamente:

- |   |               |
|---|---------------|
| • Tensión nominal                               | 500 Kv.       |
| • Rango de tensión                              | 485-515 kV.   |
| • Máxima tensión en servicio                    | 525 kV.       |
| • Frecuencia nominal                            | 50 Hz.        |
| • Rango de frecuencia                           | ± 0,2 Hz.     |
| • Valores transitorios de frecuencia            | -2/+3 Hz.     |
| • Componente de secuencia inversa de la tensión | Menor que 1%. |
|   |               |
| • Tensión nominal                               | 132 Kv.       |
| • Rango de tensión                              | 139-125 kV.   |
| • Máxima tensión en servicio                    | 145 kV.       |
| • Frecuencia nominal                            | 50 Hz.        |
| • Rango de frecuencia                           | ± 0,2 Hz.     |
| • Valores transitorios de frecuencia            | -2/+3 Hz.     |
| • Componente de secuencia inversa de la tensión | Menor que 1%. |

El resto de las tensiones normales a utilizar se detallan a continuación:

- 132 kV – 50 Hz o mayor, tensión de generación.
- 6,6 kV – 50 Hz, para motores mayores de 100 kW.
- 380 V  $\pm$  10 % 50 Hz  $\pm$  1 %, sin neutro para motores menores de 100 kW.
- 380/220 V  $\pm$  10 % 50 Hz  $\pm$  1 % para iluminación y pequeñas cargas.
- 220 V cc + 10 % - 15 % para motores de emergencia e iluminación de emergencia.
- 110 V cc + 10 % - 15 % para comando y control.
- 115 V  $\pm$  10 % 50 Hz  $\pm$  1 % estabilizada, para sistema de control.

78

### 37.4 Clases de protección para el equipamiento eléctrico de operación.

El equipamiento eléctrico de operación debe estar diseñado para cumplir con los grados de protección mencionados a continuación:

Interruptores y equipamiento eléctrico para instalaciones eléctricas internas deben ser diseñados al menos para cumplir la clase de protección IP53, de acuerdo con la norma IEC 529.

De otra manera, para equipamiento eléctrico que requiera instalaciones a la intemperie, se diseñaran al menos para la clase IP54 de protección, de acuerdo a la norma IEC 529.

Los equipos propensos a ser operados bajo inmersión ocasional o de operación continua bajo agua, tales como bombas sumergibles, deben ser diseñados para cumplir la clase de protección IP58 de acuerdo a la norma IEC 34-5.

Los equipos a ser operados en áreas expuestas a peligro de explosión deben ser apropiadamente diseñados a prueba de explosión de acuerdo a lo que especifica la norma IEC 79.

### 37.5 Medidas de protección.

En vista al peligro potencial de la energía eléctrica, se requerirán las siguientes medidas de protección para el equipamiento y los materiales. Básicamente, todas las partes “vivas”, esto es, todas las partes del equipamiento eléctrico que permanezcan a un potencial por encima o por debajo del potencial de tierra cuando están en operación, deben ser aisladas o cubiertas de tal manera que ellas no puedan ser alcanzadas accidentalmente.

Dentro de instalaciones eléctricas cerradas, con tensiones por encima de 1000 V, las tensiones de contacto, deberán estar de acuerdo a los valores dados por las normas VDE 0141 sección 4.

Medidas de protecciones y puesta a tierra según: IEC 79 y 364 hasta 1000 V, IEEE 80 para tensiones de más de 1000 V.

### 37.6 Medidores eléctricos.

Se deberá tener en cuenta que para la medición de energía comercial, el contratista deberá prever el sistema de medición comercial mas todos sus accesorios (SMEC) de acuerdo a los requerimientos de la compañía administradora de mercado mayorista eléctrico (CAMMESA).

### 37.7 Manuales de montaje, operación y mantenimiento.

El contratista preparara, por si mismo o a través de los respectivos fabricantes, manuales de instrucciones que sirvan de guía durante el montaje, operación y mantenimiento de todos los equipos e instalaciones.

Cada manual contendrá una sección con la descripción de los procedimientos, normales y de emergencia, de operación de los diversos equipos e instalaciones e incluirá diagramas fáciles de interpretar para la mejor comprensión de las descripciones.

Se incluirá una sección que describa e ilustre el procedimiento de desmontaje, montaje y ajuste de cada componente, subconjunto y conjunto.

También se describirán las operaciones de mantenimiento, incluyendo las frecuencias recomendadas de inspección, lubricación y similares.

### 37.8 Servicios auxiliares y generales.

El contratista será responsable del diseño final de los sistemas de los servicios auxiliares y generales de baja, media y alta tensión. Los cuales serán elevados a la inspección de obra para su inspección.

## **ART. 38°: CONJUNTO TURBINA-GENERADOR.**

El generador responderá a un diseño existente de confiabilidad probada.

El conjunto de generación completo (con sistemas auxiliares) deberá incluir al menos:

- a) Equipamiento de excitación estática, y regulador de tensión (AVR)
- b) Conjunto de equipamiento de protección de generación con diseño modular electrónico.
- c) Equipo de sincronización automática (diseño modular electrónico). Instrumental para: sincronización, medición y control.
- d) Sistema de aceite lubricante completo. Deberá ser independiente de lubricación de turbina.
- e) Equipamiento de control de medición y monitoreo, medidores e instrumentos.
- f) Plataformas, escaleras, andamios, etc.
- g) Pintura contra corrosión, y medidas de conservación
- h) Documentación.
- i) Acoplamientos necesarios y cubiertas de acoplamientos.
- j) Tuberías, compensadores actuadores automáticos, derivaciones, etc.
- k) Plateas, pernos de anclaje, soportes, cubiertas, etc.
- l) Facilidades de izamiento, como se requieran.
- m) Medidas necesarias de seguridad.
- n) Equipamiento común y de servicio:
  - Transporte, izamiento, trabajos de ensayo, entrenamiento in-situ, supervisión y mantenimiento durante garantía, etc.
  - Material de consumo e insumos por al menos doce meses.
  - Conjunto de herramientas especiales, para mantenimiento, inspección y reparaciones.
  - Otras piezas de equipamiento requeridas por seguridad, operación correcta y eficiente de la unidad.

## 38.2 Requerimientos técnicos.

### 38.2.1 Principales características de los generadores

- Potencia aparente 140 MVA (mínimo).
- Factor de potencia 0,85.
- Velocidad del rotor 3000 Rpm.
- Frecuencia 50 Hz.
- Tensión de salida 13,2 kV o superior.
- Refrigeración Aire.
- Potencia ante falla de refrigeración 100 %.
- Refrigerante de la excitación Aire refrigerado.
- Tipo de excitación De acuerdo al diseño normal del contratista.
- Clase de aislamiento del generador y excitatriz Clase térmica F.
- Tipo de aislamiento de barras VPI o equivalente.
- Clase de protección del generador Mínimo IP54.

### 38.2.2 Especificaciones aplicables a normas.

#### a) Especificaciones:

Los requerimientos enunciados en las siguientes “especificaciones técnicas” serán aplicables a todos aquellos elementos no específicamente cubiertos en esta cláusula.

#### b) Normas:

En todo punto no mencionado explícitamente en esta especificación, las características del generador cumplirán con las normas ANSI C50.10 y C50.13.

Para la clasificación de los materiales aislantes utilizados, deberá aplicarse la última edición de la publicación N° 85 de IEC.

Todas las pruebas sobre generador y excitatriz que se hagan en fábrica así como en sitio, serán ejecutadas de acuerdo al código de prueba N° 115 de la IEEE.

## 38.3 Requerimientos generales de instalación.

Deberá ser posible la instalación y desmantelamiento de varias partes del equipamiento sin gran dificultad y deberán incorporarse apropiadas características de diseño a ese fin. Todas las piezas iguales deberán ser intercambiables hasta donde ello sea posible.

### 38.4 Índices operativos.

Bajo condición de servicio máxima, la temperatura del generador no excederá lo estipulado en norma, tanto para estator, como para arrollamiento de campo.

- Arrollamiento del estator: Sensores de temperatura embebidos.
- Arrollamiento de campo: Con sensores por resistencia.
- Núcleo de Hierro y partes mecánicas en contacto o adyacente a la aislación: Con termómetro.

Para todos los ítems anteriores, de acuerdo con la norma IEC-1 para materiales aislantes clase B.

El generador deberá mantener la potencia a tensiones nominales entre un  $\pm 5\%$  sin exceder los límites de temperatura admisible.

El generador deberá funcionar bajo:

- Paralelo con otros generadores.
- Paralelo con la red.
- En operación aislado.

El aislamiento del estator y del rotor será de aislamiento estándar. Deberán ser provistas las curvas de capacidad del generador.

### 38.5 Requerimientos eléctricos.

- a) La excitación requerida mínima no será menor del 25% de la tasa nominal de excitación sin carga aún después de la súbita pérdida de carga desde su salida nominal teniendo en cuenta la sobre velocidad y el incremento de frecuencia en el generador.
- b) La tensión deberá mantenerse dentro de los límites establecidos ante una entrada y salida de servicio.
- c) La deformación de la onda de tensión no deberá ser  $> 3\%$ .
- d) Operando a una tasa de 105% de su tensión nominal, bajo cualquier condición de carga, el conjunto generador deberá soportar, sin vibraciones, deformaciones, etc., los siguientes corto circuitos externos:
  1. Corto circuito trifásico entre sus terminales durante 30 seg.
  2. Corto circuito entre fases, la duración de la cual estará limitada a 30 seg.
  3. Corto circuito monofásico a tierra de la misma duración que en 2, para la cual la máxima corriente de fase será limitada a un valor que no exceda el obtenido con el corto circuito trifásico mencionado en 1.
  4. El generador será diseñado y totalmente aislado para su uso con conexión con neutro flotante, el cual deberá conectarse a tierra a través del equipamiento necesario con el fin de detectar fallas a tierra de la armadura.

### 38.6 De los arrollamientos y la aislación.

- a) El arrollamiento de la armadura del generador se la diseñará para una prueba de dieléctrico a 30,6 kV rms, 50 Hz, aplicada durante 1 minuto. Las barras deberán soportar las pruebas.
- b) El arrollamiento de campo se diseñará para soportar una prueba dieléctrica de aceptación de diez (10) veces la tensión nominal de excitación, pero no menor que 4 kV, aplicada durante 1 minuto.
- c) Aislación de todos los arrollamientos del generador se realizará totalmente a límites de temperatura de clase F de materiales. Aplicables para:
  1. La aislación de las bobinas y barras con accesorios.
  2. La aislación de las conexiones de los arrollamientos.
  3. La aislación de los soportes metálicos de los arrollamientos.
- d) Los materiales usados con el siguiente propósito deben ser:
  1. Cuñas de ranuras, espaciadores de arrollamientos, rellenos bajo soportes, soportes de arrollamientos no metálicos deben ser clase F.
  2. Terminales de tablero, abrazaderas de cables y soportes no metálicos de arrollamientos que no están en contacto con el arrollamiento o su aislación no esté sujeta a la provisión de esta especificación.
- e) La aislación de la barra del estator será en base de mica.
- f) Las barras del arrollamiento de armadura, rellenos de ranuras, recubrimientos de ranura, etc., deberán estar cubiertas con film de barniz semiconductor.
- g) La pendiente de la curvatura del factor de potencia de la aislación en la porción de ranuras de las barras de armadura, a temperatura ambiente y estando sujetas a prueba con tensiones variables no deberán exceder valores entre 0,2 a 0,25 % por Kv aplicado.
- h) Los aisladores de salida deberán soportar la tensión de prueba de potencia y frecuencia en aire seco de  $2U_n + 1$  kV durante 1 minuto.
- i) La barra del estator deberán tener cierta flexibilidad para evitar su deterioro y favorecer el mantenimiento.
- j) El diseño del generador y sus accesorios deberán asegurar que:
  1. Ningún ruido molesto, vibraciones excesivas, condiciones de resonancia o cualquier otro efecto perjudicial operando bajo cualquier condición de carga a frecuencias entre 49 y 51 Hz.
  2. Las oscilaciones y vibraciones de doble frecuencia serán efectivamente eliminadas.
  3. Resistirá sin presentar deformaciones permanentes de cualquiera de sus elementos o vibraciones peligrosas cuando la máquina rote al 20% de sobre velocidad.
- k) Se deberá reemplazar cualquier aislador pasante sin mover el estator de su emplazamiento. La estructura del estator deberá estar provista con la adecuada cantidad de ventanas de inspección con dispositivos detectores de corto circuitos magnéticos o eléctricos con la máquina en funcionamiento.
- l) Será posible reajustar las cuñas de las ranuras de las barras del estator.

### 38.7 Requerimientos constructivos.

- a) El diseño del generador será coordinado con el de la turbina y deberá ser compatible.
- b) Si fuese necesario refrigerar al generador deberá hacerse por enfriadores de aire/agua. Se proveerá de un mínimo de dos enfriadores y se deberá usar agua tratada para la refrigeración.
- c) El rotor estará diseñado para resistir todos los esfuerzos debido a sobrecarga o a la velocidad máxima de diseño.

### 38.8 Control, protecciones e instrumentación.

#### Requerimientos generales

- a) Temperatura en arrollamiento de armadura: Medida mediante 6 detectores distribuidos alrededor de la circunferencia del estator.
- b) Detectores de resistencia: Se ubicarán en el estator donde se presume los puntos más calientes:
  1. Dos en el núcleo del estator.
  2. Dos en los dientes del estator.
  3. Dos en las chapas externas del estator.
- c) Sistema de enfriamiento: Este incluirá los siguientes dispositivos de control:
  1. Dos detectores de temperatura por resistencia del aire de cada enfriador.
  2. Uno en la entrada de aire caliente
  3. Uno en el aire que sale del enfriador.
- d) Entrada de agua: El generador estará provisto con los siguientes dispositivos, requeridos para, recoger, purgar e indicar cualquier vestigio de agua que pudiera haber entrado o depositado dentro de su carcasa.
- e) Sistema de aceite: Incluirá al menos los siguientes dispositivos:
  1. Un indicador de presión, interruptor de alta presión y un interruptor de baja presión para cada junta, en cada ducto de entrada.
  2. Termómetro indicador con dos contactos regulables independientes, en cada circuito de aceite.
  3. Dos detectores de temperatura embebidos, en la cara rozante de cada metal en donde se presume los puntos más calientes.
- f) Sistema de aceite de lubricación: Adicionalmente se incluirá todo otro dispositivo de control y accesorios para una correcta operación de los metales, control de transferencia automática de los motores y medios, tales como válvulas varias. Si se recomienda tratamiento de vacío para el aceite lubricante se proveerán 2 bombas de vacío automatizadas (operación normal y respaldo).
- g) Control local y dispositivos de supervisión: Se montarán en dos cubículos apropiados de control, uno para el sistema de hidrógeno y el gas de barrido y otro para el sistema de aceite lubricante.
- h) Detectores de temperatura: Tendrán una resistencia de 100 o 250 $\Omega$  a cero grados (0°C).
- i) Dispositivos de control: Todas aquellas conexiones que requieran cableados hacia o desde el interior del generador serán canalizadas a través de cañerías selladas y convenientemente ubicadas hasta los terminales del tablero con sus reservas respectivas.

- j) Cables: Los cables de potencia y control serán de aislación resistente al fuego y al aceite, de baja absorción a la humedad. Los mismos requerimientos deberán cumplir los cables de interconexión (cubículos de excitación/rotor y cubículos de excitación/transformadores).
- k) Transformadores de corriente para el grupo generador: Se incluirán del tipo núcleo simple tipo ventana o aislador pasante, de 15Kv de clase de aislación (ANSI) o de 20 Kv de clase de aislación (VDE). Estarán montados anexos a cada generador. 3 en el extremo del neutro de cada fase y 3 en el extremo de la línea de cada fase. Para operación continua con máxima temperatura en el lugar de instalación. Deberán soportar  $1,2 I_n$ . Clase de exactitud de los transformadores:

1. Clase de precisión para protección: 5P10.
2. Clase de precisión para medición: 0,2FS5.

- l) Otros requerimientos: Los dispositivos de control y otros auxiliares deberán operar bajo suministro trifásico de 380 volt por fase, sin neutro y monofásico, 220 volt, a 50 Hz y 110 volt de corriente continua.

La confección, tipo y características del instrumental serán remitidos a la aprobación de inspección de obra.

### 38.9 Planos y reportes de cálculos.

Cumplidos 2 meses de la probación del contrato, el contratista deberá suministrar al menos:

a. Planos:

1. Esquema unifilar general de la central y servicios auxiliares.
2. Vista de corte del generador y componentes así como el acoplamiento de la turbina.
3. Vista de cortes y dimensiones para la fundación requerida enunciando las cargas correspondientes.
4. Planos mostrando repuestos mínimos y requerimientos de grúas con el propósito de montar, mantener y desmontar el generador.
5. Vistas de corte mostrando detalles de los cojinetes del generador incluyendo el sistema de medición de vibración.
6. Mostrar detalles y espesores de los diferentes materiales al menos en dos vistas de corte de las barras de armadura.
7. Bosquejo mostrando el sistema de excitación y disposición ó bosquejo de los cubículos para los componentes.
8. Plano del núcleo del rotor.
9. Plano del núcleo del estator.
10. Plano del arrollamiento de campo.
11. Plano del arrollamiento del estator.
12. Plano del sistema de excitación.
13. Plano del sistema de enfriamiento para el estator, rotor y cojinetes.
14. Planos de la disposición de terminales del generador.
15. Planos de control del generador y sistema de medición.
16. Planos de la ubicación de los termómetros y sensores de medición para el rotor, estator, cojinetes y sistema de enfriamiento.
17. Todo otro plano y descripción apropiada del equipamiento provisto.

b. Reporte de cálculos:

1. Corto circuito de los generadores.
2. Operación desbalanceada de corta duración.
3. Potencia magnética en los polos.
4. Bobina de amortiguamiento.
5. Fundaciones y carga de base del estator.
6. Espectro de velocidades críticas.
7. Cálculo de aumento de temperatura.
8. Cálculo de los circuitos de ventilación
9. Distribución de cargas de fundación.
10. Dimensionamiento del puente de tiristores para condiciones de sobre carga nominal (excitación estática).
11. Cálculo de la excitación de partida.



**ART. 39°: SISTEMA DE EXCITACIÓN.**

Estará de acuerdo al sistema normal de diseño del fabricante tal como diodo rotante a escobilla con excitador, o de tipo puente estático de tiristores; la tensión nominal será elegida por el oferente.

El sistema de excitación será apto para operar el generador a plena carga, con factor de potencia y frecuencia al 105% de tensión nominal, usando solo el 75% de la excitación total y el 85% del total de los rectificadores reguladores de tensión.

El diseño del equipamiento de excitación será tal que la tensión más elevada sea alcanzada a 5/4 de la carga con un factor de potencia de 0,7.

Todas las celdas de los componentes y sistemas de excitación, serán instaladas e incluidas en el compartimiento de servicios auxiliares del grupo turbogenerador.

Habrán fusibles para proteger cada dispositivo o al menos, cada rama de puente.

**ART. 40°: REGULADOR DE TENSIÓN.**

Se proveerá un regulador de tensión del tipo de estado sólido, con control automático y manual, con un control de desviación de  $\pm 0,5\%$  desde sin carga a carga plena y a frecuencia nominal. Deberá proveerse también un apropiado sistema de control de transferencia con interruptor de transferencia, medidores y controles necesarios para una transferencia sin saltos, suave para el control de tensión desde automático a manual y viceversa.

Esta transferencia se iniciará automáticamente ante la eventual falla súbita del regulador de tensión o en el transformador de tensión asociado; además, será posible el control manual desde un pupitre de control remoto en la sala de control.

Quedará a cargo del contratista el suministro de todo tipo de elementos auxiliares requeridos, como seccionadores de campo del generador, resistor de descarga/supresión, reóstato d ajuste de tensión operado por motor y otros que pudieran ser requeridos para seguridad y operación continua.

- El regulador permitirá una correcta operación en paralelo del generador con sistemas asociados de 500 kV y 132 kV en todas las condiciones de operación, sin necesidad de elementos adicionales.
- Incluirá una compensación ajustable para el funcionamiento en paralelo asegurando y adecuando la distribución de carga reactiva y permitiendo ajustar el estatismo.
- El regulador de tensión, el puente de tiristores, el circuito de excitación, los dispositivos de control, protecciones y señales serán instaladas en celdas cerradas metálicas.
- Las uniones de barras y terminales roscados estarán plateados con al menos 15 micrones de espesor.
- Las barras de corriente alterna y continua tendrán una cubierta de aislación de acuerdo a la clase de aislación de este equipamiento.

### **ART. 41º: EQUIPAMIENTO DE SINCRONIZACIÓN.**

Se proveerá un aparato electrónico de sincronización de paralelo del tipo “plug-in”.

La sincronización de la conexión al circuito principal de alta tensión deberá ser posible usando un aparato de conexión automático; en general el interruptor estará sincronizado por un programa automático, pero también será posible la sincronización convencional manual.

Los aparatos automáticos para la conexión en paralelo serán instalados en cubículos, en la zona de las celdas de interruptores. Además, se ubicarán en el mismo cubículo, equipos requeridos como, transformador intermedio, compensadores, limitadores de diferencia de tensión, limitador de ángulo de cierre, duración de pulso, etc.

Los instrumentos de sincronización tal como el voltímetro doble, el sincronoscopio y el medidor de frecuencia doble, serán montados en la estructura y serán instalados en el panel de medición en la sala de control.

Los botones para realizar la regulación de velocidad, el ajuste de tensión, etc. Deben ser provistos y montados en el pupitre de la sala de control.

**ART. 42°: PRUEBAS EN FÁBRICA.**

Todos los equipamientos suministrados bajo este contrato, estarán sujetos al menos a los siguientes ensayos en presencia de la inspección de obra o un representante autorizado.

## a. Materiales.

Con respecto a los ensayos que pueden llevarse a cabo bajo las normas prescriptas o requeridas por la inspección de obra para certificar las características, propiedades o composición de los materiales empleados o la calidad de la mano de obra, deberán realizarse los siguientes:

1. Ensayos no destructivos en el rotor y ejes, incluyendo ensayos ultrasónicos y magnéticos.
2. Ensayos no destructivos en el rotor y campanas (calotas).
3. Ensayos magnéticos en el núcleo del estator antes de colocar el arrollamiento para detectar puntos conflictivos.
4. Ensayos de presión en los enfriadores, intercambiadores de calor y elementos de sus circuitos.
5. Ensayos de presión en otros elementos operando con aceite, dióxido de carbono a presión, tales como caños, válvulas, etc., a 1,5 veces la presión máxima de trabajo.

## b. Bobinados del estator y rotor.

Las barras o bobinas del arrollamiento estatorico, antes de ser colocados serán sometidas a los siguientes ensayos:

Ensayo de Tg  $\delta$  a todas las bobinas, conforme a la NORMA VDE 530.

***Armado y conectado del bobinado en él:***

## A. ESTATOR:

Medición de resistencia óhmica de cada fase.

Tensión aplicada con corriente alterna.

- Con corriente continua:

Saltos de tensión hasta 5 kV.

Índice de polarización y medición de la aislación.

- Medición de la capacidad del estator en c.c de c/u de las fases.
- Medición de la constante de tiempo.
- Con corriente alterna:
  - Medición de la capacidad y Tg  $\delta$  para 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 y 1Un.
  - Medición de descargas parciales aparentes para 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 y 1Un.
  - Medición de energía de descargas parciales por método del lazo para 0,6 y 1 Un.

B. ROTOR:

- Medición de la resistencia óhmica de la mitad del bobinado.
- Medición de la resistencia óhmica de todo el bobinado.
- Medición de la aislación e índice de polarización (con 500 Volt).

Tensión de impulso máximo 1500 Volt comparando las dos mitades del bobinado.

c. Aisladores de barras (bushings).

Cada aislador terminal, antes de ser montado en el estator, será sometido a ensayos de resistencia a tensión y a frecuencia nominal, en seco, un minuto a 55 kV rms, en todos los aisladores.

d. Generador.

Será ensamblado en fábrica para ser ensayado y verificar características de acuerdo al siguiente listado:

- Curva de saturación sin carga entre 0 y 1,25 veces la tensión nominal.
- Curva de saturación en cortocircuito entre cero y 1,25 veces la corriente nominal.
- Análisis de armónicos en la curva de tensión en todas las fases y determinación de factor de influencia telefónica.
- Determinación de pérdida de la armadura, Potier, secuencia negativa, secuencia cero, sincrónica, reactancia transitoria y subtransitoria.
- Determinación de las constantes de tiempo subtransitoria, transitoria y de cortocircuito de armadura.
- Capacitancia de arrollamiento de armadura entre fase y tierra.
- Factor de pérdida de cada fase de armadura.
- Medición de todas las pérdidas desagregadas o separadas y determinación de la eficiencia.
- Ensayos de calentamiento en funcionamiento para verificar los rangos de temperatura especificados.

e. Rotor.

Será sometido a los siguientes ensayos:

- Balanceo dinámico a velocidad nominal.
- Ensayo de sobre velocidad al 120% de la velocidad nominal durante 5 minutos.

f. Sistemas de excitación.

Quedara a cargo del contratista proponer un programa completo de ensayos a desarrollar sobre el sistema de excitación, acordado previamente con la inspección de obra.

- g. Otro equipamiento.
- Ensayo completo de todo dispositivo de control, instrumentos, accesorios y elementos auxiliares para garantizar su correcta operación.
  - Ensayos completos de los reguladores de tensión y otros componentes del sistema de excitación para asegurar una operación correcta y estable.

- h. Ensayos en sitios.

Deberá proponer para la aprobación a la inspección de obra, un programa completo de ensayos para ejecutar durante la construcción, el montaje y puesta en servicio del equipamiento auxiliar.

### **ART. 43°: TRANSFORMADORES DE POTENCIA.**

La configuración se determinará sobre la base de aspectos como el nivel de reserva de transformación existente en la estación, la disponibilidad de vías alternativas del suministro, o los criterios para expansión del SADI que eventualmente la regulación establezca en el futuro, priorizando como meta reducir al mínimo el corte de demanda ante la contingencia simple.

Los transformadores serán de tres arrollamientos (500/132/13,2 kV), el terciario será de 132 kV para ser utilizado en la alimentación de servicios de demanda local.

Serán aislados en aceite con refrigeración natural o forzada, ONAN/ONAF/OFAF. Deberán poseer regulador bajo carga con regulador automático de tensión del lado de 132 kV; y deberán responder a la NORMA IEC 60076.

### **ART. 44°: APARATOS DE MANIOBRAS, MEDICIÓN, PROTECCIÓN Y CONTROL EN ALTA TENSIÓN.**

Deberá estar de acuerdo a las normas internacionales IEC o ANSI, a la resolución ENRE N° 558/2003 y a las especificaciones técnicas de TRANSENER S.A.

- a. Interruptores.

Deberán ser capaces de cerrar, conducir e interrumpir los niveles nominales de corrientes en condiciones normales de operación del sistema. Asimismo, deberán cerrar, conducir durante un tiempo especificado e interrumpir los niveles de corrientes especificados bajo condiciones anormales.

En lo que respecta a características generales y ensayos, deberán responder a las normas IEC 60056.

La cantidad de cámaras de extinción será función de los valores de potencia a interrumpir.

Podrán utilizarse distintos tipos comunes de sistema de accionamiento para sistemas de transmisión:

- Hidráulicos con sistema de alta presión de aceite.
- Neumáticos con sistema de aire comprimido individual o de conjunto.
- A resortes mediante la carga por un motor eléctrico.

b. Seccionadores.

Deberán poder abrir y cerrar circuitos con corrientes residuales, conducir permanentemente las corrientes nominales y durante el tiempo especificado las corrientes anormales, como ser las de corto circuito.

Los sistemas de puesta a tierra deberán poder soportar durante el tiempo especificado las corrientes de falla.

c. Transformadores de corriente.

Deberán ser especificados sobre las bases de la corriente primaria y la clase de precisión.

Deben cumplir las prescripciones de la norma IEC 60185. La clase de los transformadores de medida estará fijada por el uso: medición convencional (clase 0.5), medición según las especificación CAMMESA (clase 0.2) y protecciones con clase 5P.

El factor de sobre corriente en los núcleos de protección debe ser alto para mantener bajo el error en el rango de corrientes de cortocircuito (6 u 8 veces la corriente nominal).

d. Transformadores de tensión.

Pueden ser inductivos o capacitivos en baño de aceite con aislador de porcelana.

En los rangos de extra alta tensión, serán utilizados exclusivamente los de tipo capacitivo.

Los transformadores de tensión deberán satisfacer los requisitos de compatibilidad electromagnética, verificándose por medio de mediciones RIV y de tensiones transitorias transferidas, según las últimas prescripciones de la norma IEC 60044-2.

e. Descargadores de sobre tensión.

Los descargadores de sobretensión de uso actual, que utilizan resistores de oxido metálico, deben ser seleccionados en base a los siguientes criterios:

- Máxima tensión de frecuencia industrial.
- Capacidad de absorción de energía.
- Nivel de protección requerido.

De acuerdo a la norma IEC 60071, el nivel de protección requerido surge del estudio de coordinación de la aislación como relación con respecto a la tensión de impulso del equipamiento protegido.

Este, deberá emplazarse lo más cerca posible del equipo a proteger.

f. Otros equipos.

Serán de acuerdo a la resolución ENRE N° 558/2003 y a las especificaciones técnicas de TRANSENER.

### **ART. 45°: APARATOS DE MANIOBRAS, MEDICIÓN, PROTECCIÓN Y CONTROL EN MEDIA TENSIÓN.**

#### a. General.

Las celdas serán aptas para instalación interior, blindadas, aisladas en aire. El proyectista definirá las características de diseño de las celdas a proveer: esquema unifilar, cantidad de celdas, tensión, nivel de cortocircuito, intensidades nominales del conjunto y de cada salida, protecciones, equipos de medición y registro, y características específicas de los diferentes aparatos a proveer.

Cada celda quedara separada de las adyacentes por un tabique cuyas características mecánicas asegurara la no programación, a las celdas contiguas, de fallas, explosiones y/o sobre presiones internas que pudieran producirse. Además, de ser provistos de interruptores extraíbles, intercambiables con los de las demás celdas sin necesidad de desenergizar el conjunto.

Se proveerán llaves de puesta a tierra integradas en las barras para su puesta a tierra, en ambos lados de los interruptores de acoplamiento.

### **ART. 46°: APARATOS DE MANIOBRAS, MEDICIÓN, PROTECCIÓN Y CONTROL EN BAJA TENSIÓN.**

Se diseñaran las instalaciones de baja tensión de manera tal que, además de los equipamientos requeridos por el proyecto, cada interruptor deberá tener 5% de unidades de repuesto y un 5% de espacio de reserva para futuras ampliaciones.

Los principales distribuidores para iluminación cubrirán toda necesidad para la salida de subalimentadores de iluminación de acuerdo a los requerimientos del sistema de iluminación, junto con todos los alimentadores necesarios para cargas de pequeña potencia y servicios.

### **ART. 47°: MOTORES ELÉCTRICOS.**

La potencia de los motores será determinada de acuerdo a los requerimientos mecánicos, ciclo de trabajo y posibles descargas de la maquina operada por cada motor. Los motores deben ser para operación continua.

### **ART. 48°: CABLES DE POTENCIA, DE CONTROL Y MEDICIÓN.**

Los cables de potencia de media tensión deberán estar aislados en caucho base etileno-propileno y pudiendo ofrecerse cables de cobre aislados en polietileno o cables XLPE. Todos los cables de media tensión deberán ser resistentes al fuego.

Los cables de potencia de baja tensión, de control y de medición deberán ser de cobre, enfundados y tener aislación del tipo etileno, vinyl, acetato (EVA), también deberán ser resistentes al fuego.

Los cables y barras aisladas deberán ser aptos para su tendido interior, al aire, en ductos, en bandejas, en la tierra y en el agua. Deberán ser provistos con identificación en ambos extremos mediante etiquetas numeradas en correspondencia con el sistema de codificación establecido para el proyecto.

Los cables de potencia de media y baja tensión y de CC así como los cables para transformadores de instrumentos deben generalmente ser tendidos separados.

## **ART. 49°: BATERÍAS Y CARGADORES DE BATERÍAS**

La distribución principal de 110 VCC será suministrada por baterías (2x100%) y rectificadores (2x100%).

La distribución principal de 220 VCC será suministrada por baterías (2x100%) y rectificadores (2x100%).

- Batería 100% significa que la misma deberá alimentar toda la carga de CC, al menos durante una hora, manteniendo los límites de tensión permitidos del sistema en su conjunto.
- Rectificador 100% significa que el mismo deberá alimentar toda la carga de CC, y al mismo tiempo ser capaz de mantener y reponer la carga de ambas baterías.

El suministro principal de carga segura en CA será realizado mediante inversores (2x100%) con unidad conmutadora electrónica.

- Inversor 100% significa que el mismo deberá alimentar toda la iluminación de emergencia y la carga de CA.

## **ART. 50°: ILUMINACIÓN.**

### **50.1 Iluminación interna y general.**

Las luces de señalización de la chimenea central, deberán establecerse de acuerdo con las reglamentaciones vigentes para tal caso.

Todos los artefactos de iluminación y todo el equipamiento que comprende las unidades de sub-distribución de iluminación deberán satisfacer los requerimientos de operación, y diseñados para una operación entre 185 V y 255 V, 50 Hz.

### **50.2 Iluminación de emergencia.**

En la eventualidad de la salida de un circuito principal, el dispositivo de control automático deberá conmutar al sistema de iluminación de emergencia.

La iluminación de emergencia debe ser instalada como iluminación pura para las rutas de escape. Adicionalmente se proveerá de luces de seguridad con la palabra salida, en todas las salidas de los edificios y rutas de escape.

