

## Capítulo 4

# Descripción del proyecto

## Estudio de Impacto Ambiental para la Fase de Operación de la Central Térmica Río Turbio (CTRT)

*Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Santa Cruz*

*Abril de 2023*

## Índice

<b>1. Ubicación</b>	<b>4</b>
1.1. Localización	4
1.2. Uso de Suelo	7
1.3. Área de Influencia	8
<b>2. Descripción general del sistema</b>	<b>10</b>
<b>3. Implantación</b>	<b>18</b>
<b>4. Principales procesos</b>	<b>20</b>
<b>5. Balance de masas simplificado</b>	<b>22</b>
<b>6. Ingeniería de Procesos</b>	<b>24</b>
<b>6.1. Transporte y acondicionamiento del carbón</b>	<b>24</b>
6.1.1. Componentes y Aspectos Principales del Proceso de Carbón	28
6.1.2. Aspectos principales del sistema operativo	37
<b>6.2. Equipo generador</b>	<b>39</b>
6.2.1. Generación de vapor	39
6.2.2. Horno	40
6.2.3. Colector de Vapor	42
6.2.4. Separador compacto y sistema de retorno de sólidos	42
6.2.5. Sobrecalentadores	43
<b>6.3. Abastecimiento, acondicionamiento y acopio de cal</b>	<b>43</b>
6.3.1. Funciones principales del sistema	46
<b>6.4. Sistema de enfriamiento de Restos de Combustión</b>	<b>47</b>
<b>6.5. Alimentación de carbón</b>	<b>49</b>
<b>6.6. Alimentación de cal</b>	<b>50</b>
<b>6.7. Alimentación de arena</b>	<b>51</b>
<b>6.8. Aire primario y aire secundario</b>	<b>53</b>
<b>6.9. Sistema de inyección de amoníaco</b>	<b>53</b>
<b>6.10. Generación de energía eléctrica – Turbo Generador</b>	<b>54</b>
6.10.1. Turbina de Vapor	54
6.10.2. Generador	58
<b>6.11. Sistema Eléctrico</b>	<b>60</b>
<b>6.12. Tratamiento de agua industrial y de agua potable</b>	<b>66</b>
6.12.1. Agua Potable	66
6.12.2. Planta de Tratamiento de Aguas	66
6.12.3. Sistemas de Drenajes	74
6.12.4. Agua Servida	79
6.12.5. Agua Industrial y de Procesos	80
6.12.6. Planta de Tratamiento de Efluentes	80
6.12.7. Desagües Pluviales	85
6.12.8. Sistema Contra Incendio	87
<b>6.13. Proceso de puesta en marcha</b>	<b>88</b>
<b>6.14. Principales Insumos</b>	<b>89</b>

6.14.1.	Carbón.....	90
6.14.2.	Cal .....	92
6.14.3.	Agua de Procesos .....	95
6.14.4.	Arena .....	99
6.14.5.	Amoníaco .....	100
<b>6.15.</b>	<b>Sistema de condensado y reposición .....</b>	<b>104</b>
6.15.1.	Tanque de condensado .....	105
6.15.2.	Sistema de drenaje del colector de drenaje .....	105
6.15.3.	Sistema de extracción de aire .....	105
6.15.4.	Sistema de limpieza .....	106
6.15.5.	Sistema de reposición .....	106
6.15.6.	Sistema de agua de alimentación .....	107
<b>6.16.</b>	<b>Balance de insumos .....</b>	<b>108</b>
6.16.1.	Consumo de Insumos y Logística .....	109
6.16.2.	Restos de Combustión y Polvos .....	110
6.16.3.	Efluentes líquidos .....	114
6.16.4.	Balsas de Tratamiento .....	116
6.16.5.	Emisiones gaseosas y Material Particulado .....	116
6.16.6.	Filtros de mangas.....	118
6.16.7.	Chimenea .....	121
6.16.8.	Residuos generales.....	123
<b>6.17.</b>	<b>Instrumentos de control .....</b>	<b>124</b>
6.17.1.	Plantas Paquete con sistema de control propio (PLC o Controlador propietario) ...	124
6.17.2.	Sistemas de Control, Protección y Supervisión de la Turbina .....	128
6.17.3.	Automatización de la Planta .....	132
6.17.4.	Sistema eléctrico .....	135
6.17.5.	Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS) .....	136
6.17.6.	Sistema de adquisición y manipulación de datos (DAHS) .....	140
6.17.7.	Preparación para el arranque de turbinas.....	142
6.17.8.	Operación normal de planta .....	144

## 1. Ubicación

### 1.1. Localización

La Central Térmica Río Turbio – CTRT 14 Mineros se encuentra ubicada en el municipio de Río Turbio, departamento de Güer Aike, en el extremo Sudoeste de la Provincia de Santa Cruz (imagen 1).

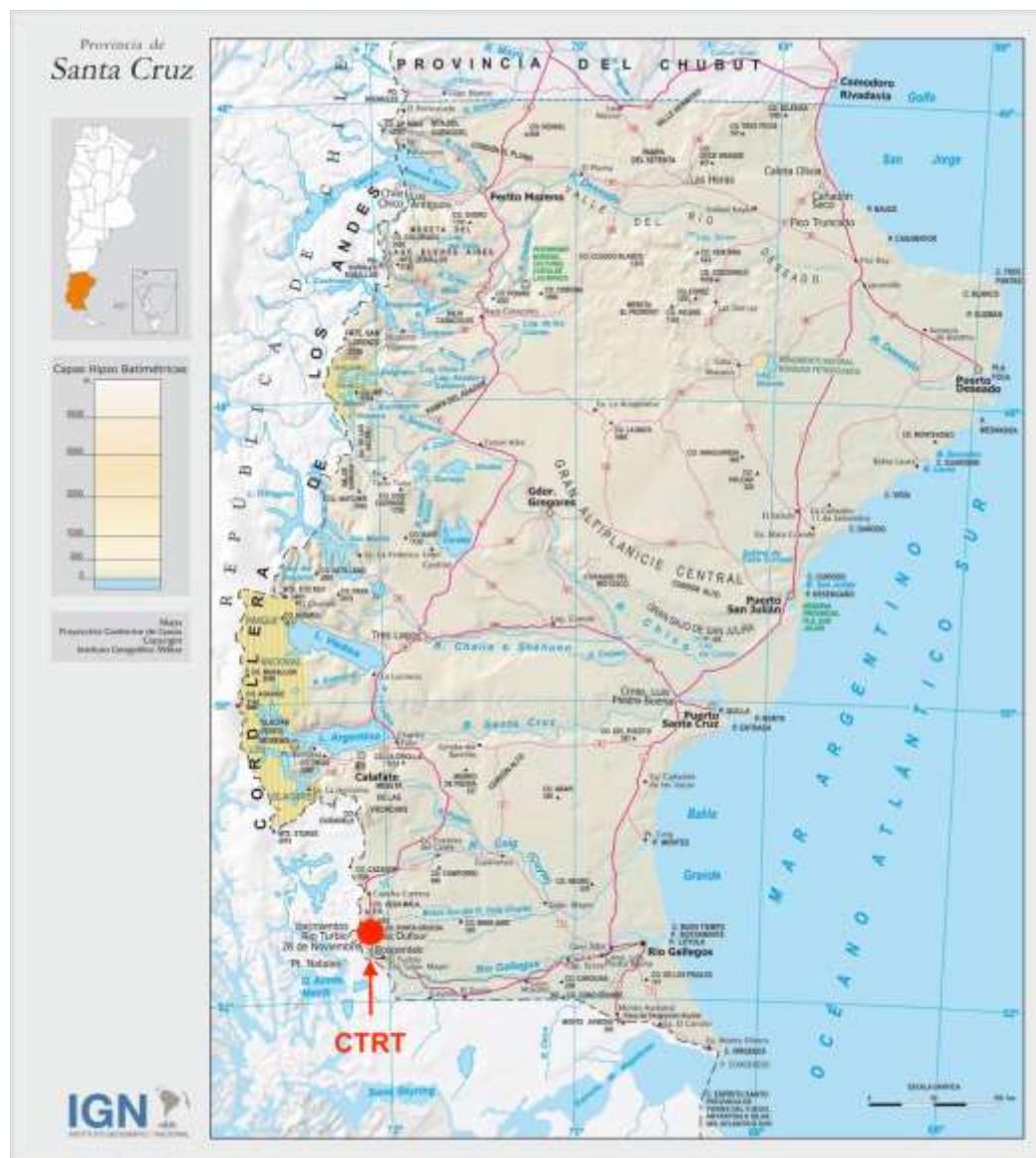


Imagen Nº 1. Mapa de la Provincia de Santa Cruz con ubicación de CTRT (en rojo)  
Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Se localiza en las cercanías del Yacimiento de Carbón de Río Turbio -YCRT, al este de la localidad de Julia Dufour<sup>1</sup>. Esta, junto con los municipios de 28 de Noviembre y Río Turbio, conforman la denominada “Cuenca Carbonífera”. La Central se encuentra ubicada en un predio de aproximadamente 32 hectáreas, delimitada por los paralelos 51º 32’ y 51º 33’ de latitud sur y los meridianos 72º 13’ y 72º 14’ de longitud oeste (imagen 2). El predio solía ser el basural de la municipalidad de Río Turbio que, luego de ser saneado, fue rellenado y nivelado para luego ser construida la central.

<sup>1</sup> La localidad de Julia Dufour es una delegación comunal sin autoridad propia que depende administrativamente del municipio de Río Turbio.

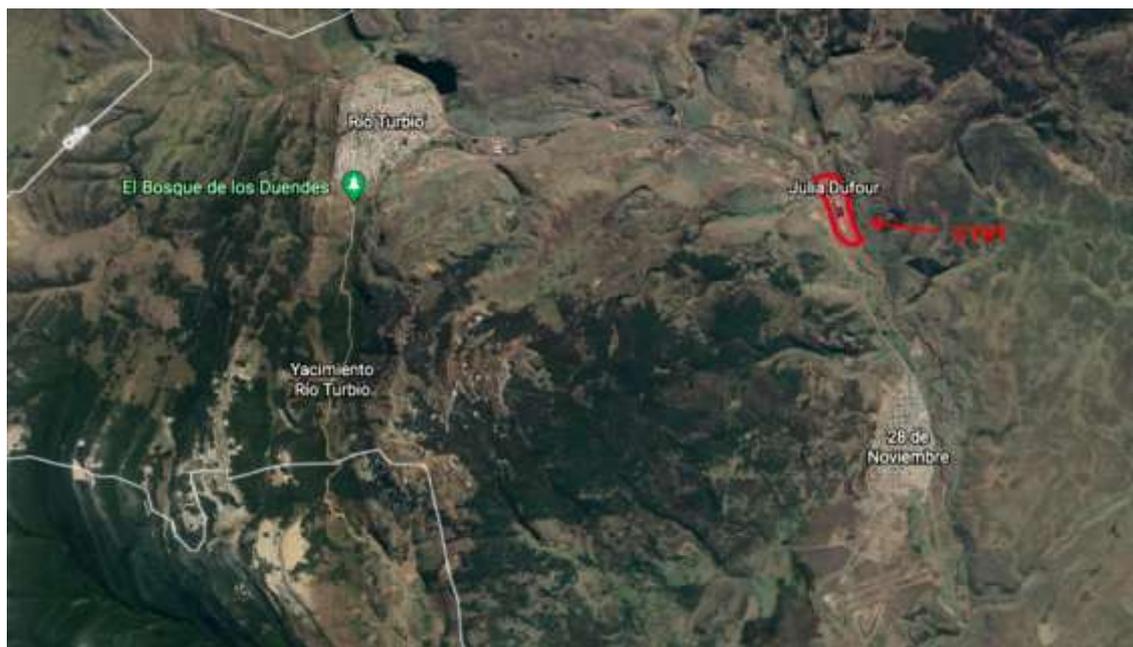


Imagen N° 2. Imagen satelital de la ubicación del predio de la CTRT (en rojo) al este de Julia Dufour y entre la localidad de Río Turbio y 28 de Noviembre

Fuente: elaboración propia en base a Google Earth.

La CTRT-14 Mineros se emplaza en el valle de inundación del río Turbio, que se desarrolla desde sus nacientes en el arroyo San José y el arroyo Primavera, aguas abajo del cruce entre el río y la Ruta 40 y entre las localidades de Río Turbio y 28 de Noviembre (imagen 3). Hacia el oeste está ubicada la Sierra Dorotea, que limita el área con Chile.

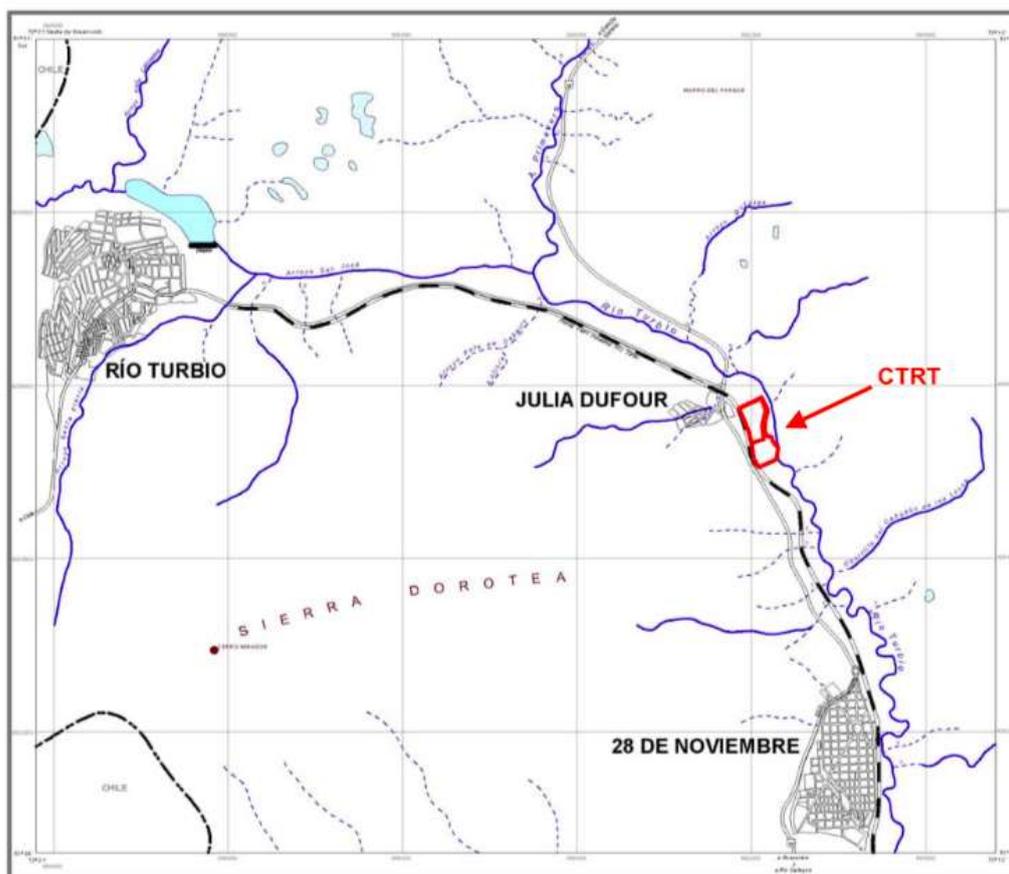


Imagen Nº 3. Ubicación del predio de la CTRT (en rojo)  
Fuente: Segemar (2008).

En relación a los accesos, la CTRT-14 Mineros se encuentra aproximadamente a 8 km de la localidad de Río Turbio. A su vez, se encuentra bien comunicada al distar aproximadamente 290 km de la capital de la provincia, Río Gallegos, por ruta pavimentada, y 230 km de El Calafate por la Ruta Nacional Nº 40. Las ciudades de Río Gallegos y Río Turbio se encuentran además conectadas por las Rutas Provinciales Nº 5 y Nº 7, Ruta Nacional Nº 40 y el ramal ferro-industrial Río Turbio – Río Gallegos. En adición, en las inmediaciones de la localidad de 28 de Noviembre se cuenta con un aeródromo de cabotaje que actualmente no se encuentran en funcionamiento. La localidad de Río Turbio limita al oeste con la República de Chile, a 5 km de distancia, distante a 36 km de la ciudad de Puerto Natales.



### 1.3. Área de Influencia

El área de influencia de operación de la Central Térmica Río Turbio es el territorio donde potencialmente se manifiestan los impactos de esta actividad sobre la totalidad del ambiente o algunos de sus componentes naturales, sociales o económicos. La misma se divide en Área de Influencia Directa (AID) y Área de Influencia Indirecta (AII).

Según las Guías de Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental elaborados por la ex Secretaría y actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible<sup>2</sup>, el “*área de estudio variará en función del tipo de proyecto a ser evaluado. La profundidad de los estudios que se realicen en el área será variable, con mayor o menor cantidad de datos de fuente primaria, según el caso*”.

*“Suelen realizarse mayores esfuerzos de adquisición de datos primarios cuando se requiere confirmar una afectación directa, pero esto no debe ser considerado como una regla general, ya que dependerá de la sensibilidad de los receptores potenciales de afectación indirecta. La definición de las áreas de influencia (AID y AII) se ajusta conforme avanza la evaluación, y solo podrán quedar completamente definidas y fundamentadas una vez concluidos todos los estudios de evaluación”.*

A los efectos del presente EsIA, se sigue el criterio de asociar el AID a los impactos directos de la Operación de la Central Térmica sobre el medio y el AII a los impactos indirectos, con especial énfasis en aquellos que pueden incidir en los impactos acumulativos del proyecto y que, según el caso, pueden incluso manifestarse más allá de la jurisdicción de la Central Térmica.

El Área de Influencia había sido ya ampliamente desarrollada en los antecedentes. De hecho, los estudios antecedentes tuvieron que decidir entre dos emplazamientos, y para concluir que el mejor de los 2 es el actual, debieron realizar un extenso y riguroso análisis de ambas Áreas de Influencia, que en un caso de estudio comparativo de dos ubicaciones es uno de los elementos fundamentales. La temática quedó entonces definida cuando se opta por uno de los emplazamientos y el mismo es aprobado, por lo que se considera que no justifica en este momento volver a desarrollar nuevamente de manera rigurosa este elemento. Se incluye un breve análisis del Área de influencia.

#### Área de influencia directa

Es la máxima área envolvente de la Central y sus instalaciones asociadas (Depósito de Restos de Combustión - RdC), dentro de la cual se pueden predecir con una razonable (fundamentada) confianza y exactitud los impactos ambientales directos sobre los receptores sensibles identificados en el área de estudio.

El área envolvente del área Operativa de la Central y su Centro de Disposición Final de Restos de Combustión - RdC, están relacionados con los factores ambientales impactados por la extracción de agua y el vertido de efluentes tratados, las emisiones de la chimenea evaluados por el Programa Aermod, la generación de ruidos y vibraciones de la Central, el impacto por el ingreso de la materia prima (carbón pre-tratado, arena y calizas) y otras acciones evaluadas en la matriz.

#### Área de influencia indirecta

Es el área dentro de la cual se prevén impactos indirectos vinculados a impactos directos del proyecto, y cuyos efectos se podrían superponer o acumular con efectos ambientales de otros proyectos pasados, presentes o futuros. En el análisis del AII, se consideran la extensión de la pluma de emisión, en función de vientos y carga determinada por el Aermod en función de la modelización de la Dispersión de contaminantes.

<sup>2</sup> Véase <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/desarrollo-sostenible/evaluacion-ambiental/guias-de-evaluacion-ambiental/esia>

### Delimitación del área de influencia

Para determinar el área envolvente del Área de Influencia Directa del Proyecto (AID), se consideraron las tres localidades (Río Turbio, Julia Dufour y 28 de Noviembre).

En tanto, para la determinación de la envolvente del Área de Influencia Indirecta (AII) se consideró el Departamento de Güer Aike y Río Gallegos, siguiendo a los antecedentes de los estudio previo desarrollados al momento de evaluar.

Dado que ya existe una delimitación del área de influencia en los trabajos antecedentes, se procedió a delimitar las áreas de influencia directa e indirecta.

Las Áreas de Influencia Directa (AID) e Indirecta (AII) del proyecto se determinaron en los estudios antecedentes de modo que el AID queda definido por un área cuya superficie es igual a la de la instalación proyectada multiplicada por un factor de corrección "C". De esta forma el AID queda definida como:

$$AID = S \times C$$

siendo:

S: la superficie en km.

C: un factor de corrección para estimar el ancho del área donde es posible la ocurrencia de impactos directos, cuyo valor es como mínimo 4.

En el análisis de los impactos potenciales y previstos, se determinaron las siguientes consideraciones de análisis:

- Para los casos de instalaciones y construcciones complementarias permanentes, el AID queda definida por un círculo cuyo radio deberá ser igual o mayor a 6 veces el radio del círculo que circunscribe la instalación, tomado desde el centro geométrico de ésta, y se tiene en cuenta el aspecto paisajístico.
- Para evaluar el área de influencia indirecta (AII) se considera, como mínimo, las áreas de dispersión de contaminantes que podrían derramarse accidentalmente en cursos de agua o infiltrarse en acuíferos, y las emisiones atmosféricas y sonoras.
- Para los casos de emisiones atmosféricas conteniendo elementos potencialmente contaminantes, la evaluación del AII se realiza considerando los mecanismos y procesos de la atmósfera que originan el transporte y la difusión bajo las condiciones locales específicas. De este modo, se calcula el área de decaimiento de los contaminantes atmosféricos para la condición operativa y climática más desfavorable del área de estudio.
- Para los casos de emisiones sonoras, la evaluación del AII se realiza teniendo en cuenta la ubicación y nivel probable de las fuentes generadoras de ruidos.
- Para los casos de impactos sobre el medio socioeconómico y cultural, la evaluación del AII contempla las posibles interferencias con actividades llevadas a cabo por pobladores o usuarios que no residen en el AID, particularmente aquellos que la utilizan estacional u ocasionalmente y en las que, eventualmente, las tareas de construcción u operación pudieran influir en la modificación de esas actividades.
- Para los casos de instalaciones y construcciones complementarias temporarias, en particular campamentos y obradores, tanto el AID como el AII es evaluada considerando radios de distancia desde el centro geométrico de la instalación que reflejen la probabilidad de ocurrencia de impactos directos e indirectos, respectivamente.