### **50.3 Niveles de iluminación.**

Serán seleccionados según la ubicación el tipo de iluminación, de la siguiente forma:

- Del tipo fluorescente de baja emisión, en sala de interruptores y sala de relés.
- Del tipo fluorescente hermético, en sótanos, ductos de cables, etapas intermedias en la planta, sala de caldera, escaleras, corredores, pasillos, campos de transformadores, planta de tratamiento de agua, sala de bombas, nave de la turbina y sala de baterías.
- Del tipo fluorescente apto para su operación en cielorrasos acústicos, en escaleras, corredores, pasillos, oficinas, sala de control, sala de control de planta de tratamiento de agua, baños, toilettes, lavaderos y resto de salas.
- Del tipo halógena, en nave de la turbina.

### **ART. 51°: TOMAS PARA USO GENERAL Y DE POTENCIA.**

Tanto los enchufes como los tomas, deben estar de acuerdo con las recomendaciones IEC.

Cada toma estará equipada al menos con los siguientes requerimientos mínimos:

- Con las entradas necesarias para cables de alimentación y los enchufes necesarios.
- Con fusibles en las tapas de la caja metálica.
- Con interruptores manuales precediendo los fusibles de circuitos del toma en la tapa de la caja metálica.
- Con toma trifásico 380 V, 125 A y 63 A, 4 polos (tres fases y tierra).
- Con toma 380 V, 32 A, a terminales con tornillos, 4 polos (tres fases y tierra).
- Uno o dos tomas monofásicos de CA 220 V, 16 A, a tornillos, 3 polos (fase, neutro y tierra).
- Con todas las bases de fusibles necesarios, conexiones y terminales y cualquier otro accesorio necesario.

Las tomas deben alimentarse independientemente del tablero de sub-distribución de la iluminación.

### **ART. 52°: SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.**

Se diseñara la configuración más conveniente del sistema de acuerdo a la resistividad del terreno; como conductores enterrados de puesta a tierra deberán utilizarse conductores de cobre, trenzados con cubiertas de plomo.

Se utilizara un conductor, para el sistema de protección contra descargas atmosféricas, de cobre macizo, redondo de 8 mm de diámetro, con cubierta de plomo.

### **ART. 53°: PARTES DE REPUESTOS.**

Deberán ser provistos por el contratista, considerando un periodo de operación de tres (3) años.

## **ART. 54°: OBRAS CIVILES, ESTRUCTURAS METÁLICAS, ARQUITECTURA, ELECTROMECAÑICAS Y COMPLEMENTARIAS.**

### **54.1 Normas aplicables a las obras civiles, estructuras metálicas y arquitectura.**

Para el diseño, construcción, fabricación, suministro y montaje de las obras civiles, las estructuras metálicas y las terminaciones de arquitectura de la central termoeléctrica, el contratista deberá considerar en el proyecto, cálculo y ejecución de todas las obras civiles necesarias, en todo lo que no se contrapongan a estas especificaciones, las siguientes normas y reglamentos:

- CIRSOC 201: proyecto, cálculo y ejecución de estructuras de hormigón armado y pretensado.
- CIRSOC 301: proyecto, cálculo y ejecución de estructuras de acero para edificios.
- CIRSOC 302: fundamentos de cálculo para los problemas de estabilidad del equilibrio en las estructuras de acero.
- CIRSOC 302/1: métodos de cálculo para los problemas de estabilidad del equilibrio en las estructuras de acero.
- CIRSOC 303: estructuras livianas de acero.
- CIRSOC 304: estructuras de acero soldadas.
- CIRSOC 101: cargas y sobrecargas gravitatorias para el cálculo de estructuras de edificios.
- CIRSOC 102: acción del viento sobre las construcciones.
- CIRSOC 103: normas argentinas para las construcciones sismo resistentes
- STRUCTURAL WELDING CODE: norma de soldadura de la AWS. (american welding society)

Como resultado se deberán entregar memoria descriptiva y los planos de diseño básico de cada una de las obras civiles y estructuras metálicas, con sus dimensiones y formas, indicando las cargas que actúan sobre ellas y todas las condiciones que deben cumplirse para hacer el diseño de detalles.

### **54.2 Diseño de detalles.**

Se deberá realizar el diseño de detalle de la obra civil y estructuras metálicas.

Se entiende por ingeniería de detalle todas las tareas profesionales tendientes a la resolución técnica constructiva de los detalles específicos de la obra. La contratista presentará previo a la ejecución de las tareas a la inspección de obra para su aprobación, la documentación completa ejecutiva de obra que incluye:

- Planta cortes de agrimensura.
- Planta de replanteo Gral., cortes y vistas en escala 1:1000
- Planta de replanteo de arquitectura por tramo, cortes y vistas en escala 1:75
- Planta de replanteo de estructura por tramo, cortes, vistas y planillas en escala 1:75 y calculo estructural completo
- Planta de replanteo de instalaciones por tramo, cortes y vistas en escala 1:75
- Planta de replanteo de sistemas principales y sub sistema de la central por tramo en escala 1:75
- Detalles constructivos 1.20 / 1.10 / 1.5 y 1.1
- Detalles de montaje
- Planilla de locales
- Planilla de carpinterías.

### **54.3 Interferencias.**

El contratista deberá remover y/o reponer instalaciones existentes, o realizar los desvíos necesarios, para esquivar elementos enterrados que interfieran con la ejecución de las obras, sin que esto ocasione costos adicionales.

### **54.4 Tabla de tolerancia de construcción civil.**

*Véase tabla III de la sección de tablas.*

### **54.5 Materiales de reposición.**

Será provista la cotización por el contratista, en el caso eventual de reparaciones que pudieran ejecutarse en el tiempo

Todos los elementos serán transportados por el contratista en el lugar que indique la inspección de obra.

### **54.6 Previsiones para trabajos de reconstrucción, remodelación, restauración y puesta en valor.**

Para toda construcción y en los rubros que corresponda, el contratista tomara las medidas necesarias para obtener el resultado exigido; ello implica que deberá contar con el material humano altamente capacitado y experimentado para tal fin, mencionando los candidatos y antecedentes, a título indicativo.

Las exigencias planteadas en este artículo al contratista, deberán ser comprobables por la inspección de obra antes de iniciadas las obras. (De no ser así será causa de rescisión del contrato por culpa del contratista).

### **54.7 Coordinación con empresas de servicios para la provisión de servicios básicos.**

Atento a la falta de existente de instalaciones de servicios públicos en el área a intervenir, será obligación del contratista, gestionar ante cada una de las empresas la documentación pertinente y solicitar si correspondiere las inspecciones de obra a fin de proveer dichos servicios durante la obra y una vez operando la central de la cual será única responsable.

Quedara a cargo del contratista informar:

- 1) Fecha de iniciación de los trabajos con una antelación de 45 días corridos.
- 2) Todos los cambios en el proyecto y obra de la provisión llave en mano de una central termoeléctrica a carbón que puedan afectar las instalaciones de las distintas empresas prestadoras de servicios públicos.
- 3) Plano con delimitación exacta del área de intervención afectada por la obra.

#### **54.8 Normas de seguridad e higiene para las empresas subcontratistas.**

Será cumplimiento de toda norma por parte de las subcontratistas que desarrollen actividad para la contratista. Deberán acreditar documentación de afiliación de su personal a una aseguradora de riesgo de trabajo (A.R.T).

Los turnos de trabajo deberán adecuarse a la ley de contrato de trabajo, con relación al tiempo de descanso de 12 horas entre jornadas.

El personal deberá vestir indumentaria que identifique a la empresa para la cual prestan servicio. Por otra parte cada subcontratista designará un representante de seguridad que cumplirá, además de las obligaciones fijadas por el decreto 351/79 para los servicios de higiene y seguridad en el trabajo. Asimismo el subcontratista deberá tomar los recaudos necesarios a fin de disponer los residuos generados por su actividad, cumpliendo de ser necesario lo establecido por la ley N° 24.051 de residuos peligrosos.

Las condiciones de circulación de personas, herramental y materiales de obra por la zona son las requeridas por la comisión nacional de regulación del transporte y la provincia de Santa Cruz.

### **ART. 55°: TRABAJOS PRELIMINARES.**

#### **55.1 Trámites, derechos y planos.**

El contratista deberá proveer en su cotización, la realización de los planos, la aprobación de los mismos por el organismo competente y tramitaciones con final de obra, bajo la supervisión de la inspección de obra.

La documentación citada definitiva deberá ser presentada en originales, copias y soporte magnético, antes que se realice la recepción final de las obras.

La empresa contratista deberá realizar toda la documentación gráfica y escrita, tramitaciones, presentaciones y pagos de derechos ante las empresas de servicios, organismos nacionales y dependencias de los gobiernos local, provincial y nacional, debiendo presentar a la inspección de obra la documentación aprobada por las mismas.

#### **55.2 Agua para construir.**

Deberá ser apta para la ejecución de la obra, su obtención y consumo será costeadada por el contratista a cuyo cargo estará el pago de todos los derechos que pudieran corresponder por este concepto, los que no le serán específicamente reembolsados, considerándose todo ello incluido en la propuesta adjudicataria.

#### **55.3 Energía eléctrica de obra.**

La obtención y consumo de energía para la ejecución de la obra, serán costeadados por el contratista, a cuyo cargo estará el tendido de las líneas provisorias con ajuste a las exigencias de carácter técnico reglamentarias para dichas instalaciones o bien, la instalación de grupos generadores de capacidad acorde a las necesidades de la obra.

#### **55.4 Cartel de obra.**

El contratista colocará en el lugar que lo indique el ministerio tres (3) carteles de obra acorde al plano que se adjunta; quedando prohibido colocar publicidad.

### 55.5 Corte de arboles y retiro de tocones.

Se retiraran todos los arboles y tocones que a juicio de la inspección de obra molesten para la ejecución de las tareas encomendadas.

### 55.6 Replanteo, nivelación, sondeos y análisis del suelo.

El contratista deberá efectuar los estudios de suelo necesarios a los efectos de garantizar la materialidad del proyecto, antes del replanteo y nivelación de las obras. Realizara el trazado, amojonado y la verificación de ejes de referencia, ejes linderos, línea municipal y niveles de referencia.

Deberá solicitarse la ejecución de un estudio de suelos con la determinación de las siguientes características:

- Ensayo de penetración: determinación del número de golpes necesarios para penetrar la saca muestras a través de 30 cm de suelo para valoración de consistencia o densidad relativa de los suelos.
- Determinación de las características físicas de los suelos: humedad natural, limite liquido, liquido plástico, índice de plasticidad y contenido de granos finos (tamiz 200), pesos unitarios natural y seco.
- Realización de ensayos triaxiales escalonados no drenados para la obtención de los parámetros de corte (cohesión "c" y ángulo de fricción interna "φ").
- Clasificación de los suelos de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos.
- Determinación del nivel de agua.
- Determinación de las tensiones admisibles para fundaciones directas por zapatas a profundidades que oscilen entre 0 y 1 m sobre el nivel del suelo del nivel natural del terreno.
- Determinación de los diagramas de empujes de suelos para el cálculo de las entibaciones.
- Determinación de la agresividad de los suelos y agua al acero y hormigón.
- Las perforaciones serán de 15 m de profundidad.
- La cantidad total de perforaciones será de 2 por cada sector en donde se efectúen bases nuevas según proyecto y en los sectores que la inspección lo considere necesario se harán 4 perforaciones mas en cada una.
- Deberá solicitarse la presencia del asesor de suelos durante la realización de las excavaciones y fundaciones, para cualquier aclaración o divergencia con los estudios que se realicen.

### 55.7 Comunicación, señalización y prevención.

Quedara a cargo del contratista la realización de impresión de folletos informativos necesarios que suponga la ejecución de las obras. Esto posibilitara la comunicación permanente entre el personal y público en general con el contratista y el gobierno de la nación, de la provincia y municipal, a fines de evitar desinformaciones y demoras que efectúen el normal cumplimiento de los plazos de ejecución de obras establecidos.

Asimismo, de la carcerería necesaria para la agilidad del movimiento peatonal, vehicular, seguridad y prevención en el área de ejecución de los trabajos.

El contratista deberá contratar el servicio de policía local adicional durante el tiempo de ejecución de las obras.

Además, deberá cumplir con lo dispuesto en la ley N° 24.449, Dto. Reg. 779/95 y demás normativas provinciales y municipales referentes al señalamiento y demarcación de la zona de trabajos, y mientras

dure el cierre se contara con el apoyo permanente de la policía local, debiendo permitir en todo momento el paso de vehículos de emergencia.

### 55.8 Rellenos, compactación, excavaciones y terraplenamiento.

Cuando el relleno se efectuara con suelos libres de restos orgánicos o industriales provenientes de la excavación si son aptos, o de canteras de préstamos, seleccionados para lograr la densidad necesaria exigida en su compactación. Se distribuirá en capas sucesivas de 20 cm de espesor manualmente o con maquinas adecuadas.

Para lograr la compactación el contratista se encargara del riego necesario a su cargo, y cuando el contenido de humedad sea igual o mayor a 80% del límite plástico, se suspenderá la compactación hasta la evaporación del exceso de agua. Si terminada la compactación se advierte zonas elásticas o comprensibles en exceso de cargas, la inspección de obra podrá ordenar el total reemplazo y re compactación.

100

### ART. 56°: HORMIGÓN ARMADO.

El contratista aplicara todo lo especificado en el reglamento CIRSOC 201 “proyecto, cálculo y ejecución de estructuras de hormigón armado y pretensado” y sus anexos, con los complementos o eventuales modificaciones indicadas en este documento.

Se deberán extremar las precauciones en la selección de materiales a utilizar, a fin de evitar que s presenten elementos potenciales para desarrollar la reacción álcali – agregado. Por lo tanto, deberá entregarse el correspondiente certificado de origen de cada uno de los materiales que constituirán los hormigones, donde s acredite la inexistencia de tal posibilidad y tener en cuenta las condiciones climáticas adversas de la región.

Los materiales a utilizar para la elaboración de hormigón deben reunir las siguientes condiciones:

- **Cemento:** será del tipo portland normal; en un mismo elemento estructural no se usaran cementos de diferentes marcas.
- **Agregados:** estos, provendrán de la desintegración natural o trituración d rocas de composición y características adecuadas; tendrán una granulometría continua.
- **Agua:** la empleada para mezclar y curar el hormigón y para lavar los agregados deberá ser limpia, libre de impurezas, no contendrá aceites, grasas, materias orgánicas, ni otras sustancias extrañas.
- **Aditivos:** los que se utilicen en los hormigones deberán carecer de cloruros en su composición química; en el caso de tener que utilizar acelerantes de fragüe, se deberá que solicitar autorización y acordar con la inspección de obra.

Es admisible utilizar fluidificantes retardadores de fragüe a fin de lograr asentamientos necesarios con las relaciones a/c especificadas.

**ART. 57°: ENSAYOS DE CARGA.**

Se ejecutaran estos, en cualquier estructura a indicación de la inspección de obra, bien para la simple comprobación de la bondad de la misma o para saber a qué atenerse sobre la calidad y condiciones de las que por cualquier circunstancia resultaran sospechosas; la programación y ejecución de los ensayos de carga estarán a cargo de equipos de profesionales o laboratorios especializados que posean la aprobación previa de la inspección de obra. Los ensayos serán por cuenta del contratista.

**ART. 58°: PAVIMENTOS.**

El suministro incluye caminos para dotar de accesos a la nueva planta desde caminos existentes; estos deberán ser construidos con hormigón, y deberán soportar las cargas más pesadas: 5000 kg por eje, a que puedan estar sometidos durante la construcción, montaje y mantenimiento de la planta. El sistema de drenaje de los mismos deberá ser diseñado en base a la intensidad de lluvias de la ciudad de Río Turbio.

El contratista deberá entregar con la oferta un plano donde indique las áreas pavimentadas.

**ART. 59°: INSTALACIONES SANITARIAS.****59.1 generalidades.**

En esta sección se especifican los trabajos de instalaciones sanitarias a cargo del contratista, cuya descripción sumaria es la siguiente:

- a) Desagües cloacales.
- b) Desagües pluviales.
- c) Provisión de agua fría.
- d) Artefactos y broncearía.
- e) Riego por aspersión.

**ART. 60°: TERMINACIONES DE ARQUITECTURA MÍNIMAS PARA LAS OBRAS CIVILES.****60.1 Pintura.**

Los trabajos se realizarán de acuerdo a las normas del arte, debiéndose en todos los casos limpiarse las superficies perfectamente, libres de manchas, óxidos, etc. Lijándolas perfectamente antes de recibir las manos de pintura. El contratista deberá presentar a inspección de obra, para su aprobación, el esquema de pintura a utilizar en las estructuras. Las pinturas serán de primera calidad, marca y tipos que se indiquen en cada caso, no admitiéndose sustituciones ni mezcla con pinturas de diferentes calidades.

Cuando se indique el número de manos a aplicar se entiende que es a título ilustrativo, se deberán dar la cantidad de manos que requiera un perfecto acabado, a juicio de la inspección de obra.

## 60.2 Las obras civiles.

Estas especificaciones corresponden a los requerimientos mínimos para las terminaciones de arquitectura de las obras civiles y estructuras metálicas de los distintos recintos y edificios que conforman la central termoeléctrica de Río Turbio.

**a) Normas, reglamentos y autoridades:**

Se deberá cumplir con las disposiciones establecidas en:

- Código de edificación de la municipalidad de Río Turbio.
- Reglamentación de normas de materiales aprobados y normas graficas para el cálculo de instalaciones domiciliarias e industriales de la ex-administración general de obras sanitarias de la nación y reglamentación de O.S.S.E.
- Reglamentación de infraestructura de GAS.

**b) Planteamiento general arquitectónico:**

El contratista deberá presentar un diseño de conjunto de la central, considerando su emplazamiento, expresión y tratamiento arquitectónico, tanto para las naves principales como para los edificios auxiliares.

Se deberá obtener entre todos estos volúmenes una relación armónica de tal modo que se defina un conjunto armónico y distribución acorde a la optimización funcional de la central.

**c) Formatos y escalas:**

Para la confección de planos se utilizaran preferentemente los formatos tamaños A0 y A1 con la viñeta en el ángulo inferior izquierdo.

Todos los planos serán dibujados utilizando de preferencia las siguientes escalas: 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000.

**d) Requerimientos para el diseño de edificios:**

el diseño arquitectónico estar de acuerdo a la planificación general de las obras del proyecto, de modo de satisfacer las necesidades incluidas en su alcance; de modo que proporcione condiciones de funcionalidad, durabilidad, seguridad y confort para el personal. Todos los materiales y productos de terminaciones serán de proveedores del mercado argentino, a menos que no exista suministro posible alguno.

**e) Funcionalidad:**

Cada edificio e instalación será diseñado teniendo en consideración todas las funciones y operaciones que el edificio o instalación debe servir.

Las dimensiones, forma, orientación y la relación con otros edificios o instalaciones serán determinadas a partir de los requerimientos específicos y deben tener en cuenta la futura, ampliación de los mismos.

**f) Seguridad:**

Los diseños se realizaran con espacios adecuados y seguros alrededor de todas las piezas de equipos. Las disposiciones dentro de cada edificio o instalación garantizaran una circulación segura y eficiente del personal o materiales.

**g) Cubiertas y cierres de protección:**

Se proveerá una adecuada protección del ambiente exterior, o condiciones agresivas debido al proceso, para todo el personal, materiales y equipos, utilizando protecciones y estructuras de cierre resistentes a la corrosión, ya sea en acero u otro material, según sea necesario.

Las soluciones de cerramiento de instalaciones, equipos y edificios, deberán considerar el control de la condensación que se pueda acumular en las caras interiores de los cerramientos.

**h) Aislación acústica y de vibraciones.**

Se proveerá una aislación acústica y de vibraciones tanto en muros, tabiques y cielorrasos, cada vez que sea necesario, para eliminar la transmisión de ruido o vibraciones a los recintos y salas, todo de acuerdo a los requerimientos de operación de equipos de precisión, de equipos que tengan exigencias de aislación de vibraciones para su óptima operación, de acuerdo a las normas respecto de los límites admisibles de ruido para operadores y de acuerdo a las normas y reglamentos del medio ambiente aplicables. Estas aislaciones acústicas serán provistas en muros y tabiques en torno a oficinas, sala de control, nave de turbina a gas, refugios de operadores de terreno, baños y salas de cabio, y en todos los casos que sea requerido.

**60.3 Consideraciones generales.**

Para las terminaciones de arquitectura serán responsabilidad del contratista y deberán someterse a la aprobación de la inspección de obra.

**a) Los materiales:**

Todos los materiales a emplear serán de primera calidad aprobados por la inspección de obra, exigiéndose el uso de elementos incombustibles en el diseño de las terminaciones.

**b) Las naves:**

Todas las naves deberán quedar conectadas en todos los niveles de operación.

**c) Las instalaciones sanitarias:**

Se deberá proveer tuberías aprobadas para los alcantarillados y cañerías de material apropiado, considerando bajas temperaturas, para el agua potable interior y exterior.

Debiéndose considerar como mínimo:

- Dos (2) baños de personal de turno. Estos deberán estar vecinos a la sala de mando y tener dos (2) W.C., un lavatorio y dos (2) urinarios el correspondiente para personal masculino.
- Kitchenette para personal de turno. Deberá tener espacio y conexiones de electricidad, agua fría y caliente y desagüe para una (1) pileta de cocina y cocina a microondas. Su ubicación será vecina a la sala de control.

**a) Las escaleras:**

Se deberá diseñar las escaleras de forma tal que siempre exista algún camino alternativo de escape en caso de posibilidad de incendio y si esto no es factible, se deben proyectar escaleras de incendio exteriores.

**b) Áreas verdes:**

Se propondrá en el diseño sectores de áreas verdes, parquización en las zonas adyacentes a los edificios, con el propósito de producir sectores con un control de la temperatura ambiente y disminuir la contaminación por polvo.

**c) Nave turbogeneradores:**

El contratista realizara el diseño, provisión y montaje de una nave para protección de los turbogeneradores; en el diseño se deberá tener en cuenta las características operativas y funcionales de la turbina como así también la facilidad para realizar las tareas de mantenimiento.

**d) Nave equipamiento de alta tensión:**

El contratista realizara el diseño, provisión y montaje de una nave para protección de los equipos de transformación a alta tensión, operación, maniobra y accesorios. En el diseño deberán tener en cuenta las características operativas y funcionales de la central como así también la facilidad para realizar las tareas de mantenimiento.

**e) Pavimentos:**

El pavimento del nivel del piso de la turbina debe tener una sobre loza de modo de cemento de 5 cm de espesor, ejecutada en proporción 1:3, afinada a grano perdido y terminación epóxica.

El pavimento del piso de sobre bases de hormigón será de cerámica de alto transito o similar de 20 cm x 20 cm color a definir por la inspección de obra.

**f) Desarme:**

Una vez terminados los trabajos encomendados, el contratista debe proceder al retiro de sus instalaciones de obradores y entregar el terreno en conformidad a inspección de obra.

## **ART. 61º: SEÑALÉTICA GENERAL.**

El tema de la señalética cumple papel esencial en este proyecto, se prevé:

- carteles indicadores.
- Carteles preventivos.
- Señalización de pisos (ciclo vías, etc.)
- Señalización en acera y calle.

## **ART. 62º: VARIOS.**

### **62.1 Muestras.**

Será obligación del contratista la presentación de muestras de todos los materiales y elementos a emplear e incorporar en la obra, para su aprobación.

### **62.2 Marcas y envases.**

Las marcas y tipos que se mencionan en la documentación contractual tienen por finalidad concretar las características y el nivel de calidad de los materiales, dispositivos, etc.

En todos aquellos casos en que en el pliego o planos complementarios se establezcan características de los materiales sin indicación de marcas, el contratista ofrecerá a la inspección de obra todos los elementos de juicio necesarios para constatar el ajuste de material o marca propuestos con las características especificadas a fin de aprobar o rechazar a su exclusivo arbitrio, la utilización del mismo.

### **62.3 Reuniones de coordinación.**

Dentro de las obligaciones del contratista, también deberá asistir junto a su representante técnico y los técnicos responsables de la obra, por las distintas empresas subcontratistas, a las reuniones ordenadas y presididas por la inspección de obra, a los efectos de obtener la necesaria coordinación entre las empresas participantes, suministrar aclaraciones a las prescripciones del pliego, evacuar cuestionarios, etc.

### **62.4 Sistemas patentados.**

Los derechos para el empleo en la obra de artículos y dispositivos patentados, se consideran incluidos en el precio de la oferta. El contratista será el único responsable de los reclamos que se promuevan por el uso indebido de patentes.

### **62.5 Protección de ecosistemas terrestres y acuáticos.**

El contratista deberá cumplir con las normas y reglamentos aplicables para cuidar el medio ambiente. Bajo ninguna circunstancia se permitirá dejar escombros en lugares distintos al que la inspección de obra defina.



**ART. 63°: CONDICIONES GENERALES PARA EL MONTAJE.**

Las siguientes cláusulas se refieren a la responsabilidad, forma de operar, derechos y obligaciones del contratista para la ejecución de los trabajos de montaje, puesta en servicio y terminaciones en el terreno.

a) Responsabilidad:

Se establece por la presente que la responsabilidad total y final por la correcta ejecución de todos los trabajos en los terrenos relacionados con el equipo y materiales incorporados es del contratista.

b) Uso de recursos disponibles en la obra:

El contratista podrá hacer uso, con autorización de la inspección de obra, de aquellos equipos y materiales incorporados ya montados y probados, dentro de las limitaciones de su naturaleza y características, siempre que a juicio de la inspección de obra sean indispensables para la prosecución de los trabajos de montaje.

c) Dirección y coordinación de los trabajos:

Estará a cargo del personal técnico superior del contratista, convenido en los documentos del contrato y aprobado por la inspección de obra. Debiéndose constituir en el lugar de la obra una oficina técnica de planificación, programación y control, dirigida por un ingeniero experimentado.

d) Uso de los recintos dentro de la central:

Podrá utilizar el contratista en actividades propias de los trabajos contratados todos los recintos, áreas y sectores en que el proyecto, contemple la instalación permanente de equipos, según programa de entrega de los mismos. De igual manera, podrá utilizar el patio de montaje sin entorpecer su propio ingreso.

Solo se podrán usar para transporte de equipos, y no como lugar de almacenamiento.

e) Montadores de las fabricas:

Al comprometer y destinar a la obra los montadores de las fábricas, tomara en cuenta para la ejecución de los montajes que:

- Deberá contar con todos los montadores de las fábricas que requiera el desarrollo del montaje, de acuerdo con el programa acordado y sus enclavamientos.
- La preparación profesional, experiencia y situación jerárquica del personal deberá corresponder con la ofrecida por el contratista y acordada en el contrato.
- Deberá incrementar la cantidad de montadores de fábrica para recuperar eventuales atrasos en el desarrollo de los trabajos.
- Al solicitar la aprobación al inspector jefe de cada montador propuesto por la fábrica, el contratista deberá indicar a cuales equipos y trabajos estará destinado la obra.

f) Condiciones ambientales:

- a. El contratista no podrá instalar dentro de los edificios de la central y en general en la cercanía de equipos de talleres de soldadura, de pinturas, fraguas, u otros que contaminen el medio ambiente.
- b. Cuando sea necesario perforar, escarificar o demoler hormigón se deberán humedecer las zonas comprometidas para evitar levantamiento de polvo.
- c. Cuando sea necesario hacer soplados con aire comprimido dentro de los edificios de la central y en general en la cercanía de equipos, el contratista deberá proteger aquellos equipos que pudieran quedar expuestos al polvo y partículas de cemento que se levantan al soplar, o incluso detener algún trabajo de montaje.
- d. Los trabajos de preparación del montaje e equipos que generen contaminación del medio ambiente deben ser realizados fuera del recinto de la central.
- e. Durante todo el periodo que abarca el montaje y pruebas de puesta en servicio de los equipos, el contratista deberá mantener las áreas de trabajo y tránsito ordenadas y limpias, para lo cual deberá disponer de personal de aseo con dedicación exclusiva.
- f. Para el montaje de equipos delicados y algunas tareas especiales, el contratista deberá proveer y disponer todos los recursos que se requieran para obtener y mantener una atmósfera y ambientes controlados.

g) Condiciones climáticas:

El contratista deberá prever en sus planes de trabajo las incidencias de las condiciones climáticas reinantes en la zona de implantación de la central, el desconocimiento del mismo, no será causal de justificación en moras de la concreción de la obra.

## CAPITULO II



## ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

### DIRECCIÓN TÉCNICA DE LA OBRA

La dirección y coordinación de los servicios de ingeniería estarán a cargo del personal técnico superior del contratista, se contará con una oficina técnica que será el organismo ejecutor de los servicios de ingeniería y la misma será dirigida por un ingeniero de amplia experiencia en el diseño de instalaciones electromecánicas de centrales termoeléctricas a carbón.

Este organismo ejecutor realizará todos los trabajos de ingeniería, excepto los trabajos que, por ser inherentes a los equipos, sean realizados por los propios fabricantes de dichos equipos.

Una vez comenzados los trabajos de construcción en el sitio, el organismo ejecutor de los servicios de ingeniería prestará todo el apoyo necesario por la dirección técnica a cargo de la construcción, del montaje de los equipos y sus pruebas y puesta en servicio, supervisará la correcta interpretación de los planos e instrucciones y se ocupará de que se realicen modificaciones de diseño cuando corresponda.

### PERSONAL AFECTADO POR EL PROYECTO

Respecto de la etapa de construcción y operación de la Central, el consorcio se ha comprometido en su oferta técnica a la maximización del aporte nacional argentino a la obra, así como a la contratación de empresas argentinas.

La generación de empleo se ha estimado en aproximadamente 1.500 puestos de trabajos, con un pico que superaría este valor.

En todos los casos, para la contratación de trabajadores se tendrá prioridad para los santacruceños en la medida de la disponibilidad de perfiles adecuados.

Una vez construida, la planta generará puestos de trabajo de forma permanente, de manera directa e indirecta, y estará constituido por:

- Personas residentes en la Villa Minera de Río Turbio.
- Personas residentes en la ciudad de 28 de Noviembre.
- Personas residentes en Río Gallegos / Río Grande.
- Personas de otras zonas de la Argentina.
- Personas de Nacionalidad Chilena.
- Personal de Dirección-Supervisión-Especialistas (parcialmente extranjeros).

Los días y horarios de trabajo, el régimen de trabajo y los horarios serán modificados según sea la época del año, las necesidades de la obra y la especialidad y el encuadramiento sindical que corresponda al personal involucrado.

La movilización del personal, desde sus respectivos domicilios y viceversa, estará a cargo del consorcio.

## **MOVIMIENTO DE SUELOS**

Los trabajos de topografía previos tendrán como objetivo encontrar la disposición óptima respecto a los ejes de la central de generación y el movimiento de tierras mínimo necesario para la realización de la explanación y preparación del predio.

Se realizará una localización planimétrica y altimétrica del área del proyecto en el terreno contiguo a la central y se definirán los ejes y levantamientos que serán la base de trabajo para el replanteo y ampliación.

Se ha previsto un movimiento de suelos que se corresponde con el desmonte de la capa de suelo vegetal en un espesor adecuado, realizando luego el relleno de material granular compactado al 90% del Proctor correspondiente.

Dicho material granular podrá provenir de desmontes cercanos o de una cantera previamente aprobada para tal uso por las autoridades competentes.

En forma preliminar, las cantidades de movimiento de tierra requerida se han calculado en base al plano de líneas de nivel incluido en los Pliegos de la Licitación y considerando como cota de explanación la del ferrocarril que discurre próximo a la parcela asociada.

En base a lo anterior se han determinado las siguientes cantidades:

- Retiro de suelo vegetal: 47.000 m<sup>3</sup>.
- Desmonte de suelo: 17.500 m<sup>3</sup>.
- Relleno y compactación del suelo: 202.000 m<sup>3</sup>.

## **CAMPAMENTOS**

El Campamento Grande estará ubicado en la Localidad de Río Turbio, comprendiendo las Manzanas 229 y 230 (edificios y pabellones cedidos por la Municipalidad), cuyo perímetro se encuentra conformado por las calles San Martín, 20 de Junio, Avenida de los Mineros y Avenida YCF.

El campamento Chico estará ubicado en la Localidad de 28 de Noviembre en sitio a definirse.

El Predio Central Termoeléctrica estará ubicado en la Localidad de Julia Dufour en las parcelas 35a y 35b.

Todos estarán equipados con los siguientes servicios:

- Cocina / Comedor.
- Salas de Recreación.
- Lavandería.
- Servicios de Hotelería.
- Dormitorios / Baños.
- Servicio de Mantenimiento y Limpieza.
- Viviendas.
- Servicio de Seguridad.
- Gimnasio.
- Policlínico y Enfermería.

La cocina, comedor y dependencias anexas se ubicarán en el predio de la central termoeléctrica, en la Localidad de Río Turbio o en ambos (a definir oportunamente) tendrán una superficie apta para disponer de comida y espacio para todo el personal afectado al proyecto.

El área de dormitorios y baños se desarrollará en etapas, según afectación del personal, dejando a consideración del comitente la definición del porcentual de construcciones permanentes que quedarán como definitivas una vez construida la planta.

## **OBRADORES**

Los obradores estarán equipados con los siguientes servicios y estructuras:

- Área de Oficinas.
- Oficinas Inspección de Obra.
- Oficina de QA/QC.
- Gerente de Construcción.
- Oficinas de Supervisión, Precomm/Comm y PEM.
- Jefatura de Obra / Coordinación de Producción.
- Control de Proyecto y Oficina Técnica.
- Oficina de Administración.
- Sala de Reunión / Área Común.
- Oficina de SSA.
- Baños de Oficinas.
- Oficina de Producción.
- Servicios Generales.

Área Acopio de Materiales – Taller de Prefabricado – Almacenes:

- Depósito descubierto.
- Oficinas de campo.
- Almacenes.
- Baños.
- Taller de prefabricado.

Los obradores y dependencias anexas se ubicarán en el predio de la central termoeléctrica, y formarán parte del grupo de edificios denominados como construcciones provisorias, distribuido convenientemente dentro del predio. Tendrán una superficie apta para disponer la cantidad de puestos de trabajo y la guarda de equipos, maquinarias y materiales necesarios para el desarrollo del proyecto.

El suministro de agua será por medio de una planta potabilizadora de agua del tipo compacta, modular, que incluye un tanque cisterna de almacenamiento, tráiler de operación y laboratorio de muestreo.

El uso de agua industrial será destinado para obras civiles, pruebas hidrostáticas y trabajos en general y, previo tratamiento (clorado) se podrá utilizar como agua para baños. En el Predio de la Central Termoeléctrica, se prevé la factibilidad de suministro de energía por intermedio de la red local, dependiendo de la disponibilidad y capacidad de la misma. En caso de no ser factible esta posibilidad, el suministro de energía se hará por medio de generadores, los que abastecerán energía en los lugares requeridos, como tableros para trabajos con herramientas, máquinas de soldar, obrador, cocina, comedor, campamento subcontratistas.

Los generadores serán montados sobre cubetas impermeabilizadas para contener derrames si fuera necesario. Se estima para el consumo del obrador cinco grupos electrógenos.

Para la evacuación y disposición de las aguas servidas se utilizará un sistema del tipo modular apto para tratar en conjunto una población de 1.500 personas.

Se diseñarán las instalaciones necesarias para detección, alarma y extinción de incendios, aptas para combatir en forma eficaz y oportuna un posible foco tanto en los lugares de trabajo, como en zona de campamentos y oficinas. La misma estará constituida por extintores de incendio seleccionados y

distribuidos según norma y disposiciones vigentes y una red fija de agua con distribución apropiada de grifos de pedestal, de acuerdo con los requisitos de la NFPA y regulaciones aplicables del estado local y la autoridad que tiene la jurisdicción, para los edificios salvo alguna indicación específica del Cliente.

### **POLICLÍNICO Y ENFERMERÍA**

El lugar de ubicación del edificio destinado a policlínico y enfermería será en el PCT (predio de la central termoeléctrica), y formará parte del grupo de edificios mencionados como de tipo permanente. Esta edificación estará acorde con los parámetros y normas nacionales de ventilación, iluminación, hermeticidad y seguridad para los trabajadores como para los equipos y materiales de la clínica.

### **DETALLE DE LAS OBRAS CIVILES**

En este punto se detallan las obras civiles a realizarse para la construcción de la subestación elevadora de 220 kV GIS de servicio interior y sus salidas de potencia a la intemperie y los trabajos de ubicación del terreno, su delimitación, limpieza y nivelación, y la construcción de un cerco perimetral complejo junto con su urbanización y que comprenderá las siguientes actividades:

- Trabajos de topografía y estudios del terreno.
- Movimientos de tierras y nivelación.
- Instalaciones provisionales u obradores.
- Construcción de fundaciones de equipos y estructuras.
- Ductos de cables de potencia y control.
- Excavación y relleno de zanjas para ampliación de la red de tierra.
- Red de drenajes y canaletas para cables de baja tensión.
- Nave de contención de la instalación GIS de 220 kV. Junto y contiguo a esta nave estará el edificio donde se ubicarán los servicios propios sistemas completos de protección, control y comunicaciones e instalaciones sanitarias y de aire acondicionado y calefacción.
- Fundaciones para los soportes de los ductos blindados y equipos exteriores.
- Urbanización y caminos perimetrales de mantenimiento y acceso al recinto desde la central.
- Canaletas para cables de baja tensión.
- Limpieza final.



## OBRAS CIVILES

### FUNDACIONES

Para las fundaciones principales se adoptaron las del tipo directo plateas, bloques, zapatas. Para fundaciones de equipos esbeltos y/o que transmiten cargas concentradas importantes se adoptaron pilotes pre-excavados y hormigonados in-situ. Para el resto de las fundaciones se adoptaron las de tipo directa.

Las fundaciones directas como:

- **Plateas:** se fundarán bajo los Generadores de Vapor, incluyendo los filtros de manga.
- **Bloques de hormigón:** se fundarán bajo los turbogeneradores, equipos varios en las instalaciones de manejo de carbón, de cenizas y de caliza, fundaciones de bombas, de motores diesel (Black Stara), fundaciones de equipos menores y de los transformadores (con recinto colector de aceite).
- **Zapatas:** se fundarán bajo los aerocondensadores, nave de turbogeneradores, equipos de manejo de carbón, cenizas y caliza, edificios con excepción de la nave de turbogeneradores, tanques (se realizará un anillo de hormigón y recinto de seguridad según corresponda), recipientes horizontales, aero-enfriadores motores diesel (Black Stara), muros corta llamas, bases de parrales, sleepers, soportes varios y columnas y torres de iluminación.

Las fundaciones indirectas como:

- **Cabezales con pilotes:** los cabezales podrán estar arriostrados o no según corresponda, se fundarán bajo este esquema los soportes de aperellaje, equipos varios de manejo de carbón, cenizas y caliza.
- **Bloques de hormigón con pilotes:** se fundarán bajo la chimenea y los generadores de vapor.

## **URBANIZACIÓN**

Se cercará todo el perímetro de obra, campamento, oficinas, depósitos de materiales y equipos que sean dispuestos a la intemperie. El predio, así delimitado, estará dotado de portones para el acceso de vehículos, maquinas, puertas y sendas peatonales delimitadas para la circulación de personas.

Las áreas de la subestación y de los transformadores contarán con cercos perimetrales.

En toda el área de la obra (obradores, campamento, depósito de materiales, almacenamiento de combustibles, etc.), se dispondrá de columnas de iluminación y eventualmente de torres, dispuestas estratégicamente para la iluminación generalizada de las zonas. En caso de ser necesario, se colocará iluminación localizada, para realizar alguna tarea particular en horarios extendidos.

La terminación superficial se realizará mediante grava en las áreas de procesos y espacios verdes consistentes en césped, arbustos y árboles autóctonos entre las calles exteriores y el predio de la parcela.

En el perímetro de la planta se realizará una zanja de guarda para impedir el ingreso de agua al área de la misma. La zanja será excavada en el suelo y sin revestimiento, asimismo, el predio de la planta tendrá una pendiente hacia el río para evacuar las aguas de lluvia que se acumulen en el mismo.

## **EDIFICIOS**

En la construcción de los edificios se cumplirá con las exigencias de resistencia al fuego, el aislamiento térmico y acústico, de acuerdo a la normativa vigente y los requerimientos específicos de cada edificio.

La nave de turbinas es un edificio que contiene dos grupos turbina-generator, auxiliares al resto de los equipos del ciclo térmico. La sala eléctrica y la sala de control se encuentran integradas en este edificio.

La sala eléctrica y la sala de control integradas en este edificio constarán de tres plantas con entresijos realizados con steel deck y estructura metálica. En la planta baja se dispondrá la Sala de Cables y la Sala de baterías. En el primer nivel se ubicará la sala electrónica en donde se colocará un falso piso y un falso techo.

En el segundo nivel se encuentra la sala de control constituida de un falso suelo técnico, Este local incorpora además un falso techo acústico. Los locales destinados a oficinas o salas de reunión podrán contar con falso techo de placas de durlock o similar. Los locales sanitarios (aseos y vestuarios) serán revestidos de losetas cerámicas y tendrán un falso techo resistente a la humedad.

En torno a la cimentación del turbogenerador, en donde sea necesario se instalarán plataformas metálicas para mantenimiento y operación. La fundación del turbogenerador se realizará de forma independiente a la de la nave de turbinas a fin de evitar la transmisión de las vibraciones producidas por el funcionamiento de las turbinas.

Los muros interiores se realizarán de albañilería o de placas de yeso, en los locales que se requiera se colocará el aislamiento acústico y resistencia al fuego necesarios.

## **ESTRUCTURAS PARA EL AGUA**

El agua necesaria para las reposiciones del funcionamiento de la central y los servicios de planta y sanitarios ( $25 \text{ m}^3/\text{h}$ ) se tomará de Río Turbio, mediante la construcción de un pequeño embalse o azud con sus respectivas rejas, filtros, etc. que se instalarán para que no le lleguen materiales extraños a las dos bombas  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  que llevarán el agua a un estanque en donde se decantarán las arcillas y los finos que pudiera contener.

Como se ha mencionado anteriormente, posteriormente a la decantación el agua será filtrada (tres filtros y uno de reserva) y enviada por tres bombas al clarificador, para luego ser sometida a un proceso de ablandamiento y potabilización.

El sistema de agua de servicios es necesario para la limpieza, riego, etc., de la Central y estará distribuido por todas las zonas de la central que sea necesario.

Debido a que tanto la caldera como la turbina necesitan de agua en condiciones especiales que no dañen los elementos que constituyen estos equipos principales, se construirá una Planta de desmineralización de dos cadenas ( $2 \times 50\% 7 \text{ m}^3/\text{h}$ ) que consistirán en una planta de ósmosis inversa y una planta de EDI.

En este sentido la planta estará dotada de todas las bombas, turbinas, válvulas, tuberías, depósitos, etc. que sea necesario para producir en cantidad y calidad el agua necesaria.

## **ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA A LA MINA**

Dentro del alcance del proyecto se incluye la alimentación eléctrica a la Mina desde la Estación de transformación situada en la Central.

A los fines de realizar la alimentación, se construirán soportes de hormigón sobre los cuales se instalarán dos circuitos aéreos en 13,2 kV.

Asimismo, se instalará en el área de la Mina una Estación de Transformación Reductora.

### **PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA**

En base a lo establecido en la propuesta técnica respecto de la puesta en marcha de la Central, la misma se llevará a cabo bajo la responsabilidad del Consorcio pero con el personal de operación de YCRT que deberá seguir las instrucciones dictadas por el consorcio.

El Propietario designará a los operadores definitivos de la Central, personal que deberá disponer de la debida formación y que asistirá a la Puesta en Marcha y serán capacitados por el Contratista. Para ello se requiere que dicho personal esté disponible con una antelación mínima de 3 meses a la primera energización.

El Contratista irá entregando sistemas a YCRT a medida que se vaya completando la puesta en marcha de los mismos, de esta manera, YCRT irá realizando la recepción provisional de cada uno de los sistemas listos, siempre y cuando los sistemas sean operables y seguros (para los equipos y las personas).



## CAPITULO III



## GENERADORES DE VAPOR

### FOSTER WHEELER

#### Foster Wheeler - General

El Grupo de Energía Foster Wheeler es un especialista en proyectos de plantas de energía, tecnología avanzada de calderas y operaciones de servicio asociadas. Las calderas de lecho fluidificado avanzadas - tanto en unidades de lecho fluidificado circulante (CFB) como unidades de lecho fluidificado gaseado - representan una parte nuclear de las aptitudes de Foster Wheeler.

Nuestros productos y servicios se suministran a un amplio ramo de clientes de servicio público e industrial de un extremo a otro de Europa, Oriente Medio, África y Sudeste Asiático. El grupo energético Foster Wheeler emplea a unas 1.200 personas y posee unos ingresos netos anuales de aproximadamente 500 millones de euros.

El grupo energético Foster Wheeler forma parte de Foster Wheeler Ud., un proveedor global de ingeniería, construcción y equipos energéticos.

#### Foster Wheeler - Experiencia

Hay más de 300 unidades Foster Wheeler CFB en funcionamiento o en construcción en todo el mundo.

Nuestra empresa lleva trabajando con la tecnología CFB durante más de 20 años y ofrece la tecnología CFB más completa disponible. Como prueba de la alta calidad de nuestros productos y de la satisfacción de nuestros clientes, nos hemos convertido en el líder indiscutible del mercado con aproximadamente un 40% de la cuota de mercado.

#### Desarrollo de la caldera CFB Foster Wheeler

La tecnología de fluidificación es muy conocida desde hace tiempo en las plantas de calefacción urbanas, pero se trata de una tecnología bastante nueva en la producción de vapor.

La tecnología de lecho fluidificado lleva desarrollándose 50 años y no ha cambiado mucho en ese tiempo.

En la década de los 60 se descubrió que la tecnología de fluidificación podía utilizarse para la quema del carbón, donde los combustibles poco energéticos con alto contenido en cenizas pueden ser quemados con un coste inferior comparado con el sistema convencional. En esa época se observó también que la tecnología de combustión de lecho fluidificado proporciona una forma fácil de reducir las emisiones de SO<sub>2</sub> y de NO<sub>x</sub>.

Después de eso, la investigación y el desarrollo de la combustión de lecho fluidificado ha sido incrementada, especialmente después de la crisis del petróleo.

El desarrollo de la combustión de lecho fluidificado comenzó en 1968 cuando se construyó la primera unidad piloto el laboratorio de investigación y desarrollo de Foster Wheeler.

En esta prueba se utilizó la tecnología de fluidificación convencional. En 1975, estaba preparada la caldera de lecho gaseado convencional, pero tenía algunas limitaciones.

La quema del carbón se hizo más importante, los tamaños de las calderas se hicieron más grandes y al mismo tiempo, los límites de emisión se hicieron más rigurosos, esto hizo necesario continuar con la combustión basada en la tecnología de fluidificación.

Tras los primeros años de CFB, la tecnología ha sido desarrollada para quemar muchos combustibles.

Un aspecto incluso aún más importante en el desarrollo ha sido la necesidad de reducir las emisiones de  $SO_2$  y de  $NO_x$ . FWPGE patentó el método para reducir el  $NO_x$  en la caldera CFB con una inyección de amonio.

El último desarrollo es la nueva generación de calderas CFB de Foster Wheeler, en las que el separador no refrigerado ha sido sustituido por un separador refrigerado con agua, integrado en el horno.

Esta construcción tiene las siguientes ventajas, en comparación con la caldera CFB convencional:

126

- Construcción más simple y sencilla.
- No se necesita el fuelle entre el separador y el horno.
- Menor cantidad de refractario.
- Tiempo de arranque más corto.

## TECNOLOGÍA CFB

### General

La fluidificación se logra soplando aire a través del material del lecho tendido sobre la rejilla (distribuidor de aire). Los lechos de fluidificación pueden dividirse en cuatro categorías. El tipo de lecho de fluidificación depende de la velocidad del aire en el lecho. Según se incrementa la velocidad, el lecho cambia de fijo, pasa por burbujeante y turbulento, a circulante.

Los lechos burbujeantes funcionan en velocidades de superficie inferiores a 2-3 m/s; existe también un nivel visible de lecho distinto.

Por encima de esta velocidad mínima el lecho se expande y las partículas se ocluyen en el gas de combustión y son llevadas fuera del lecho. Ya no existe un nivel visible de lecho distinto, pero el lecho se vuelve cada vez menos denso en la cámara de combustión. Las partículas ocluidas más grandes son separadas en un ciclón caliente y devueltas al lecho. Este es el principio del lecho de fluidificación circulante en el que está basado el funcionamiento de las calderas CFB. Las velocidades de superficie típicas son 5 m/s. Por lo general, la combustión tiene lugar a 850 - 900 °C de temperatura del lecho.

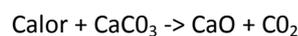
Para los combustibles con bajo contenido en cenizas, se utiliza arena para formar el material del lecho. Si el combustible contiene sulfuro, se suele añadir piedra caliza para capturar el sulfuro y en este caso, la piedra caliza, Junto con las cenizas del combustible, pueden formar el material del lecho.

### EMISIONES

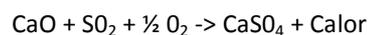
#### Emisiones de SO<sub>2</sub>

La caldera CFB es ideal para cumplir con los requisitos de emisiones de SO<sub>2</sub>. Suministrando piedra caliza al lecho, se obtiene un alto índice de retención del sulfuro con unas fracciones molares de calcio/sulfuro más bien bajas. Las reacciones químicas pueden expresarse así:

Calcinación de piedra caliza



Sulfatación



La captura de sulfuro es más eficaz a una temperatura de lecho de 850 °C.

Se logra hasta el 95% de reducción de SO<sub>2</sub> y se demuestra una emisión de SO<sub>2</sub> en funcionamiento continuo de 25 ppm (con combustible con contenido en sulfuro al 0.5%).

#### Emisiones de NO<sub>x</sub>

Debido a la baja temperatura de combustión la formación de NO "térmico" por oxidación del nitrógeno molecular en el aire es poco significativa. La formación de NO<sub>x</sub> debida al nitrógeno en el combustible es reducida con la combustión "por etapas". Esto es, en la parte inferior del lecho, la combustión tiene lugar en condiciones de reducción, lo que lleva a la formación de nitrógeno molecular N<sub>2</sub>, en lugar de NO, como ocurre en el caso de las condiciones de oxidación. Para completar la combustión se introduce aire secundario adicional a altos niveles.

inyectando amonios en la cámara de combustión o ciclón, pueden obtenerse niveles aún más bajos de emisiones de Nox' utilizando una solución de NH<sub>3</sub> al 25% el sistema de alimentación es muy simple,

consistiendo en un tanque de almacenamiento, líneas de alimentación con las válvulas y boquillas necesarias en los puntos de inyección.

Dependiendo del combustible se obtienen 180 ppm sin inyección de amonio y 60 ppm con inyección de amonio con alimentación de carbón.

### **Emisiones de material combustible**

Las emisiones de CO son bajas debido a la mezcla turbulenta en el lecho y la mezcla en el ciclón. Una emisión de CO por debajo de  $100 \text{ mg/Nm}^3$  está demostrada en el funcionamiento continuo.

De manera similar, los hidrocarburos  $C_x H_y$  y el carbón residual sin quemar son minimizados debido a la mezcla turbulenta en el lecho y a un tiempo de permanencia más largo en la caldera de tipo lecho circulante.

128

## **VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA CFB**

### **General**

Las temperaturas bajas de horno dan emisiones bajas y minimizan la escorificación.

En el horno de la caldera CFB, los sólidos calientes circulantes aseguran la capacidad de quemar una amplia gama de combustibles. Además, en la caldera CFB, los combustibles de baja energía pueden ser quemados fácilmente.

El tiempo de permanencia en el horno es largo. Esto supone una buena combustión de combustible y una buena utilización sorbente.

### **La rejilla**

El aire primario fluye a través de las boquillas de la rejilla para proporcionar aire de combustión así como fluidificación del material de lecho. Las boquillas son del tipo "cabeza de flecha" y están soldadas a las alneas de la membrana entre los tubos enfriados por agua. El diseño de estas boquillas reduce el taponamiento y la caída de presión y también minimiza el tamizado del material del lecho al conducto de distribución de aire cuando la unidad está desconectada o funcionando a baja carga.

## SEPARADOR

### Rendimiento del separador

El separador de sólidos de Foster Wheeler tiene una alta eficiencia de separación. Una velocidad uniforme en la pared debido al diseño avanzado de entrada de gas asegura cortas caídas de presión y una baja erosión.

### Separador refrigerado por agua/vapor

La oferta de Foster Wheeler incluye un separador centrífugo refrigerado por agua. Este diseño de separador centrífugo tiene la habilidad de proporcionar una eficacia decantación muy alta en un tamaño más pequeño, y proporciona los siguientes beneficios:

### Bajo coste de combustible

Con el aislamiento y el revestimiento de la superficie exterior, la temperatura de la superficie es mucho más baja que con el separador centrífugo de placa/refractario. Esto proporciona una menor pérdida de radiación, y de ahí que se obtengan menores costes de combustible. La reducción de la pérdida de radiación proporciona una eficacia mejorada de la caldera del orden del 0.25%.

### Menor refractario/Mantenimiento

El uso de un revestimiento refractario delgado reduce los costes de mantenimiento. La experiencia ha demostrado que los revestimientos refractarios gruesos utilizados con los diseños de placa/refractario requieren un parcheado en casi cada una de las paradas, y sustitución" extensiva cada cinco o siete años. Los revestimientos refractarios almenados delgados se han utilizado durante años en el horno inferior y en los separadores centrífugos refrigerados de las calderas CFB Foster Wheeler, para las cuales han probado no necesitar esencialmente ningún mantenimiento.

### Menor Peso/Cimentaciones de Acero

El separador refrigerado por agua formado por un sistema de tubos refrigerados con un revestimiento almenado delgado, pesa significativamente menos que su equivalente ciclón placa/refractario. Esto reduce el coste tanto del acero como de las cimentaciones.

### Sobrecalentador INTREX TM

Foster Wheeler ha desarrollado junto con el diseño del separador, el sobrecalentador INTREX. El sobrecalentador INTREX utiliza el calor de las partículas calientes devueltas del separador.

Esta tecnología es un concepto probado contra la corrosión Cl a alta temperatura. El diseño del sobrecalentador INTREX se utiliza como etapa final sobre calentadora con carbones en el flujo de cenizas de retorno desde los separadores de sólidos y recinto refrigerado por agua. El material circulante es fluidificado en la cámara y no hay necesidad de ningún control mecánico de circulación de sólidos.

Esto proporciona una exactitud excelente en el control de temperatura del vapor y asegura un funcionamiento libre de corrosión en el sobre calentador final.

### Expulsador del horno

La estructura de expulsión ha sido desarrollada para minimizar la erosión en la interfaz del tubo refractario del horno.

### Junta de pared

A través de la junta de pared el material de circulación es devuelto del separador al horno. La junta de pared actúa como bloqueo para la alta presión del horno.

### **Sistema de alimentación y de eliminación de cenizas del fondo**

El sistema de alimentación de combustible sólido comprende dos líneas de alimentación paralelas, incluyendo las cadenas transportadoras, los tornillos de recuperación y los tornillos de alimentación de combustible al horno. El sistema está presurizado para prevenir el retorno de la llama.

Las cenizas de fondo de horno son descargadas a través de los tornillos refrigerados por agua. Estos dispositivos son soluciones probadas, simples y fiables. Ofrecen una alta disponibilidad y un mantenimiento minimizado.

## EXPERIENCIAS CON CARBONES DE ALTA PROPORCIÓN DE CENIZAS

### Ventajas de los carbones de alta proporción de cenizas de la caldera CFB

Los carbones con alto contenido en cenizas son combustibles que han sido largo tiempo considerados como un compañero ideal de la tecnología de combustión de lecho fluidificado circulante.

Algunas de las principales ventajas son:

- Alta eficiencia de combustión.
- Excelente estabilidad de combustión en diversas cargas de la caldera.
- El alto contenido en cenizas proporciona un índice de transferencia de calor en el horno.
- Debido a la baja temperatura de combustión, se prevé bajas emisiones NO<sub>x</sub>.
- Debido a la baja temperatura de combustión, la escoriación en el horno y los intercambiadores de calor está minimizada.

131

### Experiencia con carbones de alta proporción de cenizas

Foster Wheeler tiene experiencia con varios combustibles de alto contenido en cenizas (contenido en cenizas superior al 25%), tales como el polvo de antracita, GOB bituminoso, pizarra bituminosa y lignitos. La unidad de combustible de alto contenido en cenizas más grande es la planta de Turow en Polonia, que consiste en seis unidades de 230-250 MWe.

### Servicio Foster Wheeler

El servicio es una parte integrante de las operaciones de Foster Wheeler. Combinado con el diseño avanzado y el excelente rendimiento operativo de los productos de Foster Wheeler el cliente puede confiar en Foster Wheeler para una disponibilidad óptima de la planta.

Monitorización de mantenimiento preventivo, mantenimiento experto, rápida respuesta de reparación y sustitución de componentes son factores clave para lograr una disponibilidad fiable de la planta y un rendimiento efectivo de los costes año tras año. Mantener el tiempo de parada por mantenimiento en el mínimo es también una prioridad de Foster Wheeler.

## **GENERAL.**

Adviértase que las dimensiones y los materiales del equipo especificado son preliminares y serán ajustados después del diseño de rendimiento final.

Los números que preceden la identificación del equipo son códigos numéricos de FW utilizados para el sistema de control interno de FW.

**COMPONENTES DE PRESIÓN.****H Generación convencional de calor****HA Sistema de presión**

Los componentes de presión están diseñados según el ASME.

**HAC Sistema economizador****121 Economizador de tubo desnudo**

La caldera está equipada con el Economizador, que está situado en el paso trasero.

El Economizador es de tipo contador de flujo. Los tubos del Economizador son completamente vaciables. La disposición del tubo del Economizador es en línea.

Las filas de tubos, unidas entre sí por medio de bandas de acero, están apoyadas por su parte superior. Los sopladores de hollín de vapor se utilizan para economizar la limpieza.

Tubos del Economizador:

- Material SA210A1.
- Tubo 31.8 x 4.57 mm.
- Permisi3n de corrosi3n c2 1.0 mm.
- Superficie de calentamiento 6933m<sup>2</sup>.

Cabezales:

- Material SA106B.
- Dimensiones 273.0 x 34.93 / 168.3 x 28.58 mm.

**126 Tubos percha refrigerados con agua**

Los tubos percha refrigerados con agua cuelgan los haces de tubos del intercambiador de calor en el paso trasero

Tubos percha:

- Material SA210C.
- Tubo 44.5 x 7.62 mm.
- Permisi3n de corrosi3n c2 1.0 mm.

Cabezales:

- Material SA106C.
- Dimensiones 273.0 x 34.93 mm.

**152 Tuberías de alimentaci3n interna de agua**

Línea de alimentaci3n de agua desde el economizador hasta el colector

- Material SA106C.
- Dimensiones 273.0 x 25.4 mm.

**154 Otras tuberías de conexi3n**

Tuberías de ventilaci3n para la línea de alimentaci3n de agua.

## HAD Sistema de evaporación

La alimentación de agua precalentada es llevada al colector de vapor. Desde el colector, el agua de la caldera es conducida con tubos de retorno y distribuidores a superficies de evaporación, que son las paredes de circulación de agua del horno. Las superficies de evaporación son estructuras murales de membrana que forman un recinto estanco a los gases. El agua parcialmente evaporada es conducida con elevadores de vuelta al colector de vapor donde el vapor es separado del agua con los separadores ciclónicos.

### 101 Colector de vapor

La caldera está equipada con un (1) colector de vapor.

El colector está equipado con orificios de acceso a ambos extremos del mismo. El colector de vapor está equipado con separadores ciclónicos y separadores de partículas con el fin de reducir el contenido de humedad del vapor que abandona el colector con la consecuente reducción de transferencia de sólidos.

- Longitud 15000 mm.
- Diámetro interno 1524 mm.
- Espesor de la pared 115 mm.
- Material SA302B.
- Permisión de corrosión c2 3.0 mm.

### 111 Paredes de agua del horno y rejilla

La cámara de combustión está dividida en las siguientes secciones principales:

- Rejilla de distribución de aire fluidificante.
- Cámara baja de combustión (con revestimiento refractario).
- Cámara alta de combustión (refrigerada con agua y parcialmente con revestimiento refractario).

Al fondo de la cámara de combustión hay una rejilla de distribución de aire fluidificante que consiste en muchas boquillas estrechamente embutidas conectadas a las aletas de la estructura de evaporación refrigerada por agua.

La cámara de combustión está equipada con aperturas estancas a los gases para facilitar el control de las circunstancias de encendido y el chequeo de formación de escorias en las paredes del horno.

Todas las paredes de agua son completamente vaciables. Las paredes del evaporador de la cámara inferior de combustión están protegidas con una fina capa de refractario resistente a la abrasión. Las aperturas para los sólidos que circulen desde los separadores, las boquillas de aire secundario, la alimentación de combustible, alimentación de arena y quemadores de arranque están localizadas ahí.

Las paredes de evaporación refrigeradas con agua forman la cámara superior de combustión.

Las aperturas de gas alineadas refractarias se localizan en la parte de la cámara superior de combustión y éstas integran los separadores de sólidos con la cámara de combustión.

Presión de dimensionamiento para el horno, lado de gas de combustión +/- 8000 Pa

**Rejilla**

La rejilla consiste en unas boquillas de aire con forma de cabeza de flecha, que soplan aire primario al lecho. Las aperturas de descarga de las cenizas del fondo se sitúan en el área de la rejilla.

- Tubo 88.9 x 15.24 mm.
- Material SA210C.
- Corrosión permitida c2 1.0 mm.

**Horno**

- Altura (desde rejilla hasta techo) 43.8 m.
- Anchura 14.3 m.
- Profundidad 6.7 m.
- Material SA210C.
- Tubo 63.5 x 6.6 mm.
- Corrosión permitida 1.0 mm.
- Superficie de calentamiento 1878 m<sup>2</sup>.

**Cabezales**

- Material SA106C.
- Dimensiones 273.1 x 44.45 mm.

**Refractario**

Parte baja del horno hasta expulsión

- Espesor 25 mm.
- Material LCC o similar.
- Área 225 m<sup>2</sup>.

Parte media del horno por encima de la expulsión

- Espesor 25 mm.
- Material LCC o similar.
- Área 165 m<sup>2</sup>.

Techo del horno

- Espesor ~50 mm.
- Material LCC o similar.
- Área 48.1 m<sup>2</sup>.

**116 Separadores refrigerados con agua**

La estructura de separadores de sólidos (2 piezas) está basada en paredes refrigeradas con agua y realizada con paneles de membranas derechos. Esta estructura, que está protegida con una fina capa de refractario resistente a la abrasión, forma el separador de sólidos del sistema de combustión CFB. Los paneles derechos con revestimiento refractario son también utilizados para los canales de retorno de sólidos. Los ejes del vórtice están hechos de acero resistente al calor. Los separadores de sólidos están situados al lado de la pared trasera de la cámara de combustión.

**Dimensiones principales**

- Número de separadores 2 piezas.
- Profundidad 6.2 m.
- Anchura 6.6 m.
- Altura (parte recta) 15.7 mm.
- Ángulo de inclinación 60°C.
- Superficie de calentamiento 1607 m<sup>2</sup> (total).

**Datos de materiales**

- Tubos SA210C.
- Cabezales 44.5 x 4.57 mm.

**Refractario**

- Entrada y punto coll. 50 mm.
- Inclinación 50 mm.
- Techo ~50 mm.
- Soporte de retorno 50 mm.
- Material LCC.

**151 Tuberías de circulación del agua de la caldera****Datos de materiales**

- Bajantes SA106C.  
406.4 x 31.0 mm.
- Tuberías de suministro SA106C.  
168.3 x 14.3 / 141.3 x 12.7 mm.
- Elevadores SA106C.  
168.3 x 14.3 / 141.3 x 12.7 mm.

**154 Otras tuberías de conexión**

Están incluidas las siguientes tuberías:

- Tubería de aireación para el sistema de evaporación.
- Desbordamiento del colector.
- Tuberías de indicación de nivel del colector.
- Tuberías de drenaje para el sistema de evaporación.

**170 Válvulas y ajustes**

Las válvulas y ajustes para las tuberías de acuerdo con los diagramas P & I.

**HAH Sistema del sobre calentador**

El vapor saturado es conducido desde el colector de vapor a la sección de sobrecalentamiento de convección, el conducto de enlace y la caja de convección, y de ahí a los sobre calentadores. Las diferentes etapas de sobrecalentamiento están conectadas con tuberías de vapor interconectadas.

### 137 Conducto de enlace refrigerado por vapor

Los conductos de enlace (2 piezas) están contruidos estancos a los gases, con paredes membrana enlazadas con columnas de anclaje y tirantes. Los conductos de enlace están equipados con una apertura de arqueta.

El conducto de enlace está refrigerado con un vapor ligeramente sobrecalentado que viene del separador. Los tubos de la, membrana de los conductos de enlace están dispuestos de tal forma que el vapor de los separadores de sólidos entra en los cabezales inferiores del conducto, después fluye hacia arriba por las paredes de los conductos hasta los cabezales superiores.

#### Conducto de enlace

- Dimensiones
  - Profundidad 5.7 m.
  - Anchura 4.4 m.
  - Altura 8.1 m.
- Distancia 104 mm.
- Tubo 51.0 x 5.6 mm.
- Material SA213T2.
- Corrosión permitida c2 1.0 mm.
- Superficie de calentamiento 328 m<sup>2</sup>.

#### Cabezales

- Material SA106C / SA355P12.
- Dimensiones 273x41.3/323.9x47.63/355.6x50.8 mm.

### 134 Caja de convección refrigerada por vapor

La caja de convección está construida estanca a los gases, con paredes membrana enlazadas con columnas de anclaje y tirantes. La caja de convección está equipada con una arqueta y aperturas de soplador de hollín. La caja de convección está refrigerada con un vapor ligeramente sobrecalentado que viene de los tubos de enlace. Los tubos de la membrana de la caja de convección están dispuestos de tal forma que el vapor de los tubos de enlace entra en los cabezales superiores de la caja de convección. Todas las paredes están dispuestas en paralelo y el vapor fluye hacia abajo.

#### Caja de convección

- Dimensiones
  - Profundidad 6.4 m.
  - Anchura 11.0 m.
  - Altura 13.1 m.
- Tubo 44.5 x 4.57 mm.
- Material SA213T2.
- Corrosión permitida c2 1.0 m.

**Cabezales**

- Material SA355P12.
- Dimensiones 273.0 x 41.3 / 355.6 x 50.8 mm.

**131 Haces de tubos del recalentador**

La etapa I y II del sobre calentador de convección están situadas en el paso trasero. Los tubos están en formación en línea.

**SH I**

SH I es en tres bancos. El tipo de flujo es de contra flujo.

**Tubos del sobre calentador**

- Material SA213T2 / SA213T12.
- Tubo 44.5 x 5.1 mm.
- Espacio entre tubos 104 mm.
- Corrosión permitida c2 1.0 mm.
- Superficie de calentamiento 4448 m<sup>2</sup>.

**Cabezales**

- Material SA335P12.
- Dimensiones 406.4 x 54.0 mm (salida).

**SH II**

El SH II es en un banco. El tipo de flujo es paralelo.

**Tubos del sobre calentador**

- Material SA213T12 / SA213T22.
- Tubo 44.5 x 5.08 / 6.6 mm.
- Espacio entre tubos 208 mm.
- Corrosión permitida c2 1.0 mm.
- Superficie de calentamiento 1123 m<sup>2</sup>.

**Cabezales**

- Material SA335P12.
- Dimensiones 406.4 x 54.0 / 457.2 x 63.5 mm.