En síntesis, y teniendo en cuenta los antecedentes ya señalados, el AID se define como el espacio contiguo a la infraestructura de la Central e incluye a las localidades de la Cuenca Carbonífera, es decir a los municipios de Río Turbio y 28 de Noviembre, y a la delegación comunal Julia Dufour. El AII del proyecto fue determinada como el Departamento de Güer Aike y la ciudad de Río Gallegos.

## 2. Descripción general del sistema

El proyecto corresponde a la Central Térmica a carbón en el Municipio de Río Turbio, Provincia de Santa Cruz, República Argentina en proceso de finalización. Se trata de una típica Central Térmica a carbón de tecnología moderna con caldera del tipo lecho fluidizado, con una potencia bruta instalada en bornes del generador de aproximadamente 240 MW, compuesta por dos módulos de 120 MW.

Cada módulo consta como elementos centrales de un generador de vapor (caldera), una turbina y un generador eléctrico, con una potencia bruta garantizada en bornes del alternador a carga base de 117.5 MWe, operando en forma continua – 7x24 y sin restricciones de carga.

El combustible de operación es el carbón mineral proveniente del Yacimiento Río Turbio. En forma sintética el material extraído de la Boca Mina 5 es separado en carbón y estériles. El carbón es sometido a un proceso de trituración primaria en origen o mina y, eventualmente para los casos de filones de muy bajo poder calorífico, serían sometidos a su depuración en Planta Depuradora hasta alcanzar el nivel de calidad necesario.

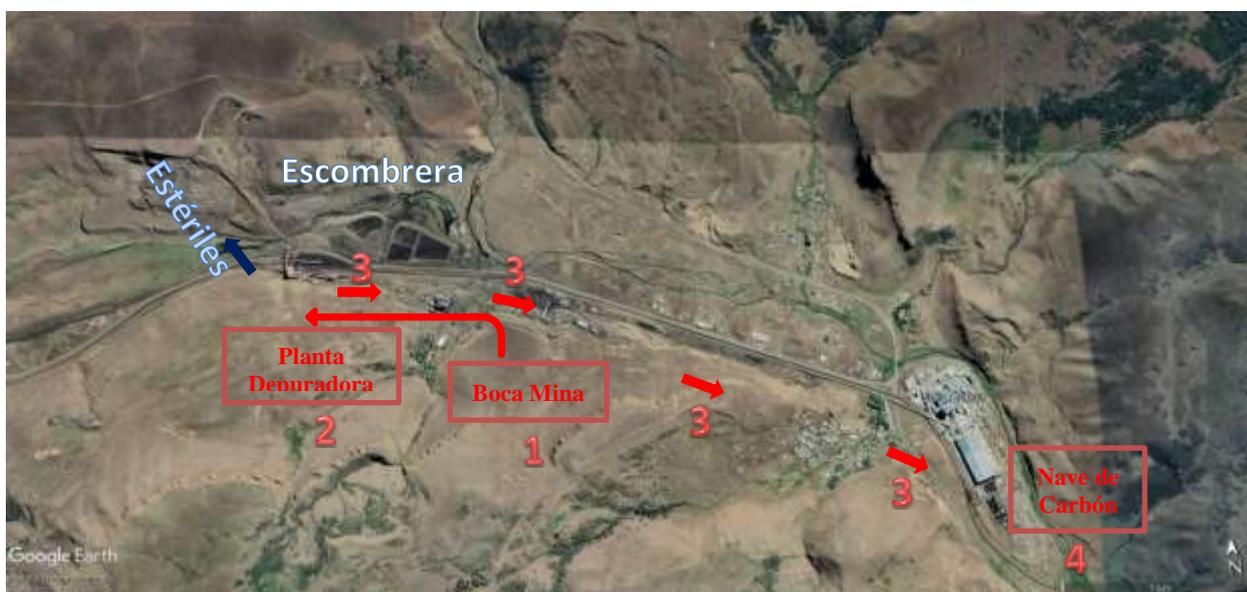


Imagen Nº 5: Esquema de Principales Procesos – Elaboración propia sobre una imagen satelital Google Earth

El proceso general de carbón y áridos estériles hasta llegar a la Central puede resumirse en el siguiente esquema (imagen Nº 6):

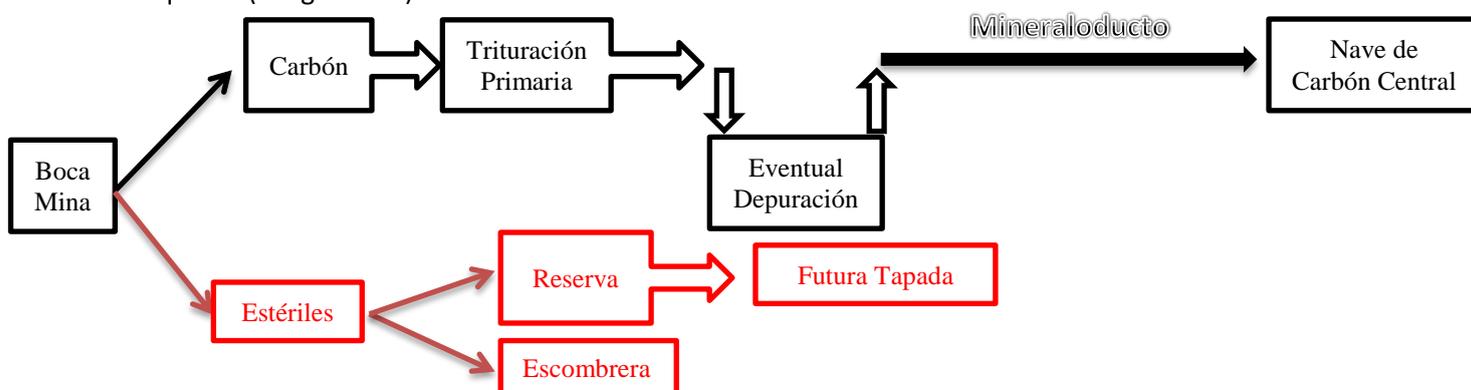


Imagen Nº 6: Esquema del proceso general del carbón y áridos estériles.

En todos los casos los estériles menos una reserva son enviados a la escombrera mientras que el carbón, haya sido o no sometido a depuración, es trasladado hasta la nave de carbón de la Central mediante un mineraloducto consistente en una cinta transportadora con una doble cobertura que asegure su operación sin generar dispersiones ni voladuras. La cinta reúne todos los requisitos técnicos y mecánicos para su correcta operación, mantenimiento y reparación y su traza asegura la ausencia de interferencias en general, y en los cruces de ruta en especial.

El carbón recibido en la Central es acopiado en la amplia Nave que tiene capacidad suficiente como para acopiar más de 100.000 toneladas. La distribución del carbón en la nave depende de las características de los diferentes carbones extraídos, pudiendo acopiarse en dos o varias pilas, adecuadamente identificadas por tipos, de modo de poder realizar en caso de necesidad las mezclas de esos diferentes tipos hasta lograr un carbón que reúna las condiciones acordes a las necesidades de la caldera.

Dentro de las operaciones que eventualmente pueden tener que realizarse en la Central para el acondicionamiento óptimo del carbón, se encuentra también la trituración en Destino hasta ajustar la granulometría a condiciones óptimas.

En cuanto a la generación en sí, la caldera se basa en la tecnología de lecho fluidizado, que permite generar una mezcla turbulenta en el proceso de combustión, favoreciendo una reacción química más eficiente de sus componentes, un funcionamiento a una temperatura más baja que las calderas de carbón convencionales, una mayor transferencia de calor, una menor emisión de gases de escape en general, y una menor generación de huella de carbono en especial (imagen 7).

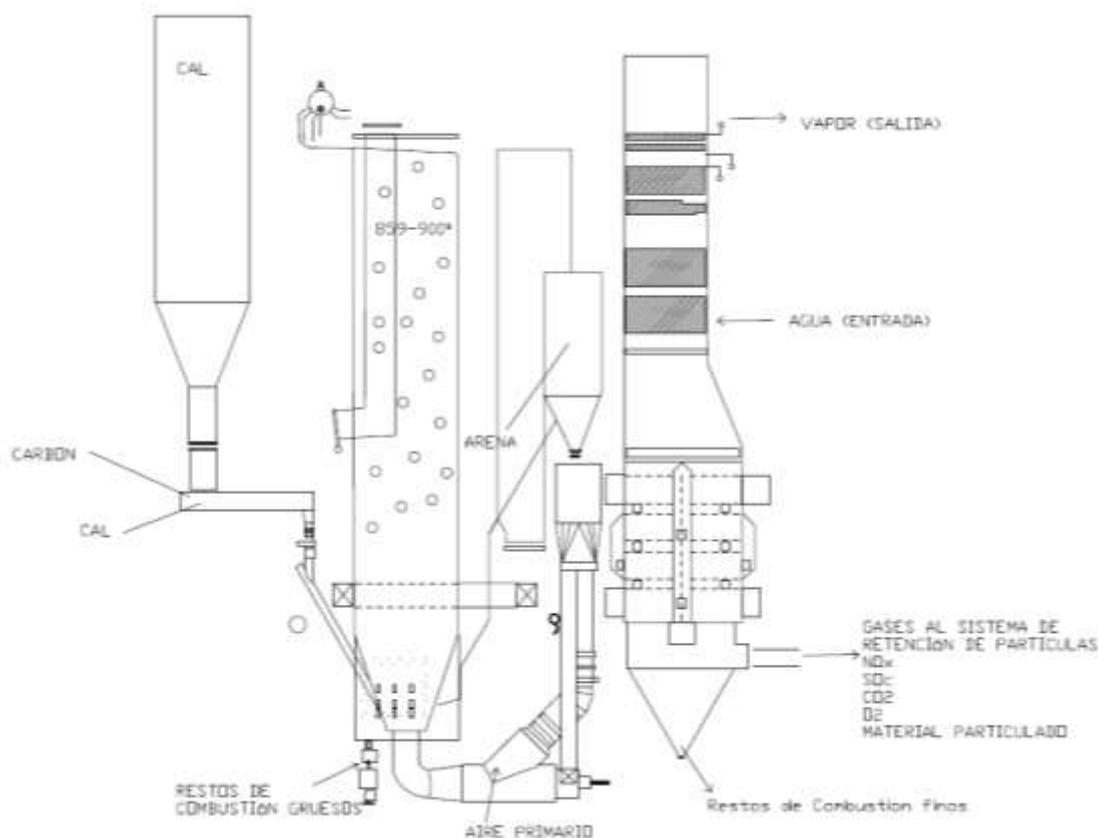


Imagen N° 7a. Descripción general del sistema

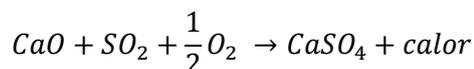
Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) e YCRT.

La fluidización en la caldera se realiza mediante el soplado de aire a través del material del lecho, tendido sobre la rejilla - distribuidor de aire. Las partículas más grandes son retenidas en un separador de sólidos - ciclón caliente, que se encuentra refrigerado con agua e integrado con la estructura de la cámara donde se lleva a cabo la combustión. Como medio de fluidificación se utilizará arena y, en base a verificaciones

del funcionamiento realizados durante la Puesta en Marcha - Fase Prueba, el residuo inquemado de la caliza, reduciendo significativamente el consumo de arena.

El proyecto original contempla que, para el control de emisiones desde la combustión se incorporará caliza, que propiciará procesos de desulfuración y amoníaco en solución acuosa para la reducción selectiva no catalítica de los óxidos de nitrógeno generados en la combustión, o sea:

- Desulfuración con cal:



- Reducción de óxidos de amonio a temperaturas reguladas menores a 1500 °C:



A tal fin las calderas incluyen un sistema de adición de una disolución de amoníaco (al 19.5% en peso) para la reducción no catalítica de NO<sub>x</sub> y un sistema de adición de caliza pulverizada para la reducción de SO<sub>x</sub>.

Las verificaciones realizadas durante la Puesta en Marcha – Fase Prueba, permitieron preliminarmente corroborar que:

- La adición de caliza sería mucho menor que la originalmente estimada en la Fase Proyecto, y estaría preliminarmente, y con las evidentes reservas del caso, más cerca del 2 al 3% en peso que del 5 al 8% originalmente previsto.
- La adición de amoníaco no sería necesaria y quedaría como recurso *in extremis* en situaciones excepcionales de altos niveles de emisiones fuera de lo esperable.

Cabe reiterar que, estas dos conclusiones son preliminares, producto de la verificación del funcionamiento de la Central en la Puesta en Marcha – Fase Prueba, y que debe confirmarse en la Fase Operación durante un período de tiempo significativo y realmente representativo.

Durante la operación normal de la planta se utilizará carbón extraído de la mina de Río Turbio mientras que como combustible de arranque de la caldera no se utilizará carbón (gasoil – gas).

En cuanto al resto del proceso, es el habitual en centrales termoeléctricas modernas: el vapor producido en la caldera se expande en la turbina de vapor de un solo cuerpo suministrada por Siemens Suecia. La potencia eléctrica bruta en bornes de salida del alternador es de 118.570 kW - 143,20 MVA. El generador tiene una tensión en bornes de 13,2 kV, mientras que el transformador principal de 150 MVA entrega la energía a la red en Extra Alta Tensión – LEAT a 220 kV.

Para el arranque a partir de la red se dispone de un transformador de arranque de tres devanados (40 MVA) conectado a la subestación de 220 kV. El transformador Auxiliar de la Unidad (23 MVA) proporciona alimentación de 6,6 kV para los auxiliares de la Central, mientras que el transformador de excitación (690 kVA) sirve al sistema estático de excitación del alternador.

En ambas unidades se ha instalado un by-pass de turbina con una capacidad nominal equivalente al 40% de la producción de vapor garantizado, con el objetivo de facilitar los procesos de arranque, parada y emergencia.

El vapor una vez que abandona la turbina pasa al aerocondensador, que básicamente funciona como un enfriador por aire en lugar de agua, de modo que conforman un sistema cerrado que permite minimizar el consumo de agua en la planta. Los aerocondensadores utilizan un sistema de vacío, consistente en un eyector de arranque y una unidad de eyectores de retención. El ciclo termodinámico lo complementan un condensador de vapor de eyectores, un condensador de vapor de sellos, dos calentadores regenerativos

de baja presión, un desaireador con tanque de almacenamiento de agua de alimentación, dos calentadores regenerativos de alta presión y los equipos de bombeo correspondientes.

Como restos de combustión – RdC en el proyecto se estimaba que quedará aproximadamente el 40% del total consumido, aunque también y al igual que otras variables de la Central, mediante observaciones realizadas en la Puesta en Marcha – Fase Prueba pudo verificarse que ese valor está sujeto a alguna variación más o menos significativa, dependiendo del carbón que se utilice. Cualquiera sea el ajuste que finalmente deba realizarse, en todos los casos los restos de combustión – RdC se recuperan mediante un doble sistema: por un lado un circuito toma la escoria de los separadores/enfriadores de caldera (stripper/coolers) y las volantes de los precalentadores de aire de caldera y del filtro de mangas. Las volantes se transportan neumáticamente a un silo para su potencial aprovechamiento, o bien a un silo común con las escorias según caso, las cuales también se transportan neumáticamente al silo específico para su posterior aprovechamiento o al común para luego ser almacenadas en una celda pulmón, según caso. De la celda pulmón se extraen para ser transportadas a su almacenamiento definitivo.

Como se ha señalado *ut supra*, la central ocupa un predio lindero a la Ruta N° 40, sobre la margen derecha del Río Turbio, justo aguas abajo del puente en esa Ruta.

De aproximadamente 32 has de superficie, tiene el acceso por la intersección de la ruta 40 con la ruta N° 20. El predio fue convenientemente rellenado y se encuentra protegido en los lados que dan a la margen derecha del Río Turbio por una doble barrera de gaviones rectangulares de alambre tejido emplazados sobre una estructura semi perimetral de hormigón masivo.

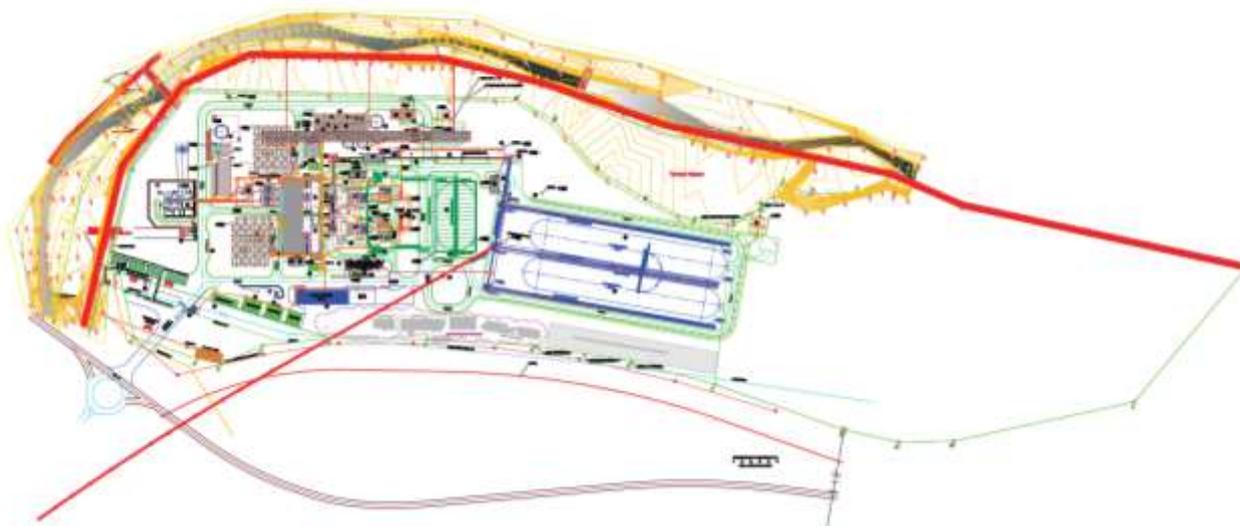


Imagen N° 7b. Implantación General en el predio – Defensas

Fuente: Planos de Proyecto de YCRT en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) e YCRT.

Nota: para mayor detalle ver Cap. 9, Sección 13 Anexos, Punto 6. Planos y Mapas.

Los principales edificios y estructuras consisten en la Nave de Calderas, de imponentes dimensiones relativas respecto de la potencia instalada, producto de la tecnología que utiliza y de su diseño específico para el carbón de Río Turbio, la Sala de Turbinas, el aerocondensador también de importantes dimensiones, la chimenea de escape y las instalaciones eléctricas. Completan las instalaciones los depósitos de carbón, cal y para restos de combustión; los depósitos de combustibles, la sala del sistema de arranque, las instalaciones hidro y electromecánicas, los pozos de captación y las instalaciones de tratamiento y abastecimiento de agua para los diversos usos, las colectoras y plantas de tratamiento, las oficinas de recepción y administración, los sistemas de medición, control y comando, las islas ambientales para el tratamiento de residuos tanto no peligrosos como peligrosos, los espacios circulatorios internos y externos, caminos y estacionamientos, desagües pluviales e instalaciones auxiliares.

Los edificios y las instalaciones disponen de todos los sistemas tanto operativos como auxiliares necesarios para la operación, manejo y control de los equipos: la caldera y la turbina, algunos de ellos comunes a las dos unidades. A saber:

- Edificios y Estructuras

El proyecto de la Central Termoeléctrica cubre las instalaciones de la Central y comprende las obras civiles y los edificios siguientes:

- Casetas de Control de Acceso
- Nave de Calderas
- Nave de Turbinas y Pedestal de los turbogrupos
- Edificio Eléctrico y de Control (Anexo a la Nave de Turbinas)
- Edificio de la Caldera Auxiliar
- Edificio Eléctrico Auxiliar
- Edificios Eléctricos Auxiliares de los Aerocondensadores
- Edificio de bombas de condensado y dosificación química
- Estructura de los Aerocondensadores
- Edificio de Oficinas y Administración
- Edificio de Taller-Almacén y Vestuarios
- Almacén de Residuos Especiales
- Edificio de Bombas de Condensado y Dosificación Química
- Planta de Tratamiento de Agua y Servicios Generales
- Almacén de Gases y Grasas
- Planta de Tratamiento de Vertidos
- Área de transformadores
- Cimentación de la Subestación
- Casetas de vigilancia de acceso a la Central
- Almacén de residuos especiales
- Almacén de gases y grasas
- Oficinas de explotación
- Edificio de talleres, Almacén y Vestuarios
- Cimentación de Silos de carbón
- Cimentación de los Filtros de Mangas
- Cimentación del grupo electrógeno
- Cimentación del tanque de agua desmineralizada
- Cimentación del tanque de agua de servicios generales y contra incendio
- Cimentación de los tanques de almacenamiento de ácido sulfúrico y soda
- Cimentación del edificio de la caldera - Generador de vapor
- Cimentación Cuarto de control de manejo del carbón
- Cimentación del tanque y bombas de amoníaco
- Cimentación de los aerocondensadores
- Cimentaciones del parque de caliza, incluyendo área de molienda, silo, cimentaciones y estructuras varias, y cimentaciones y torres de distribución y cintas.