**Sobre calentador INTREX IIIa / IIIb**

La caldera está equipada con dos sobre calentadores INTREX situados en la correspondiente cámara INTREX por debajo de cada vía de retorno del separador de sólidos al horno.

**Tubos INTREX**

- Material SA213TP347HFG.
- Tubo 51.0 x 7.62 mm.
- Corrosión permitida c2 1.0 mm.
- Superficie de calentamiento 206.7 x 2 m<sup>2</sup>.

**Cabezales**

- Material SA335P12 / SA335P12.
- Dimensiones 457.2 x 50.8 / 63.5 x 60.33 mm.

**153 Tuberías de vapor interconectadas**

Incluye las tuberías de vapor saturado entre el colector, separadores y sobre calentadores y las tuberías de vapor a alta presión entre las etapas del sobre calentador. Para controlar la temperatura de salida final de vapor a alta presión se proporcionarán des recalentadores tipo spray. El agua de alimentación se utilizará para la pulverización.

**Colector - Conducto de enlace**

- Material SA106C.
- Tubo 168.3 x 18.3 mm.

**Conducto de enlace - Caja de convección**

- Material SA335P12.
- Tubo 168.3 x 18.26 mm.

**Caja de convección - SH I**

- Material SA335P12.
- Tubo 168.3 x 18.26 mm.

**SH I - SH II**

- Material SA335P12.
- Tubo 406.4 x 40.5 mm.

La tubería está equipada con des recalentador de spray

**SH II - SH III**

- Material SA335P12.
- Tubo 457.2 x 54 mm.

La tubería está equipada con des recalentador de spray

**SH IIIa - SH IIIb**

- Material SA335P12.
- Tubo 406.4 x 36.5 mm.

La tubería está equipada con des recalentador de spray.

### **154 Otras tuberías de conexión**

Se incluyen las siguientes tuberías:

- Tuberías de ventilación para el sistema de recalentamiento.
- Tuberías de drenaje para el sistema de recalentamiento.

### **170 Válvulas y aparatos**

Las válvulas y aparatos para las tuberías son conforme a los diagramas P & I.

## **L Ciclos vapor, agua, gas**

### **LA Sistema de alimentación de agua**

#### **170 Válvulas y aparatos**

Las válvulas y aparatos para las tuberías son conforme a los diagramas P & I.

#### **LAE HP sistema des recalentador de spray**

La temperatura del vapor es controlada con des recalentadores tipo Ventura. Estos están situados entre las etapas del recalentador. El agua de alimentación (tomada antes de la válvula de alimentación) se utiliza como medio de des recalentamiento.

El sistema incluye:

- 3 piezas de des recalentamiento tipo Ventura.
- tuberías de vaporización de agua.
- Tuberías de drenaje para las tuberías de vaporización de agua.

### **LB Sistema de vapor**

#### **170 Válvulas y aparatos**

Las válvulas y aparatos para las tuberías son conforme a los diagramas P&I.

#### **LBG Sistema auxiliar de tuberías de vapor auxiliar**

#### **161 Sistema auxiliar de tuberías**

Se incluyen las siguientes tuberías:

- Tuberías de vapor de extinción al sistema de alimentación de combustible.
- Tuberías del calentador de aire del serpentín de vapor.

#### **170 Válvulas y aparatos**

Las válvulas y aparatos para las tuberías son conforme a los diagramas P&I.

**LBU Línea del colector común****169 válvulas silenciadoras de seguridad**

Para evitar el ruido ambiental la caldera está equipada con un silenciador para escapes de las siguientes válvulas:

- Válvula de arranque para el colector y el vapor recalentado.
- Válvula de seguridad para el vapor recalentado.
- Válvula de seguridad para los sopladores de hollín.

El silenciador reduce la emisión de ruido aprox. 40-50 db (dependiendo del tamaño del silenciador). El material del que está hecho el silenciador es acero inoxidable. Las líneas de escape están equipadas con un sistema de drenaje.

141

**LC Sistema de condensación****170 Válvulas y aparatos**

Las válvulas y aparatos para las tuberías son conforme a los diagramas P & I.

**LCN Sistema auxiliar de condensación de vapor**

Se suministrará el sistema de condensación para los calentadores de aire con serpentín de vapor incluyendo el sistema de drenaje (límite de envío).

**LCQ Sistema de purga del generador de vapor****167 Tanque de purga**

El tanque de purga está equipado para la purga de

- El colector.
- Las paredes de agua del horno.
- Los recalentadores.
- El economizador.
- Los sopladores de hollín.
- Purga continua.

El tanque es suministrado con todas las válvulas necesarias, aliviadero y tubo de descarga de vapor de acuerdo con el diagrama de Agua - Vapor adjunto. Este tanque funciona a la presión atmosférica.

**168 Tanque de purga continua**

Se suministrará un sistema automático de purga continua de la caldera incluyendo un tanque de purga, tuberías, válvulas automáticas de control de nivel, válvulas de escape, etc.

## **CONDUCTOS DE AIRE Y CHIMENEA**

### **HL Sistema de combustión de aire**

Las tuberías de succión están equipadas con silenciadores y mediciones de flujo de volumen de aire (ventura). Ventiladores de tiro forzado empujan el aire a los precalentadores de aire. Los calentadores de aire con serpentín de vapor se utilizan para calentar el aire al nivel de temperatura que no cause suciedad de gases de combustión en los precalentadores de aire.

Después del precalentadores de aire de los gases de combustión, se distribuye aire primario y secundario a los consumidores:

Aire primario

- Aire de fluidificación a la rejilla.

Aire secundario

- Aire a las boquillas de aire secundario.
- Aire a los quemadores.
- Aire para la alimentación de combustible.

### **HLA Sistema de conducción de aire**

#### 352 Conductos de aire

Los conductos de aire están fabricados con acero al carbono (S235 o similar); el espesor de la pared es generalmente de 4 mm. Excluyendo los conductos de entrada, todos los conductos de aire tienen aislamiento térmico.

#### 355 Silenciador para conductos

Se incluyen silenciadores para los conductos de succión de aire. El material del que están hechos los silenciadores es acero inoxidable.

#### 356 Juntas de expansión

Se incluyen juntas para los conductos de aire. El material de las juntas es placa de acero inoxidable.

#### 357 Humidificadores con accionadores

Los conductos estarán equipados con los humidificadores necesarios de acuerdo con el diagrama de aire P & I.

### **HNA Sistema de conducción del gas de combustión**

#### 353 Conductos de gas de combustión

Los conductos de gas de combustión están fabricados con acero al carbón (S235 o similar); el espesor de la pared es generalmente 6mm.

#### 356 Juntas de expansión

Se incluyen juntas para los conductos de aire. El material de las juntas es placa de acero inoxidable.

#### 357 Humidificadores con accionadores

Los conductos estarán equipados con los humidificadores necesarios de acuerdo con el diagrama de aire P & I.



## HH Sistema principal de encendido

### HHE Sistema de alimentación de combustible

#### 441/442 Silo de caldera de combustible sólido/equipo de alimentación

El envío por parte de FW de equipos de combustible sólido incluye un equipo de alimentación volumétrica. El sistema comprende 7 puntos de alimentación de combustible que se alimentan de 2 silos. De los silos de carbón se descarga el combustible en dos cintas transportadoras. La línea de alimentación de la pared frontal incluye cuatro (4) dosificadores (robbery screws) mientras que las líneas de alimentación de la pared trasera incluyen tres (3) dosificadores (robbery screws).

La capacidad del sistema de alimentación es 2 x 70%.

Cada línea de alimentación del horno comprende una junta de expansión, una válvula de compuerta, una canaleta vertical, y un dosificador de hélice hasta la pared frontal/trasera de la caldera.

#### Alimentador de carbón, 1 + 1 piezas

- para apertura de salida del silo trampilla, apertura manual.
- capacidad preliminar 8 - 62 m<sup>3</sup>/h.
- longitud ca. 26 m + 12.5.
- materiales acero al carbón / inoxidable.
- presurizada con aire secundario frío p des= 0.2 bares.
- conexiones para aire presurizado, vapor de extinción.
- boquilla de muestra de combustible con válvula manual.

#### Cinta transportadora, 1 + 1 piezas

- capacidad preliminar 8 - 62 m<sup>3</sup>/h.
- longitud ca. 17.5 m + ca. 18.5.
- materiales acero al carbón / inoxidable.
- presurizada con aire secundario frío.
- conexiones para vapor de extinción.

#### Dosificador "robbing screw", 4 +3 piezas L= 2m

- capacidad preliminar 3 - 20m<sup>3</sup>/h.
- materiales acero inoxidable partes activas.
- presurizada con aire secundario frío.

#### Junta de expansión, 7 piezas

#### Expansiones térmica

- vertical 220 mm abajo.
- horizontal 40 mm.
- materiales
- partes internas y elásticas acero inoxidable.

Conducto circular de aire y canaleta de caída, 7 piezas

- Altura ca. 1 m.
- Material acero inoxidable.
- fluidificación por aire secundario medio caliente.
- canaleta de caída, longitud ca. 1 y 1.5 m.

Puerta deslizante neumática, 7 piezas

Anclaje de pared, 7 piezas

- capacidad preliminar 20 m<sup>3</sup>/h.
- longitud ca. 4.2 m.
- materiales acero al carbón/acero inoxidable/acero HR.

### HHH Sistema de material de fondo

#### 471 Equipo de manipulación de arena

El sistema de arena incluye todas las tuberías, válvulas, tuberías curvadas, soportes y equipo para conducir la arena a la cámara de combustión antes del arranque y durante el funcionamiento para el reabastecimiento de arena.

## HJ Equipo de ignición de arranque

### HJA Quemadores de arranque

#### 411 Quemadores de arranque y quemadores de los conductos

Los quemadores de la caldera se encienden con gasoil. Están equipados con una llama de control. Los quemadores son quemadores de conductos situados antes de que el aire primario entre en el horno y sobre los quemadores de lecho situados. En las paredes laterales del horno. Serán suministrados con los equipos de válvulas y conexiones necesarias. Los quemadores de arranque se utilizan para comenzar a incrementar la temperatura del lecho lo suficientemente como para poder alimentarse de combustible sólido.

3 piezas Quemadores de arranque

Capacidad 26.5 MW.

Margen de regulación 1:4.

Combustible

- calidad Gasoil.
- capacidad 2400 kg/h /quemador.
- presión en conjunto de válv. 17 bares.
- temperatura + 30°C.

**Medio atomizador**

Calidad	aire.
• combustión de aire	240 kg/h / quemador.
• presión aire atom.	7... 9 bares.
• presión de gas de ignición	0.5... 1.5 bares.

2 piezas Quemadores de conducto.

Capacidad 10MW.

Margen de regulación 1:4.

**Combustible:**

• calidad	Gasoil.
• capacidad	850 kg/h / quemador.
• Presión en conjunto de válv.	17 bares.
• Temperatura	+ 30°C.

**Medio atomizador:**

• Calidad	aire.
• consumo de aire	85 kg/h / quemador.
• presión de aire atom.	7... 9 bares.
• Presión de gas de ignición	0.5... 1.5 bares.

**HL Sistema de aire de combustión****HLB Sistema de ventiladores****341 Ventiladores**

Los ventiladores son con control de entrada por medio de las paletas. Datos preliminares de diseño para ventiladores incluidos en alcance (DIM se refiere al punto de dimensionamiento del ventilador, el punto no operativo con combustible de garantía):

Ventilador de aire primario 1 x 100%.

**Punto de carga DIM**

• Volumen de aire/ventilador	67.0 m <sup>3</sup> .n/s.
• Incremento total de presión	16630 Pa.
• Temperatura	40°C.

Ventilador de aire secundario 1 x 100%.

**Punto de carga DIM**

• Volumen de aire/ventilador	45.98 m <sup>3</sup> .n/s.
• Incremento total de presión	10843 Pa.
• Temperatura	40 °C.

**HLC Sistema de calentamiento de aire externo****331 Precalentador de aire de vapor**

Los precalentadores de aire de vapor (SCAHs) se utilizan para calentar el aire de combustión antes de los calentadores de aire de gases de combustión por encima del punto de rocío del agua y la temperatura de los gases de combustión detrás del precalentador de aire por encima del punto de rocío del ácido. Los precalentadores son intercambiadores de calor de flujo transversal de tubo fino; el vapor fluye por los tubos.

**HLD Sistema de calentamiento de aire****322 Precalentador de aire tubular**

El calentador de aire de gases de combustión está situado en el paso trasero de la caldera, detrás del economizador. Es un intercambiador de calor a contracorriente de tubo desnudo a cuatro etapas; el gas de combustión fluye por fuera de los tubos. El calentador de aire está dividido en secciones para el aire primario y el aire secundario. Está apoyado en su base. La limpieza del intercambiador de calor se realiza con sopladores de hollín de vapor.

**Datos mecánicos:**

- |                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| • Dimensiones de tubo            | 60.3 x 2.9 mm.         |
| • Material de tubo               | S235 o igual.          |
| • Material de la caja            | S235 o igual.          |
| • Área de transferencia de calor | 15089 m <sup>2</sup> . |
| • Espacio entre tubos            | 90 mm.                 |

**HNC Ventilador de gas de combustión**

El ventilador tiene una regulación de entrada por medio de paletas. Datos preliminares de diseño para el ventilador incluidos para alcance (DIM se refiere al punto de dimensionamiento del ventilador, el punto no operativo con combustible de garantía):

- |                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| Ventilador de aire de combustión | 1 x 100%.                  |
| Punto de carga                   | DIM.                       |
| • Volumen de aire/ventilador     | 125.9 m <sup>3</sup> .n/s. |
| • Incremento total de presión    | 5466 Pa.                   |
| • Temperatura                    | 149 °C.                    |

**HRA Sistema de alimentación de amonios**

Los equipos están conformes con los diagramas P & I.

**HRB Sistema de piedra caliza****471 Equipo de alimentación de piedra caliza**

El sistema de piedra caliza incluye todas las tuberías, válvulas, tuberías curvas, soportes y equipo para conducir la piedra caliza a la cámara de combustión para el control de las emisiones de SO<sub>x</sub>.

El sistema incluye cuatro líneas de alimentación y cada línea de alimentación incluye dos puntos de alimentación.

## **P Sistema de servicio de agua**

### **PG Sistema cerrado de refrigeración por agua**

#### 170 Válvulas y ajustes

Las válvulas y ajustes para las tuberías de acuerdo con los diagramas P & I.

#### 646 Sistema cerrado de refrigeración por agua

La carga de calor de las hélices de refrigeración de cenizas de fondo es llevada a un sistema cerrado de refrigeración por agua. Sus principales componentes son:

- Bombas de agua de refrigeración.
- Tanque de expansión.
- Intercambiador de calor tipo platina.
- Tuberías de conexión con las válvulas necesarias, etc.

## **Q Sistemas auxiliares**

#### 170 válvulas y ajustes

Las válvulas y ajustes para las tuberías de acuerdo con los diagramas P & I.

### **QE Sistema de aire a presión**

#### 341 Sopladores HP

Soplador de alta presión 3 x 50% para fluidificación de pared estanca.

#### 163 Tuberías de aire

- Tuberías de aire HP

### **QEC/QED Sistema de aire comprimido**

#### 162 Tuberías de aire comprimido

- Tuberías de aire para instrumentos con válvulas, etc.
- Tuberías de aire para plantas con válvulas, etc.
- Tuberías de aire refrigerante para quemadores.

## **QU Sistema de muestras**

#### 639 Sistema de muestras

Se incluyen tuberías de muestras hasta límite de envío.

**OTROS COMPONENTES SIN PRESIÓN****HB Estructura de soporte, cerramiento, interior del generador de vapor****204 Barras de suspensión**

Las barras de suspensión soportan el peso del horno y los separadores. Las barras de suspensión están conectadas a la rejilla de vigas de acero, que está sujeta por las vigas de acero principales. El material de las barras de suspensión es 13CrMo44 o similar.

**241 Puertas y aberturas de acceso rápido**

La caldera está equipada con las puertas y accesos de inspección necesarios, del tamaño y tipo aprobados, para permitir la entrada para el mantenimiento y la limpieza. Las puertas son estancas a los gases cuando están cerradas.

Se suministran para la observación del horno y de los quemadores, puestos de observación del tipo aprobado con cristales reemplazables.

La cantidad preliminar de puertas de acceso es:

- Tamaño -550 mm 14 piezas para la caldera.
- Cristal de inspección 12 piezas para la caldera.
- Tamaño -550 mm 57 piezas para los conductos.

**261 Refractario**

El material refractario se incluye en el horno (paredes, rejilla, techo, aberturas del quemador, aberturas de boquillas de aire y pasa muros, etc.) los separadores refrigerados por agua y las patas de retorno y las puertas de acceso.

Se aplicará material refractario en spray de acuerdo con la experiencia de Foster Wheeler en calderas CFB desde 1979. El refractario se fijará generalmente por medio de remaches y en lagunas áreas además será anclado bulones V e Y. El material de los remaches y los bulones es AISI 304. El método de instalación final se especificará tras elegir el proveedor de refractario.

El refractario resistente al fuego tendrá una temperatura de funcionamiento máxima especialmente alta, por lo general de 1600 -1700 °C y tendrá un alto contenido en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y SO<sub>2</sub>.

**HN Escape de gas de combustión****HNA Sistema de conducción****215 Juntas de expansión de gas caliente**

La expansión de calor entre la sección de recalentamiento de convección y el paso trasero de la caldera se produce con juntas de expansión (2 piezas). El material de las juntas de expansión es el acero.

**225 Caja de paso trasero**

La carcasa completa de tubos soldados forma una envoltura estanca a los gases. Se suministrará un sistema de columnas de anclaje de acero estructural para prevenir la deformación y el pandeo de la unidad para completar la carcasa. El material es chapa de acero de 6 mm para el paso trasero en el área del Economizador.

### 231 Tolva de cenizas

La tolva de cenizas de chapa de acero está situada bajo el paso horizontal detrás calentador de aire. Está hecha de chapa de acero de 6 mm.

## CAPITULO IV



## TURBOGENERADORES DE VAPOR

### SST-900 TURBINA DE TRANSMISIÓN DIRECTA

#### General

La Turbina de Transmisión Directa de Carcasa Simple SST-900 puede estar equipada con una entrada única o con una entrada con varias válvulas, como así también con una cantidad de diseños de control para extracción. Las turbinas de condensación por lo general ofrecen un escape axial con un reborde firme hacia el condensador de agua fría en línea (también hay otros diseños disponibles). Las turbinas de presión trasera ofrecen bridas de escape hacia arriba o abajo.

La turbina se construye como una serie de secciones estandarizadas y módulos, capaces de alcanzar presiones de entrada de vapor y temperaturas de hasta 14Q bares (2.030 Psia) y 560°C (1.040 °F). Para aplicaciones de re calentamiento, se pueden alcanzar los 585°C (1.085 °F).

La turbina se entrega como un módulo completamente ensamblado\*) con válvulas de entrada de vapor, válvulas de control de extracción internas (si corresponde), servomotores, cañerías internas, instrumental y cableado para las cajas de conexiones. Está lista para ser colocada sobre una base de cemento luego de la llegada al lugar de instalación. La base puede ser de tipo bloque de cemento para una instalación de "bajo perfil" o de tipo mesa para una instalación más alta.

Aunque la turbina se selecciona a partir de una cantidad de bloques de construcción estandarizados, el recorrido del vapor, respecto a una cantidad de etapas y largos de cuchillas, se ajusta para cumplir con los pedidos específicos de cada proyecto. Las cuchillas se seleccionan a partir de familias de cuchillas para turbinas de Turbo maquinaria Industrial Siemens o "Siemens Industrial Turbomachinery AB (SIT) con una larga historia de funcionamiento.

Con una carcasa simétrica y de poco tamaño en las partes calientes, la turbina SST-900 puede operar con periodos de tiempo de encendido cortos y cambios de carga rápidos. Para aplicaciones con altas temperaturas y presión, el vapor caliente de entrada puede entrar a través de una caja boquillas o vía una "carcasa interna". Por lo tanto, la carcasa exterior estará protegida de las condiciones muy altas de vapor.

La carcasa es simétrica para una alta termo flexibilidad. Hay entradas individuales para los grupos de boquillas de entrada. El control de la extracción interno está ubicado dentro del camino del vapor, sin complicaciones en la carcasa. Al utilizar pernos con ajustes hidráulicos en las bridas de la carcasa, las dimensiones de la brida de la carcasa horizontal son relativamente pequeñas, sin poner en peligro la fuerza mecánica y tensión de la unión de la brida. Los dibujos de corte en las páginas siguientes muestran lo típico y tienen por objetivo ayudar a esta descripción general. Para el diseño específico del proyecto, vea por favor el alcance válido de los documentos de provisión.

**\*) Los módulos muy grandes pueden desarmarse en parte durante el envío.**

El diseño de la turbina está estandarizado con flexibilidad para distintas configuraciones de entrada, extracción y salida.

## Diseño de entrada

Se seleccionarán las partes de entrada de la turbina para que cumplan con los requerimientos del proyecto:

- Entrada de una sola válvula (como se muestra arriba); se utiliza para presión normal y para operaciones continuas con carga completa. La admisión del arco completo a una etapa de turbina están dar brinda una mejor eficiencia que una etapa de control.
- La entrada por varias válvulas con una etapa de control (se muestra un ejemplo en la página siguiente) se utiliza para aplicaciones industriales y otras aplicaciones que requieren una operación de carga optimizada.
- Las disposiciones de desvío de sobrecarga para un flujo de vapor de entrada de corto tiempo y que excede el flujo usual de vapor (mejor punto) se utilizan cuando se necesitan; esto se aplica a ambas alternativas, descritas arriba.

## Diseño de extracción

A pesar del diseño estandarizado, la turbina SST-900 es flexible en lo que respecta al diseño de extracción. Existen dos tipos principales de configuraciones de extracción:

- Proceso de extracción de vapor con control externo y/o puertos de purga sin control para alimentación con calentamiento de agua. Los puertos de extracción con control externo pueden clasificarse, utilizando de dos a tres puertos para así permitir el control de presión del proceso de vapor sobre un amplio margen de la operación.
- Extracción con control interno para pedidos de grandes procesos de vapor.

## Salida

La sección de salida puede ubicarse de distintas formas, dependiendo de la aplicación. Las siguientes alternativas están disponibles:

- Condensar la Salida Axial para una conexión directa con un condensador en línea, lo cual brinda varios beneficios, por ejemplo, compacidad, desempeño y una base simple. La brida de salida de la turbina está firmemente agarrada a la brida de entrada de vapor del condensador, sin necesidad de fuelles de expansión. Todas las fuerzas de vacío en la turbina y el condensador se manejan en forma completa dentro de la turbina - ensamblaje del condensador (sin fuerza resultante sobre la base). Las placas de flexibilidad permiten la expansión térmica y sirven de apoyo para el límite frontal de entrada de la turbina.
- Como opción también están disponibles las salidas con dirección hacia abajo para los condensadores con baja eslinga.
- Para los condensadores de aire frío con una salida de turbina axial, las piezas de transición están disponibles (conectando la salida de la turbina con la cañería de vapor al condensador). En este caso, la pieza de transición transfiere todas las fuerzas de la turbina a la base.
- Las Salidas de Calor por Zonas están disponibles para una etapa de zona única o doble de calentamiento de agua.
- Las salidas de Presión Trasera (proceso de provisión de vapor) están disponibles en dirección ascendente o descendente.

## Rotor de la turbina y sellos

Por lo general, el rotor está trabado a partir de un fraguado sólido. Por lo tanto, los discos del rotor, el aro del riel y las bridas del ensamblado conforman una parte integral junto con el asta. Para las salidas más grandes de LP, se necesitan dos materiales distintos para las partes de entrada y salida, ambas soldadas en la unión justo en frente de las últimas dos etapas LP.

Las cuchillas de la turbina están soldadas a los discos del rotor por medio de las raíces de entrada de los costados. Las raíces de la cuchilla son del tipo "Bulbo Laval" o de tipo Firtree. Excepto en las dos últimas etapas (turbinas de condensación), las cuchillas se producen con secciones integrales blindadas que están unidas con cables laminados para formar un blindaje continuo. Las tiras de sellado se insertan junto con los cables laminados para disminuir el escape o filtraciones durante las etapas de la turbina.

Las cuchillas de la última etapa en las turbinas de condensación se sujetan a la superficie para evitar la erosión. El rotor completo (con cuchillas) tiene un balance de alta velocidad y, al mismo tiempo, se lo prueba más allá de esta velocidad, a un 20%.

Los diafragmas están divididos en forma horizontal. Los diafragmas están agrupados o se apoyan en forma individual. La parte más baja del diafragma está apoyada por llaves en la parte inferior de la carcasa. En el caso de diafragmas agrupados, la parte superior del diafragma descansa sobre la parte más baja (ambos atornillados).

Para etapas con diafragmas individuales existen pernos de ajuste para que la parte superior de los diafragmas se levante junto con la carcasa superior.

## Eje y sellos entre etapas

Tanto los sellos entre etapas del eje y del diafragma son del tipo laberinto. La provisión de vapor de sellado durante el inicio (unidades de condensación), como así también la quita del vapor por goteo del eje del mamparo se manejan con el sistema de vapor de mamparo (por favor, ver descripción aparte). Se permite que el vapor de escape en ubicaciones intermedias del mamparo del eje entre al camino del vapor para obtener un mejor rendimiento.

## Cojinetes y apoyo de la turbina

El extremo de entrada de la turbina viene con un cojinete muñón para el tipo de manga cilíndrica y un cojinete de riel para el tipo de almohadilla de inclinación. Las "piernas" flexibles soportan la protección de los cojinetes y la carcasa de la turbina.

En el extremo de salida, la turbina está equipada con un cojinete muñón con el diámetro de un limón y está apoyado por la abrazadera de cojinetes en la carcasa de salida. El cojinete de salida puede, en algunas aplicaciones, proveerse con un escurridor.

Todos los cojinetes están revestidos con metal blanco (del tipo babbitt). Todos los cojinetes pueden inspeccionarse o reemplazarse sin necesidad de abrir la carcasa de la turbina. Ambos cojinetes muñón vienen con aceite hidráulico.

El aceite de lubricación se coloca en la turbina y generador por medio de un sistema de aceite de lubricación común. El aceite hidráulico de alta presión se coloca a los cojinetes de la turbina y generador durante la operación, al voltear los engranajes. Esto es para evitar que los cojinetes se gasten y para disminuir las fuerzas de fricción.

La carcasa de salida está firmemente agarrada con una pestaña a un condensador de agua fría en línea (salida axial) o atornillada a la base (salida por abajo). La "piernas" flexibles permiten la expansión termal y apoyan el extremo de entrada de la turbina.

### **Instrumentación y monitoreo**

Cada cojinete muñón está equipado con un elemento dual Pt100 Detector de Resistencia a la Temperatura (RTD). El muñón del cojinete tiene un elemento RTD dual a cada lado del cojinete. Cada drenaje de aceite lubricado está equipado con un termo pozo, el que puede contener tanto un RTD opcional como un termómetro local.

Los cojinetes de los muñones están equipados con sondas sísmicas, las cuales miden la vibración de los cojinetes. También hay sondas que miden la posición axial del rotor de la turbina. La velocidad del rotor se mide por el tipo de proximidad de las tomas de velocidad. Las temperaturas (vapor, carcasa) y las presiones se miden en varios puntos.

La instrumentación se completa con cableado en los conductos hacia las cajas de conexiones, las cuales también albergan Los sensores para sondas de vibración y posición axial.

### **Aislamiento del calor**

La carcasa de la turbina viene con aislamiento de calor en forma de mantas removibles. La cubierta exterior de las mantas es de goma siliconada impregnada con fibra de vidrio, lo cual brinda una prolija apariencia.

## COMPONENTES PRINCIPALES DE LA TURBINA

### DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TURBINA SST-900

#### Turbina SST-900 IP en la aplicación de condensación

La turbina IP (SST-900) está conectada directamente al generador.

El flujo de vapor de IP, admitido a la turbina IP, es controlado por una válvula de control. En algunas aplicaciones pueden usarse varias válvulas. La válvula de control está equipada con un actuador hidráulico (H). El vapor de los gases de combustión de la turbina es condensado en el condensador del sistema MAG.

Los cojinetes tienen aceite lubricante del sistema de aceite lubricante del sistema MAV. Los tubos de retorno llevan ambos aceite de retorno y vapor de aceite al depósito, el cual tiene una presión de temperatura sub atmosférica para evitar la fuga de vapor de aceite al tanque desde los cojinetes. Éstos también son suministrados con una alta presión que conecta el aceite desde el sistema MAV, cuando la turbina está en funcionamiento en el engranaje rotativo.

Las carcasas del cojinete de la turbina poseen velocímetros para la monitorización de la vibración vertical.

La turbina está equipada con un cojinete de empuje, manteniendo así el control axial de la cadena de la turbina/generador. El desplazamiento axial del rotor de la turbina en cada dirección es monitorizado por dos sondas de desplazamiento axial montadas en la pestaña de enganche. El desplazamiento axial disparará la unidad.

La temperatura de la carcasa de la entrada de la turbina se mide y los resultados son utilizados para determinar la curva de arranque a usar durante el arranque, es decir, determinar si la turbina está fría, templada o caliente.

Durante la evacuación del condensador, antes de que arranque la unidad, las glándulas de eje de laberinto reciben vapor de sellado. El vapor de escape es conducido al condensador de vapor de la glándula. Para más información, vea los sistemas MAM y MAW.

Durante el funcionamiento, el vapor de escape sale de la parte interior de las glándulas de eje de laberinto, en la parte de admisión, y es conducido de nuevo a la turbina.

Se instala un engranaje rotativo en la pestaña de enganche que funcionará con un motor hidráulico.

Se instalan tres cápsulas de velocidad electrónicas en la pestaña de arranque (SICZ). Las cápsulas están todas conectadas a la unidad de supervisión de velocidad de la turbina. Las señales se usan en ambas turbinas para la protección y control de la velocidad.

Se instalan válvulas de drenaje automáticas en los puntos bajos controladas neumáticamente y de apertura por fallo. Las válvulas de drenaje controladas neumáticamente pueden ser remplazadas por trampas de vapor automáticas.

Alarma (H1) para temperatura alta en los gases de combustión de la turbina y cierre automático (H2) para temperatura demasiado alta.

Tanto los cojinetes de soporte como los de empuje son enlazados con detectores metálicos de temperatura. Se trata de RTDs (Resistance Temperature Detectors) del tipo Pt 100. Cada RTD es del tipo dual.



## VIRADOR HIDRÁULICO

### Virador general

Cuando el grupo generador ha estado en funcionamiento y tras un cierre normal, la turbina y el generador deben girarse despacio durante un período de tiempo mayor antes de que se detengan completamente. Si se apagan de repente puede ocurrir lo siguiente:

- Doblado térmico de la caja y del rotor.
- Sobrecalentamiento de los metales blancos en los cojinetes.

Par evitar que esto suceda se debe usar un mecanismo virador. La unidad del virador se instala en la turbina y se debe atornillar a la caja de los cojinetes.

### Características del diseño

El montaje del mecanismo virador tiene las siguientes características de diseño.

- Un montaje completo del torneado integrado en una caja, incluyendo el virador, un mecanismo de engranaje y un motor hidráulico.
- Una rueda dentada prensada en la brida ciega del eje al lado de la turbina.
- El suministro de aceite a alta presión procede de una bomba a alta presión situada en el sistema de aceite lubricante a través de una válvula que controla el engranaje y la velocidad del funcionamiento del virador.
- Para un funcionamiento de emergencia durante un corte de energía, el aceite a alta presión puede ser producido por una bomba hidráulica manual.
- Para la lubricación hay un único suministro de aceite y una única purga de aceite. El cierre del eje exterior proporciona un buen ajuste del aceite.
- El mecanismo virador es un componente estándar que se ajusta a todos los modelos de turbinas IP /LP. Existen dos tamaños de viradores, dependiendo del tamaño del reborde de la turbina.

### Descripción del sistema

La unidad del virador está conectada a la caja de los cojinetes.

### Funcionamiento

La velocidad del virador en el eje del generador/turbina puede ajustarse con una válvula de control de flujo. Cuando está activada, el virador recorre la línea completa del eje engranando un piñón en la rueda dentada. Un motor hidráulico hace que el piñón funcione.

Cuando esté descargado el virador funcionará y se engranará a una velocidad de cero en la turbina/generador. En el segundo caso el virador debe ser arrancado en la turbina/generador a una velocidad inferior a 5 rpm. La única entrada externa requerida es una señal para el virador de "on" y "off".

Cuando se desconecta, el piñón se detiene y se suelta del engranaje de la rueda dentada y, de este modo, el mecanismo virador se desconecta totalmente de la rueda dentada (y del eje de la turbina/generador).



## SISTEMA DE LUBRICACIÓN

### SISTEMA DE ACEITE DE LUBRICACIÓN, ACCIONAMIENTO DIRECTO

#### Generalidades

El objetivo del sistema de aceite de lubricación es el de suministrar aceite refrigerada y filtrada durante el arranque, funcionamiento, deceleración y refrigeración de la unidad de:

- La(s) turbina(s), que posee(n) un cojinete liso en cada extremo del rotor y un cojinete de empuje en el extremo de ingreso.
- El generador, que posee dos cojinetes lisos.
- El virador.

#### Depósito de aceite principal

El depósito de aceite lubricante se selecciona de un grupo estándar de tamaños de depósitos para proporcionar un tiempo de retención mínimo de 4 minutos (para la mayoría de las unidades el tiempo de retención será mayor).

La línea de retorno del aceite ingresa a un compartimiento de retorno. Del compartimiento de retorno, el aceite fluye sobre una "rampa" hasta el otro extremo del depósito permitiendo que la mayoría de las burbujas de aire se liberen. La separación de aire final se realiza mientras que el aceite migra lentamente hacia las boquillas de succión de la bomba.

Las impurezas se dirigen a la parte más profunda del fondo del depósito, de donde pueden ser extraídas por el purificador de aceite lubricante opcional o a través de la válvula de purga del depósito MAV10AA210.

El sistema de aceite que se encuentra fuera del depósito posee contenido de aceite considerable durante el funcionamiento. Por consiguiente, el nivel del depósito es inferior durante el funcionamiento que cuando se encuentra sin funcionar.

El vaciado del depósito al nivel de pérdida de succión se realiza mediante la utilización de una de las principales bombas de aceite lubricante impulsadas por motor AC y la purga mediante la válvula MAV30AA205.

Para evitar dañar la bomba, se la debe cerrar inmediatamente después de que se advierte la succión de aire. Se purga el aceite restante a través de la purga del fondo MAV10AA210.

#### Conexión del purificador de aceite (el purificador de aceite es opcional)

Un purificador de aceite conectado toma el aceite contaminado del fondo del depósito y la conexión superior devuelve el aceite limpio, ver diagrama. La tubería de succión posee un pequeño agujero perforado para cortar el "sifón" y evitar que un purificador en mal funcionamiento vacíe el depósito.

### Calentadores de aceite MA V10AH005

Los calentadores eléctricos se utilizan para mantener el aceite del tanque a una temperatura mínima para el arranque de la turbina. La soldadura de los pozos térmicos posibilita el mantenimiento de los calentadores durante el funcionamiento, sin vaciar el tanque de aceite. La densidad de la pared de las superficies de pozos térmicos expuestas a aceite se mantiene por debajo de un cierto nivel para aumentar la vida del aceite mineral.

Cada calentador se encuentra equipado con protección para el recalentamiento. Se utiliza un detector de temperatura de resistencia (RTD, por sus siglas en inglés) MA V10CT025 para controlar los calentadores.

### Extractor de vapor de aceite MA V10AN005

Un extractor de vapor de aceite MA V10AN005 mantiene una presión levemente negativa en el depósito y ayuda a quitar el aire del aceite. Las tuberías de aceite de retorno desde los cojinetes hasta el depósito se encuentran diseñadas de manera tal que solo se las llena parcialmente con aceite durante el funcionamiento. Por consiguiente, los porta cojinetes tendrán casi la misma presión negativa que el depósito, lo que evita la filtración de aceite a través de los sellos de aceite de los porta cojinetes.

En cambio, se succionará una mezcla de vapor de aceite y aire desde los cojinetes hasta el depósito de aceite lubricante.

El extractor de vapor de aceite posee un eliminador de niebla para extraer el vapor de aceite y devolverlo al depósito de aceite lubricante principal.

### Refrigeradores de aceite MA V30AC005/AC010

El aceite de las bombas pasa por uno de los dos refrigeradores de aceite 100%. Hay un arreglo de válvula de conmutación de tres vías sin interrupción de manija única. El refrigerador de reserva se puede limpiar durante el funcionamiento. Se controla la temperatura del aceite mediante una válvula de control de temperatura MA V30AA020 que desvía los refrigeradores y mezcla el aceite caliente y frío a la temperatura correcta.

Los refrigeradores estándar son de "placas", los refrigeradores de "carcasa y tubos" son opcionales. Los refrigeradores se conectan en cabinas paralelas del lado del aceite y del lado de agua.

### Ajuste de la presión del aceite

Se instala una válvula de ajuste de presión manual MA V30AA025 para ajustar la presión del aceite lubricante. Se realiza la configuración durante la puesta en servicio.

Se puede observar el valor de ajuste en un manómetro. Para minimizar la caída de presión durante una operación de emergencia, el aceite de la bomba MA V23AP005 desviará los refrigeradores, la válvula de control de temperatura y el dispositivo de ajuste e irá directamente a los filtros.

## BOMBAS

### Bombas de aceite principales MA V21AP005, MA V22AP005

Las bombas de aceite 2 x 100% principales son bombas centrífugas impulsadas por motor AC. Por lo general, una está en funcionamiento y la otra en reserva.

### Bomba de aceite de emergencia MA V23AP005

La bomba de aceite de emergencia es una bomba centrífuga MA V23AP005 impulsada por un motor DC. Otorga una presión de mín. 0,5 barías (e) (7,25 Psig) y un flujo de 60% del flujo nominal. La bomba se acciona automáticamente desde la instrumentación de presión (ver Instrumentación más adelante) y la falla de abastecimiento de AC. Esta bomba también se utiliza para la refrigeración de los cojinetes si falla el abastecimiento de AC.

### Prueba de la bomba

La bomba de reserva impulsada por motor AC puede probarse durante el funcionamiento al arrancar la bomba manualmente. El interruptor automático por caída de presión (MA V21CP005 o MA V22CP005) después de la bomba indicará que la misma se encuentra en funcionamiento.

Se puede ofrecer como opcional una prueba automática de la bomba de reserva impulsada por motor AC durante el funcionamiento.

### Bomba de elevación de aceite para turbinas, generadores y viradores

Se necesita aceite de levantamiento para los cojinetes de todas las turbinas SST-900, turbinas LP SST-700 (además de algunos tamaños más pequeños de turbinas LP SST-700) y generadores, cuando comienza a rotar el tren del eje. Es por esto que el sistema posee una bomba de elevación de aceite. La bomba es una de pistón axial con presión compensada de desplazamiento variable.

La misma bomba le proporciona aceite al motor hidráulico del virador.

## FILTROS

### Principales filtros circuito del aceite de lubricación

Antes de abandonar el deslizamiento de aceite lubricante, el aceite se filtra a 10 micrones (absolutos) en un filtro de aceite dual (2 x 100%) MA V40AT005 / AT0010, que posee un bloque de válvula de conmutación con manija única para transferencia no interrumpida entre las unidades de filtro. Se utiliza solo uno de los elementos del filtro por vez.

La unidad del filtro de aceite posee una combinación de manómetro/interruptor automático por caída de presión diferencial MA V40CP005 para avisar cuando existan cartuchos filtrantes sucios. Los cartuchos filtrantes descartables se pueden intercambiar mientras que el generador de turbina se encuentra en funcionamiento. La purga, el llenado y la ventilación de los bastidores de filtros se pueden realizar de manera controlada para evitar los derrames de aceite.

Al cambiar un cartucho filtrante, se puede vaciar el bastidor al conectar aire comprimido a la conexión de ventilación y el aceite se vuelve a transportar al depósito de aceite de lubricación principal.

## INSTRUMENTACIÓN

### Presión

La presión del aceite de lubricación se supervisa a través de dos transmisores de presión. El transmisor MA V40CP025 se utiliza para la alarma, transporte y arranque de la bomba de reserva el arranque de la bomba de aceite de emergencia que se alimentan de electricidad MA V23AP005.

El transmisor de presión MA V40CP026 se utiliza para el transporte de la turbina y arranque de la bomba de aceite de emergencia que se alimenta de electricidad MA V23AT005.

El transmisor de presión MA V40CP026 se utiliza como redundancia del transmisor de presión MA V40CP025 en caso de transporte. También existe un manómetro local MA V40CP020.

### Temperatura

La temperatura del aceite de lubricación se supervisa a través de dos RTD MA V40CT005 y MA V40CT015. El RTD MA V40CT005 se utiliza para alarma y transporte a través del sistema de protección de turbina y para control de la válvula de control de temperatura MA V30AA020.

El RTD MA V40CT015 también se utiliza para transporte. Los RTD son duales y también hay un termómetro local MA V40CT010.

### Nivel

El nivel de aceite en el depósito de aceite lubricante MA V10BB005 se controla por un vidrio de nivel MA V10CL005 y por los interruptores de nivel MA V10CL010, MA C10CL015 y MA V10CL020.

El interruptor de nivel MA V10CL010 advierte el nivel de aceite alto (H1), el interruptor de nivel MA V10CL020 advierte el nivel de aceite bajo (L1). El interruptor de nivel advierte el nivel de aceite bajo (L2).

## SISTEMA DE CONTROL DE ACEITE - DESCRIPCIÓN

### General

El sistema de control del aceite opera la Válvula de Parada de Emergencia (Emergency Stop Valve, ESV) y la Válvula de Control (Control Valve, CV).

El sistema de control de aceite incluye una unidad de suministro, el circuito de control del aceite con los servomotores para los CV(s) y los ESV(s).

La unidad de suministro del control del aceite se instala sobre un patín separado listo para la instalación.

Toda la instrumentación está ubicada en un panel (excepto los termómetros locales y las ventanas de observación de nivel). Toda la instrumentación y los cables del solenoide se conectan a una caja de conexiones. En el sitio los tubos de acero inoxidable se guían entre la unidad de suministro del aceite y los servomotores.

Tuberías de acero inoxidable soldado se usan para evitar las pérdidas de aceite en las partes calientes.

Tipo de Aceite Standard: ISO VG32 o ISO VG46, que es el mismo aceite mineral que se usa en el sistema de aceite de lubricación.

## UNIDAD DE SUMINISTRO DE CONTROL DE ACEITE

### Esta unidad incluye

- Un depósito de aceite.
- Un acumulador presurizado.
- Dos bombas al 100% de desplazamiento por corriente alterna (AC).
- Un filtro doble completo desechable, de flujo (3  $\mu\text{m}$  absolutos).
- Un circuito de filtrado desconectado (reserva continua).
- Válvulas y accesorios.
- Un refrigerador por aire de aceite refrigerado.
- Un dispositivo de válvula de carga.
- Un calentador eléctrico.

Dos bombas de tipo pistón axial (una de ellas en reserva), equipadas con desplazamiento variable, entrega el aceite presurizado al sistema. De esta forma la potencia de funcionamiento se mantiene en un valor mínimo.

El depósito de aceite se dimensiona para cumplir todos los requisitos del sistema eléctrico-hidráulico.

Está revestido y pintado por dentro con una imprimación adecuada, y pintado por el exterior con una imprimación y una fina capa de protección.

El filtrado de aceite se realiza de dos formas:

- Mediante un filtro doble de flujo completo con cartuchos desechables de tamaño de malla de 3  $\mu\text{m}$  en la descarga de la bomba.
- Mediante un circuito de filtración desconectado, que consiste en una bomba de alterna, un refrigerador y un filtro doble de flujo, desechable, (3  $\mu\text{m}$  absoluto), que limpia el aceite de retama así como el aceite de llenado.

Durante los movimientos rápidos de la válvula el acumulador presurizado proporciona las tasas de alto flujo necesarias durante cortos periodos.

El calentador eléctrico mantiene el aceite en el tanque por encima de la temperatura mínima de arranque de la turbina.

### Instrumentación y observación

Se supervisan los siguientes parámetros:

- La presión del aceite.
- El nivel de aceite del depósito.
- La presión diferencial a través de los filtros.

Se dan alarmas para

- Baja presión del aceite.
- Nivel alto del depósito.
- Altas caídas de presión a través de los filtros.
- Caídas de tensión en cualquiera de los solenoides.

### Circuitos de control del aceite con servomotores para los CVs

Durante la operación normal una servo válvula controla los golpes del servomotor y la servo válvula. Se conecta y es controlada por el gobernador de la turbina.

En rechazo de carga y parada de emergencia, las válvulas de paso y drenaje del circuito permiten cerrar los CVs; el rechazo de carga se inicia por un pulso generado por el gobernador' de la turbina, que también determina cuando la válvula de drenaje volverá a una posición de no acción.

En la parada de emergencia el circuito se drena vía las válvulas de paso.

### Paso de los servomotores para los ESV(s)

Durante las operaciones de la turbina, las válvulas de paso conectan el aceite de alta presión con los servomotores para los ESV(s) (y los CV(s) manteniendo los ESV(s) en una posición abierta). Cuando más de uno de las tres válvulas de solenoide pierden energía por el sistema de protección de la turbina, las válvulas de solenoide drenan el aceite de alta presión de los servomotores, lo que provoca el cierre de los ESV(s).

Es posible probar una válvula (de solenoide) cada vez durante el funcionamiento. Una válvula manual de paso ubicada en la unidad de suministro puede utilizarse para drenar el sistema permitiendo cerrarse a los ESV(s) y los CV(s).

## DESAGÜES

### CLASIFICACIÓN DE LOS DESAGÜES

#### Generalidades

El sistema de desagüe transporta el agua desde lugares donde el vapor tiende a condensarse o el agua tiende a acumularse durante el arranque, el funcionamiento y la parada. Así el sistema impide una acumulación de agua que podría causar daños en el martillo de agua, provocar erosión o flujos de vapor imprevistos cuando dicha agua se evapora con la disminución de la presión. El desagüe desde las tuberías a las válvulas, la propia turbina y el mecanismo asociado se clasifican en dos grupos (desagües externos e internos) y se resume en el texto que sigue:

Estas dos clases de desagües nunca deben estar interconectados debido al riesgo de reflujo de vapor o de drenaje hacia la turbina. Esto es particularmente importante si por alguna razón la turbina se apaga por necesidades de mantenimiento durante un largo periodo de tiempo. En estas ocasiones hay que proceder a aislar completamente la turbina de todos los sistemas externos para poder trabajar con ella. Si la turbina se apaga, el vapor húmedo puede provocar una grave corrosión de las partes interiores de la turbina.

#### Desagües internos

Los desagües internos se definen como

- Desagües de la turbina.
- Desagües de líneas conectadas a la turbina, las válvulas y el mecanismo, siempre que estén aislados de todas las fuentes de vapor cuando la turbina se apaga.

Los desagües internos están conectados al condensador o a un tanque de desagüe que a su vez está conectado al condensador.

Los desagües internos no deben estar conectados a la atmósfera debido al riesgo de fuga de aire al condensador a través de la turbina durante la formación de vacío.

Ejemplo de desagües internos:

- Líneas entre las válvulas reguladoras y la turbina.
- Desagües de la caja de la turbina.
- Línea de interconexión entre los módulos de la turbina.
- Línea de vapor del prensaestopas aguas abajo de una válvula aislante.
- Condensador de vapor del prensaestopas.
- Líneas de extracción que no pueden presurizarse cuando la turbina se apaga.
- Condensador para el eyector movido por vapor.

## Desagües externos

Las líneas que están conectadas a los suministros de vapor, que pueden presurizarse cuando la turbina está apagada o en parada, deben desagüarse externamente lejos de la turbina y del condensador.

En la mayor parte de los casos los desagües externos están conectados a un tanque de desagüe atmosférico desde donde el desagüe se vierte o se bombea hacia la línea de condensación.

Los desagües externos nunca deben dirigirse al tanque de desagüe de los desagües internos. Esto podría tener como consecuencia que el vapor o el agua de dicho tanque se viera forzada a retroceder hacia la turbina, provocando una grave corrosión de las partes internas de la turbina si la turbina se apaga por necesidades de mantenimiento, etc. También hay que proceder a aislar la turbina y el condensador de los sistemas externos para poder llevar a cabo el mantenimiento de la turbina.

168

Ejemplo de desagües externos:

- Caja de la válvula de parada de emergencia y línea de vapor directo aguas arriba de las válvulas reguladoras.
- Línea de estanquidad de prensaestopas aguas arriba de una válvula de aislamiento.
- Líneas auxiliares de vapor aguas arriba de las válvulas aislantes.
- Las partes de las líneas de extracción de vapor, que pueden presurizarse cuando la turbina se apaga.

## TANQUES DE DESAGÜE

### Tanques de desagüe para desagües internos

El tanque de desagüe debe colocarse a un nivel suficientemente bajo con respecto a todos los puntos de desagüe. Todas las líneas que drenan al tanque deben instalarse con una pendiente continua (desagüe por gravedad) para impedir que el agua se acumule en las líneas durante, por ejemplo, la parada y el arranque. El tanque de desagüe debe conectarse al condensador. La línea de purga que va desde el tanque de desagüe hasta el condensador debe dimensionarse de modo que la caída de presión sea insignificante aunque estén abiertos todos los desagües que conducen al tanque. De no ser así, existiría el riesgo de que la formación de presión en el tanque pudiera provocar un reflujo en algunos desagües.

Debe prestarse especial atención a la caída de presión cuando se usan válvulas automáticas de desagüe (estándar), que permanecen abiertas hasta la carga parcial (en torno a 15%).

En los casos en que el tanque de desagüe está situado de forma que no puede desagüe en la cámara caliente del condensador por medio de un sellado en bucle, el drenaje debe bombearse al condensador. El tanque no debe abrirse a la atmósfera, ya que constituye una parte de la planta sujeta al vacío del condensador.

Puede necesitarse una refrigeración adicional en el tanque para mantener la temperatura del vapor en la línea de purga que va hacia el condensador por debajo de la temperatura de diseño del condensador. Por lo general, la refrigeración se consigue por medio de un pulverizador alimentado de forma continua con agua de las bombas de condensación sobre una válvula de cierre manual.

### Tanques de desagüe para desagües externos

El tanque de desagüe debe colocarse a un nivel suficientemente bajo con respecto a todos los puntos de desagüe. Todas las líneas que drenan al tanque deben instalarse con una pendiente continua (desagüe por gravedad) para impedir que el agua se acumule en las líneas.

El tanque de desagüe externo, que suele tener salida a la atmósfera, puede desaguarse en el canal de refrigeración por agua, en el sistema de desagüe o en algún otro sistema a través del cual pueda verse el drenaje. Como alternativa, el drenaje puede almacenarse bombeándolo desde el tanque en la línea de condensación.

La línea con salida a la atmósfera debe dimensionarse para que la caída de presión sea insignificante aun con todos los desagües abiertos al tanque. De no ser así, existiría el riesgo de que la formación de presión en el tanque pudiera provocar un reflujo hacia los desagües.

El tanque de desagüe para los desagües externos no debe conectarse al tanque de desagüe para los desagües internos o al condensador.

## Generalidades

Todos los desagües deberán conectarse al tanque de desagüe, el condensador, etc. por medio de tuberías independientes. No deben agruparse en un cabezal, ya que esto podría provocar que los desagües con presión más baja se obstruyan e incluso refluyan.

Todos los desagües tienen que diseñarse para resistir el vacío del condensador al principio de la tubería de desagüe. En consecuencia, una línea de desagüe no debe diseñarse de modo que dependa de una presión alta del vapor para forzar el drenaje hacia el tanque o el condensador.

Cuando se usan válvulas (estándar) de funcionamiento neumático, debe abrirse un orificio después de cada válvula y tan próximo como sea posible a la caja de purga del condensador. Los orificios deben tener un tamaño mínimo de 8 mm. (0,31"). Las válvulas de cierre de funcionamiento manual deben ubicarse lo más cerca posible de las conexiones de desagüe de la turbina. Las válvulas de funcionamiento manual pueden sustituirse por purgadores automáticos de vapor (opcional). En este caso, no deben abrirse orificios después de los purgadores automáticos de vapor. Si se utilizan purgadores automáticos del vapor, deben ubicarse lo más cerca posible de las conexiones del tanque de desagüe interno o del condensador.

170

## Desagües de la Turbina, las Válvulas y las Tuberías

Cada uno de estos desagües está equipado con una válvula (estándar) de cierre de accionamiento neumático que se mantiene abierta durante la parada y hasta un límite de carga de pre ajuste suficientemente alto para que caja de la turbina, etc., haya alcanzado una temperatura muy por encima de la temperatura de saturación. En casos en que también haya necesidad de desaguar durante el funcionamiento normal, hay un purgador automático de vapor en paralelo con la válvula de cierre.

Opcionalmente, las válvulas de cierre de funcionamiento neumático pueden sustituirse por purgadores automáticos de vapor.

Las tuberías de desagüe se instalarán con una pendiente continua (desagüe por gravedad) para impedir que el agua se acumule en otros lugares que no sean los sellados en bucle.

## Desagües del sistema de Estanquidad del Prensaestopas

Los desagües de las distintas partes del sistema no deben agruparse, sino conectarse independientemente al tanque de desagüe o al sistema colector del desagüe.

Las tuberías de desagüe se instalarán con pendiente continua (desagüe por gravedad) para impedir que el agua se acumule en otros lugares que no sean los sellados en bucle.

Los condensadores de vapor del prensaestopas de la mayoría de las turbinas de presión y de algunas turbinas de condensación se desaguan en un tanque atmosférico o en un sistema de desagüe abierto. En este caso se considerarán como desagües externos.

La tubería de desagüe deberá incorporar un sellado en bucle.

El diámetro de la tubería de desagüe deberá ser suficiente para que haya flujo desde dos tubos quebrados del condensador de vapor del prensaestopas (cuatro extremos de tubo). La tubería de desagüe deberá equiparse con válvulas para la medición ocasional del flujo de desagüe.

Los condensadores de vapor del prensaestopas de la mayoría de las turbinas de condensación se desaguan en el condensador o en un tanque con presión sub atmosférica, que requiere un separador de flotador en la tubería de desagüe. Dicho separador de flotador no deber ser del tipo de temperatura controlada, es decir, no deberá estar equipado con, por ejemplo, un elemento bimetálico. En este caso se considerarán como desagües internos.

La tubería de desagüe deberá incorporar un canal de descarga con un sellado en bucle. El diámetro del canal de descarga deberá ser suficiente para que haya flujo entre dos tubos quebrados del condensador de vapor del prensaestopas (cuatro extremos de tubo).

El ventilador del condensador de vapor del prensaestopas, si se dispone de forma estándar, deberá desaguar en el lateral del revestimiento del condensador del prensaestopas.

## Condensador de vapor del prensaestopas

En los sistemas de estanquidad del prensaestopas equipados con inyección de agua para el desrecalentamiento, también hay un separador de agua con un desagüe. El desagüe puede tratarse como un desagüe interno o externo.

Cuando se considera un desagüe interno, el drenaje se conduce a través de un separador de flotador hacia el tanque de desagüe interno o hacia el condensador.

Cuando se considera un desagüe externo, el desagüe tiene que contener un sellado en bucle.

## Desagües desde el Condensador del Eyector

En turbinas de condensación equipadas con un eyector movido por vapor para la formación de vacío, el condensador del eyector se incluirá en la parte de la planta que está sujeta al vacío del condensador.

En consecuencia, el condensador del eyector tiene que desaguar en el condensador principal o en el tanque de desagüe de los desagües internos.

Las tuberías de desagüe estarán equipadas con separadores de flotador. Un sellado en bucle también es una alternativa aceptable siempre que su tamaño, resultante del diferencial de la presión entre el tanque de desagüe o el condensador y el condensador del eyector, pueda tener cabida.



# CAPITULO V



## GENERADOR DE DOS POLOS

### GENERADOR DE DOS POLOS, SIEMENS SGEN 5(6)-100A-2P

#### Generalidades

El generador se selecciona entre varios tamaños estándares para ajustarse a la salida de la turbina solicitada y satisfacer las necesidades eléctricas de cada proyecto.

Se trata de un turbo generador de dos polos refrigerado por aire y puede ser movido desde uno o dos extremos, directa o indirectamente por medio de engranaje(s), dependiendo de la configuración global de la conducción. El generador está diseñado de acuerdo con las normas internacionales, IEC60034 o IEEE C50.13 (ANSI C50.13), dependiendo del país del usuario.

El generador se alza sobre una base sobre la que se montan el estator y los pies de los cojinetes. Cojinetes cilíndricos soportan el rotor del generador; por lo general los cojinetes se disponen en dos cojinetes radiales. En algunos casos, en generadores más grandes se instala un cojinete de apoyo adicional fuera de la máquina excitadora. Un circuito cerrado de aire refrigerante enfría el generador; el cerramiento del generador, que también se monta en la base, conduce el aire refrigerante.

#### ESTATOR

##### Núcleo del estator

El núcleo del estator está lleno de láminas de chapa de acero de aislamiento eléctrico con un bajo índice de pérdida y se apoya en la base por medio de barras de guía y anillas. La compresión axial del núcleo del estator se consigue por medio de fingers de fijación y placas de presión. Los fingers de fijación aseguran una presión de fijación uniforme, especialmente dentro de la cadena de dientes. Después de rellenar el núcleo del estator las barras principales del núcleo se instalan en sus respectivas ranuras.

La rigidez necesaria se obtiene soldando los bastidores del esqueleto a las barras de guía y las placas de presión. Los dos bastidores exteriores del esqueleto del estator interior, así como los demás que pudieran requerirse, son más gruesos. Garantizan la transmisión segura de las fuerzas mecánicas a través de orejetas soldadas a la base.

##### Bobina del estator

La bobina trifásica del estator es de un tipo de devanado fraccionado de dos capas que se compone de barras individuales. Cada ranura del estator tiene cabida para dos barras. Las barras inferiores de la ranura y las barras superiores se desplazan entre sí por un paso de devanado y se conectan en los extremos para formar grupos de serpentines. Los grupos de serpentines están conectados con los conectores de fase dentro del bastidor del estator como puede verse en el diagrama de conexión. Esta disposición y la forma de las barras en los extremos dan como resultado una bobina en forma de cono de características especialmente favorables por sus propiedades eléctricas y su resistencia a las fuerzas de inducción magnética. Las barras ofrecen la máxima fiabilidad operativa, ya que cada serpentin consiste en una única vuelta. Esto hace idénticos el aislamiento de vuelta y el aislamiento principal.

## Rotor

El eje del rotar está forjado a partir de un lingote de acero fundido. El rotar consiste en una porción eléctricamente activa y los dos extremos del eje. Una(s) fijación(es) de brida que conecta el rotar con la turbina se ubica en el exterior del cojinete.

Aproximadamente el 60% de la circunferencia del cuerpo del rotar está provista de ranuras longitudinales que sostienen la bobina de campo. El paso de las ranuras se selecciona de modo que los dos polos sólidos se desplacen 180°. Los dientes del rotar al extremo del cuerpo del rotar están provistos de conductos axiales y radiales, permitiendo que el aire refrigerante se descargue en el entrehierro para hacer posible la refrigeración intensiva de las bobinas de los extremos.

Una vez terminado, el rotor se equilibra en varios planos a diferentes velocidades y después se somete a una prueba de sobre velocidad al 120% de la velocidad nominal durante dos minutos.

## Cojinetes

Los soportes de los cojinetes son de tipo pie, montados en la base del generador. Los cojinetes son hidrodinámicos, forrados con metal blanco, de perfil de dos lóbulos. Los casquillos de los cojinetes están divididos en la línea central horizontal para facilitar su inspección y retirada.

Cada cojinete está provisto de suministro de aceite y bridas de desagüe.

La lubricación del generador proviene del sistema de lubricación de la turbina.

## Circuito de refrigeración

Las pérdidas de calor que se producen en el interior del generador se disipan en el aire. El rotar está refrigerado directamente por aire y las pérdidas de calor se transmiten directamente desde el cobre de las bobinas hacia el aire de refrigeración.

Se utiliza aire indirecto de refrigeración para la bobina del estator. El aire de refrigeración del generador proviene de los ventiladores de flujo axial dispuestos en el rotar por medio de las aberturas laterales de la caja del estator.

El flujo de aire de refrigeración se divide en tres trayectorias de flujo tras cada ventilador:

- Hacia el espacio de la bobina del extremo del rotar para la refrigeración de la bobina del rotor.
- Por encima del extremo de las bobinas del extremo del estator hacia los conductos de aire frío y los compartimentos de aire frío del espacio del bastidor del estator que hay entre la caja del generador y el núcleo del estator. .
- Hacia el entrehierro a través de las anillas de retención del rotar. Después el aire fluye por los fingers de fijación y a través de las ranuras de ventilación del núcleo del estator hacia los compartimentos de aire caliente del bastidor del estator.

Los flujos 2 Y 3 se mezclan en el entrehierro con el flujo 1 que sale del rotar. Después el aire de refrigeración fluye radialmente hacia fuera a través de las ranuras de ventilación del núcleo dentro ámbito de los compartimentos de aire caliente para refrigerar otras secciones del núcleo del estator y la bobina del estator. El aire caliente se descarga hacia los elementos de refrigeración a través de los conductos de escape.

### **Intercambiadores de calor refrigerados por agua**

El generador está provisto de secciones de intercambio de calor refrigeradas por agua de tipo tubular. Los nidos por lo general se disponen de modo que el 67% de la salida está disponible desde el generador cuando un nido está fuera de servicio por mantenimiento o reparación. Los nidos de refrigeración están contruidos en monotubo o placa monotubo.

Cada nido de refrigeración está equipado con ventilación y válvulas de desagüe. La entrada de agua y las bridas de salida están provistas de una caja de cabezales en cada nido de refrigeración.

Cada par de nidos de refrigeración está provisto de una bandeja de goteo conectada a los detectores de fugas.

La caja de refrigeración de los nidos de refrigeración y los conductos de aire por lo general se ubica en lo alto del generador, como puede verse más abajo. En los generadores más grandes la caja de refrigeración se ubica en el lateral del generador.

### **Instrumentos y monitorización**

El generador está provisto de una serie de instrumentos para la supervización y la protección del generador, Los instrumentos son fundamentalmente detectores de temperatura del tipo Pt100 para la monitorización de la temperatura; para la monitorización de la vibración están los pies de los cojinetes, provistos de sensores para la medición de vibración sísmica y/o del eje.

Para el caso de fuga del agua de refrigeración está la bandeja de goteo que hay bajo los refrigeradores, provista de un detector de fugas.

### **Cableado auxiliar**

Todo el cableado auxiliar está conectado a las cajas terminales, del cerramiento del generador por medio de conexiones salientes con el sistema de control de las tiras de conexión de bornes.

Las cajas terminales están separadas por señales de potencia, control y nivel bajo.



## EXCITACIÓN

### Excitación sin escobillas

La energía de excitación por lo general se deriva de un excitador piloto AC con imanes permanentes (PGM), conectado directamente al eje del generador. La energía de excitación también puede tomarse directamente de un conmutador eléctrico o de un transformador de excitación conectado al conducto del bus entre las terminales principales del generador y el disyuntor del circuito del generador.

La corriente de campo abastece al rotor desde el sistema de excitación por medio de un excitado dispuesto en el extremo del eje del extremo del excitador. La conexión eléctrica entre el puente rectificador de rotación del excitador y la bobina del rotor se establece por medio de tornos radiales y conductores ubicados en el orificio hueco del rotor en el extremo del excitador.

### Excitación estática

La energía de excitación por lo general se deriva de una conexión que se encuentra en el conducto del bus entre los terminales principales del generador y el disyuntor del circuito del generador. Para adaptar el voltaje de los terminales principales del generador al voltaje del sistema de excitación se utiliza un transformador de excitación. Después la corriente de campo abastece al rotor de rotación por medio de escobillas de carbón y dos sliprings de acero dispuestos en el extremo del eje del extremo del excitador.

Los tornos terminales dispuestos entre los sliprings están hechos de acero. Están atornillados al plomo de la corriente de campo del orificio del eje y conectados a los sliprings por medio de terminales.

Los sliprings están recortados para encajar en la extensión del eje en el extremo no conductor y aislado del eje. Los plomos de la corriente de campo del orificio del eje discurren en dirección axial desde el torno radial hasta el extremo del rotor. Consisten en dos conductores semi circulares aislados uno del otro y del eje.

El plomo de la corriente de campo del orificio del eje está conectado a la orejeta terminal en la bobina del extremo por medio de un tomo radial. El tomo radial está hecho de acero y atornillado al plomo de la corriente de campo ubicado en el orificio del eje.

### Terminales de línea y neutros

Ambos extremos de las bobinas trifásicas se sacan del bastidor del estator a través de terminales con bornes, que proporcionan aislamiento contra alto voltaje. Los bornes están sujetos al bastidor del estator por medio de sus bridas de montaje.

El conductor del borne está hecho de cobre de alta conductividad. Todas las bridas de conexión están estañadas para minimizar las resistencias de contacto de las conexiones sujetas en torno.

El aislador de apoyo de fibra de vidrio está impregnado de resina de base de epóxido. Conectores flexibles permiten la expansión termal entre el terminal de borne y el conector de fase.

## Cerramiento de línea y neutro

Los terminales de línea y neutro del generador se sacan al cerramiento(s) de línea y neutro. Los cerramiento(s) por lo general se montan en los laterales del generador; en un generador más grande el cerramiento se ubica en lo alto del generador.

En el lateral de línea del generador se incluye por lo general el siguiente equipo:

- Transformadores de corriente.
- Transformadores de voltaje.
- Pararrayos.
- Protectores contra sobretensiones.

En el lateral neutro del generador por lo general se incluye el siguiente equipo:

- Transformadores de corriente.
- Equipo de toma de tierra neutra, con recomendación del índice 19 A, 10 s.

En el cerramiento(s) se suministran cajas de conexión para conectar las bobinas secundarias de los transformadores instrumentales.

Para las extensiones específicas del equipo para cada proyecto en lo que atañe al cerramiento de línea y neutro véase el Alcance de suministro.

## CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

### Tensión permitida y variación de frecuencia para los turbogeneradores de vapor

Las temperaturas especificadas en el generador no sobrepasaran la tensión y la frecuencia asignadas.

Las temperaturas específicas del generador pueden exceder hasta 10 °K en otros puntos operativos del área sombreada (zona A).

Los álabes de la turbina no estarán sujetos a ningún tipo de resonancia del área sombreada que pueda resultar perjudicial.

Límites de funcionamiento de acuerdo con IEC60034-3 "Requisitos específicos para máquinas síncronas de tipo turbina."

El funcionamiento fuera del área sombreada (zona A) pero dentro de las líneas de puntos (zona B) implicará un calentamiento en el generador. Es posible que los álabes de la turbina estén sometidos a resonancia. Por este motivo, el funcionamiento en esta área (zona B) debe estar limitado.

En las áreas de puntos (zona B) el funcionamiento está limitado a un máximo de 30 minutos cada vez y a un máximo de 2 horas acumuladas al año.

No se permite el funcionamiento fuera de los límites de frecuencia bajo ninguna circunstancia.



## SISTEMA DE CONTROL

### SISTEMA DE CONTROL AUTÓNOMO DEL GENERADOR DE TURBINA DE VAPOR

#### Introducción

El diseño tolerante a fallos proporciona una inmunidad adicional contra una falsa desconexión. El diseño cubre las señales de instrumentos de desconexión pertenecientes a la protección de la turbina.