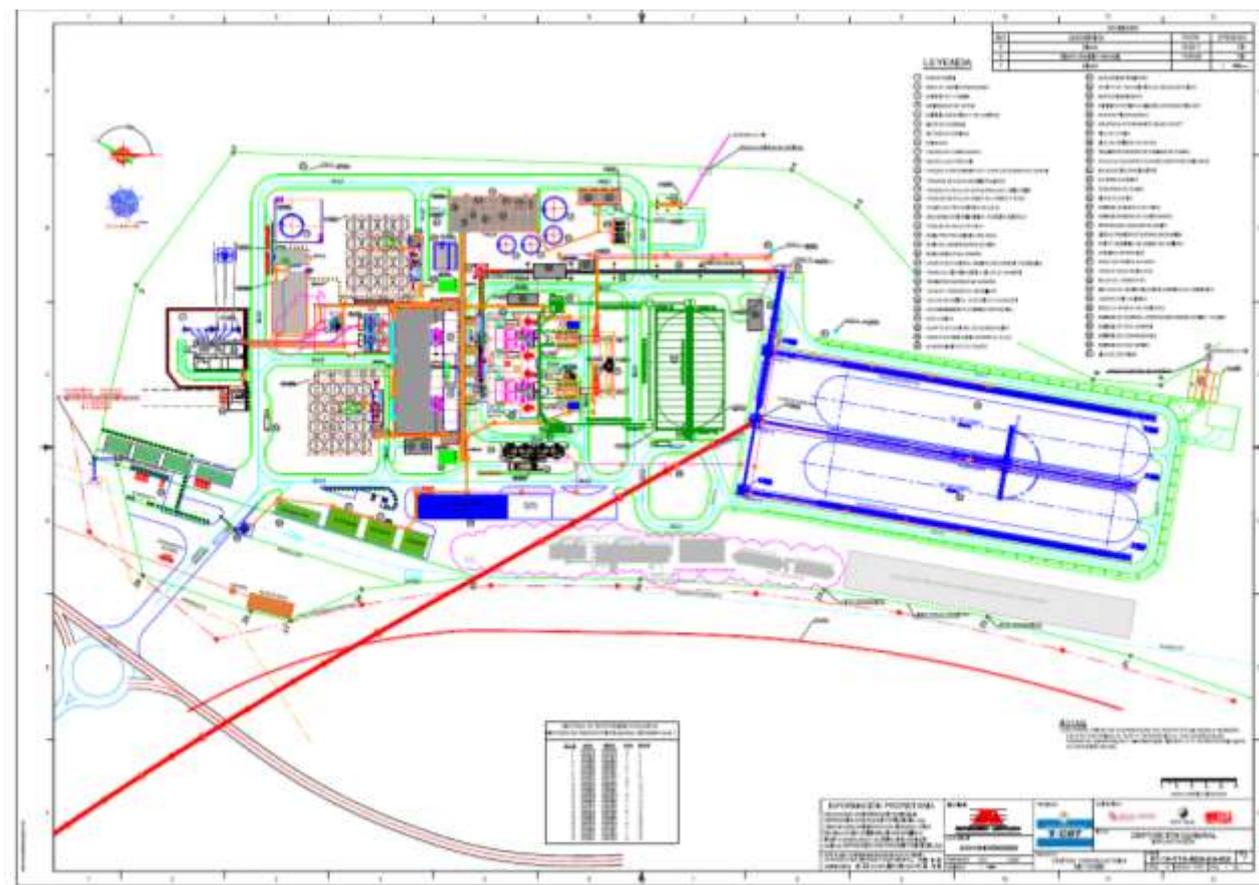


Imagen N° 7c. Implantación General en el predio

Fuente: Planos de Proyecto de YCRT en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) e YCRT.

Nota: para mayor detalle ver Cap. 9, Sección 13 Anexos, Punto 6. Planos y Mapas.

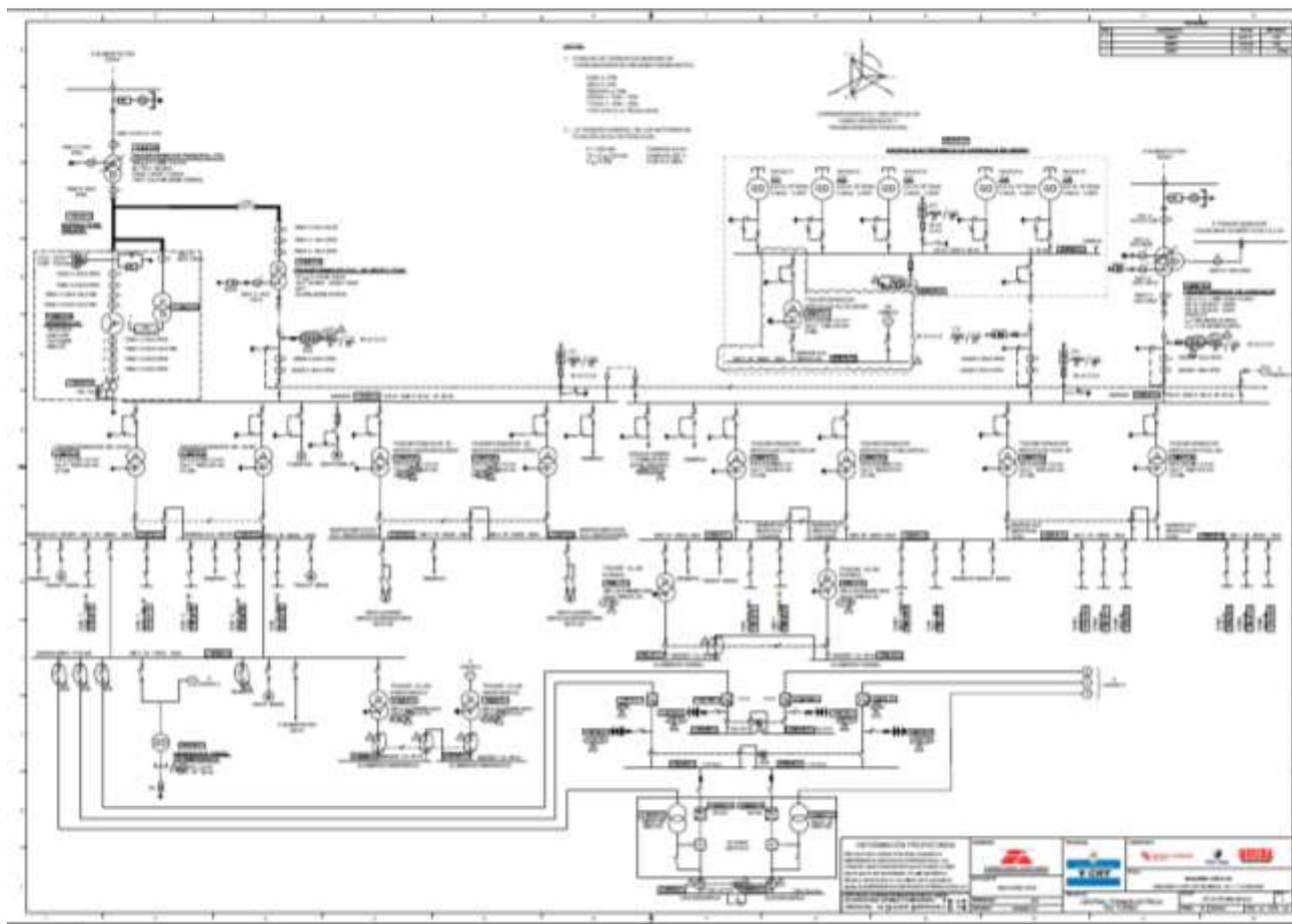
- Sistemas de Drenaje
  - Diferenciados por el origen y la naturaleza de los efluentes que recogen:
    - Red de drenajes aceitosos de la zona de transformadores
    - Red de drenajes aceitosos del edificio de turbinas
    - Red de drenajes no aceitosos del edificio de turbinas
    - Red de drenajes aceitosos edificio de caldera
    - Red de drenajes no aceitosos edificio de caldera
    - Red de purgas de caldera
    - Red de drenajes aceitosos área de talleres
    - Red de aguas sanitarias
- Conducciones (toma y descarga) de agua de aportación
- Estructuras de bombeo de agua de captación
- Planta de Tratamiento de aguas y Servicios Generales
- Planta de Tratamiento de vertidos
- Conectividades y viales
- Diversas cimentaciones, cubetos y bancadas entre los que cabe destacar:
  - Tanque y bombas de condensado
  - Tanques de gas-oil
  - Bombas de gas-oil
  - Balsa recogida de drenajes de caldera
  - Cimentaciones de silos de almacenamiento de cenizas volantes
  - Instalaciones Eléctricas

- Instalaciones Electromecánicas
- Instalaciones Hidromecánicas
- Otras Instalaciones de Potencia
- Tanques de Hidrocarburos
- Caminos y Pavimentos
- Caldera
  - Turbina: cuerpo de alta presión - cuerpo de media presión y cuerpo de baja presión
  - Condensador: bombas de extracción - planta de pulido - calentadores de baja presión
  - Desgasificador - bombas de alimentación - calentadores de baja presión
- Circuitos principales:
  - Circuito de agua y vapor del ciclo térmico
  - Circuito de combustible (Sólido y Gaseoso)
  - Circuito de aire para la combustión
  - Circuito de gases de la combustión
  - Circuito de agua para refrigeración
- Circuitos auxiliares:
  - Circuito de Aire para instrumentos
  - Circuito de Aire para servicios generales
  - Circuito de Aire para interruptores de alta tensión
  - Circuito de Aire para el soplado de las calderas
  - Circuito de Aceite para lubricación y regulación
  - Líquidos para regulación de turbina
  - Hidrogeno para refrigeración del generador
  - Nitrógeno para el sellado de calentadores
  - Agua desmineralizada para refrigeración del estator del generador
  - Ácidos y álcalis para la planta de tratamiento de agua
  - Sulfato de aluminio para los decantadores
  - Cloro para el agua de refrigeración
  - Aceite para transformadores e interruptores

#### Instalaciones de Distribución de agua

- Provisión y distribución de agua potable
- Provisión y distribución de agua desmineralizada
- Provisión y distribución de otras aguas
- Desagües Pluviales:
- Instalaciones de Tratamiento y evacuación de efluentes:
- Instalaciones de reúso de aguas

Estación Transformadora y Sistema Eléctrico



*Imagen Nº 7d. Sistema eléctrico – Diagrama Unifilar*

*Fuente: Planos de Proyecto de YCRT en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) e YCRT.*

*Nota: para mayor detalle ver Cap. 9, Sección 13 Anexos, Punto 6. Planos y Mapas.*

### 3. Implantación

El área de implantación del proyecto corresponde al predio ubicado en las cercanías del Yacimiento de Carbón de Río Turbio, en la Municipalidad homónima, aproximadamente al Este del cruce de las Rutas 20 y 40, entre las localidades de Río Turbio y 28 de Noviembre, frente al aglomerado denominado Julia Dufour y sobre la margen derecha del Río Turbio, justo aguas abajo del Puente de Ruta 40 (imagen 8). En las imágenes 7 y 8 se observan vistas de la Central.



Imagen Nº 8. Implantación del sistema

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Nota: 1 y 2 corresponden al YCRT mientras que el punto 3 es la CTRT.



Imagen Nº 9. Vista de la Central desde Ruta Nº 40

Fuente: elaboración propia.



Imagen Nº 10. Portal de Acceso

Fuente: elaboración propia.

Sobre los bordes que dan a la margen derecha del Río Turbio, se construye un muro semiperimetral de hormigón masivo y gaviones. El muro de hormigón masivo es de sección rectangular de 1,0 m x 4 m, fundado a una profundidad de 0,50 por debajo del cauce natural del río.

Sobre el Hormigón Ciclópeo se colocan los gaviones, formados por alambre de Ho. Go. 3,4 mm de diámetro, sección hexagonal de 4 cm x 6 cm y cargados con piedra bola 3" a 5".

Los gaviones serán atados al Hormigón ciclópeo mediante varilla de Ho. Go. 6 mm, previamente empotradas en el hormigón durante el hormigonado, y son amarrados entre sí para evitar los desplazamientos, con atadura tipo acordeonado con alambre Ho.Go de 3,4 mm. Los gaviones tienen una dimensión de: 1 m x 1 m x 2 metros y se montan en doble fila, hasta una altura de 2 metros sobre el Hormigón Ciclópeo; trabados tipo francés y atados entre sí. El volumen de gaviones es hasta la progresiva 800 de 4 m<sup>3</sup> por metro lineal y entre las progresiva 800 y 1.600, baja a 2 m<sup>3</sup> por metro lineal.

En la parte superior de la Defensa y a lo largo de la misma se construye una viga de H<sup>9</sup> A<sup>9</sup> de sección rectangular de 30cm x 70cm, con un largo de aproximadamente 1600 metros. Estará armada con 3 hierros

de acero conformado IRAM-IAS U 500/506 de 12mm como armadura principal; 2 x 10 mm como armadura secundaria; dos refuerzos en las caras laterales de 2 x 10 mm, y estribos 6,2 mm cada 20 cm. El hormigón es tipo h-30.

Las defensas se completan con la colocación de geotextiles, y los espacios para futuros drenajes. Se dispone de Informe Técnico de transformación del terreno.

## 4. Principales procesos

De forma sintética y genérica, los procesos del sistema de generación de energía eléctrica, se pueden describir de manera integral, y en base al Diagrama de Procesos, según las especificaciones del Manual de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), como:

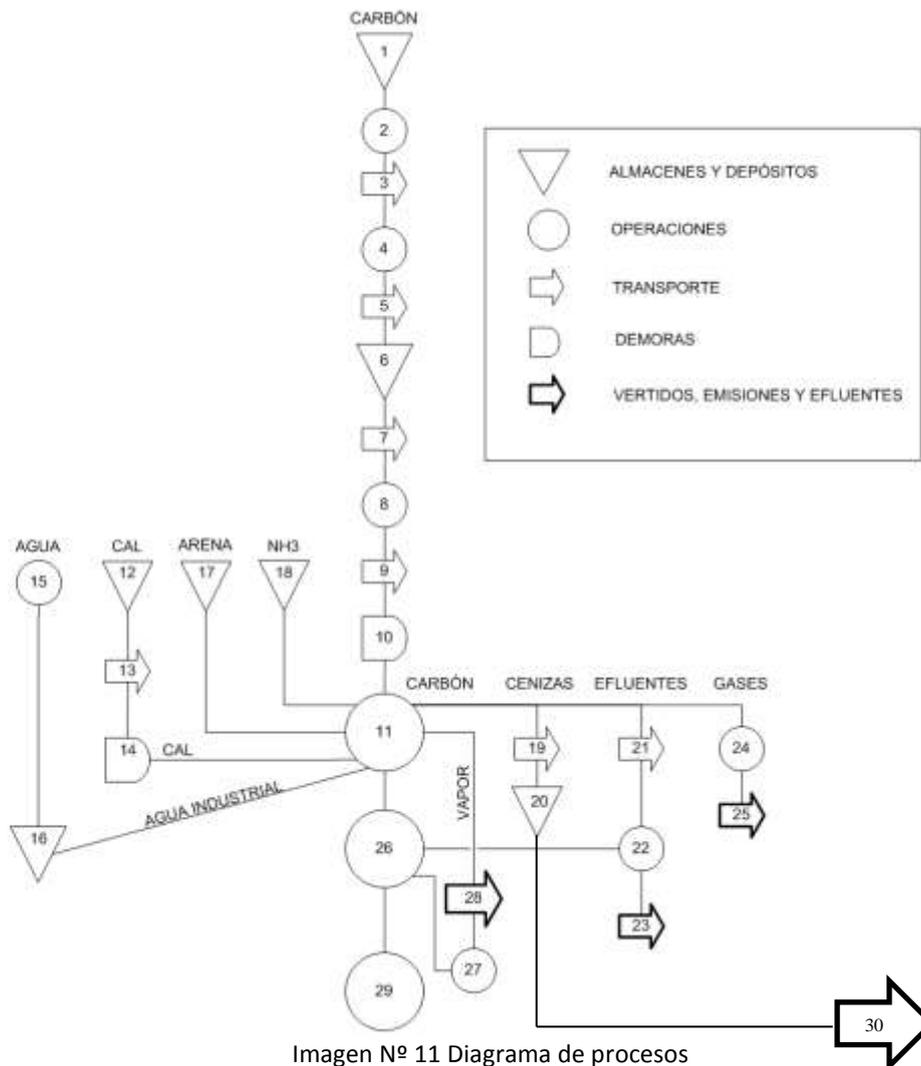


Imagen N° 11 Diagrama de procesos  
Fuente: Serman y Asoc. (2008) modificado.

Los procesos numerados en el anterior diagrama corresponden a:

- 1- Acopio transitorio de carbón en Boca Mina.
- 2- Recepción y trituration primaria del carbón.
- 3- Transporte en cinta de sacrificio.
- 4- Trituración secundaria.
- 5- Transporte en cinta cerrada hasta el predio de la Central.
- 6- Almacenamiento transitorio de carbón en pilas, en la nave ubicada en el predio de la Central.
- 7- Transporte de carbón hacia zona de generación de vapor.
- 8- Trituración terciaria.
- 9- Transporte de carbón hasta los silos de abastecimiento de la caldera.
- 10- Demora en silos de caldera.

- 11- Generación de vapor en caldera de lecho fluidizado.
- 12- Almacenamiento de cal en la Central.
- 13- Transporte de la cal hasta los silos de alimentación de la caldera.
- 14- Demora de la cal en los silos de caldera.
- 15- Extracción de agua y tratamiento de agua de procesos.
- 16- Almacenamiento de agua de procesos.
- 17- Almacenamiento de arena.
- 18- Almacenamiento de amoníaco en base acuosa – *Proceso para casos in extremis a confirmar en la propia Fase Operación.*
- 19- Transporte de restos de combustión, sólidos y polvos, hasta la nave de almacenamiento transitorio.
- 20- Almacenamiento transitorio de restos de combustión.
- 21- Transporte de las purgas y pérdidas hasta la planta de tratamiento de efluentes.
- 22- Tratamiento de los efluentes de planta.
- 23- Reúso de efluentes - *Vertido excepcional de los líquidos procesados al río.*
- 24- Filtrado de gases de combustión, para la retención de sólidos y particulado (filtros de manga).
- 25- Salida de las emisiones gaseosas por chimenea.
- 26- Expansión el vapor en la de turbina y accionamiento del generador eléctrico.
- 27- Condensación del vapor.
- 28- Recirculación del condesado al sistema de generación de vapor.
- 29- Generación de energía eléctrica.
- 30- Transporte de restos de combustión – RdC desde acopio en Central hasta destino y disposición final o integrado a cadenas de valor de Economía Circular según caso. El grueso de éstos procesos se realiza fuera de la Central.

## 5. Balance de masas simplificado

La Central Térmica Río Turbio está diseñada para operar como Base del Sistema Eléctrico, o sea 24x350 días con una parada técnica de 15 días para mantenimiento. Se estima que eventualmente, y por diversos motivos que provoquen que salga del régimen óptimo, la Central podrá mantener buenos estándares de rendimiento, tanto energéticos como ambientales si funciona más de 8000 horas al año (5400 horas de operación a plena carga y 2600 horas de operación al 60 % de carga al año). En cuanto a paradas no deberían ser más de 15 ciclos de arranque/parada al año en condiciones extremas de multifalla. Cabe reiterar que, por ser una Central de moderna tecnología única en el país, ésta estimación preliminar está sujeta a verificaciones específicas durante la propia Fase Operación y durante un período de tiempo suficientemente ilustrativo.

En función de éstos considerandos la CTRT 14 Mineros tendrá tres condiciones principales de operación:

- Operación óptima:

Funcionando como central térmica de BASE del Sistema Argentino de Interconexión – SADI, en forma continua 350x24 todos los días del año, con una única parada técnica de dos semanas o 15 días para mantenimiento. Este régimen considerado óptimo implica 350 días de operación y 8400 horas de generación continua con su máxima potencia, con el siguiente Balance de Masas referencial por hora, por módulo (imagen 12).

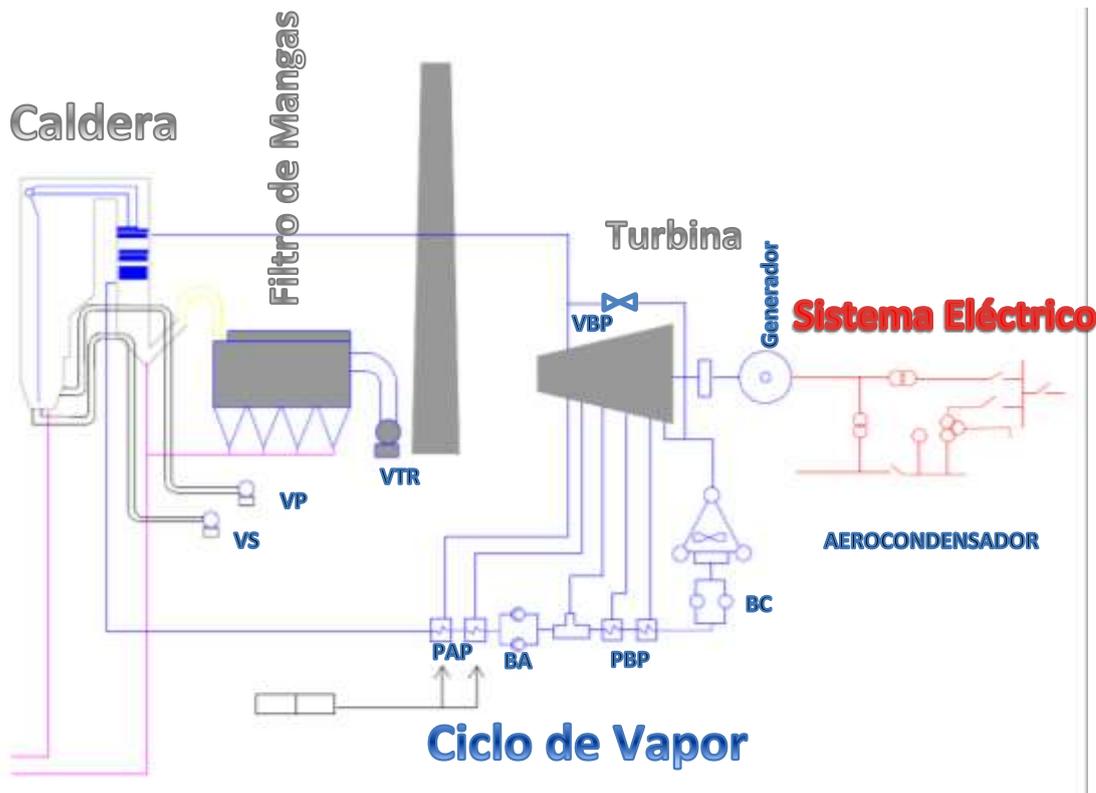


Imagen Nº 12. Balance de masas para operación óptima. Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015) e YCRT.

Nota: un diagrama de flujo general se presenta en el Cap. 9, Sección 13 Anexos, Punto 5.1. Diagrama de Proceso.