El número de instrumentos de desconexión está incrementado para posibilitar una asignación de 2 de cada 3 del valor real del proceso de desconexión. Este ajuste previene de una falsa desconexión de la turbina en caso de un fallo instrumental (único fallo). Proporciona también una posibilidad de intercambiar o calibrar un instrumento defectuoso durante el funcionamiento. El hardware del sistema de control está ampliado con una CPU redundante (reserva en condiciones de funcionamiento inmediato), bus de campo redundante y estaciones triple I/O (para señales de protección). El monitor de vibración u posición de eje axial Bentley Nevada está también ampliado para prevenir un único fallo.

La tendencia actual de los controles de turbina de vapor es hacia los sistemas autónomos, manejando todos los controles del generador de turbina internamente, mientras que proporciona un intercambio de información con el Control de la Planta de Energía global (PPC) o el Sistema de Control Distribuido (DCS) de la planta industrial.

Se utiliza un cierto número de unidades de microprocesadores para proporcionar funciones individuales mientras que al mismo tiempo se interconectan entre sí y con la estación o estaciones de control del operador a través de conexiones de bus de datos.

El sistema está construido con software y hardware de la gama de sistema de control de Siemens Simatic. Proporciona todos los controles necesarios para la unidad de generador de turbina. Las funciones incluyen bucles de control abiertos y cerrados así como monitorización, procesamiento de desconexión/alarma y registro de alarmas, desconexiones y sucesos. Funciona completamente autónomo, pero puede proporcionar intercambio de información con un sistema de control de planta (PPC o DCS).

Las principales funciones de control del generador de turbina son:

- Regulador de turbina.
- Protección de turbina.
- Automatización de turbina (control de dispositivos auxiliares).
- Control del generador (regulador de voltaje, sincronización, protección).
- Monitorización de turbina y generador (temperaturas, vibraciones, manipulación de alarmas, etc.).
- Interfaz Humano-Máquina.
- Interfaz con Controles de Planta.

## Regulador de turbina

Controlando los índices de flujo de vapor a la turbina y, si es apropiado, a través de extracciones controladas, el regulador de la turbina es capaz de controlar la velocidad y salida del generador de turbina y también los parámetros de control tales como la presión y la temperatura de los sistemas anexos.

El regulador de la turbina contiene todas las funciones necesarias para la ejecución inmediata de parada a velocidad nominal, carga y funcionamiento conectado a una red de energía u control de velocidad durante el funcionamiento en isla. Hay un cambio automático sin perturbaciones entre los diferentes controles. Tras una desconexión de la turbina, el regulador vuelve automáticamente a la posición requerida para el inicio.

El regulador de la turbina está basado en un microprocesador y permite bucles de control muy rápidos. Todas las mediciones y otras variables de control son convertidas y procesadas como valores numéricos (digitales). La aplicación es implementada usando un lenguaje de bloque funcional.

Las válvulas de control de vapor están equipadas con servomotores hidráulicos y son posicionadas vía servo-válvulas electro-hidráulicas. Ya que cada válvula de control tiene su propio servomotor hidráulico, la secuencia de válvulas puede ser ajustada para adecuarse al funcionamiento real. .

El controlador de la turbina está diseñado para un control de velocidad/frecuencia exacto, cumpliendo los requisitos impuestos por las autoridades nacionales y las normas internacionales para los sistemas de energía.

Los siguientes modos de control básicos están siempre incluidos:

- Control de arranque.
- Control de frecuencia Carga.
- Limitador de paso/gradiente.
- Limitador de presión de entrada mínima (gradiente).

Los controladores adicionales, dependiendo de la configuración del proceso s

- Control de presión de entrada principal.
- Control de presión e admisión.
- Control de presión de extracción.
- Control de presión de aspiración.
- Control de de presión del condensador (p.ej. aplicaciones de calefacción urbana).
- Otros controladores para cumplir con demandas de aplicación.
- Otros limitadores para prevenir gradientes de proceso excesivos.

## Protección de la turbina

La protección de la turbina está dividida en una sección eléctrica y otra hidráulica.

La sección eléctrica comprende los transmisores e interruptores utilizados para determinar cuándo hay presencia de una condición de desconexión, el microprocesador, usado para evaluar la información del sensor y ordenar la desconexión de la turbina y las señales cableadas del microprocesador a las válvulas solenoides de desconexión.

Algunas desconexiones críticas no están conectadas con el microprocesador sino directamente de la señal cableada a las válvulas solenoides de desconexión. La turbina es desconectada cuando las válvulas solenoides de desconexión son desactivadas.

La sección hidráulica comprende las válvulas solenoides de desconexión y la válvula de parada de emergencia (ESV) y los servomotores de la válvula de control. La turbina es desconectada cuando la presión del aceite hidráulico de desconexión se drena, provocando que los servos cierren rápidamente las válvulas de vapor.

Las tres válvulas solenoides están conectadas en una disposición de dos de tres del lado hidráulico. Una desconexión de turbina (drenaje de la presión de aceite hidráulico de desconexión) se inicia cuando dos o más válvulas solenoides son desactivadas. Esta disposición permite probar un canal cada vez, incluyendo el funcionamiento real de su válvula solenoide, mientras la turbina permanece en funcionamiento.

Los sensores de desconexión y las salidas a las válvulas solenoides operadas están conectadas como bucles normalmente cerrados (energizados). Esto protege la turbina por medio de circuitos eléctricos "a prueba de fallos". Los suministros de energía redundante proporcionan una seguridad operativa. ,

La desconexión de sobre-velocidad está diseñada con una lógica de dos de tres en todo el sistema. Estos e consigue utilizando tres canales redundante s todo el camino desde los captadores de velocidad hasta los microprocesadores individuales. Se monitoriza el buen estado de cada canal captador.

Se utilizan monitores Bentley Nevada para la medida de la vibración y de la posición axial. Las señales de sonda están cableadas hasta los monitores.

## Automatización de turbina

El propósito de la automatización de la turbina es controlar el funcionamiento de los sistemas auxiliares. Esto proporciona un inicio fácil para el operador y un funcionamiento fiable.

La automatización de la turbina se ocupa de las siguientes funciones:

- Inicio y parada de los dispositivos auxiliares.
- Cambio automático entre objetos redundantes.
- Control del virador.
- Control del regulador de vacío (si es aplicable).
- Control y test de la, válvula de parada de emergencia.
- Ajuste del valor de ajuste.
- Test de sobre-velocidad.
- Control del vapor del prensaestopas.
- Otros controladores, no incluidos en el regulador de la turbina.
- Monitorización, alarma y manejo de sucesos.

## Interfaz humano-máquina

El estado de funcionamiento del generador de turbina puede observarse en la estación de operador (consistente en un monitor a color y un teclado). Los valores medidos y las condiciones de alarma pueden leerse en la pantalla. Los puntos de ajuste pueden ajustarse. Los diferentes procesos pueden ser seleccionados. El sistema proporciona un cierto número de visualizaciones hechas a medida (por lo general 10-12 visualizaciones) para servir de interfaz con los diferentes objetos tales como controladores, bombas, válvulas, instrumentos, etc.

## Alarma, desconexión y secuencia de sucesos

Las alarmas, desconexiones y sucesos son marcados con la hora en el controlador de proceso. Las alarmas y la lista de sucesos están disponibles en la pantalla de la estación de operador. Las alarmas, desconexiones y sucesos son almacenados en el archivo de mensajes con una capacidad para más de 500.000 mensajes. Las lista de mensajes es almacenadas pueden ser también impresas, si se conecta una impresora a la estación del operador.

## Registro y variables

Los valores medidos pueden ser etiquetados y archivados y a partir de los mismos, pueden realizarse gráficos de variables.

Se incluyen las funciones para el archivado a corto plazo con o sin archivado a largo plazo. La capacidad típica de 100 variables recogidas al índice máximo (400ms), pueden almacenarse en la estación de operador única hasta 3 meses (asume aprox. 80 GB de espacio libre en el disco duro). El equipo para almacenamiento en medio óptico (CD) está incluido.

Cada visualización del operador puede manejar hasta 25 ventanas de curvas de variables (máx. de 80 curvas por ventana).

## Interfaces

El enrutamiento de la señal desde el generador de la turbina y los sistemas auxiliares hasta los cubículos del sistema de control se realiza a través de cables de señal.

Un enlace ModBus® es el enlace de comunicación estándar a la planta PPC o DCS.

- ModBus TCP (Medio Ethernet).
- Optativo. OPC DA (OLE for Process Control, Data Access) (OLE para control de Proceso, Acceso de Datos).
- Optativo, Profibus.

## GENERADOR

### Sistema de excitación y regulador de voltaje

El diseño básico es un sistema de excitación sin escobillas con una fuente de energía de un generador de imanes permanentes (PMG), a menudo denominado excitador piloto o, si no es posible, con un transformador de excitación.

Para algunas configuraciones de turbina la excitación sin escobillas no puede ser utilizada. Para tales configuraciones ha de utilizarse la excitación estática. La excitación estática es alimentada de un transformador de energía de excitación.

El regulador de voltaje es de tipo digital con control automático de voltaje (A VR) y con control manual de corriente de campo.

La señal de salida desde el regulador Automático (y manual) de voltaje es a través de una unidad de impulsos de control ajustando la corriente de campo excitatriz por medio de un puente tiristor. Se utiliza un bus de campo para la comunicación entre el sistema de control y el regulador de voltaje; se utiliza una interfaz cableada para las señales de desconexión.

### Sincronización (Optativo, ver alcance del suministro)

Un dispositivo de sincronización automática correlaciona el voltaje y la frecuencia del generador con la rejilla por medio del regulador de voltaje y el regulador de la turbina. Cuando el voltaje y la frecuencia están lo bastante cerca, se envía un impulso de cierre al disyuntor seleccionado cuando los voltajes sobre el disyuntor están en fase entre sí.

Un panel de sincronización manual está equipado con un voltímetro doble, un medidor de doble frecuencia, un sincronoscopio y botones/interruptores para el ajuste del voltaje y la velocidad y para seleccionar y cerrar el disyuntor del generador u otros disyuntores.

Se utiliza una interfaz cableada para la comunicación entre el sistema de control y el equipo de sincronización.

### Protección del generador (Optativo, ver alcance del suministro)

La opción de protección estándar del generador consiste en unos dispositivos de protección digital del generador montados en bastidor.

La configuración real (si se incluye la protección del generador) se muestra en un diagrama de una línea de orden específica.

Se utiliza un bus de campo para la comunicación entre el sistema de control y la protección del generador para la transferencia de valores medidos e indicaciones; se emplea una interfaz cableada para las señales de desconexión.



## AUTOMATIZACIÓN HMI DE TURBINA

### ESTACIÓN DEL OPERADOR E INTERFAZ HUMANO-MÁQUINA

#### General

La Estación del operador (OS) está basada en un Ordenador Personal (PC) con un paquete de programas adecuado para el proceso de control; proporciona un rendimiento combinado a tiempo real con la tecnología de sistema abierto. Está basado en el software comúnmente disponible y es suministrado con un monitor a color de 19". El PC interactúa con el sistema de automatización a través de una conexión Ethernet.

La Estación del Operador viene normalmente suministrada en versión torre. Proporciona un alto rendimiento Humano. Máquina- Interfaz (HMI) para el sistema de automatización del proceso.

La interfaz de usuario está basada en Windows® estándar, comunicándose con el sistema de control y el proceso a través de una unidad de visualización video a color, un ratón y un teclado.

El ratón es utilizado para señalar y seleccionar las visualizaciones, los dispositivos de proceso que han de ser controlados, informes a imprimir, etc., dando como resultado una operación intuitiva.

### CONFIGURACIÓN

#### Hardware

La Estación del Operador está basada en un PC, con el sistema operativo Windows.

La Estación del Operador está equipada con discos duros redundantes (controlador RAID), CD-RW, disquete 1.44 MB, teclado estándar inglés y ratón. Monitor a color de 19".

#### Software

Se incluye una amplia gama de paquetes de software, formando la estación de trabajo la estación de trabajo en un lugar de trabajo flexible del operador para el control y la comunicación del proceso.

#### Para interacción del operador.

Proporciona una pantalla para datos de proceso, presentación de variables, entrada de comandos, sucesos y manejo de alarmas.

#### Interfaz de usuario:

Para la interacción del operador con el proceso, engloba una gran cantidad de información en una sola pantalla. El operador interactúa con el sistema de automatización utilizando el ratón, el teclado o una combinación de ambos. La interfaz de usuario está basada en Windows® estándar, lo que significa que el operador puede operar el OS Sistema Operativo tal y como si operaría con una estación de trabajo u ordenador personal.

#### Sucesos & alarmas:

Muestra la última alarma en la parte superior de la pantalla, sin importar que visualización esté activa. La alarma se anuncia también de manera audible. Como modo alternativo, puede seleccionarse la lista de alarmas para examinar alarmas previas. También está disponible una lista de sucesos.

### Herramienta de ingeniería:

Cubre la creación de visualizaciones, la instalación y las copias de seguridad. Una herramienta de diseño y de configuración que posibilita al personal de mantenimiento actualizar o mejorar la interfaz de los operadores (pantalla de proceso) on line.

Se crea el fondo estático seleccionando los elementos de una biblioteca a la que se accede a través de los menús.

Los elementos de visualización dinámicos se seleccionan de bibliotecas y se adaptan a señal específica por medio de la conexión a una estructura de etiqueta/etiqueta y rellenando la ventana de propiedad.

190

### Interfaz humano-máquina (HMI)

El proceso se presenta gráficamente, por lo general, en 10-12 diferentes pantallas de proceso, cada una mostrando un sistema auxiliar o una función dedicada tal como el sistema de aceite lubricante o el regulador de la turbina.

Todos los objetos dinámicos están presentados en tiempo real en las pantallas y son seleccionables para su control de maniobra. Cada punto dinámico está soportado por un cuadro de mandos que surge como una ventana en la pantalla cuando es seleccionado. Las ventanas superpuestas (objetos) pueden organizarse, al mismo tiempo, proporcionando capacidad para monitorizar varios aspectos de la operación.

El cuadro de mandos proporciona información detallada acerca del objeto, por ejemplo, un instrumento de campo, bomba, válvula o controlador. La información puede ser un valor real, los límites de alarma, el estado del campo, modo control, tendencia, etc. Cada visualización de proceso tiene un único nombre y las visualizaciones se seleccionan de un área de visualización general en la parte superior de cada pantalla abierta.

La Estación del Operador permite el acceso a una gran cantidad de datos históricos. El número de registros/variables, así como su correspondiente tiempo de duración es predefinido en el sistema durante la etapa de diseño, por lo general se definen cincuenta variables y cuatro diferentes registros. La configuración final es llevada a cabo durante la puesta en servicio del sitio, por lo general junto con los operadores de planta.

La estación del operador proporciona un procesamiento y una presentación inteligente de mensajes. El último mensaje se presenta en la parte superior de cada pantalla, así como la lista real de mensajes que almacena los últimos 1000 mensajes. Además los mensajes pueden ser impresos en una impresora de alarmas/sucesos (no incluida).

## FILOSOFÍA DE CONTROL

### Software

Como se había mencionado antes, por lo general se muestran de 10 a 12 visualizaciones, cada una presentando un sistema o función principal. Abajo se muestra una breve descripción de dos visualizaciones típicas y la clase de diálogo/comunicaciones que se llevan a cabo.

### Visualización Inicio/Parada:

En la parte superior hay una visualización de Inicio/Parada de unidad desde donde se inicia o se para la STG. El STG se arranca seleccionado (es decir, señalando y haciendo clic con el ratón) los Grupos de Función (FG) auxiliares de los "Sistemas Auxiliares". Cada FG proporciona al operador un diálogo (cuadro de mandos) de donde se arranca el sistema completo.

Cuando todos los FGs han sido iniciados y hay disponible un vapor de calidad correcta, el operador reinicia el sistema de parada y abre la ESV (Válvula de Parada de Emergencia) presionando los botones que hay bajo "Protección de turbina" y desde el cuadro de mandos activa el botón de abrir. Pulsando el botón "Parada de turbina" se lleva a cabo un test del sistema ESV (válvula de parada de emergencia) y de parada.

La puesta en marcha se inicia seleccionando Auto Run-Up (auto arranque) en el "Controlador de Turbina", El controlador de arranque arranca la turbina a una velocidad nominal, lista para sincronización. A la velocidad nominal (total), el controlador de frecuencia/salida se hace cargo y controla la frecuencia al 100% (50 o 60 Hz).

El STG está ahora listo para ser sincronizado con la red. El operador inicia la sincronización con el botón "Seleccionar Auto Sinc." Del "Control del Generador". "Iniciar sinc." Activará el equipo de sincronización y la frecuencia/voltaje del STG concordará con la red y el disyuntor se cerrará en el ángulo de fase correcto. Tras ser conectado a la red, el STG será cargado automáticamente a aproximadamente un 10% para prevenir la energía inversa.

Tras la sincronización, el STG será controlado por los controladores y limitadores mostrados en "Controladores de Entrada de la Turbina" dependiendo de la producción de vapor. Los controladores del "Generador" controlan la excitación subsecuentemente.

### Pantalla del regulador de entrada de la turbina:

Los controladores y limitadores están conectados a unos selectores de máximo y mínimo. Una raya marcada entre el símbolo del controlador y su respectivo selector indica el controlador/limitador activo.

Haciendo clic en el icono "PID" aparece un cuadro de controles desde el cual el operador tiene un diálogo con el controlador seleccionado. Los puntos de configuración pueden ajustarse tecleando un nuevo número o utilizando las teclas de aumenta/disminuir definidas. Los limitadores no proporcionan ningún diálogo HMI con el operador ya que los puntos de configuración están predefinidos en el software del controlador y no deben ser modificados.

Los cambios del modo de control como banda inactiva on/off y estatismo on/off se seleccionan presionando los botones; la indicación del modo activo es una casilla resaltada.

Además de las dos visualizaciones descritas arriba, cada sistema o tarea principal tiene sus propias visualizaciones basadas en la misma filosofía HMI. Dependiendo del alcance del envío, un envío típico de STG puede tener incluidas las siguientes visualizaciones:

- Inicio/Parada de la unidad.
- Regulador de turbina.
- Sistema de aceite lubricante.
- Sistema de aceite hidráulico.
- Sistema de drenaje.
- Vista del eje.
- Sistema de prensaestopas y anti-fugas.
- Regulador de voltaje automático (AVR).
- Sistema Generador.

## DOCUMENTACIÓN

### General

La configuración de la Estación del Operador se almacena como archivos en los discos duros de la estación.

Los cambios hechos online u offline, actualizaciones del sistema subsecuentemente.

### Mantenimiento/Copias de seguridad

La copia de seguridad preventiva para a Estación de operador incluye guardar los CD(s) de instalación originales, así como realizar copias de seguridad de la estación de operador regularmente, especialmente después de realizar reconfiguraciones importantes tales como cuando se crean nuevas visualizaciones, etc.

Los procesos de copia de seguridad y de restauración son predefinidos dentro del sistema y son siempre realizados bajo demanda. Las copias de seguridad se ejecutan en modo online, lo que significa que no hay que configurar la Estación del operador de ningún modo especial para realizar estas copias, pero algunas alternativas de restauración sí requieren que usted apague o reinicie el software de la Estación de Operador.

## CABLEADO DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

### Generalidades

En un producto básico de Siemens Industrial Turbomachinery AB (SIT), las señales de control e instrumentación se cablean en la fábrica a las cajas de conexión de los módulos de la turbina, el virador y el generador, así como a los módulos de los sistemas auxiliares. Dichas cajas de conexión constituyen el límite entre el cableado instalado en la fábrica y el instalado sobre el terreno.

Para el mercado americano, los métodos de cableado y los materiales se ajustan al Código Eléctrico Nacional (NEC) de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA). El equipo y el material están registrados o reconocidos por UL (Underwriters Laboratories).



## CABLES Y CONDUCTOS

### Conductos

Los cables discurren por conductos. El conducto de metal intermedio constituye la parte principal de la instalación de los conductos. Sin embargo, se utilizan conductos flexibles para la conexión a las cajas de conexión, los instrumentos, etc.

En general, se utilizan conductos separados para el cableado que se clasifican como Clase 1 y Clase 2-3, respectivamente, según el Código Eléctrico Nacional. Los circuitos de Clase 1 son, por ejemplo, el cableado de las válvulas solenoides, los conmutadores y los transmisores, mientras que los circuitos para detectores de temperatura de resistencia (RTDs), medición de la vibración y medición de la velocidad se consideran de Clase 2-3. En algunos casos, circuitos de clases diferentes discurren por los mismos conductos por razones de distribución. Esto está permitido por el NEC siempre que el material de la instalación se corresponda con la clase más restrictiva, es decir, con la Clase 1, o si la Clase que se dirige al circuito se reclasifica como Clase 2-3 mediante, por ejemplo la colocación de un fusible que limite la potencia.

### Cables

Se utilizan cuatro tipos de cables.

Se utiliza cable enroscado monoconductor para el cableado general a/desde los conmutadores, transmisores, detectores de temperatura, válvulas solenoides, etc.

Se utiliza cable multiconductor con revestimiento común en dos situaciones: para los circuitos de control en que se precisa un aislamiento de otras señales, como es el caso de la señal de control de los servomotores de la válvula reguladora, y donde un cable tiene que discurrir al aire libre porque las circunstancias no permiten la conexión directa del conducto a un componente específico. En este último caso, el conducto termina en una pequeña caja de conexión donde los cables monoconductores utilizados en el circuito son sustituidos por el cable multiconductor.

Se utiliza cable multiconductor con pares enroscados revestidos individualmente donde se transmiten señales de pequeña magnitud. El único caso en una instalación estándar es la retroalimentación de la posición de la válvula reguladora.

Se utiliza cable coaxial en el sistema de monitorización de la vibración donde es parte del diseño estándar del proveedor del sistema.

### Identificación de los cables

Los cables y los conductores individuales se identifican por medio de etiquetas superpuestas en ambos extremos. No se utilizan códigos de color.

### Datos técnicos

NB: Pueden producirse variaciones en el virador y el generador a causa de las prácticas de cableado estándar del proveedor secundario.

### Conductos rígidos

- Conducto de metal intermedio de acero.
- Accesorios de aluminio.

### **Conductos flexibles**

- Conducto flexible liquid tight.
- Núcleo de metal enrollado en espiral.
- Funda de PVC (cloruro de polivinilo).

### **Cables monoconductores**

- Conductor de tamaño A WG 16.
- Aislamiento de PVC (cloruro de polivinilo).
- Voltaje nominal de 600 V.
- Temperatura máxima de funcionamiento de 150°C.

### **Cable multiconductor con pantalla común**

- Conductor de tamaño A WG 18.
- Aislamiento EFTE (copolímero de etileno tetrafluoretileno).
- Voltaje nominal de 600 V.
- Temperatura máxima de funcionamiento de 150°C.

### **Cable con pares enroscados con revestimiento individual**

- Conductor de tamaño A WG 22.
- Aislamiento FEP (etileno-propileno fluorado, Teflón).
- Funda de fluopolímero.
- Voltaje nominal de 150 V.
- Temperatura máxima de funcionamiento de 150°C.

### **Cable coaxial (para la monitorización de la vibración)**

- Funda de FEP (etileno-propileno fluorado, Teflón).
- Temperatura máxima de funcionamiento de 150°C.

## CAJAS DE CONEXIÓN Y TERMINALES

### Cajas de conexión

Los conductos y el cableado instalado en la fábrica terminan en una serie de cajas de conexión que ocupan diferentes posiciones en los módulos. Es típico que los módulos HP tengan cajas en el extremo de la salida de vapor, así como en cada lateral del extremo de la entrada. Los módulos LP tienen cajas en el extremo de la entrada, así como en el extremo de la salida. El virador, el generador y los módulos del sistema de aceite también tienen sus propias cajas de conexión.

Los conductos instalados en la fábrica entran en las cajas desde abajo. Los conductos instalados sobre el terreno tienen que conectarse a la parte superior de las cajas. Para facilitar el perforado o taladrado de los conductos instalados sobre el terreno, las cajas están equipadas con bridas desmontables en la entrada del conducto.

Se utilizan cajas separadas o compartimentos separados dentro de una caja común para el cableado clasificado como Clase 1 y Clase 2-3, respectivamente, según el NEC.

Además de los terminales de cables, las cajas de conexión también albergan transmisores de vibración local o proximitors.

### Terminales

Cada caja de conexión tiene una hilera horizontal de terminales de tipo tornillo. Los cables están conectados directamente a los terminales sin orejetas o puntas de cable. Los terminales están equipados con una función de desconexión, permitiendo que la trayectoria de la señal se abra sin retirar los cables.

### Datos técnicos

NB: Pueden producirse variaciones en el virador y el generador 'a causa de las prácticas de cableado estándar del proveedor secundario.

### Cajas:

- Protección de clase IP 65 / NEMA 4.
- Cerramiento de acero fundido.

### Terminales:

- Voltaje nominal de 600 V/300 V (Clase 1 y circuitos 1 - 3, respectivamente). Cable de tamaño AWG 22-AWG 12.



## MONITORIZACIÓN DE LA VIBRACIÓN DE LOS COJINETES Y LA POSICIÓN DEL EJE

### Generalidades

La vibración de las cajas de los cojinetes se monitoriza por medio de la velocidad o de sondas sísmicas instaladas en las cajas de los cojinetes de la turbina, el virador y el generador.

Los módulos de la turbina y el generador están equipados con una sonda por cojinete. Los viradores están equipados con dos sondas en la caja.

Además, hay un Key Phasor® que se utiliza para determinar el ángulo del eje en cada eje.

Un nivel elevado de vibración en cualquiera de los sensores mencionados deberá provocar una alarma. Un nivel excesivamente elevado de vibración .en cualquiera de los sensores puede detener la unidad.

### Medición de la vibración

La medición de la vibración en la turbina y el generador se realiza por medio del Velocity Transducer System Velomitor®\*. El Velomitor es un sensor de piezovelocidad.

La medición de la vibración del virador se realiza por medio del Sistema Transductor de Aceleración. El acelerómetro utiliza un cristal piezoeléctrico.

### Equipo de medición

Los sensores del Velomitor®\* para las turbinas y el generador, así como el transductor de aceleración del virador, se conectan localmente en las unidades a las cajas de conexión. A través de los cables con revestimiento las señales se enrutan hacia los monitores instalados en los cubículos de control de la turbina.

La señal de vibración procedente del monitor está conectada por un cable a la protección de la turbina para que se produzca la parada y alarma en caso de elevado nivel de vibración.

### Medición de la Posición de Empuje

Para la posición de empuje se utilizan sondas proximitor. Las sondas de proximidad utilizan el principio de corriente inducida. La sonda se conecta al Proximitor®\* ubicado en la caja de conexión. La señal de posición procedente del proximitor se conecta al monitor por medio de un cable. Después la señal de posición se utiliza para la protección de la turbina por medio de la parada y la alarma.

El Key Phasor utiliza el mismo tipo de sonda y la medición de la posición de empuje.

Todos los niveles de vibración y de posición de empuje se monitorizan en la estación de operaciones.

## DATOS TÉCNICOS

### Transductor de Velocidad tipo Velomitor

Fabricante	Bently Nevada.
Tipo Serie	330500.
Principio de funcionamiento	Sísmico.
Alcance de medición	De 4,5 Hz a 5 kHz.

### Transductor de Aceleración

Fabricante	Bently Nevada.
Tipo Serie	330400.
Principio de funcionamiento	Sísmico.
Alcance de medición	De 10 Hz a 20 kHz.

### Transductor de Proximidad

Fabricante	Bently Nevada.
Tipo Serie	3300.
Principio de funcionamiento	Corriente inducida.
Alcance de medición	80 mils (2,0 mm).

### Monitor

Fabricante	Bently Nevada.
Tipo Serie	3500.
Salida analógica	4-20 mA.

## REGULADOR AUTOMÁTICO DE VOLTAJE, THYRIPOL DE SIEMENS

### Sistema de excitación estático

#### Información general

El objetivo del Regulador Automático de Voltaje, generalmente abreviado como RAV, es mantener el voltaje de la red de energía y controlar que el voltaje de la excitación y la corriente se mantengan dentro de los niveles aconsejables. El RAV protege al generador de deformaciones térmicas en los arrollamientos y el hierro.

El Regulador Automático de Voltaje forma parte de un sistema de excitación. Cuenta con un combinador digital para controlar y regular las funciones y la excitación del circuito principal. El circuito principal brinda la energía de excitación al arrollamiento inductor a través de los anillos colectores. El regulador de voltaje y los circuitos principales conforman el sistema de excitación.

201

#### Circuito principal

La energía de excitación proviene generalmente del tiempo de apagado de los disyuntores de las terminales principales de los generadores y del circuito del generador. Para adaptar el voltaje de las terminales principales del generador al voltaje del sistema de excitación se utiliza un transformador de excitación. La energía de excitación luego se conecta a un rectificador de tiristor trifásico, el rectificador de tiristor se controla a través del regulador y adapta la energía de excitación para el arrollamiento inductor.

El transformador de la excitación se selecciona para fijar el voltaje máximo del rectificador del tiristor. La potencia nominal debe suministrar la corriente continua máxima del campo excitador.

Cuando se conecta un transformador de excitación a las terminales principales del generador se requiere un circuito de excitación inicial del campo para suministrar la energía de excitación antes de que se genere tensión en las terminales del generador. El circuito de excitación inicial del campo es energía que generalmente proviene de un sistema de energía auxiliar o de una batería.

El circuito principal también cuenta con un circuito de desexcitación. Al apagado o cuando se activa un dispositivo protector la energía magnética del arrollamiento inductor se drena a un circuito de desexcitación para asegurar un descenso rápido de la tensión del generador.

## RAV

El regulador de Voltaje se basa en el uso de un combinador programable. El combinador cubre todas las funciones de control necesarias para el sistema de excitación. El producto se desarrolla para cumplir con los requisitos para los sistemas de excitación modernos. Al utilizar las microcomputadoras para las funciones de control, se ha demostrado que se pueden llevar a cabo varias tareas de regulación de manera eficaz. La capacidad calculadora permite llevar a cabo funciones de control precisas y la técnica digital también brinda estabilidad a largo plazo.

El RAV puede operar con dos modos de control: automáticos o manuales. El modo de control más usado es el automático. Para asegurar una transferencia sin problemas del modo de control, el RAV tiene una función de seguimiento que permite una fácil transición de los modos de control.

El regulador de voltaje incluye varios combinadores y limitadores. Cada uno tiene una función específica, por ejemplo, el control de voltaje, el control de corriente del campo, la limitación de corriente del campo, etc. Un combinador, así como el limitador, compara el parámetro determinado (deseado) con el valor real obtenido. Si hay una diferencia entre estos valores, el combinador/limitador envía una señal para desviar la corriente de excitación hacia la dirección Correcta para eliminar esa diferencia. Todos los combinadores y limitadores son del tipo proporcional integral, es decir controladores PI.

## Reguladores

A continuación una breve descripción de los reguladores más comunes (configuración básica)

### Regulación de voltaje:

La regulación automática de voltaje es el modo de operación más utilizado. Cuando se encuentra en el modo de regulación de voltaje, el voltaje de la terminal del generador permanece constante, sin importar la carga del generador (aparte de la influencia de la compensación reactiva y activa), sin embargo la energía reactiva varía con las grillas externas de voltaje.

### Regulación del campo excitador

La regulación del campo excitador que permite controlar manualmente el voltaje puede sustituir la regulación del voltaje cuando, por ejemplo, se produzca una falla en el circuito de medición del combinador de voltaje. Una falla en la señal del circuito de medición del combinador de voltaje causa un cambio automático sobre el control del campo excitador.

### Regulador Var (Regulador de energía reactiva)

La regulación de la energía reactiva se ve afectada por un combinador trifásico que controla la referencia, entre el regulador de voltaje/campo excitador. La función se utiliza para mantener constante la energía reactiva.

Cuando el generador se sincroniza con la grilla, se puede utilizar el control de la energía reactiva.

### Regulador del factor de potencia

La regulación del factor de potencia se ve afectada por un combinador trifásico que controla la referencia entre el regulador de voltaje/campo excitador. La función se utiliza para mantener constante el factor de potencia. Cuando el generador se sincroniza con la grilla, se puede utilizar el control del factor de potencia.

## Limitadores

A continuación una breve descripción de los limitadores más comunes (configuración básica):

### Limitador de excitación baja

El objetivo principal de la función es prevenir que el generador salte de fase cuando aparezcan voltajes excesivos en la red y que el regulador de voltaje compense la baja excitación.

### Limitador de flujo (Limitador V/Hz)

El limitador se utiliza para reducir el voltaje durante las condiciones de baja frecuencia. Protege la carga de la saturación magnética.

## EQUIPO DE SINCRONIZACIÓN

### General

El propósito del equipo de sincronización es conectar dos sistemas eléctricos separados. La sincronización se realiza normalmente automáticamente desde el puesto del operador. Un panel para sincronización manual se también puede suministrar como una opción.

Turbo Maquinaria Industrial Siemens usa un dispositivo de sincronización automática desde la familia Siemens SIPROTEC 4, el tipo de sincronizador es 7VE61. El sincronizador es del tipo completamente digital y es un bastidor montado sobre uno de los cubículos de control.

La aplicación y programación del sincronizador se realiza mediante software de PC.

El ajuste y la lectura de los valores almacenados y reales se pueden realizar en el panel de comunicación sobre la parte frontal del sincronizador.

### Función

Antes de poder conectar los dos sistemas eléctricos, se debe realizar una comprobación en de los siguientes tres parámetros:

- Nivel de Tensión.
- Nivel de Frecuencia.
- Angulo de fase.

La comprobación se realiza usando un transformador de tensión midiendo en ambos lados de un disyuntor que previamente debería estar sincronizado, véase la figura más abajo. Una desviación de la tensión fuera de los límites deseados se corrige mediante el regulador de tensión y la frecuencia se ajusta mediante señales al controlador de la turbina. Cuando el ángulo de fase está dentro de los límites permitidos, se puede dar la orden de sincronización al disyuntor.