Donde:

BA = Bomba de Alimentación

BC = Bomba de Condensado

PAP = Precalentador de Alta Presión

PBP = Precalentador de Baja Presión

VBP = Válvula By Pass

VP = Ventilador Primario

VS = Ventilador Secundario

VTR = Ventilador de Tiro Reducido

Central Térmica Río Turbio - Balance en Operación a Plena Carga				
Factor	Unidades	Un Equipo	Dos Equipos	Observaciones
Carbón	t/h	60 a 72	120 a 144	
Cal	t/h	1,5 a 3	4,5 a 6	
Arena	t/h	excepcional	excepcional	Ocasional
Amoníaco	l/h	excepcional	excepcional	Ocasional
Agua	l/h	10.000	20.000	No incluye riego
CO <sub>2</sub>	t/h	103,6	207,2	<u>Las mediciones</u>
NOx	g/s	21 g/seg	42 g/seg	<u>en Fase Prueba</u>
SOx	g/s	10 g/seg	20 g/seg	<u>Indican que las</u>
MPT	g/s	515 g/seg	1030 g/seg	<u>Emisiones serán</u>
Restos de Combustión	t/h	24 a 29	48 a 58	<u>menores</u>

Las emisiones son de máxima, dado que las mediciones realizadas en Fase Puesta en Marcha - Fase Prueba indica que son mucho menores, aunque debe confirmarse mediante monitoreo continuo durante una Fase Operación más prolongada.

- Operaciones NO ESTÁNDAR: fuera del rango óptimo.
  - Parada Técnica Extendida: que por diversos motivos operativos la parada para mantenimiento anual se prolongue por encima de los 15 días, que implica una reducción equivalente de las horas generando energía eléctrica.
  - Paradas por Contingencias: contingencias y/o fallas de equipos que obliguen a parar uno o los dos módulos de la Central, con consideraciones similares.
  - Paradas por Contingencias Externas: fallas de diverso tipo en el Sistema de Transporte – Líneas o Estaciones Transformadoras, que obliguen a sacar de servicio la Central durante el período de restauración del sistema, con consideraciones similares.
  - Paradas totales o parciales, de un solo equipo, por Orden de Despacho: Solicitadas por el Organismo Encargado de Despacho – OED del Sistema Argentino de Interconexión - SADI, circunstancia que, salvo fallas del Sistema de Transporte se consideran poco probables.

## 6. Ingeniería de Procesos

### 6.1. Transporte y acondicionamiento del carbón

Abarca los ítems 1 a 5 externos a la Central Térmica, y a 10 desde el acopio en la nave hasta su inyección en caldera.

Sintéticamente el combustible de abastecimiento para la central, será provisto en Bocamina 5 por la propia Y.C.R.T - Yacimientos Carboníferos Río Turbio. Desde la pila dispuesta en este emplazamiento, el carbón será tomado por una pala cargadora, volcado con sus estériles sobre una tolva receptora del alimentador de placas, que tiene en su extremo de descarga un rodillo triturador primario que reduce el tamaño del carbón a menos de 150 mm.

El carbón primariamente triturado es descargado sobre una cinta de sacrificio, que lo traslada hasta la instalación de trituración secundaria. El equipo cuenta con balanza de pesaje continuo, detector y separador de metales en su extremo, previo al ingreso del mineral a la zaranda primaria y trituradora secundaria. De esta manera, el material que entra a la trituración secundaria se encuentra cuantificado y libre de componentes metálicos.



Imagen Nº 13. Boca Mina  
Fuente: elaboración propia.



Imagen Nº 14. Planta depuradora de carbón  
Fuente: elaboración propia.

En el edificio de trituración secundaria, el material es descargado sobre el equipo de trituración, separando el material por encima de 50 mm hasta 150 mm y dirigido a la trituradora secundaria donde es molido, y descargado sobre el Overland Conveyor, junto con el material menor a 50 mm separado previamente. La Central está diseñada para operar con el carbón bruto tal como se extrae de la mina y tras éstos procesos de separación. Durante la Puesta en Marcha – Fase Prueba pudo comprobarse su buen funcionamiento en éstas condiciones, por lo que en principio, y sujeto a verificación en la Fase Operación durante un período ilustrativo de tiempo, la Central está efectivamente en condiciones de operar con el carbón nacional sin depurar la casi totalidad o como mínimo la gran mayoría del tiempo. O sea sólo en caso de necesidad, por la extracción de carbón en determinados filones de muy poco poder calorífico, y a fin de cumplir con los requisitos exigidos, el carbón sería procesado en la Planta Depuradora hasta alcanzar el nivel de calidad mínimo indispensable para su uso eficiente.



Imagen N° 15. Planta depuradora de carbón operando  
Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 16. Planta depuradora de carbón operando  
Fuente: elaboración propia.

Para el transporte hasta la Central Térmica se dispone de una cinta tubular, que funciona como mineraloducto, de aproximadamente 2,1 km de extensión, paralela a las vías del ferrocarril y a la ruta N° 20 de acceso a Río Turbio. Dicha instalación es propiedad de YCRT y parte del área minera para finalizar en el depósito de carbón del predio de la Central. La misma es completa y doblemente cerrada – tubular y rectangular, con apoyos cada 6 m, a una altura de aproximadamente 1 metro del terreno salvo en los cruces que respeta el gálibo de 7 metros.

Todos los tramos elevados del mineraloducto llevan una pasarela lateral para poder circular y realizar controles operativos.



Imagen N° 17. Mineraloducto  
Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 18. Mineraloducto y detalle en su llegada al depósito de carbón  
Fuente: elaboración propia.

Una vez en la Central el carbón es acopiado en la nave de almacenaje a través del transportador, apilador y cinta. A tal fin el transporte se realiza por medio de la cinta hasta su tripper de descarga, el cual puede moverse mediante los boggies del apilador y ubicar el material en la zona de la pila que se desea llenar. En caso de necesidad, el acopio se hace en pilas diferentes según la calidad del carbón extraído, de modo de asegurar mediante manejo y mezcla inteligente de los diferentes tipos un carbón de alimentación con los estándares adecuados. Con ésta salvedad y de acuerdo al diseño del sistema de generación, adaptable por su versatilidad a otras posibilidades operativas, en condiciones habituales las pilas tendrán las siguientes características:

- Una pila mayor de 61.000 m<sup>3</sup> (dimensiones: 215 m de largo, 40 m de ancho y 15,6 m de alto).
- Una pila menor de 39.000 m<sup>3</sup> (dimensiones: 145 m de largo, 40 m de ancho y 15,6 m de alto).

Las dimensiones de las pilas podrán modificarse parcialmente durante la operación de la CRT, manteniendo la capacidad acumulada total en aproximadamente 100.000 m<sup>3</sup>. Ambas pilas almacenan carbón de dimensiones menores o iguales a 50 mm.



Imagen N° 19. Depósito/nave de carbón – vista externa

Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 20. Depósito/nave de carbón – vista interna

Fuente: elaboración propia.

Para recuperar el material de las pilas, se utilizarán dos tolvas móviles, con alimentadores por banda en su parte inferior, para dosificar el material, alimentados por una cargadora frontal.

El transportador por banda que alimenta el apilador, presenta las mismas especificaciones que los demás con la diferencia que para permitir el desplazamiento del tripper no puede ser capotado. Para la inyección a la caldera, el carbón será transportado desde la nave hasta el silo de alimentación de la caldera a través de una cinta, para lo cual se cuenta con un sistema de desvío de material en la tolva de descarga de la cinta Overland Conveyor, ubicado en la torre de Transferencia B.



Imagen N° 21. Cinta transportadora

Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 22. Cinta transportadora y torre

Fuente: elaboración propia.

En el edificio de trituración terciaria, se encuentra una trituradora que deriva todo el material mayor a 10 mm al triturador terciario mientras que el material por debajo de esta medida se dirige directamente a la cinta. El material una vez triturado también se dirige a la cinta mientras que el que se encuentra por encima de los 50 mm va a rechazo, reincorporándose en el proceso nuevamente. El transportador envía el mineral hasta la torre de transferencia E, donde se realiza el cambio de dirección hacia la zona de ingreso del carbón a la caldera.

El transportador, que cuenta con una balanza de pesaje continuo, eleva la carga y la transporta hasta el centro de la caldera en la zona de los silos de almacenamiento. Tres transportadores se disponen dentro de galerías cerradas de 2,5 m de ancho con pasarela principal de 800 mm y secundaria de 500 mm para su mantenimiento.

Dentro del generador de vapor se han instalado dos cintas tipo shuttle reversibles con ruedas que se mueven en vías especiales y descargan el mineral en 4 silos de 600 m<sup>3</sup>, que se encuentran en el interior del edificio de caldera.

Todas las torres de transferencia se encuentran deprimidas y cuentan con un sistema de retención de polvos conformado por un arreglo de filtros manga, ventilador de expulsión y un conducto de salida del aire impulsado.

En las imágenes siguientes se presenta un esquema simplificado del proceso completo de carbón, un modelo en Planta y Corte así como un desarrollo más detallado de sus partes principales con una descripción específica de los aspectos significativos en términos ambientales.

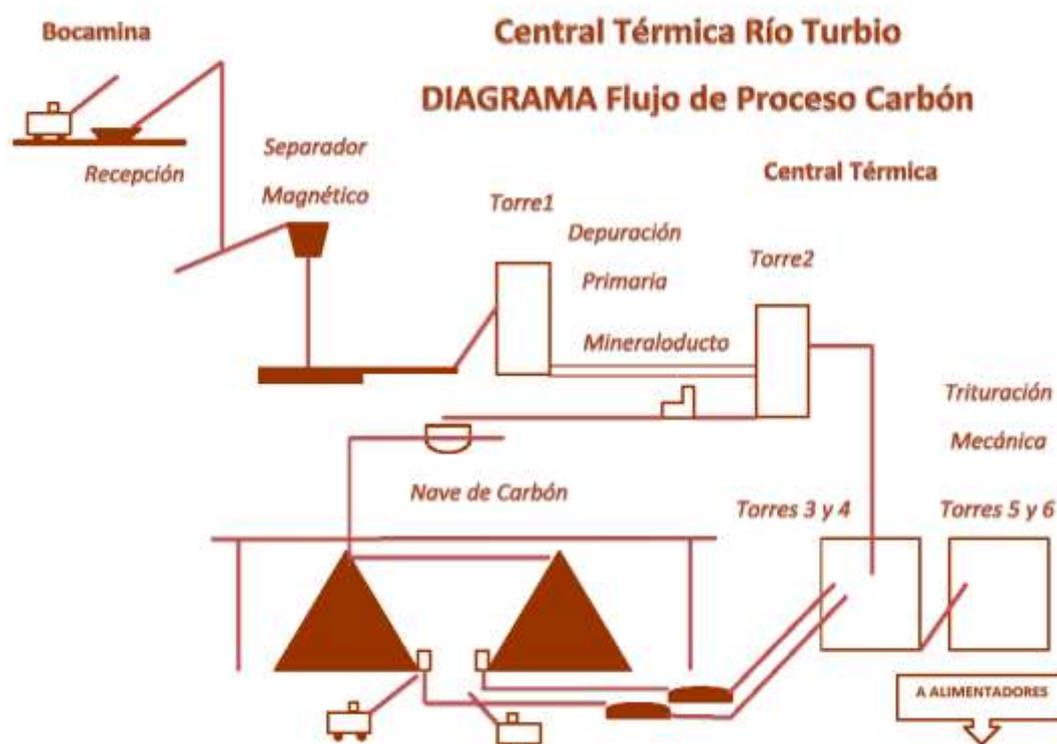


Imagen Nº 23. Proceso de transporte de carbón. Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

### 6.1.1. Componentes y Aspectos Principales del Proceso de Carbón

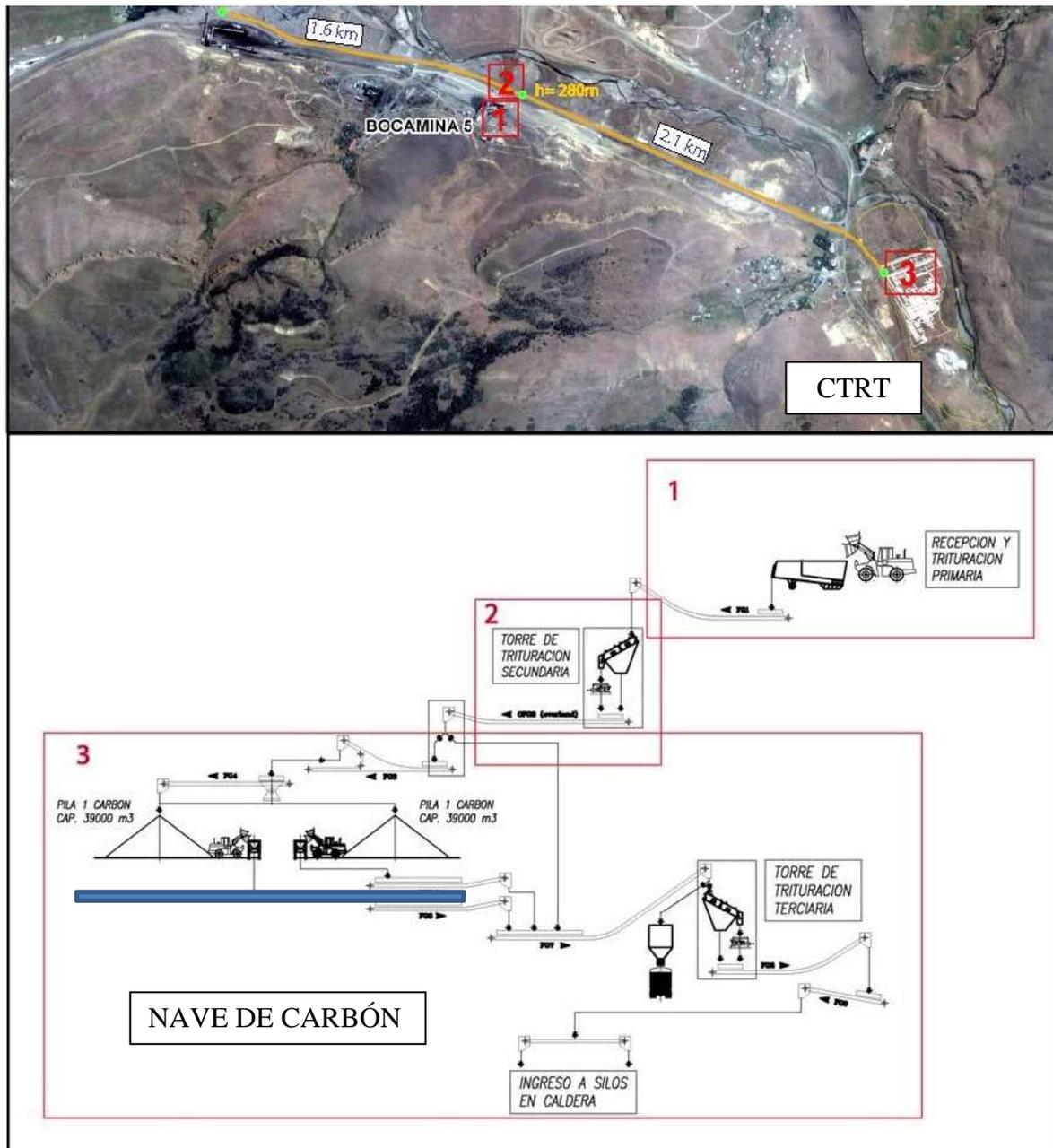
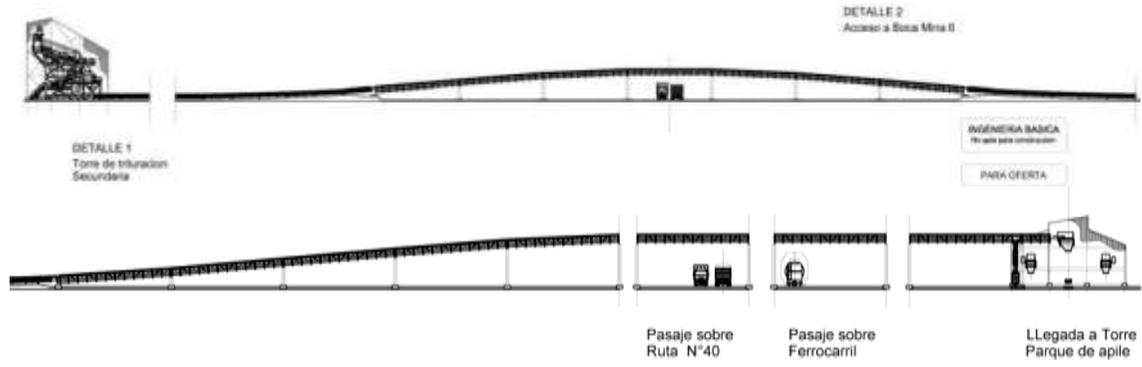


Imagen Nº 24. Proceso de transporte de carbón. Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Imágenes N° 25 a 35. Componentes y Aspectos principales del Proceso de transporte de carbón - Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Componente	Aspectos Ambientales principales	Esquema o fotografía
Pila de acopio de carbón provisto por YCRT	<p>Desde la pila se carga el mineral al sistema de trituración primario. Se estiman tamaños promedio de material de 150 mm. Este podría ser considerado en el estudio como un sitio de probable emisión de material particulado.</p> <p>El acopio es de aproximadamente 4.000 t/día, si se considera que esta es la capacidad máxima de carga del sistema de transporte.</p>	
Recepción y trituración primaria	<p>Sistema de rodillo triturador primario que reduce el tamaño del carbón a menos de 150 mm.</p>	
Cinta FG1	<p>Esta cinta se extiende desde la trituración primaria hasta la trituración secundaria.</p>	

Componente	Aspectos Ambientales principales	Esquema o fotografía
<p>Torre de trituración secundaria.</p>	<p>Corresponde a una torre de transferencia deprimida (la presión de aire dentro de la torre es menor que la presión atmosférica, evitando fugas) con sistema de retención de polvos. En esta torre el carbón se acondiciona tritura hasta los 50 mm, tamaño en el cual es transportado hasta el predio de la Central.</p>	

Componente	Aspectos Ambientales principales	Esquema o fotografía
		 <p>The diagram shows a long conveyor belt system. At the top right, it is labeled 'DETALLE 2: Acceso a Balsa Mina II'. At the top left, 'DETALLE 1: Torre de trituración Secundaria'. Below the main belt, there are three smaller diagrams: 'Pasaje sobre Ruta N°40', 'Pasaje sobre Ferrocarril', and 'Llegada a Torre Parque de apile'. A box on the right says 'INGENIERIA BASICA: Hoja para construcción' and 'PARA OFERTA'.</p>
Cinta OFG2 Overland	Todo el tramo se encuentra capotado. La cinta se coloca sobre. En la sección de cruce de rutas se dejan 7 m libres.	
Cinta FG3 Cinta FG5 Cinta FG6	Una vez que ingresa el mineral al predio de la Planta (llegada a través de	

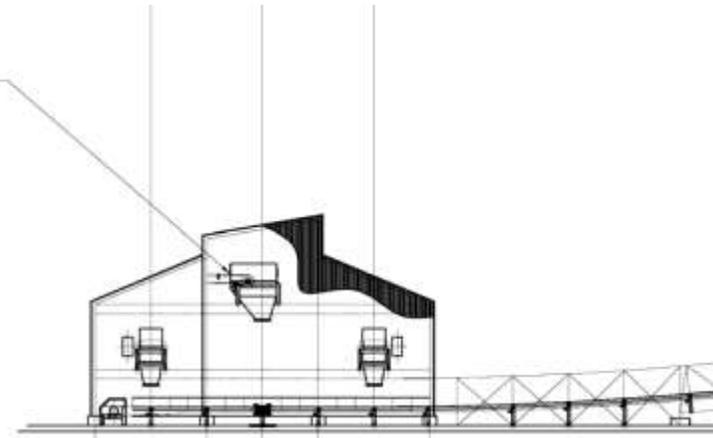
Cinta FG4

OFG2 a Torre de Transferencia), este puede ser dirigido a la Cinta FG3 o FG7 dependiendo de las necesidades de abastecimiento de la caldera.

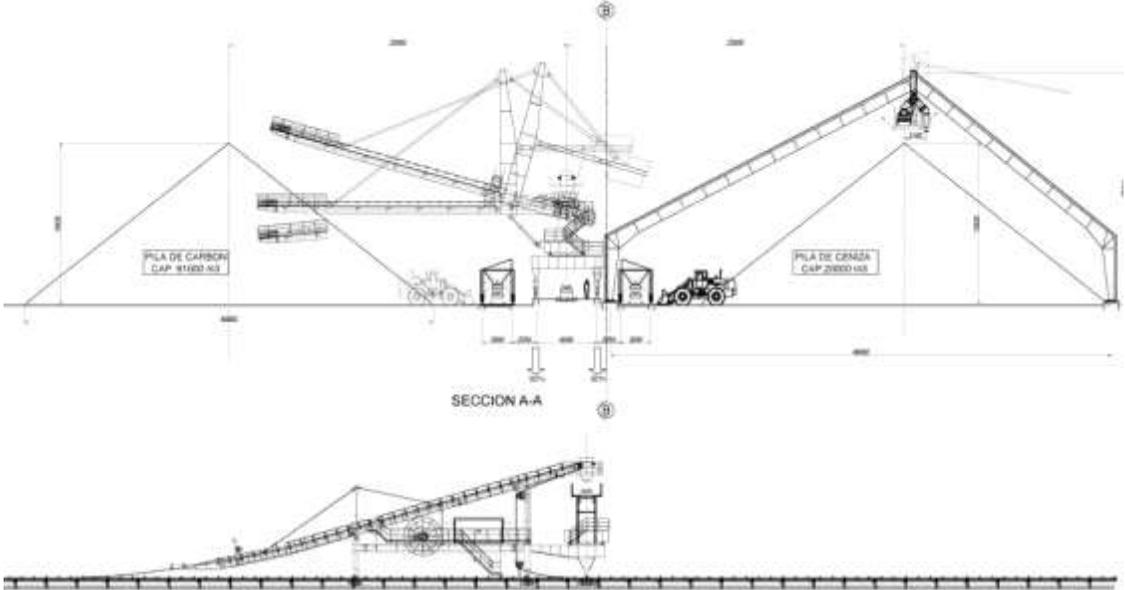
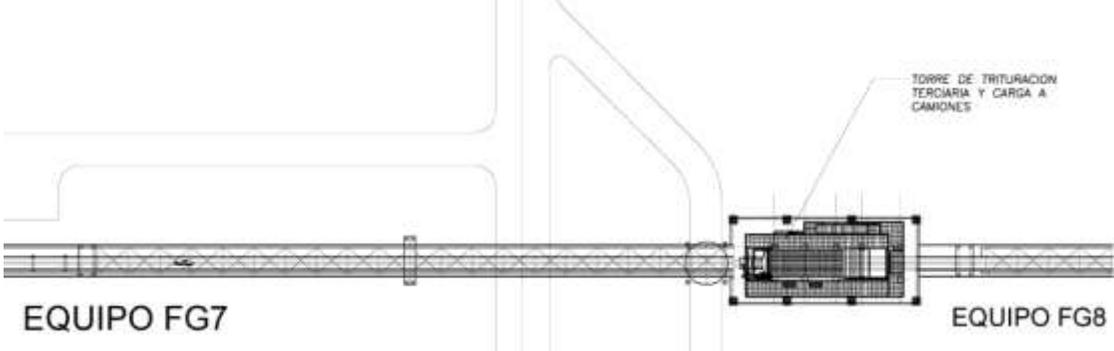
Todas las cintas presentan protección lateral y restricción de carga y descarga según la velocidad promedio de los vientos y ráfagas.