### Sincronización automática

La sincronización se realiza normalmente desde el puesto del operador. El operador selecciona la acción de "sincronizar" y las tensiones medidas se conectan entonces al sincronizador automático. Cuando se selecciona "sincronización activa", el dispositivo comenzará automáticamente a ajustar la tensión y la frecuencia a los niveles deseados. Cuando el ángulo de fase correcto está cerca del circuito del disyuntor, este puede activarse enviando una señal de cierre del disyuntor. Como seguridad adicional la señal de cierre pasará a través de un relé de control antes de que la señal de cierre llegue al circuito del disyuntor.

La parte frontal del dispositivo de sincronización automática se muestra en la siguiente figura con una descripción de las distintas teclas de función.

### Relé de control de sincronización

El propósito del relé de control de la sincronización es añadir una comprobación adicional a las peticiones de cierre del disyuntor, para evitar daños extensivos que llevarían a una sincronización fallida.

El relé de comprobación de la sincronización se conectará a la tensión de medida al mismo tiempo que la sincronización manual o automática comienza. Cuando todos los parámetros de sincronización se completan, un contacto en el relé se cerrará permitiendo que la señal del disyuntor entre, el contacto sólo se cerrará mientras los parámetros de sincronización estén completados.

Los valores en el relé se llevarán al sincronizador automático para evitar bloqueos indeseados, los típicos valores son:

- Tensión diferencial 5 - 8%.
- Fase diferencial aprox.5°.

### Panel de sincronización manual

Una sincronización manual se realizará desde un panel en uno de los cubículos de control. El panel contiene todos los conmutadores de selección, teclas de pulsado, indicadores luminosos, e instrumentos para una sincronización segura.

Desde el panel se selecciona la sincronización manual, cuando esta selección se realiza los instrumentos de sincronización arrancan (ver más abajo).

El ajuste manual de la tensión y la frecuencia se pueden entonces realizar mediante los botones de pulsado, incrementando o disminuyendo la tensión y la frecuencia. Cuando la rotación de la fase es correcta y se alcanza el tiempo del pulso deseado, se puede cerrar el circuito del disyuntor presionando el botón. Para evitar una sincronización defectuosa o fallida, la señal de cierre pasará a través del relé de comprobación de la sincronización como una medida de seguridad adicional.

## PROTECCIÓN DEL GENERADOR, SIEMENS

### Generalidades

El objetivo de la protección del generador es proteger el generador de la turbina de vapor y la turbina de condiciones anormales de funcionamiento que pueden causar daños en las unidades.

Siemens Industrial Turbomachinery utiliza una protección del generador de la familia SIPROTEC 4 de Siemens; el tipo de protección es 7UM62. La protección es de tipo completamente numérico y está montada en bastidor en uno de los cubículos de control; en el bastidor también están ubicados los relés de cierre.

La aplicación y programación de la protección se realiza por medio de software para PC; el ajuste y la lectura de los parámetros y valores reales también pueden realizarse en el panel de comunicación del frontal de la protección.

La protección será del tipo de dos canales, formado por dos protecciones de generador idénticas 7UM62.

Las protecciones estarán conectadas a dos relés de cierre, uno para cada protección. El número de funciones y la configuración de la protección de cada generador serán por lo general idénticos.

### Funciones de la protección del generador

Las siguientes funciones de protección están disponibles en la configuración estándar de Siemens Industrial Turbomachinery.

Para la numeración real de las funciones de protección que se incluyen, véase el diagrama de línea de orden específica y el Alcance de suministro.

Las cifras entre paréntesis que siguen a cada función de la protección muestran el número del dispositivo según ANSI.

### Bajo impedancia (21)

El objetivo de la protección de bajo impedancia es detectar situaciones de sobrecarga y circuitos cortos en el generador y en el bus. La protección también actúa como copia de seguridad para la protección diferencial. Cuando los relés funcionan con impedancia proporcionan un funcionamiento seguro incluso con un voltaje y una corriente reducidos.

La protección de bajo impedancia es un elemento de bajo impedancia trifásico no direccional.

### Bajo voltaje (27)

El objetivo de la protección de bajo voltaje es proteger el generador de las consecuencias de operar a bajo voltaje durante un periodo de tiempo prolongado, principalmente a causa de un mal funcionamiento del AVR o de una perturbación en la rejilla.

La protección de bajo voltaje opera con un voltaje filtrado de fase y sólo se evalúan las ondas fundamentales. De éstas, sólo se detecta el sistema de secuencia positiva.

### Protección de potencia inversa (32)

El objetivo de la protección de potencia inversa es detectar si una potencia activa se alimenta hacia el interior del generador. Esta situación se dará en caso de falta de flujo de vapor a través de la turbina y tendrá como resultado un aumento de la temperatura dentro de la turbina a causa de la pérdida de ventilación. El incremento de la temperatura resultante provocará graves daño turbina.

### **Pérdida de campo (40)**

El objetivo de la protección de pérdida de campo es proteger el generador de las consecuencias de operar, a una pérdida de campo (excitación) parcial o total. Una pérdida de campo puede provocar que el generador se desincronice y funcione desincronizado con la rejilla.

La protección de pérdida de campo procesa las tres corrientes y voltajes para formar el criterio del circuito del estator.

### **Secuencia de fase negativa (46)**

El objetivo de la protección de secuencia de fase negativa es proteger el generador de las consecuencias de operar a una carga desequilibrada, lo que da como resultado un componente de flujo de corriente de secuencia negativa que provoca un excesivo calentamiento del rotor del generador.

La protección de secuencia de fase negativa basa su funcionamiento en los componentes simétricos y evalúa la secuencia negativa de la corriente de fase.

### **Energización involuntaria en parada (50/27)**

El objetivo de la protección de energización involuntaria en parada es proteger el generador de una energización accidental. Si el disyuntor del generador está cerrado cuando la máquina no está en funcionamiento, una corriente muy alta en el rotor puede provocar la formación de un arco entre los componentes.

La protección de energización involuntaria en parada tiene un elemento instantáneo de sobre intensidad de voltaje supervisado. Cuando el voltaje de la máquina es bajo, es decir, cuando la máquina no está en funcionamiento, se habilita un elemento instantáneo de sobre intensidad.

### **Sobre voltaje (59)**

El objetivo de la protección de sobre voltaje es proteger el generador de las consecuencias de operar a sobre voltaje durante un periodo de tiempo prolongado, principalmente a causa de un mal funcionamiento del AVR o de una perturbación en la rejilla.

La protección de sobre voltaje está configurada para operar desde un elemento de voltaje entre fases.

### **Falta a tierra en el estator, 95% (59N)**

El objetivo de la protección de falta a tierra en el estator es detectar una falta a tierra en la bobina del estator. La protección es de tipo no direccional y protege hasta un 95% de la bobina.

Cuando el neutral es un transformador de distribución con una resistencia secundaria la protección mide el voltaje que pasa por la resistencia.

Cuando el neutral es una resistencia con toma de tierra la protección mide el voltaje que pasa por la resistencia por medio de un transformador de voltaje.

La protección también puede conectarse para medir el voltaje residual que va de una bobina "delta broken" a un transformador de voltaje.

### **Bajo sobre frecuencia (81U70)**

El objetivo de la protección de bajo/sobre frecuencia es detectar el funcionamiento a frecuencia demasiado baja o demasiado alta durante un periodo de tiempo prolongado. El funcionamiento a bajo frecuencia de un generador se produce cuando la carga del sistema de energía excede la capacidad de la turbina. El funcionamiento a sobre frecuencia de un generador se produce cuando la entrada de energía desde la turbina al generador está por encima de la carga eléctrica.

La protección de bajo/sobre frecuencia tiene cuatro etapas independientes. La configuración normal será de dos etapas para bajo frecuencia y dos para sobre frecuencia.

### **Diferencial del generador (87)**

El objetivo de la protección del diferencial del generador es detectar fallos en la bobina del estator, que pueden provocar graves daños en la bobina y el núcleo del estator.

La protección del diferencial del generador funciona según el principio de comparación de la corriente midiendo la corriente en ambos lados del generador. La zona de protección se define por la ubicación de los CT.



## **FUNCIONES DE PROTECCIÓN OPCIONALES**

### **Sobreexcitación, V/Hz (24)**

El objetivo de la protección de sobreexcitación es proteger de la sobreexcitación el transformador de la unidad conectado al generador y también el propio generador. Puede producirse una sobreexcitación si la relación entre voltaje y frecuencia sobrepasa ciertos límites, provocando un calentamiento excesivo y daños en el transformador y el generador.

La protección de sobre flujo calcula la relación entre voltaje y frecuencia.

### **Falta a tierra en el estator, 100% (64G)**

El objetivo de la protección de falta a tierra en el estator es proteger la bobina del estator en caso de falta a tierra. La protección es de tipo inyección y, por lo tanto, proporciona protección a toda la bobina del estator y también a componentes conectados a ella como los transformadores de voltaje.

La protección inyecta un voltaje de 20 Hz en el punto estrella del generador. Si se produce una falta a tierra el voltaje de 20 Hz conduce la corriente a través de la falta. A partir del voltaje conductor y la corriente la protección puede determinar la resistencia de la falta.

### **Protección de fuera de paso (78)**

El objetivo de la protección de fuera de paso (también denominada protección de fallo de polo) es proteger el generador y la turbina de una excesiva tensión mecánica debida a una situación de fuera de paso que puede ser provocada por una falta de excitación o una excitación débil o porque la potencia de entrada de la máquina motriz de un generador sobrepase la energía eléctrica absorbida por el sistema. Las fluctuaciones de potencia en la rejilla también pueden provocar situaciones de fuera de paso.

La protección de fuera de paso detecta la situación de fuera de paso mediante la medición de la impedancia.



## CAPITULO VI



## **SISTEMAS PRINCIPALES DEL CICLO**

A continuación se describen los principales sistemas del ciclo de cada unidad y breve reseña de sus funciones, criterios generales de diseño y documentos de referencia.



## VAPOR PRINCIPAL Y BY-PASS

### Reseña

La energía interna del carbón se transmite el agua a presión en la caldera, convirtiéndose esta en vapor (Principal). Este vapor al expansionarse en la Turbina, devuelve parte de la Energía en Forma Mecánica - Eléctrica.

Todo este proceso se realiza de acuerdo con los principios Termodinámicos de la Central.

Para la protección del Generador de Vapor se proveerá de un sistema de By-Pass para el 30% de la carga nominal del diseño.

### Criterios generales de diseño

- Los diámetros de las tuberías del sistema se diseñan de acuerdo con el balance térmico caso.
- Los espesores de las tuberías se calculan según el código ASME B31.1.
- La presión de diseño deberá estar de acuerdo a lo indicado en el código ASME B31.1 párrafo 122.1.2 y la temperatura según código ASME B31.1 párrafo 101.3.2.
- La válvula de control del by-pass de alta presión se diseña para operar con el 30% del caudal de vapor principal con las condiciones nominales al 100% de carga. Las tuberías del sistema by-pass tienen las condiciones de diseño de los sistemas a los cuales se conectan.

## AGUA DE ALIMENTACIÓN

### Reseña

El agua, elemento transmisor de la energía entre el carbón y la turbina, necesaria para el ciclo térmico, se envía mediante bombas de alta presión desde el depósito de almacenamiento (desaireador) a la caldera.

En su recorrido, esta agua, con objeto de optimizar el ciclo térmico, es precalentada en calentadores Agua-Vapor, antes de llegar a la caldera.

Este agua, toma atrás aplicaciones que mejoran y controlan el buen funcionamiento del ciclo, tales como:

- Controlar la temperatura y proteger el sobrecalentador de la caldera.
- Alimentar al by-pass, para el enfriamiento del vapor principal.
- Además de otras funciones que mejoran el funcionamiento de ciclo como, recirculación del agua, facilitar los arranques en frío, etc.

### Criterios generales de diseño:

- El sistema se diseña de acuerdo con, los balances térmicos de la turbina.
- El espesor de las tuberías se calcula según el código ASME 831.1.
- La presión de diseño de la línea bomba-válvula de control es la presión de descarga de la bomba principal a caudal cero. Como temperatura de diseño de esta línea se toma la temperatura de diseño del tanque de almacenamiento de desaireador más un margen de 10 °C por calentamiento del agua en las bombas.
- La presión de diseño de la línea válvula de control-economizador se corresponde con la presión de diseño del economizador, más la altura estática y más las pérdidas de fricción en la línea economizador-válvulas de contra temperatura de diseño en la correspondiente al lado tubos del calentador n° 5.
- la presión de diseño de la línea tanque de almacenamiento del desaireador-bombas es la presión de diseño del desgasificador más la altura estática. La temperatura de diseño es la correspondiente a la temperatura de diseño del tanque de almacenamiento del desgasificador. Los diámetros de las tuberías se diseñan para cumplir con los requisitos de NPSH de las bombas de agua de alimentación.
- La presión y temperaturas de diseño de la línea de recirculación de las bombas hasta la válvula de control de recirculación incluida, es la de la línea bombas-válvulas de control. Después de las válvulas de control la presión de diseño es la del tanque de almacenamiento más la altura estática y más las pérdidas de presión en la línea.
- La temperatura de diseño es la del tanque de almacenamiento del desgasificador.
- Para la línea de atemperación del sobrecalentador se toman los mismos valores de presión que en la línea bombas-válvulas de control de la cual parten. Los diámetros de estas líneas se diseñarán con los criterios establecidos por Foster-Wheeler.

## Sistema de Condensado

El vapor, que ya ha devuelto parte de su energía en la turbina, se condensa en el Aero-Condensador.

Una vez condensado, y mediante este sistema, se bombea al Tanque de Almacenamiento (desairado) con lo que se cierra al ciclo cerrado del Agua-Vapor.

En el recorrido de este sistema el agua condensada, al igual que con el agua de alimentación, y con objeto de mejorar el ciclo y facilitar la seguridad en la operación pasa por los siguientes estados:

- a) Ser calentada para optimizar el ciclo.
- b) Utilizar el agua para las partes de la central.
  - Suministro de condensado para la alimentación química
  - Suministro de condensado al tanque de compensación circuito cerrado de refrigeración de componentes.
  - Sellado de válvulas sometidas a vacío.
    - Suministro de condensado para la atemperación del vapor de sellado del lado baja presión de la turbina.
    - Recirculación al tanque de drenajes de almacenamiento de condensado
    - Suministrar condensado para el enfriamiento del escape de la turbina
    - Al tanque receptor de drenajes
  - Suministro de condensado para la atemperación del vapor auxiliar
  - Suministrar condensado para la atemperación de los drenajes de alta energía (tanque de expansión).
  - Suministrar condensado para el llenado y arranque en frío de la caldera
  - Controlar los niveles de condensado en el tanque del aerocondensador y desaireador.
  - Recoger los drenajes del tanque receptor de drenajes diversos

## Criterios generales de diseño.

- El sistema de condensado se diseña de acuerdo con los balances térmicos de Siemens.
- El espesor de las tuberías se calcula según el código ASME B31.1.
- La presión y temperatura de diseño se corresponden con las correspondientes de los calentadores de baja presión.



## EQUIPOS

### Bombas de condensado

Serán dos bombas de condensado de 120%.

### Aerocondensador

Debido a la escasez de agua, en esta planta se ha decidido usar AEROCONDENSADORES, que no necesitan agua de Refrigeración. Funcionan al igual que los Condensadores con una contra presión de turbina de 60 a 105 mb(a) que deberán enfriar el vapor procedente de la turbina a 36°C aprox.

Está previsto que funcionen con una batería de 3 filas con 5 elementos cada una en unas condiciones de diseño de 5,9 °C de temperatura del aire y a una presión atmosférica de 981 mbar.

El diámetro aproximado de los ventiladores será de 8.500 mm.

### Tanque de condensado

Para almacenar el agua de condensado, se preverá un depósito de aproximadamente 40 m<sup>3</sup> para posteriormente bombearla.

### Vapor de extracciones

Para mejorar el rendimiento en el ciclo térmico al agua de alimentación se la calienta con vapor procedente de la turbina, siendo ésta la misión principal de las extracciones.

Además de esta función, tiene otras que mejoran la seguridad y operabilidad de la Central, tales como:

- Prevenir, junto con el Sistema de Control de la Turbina. la sobre velocidad de ésta en caso de disparo de la Unidad o pérdida de carga de la Central, debido a la evaporación y reflujo hacia la turbina del agua contenida en los calentadores del ciclo.
- Recoger, en la extracción al desaireador, parte de las fugas de vapor de los sellos de la turbina.
- Recoger, en la extracción al desaireador, el vapor de expansión del tanque de purga continua de caldera.
- Criterios generales de diseño.

El sistema y los diámetros de las tuberías se diseñan de acuerdo con los balances térmicos y siguiendo las recomendaciones de Siemens y del Heat Exchange Institute (HEI).

Los espesores de las tuberías se calculan según el código ASME 831.1 como presión máxima de operación para cada calentador y desaireador.

Se toma la presión absoluta del vapor de extracción en la tobera de la turbina a VTA.

Como presión de diseño de cada calentador y desaireador y de acuerdo con los criterios recomendados por Siemens, se toma un 15% por encima de la presión máxima de operación. Esta presión de diseño no será menor a 3,5 bares, en los calentadores de baja presión.

Como temperatura de diseño se toma la indicada por el HEI a partir de la presión de diseño correspondiente.

## Drenajes y venteos de calentadores

Este sistema tiene como principal objetivo, la seguridad y operación de la planta, protegiendo los equipos (turbina, calentadores, etc.) entre lo que destacamos:

- Mantener en las carcasas de los calentadores el nivel de agua adecuado que permita el perfecto funcionamiento de las zonas de condensado y de subenfriamiento de drenajes de los calentadores.
- Prevenir una posible entrada de agua en la turbina.
- Eliminar los gases incondensables, principalmente oxígeno, de las carcasas de los calentadores y del desaireador.

## Criterios generales de diseño.

El sistema se ha diseñado de acuerdo con los balances térmicos de turbina, y siguiendo las recomendaciones de Siemens y del Heat Exchange Institute (HEI).

Los espesores de las tuberías se calculan según el código ASME 831.1.

Los diámetros de las tuberías se diseñan según el balance térmico de turbina de Siemens al 100% de la carga, así como los criterios indicados por el Heat Exchange Institute (HEI) en su documento "Standards for Closed Feedwater Heaters".

Las presiones de diseño de cada línea del sistema, serán coincidentes con las de los calentadores y enfriador de drenajes asociados. Las temperaturas de diseño de cada línea se definen según las que marca el HEI a partir de las presiones de diseño correspondientes.

La capacidad total de los venteos de operación continua de cada calentador de alta o baja presión se define para permitir el ventear un caudal de gases incondensables equivalentes al 0,5% del caudal de vapor de extracción entrante al calentador a válvulas totalmente abiertas (VTA). Los venteos a la atmósfera del desaireador se diseñan según lo indicado por el HEI en su documento de referencia "Standards and Typical Specifications for Deaerators".

El caudal de diseño para el drenaje normal cada calentador corresponde a un caudal igual al tomado del balance térmico de turbina VTA.

El caudal de diseño para el drenaje de emergencia de cada calentador se toma un 25% superior al caudal indicado en el balance térmico de turbina a VTA.

## Calentadores y desaireador.

Como presión máxima de operación para cada calentador y desaireador se toma la presión absoluta del vapor de extracción en la tobera de la turbina VTA. Como presión de diseño de cada calentador y desaireador, y de acuerdo con los criterios recomendados por el fabricante de la turbina, se considera un 15% por encima de la presión máxima de operación. Esta presión de diseño nunca debe ser menor a 3,5 bares en los calentadores de baja presión.

Como temperatura de diseño se considera la unidad en el HEI a partir de la presión de diseño correspondiente.

## SISTEMAS AUXILIARES DEL CICLO DE VAPOR

### Cal

De acuerdo al tipo de carbón a ser utilizado, a los límites de emisión a ser cumplidos por los escapes por chimenea y a la tecnología de combustión (lecho fluidizado), se ha determinado la caracterización de la piedra caliza (cal) a ser incorporada como medio de captura del azufre proveniente del combustible.

La cal es incorporada a las calderas desde 2 silos, donde ésta debe almacenarse de acuerdo a las condiciones de composición y granulometría antes definidas.

La piedra caliza es transportada hasta la planta en camiones y almacenada en un galpón especialmente acondicionada para la descarga del material y carga de los silos en forma estanca, evitando el escape de polvos.

Las tareas de recepción y acopio de caliza se dimensionan para poder dar respuesta a las necesidades de la planta, aproximadamente 15 Tn/h (14,76 Tn/h).

### Agua de proceso

Para la generación de vapor requerido será necesario un caudal constante circulando en circuito semi cerrado. El agua es uno de los recursos fundamentales del sistema, ya que a través de los procesos de transferencia de calor, se genera el vapor necesario para el funcionamiento de la turbina que moviliza el generador eléctrico.

Este sistema presenta pérdidas, venteos y purgas que deberán ser repuestos para el mantenimiento de los niveles necesarios de agua. Las reposiciones confieren aproximadamente el 47% del agua extraída del recurso (el volumen restante se utiliza para servicios sanitarios de planta y otros servicios complementarios y pérdidas generales para el manejo de cenizas y pilas de carbón).

De esta forma, las reposiciones de agua de procesos se calculan en porcentajes mínimos del caudal total de agua requerida por el sistema.

La calidad del agua de proceso utilizada para la generación de vapor, debe cumplir con una serie de especificaciones técnicas, de modo tal de no deteriorar los sistemas mecánicos del generador y la turbina.

### Tratamiento del agua de proceso

El tratamiento del agua extraída de la fuente natural corresponde a un proceso de osmosis inversa combinado con electrodesionización (EDI), o bien una planta de lechos mixtos.

La ósmosis inversa consiste en la circulación forzada del agua a través de una membrana semipermeable, con el objetivo de separar y extraer las sales disueltas, los compuestos orgánicos, los pirogénicos y la materia coloidal submicro organismos. Este proceso es capaz de quitar del 95% - 99% de los sólidos disueltos totales (TDS).

La electrodesionización (EDI) combina dos probadas técnicas de purificación del agua como son la electrodiálisis y el intercambio iónico. Mediante esta técnica, las sales disueltas pueden ser eliminadas con un bajo consumo energético y sin la necesidad de emplear reactivos regenerantes; el resultado es un agua de elevada calidad que puede ser producida en continuo y con elevados caudales.

La electrodesionización (EDI) emplea una combinación de membranas selectivas de iones y resinas de intercambio, montadas entre dos electrodos [ánodo (+) y cátodo (-)] sometidos a una diferencia de potencial eléctrico de c.c (corriente continua), la cual fuerza la migración en continuo de los iones desde la cámara de alimentación hasta las cámaras adyacentes de concentrado. Este potencial también rompe

las moléculas de agua produciendo iones hidrógeno e hidroxilos que continuamente producen la regeneración de la resina (no se emplean reactivos). El proceso de EDI reemplaza a los convencionales lechos mixtos (MB) de resinas produciendo agua de calidad ajustable, evitando paradas del sistema.

Para la implementación de técnicas EDI, se requiere generalmente la siguiente línea básica de tratamiento:

**Pre tratamiento:** Esta etapa consiste en sistemas de filtración que pueden ir precedidos por clarificadores dependiendo de las características físicas del agua, acondicionamiento del agua para evitar la precipitación de sales y oxidación en la membrana de Osmosis inversa.

222

**Ósmosis inversa (RO):** La RO no usa reactivos ya que sólo necesita trabajar a una presión determinada de alimentación a membranas, suministrada por un grupo de bombeo. Las nuevas generaciones de membranas permiten operar a bajas presiones y eliminan los TOC (carbono orgánico total), iones, etc.

**EDI:** Esta unidad trata siempre el agua producida por la osmosis inversa. Mediante la aplicación de un voltaje de c.c. (corriente continua), a través de las diferentes cámaras, se produce la regeneración de las resinas sin necesidad de emplear reactivos químicos. El agua obtenida es de una elevada calidad  $\geq 15$  MW/cm. Las unidades son modulares, fácilmente ampliables a cualquier caudal de tratamiento.

La planta a ser instalada para el tratamiento del agua de proceso se compondrá de dos módulos con una capacidad nominal de  $7 \text{ m}^3/\text{h}$  cada uno.

### Arena

La arena se alimenta en el lecho fluidizado y se utiliza como medio de fluidificación, especialmente en la puesta en marcha del generador de vapor.

Cada caldera cuenta con un silo de almacenamiento y carga.

## Efluentes líquidos

Los efluentes líquidos de la planta corresponden a aquellos derivados de la planta de tratamiento de aguas de proceso y de aguas de servicios sanitarios y generales de planta.

En la central existen cuatro corrientes diferenciadas de efluentes líquidos:

- Aguas servidas provenientes de los servicios sanitarios.
- Aguas residuales provenientes de los servicios generales de planta.
- Agua de proceso que fuera perdida en el sistema o purgada del mismo.
- Drenajes del parque de carbón.

En el caso de los drenajes de la playa de carbón, estos son tratado físico – químicamente para favorecer la precipitación de los sólidos arrastrados y la recirculación del agua clarificada, para su uso en el mismo parque.

Los drenajes del parque se encuentran compuestos por los lixiviados de las pilas dados por su riego.

El regado de la pila se realiza con monitores ubicados a los lados de la misma y direccionado hacia los sectores donde se está procediendo a llenar la misma con el apilador y donde se está recogiendo con la pala para alimentar la caldera. Para la carga con el apilador se considera la utilización de dos monitores o lanzas ubicadas a los lados de la pila y para la pala se considera una sola lanza en el sector donde se está extrayendo el carbón.

Se procede a regar estos sectores 10 minutos por hora, en los tres sitios establecidos, lo que confiere el uso de  $15 \text{ m}^3/\text{h}$  durante las 15 h netas de operación (descontando paradas). Lo que implica un consumo diario de 100 a  $150 \text{ m}^3/\text{día}$  ( $4,2 - 6,25 \text{ m}^3/\text{h}$ ).

El drenaje de las pilas se capta a través de caños perforados ubicados en el piso de apoyo de las pilas que se conectan con una canaleta perimetral que colecta, a su vez, los drenajes superficiales de las pilas. Las canaletas desaguan en una planta de separación de sólidos. Recuperando estos y devolviéndolos a las pilas mientras que el agua es re circulada para el proceso de abatimiento de polvo (regado).



## EMISIONES GASEOSAS Y MATERIAL PARTICULADO.

### Aspectos Generales

La combustión del carbón en la caldera como medio para la producción de vapor, genera una serie de gases de combustión que arrastran material particulado y que se eliminan a la atmósfera a través de la chimenea.

Para su control, se lleva a cabo el monitoreo del proceso de combustión favoreciendo el control en la generación de gases de interés y se colocan una serie de dispositivos para la retención de material particulado (filtros manga).

Los niveles de emisiones a ser mantenidos durante la operación de la planta, operando en continuo y a un 100% de carga son:

No <sub>x</sub> (límite máximo de emisión)	200 mg/ Nm3 6% O2 seco
SO <sub>2</sub> (límite máximo de emisión)	200 mg/ Nm3 6% O2 seco
PM <sub>10</sub> (límite máximo de emisión)	30 mg/ Nm3

Dichos niveles de emisión también se mantienen operando con uno sólo de los grupos al 100% de su carga, que son aproximadamente 120 MW en bornes del generador.

Para las operaciones a cargas parciales de los grupos, los niveles de emisión estarán por debajo de los establecidos en la legislación Argentina de aplicación a este proyecto.

Los niveles de emisión serán monitoreados constantemente a través de equipos de medición ubicados en los conductos de evacuación de los gases.

Suministrando piedra caliza al lecho de la caldera CFB se obtiene un alto grado de retención de sulfuro (SO<sub>2</sub>) con unas fracciones molares de calcio/sulfuro más bien bajas. La captura de sulfuro es más eficaz a una temperatura de lecho de 850 °C, logrando una importante reducción de SO<sub>2</sub>.

La formación de NO<sub>x</sub> "térmico" por oxidación del nitrógeno molecular es poco significativa debido a la baja temperatura y presión de combustión. La formación de NO<sub>x</sub> debida al nitrógeno en el combustible es reducida con la combustión por etapas. Esto es, en la parte inferior del lecho, la combustión tiene lugar en condiciones de reducción, lo que lleva a la formación de nitrógeno molecular N<sub>2</sub>, en lugar de NO<sub>x</sub>, como ocurre en el caso de las condiciones de oxidación. Para completar la combustión se introduce aire secundario adicional en los niveles más altos.

Inyectando amoníaco acuoso (solución al 19%), en el separador, pueden obtenerse niveles aún más bajos de emisiones de NO<sub>x</sub>.

Las emisiones de CO son bajas debido a la mezcla turbulenta en el lecho y la mezcla en el ciclón.

Una emisión de CO por debajo de 400 mg/Nm<sup>3</sup> es un valor típico del funcionamiento continuo.

De manera similar, los hidrocarburos C<sub>x</sub>H<sub>x</sub> y el carbón residual sin quemar son minimizados debido a la mezcla turbulenta en el lecho y a un tiempo de permanencia más largo en la caldera de tipo lecho circulante.

Asimismo, se ha establecido la utilización de aerocondensadores para el sistema de refrigeración de la planta en detrimento de las tradicionales torres de refrigeración. La utilización de agua, será, consecuentemente, escasa.

El sistema de evaluación de gases se conforma por un grupo de Filtros manga, que ayudan a la retención del particulado y un conducto de evacuación en altura (chimenea), a continuación se define las características generales de ambos equipos.

### **Filtros de mangas**

El fundamento de los filtros textiles consiste en hacer pasar la corriente de aire cargada de polvo a través del tejido que constituye la unidad filtrante, quedando retenidas por simple tamizado, aquellas partículas cuyo tamaño es mayor que el de dichos intersticios.

La película de polvo así formada hace a su vez de filtro de gran eficacia capaz de retener partículas de tamaño muy inferior a dichos intersticios, de modo que el tejido filtrante actúa fundamentalmente como soporte de esta película.

Esto conduce al hecho de que la eficacia de un filtro textil aumenta con el grado de colmatación.

Los materiales que pueden utilizarse en los filtros manga son muy variados debido a la gran cantidad de fibras artificiales disponibles en el mercado.

## Chimenea

Para el diseño del conducto de evacuación de los gases de combustión se ha considerado la variación de la temperatura ambiente y la condición de circulación de los gases a través de este conducto, de forma tal de identificar el tipo de material a ser usado.

Para generar una relación de depresión que fuerce la circulación de gases a través de los filtros y hacia la chimenea, se dispone de un ventilador de extracción al pie de la misma.

A continuación se presentan la configuración esperada de salida de los gases a través de la chimenea y sus dimensiones generales:

Altura de chimenea	110 m
Diámetro externo de la boca de salida de gases	4,2 m
Caudal de gas evacuado (boca de chimenea)	277,2 Kg/s
Temperatura de salida de gases	155 °C
Velocidad de salida de gases	25 m/s
Densidad de los gases	0,8 Kg/Nm <sup>3</sup>



# ANEXOS



## ANEXO I: DATOS METEOROLÓGICOS.

### Síntesis climática:

El clima de esta Región está caracterizado por la constancia en la dirección y las altas velocidades del viento. Esto se debe principalmente a la influencia de los dos centros anticiclónicos semi-permanentes ubicados en el sur de los Océanos Pacífico y Atlántico, que varía poco espacial y temporalmente durante el año.

Utilizando diferentes fuentes de información: Mediciones de variables meteorológicas realizadas «in situ», atlas climáticos, trabajos realizados sobre las condiciones climáticas.

Elaborándose una descripción climatológica de la zona.

La zona de Río Turbio tiene las siguientes características climáticas principales:

- La temperatura media mensual más alta es 10.7°C (enero) y la menor es 1.1°C (julio).
- La temperatura absoluta puede oscilar entre -27°C y 31.5°C.
- Las temperaturas mínimas y máximas medias anuales varían entre 0.7°C y 10.9°C.
- La humedad relativa media mensual más alta es 83% (julio) y la menor es 65% (enero).
- La tensión de vapor media mensual más alta corresponde al mes de febrero con 8.5 hPa y la más baja ocurre en julio con 5.2 hPa.
- La presión atmosférica media mensual a nivel del suelo varía entre 986.0 hPa en julio y 981.6 hPa en febrero.
- La nubosidad media mensual (en escala 0-10) se encuentra comprendida entre 5.2 (julio) y 7.1 (diciembre).
- El número medio mensual de días con cielo despejado fluctúa entre 0.2 (diciembre) y 4.8 en julio. El número total anual de días con cielo claro es 23.8.
- La cantidad media mensual de días con cielo cubierto está comprendida entre 6.6 (mayo) y 12.6 (diciembre). El número total anual de días nublados es 114.2.
- El valor medio mensual del número de días con heladas varía entre 1.2 (enero) y 23.7 (julio). El valor del número anual de días con heladas es 153.8.
- La precipitación media mensual está comprendida entre 21.3 mm en setiembre y 44.7 mm en marzo. Durante el año llueven 442.9mm.
- El número medio mensual de días con precipitación mayor que 3 mm se encuentra comprendido entre 6.8 (setiembre) y 9.2 (marzo). El valor anual del número total de días con precipitación mayor que 3 mm es 93.8.
- La cantidad anual de días con precipitación superior a 10 mm es 7.8.
- La velocidad media mensual del viento varía entre 2.1 m/s (mayo y julio) y 4.0 m/s (enero). La velocidad media anual es 3.1 m/s.
- Durante todo el año predominan los vientos provenientes del noroeste, oeste y sudoeste.
- El número anual de calmas representa casi el 21 %.
- El número de horas con viento calmo es mayor en invierno.
- Entre octubre y febrero, se intensifican las frecuencias de vientos con dirección sudoeste.
- Las frecuencias de vientos procedentes del sector norte al sur (incluyendo el este) son bajas.

De acuerdo con estos valores descriptivos se puede tipificar a la zona de Río Turbio por pertenecer al clima templado húmedo (de acuerdo con la clasificación climática elaborada por Köppen) y al clima sub-húmedo seco (según la clasificación climática desarrollada por Thornthwaite).