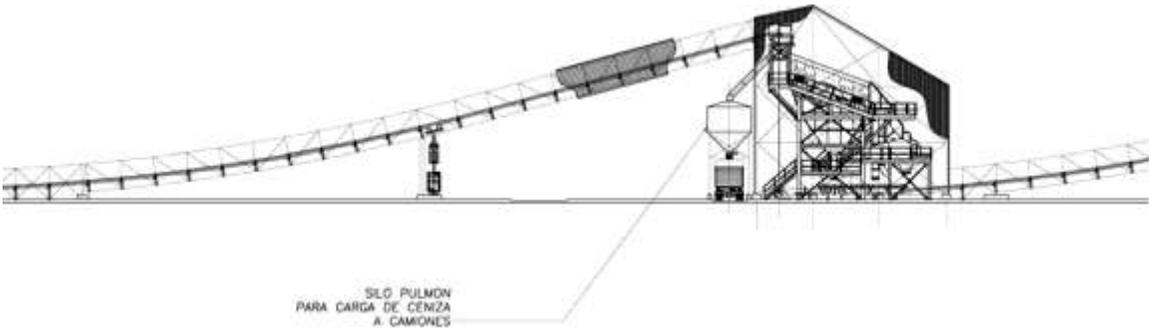
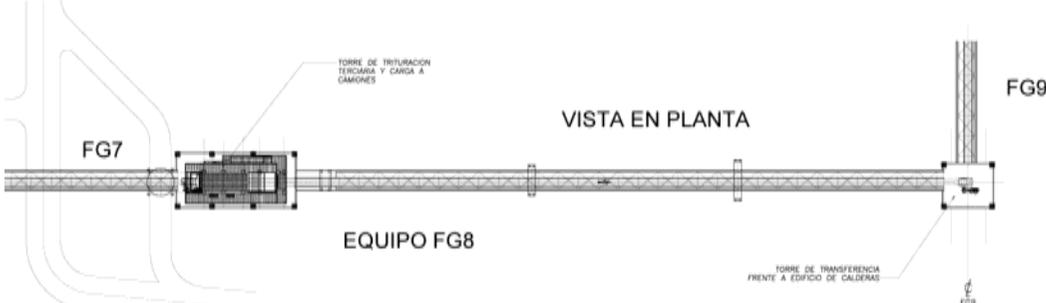
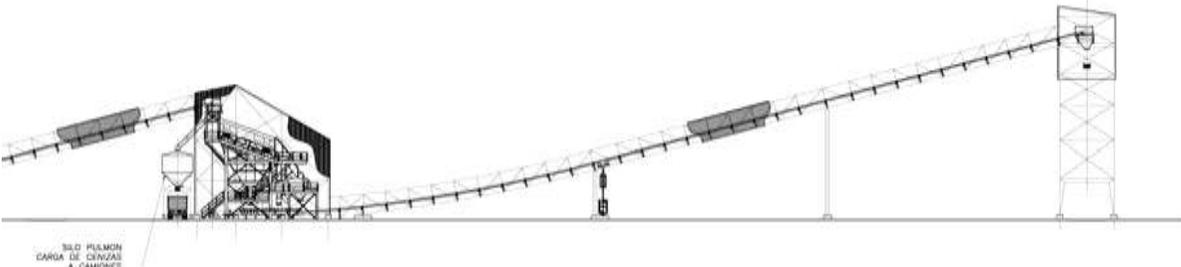
El mineral se transporta y acopia en un tamaño menor o igual a 50 mm. El parque de carbón presenta un sistema de contención de lixiviados y de colección perimetral que conduce los mismos hacia una planta de separación primaria.

TORRE DE TRANSFERENCIA  
LLEGADA DE OFG2  
CARGA A FG3 O FG7



Componente	Aspectos Ambientales principales	Esquema o fotografía
Pilas de carbón		<p>The diagram illustrates the layout of coal and ash piles at a power plant. It features three main storage areas: two 'PILA CARBON' (Coal Piles) with capacities of 39,000 m<sup>3</sup> and 61,000 m<sup>3</sup>, and one 'PILA CENIZA' (Ash Pile) with a capacity of 20,000 m<sup>3</sup>. Various pieces of equipment are labeled, including 'EQUIPO FG6', 'EQUIPO FG3', 'EQUIPO FG5', and 'EQUIPO FG4'. A detailed cross-section of the equipment is shown at the top, with labels 'FG3', 'FG5', and 'FG6' indicating different units. The drawing includes dimensions and a grid system for precise location marking.</p>

Componente	Aspectos Ambientales principales	Esquema o fotografía
		
Cinta FG7	La cinta FG7 se dispone dentro de galerías cerradas de 2,5 m de ancho.	
Torre de trituración terciaria.	Esta torre se encuentra deprimida y cuenta con un sistema de retención de sólidos a través de filtros manga. En este proceso el mineral de tritura hasta los 10 mm, tamaño en el cual se alimenta la caldera.	

Componente	Aspectos Ambientales principales	Esquema o fotografía
		 <p>SILO PULMON PARA CARGA DE CENIZA A CAMIONES</p>
Cinta FG8	La cinta FG8 se dispone dentro de galerías cerradas de 2,5 m de ancho.	 <p>TORRE DE TRITURACION TERCIARIA Y CARGA A CAMIONES</p> <p>VISTA EN PLANTA</p> <p>FG7</p> <p>EQUIPO FG8</p> <p>FG9</p> <p>TORRE DE TRANSFERENCIA FRENTE A EDIFICIO DE CALDERAS</p>
Torre de transferencia frente a edificio de caldera.	Esta torre tiene por objetivo principal el cambio de dirección del transporte hacia el edificio de caldera.	
Cinta FG9	La cinta FG9 se dispone dentro de galerías cerradas de 2,5 m de ancho.	
Ingreso Edificio caldera	Dentro del generador de vapor se prevén dos cintas tipo shuttle reversibles con ruedas que se mueven en vías especiales y descargan el mineral en 4 silos de 600 m <sup>3</sup> (33.480 Tn de capacidad, abastecimiento de 9 días), que se encuentran en el interior del edificio de caldera.	 <p>SILO PULMON CARGA DE CENIZAS A CAMIONES</p> <p>ELEVACION</p>

Componente	Aspectos Ambientales principales	Esquema o fotografía
		<p style="text-align: center;">VISTA EN PLANTA</p>

### 6.1.2. Aspectos principales del sistema operativo

Las funciones principales de los equipos incluidos en el sistema de tratamiento del carbón son:

- Transportar el carbón desde la Nave de Almacenamiento de carbón de la Central hasta los silos de combustible de las calderas CFB desde donde éste será inyectado en el horno.
- Garantizar que el tamaño de las partículas de carbón enviado a los silos de almacenamiento de combustible de las calderas CFB sea el requerido

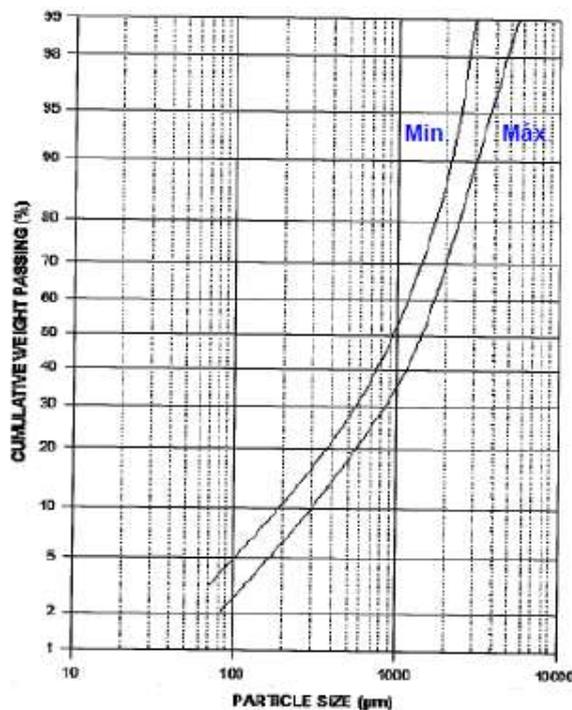
#### Puntos terminales

Los puntos terminales físicos entre los quipos del Sistema de Manejo y Almacenamiento de Carbón incluidos en el alcance de esta especificación y el resto de la Central son:

#### Carbón:

- Entrada: Recogida del carbón desde el parque de almacenamiento
- Salida: Piezas de transición (dos por silo) entre el sistema de transporte del carbón seleccionado por el Suministrador y los silos de almacenamiento de combustible

La caldera está preparada para operar con carbón proveniente directamente de la mina de YCRT y carbón depurado. En todos los casos la distribución granulométrica requerida a la entrada de los silos de alimentación de carbón de las calderas (aplicable a ambos tipos) es:



Distribución	%	30	50	100
Tamaño partícula (min - máx)	mm	0.55-0.85	0.9-1.5	3.0-6.0

Imagen N° 36. Proceso de carbón - características. Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

#### Cargas de diseño

A continuación se resumen los datos de proceso principales de los equipos incluidos en el Sistema de Alimentación y Manejo de Carbón:

Máximo consumo de carbón efectivo por caldera	21.5 kg·s <sup>-1</sup> (77.4 t·h <sup>-1</sup> )
Capacidad nominal de los equipos de transporte y manejo de carbón suministrados	111.1 kg·s <sup>-1</sup> (400 t·h <sup>-1</sup> )
Requerimiento de propiedades y granulometría del carbón	Ver Sección 6.2
Uso esperado en operación normal de los equipos	10 h·día <sup>-1</sup>
Máxima pendiente de las cintas transportadoras para la alimentación del carbón	15°
Capacidad máxima de los silos de carbón por caldera	2 x 600 m <sup>3</sup>
Densidad del carbón estimada para el cálculo del silo	801 kg·m <sup>-3</sup>
Tiempo de almacenaje de los silos en operación normal	12 h
Conexiones para la alimentación de los silos de combustible por caldera. Ver anexo B	2 conexiones por silo (800 x 800 mm)
Conexiones para la extracción de polvo de los silos	1/silo. TP 1B 53a/b 2 silos/caldera

Imagen N° 37. Proceso de carbón - características. Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

#### **Calidad del agua suministrada: agua reciclada para humectación del parque de carbón**

El agua reciclada en el sistema de reúso de aguas será la utilizada para la humectación del parque de carbón mediante un sistema manual e intermitente. A tales fines, dentro de las instalaciones sanitarias, la central dispone de un tanque de agua reciclada 1000 m<sup>3</sup> de volumen útil situado en el exterior del edificio de la planta de agua y que será común para ambas unidades. Dicho tanque recibirá:

- Pozos de captación de agua bruta
- Agua tratada en la planta de tratamiento de efluentes del ciclo agua/vapor
- Alimentación desde el tanque de agua de servicios (caso de emergencia).

El rango de temperatura del agua de pozo que se ha considerado para el funcionamiento de la planta de desmineralización es de 14.1°C (entre 5.9°C y 20°C).

#### **Equipos del Sistema de Manejo de Carbón**

Los equipos incluyen el sistema completo de alimentación de carbón, teniendo como puntos terminales el parque de almacenamiento de carbón de la Central por un lado y los silos de alimentación de caldera por el otro. Existen dos silos de alimentación por caldera.

##### a) Máquina apiladora-recogedora:

Para el trasiego y gestión del carbón en la Nave de Almacenamiento localizado la unidad estará constituida por la apiladora propiamente dicha y un carro alimentador o "tripper" acoplado que permitirá que el carbón se transfiera desde la cinta al parque. La Nave tiene una capacidad para acumular un parque de hasta 112.000 toneladas de carbón, que le permite funcionar aproximadamente un mes a plena carga.

##### b) Trasiego desde el parque de carbón a silos de caldera:

Se dispondrá al menos de los siguientes equipos:

- Sistema de carga a la cinta
- Cinta de transporte hasta los equipos de molienda
- Equipos de molienda. A efectos de valorar el grado de molienda final para el carbón a suministrar a los silos de las calderas.
- Cintas de transporte desde los equipos de molinos a los silos de cada caldera

- Tolvas para la alimentación de los elementos de molienda, cambios de cinta transportadora, torre, etc.

c) Equipos de captación de polvo:

Instalados en Puntos de carga y descarga, torres de transferencia, equipos de molienda, silos de alimentación de caldera, etc. El polvo de carbón recuperado se descargará en la tolva de almacenaje de carbón más cercana para ser reinyectado en el sistema de transferencia.

## 6.2. Equipo generador

El equipo generador está formado por la caldera, la turbina y el generador más los elementos e instalaciones adicionales de operación, comando y control.

### 6.2.1. Generación de vapor

La generación de energía eléctrica se basa en un ciclo abierto de turbina de vapor, que se genera en la caldera de lecho fluidizado, donde se produce la combustión controlada del carbón pulverizado, con la incorporación de insumos que favorezcan ese proceso así como la reducción y el control de los gases de escape. La combustión se lleva a cabo a una temperatura menor que con las de las tecnologías convencionales, aproximadamente a 900 Cº y la propia caldera dispone de un sistema de recuperación de calor. La caldera se compone fundamentalmente de (imagen 38):

- Horno
- Colector de vapor
- Separador compacto y sistema de retorno de sólidos
- Conducto de enlace
- Caja de convección
- Sobrecalentadores
- Economizador de tubo desnudo

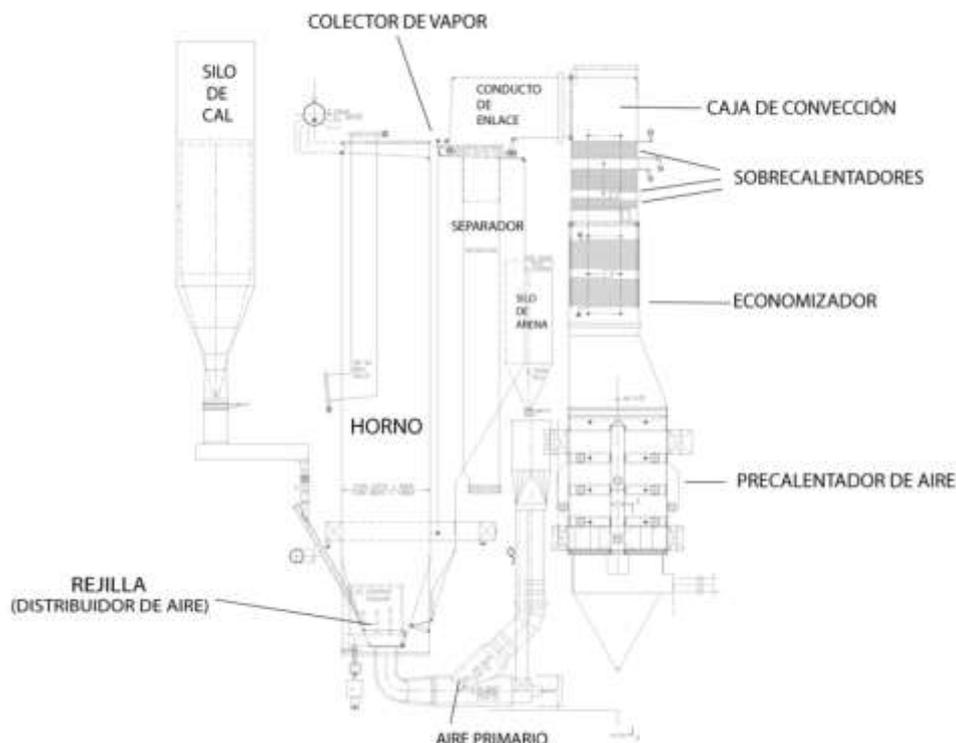


Imagen N° 38. Esquema general de componentes del generador de vapor

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

### 6.2.2. Horno

El horno cuenta con aperturas diseñadas para los siguientes ingresos y egresos:

- Entrada de sólidos desde el separador
- Salida de restos de combustión
- Ingresos de combustible (carbón) y cal
- Entrada de aire primario
- Entrada de aire secundario
- Ingresos para instrumental de medición de temperatura y presión
- Boquillas de ingreso de amonio
- Ductos de gas a separadores
- Aperturas para accesos
- Aperturas para cables

El piso del horno está compuesto por una membrana refrigerada con agua y forrada por material refractario. A través del piso ingresan boquillas del tipo “cabeza de lanza” por donde se inyecta el aire primario para la combustión y fluidificación del lecho, de modo que se evita el ingreso del material del lecho a través de ellas cuando el sistema se encuentra parado.



Imagen N° 39. Nave de calderas y equipos exterior  
Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 40. Nave de calderas y equipos entrada  
Fuente: elaboración propia.

El sistema de circulación del agua es natural, evitando la utilización del bombeo. La mezcla agua – vapor generada en los tubos de las paredes del horno se dirige hacia la parte superior el mismo, donde es capturada y es enviada al colector de vapor. Allí se lleva a cabo la separación vapor – agua. El horno funciona bajo una presión positiva de  $\pm 87,18$  hPa, estando todos sus componentes construidos para soportarla.



Imagen N° 41. Nave de calderas vista desde las pasarelas  
Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 42. Motogeneradores para arranque en negro  
Fuente: elaboración propia.

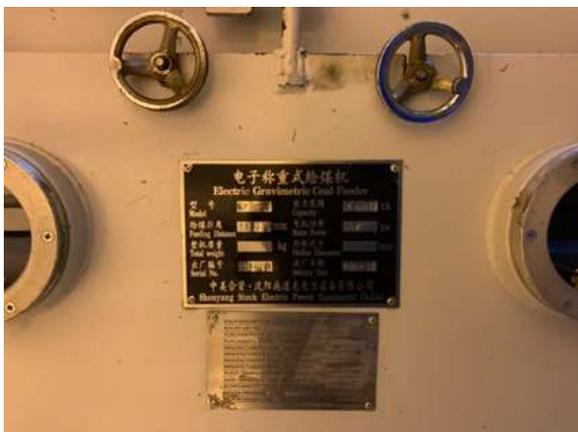


Imagen N° 43. Placa de la caldera  
Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 44. Equipo turbogenerador  
Fuente: elaboración propia.

### 6.2.3. Colector de Vapor

El colector de vapor está construido por chapas de acero al carbono soldadas y cumple dos funciones fundamentales:

- 1) Separar agua – vapor para que el sistema de agua se encuentre libre de vapor una vez listo para circular, evitando afectaciones al sistema y haciendo segura la circulación.
- 2) Separar la humedad del vapor para proveer al sistema de la turbina vapor de alta pureza.

Estos procesos se llevan a cabo en dos etapas dentro del colector de vapor. Ambos procesos se basan en el principio de separación centrífuga. El esquema general del colector de vapor se puede observar en la imagen 45.

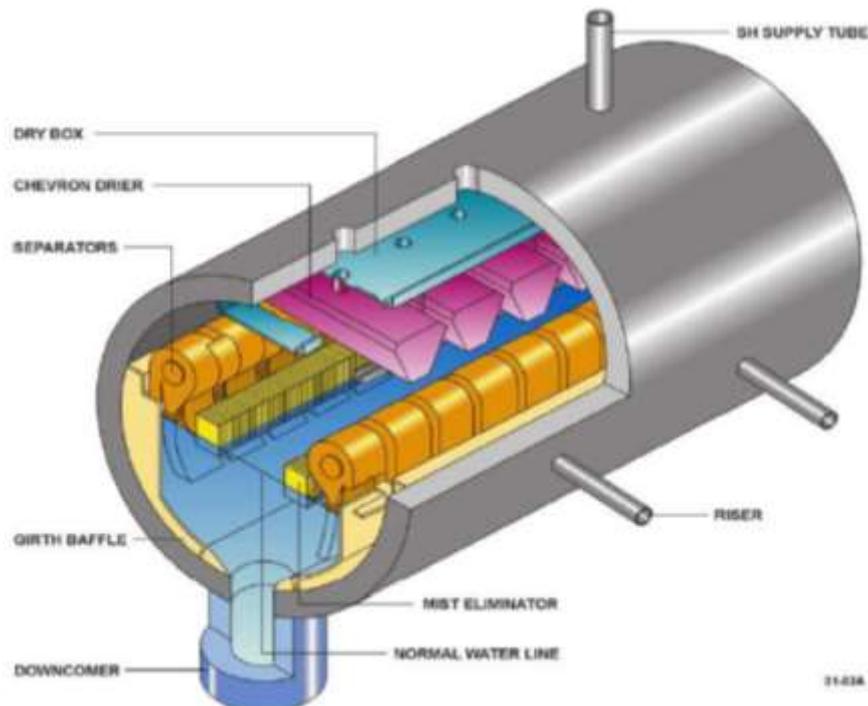


Imagen N° 45. Esquema general de un colector de vapor  
Fuente: Foster Wheeler Global Power Group.

### 6.2.4. Separador compacto y sistema de retorno de sólidos

Este separador presenta un sistema de membranas refrigeradas por agua en todas sus paredes. Su función es la separación de los sólidos arrastrados por el flujo de gases de combustión y su retorno al horno, que se realiza a través de un ingreso en su sección inferior. El agua recuperada en el colector de vapor es circulada a través de las paredes del separador mientras que la mezcla agua – vapor resultante de la refrigeración es retornada al colector para su separación.

Dadas sus condiciones de operación, el separador se encuentra recubierto con una fina capa de refractario resistente a la abrasión (imagen 46).