## ANEXO II: ANTECEDENTES GEOLÓGICOS.

### Introducción

El área de estudio se ubica en la zona de transición entre las provincias geológicas cordillera patagónica austral, segmento *Sur* (Leanza, 1972), y meseta patagónica austral.

La cordillera patagónica austral está caracterizada por el desarrollo axial del batolito patagónico, aunque sus afloramientos están principalmente en territorio chileno. También, a estas latitudes, se despliega una faja plegada y corrida que es responsable del importante acortamiento y levantamiento de la cordillera. Esta faja se localiza al *Sur* del punto triple de Aysén y está generada por la colisión de la dorsal de Chile (Ramos, 1989).

En la meseta patagónica austral se hallan los depósitos marinos y continentales cretácicos y los cenozoicos. En el *Norte* afloran coladas que corresponden a basaltos alcalinos de plateaux del mioceno medio a superior. Hacia el *Sur*, los basaltos ocupan superficies menores, destacándose las grandes planicies de diversos orígenes (que incluyen a los denominados “rodados patagónicos”). Estas planicies son disectadas por amplios valles con depósitos glaciares y fluvio glaciares.

El subsuelo está constituido por depósitos mesozoicos-cenozoicos de la cuenca de Magallanes o Austral, secuencia clástica marina conocida como plataforma Springhill. En el extremo *Sur* de la meseta Patagónica Austral, se sitúa el campo volcánico de Palei Aike, caracterizado por volcanismo basáltico alcalino de edad plio-pleistocena; este volcanismo estaría controlado por reactivación neo tectónica de antiguas fallas extensionales jurásicas de rift.

### Estratigrafía

Se describen solo las unidades geológicas que afloran en el área de estudio. Es necesario señalar, que inmediatamente al *Este* de la zona abarcada por este trabajo, se hallan sedimentitas marinas y continentales cretácicas, integrantes del conjunto sedimentario cretácico paleógeno. Sin embargo las mismas, incluidas en las formaciones Cerro Toro, Monte Chico, Cerro Cazador y Cerro Dorotea (esta última del Paleoceno), dada su localización, no son consideradas en el presente informe.

La distribución de las diferentes unidades geológicas se puede observar en el mapa geológico a escala 1:20.000 que se anexa.



### Formación Río Turbio (Feruglio, 1938)

La Formación Río Turbio corresponde a sedimentitas paleógenas ubicadas al *Oeste* del valle del Río Turbio. Es una secuencia alternante entre sedimentitas marinas y continentales portadoras de bancos de carbón.

Litológicamente (Hünicken, 1955), se la divide en dos secciones; la *inferior*, que aflora en la sierra Dorotea, posee una potencia de 290 m aproximadamente y está compuesta por conglomerados y areniscas medianas a gruesas, pardo amarillentas, y niveles con invertebrados fósiles intercalados con otros con abundante tafo flora. En la parte superior de esta sección se interponen los mantos de carbón nominados “Inferior” y “Superior”, que constituyen el complejo carbonoso inferior, con 2 y 4 m de potencia, respectivamente. La sección *superior* está formada por areniscas finas a gruesas, en parte conglomerádicas, pardo verdosas, en la que alternan niveles con invertebrados y plantas; aproximadamente por debajo de la parte media, presenta los mantos de carbón “B”, “A” (2 m) y “Dorotea” (4 m) que conforman el complejo carbonoso superior (foto G1).

Según Furque y Caballé (1993), la relación de la base de la formación Río Turbio con la formación cerro Dorotea es una discordancia erosiva (no advertida en el campo).

Esta relación es visible en el filo de la mina donde la sucesión comienza con un conglomerado en la base. Con respecto al techo, se observa una discordancia erosiva sobre la cual se han depositado los conglomerados basales de la formación Río Guillermo.

La formación Río Turbio presenta una estructura homoclinal regional, de rumbo *Norte-Sur* e inclinaciones al *Este* de entre 12° y 15°. Localmente está afectada por fallas de poco rechazo y pliegues secundarios de reducidas dimensiones (foto G2).

Para Hünicken (1955) correspondería a un ambiente límnico litoral en el cual alternaron facies marinas y continentales. Según Malumián y Panza (2000), la edad del miembro superior sería del Eoceno medio superior a Eoceno superior bajo, de acuerdo con la zonación micro paleontológica, en tanto el miembro inferior, en principio, sería post Paleoceno y pre Eoceno superior, por su relación estratigráfica.

### Formación Río Guillermo (Hünicken, 1955)

La formación Río Guillermo está conformada por sedimentitas de origen continental. Aflora al *Este* de la formación Río Turbio en la zona de la sierra Dorotea.

La unidad está integrada por una secuencia alternante de conglomerados finos a gruesos y areniscas medianas a gruesas y, en menor cantidad, niveles de areniscas muy finas, limolitas y arcilitas. El color dominante de las psamitas y psefitas es castaño amarillento, grisáceo y verdoso. Los conglomerados son polimícticos, con rodados redondeados a sub redondeados de vulcanitas, metamorfitas y cuarzo lechoso. Además, son frecuentes los restos de troncos silicificados. Las delgadas intercalaciones limosas y arcillosas son grises oscuras, amarillentas, grises y verdosas, pudiendo llegar a ser carbonosas, hasta verdaderos bancos de carbón. El contenido de arcillas corresponde a las argilofacies esmectita-clinoptilolita (Manassero *et al.*, 1990). En el área del yacimiento, el espesor alcanzaría entre 140 y 160 m (Malumián y Panza, 2000).

El ambiente de depositación de las sedimentitas continentales de la Formación Río Guillermo es fluvial de alta energía, desarrollado en un clima templado acorde con la flora presente.

En cuanto a las relaciones estratigráficas, el contacto basal es una superficie el contacto basal es una superficie de discordancia erosiva bien definida, que se observa en la sierra Dorotea mediante un conglomerado basal, que la separa de la formación Río Turbio. El contacto superior es igualmente una discordancia erosiva que la separa de la formación La Escondida. Esta discordancia es apreciada en el

cerro Mirador. La estructura es homoclinal, con rumbo *Norte-Sur*, con valores de inclinación menores a 10° al *Este*.

La edad de la formación Río Guillermo es eocena cuspidal sobre la base de su relación estratigráfica y por la paleo flora encontrada (Malumián y Panza, 2000).

### **Formación La Escondida (Danderfer, 1981)**

La formación La Escondida está constituida por dos secuencias. Una *inferior* que corresponde a depósitos continentales y otra *superior* que pertenece a depósitos de ambiente marino. En la Hoja Geológica 5172-III, Yacimiento Río Turbio, Malumián y Panza (2000), separaron a los términos continentales y marinos en dos formaciones diferentes, denominadas formación Río Leona y formación Centinela, respectivamente.

En el presente trabajo se ha preferido utilizar el término formación La Escondida de acuerdo con Furque y Caballé (1983). La unidad aflora en el sector comprendido entre la meseta Latorre y el valle del río Turbio.

En el cerro Mirador la secuencia continental constituye un afloramiento aislado, donde el contacto inferior es visible (foto G3). Posee un espesor de 68 m y comienza con bancos de conglomerados gruesos, de 20 a 60 cm de potencia, de color castaño oscuro a negro, en una matriz arenosa gruesa. Dentro de las psefitas, que forman un resalto marcado en el relieve local, se observan lentes de areniscas medianas con estratificación entrecruzada. Le siguen estratos de areniscas finas a medias, hasta conglomerádicas, castaño-amarillentas a rojizas hasta gris claro y verdosas, bien estratificadas, en bancos tabulares con entrecruzamiento. Se observan abundantes fragmentos de troncos silicificados.

Por encima de la secuencia continental se encuentra el grupo de capas de origen marino. Predominan las areniscas finas a medias, pardas amarillentas, con estratificación paralela. Asimismo, se visualizan intercalaciones de conglomerados finos con concreciones, restos de vegetales carbonizados y dos niveles de invertebrados marinos, como ostréidos y gastrópodos. El color es gris a castaño claro y amarillento.

El contacto superior se halla enmascarado por depósitos glaciarios. En base a relaciones estratigráficas con las unidades infra y supra yacentes (formaciones Río Guillermo y Santa Cruz respectivamente) es posible asignar una edad comprendida entre el Oligoceno superior a Mioceno inferior (Furque y Caballé, 1993).

### **Formación Santa Cruz (Ameghino, 1898)**

La formación Santa Cruz aflora en el sector oriental del área de estudio, en el faldeo occidental de la meseta Latorre, ubicada cercana al extremo *nordeste* de la zona que abarca este trabajo. Los afloramientos se encuentran muy cubiertos por coluvio y por el bosque. La unidad es predominantemente clástica, con importante participación de sedimentos piro clásticos. Está constituida por areniscas, arcilitas y tobas con algunos niveles conglomerádicos de grano fino intercalado. El color dominante es blanquecino a gris amarillento y gris azulado (foto G4). Furque y Caballé (1993) estimaron un espesor de 220 metros.

La relación estratigráfica basal no se reconoce, por estar cubierta de depósitos modernos.

En cercanías al área de estudio, el techo de la formación Santa Cruz está cubierto, en relación de discordancia erosiva, por depósitos conglomerádicos de la formación Cordillera Chica ("Rodados Patagónicos"), correspondientes al primer nivel de agradación pedemontana.

El ambiente de depositación sería fluvial, con características propias de planicie aluvial distal. Los materiales piro clásticos son indicativos de vulcanismo contemporáneo en la cordillera Patagónica, la cual al estar en proceso de levantamiento, era a su vez el área de aporte de los materiales clásticos (Malumián y Panza, 2000).

Malumián y Panza (2000) asignaron a la formación Santa Cruz, a la transición del Mioceno inferior al medio, sobre la base de dataciones recientes que consideraron confiables de  $16,34 \pm 0,35$  Ma y  $16,50 \pm 0,59$  Ma.



## Depósitos cuaternarios

Los depósitos cuaternarios alcanzan gran extensión areal en la zona estudiada, cubren parcial o totalmente a los depósitos infra yacentes ya señalados. En función de los procesos que le dieron origen es posible diferenciar tres conjuntos:

- 1) Depósitos glaciarios.
- 2) Depósitos glaci-fluviales.
- 3) Depósitos fluviales

En la zona que abarca el presente trabajo, los **Depósitos glaciarios** son los que alcanzan mayor representación areal. Conforman un conjunto heterogéneo de sedimentos de till de diferentes tipos, con intercalaciones que indican una mayor participación del agua, incluyendo niveles de varves. Afloran principalmente sobre ambos laterales de los valles del arroyo San José y del río Turbio y en forma discontinua en toda la zona serrana. En los sectores mejor expuestos superan los 10 m de potencia. En general son bloques y gravas inmersos en una matriz areno-gravilosa a areno-limosa, carentes de estructuras y mal seleccionados. En algunos casos se observan estructuras convolutas y dropstones.

En líneas generales presentan grados variables de consolidación, en función de los diferentes tipos de till implicados (basal, de ablación, alojamiento, etc.). En algunos sectores se ven niveles mejor seleccionados y groseramente estratificados que corresponderían a depósitos subácueos en contacto con el hielo (foto G5). Los varves son depósitos glaci-lacustres compuestos por la alternancia de delgadas capas arenosas y limo-arcillosas, afloran al *Oeste* del área de la usina a instalar en el faldeo ubicado inmediatamente al *Sur* de Julia Dufour.

La edad de estos sedimentos sería esencialmente pleistocena.

Los **Depósitos glaci-fluviales** se encuentran estrechamente asociados a los anteriores.

A diferencia del till tienen mucha mejor selección y forman estratos generalmente de menos de 1 m de potencia con estratificación entrecruzada. Predominan los rodados y gravas, con tamaños máximos de 20-30 cm, inmersos en una matriz gravilosa y arenosa, con bajo grado de consolidación.

Los espesores observados, tanto en canteras como en cortes naturales, indican que son superiores a los 10 m (como por ejemplo en la zona Sur de la localidad de 28 de Noviembre). Al igual que los sedimentos glaciarios antes descritos, la edad sería pleistocena.

Finalmente, ocupando sectores más bajos del paisaje y restringidos a las zonas aledañas a los principales cursos fluviales de la zona, se hallan los **Depósitos fluviales**. En la zona de trabajo se reconocen dos niveles de terrazas (que fueron separados en el mapa), labrados en sedimentos fluviales cuaternarios. Son generalmente conglomerados gruesos poco consolidados, con matriz arenosa gruesa mal seleccionada, con algunas intercalaciones más finas (areno limosas).

El conjunto presenta coloración grisácea homogénea, en parte gris pardo; los espesores aflorantes se establecen entre 3 y 6 metros; los materiales no están consolidados.

Dada su localización espacial, estos materiales serían más jóvenes que los anteriores, pudiéndoseles asignar una edad holocena a reciente.

## Depósitos antrópicos

Los depósitos antrópicos son el producto de la actividad minera desde fines de la década del 40 en la Cuenca Carbonífera de Río Turbio. Se sitúan en ambos márgenes y en la planicie aluvial del arroyo San José. Basándose en la selección granulométrica, al proceso que lo genera y a la ubicación final se distinguen tres tipos de depósitos antrópicos:

- 1) Estériles, en las escombreras escalonadas.
- 2) “Lodo”, en las piletas de la planta depuradora.
- 3) Cenizas de la Usina Térmica (foto G6).

240

Los materiales son heterogéneos desde el punto de vista de su composición y granulometría. Están formados por roca de caja (formación Río Turbio) y por el estéril. El estéril presenta, como fracción más fina, partículas tamaño limo-arcilla, que le otorgan al depósito gran compactación. El transporte, hasta el lugar donde se disponen finalmente los residuos, es por medio de camiones para el material generado en el proceso de extracción (mayormente roca de caja) y por medio de una cinta transportadora para el material producido en el proceso de depuración del carbón. La morfología final de este depósito es escalonada o aterrizada.

El “lodo” de las piletas de lavado es de color gris y está conformado por estéril fino.

Es el residuo de la planta depuradora, donde el carbón es tratado con magnetita y agua. El transporte es por tuberías y mediante topadoras. La morfología final del depósito es tabular y compacta.

Por último, las cenizas, que son el producto de la combustión del carbón en la Usina Térmica perteneciente al Yacimiento Carbonífero de Río Turbio. Muestran coloración gris blanquecina y granulometría fina. La homogeneidad y el tamaño le confieren al depósito una alta cohesión. La disposición final es la planicie aluvial del arroyo San José y el transporte es por medio de camiones.

## Estructura

Las unidades geológicas aflorantes en el área de estudio conforman una gran estructura homoclinal, con rumbo aproximado *Norte-Sur* y buzamiento regional hacia el *Este*. Esta secuencia correspondería al borde oriental de la faja plegada y corrida de retro arco. Muestran inclinaciones decrecientes con valores de 12° a 15° para la formación Río Turbio, 5° a 10° para las formaciones Río Guillermo y La Escondida y finalmente, para las capas continentales de la formación Santa Cruz no superan los 5° en los faldeos occidentales de la meseta Latorre.

Esta estructura pertenecería a un gran anticlinal asimétrico, cuyo eje y ala occidental se desarrollarían en territorio chileno (Malumián y Panza, 2000). Este anticlinal es el afloramiento más externo de la faja de plegamiento andino.

El ala situada en territorio argentino integra una faja de transición hacia el relieve mesetiforme extra andino oriental.

En forma aislada, el bloque homoclinal está afectado por plegamiento de orden menor, suaves flexuras y por pequeñas fallas de poco rechazo (foto G7). Las fallas alteran localmente a la secuencia sedimentaria de las formaciones Río Turbio y Río Guillermo, al norte de la ciudad de Río Turbio, donde exhibe rumbo *N.O.S.E* y labio bajo con inclinación *Norte* (Fig\_G1).

En el sector de la cuenca carbonífera hay pliegues secundarios de orden menor que, debido a la poca inclinación de sus flancos, son estructuras de difícil reconocimiento en el terreno.

Los mantos de carbón están afectados por fallas menores, resultado a fenómenos de ajuste casi siempre de tipo inverso y con rechazos que no superan los 3 a 10 m y en ocasiones menores a los 30 a 60 cm, que han sido reconocidas en las labores del yacimiento de carbón (Furque y Caballé, 1983).

## Consideraciones geotécnicas

Las sedimentitas de las formaciones Río Turbio, Río Guillermo y La Escondida poseen en líneas generales un comportamiento geotécnico semejante. Las areniscas y conglomerados no tienen un grado alto de diaclasamiento, ni de meteorización. En general muestran una tendencia a desarrollar paredes verticales relativamente estables. En las zonas de fallas, estas litologías exhiben una fracturación intensa, asociadas a diques y milonitas. La meteorización física ha sido favorecida, no sólo por las características intrínsecas de las rocas, sino también por la acción de los hielos durante largos períodos de tiempo. En las unidades más jóvenes, es posible observar en algunos casos, un grado bajo de cohesión y una mayor tendencia a la meteorización física. En función de lo dicho en forma precedente, estas litologías no presentan graves problemas de estabilidad de los cortes artificiales, así como para las fundaciones.

Es posible, en forma expeditiva, clasificar a los macizos rocosos utilizando el índice denominado R.M.R (*Rock Mass Rating*). Este índice se calcula a partir de la consideración de una serie de variables entre las que se encuentran la resistencia uniaxial de la matriz rocosa, el grado de fracturación, el espaciado entre discontinuidades, las características de las mismas, las condiciones hidrológicas hidrogeológicas y la orientación de las discontinuidades respecto a los cortes artificiales (a partir de I.S.R.M, 1981 y Bieniawski, 1979).

La resistencia uniaxial de la roca, estimada a partir de índices de campo, oscila entre las clases R3, roca moderadamente dura hasta R5, correspondiente a roca muy dura (resistencia a la compresión simple comprendida entre 25 y 250 Mpa aproximadamente). En líneas generales la valoración de las diferentes unidades oscila en valores comprendidos entre 60 y 90, por lo que pertenecería a las clases II (buena) o I (muy buena). En tal sentido, es posible asignar valores medios de cohesión (para el macizo rocoso en conjunto) del orden de los 3 Kp/cm<sup>2</sup> y ángulos de rozamiento superiores a los 40°.

Los sedimentos cuaternarios muestran amplia distribución en la zona y exhiben gran variabilidad en sus características, aún dentro de una misma unidad. Predominan los Depósitos glaciarios, correspondientes a morena frontales, marginales y de fondo. Utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos son generalmente GP y GM, gravas mal seleccionadas, con mezclas de arena y casi sin finos y gravas limosas, con mezclas de gravas, arenas y limos, respectivamente. En menor medida aparecen materiales de la clase SP, que conciernen a arenas con gravas, mal seleccionados, con escasos finos. En todos los casos se trata de materiales que no tienen grandes dificultades para las fundaciones y son generalmente permeables.

Estos depósitos se particularizan por tener una gran variabilidad vertical y lateral. Los cortes artificiales sub verticales son poco estables.

Los Depósitos glacifluviales los siguen en abundancia. Poseen comparativamente menor variabilidad que los anteriores. Pertenecen a las clases GW, SP y SW, el primero correspondiente a gravas y arenas bien seleccionadas, casi sin finos. Los otros dos son arenas con gravas bien y mal seleccionadas, con escasos finos. Estos materiales son muy permeables, no implican problemas de fundaciones y los cortes verticales artificiales son muy poco estables. Son materiales fácilmente erosionables.

Los Depósitos fluviales holoceno-actuales tienen una gran heterogeneidad debido a la frecuente ocurrencia de cambios de facies, los que implican variaciones tanto verticales como horizontales. De todas formas, ya en los abanicos aluviales como en las planicies aluviales predominan los materiales de las clases GP (gravas con intercalaciones de gravas y arenas mal seleccionadas y con escasos finos) y SP (arenas mal seleccionadas con gravas y casi sin finos).

Estos sedimentos son generalmente moderadamente a bien permeables, y no tienen limitaciones para las fundaciones. Son poco estables en cortes artificiales. En algunos sectores, especialmente en las planicies aluviales, aparecen materiales más finos y en algunos casos más plásticos (SM y SC, respectivamente). Finalmente en los mallines, los materiales suelen ser Pt (suelos altamente orgánicos) y OL, limos orgánicos con arcillas limosas orgánicas.

En líneas generales, todos los sedimentos cuaternarios son relativamente inestables si se encuentran en zonas de pendientes sobre roca relativamente fresca, tal como ocurre en la mayor parte de los valles glaciarios de la región.

Las capacidades portantes de los sedimentos inconsolidados en la mayor parte de la región no son buenas en los primeros 20-30 cm debido a que los sedimentos están edafizados con una elevada cantidad de materia orgánica.

En los sedimentos Pt y OL, las capacidades portantes son muy bajas, a causa de que son muy plásticos y tienen asentamientos diferenciales ante esfuerzos y la deshidratación.

Los elementos que condicionan la estabilidad de los taludes rocosos de la zona tienen gran variabilidad debido a que afloran varios tipos litológicos con diferentes características geo mecánicas. Las rocas sedimentarias paleógenas tienen líneas de debilidad representadas por diaclasas, estratificación y fracturas.

Las combinaciones existentes entre orientación e inclinación de las líneas de debilidad y la forma y dirección respecto a las estructuras de las pendientes determinan que las condiciones de estabilidad sean muy variables de un sitio a otro del paisaje. Así, cuando coincide la dirección de los planos de debilidad con las pendientes, la posibilidad de movimientos se incrementa notoriamente.

Los elementos que condicionan la estabilidad de los taludes en sedimentos cuaternarios dependen de varios factores, entre otros:

- a) Espesor.
- b) Contenido de humedad.
- c) Forma de la ladera.
- d) Tipo de sedimento.
- e) Características de los planos de debilidad.
- f) Características del sustrato rocoso.

Los sedimentos de las laderas son generalmente gruesos (glaciales o coluviales) mezclados en proporciones variables con materiales piro clásticos (SW o SC-ML). Las tefras, en los sectores en que aparecen, forman agregados que bajo la acción de la edafización y la humedad, se desagregan confiriendo mayor plasticidad (clases MH-ML). El contenido de humedad también es muy variable en la zona de estudio, tal como ya se dijera, debido a dos causas, cambio del régimen pluviométrico por el efecto orográfico y por la orientación de las laderas. De esta forma, al oeste, el contenido de humedad en los sedimentos es mucho mayor y por ende son más inestables. Asimismo, las laderas que miran al Sur son potencialmente más inestables debido a que son más húmedas y en consecuencia los contenidos de humedad muchas veces pueden ser superiores a los límites Atterberg.

Las superficies donde se asientan los sedimentos cuaternarios en las laderas generalmente son rocosas, abruptas e inclinadas. Entre el sustrato y los depósitos tiende a circular el agua la que reduce el esfuerzo de corte. Todas estas características determinan que las laderas sean potencialmente inestables. Los ángulos de reposo de los materiales inconsolidados varían en función de numerosos factores, entre los que destacan la presencia de materiales finos que brindan cohesión a los más gruesos y la cobertura vegetal. En general, los depósitos cuaternarios gruesos, como los que se hallan en la mayor parte de la región, suelen tener ángulos de reposo que varían entre 35° y 30° aproximadamente. En consecuencia, cualquier pendiente labrada en sedimentos de este tipo de mayor inclinación debe ser considerada como potencialmente inestable. La existencia de un sustrato rocoso, por debajo de los depósitos apoca profundidad reduce considerablemente el ángulo de reposo.



# TABLAS



**TABLA I: ANÁLISIS DEL CARBÓN.**

Características promedio del carbón bruto de Río Turbio y de los carbones depurados:

	Carbón Bruto tal cual %	Carbón Depurado tipo G. 17 %	Carbón Depurado tipo F. 17 %	Carbón Depurado tipo F. 11 %
<b>1. ANÁLISIS INMEDIATO</b>				
<i>S/base húmeda</i>				
Humedad (1)	11,3	10,1	13,8	13,4
Mat. Volátiles	26,2	35,3	33,9	36,4
Carbono fijo	23,5	37,9	38,1	40,3
Cenizas (2)	39,0	16,7	14,2	9,9
P. cal. Sup. KJ/kg	15.825	24.025	23.520	24.970
Ídem Kcal/kg	3.790	5.754	5.633	5.980
P. cal. Inf. KJ/kg	14.750	22.820	22.250	23.700
Ídem Kcal/kg	3.534	5.485	5.328	5.675
Azufre combustible	0,5	0,7	0,6	0,6
Azufre total	1,2	1,0	1,0	0,9
<b>2. ANÁLISIS ELEMENTAL</b>				
<i>S/base pura</i>				
Carbón fijo	73,4	75,8	76,5	77,9
Hidrogeno	7,9	6,2	0,2	7,0
Nitrógeno	0,9	1,0	0,8	0,9
Azufre combustible	1,1	1,0	0,8	0,8
Oxigeno	16,7	16,0	15,7	13,2
<b>3. ANÁLISIS DE CENIZAS</b>				
Sílice	51,8	51,8	52,8	57,0
Oxido férrico	10,1	14,4	12,5	11,2
Oxido de aluminio y lit.	22,2	18,5	20,0	21,3
Oxido de calcio	9,3	8,0	8,0	4,9
Oxido de magnesio	3,6	2,1	1,5	0,9
Anhídrido sulfúrico	2,7	2,6	3,6	4,3
Álcalis y no dosados	0,3	2,7	1,5	0,2
<b>4. FUSIBILIDAD CENIZAS</b>				
Punto de ablandamiento °C	1285	1290	1280	1280
punto de fusión	1400	1440	1420	1390
Punto de licuación	1450	1490	1480	1440
<b>5. INDICE DE TRITURABILIDAD</b>				
Hardgrove	n.d	36,1	37,2	39,2
<b>6. PESO POR m<sup>3</sup></b>				
Normal kg/m <sup>3</sup>	n.d	855	808	827
Compactado kg/m <sup>3</sup>	n.d	917	835	n.d
<b>7. INDICE DE HINCHAMIENTO (FSI)</b>				0-0,5

(1) variable: depende de su estadía, factores climáticos, etc.

(2) pueden presentarse variaciones en más o menos, de 1,2 % de cenizas.

NOTA: Las siglas G y F indican tamaño grueso y fino, respectivamente. Los números que siguen corresponden al tenor en cenizas, sobre la base seca.



**TABLA II: CONDICIONES SÍSMICAS.**

El INPRES es el encargado de recopilar registros e información sísmica en la Argentina desde 01 de enero de 1800. Esta tabla es un extracto de los registros alrededor del área de estudio, IAA: Instituto Antártico Argentino; ISC: International Sismologic Center, Kew, England, UK; CGS: Coast and Geodetic Survey, USA; LPA: Observatorio Astronómico La Plata, Argentina; SJA: INPRES, San Juan, Argentina; GS: U.S. Geological Survey, Denver, Colorado, USA; OAU: Observatorio Astronómico La Plata, Argentina; GUC: Departamento de Geofísica, Universidad de Chile; PDE: Preliminar Determination Epicenter (GS).

Fecha	Fuente	Latitud	Longitud	Profundidad (Km)	Magnitud	Fuente	Intensidad	lugar
13/07/1930	LPA	-52,100	-70,700	33,0	6,2			
19/03/1932	LPA	-51,000	-65,500	33,0	0			
19/03/1932	LPA	-51,500	-62,000	33,0	0			
13/05/1950	OAU	-51,880	-72,000	33,0	0			
14/06/1970	ISC	-52,030	-73,900	33,0	0			
13/04/1973	CGS	-52,500	-72,000	11,0	5,1			
29/06/1987	GS	-51,736	-71,973	10,0	5			
27/05/1998	GS	-51,530	-71,900	33,0	4,5			
24/06/1998	GUC	-51,500	-71,900	33,0	2,8			
30/03/2000	GS	-52,022	-72,209	33,0	4,1			
27/01/2001	IAA	-51,072	-62,390	33,0	3,5			
21/04/2001	IAA	-52,116	-65,103	33,0	3,3			
21/08/2001	IAA	-52,688	-70,292	33,0	2,8			
21/09/2002	IAA	-52,393	-61,489	33,0	3,4			
19/03/1932	LPA	-51,000	-65,500	33	0			
24/01/1944	SJA	-50,200	-72,150	30	5	V	SJA	El Calafate, Santa Cruz
08/04/1959	CGS	-50,500	-73,000	33	6,2			
29/09/1966	ISC	-50,470	-72,400	52	4,7			
10/09/1986	GS	-50,240	-71,290	33	5			
25/01/1992	GS	-50,421	-72,158	33	5,1			
30/07/1992	GS	-50,357	-72,095	10	5,5	IV	GS	El Calafate, Santa Cruz
09/04/1999	GS	-50,460	-72,230	33	4,3			
30/09/2000	IAA	-50,387	-72,932	33	3,8			
30/08/2004	GS	-50,695	-72,137	25	5	IV	SJA	El Calafate, Santa Cruz
31/08/2004	GS	-50,630	-72,327	19	4,7			
07/09/2004	GS	-50,686	-72,237	37	3,6			
05/10/2004	GS	-50,627	-72,296	28	4,7	III	SJA	Río Turbio, Santa Cruz
06/12/2004	SJA	-50,500	-72,750	33	4,7	IV	SJA	El Calafate, Santa Cruz
05/07/2005	PDE	-50,668	-72,074	22	5,1			

*Registros sísmicos tomados entre 50° LS y 53° LS y 73° LO y 60° LO.*



**TABLA III: TABLA DE TOLERANCIA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL.**

- 1) Desviación de la vertical:  
a. En las líneas y superficies.

En cualquier nivel – hasta 3,00 m	5 mm
Hasta 6,00 m máximo	8 mm
Hasta 12,00 m	18 mm

- b. Para columnas expuestas, ranuras de juntas de control y otras líneas visibles, en cualquier nivel, con un mínimo de:

Para 6,00 m	5 mm
Para 12,00 m	0 + 10 mm

- 2) Variación del nivel o de las pendientes indicadas en los planos del contrato.

En pisos: en 3,00 m	5 mm
En cualquier paño, con un máximo de: en 6,00 m	8 mm

***Para paños mayores se incrementaran en 1 mm la tolerancia anterior por cada metro que exceda los 6 m.***

- 3) Variación de las líneas de estructura, a partir de las condiciones establecidas en plano y posición relativa de las paredes:

En 6,00 m	10 mm
En 12,00 m	20 mm

- 4) Variación de la ubicación de aberturas y pared: 5 mm  
5) Variación de los escalones:

- a. En un tramo de escalera:

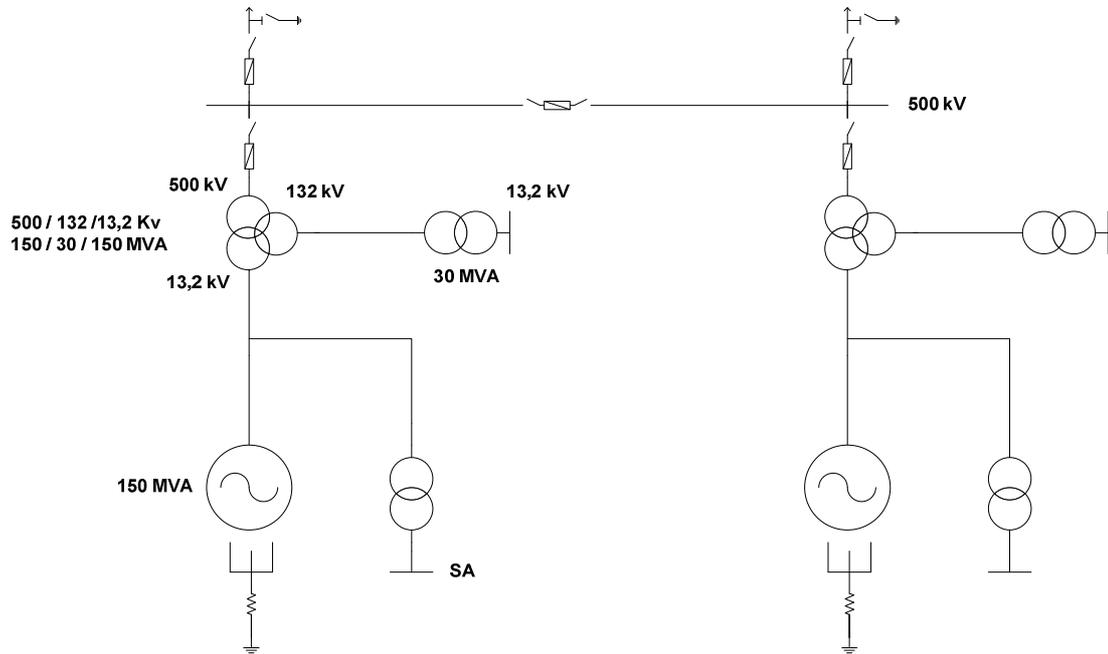
Alzada	3 mm
Pedada	6 mm

- b. En escalones consecutivos:

Alzada	2 mm
Pedada	3 mm



## ESQUEMA UNIFILAR DE LA CENTRAL.





## BIBLIOGRAFIA

- **LICITACIÓN PÚBLICA N° 12/06 DEL YACIMIENTO CARBONÍFERO RÍO TURBIO.  
CENTRAL TERMOELÉCTRICA A CARBÓN.**  
YACIMIENTO CARBONÍFERO RÍO TURBIO.  
CUERPOS: I – III – LXXIV.
- **PLIEGOS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.  
CONSTRUCCION, BAJO LA MODALIDAD LLAVE EN MANO, DE UNA CENTRAL TERMOELÉCTRICA  
A CARBON A INSTALARSE EN RÍO TURBIO – PROVINCIA DE SANTA CRUZ – REPÚBLICA  
ARGENTINA.**  
MINISTERIO DE PLANIFICACION FEDERAL, INVERSION PÚBLICA Y SERVICIOS. REPÚBLICA ARGENTINA.
- **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CENTRAL TERMOELÉCTRICA A CARBÓN  
RIO TURBIO, SANTA CRUZ.**  
*EIA CTRT – CAP 01 INTRODUC REV 2.DOC.*  
SERMAN & ASOCIADOS S.A CONSULTORA.