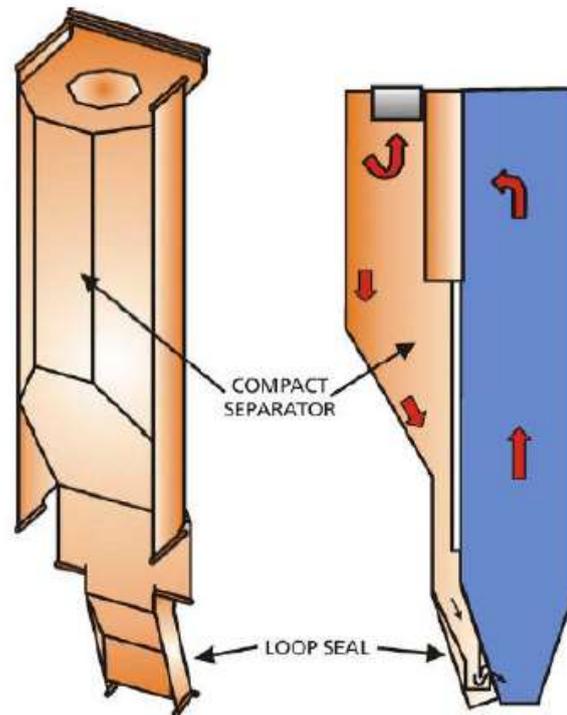


Imagen Nº 46. Esquema general de un separador  
Fuente: Foster Wheeler Global Power Group.

### 6.2.5. Sobrecalentadores

El vapor saturado es conducido desde el colector de vapor a la sección de sobrecalentamiento de convección, conformada por el ducto de enlace, la caja de convección, y los sobrecalentadores. Las diferentes etapas de sobrecalentamiento están conectadas mediante tuberías de vapor interconectadas.

El sistema de sobrecalentadores está conformado por tres etapas: Sobrecalentador primario, intermedio y terminal. Para controlar la temperatura de salida final de vapor a alta presión, se dispone de desrecalentadores tipo spray – venturi, situados entre las etapas del sobrecalentado.

## 6.3. Abastecimiento, acondicionamiento y acopio de cal

En el Proyecto original se contemplaba que, el abastecimiento de caliza sería realizado en piedras y procesado por la propio YCRT mediante una planta con equipos y dispositivos específicos. Este criterio de proyecto contempla la posibilidad de poner en explotación canteras locales.

Durante la Puesta en Marcha – Fase Proyecto se pudo comprobar que, la necesidad de caliza es menor que la estimada originalmente, por lo que para el funcionamiento de la Central se contempla la adquisición de la misma directamente a proveedores habilitados.

En estas condiciones la caliza será transportada hasta la planta en camiones y almacenada en un galpón-playas de acopio especialmente preparado para para la descarga del material y carga de los silos evitando el escape de polvos. Las tareas de recepción y acopio de caliza están preparadas para dar respuesta a las necesidades de la planta que, se estima serán mucho menores que las originalmente previstas, del orden de las 65 a 100 ton/día o 2,5 a 4 ton/hora con la Central a plena carga y generando 240 MVA.

Las especificaciones técnicas y granulométricas exigidas al proveedor de caliza se observan en el cuadro 1.

Cuadros N° 1 y N°2. Especificaciones para la cal

Componentes de la cal	Unidad de medida	Rango	Especificaciones para la operación
CaCO <sub>3</sub>	%	> 89	92
MgCO <sub>3</sub>	%	< 10	2
H <sub>2</sub> O	%	< 0,5	0,5
Densidad	t/m <sup>3</sup>	1,3	1,3

Fuente: Foster Wheeler, Steam Generator, Technical Specification, 2008.

	Unidades	Referencia	Rango
Análisis			
CaCO <sub>3</sub>	%	92.0	> 89
MgCO <sub>3</sub>	%	2.0	< 10
H <sub>2</sub> O	%	0.5	< 0.5
Índice de Reactividad FW	mol/mol	2.0	< 3.5
Índice Hardgrove			50 - 70
Índice del trabajo de ligadura			< 12
Densidad	kg·m <sup>-3</sup>	1300	1300
Distribución de tamaños de partículas			
100%	µm	< 700	N/A
90%	µm	< 250	N/A
60%	µm	< 150	N/A
40%	µm	< 120	N/A
20%	µm	< 80	N/A
100%	µm	> 50	N/A



Imagen N° 47. Tolvas

Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 48. Silos de cal

Fuente: elaboración propia.

La relación entre el tamaño de la partícula, en micrómetros, y el peso acumulado pasante –cumulative weight passing–, en porcentaje, se representa en la siguiente imagen:

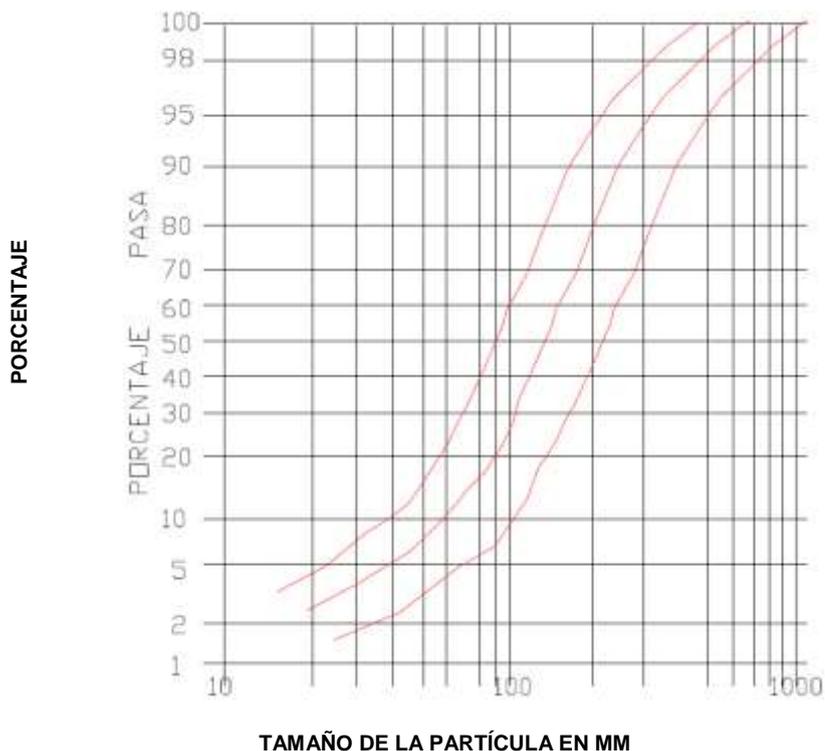
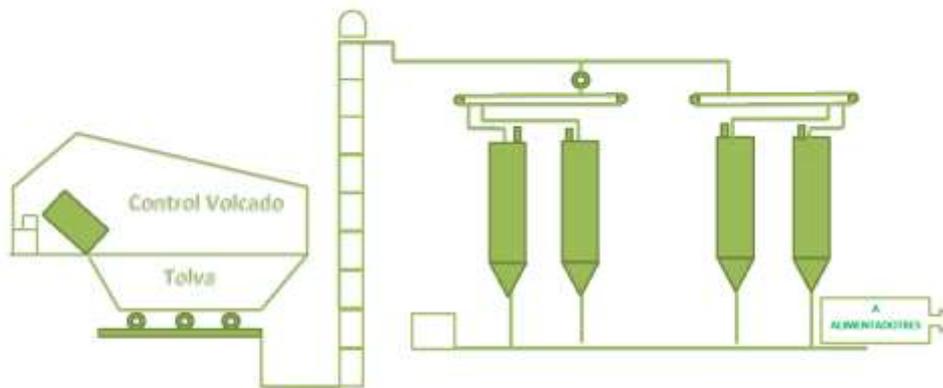


Imagen Nº 49. Especificaciones de la partícula de cal

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Es casi superfluo pero se consigna que YCRT adquirirá la caliza mediante los procedimientos técnico-administrativos habituales de la firma, y debe provenir de canteras expresamente habilitadas por las autoridades mineras correspondientes, y con la posibilidad de entregar las partidas en destino.

La caliza acondicionada en términos granulométricos y de contenido de humedad será dispuesta en los silos de abastecimiento de la caldera, que son 4 a razón de 2 por equipo (imagen 50).



Central Térmica Río Turbio – Diagrama Flujo PROCESO DE CALIZA

Imagen N° 50. Descarga de caliza en la central - Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

### 6.3.1. Funciones principales del sistema

Las funciones principales de los equipos incluidos en el sistema de manejo y transporte de caliza son:

- Recibir la caliza, ya sea a granel o en sacos, y revisar que el tamaño de las partículas de caliza enviado a los silos de almacenamiento es inferior a los demandados por el suministrador de las calderas.
- Transportar la caliza desde los sistemas de recepción hasta los silos de almacenamiento de 3600 m<sup>3</sup> de capacidad.
- Transportar la caliza con sistemas neumáticos desde los silos de almacenamiento hasta los silos diarios de caliza de las calderas CFB desde donde será inyectada en el horno.

Los equipos están compuestos por:

- Tolva enterrada de recepción de caliza para descarga de camiones con alimentador vibratorio en el caso de que la caliza se suministre a granel.
- Equipo automático rompe-sacos con captación de polvo y compactación de sacos en el caso de que se suministre la caliza en sacos.
- Estructura metálica y cerramiento con puertas de acceso de camiones de la zona de descarga de caliza.
- Silos realizados en estructura metálica para el almacenamiento centralizado de la caliza, con una capacidad total de aproximadamente 3600 m<sup>3</sup>.
- Sistema elevador y de transporte para distribución de la caliza desde el sistema de recepción hasta los silos de almacenamiento.
- Sistemas de transporte y distribución neumática de la caliza desde los silos de almacenamiento hasta los silos diarios localizados en las proximidades de cada caldera.

- Equipos de captación de polvo y aspersores de rociado de agua en todos aquellos puntos susceptibles de generar importantes cantidades de polvo.

Aunque el consumo previsto será mucho menor que el proyectado, el sistema de recepción y manejo de caliza está preparado para el peor escenario consistente en un máximo neto de caliza previsto de 1.72 kg/s (6.19 t/h) por caldera, lo que supone un consumo total de 297.12 t/día para ambas unidades. Se estima como muy improbable y que sólo en condiciones excepcionales se llegarán a éstos valores.

Las características para la zona de almacenamiento de caliza y el equipo de manejo son:

- Los silos de caliza disponen de 3600 m<sup>3</sup> de almacenamiento.
- El equipo asociado al parque de caliza está dimensionado para ser usado durante 20 h/día a la tasa máxima continua de caldera (1.72 kg/s a BMCR).

#### **Puntos terminales**

Los puntos terminales entre el sistema de almacenamiento y transporte de caliza y el resto de la central son los siguientes:

- Silos de almacenamiento de caliza y sistemas de transporte:
- Entrada: tolva enterrada de recepción de caliza a granel desde camiones o equipo rompe-sacos para la recepción de caliza en sacos.
- Salida: dos (2) conexiones (una por caldera) con el silo de caliza diario de caldera.

### **6.4. Sistema de enfriamiento de Restos de Combustión**

En la parte inferior del horno, en el sector de salida de los restos de combustión, se disponen dos sistemas de evacuación y enfriamiento que permitan su retiro en una temperatura máxima de 246 °C, de modo que pueda ser manejada a través de procesos mecánicos.

El enfriamiento se lleva a cabo a través de la circulación de aire primario, espirales de enfriamiento y spray de agua. El sistema también permite la recuperación y reinyección de cal, carbón y aire caliente al lecho de la caldera (imagen 51).

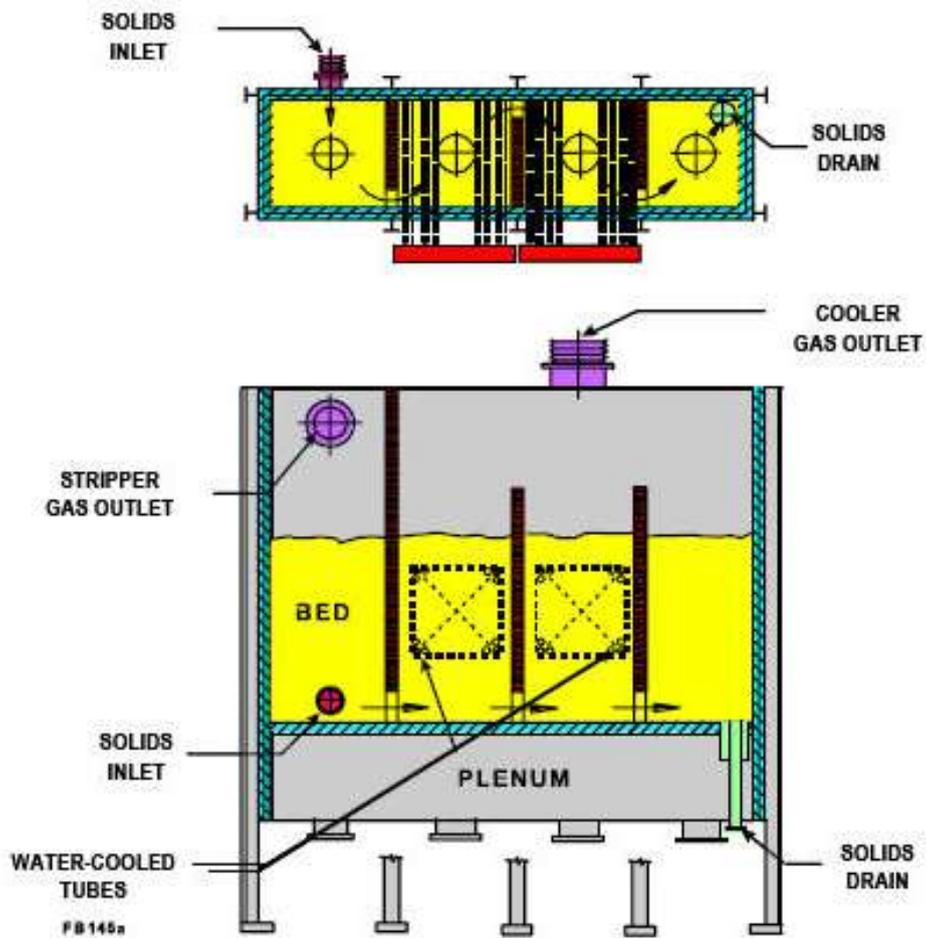


Imagen N° 51. Sistema de enfriamiento de RdC

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Luego de que los Restos de Combustión han sido enfriados son destinados al depósito transitorio “La Capilla”.



Imagen N° 52. Depósito “La Capilla” de Restos de Combustión (RdC) vista exterior  
Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 53. Depósito “La Capilla” de Restos de Combustión (RdC) vista interior  
Fuente: elaboración propia.

## 6.5. Alimentación de carbón

La alimentación de carbón ya desarrollada *ut supra* se llevará a cabo a través de cuatro (4) cargas frontales ubicadas en la pared de cada horno. El carbón se dirige a los 4 trenes de alimentación desde 2 silos adyacentemente a cada caldera. El sistema es reversible, de modo de permitir el vaciado de los silos por medio de una rampa de evacuación.

Los cuatro trenes de alimentación están distribuidos de modo de favorecer una carga uniforme del combustible y una consecuente combustión más eficiente, con menor nivel de emisiones.

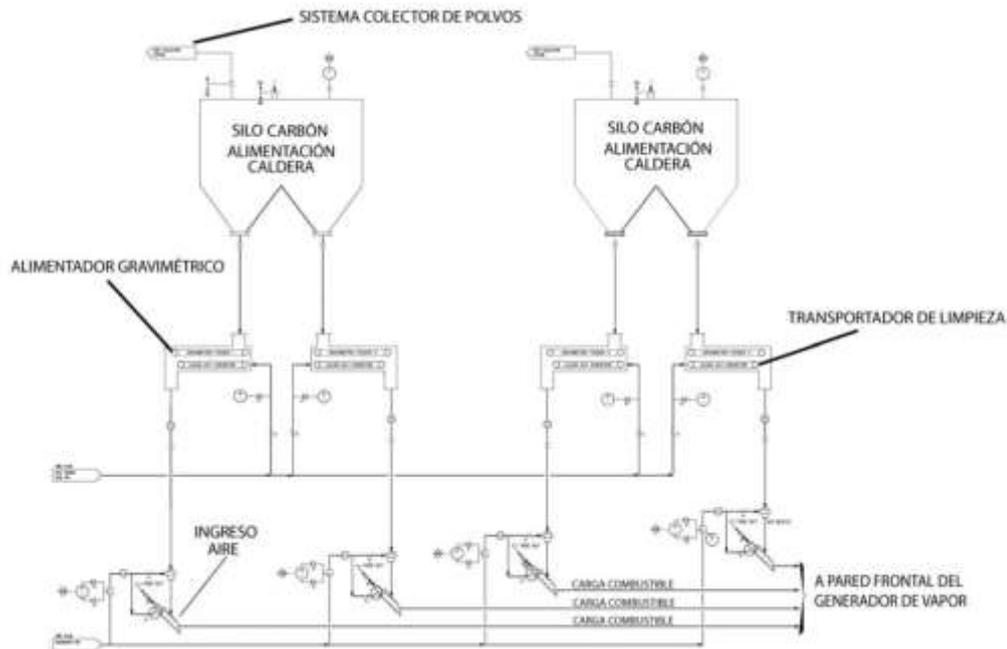


Imagen N° 54. Sistema de alimentación de carbón. Esquema para una caldera

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Las condiciones de alimentación de combustible son:

Cuadro N° 3. Condiciones de alimentación de combustible

<b>Capacidad de carga horario en toneladas de cada silo</b>	155 t/h
<b>Capacidad de almacenaje de cada silo</b>	600 m <sup>3</sup>
<b>Capacidad total de almacenaje del sistema de silos</b>	2.400 m <sup>3</sup>
<b>Tiempo a máxima carga para llegar a la capacidad máxima del sistema de silos</b>	13,16 h
<b>Cantidad de silos de carbón que forman parte del sistema</b>	4 silos de 600 m <sup>3</sup> , 2 por caldera

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

## 6.6. Alimentación de cal

La caliza como  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , se recibe en CTRT a través del transporte en camión en un edificio volcador donde, luego de volcarse en una tolva de  $20 \text{ m}^3$  de capacidad, se distribuye para su almacenaje en 4 silos de  $900 \text{ m}^3$ . La piedra caliza, ya acondicionada en términos granulométricos y de contenido de humedad es dispuesta en los silos de abastecimiento de la caldera. Cada silo cuenta con dos salidas para la alimentación de la caldera en su parte inferior (imagen 55).

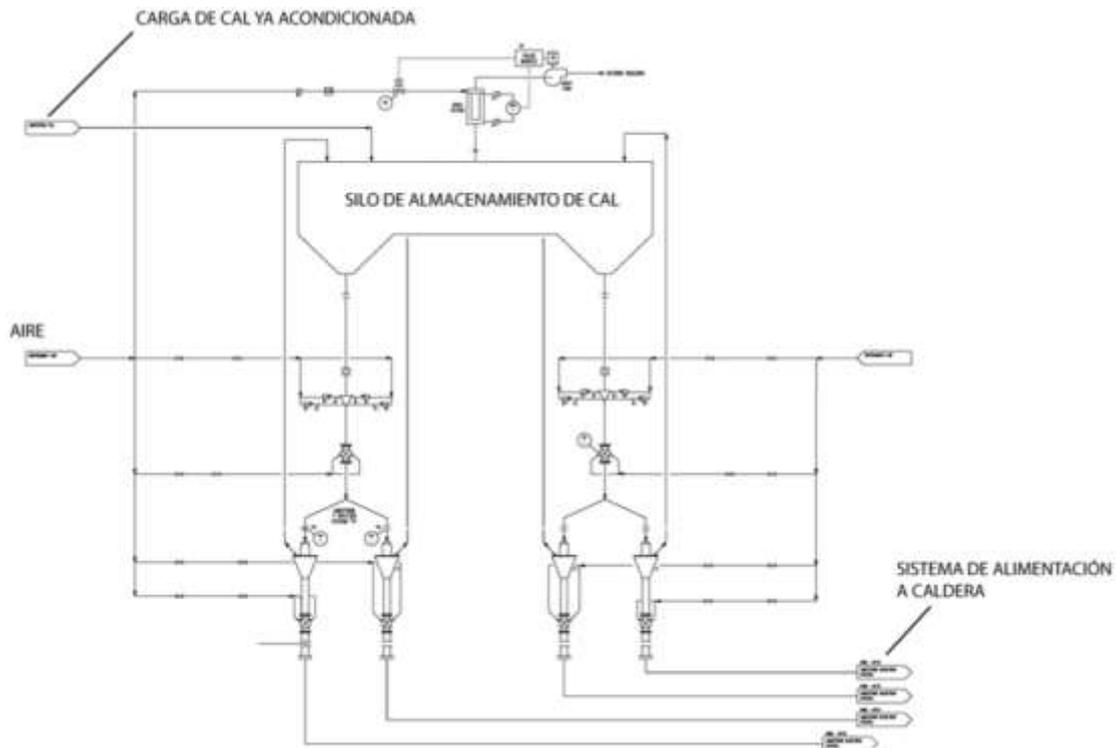


Imagen N° 55. Sistema de alimentación de cal

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

La inyección de cal es asistida con la incorporación de aire secundario, en las siguientes condiciones:

Cuadro N° 4. Condiciones de alimentación de cal para ambas calderas

<b>Capacidad de carga horaria en toneladas de cada silo</b>	15 t/h
<b>Capacidad de almacenaje de cada silo</b>	$900 \text{ m}^3$
<b>Capacidad total de almacenaje del sistema</b>	$3.600 \text{ m}^3$
<b>Tiempo a máxima carga para llegar a la capacidad máxima del sistema de silos</b>	317 h
<b>Cantidad de silos de cal que forman el sistema</b>	4 (2 por cada caldera)

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

## 6.7. Alimentación de arena

El sistema de alimentación de arena tiene por objetivo proveer material inerte como medio de combustión y material circulante del lecho. Se trata de un recurso *in extremis* para el caso que el residuo inquemado de la caliza no sea suficiente. Es decir en condiciones normales de operación solo se carga arena al arrancar y las pérdidas son repuestas por el residuo inquemado de la caliza, salvo condiciones excepcionales. La arena que llega en camiones a la central, se descarga en el predio de CTRT en tolva a nivel de piso y posterior transporte neumático a silo de arena, con alimentadores rotativos que funcionan por gravedad. El sistema cuenta con la incorporación de aire secundario para fluidificar la carga de arena (imagen 56).

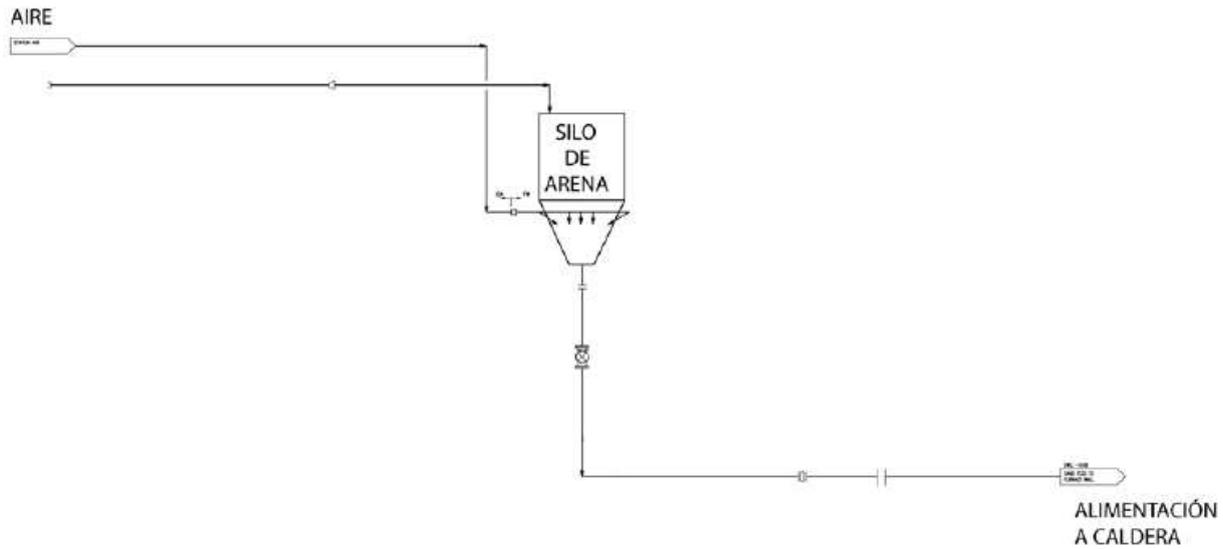


Imagen N° 56. Sistema de alimentación de arena

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Las condiciones de inyección de arena convalidadas en Fase Prueba se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 5. Condiciones de alimentación excepcional de arena para ambas calderas

<b>Cantidad de silos de arena</b>	2 (1 por caldera)
<b>Carga de arena</b>	Dependerá de las necesidades del proceso
<b>Rango de caudal de arena</b>	90 – 907 kg/h
<b>Densidad aparente</b>	1500 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia.

El sistema de almacenamiento en el interior del edificio de caldera, es llenado desde el exterior por un sistema neumático, maniobra que se realiza poniendo activando el extractor de polvo de la parte superior del silo el cual se pone en servicio desde la pantalla correspondiente en sala de control y coordinando con el personal de campo quienes inyectan el aire de transporte a silo.

Mediante un sensor de nivel se controla el nivel de carga/descarga que posee el silo. Para introducir arena a la caldera se realiza también desde sala de control. Tras constatar que la válvula guillotina de descarga del silo se encuentra abierta se pone en servicio una válvula rotativa que junto a una corriente de aire se realiza el ingreso a la caldera, luego de atravesar la válvula de ingreso a la misma.

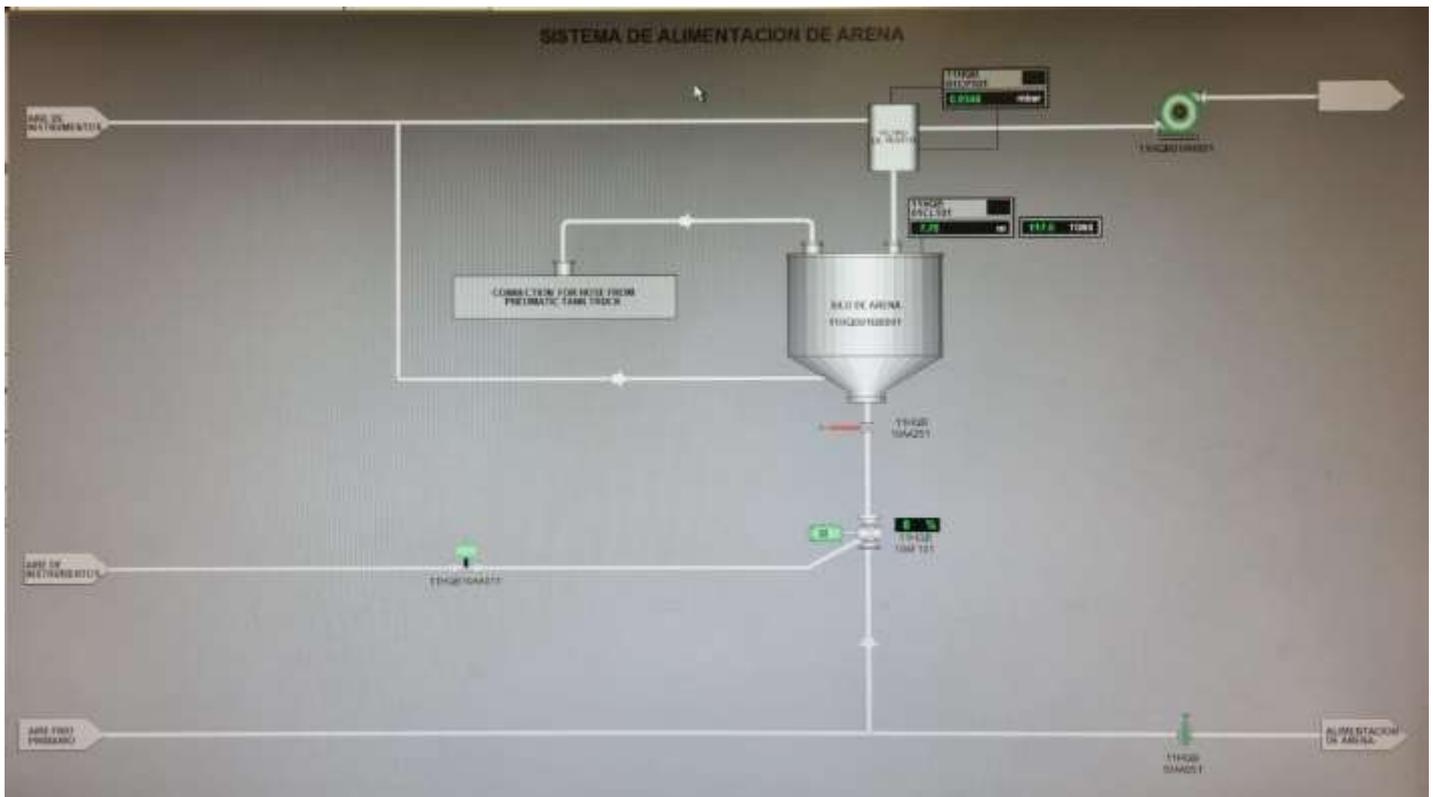


Imagen Nº 57. Sistema de monitoreo de alimentación de arena  
Fuente: YCRT.

La arena de tipo feldespático está redondeada, debe estar limpia, sin fracturas, lavada y seca. Esta arena se usa normalmente en fundiciones, minimizar el contenido de metales alcalinos. En la tabla a continuación se desarrolla un análisis típico de arena:

Cuadro Nº 6: Especificaciones para arena (Foster Wheeler, Steam Generator. Technical Specification)

Componente	Unidad de Medida	Contenido Promedio	Contenido Mínimo	Contenido Máximo
SiO <sub>2</sub>	%	82,2		85,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	9,70	6,00	15,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	1,80	0	2,00
CaO	%	1,20	0,30	2,50
MgO	%	0,40	0,20	1,00
Na <sub>2</sub> O	%	1,90	1,00	3,50
K <sub>2</sub> O	%	2,80	2,00	6,00
H <sub>2</sub> O	%	0,10	0	0,30
Densidad	t/m <sup>3</sup>	1,5	1,3	1,6

Cabe consignar que la arena de cuarzo puro no es aceptable. La distribución granulométrica recomendada es la siguiente:

- 100% menor de 550 micras y mayor de 280 micras
- 75% menor de 450 micras y mayor de 240 micras
- 50% menor de 400 micras y mayor de 200 micras
- 25% menor de 320 micras y mayor de 180 micras

## 6.8. Aire primario y aire secundario

El sistema se conforma por dos sistemas de ventiladores. Uno de ellos se define como primario y provee aire que se incorpora directamente a través de las boquillas en el lecho fluidizado y en el sistema de enfriamiento de los restos de combustión. El ventilador direcciona el aire ambiente hacia el sistema de calentamiento, siendo controlado el ingreso de aire a través de veletas.

El segundo, definido como el ventilador de aire secundario, proporciona el resto del aire requerido para la combustión. Este sistema dirige el aire ambiente al calentador de aire secundario.



Imagen N° 58. Circuitos de presión y enfriamiento  
Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 59. Circuitos de presión y enfriamiento  
Fuente: elaboración propia.

## 6.9. Sistema de inyección de amoníaco

Tiene como objetivo reducir los niveles de emisión de NO<sub>x</sub> - óxidos de nitrógeno, a través de la chimenea. Como se ha señalado *ut supra* se trata de otro recurso *in extremis* para casos excepcionales de generación de emisiones. De hecho en otras centrales existentes en el mundo que utilizan la tecnología de lecho fluidizado incluso han sido directamente desmantelados. En la CTRT 14 Mineros se contempla su conservación y eventualmente el uso en situaciones excepcionales críticas, condición operativa que tienen la ventaja de poder mantener el amoníaco fuera del sistema de inyección, en recipientes y recintos separados y seguros eliminando riesgos de pérdidas o derrames por falla o errores.

En caso de necesidad el amoníaco es inyectado en el gas de combustión, en la entrada al separador, de modo de producir una reacción con los óxidos de nitrógeno, reduciéndolos a nitrógeno molecular, proceso denominado reducción selectiva no – catalítica (SNCR, por sus siglas en inglés: Selective Non-Catalytic Reduction). El separador funciona como reactor de la reducción, donde el amoníaco se combina con los NO<sub>x</sub> en 1-2 segundos, que corresponden al tiempo de permanencia del gas de combustión en este recinto.

El sistema propuesto corresponde a la inyección de una solución acuosa de amoníaco al 19%, que será almacenada en tanques específicos, dotados de un dispositivo de recepción y transferencia. La inyección de amoníaco se controla a través de sensores ubicados en los conductos de salida de gases de forma tal de calcular el flujo a ser incorporado en función de los niveles de emisión de NO<sub>x</sub> a cumplir.

El proyecto contempla la presencia de un tanque para amoníaco, vacío en condiciones normales de operación.

## 6.10. Generación de energía eléctrica – Turbo Generador

### 6.10.1. Turbina de Vapor

La turbina suministrada por Siemens para la central de Río Turbio es una turbina de impulso, flujo simple y escape axial. El vapor sobrecalentado es direccionado a la Turbina de vapor del tipo transmisión directa y carcasa simple, constituida como una serie de secciones estandarizadas y módulos capaces de alcanzar presiones de entrada de vapor de hasta 140 bares y temperaturas de 560°C, y que en casos de recalentamiento se pueden alcanzar hasta los 585° C.

El funcionamiento es el propio de las turbinas, el vapor producido en la caldera se expande a través de la turbina y parte de la energía térmica se convierte en energía cinética el vapor de escape se condensa en el aerocondensador.

El grupo turbogenerador está diseñado para 3000 rpm y una potencia nominal de 143.2 MVA. El vapor de admisión se suministra a la turbina a través de la válvula de parada de emergencia (ESV) con separador de vapor y la válvula de control (CV). A continuación la línea se conecta con la turbina en una sola línea de modo que el vapor entra por la mitad superior.

El vapor necesario para los dos calentadores de baja presión, el desaireador y los dos calentadores de alta presión se extrae de la turbina. Las líneas de extracción, excepto la de extracción al calentador de más baja presión, contienen dos válvulas de retención con actuadores neumáticos para proteger la turbina de sobrevelocidad y contraflujo.

El eje de la turbina está conectado directamente al generador. Entre la turbina y el generador, se encuentra el virador para hacer girar el turbogruppo durante arranques y paradas. El virador se activa con el aceite lubricante procedente de las bombas de aceite de elevación.

El Manual de Operaciones de la Central indica los siguientes balances térmicos (heat and mass balances) en diferentes operaciones normales de la Unidad y la disposición del Turbogruppo (Electrical Lauout).

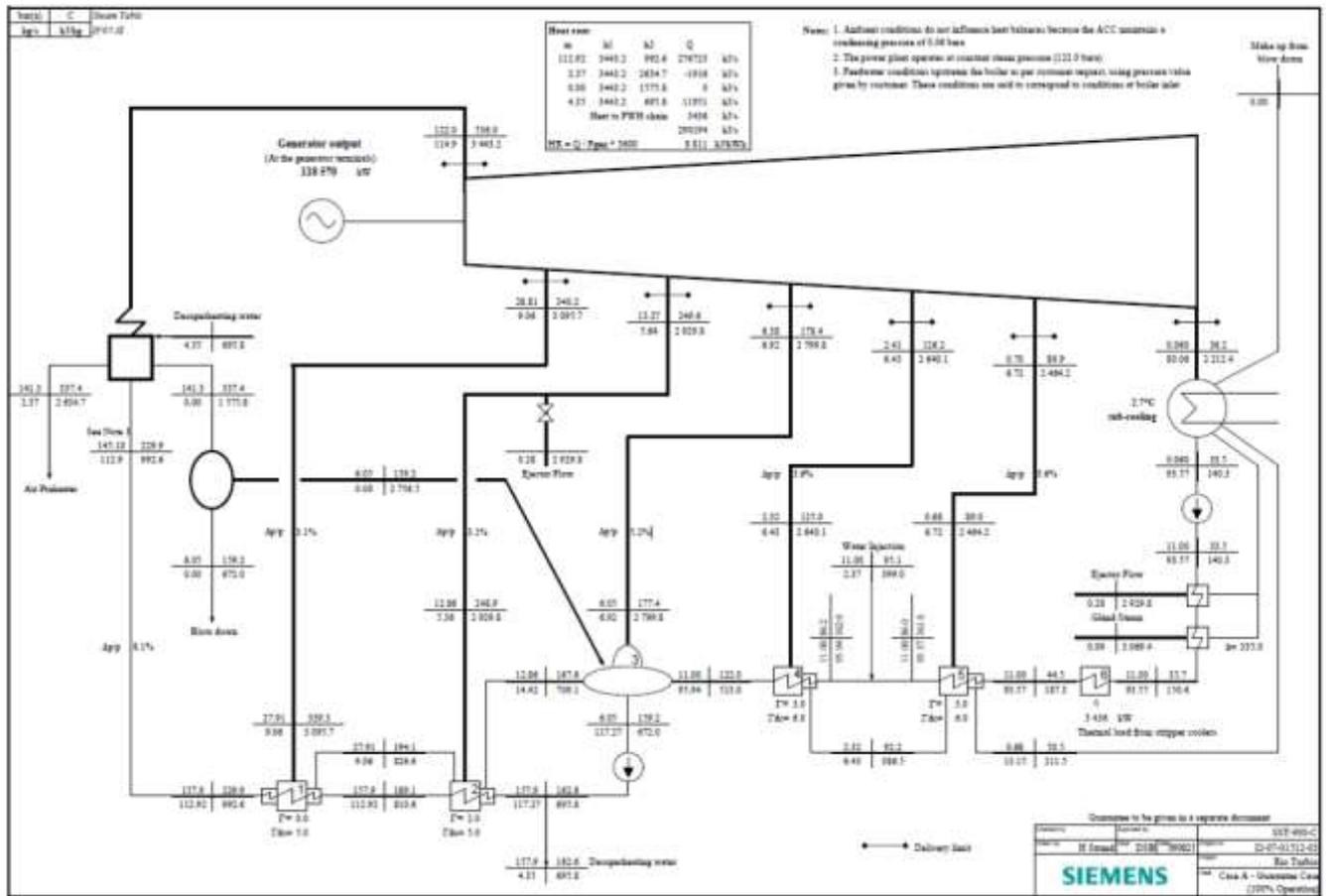


Imagen Nº 60. Balance de masa y térmico (Heat and Mass Balances)  
Fuente: manual de operación CRT.

### Carcasa y Diafragma de la Turbina

La carcasa de la turbina consta de tres partes:

- Una sección de entrada
- Una carcasa de la turbina principal de acero fundido
- Una placa de acero intermedia soldada y carcasa de escape

La sección de entrada abarca la entrada de la voluta de acero fundido y una carcasa de turbina interna dividida horizontalmente con seis etapas de turbina. El uso de tuberías internas reduce los requerimientos de clase de presión para la carcasa principal, logrando así un diseño más ligero y eficiente.

Los diafragmas, en donde se localizan los alabes guías, están formados por dos mitades, superior e inferior según un plano horizontal. Los alabes guías están soldados a los diafragmas con soldaduras de haz de electrones.

### Rotor y Alabes de la Turbina

El rotor de la turbina se fabrica mediante forjado estabilizado por tratamiento térmico. Los discos, collar de empuje y brida de acople son parte integral del eje. El rotor se verifica completamente para probar la calidad y la estabilidad térmica del material y ha sido balanceado dinámicamente.

Los alabes de la turbina son de tipo impulso, laminados de barras sólidas. Las raíces en forma de bulbo de los alabes se introducen dentro de ranuras en la periferia del disco de la turbina. En la sección del extractor se usan raíces en forma de copa de abeto.

Para aumentar la resistencia de la cuchilla, su superficie se endurece por granallado. Los bordes delanteros de las cuchillas de la última etapa se endurecen por inducción como protección contra la erosión por vapor húmedo.

## Sellos

Los sellos de diafragma están compuestos por cuatro secciones de anillo de 90° con aletas de sellado, instalados en una ranura en forma de T en el diafragma. Durante la operación, la presión de vapor en la periferia exterior de los anillos actúa junto con la fuerza de los resortes para mantener los sellos en su lugar. El diseño permite que las secciones de anillo se muevan radialmente hacia fuera sin sufrir daños en caso de que el rotor las toque durante el período de giro antes del arranque.

El sistema de vapor de sellos suministra el vapor de sellado durante el arranque, y el sistema de vapor de escape maneja la extracción del vapor de fuga de baja presión. Para reducir la fuga de flujo del vapor al condensador de sellos y mejorar la eficiencia de la turbina, el vapor se sangra del prensaestopas del eje en el extremo de la entrada y se utiliza como vapor de sellado en el extremo de la salida. El exceso de vapor se retroalimenta a la turbina a través de una válvula de regulación de la presión.

## Cojinetes

El extremo de entrada del rotor de la turbina se apoya en un cojinete plano cilíndrico alineado de metal antifricción, instalado en un recinto del cojinete fijado a la carcasa de la turbina. El aceite lubricante se suministra al cojinete a través de un paso anular y se drena nuevamente al depósito de aceite lubricante a través de una tubería. El recinto del cojinete también contiene el cojinete de empuje, del tipo de segmentos oscilantes con almohadillas lubricadas por rociado a ambos lados del collar de empuje del rotor.

El cojinete del extremo del escape está equipado con un cojinete elíptico. El recinto se apoya en soportes en la carcasa de escape. El cojinete es accesible a través del eje de inspección en la carcasa de salida y desde el lado del condensador después de retirar la cubierta de servicio. Los cojinetes están equipados con monitoreo de temperatura para alarma y disparo manual.

Ambos elípticos están equipados con aceite de elevación para minimizar la fricción durante el giro de la línea del eje y se pueden inspeccionar o reemplazar sin retirar el rotor de la turbina.

Para el drenaje del vapor se instalan válvulas de drenaje automático en los puntos bajos controladas neumáticamente y de apertura por fallo. Estas pueden ser reemplazadas por trampas de vapor automáticas.

## Monitoreo

La turbina dispone de medidas de monitoreo de la vibración, velocidad y posición axial.

La vibración se monitorea a través de tres sondas sísmicas en cada uno de los dos cojinetes principales. Las sondas sísmicas activan una alarma en altos niveles de vibración y disparan la turbina en niveles muy altos de vibración.

Hay tres sensores de velocidad para el control y la protección de exceso de velocidad, alojados en la brida de acople en el extremo de entrada de la turbina. Los tres sensores se utilizan para la protección contra la sobre velocidad de modo que se produzca el disparo a un 110 % de la velocidad nominal.

La posición axial del rotor de la turbina se monitorea por medio de tres sondas de proximidad localizadas en el extremo de entrada.

## Válvulas de Parada de Emergencia

El propósito de las válvulas de emergencia es:

- Interrumpir el vapor a la turbina muy rápidamente si se ha accionado alguno de los dispositivos de disparo.
- Proteger las cuchillas de la turbina contra partículas extrañas en el vapor.

La válvula de parada de emergencia para la admisión de vapor se opera mediante un servomotor hidráulico. El servomotor está regulado de forma tal que no pueda abrir la válvula en contra de la presión

total de vapor sin un equilibrado de presión previa a través de toda la válvula. Esta disposición impide que la ESV se abra si se abre la CV, lo que podría traer como resultado un arranque muy rápido y sin control.

La función de las CVs es controlar el flujo del vapor de entrada hacia la turbina durante varias condiciones de funcionamiento.

Las válvulas de vapor se controlan mediante servomotores. El controlador de la turbina opera la CV, y tanto la CV como la ESV se controlan mediante el sistema de protección de la turbina.

### **Sistemas auxiliares de turbina**

La turbina dispone además de los siguientes sistemas auxiliares:

- Sistema de ventilación
- Sistema de drenajes de turbina
- Sistema de aceite de lubricación
- Virador
- Sistema de vapor de fugas
- Sistema de vapor de sellos
- Sistema de aceite hidráulico

Se utiliza aceite de lubricación específico para el sistema, cuyo objetivo es el de suministrar aceite refrigerado y filtrado durante el arranque, funcionamiento, desaceleración y refrigeración.

El sistema de desagües de turbina 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, de modo de impedir una acumulación de agua que podría causar daños, provocando erosión o flujos de vapor imprevistos cuando esta 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 y 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.

Los desagües externos corresponden a las líneas que están conectadas a los suministros de vapor, que pueden presurizarse cuando la turbina está apagada o en parada, éstos deben desagüarse externamente lejos de la turbina y del condensador.

En la imagen 61 se observa un diagrama con la disposición general.

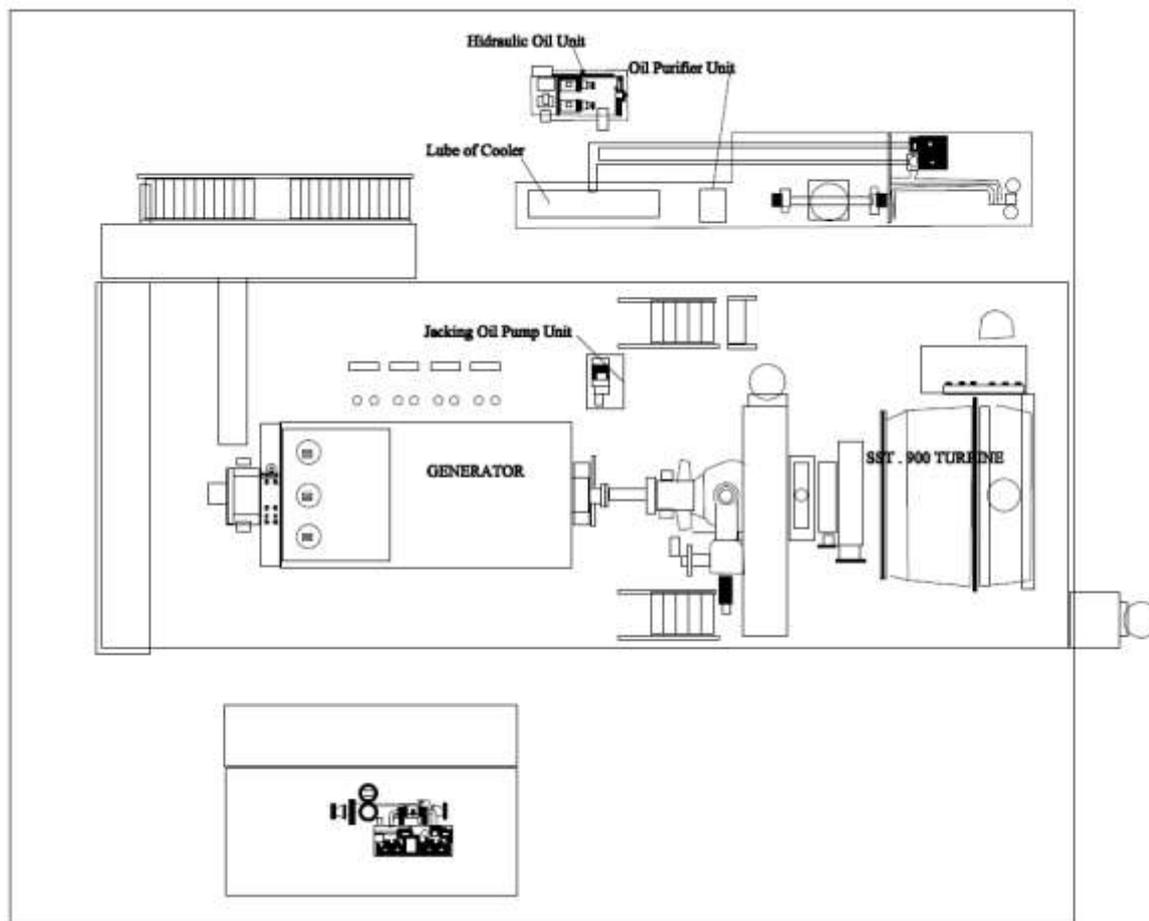


Imagen Nº 61. Disposición General del Turbogruppo  
Fuente: elaboración propia en base a manual de operación CTRT.

### 6.10.2. Generador

El tipo de generador es de dos polos refrigerado por aire y que puede ser movido por uno o dos extremos, directa o indirectamente por medio de engranajes, dependiendo de la configuración global de la conducción.

El alternador (11/12MKA10) de 143.20 MVA a 13.2 kV está diseñado y construido de acuerdo a la Norma IEC 60034. La clase de aislamiento de los devanados es F, pero el calentamiento corresponde a la clase B. El grado de protección, según IEC 60034-5 es IP-54.

El eje del generador va acoplado directamente a la turbina.

En el eje del rotor se disponen dos ventiladores axiales situados uno en cada uno de los extremos. Así, los devanados del estator tienen refrigeración indirecta por aire y los del rotor refrigeración radial directa también por aire.

El aire de refrigeración se enfría por medio de cuatro intercambiadores de calor aire agua que toman el líquido refrigerante del sistema de refrigeración de componentes.

El generador es capaz de operar al 130 % de la corriente nominal estática durante un minuto. El devanado de campo es capaz de operar al 125 % de su tensión nominal durante un minuto. Ambos requisitos se cumplen partiendo de condiciones nominales estables de temperatura en devanados. Bajo las condiciones extremas expuestas, la temperatura en los devanados excederá del valor que alcanza en condiciones de carga nominal. La operación en estas condiciones se debe limitar a dos veces por año de acuerdo con la norma IEC de diseño.

Los tres terminales del lado de línea de los devanados estatóricos son accesibles a través del cubículo de MT y neutro situado en la parte superior del generador y se conectan mediante conductos de barras de fase aislada al transformador principal (11/12BAT10) que eleva la tensión de generación a 220 kV.

En el tramo de barras generador – transformador principal, hay una derivación de barras de fase aislada que se conecta al transformador de excitación (11/12MKC10). Corriente abajo de la misma hay otra derivación que se conecta al transformador auxiliar (11/12BBT10).

Los tres terminales del lado de neutro de los devanados del estator también son accesibles en la parte superior del generador a través del cubículo de MT y neutro, en donde se conectan entre sí para formar el neutro de la estrella y al transformador de puesta a tierra del neutro del generador (11/12BAW10). Cada uno de los terminales de los devanados del estator incorpora transformadores de intensidad tipo “bushing”.

En el lado del neutro, están montados tres transformadores de intensidad, uno por fase, con cuatro secundarios cada uno; tres de ellos de protección y el otro de medida.

En el lado de línea, también están montados tres transformadores de intensidad, uno por fase, con cuatro secundarios cada uno; dos para protección y dos para medida. Asimismo, en la caja de salida de línea del generador, se alojan transformadores de tensión para protección y medida y condensadores y auto-válvulas para la limitación de sobretensiones en los devanados del estator.

La excitación es estática. El equipo de excitación se alimenta desde el transformador de excitación (11/12MKC10) de 690 kVA, AN; 13.2/ 0.4 kV. La corriente continua para la excitación se transmite a los devanados del campo del generador por medio de anillos rozantes situados en el eje.

El punto neutro del generador está puesto a tierra a través de un transformador de 80 kVA / 10 s, AN, 13.2: 3 / 0.24 kV. En el secundario del transformador está conectada una resistencia de 0.252 ohmios, 138.5 V, que limita la corriente de defecto a 10A 10s.

Por otro lado, 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 - placa monotubo. Cada nido está equipado con ventilación y válvula 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 está provisto de una bandeja de goteo conectada a los detectores de fugas.

## 6.11. Sistema Eléctrico

El sistema de generación finaliza en una Playa de Transformación de Extra Alta Tensión interconectada al Sistema Argentino de Interconexión – SADI a través de una Línea de Extra Alta Tensión – LEAT 220 V. El esquema unifilar con el detalle de la distribución y los equipos se encuentra presente en el Capítulo 9, Sección 13 Anexos, punto 6 planos y mapas – 6.30 Esquema Unifilar General.

La configuración del sistema eléctrico del Proyecto comprende, para cada unidad:

- Un generador eléctrico de 143,20 MVA, 13,2 +- 5% kV, 50 Hz,  $\cos \varphi = 0,85$ , accionado por una turbina de vapor.
- Un transformador principal (TP) trifásico, de 90/124/150 MVA en régimen ONAN/ONAF1/ONAF2, relación de transformación 225 + -8x1.25%/13,2 kV, 50 Hz y grupo de conexión YNd11.
- Un transformador Auxiliar de Grupo (TAG) trifásico de 18,5/23 MVA en régimen ONAN/ONAF, relación de transformación 13,2+-2x2.5%/6,9 kV, 50 Hz y grupo de conexión Dyn1.
- Juego de Barras de media tensión a 6,6 kV asociadas a los Transformadores Auxiliares de la Unidad.
- Sistemas de baja tensión de c.a.

Común a ambas unidades se dispone, además:

- Un transformador de arranque de tres devanados de 220±10x1,25%/6,9 kV/13,2 kV trifásico de 28/18/28 MVA ONAN y 40/23/40 MVA ONAF y grupo de conexión YNyn0 d11. El primario se alimentará de la subestación GIS de 220 kV, uno de los secundarios alimentará a la central para el arranque y el otro se utilizará para alimentar a la bocamina a través de una línea aérea de 13,2 kV.
- Una barra de 6,6 kV de servicios comunes asociada al transformador de arranque y conectada a las barras de 6,6 kV de ambas unidades.
- Sistema de baja tensión asociado a la barra de 6,6 kV de servicios comunes.
- Sistema de arranque en negro en media tensión compuesto por cinco generadores Diesel de 3 MVA cada uno.
- Sistema de baterías y UPS común a ambas unidades.
- Grupo electrógeno diesel de emergencia en baja tensión común a ambas unidades.

Los transformadores principales se conectan por el devanado de alta tensión a la Subestación de 220 kV, ubicada en una parcela anexa a la Central.

La energía es generada por el alternador a 13,2 kV - 50 Hz. Está conectado con el transformador principal de unidad (lado BT), a través de conductos de fase aislada.

Entre el transformador principal y el generador se dispone de una derivación de barras de fase aislada hasta el primario (lado AT) del transformador auxiliar. Esta derivación dispondrá de un seccionamiento por medio de puentes desmontables (link) instalado en el propio conducto de barras.

En bornes de salida del generador disponen de otra derivación en las barras de fase aislada para la alimentación del transformador del sistema de excitación del grupo.

### Subestación 220 kV

Corresponde a una subestación blindada en hexafluoruro de azufre (SF6) de 220 kV, 50 Hz de nivel de cortocircuito simétrico. Se trata de una instalación interior encerrada en un edificio con las instalaciones mecánicas y eléctricas necesarias para ser autónoma.

La Subestación blindada funciona mediante un esquema de simple barra con seccionamiento mediante interruptor automático y cada línea de transmisión en 220 kV puede transmitir la potencia completa de la Central. Las especificaciones del diseño se presentan en el cuadro 7.

*Cuadro N° 7. Condiciones de alimentación de arena para ambas calderas*

Tensión nominal (kV)	Tensión máxima (kV)	Aislamiento equipamiento BIL (kVcr)
220	245	1.050

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

En la imagen 62 se presenta un diagrama unifilar de dicha subestación. Para más detalle ver “Capitulo 9 - Informes Técnicos y Ambientales - 13 – Anexo - 6 - Planos y mapas - 6.30 Plano Proyecto - Esquema Unifilar General”

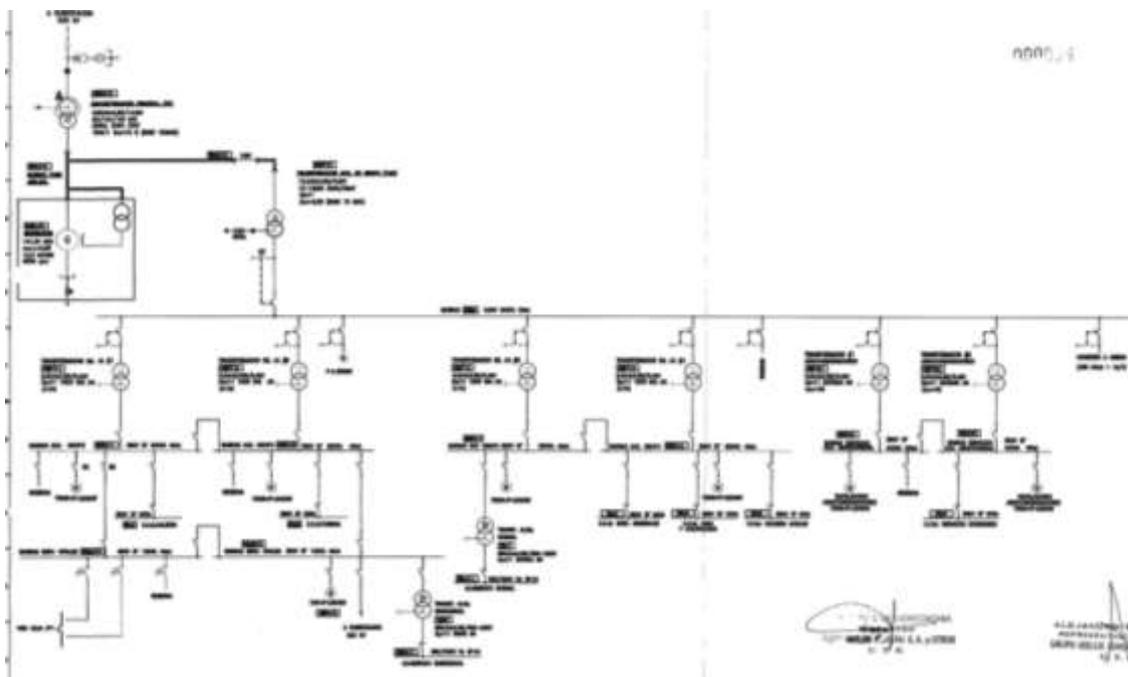


Imagen N° 62. Esquema Unifilar de Subestación GIS 220 kV

Fuente: YCRT.

A continuación se presenta el listado de transformadores:

- 1- Transformador Principal de la Unidad
- 2- Transformador Auxiliar
- 3- Transformador de arranque
- 4- Transformadores de Centros de Distribución, servicios auxiliares de baja tensión
- 5- Transformadores de Centros de Distribución, servicios auxiliares de baja tensión  
aerocondensadores
- 6- Transformadores de Centros de Distribución, servicios auxiliares de baja tensión. Servicios  
Comunes
- 7- Transformador del centro de distribución de alumbrado normal
- 8- Transformador del cuadro de alumbrado de emergencia



Imagen N° 63. Estación transformadora y torre de línea en extra alta tensión  
Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 64. Estación transformadora y torre de línea en extra alta tensión  
Fuente: elaboración propia.

El Sistema Eléctrico General está compuesto por los siguientes sistemas principales:

- Subestación GIS 220kV (ADA)
- Sistema de Generación (MK y BA)
- Sistema de Transformadores de Potencia de la Unidad (BAT y BBT)
- Sistema de Media Tensión a 6,6 kV (BBA)
- Sistema de Centros de Fuerza a 380 V (BFA, BFT)
- Sistema de Centros de Alumbrado y Servicios Diversos a 380/220 V (BLA, BLT, BNA, BNT)
- Sistema de Centros de Control de Motores de 380 V (BJA)
- Sistemas de Corriente Continua a 110 V c.c y 220 V c.c. (BU\_, BT\_)
- Sistema de Corriente Alterna Ininterrumpida Regulada a 115 V (BRA)
- Sistema de Alimentación de Emergencia a 380 V c.a. (BMA)
- Sistema de Arranque en negro a 6,6 kV (XKB)
- Sistema de alimentación Diesel de emergencia a 380V (XKA)
- Sistema de Alumbrado y Tomas de Corriente (BL, BN)
- Sistema de Comunicaciones, Telefonía y Megafonía (CY)
- Sistema de Protección contra Descargas Atmosféricas (BAW)
- Sistema de Red de Tierras (BAW)
- Sistema de Traceado Eléctrico (SBB)

Véase el esquema unifilar general en el Anexo (Capítulo 9, Sección 13 Anexos, punto 6 planos y mapas – 6.30 Esquema Unifilar General).

#### **Sistema de Arranque en Negro (Black Start)**

El Sistema de Arranque en Negro (Black Start) en 6,6 kV está diseñado para proporcionar la energía necesaria para el arranque manual de una de las unidades sin alimentación auxiliar externa y con las cargas de parada de emergencia del grupo en servicio.

A voluntad del operador, existe además la posibilidad de arrancar uno o varios grupos para proporcionar energía a la planta en caso de parada prolongada y ausencia de red exterior.

El sistema de arranque en negro utiliza combustible presente en los tanques aéreos de hidrocarburos. La Central cuenta con 9 tanques en diversos lugares del predio con las siguientes características:

- Cuatro tanques de 40 m<sup>3</sup> de capacidad, destinados a gasoil se encuentran en batería
- Un tanque se encuentra fuera de uso
- Los otros 4 tanques también están destinados a gasoil, pero en recinto individual y son de volúmenes variables, correspondientes a 3 – 40 – 1616 y 47 m<sup>3</sup>.

En el Plan de Gestión Ambiental, punto 7.5 PMA: Instructivo de Control de Tanques Aéreos, se encuentra el detalle del estado de los tanques aéreos.

### **Sistema de media tensión**

Desde las barras de 6,6 kV se alimentarán los motores de más de 200 kW y los Transformadores de Centros de Fuerza de 6600/400 V y los servicios que así lo requieran. En la planta hay cuatro (4) sistemas de Media tensión:

- 1- Sistema de Media tensión de la Unidad 1, formado por las barras 11BBA10, alimentadas desde el secundario del transformador auxiliar de la Unidad 1, 1BBT10. Desde este sistema se alimentan los servicios propios del ciclo de vapor de la unidad 1.
- 2- Sistema de Media tensión de la Unidad 2, formado por las barras 12BBA10, alimentadas desde el secundario del transformador auxiliar de la Unidad 2, 12BBT10. Desde este sistema se alimentan los servicios propios del ciclo de vapor de la unidad 2.
- 3- Sistema de Media tensión de Servicios Comunes, formado por las barras 10BBA10, alimentadas desde el secundario de 6,9 kV del transformador de arranque 10BBT10 y desde las barras de media tensión del sistema de Black Start. Desde este sistema se alimentan todos aquellos servicios que son comunes a los ciclos de vapor de ambas unidades, tales como el parque de carbón, la planta de tratamiento de aguas, etc.
- 4- Sistema de Media Tensión de Black Start, formado por las barras 00BBA10, sobre las que se conectan los cinco grupos diesel de Black Start y conectadas a su vez con las barras de media tensión de servicios comunes de la planta.

Los cuadros 11BBA10 y 10BBA10 se interconectan a través de un interruptor de acoplamiento situado en el cuadro 10BBA10. Así mismo los cuadros 12BBA10 y 10BBA10 se interconectan a través de un interruptor de acoplamiento situado en los cuadros 10BBA10. En operación normal, las barras de Servicios Comunes estarán alimentadas desde uno de los acoplamientos con las barras de media tensión de la Unidad 1 o de la Unidad 2.

En caso de pérdida de tensión en alguna de las barras de Media Tensión, el sistema de control de la planta (SCD) realiza una secuencia automática de reposición de tensión, desde el transformador de arranque, tras el disparo de los motores correspondientes de la barra afectada.

### **Sistema de baja tensión**

Los sistemas de baja tensión a 380 V están constituidos por dos sistemas diferentes: Centros de Fuerza de 380 V y Centros de Control de Motores de 380 V. Los Centros de Fuerza de 380 V reciben su alimentación desde los Transformadores de 6,6, Dyn11 alimentados a su vez desde el sistema de media tensión. Desde los Centros de Fuerza de 380 V, se alimentan todos aquellos receptores de potencia mayor que 75 kW y menor o igual a 200 kW. CCM's, Cargadores de Baterías, etc., a través de interruptores automáticos en ejecución extraíble.

Desde los Centros de Control de Motores se alimentan las cargas a 380 V de potencia igual o inferior a 75 kW y salidas de línea de intensidad no superior a 250 A. Los arrancadores de los motores de los CCM's estarán constituidos por un interruptor automático, un contactor y relés térmicos diferenciales, montados en cubículo extraíble.

Adicionalmente, desde los Centros de Fuerza de 380 V se alimentarán los Centros de Distribución de 380/220 V para Alumbrado y Servicios Diversos, utilizando para ello transformadores 380+-2x2,5%/380-220 V, Dyn11 con el secundario rígido a tierra.

Cada Centro de Fuerza está constituido por un transformador de aislamiento seco y un centro de distribución asociado. Los Centros de Fuerza están agrupados de dos en dos y unidos por un interruptor de acoplamiento que permanece abierto en condiciones normales de operación.

En caso de mínima tensión en uno de los Centros de Fuerza, se realiza una transferencia lenta automática, con disparo de los motores conectados a la barra, disparo del interruptor de alimentación normal a barras y cierre posterior del interruptor de acoplamiento.

Cuando se han disparado los motores de la barra afectada, arrancan los motores redundantes, conectados a la barra no afectada. Una vez recuperada la tensión en la barra afectada el operador puede proceder al arranque de aquellos motores que considere conveniente.

### **Sistemas de corriente continua de 110 V y 220 V CC**

El sistema de corriente continua a 110 V está previsto para la alimentación a circuitos de control y señalización, así como para ciertos servicios de seguridad en corriente continua de la planta y para alimentar el sistema de 115 Vac UPS.

El sistema de corriente continua a 220 V está previsto para la alimentación de las bombas de emergencia de lubricación de turbina y la alimentación al “field flashing” del generador, durante el arranque de éste. Ambos sistemas son comunes a ambas unidades y cada uno ellos está constituido por dos (2) baterías estacionarias de acumuladores, dos (2) cargadores de baterías para la carga de estas baterías y el suministro requerido por los correspondientes servicios en corriente continua y dos (2) centros de distribución. Todos ellos redundantes.

Las baterías trabajan normalmente en régimen de flotación.

### **Sistema de corriente alterna ininterrumpida y regulada de 115 VCA (UPS)**

El sistema de 115 V.c.a. común a ambas unidades, correspondiente a las fuentes de alimentación de tensión segura (ininterrumpida y regulada) se utilizará para alimentar al Sistema de Control Distribuido, PLCs y otros circuitos críticos de la central. Estará formado por dos barras de 115 V, alimentada cada una de ellas por un inversor estático, un transformador de by-pass y el interruptor estático correspondiente.

### **Sistema eléctrico de alimentación de emergencia**

El sistema eléctrico de alimentación de emergencia está compuesto por un generador diesel 10XKA10 a 380 V, 50 Hz, y dos barras de distribución asociadas 11/12BMA10 (Centros de Servicios Esenciales).

Los centros de servicios esenciales están alimentados normalmente desde los Centros de Fuerza. Los Centros de Servicios Esenciales son los siguientes:

- Centro 11BMA10, perteneciente a la Unidad 1.
- Centro 12BMA10, perteneciente a la Unidad 2.

Estos Centros están contruidos con aparellaje mixto de Centros de Fuerza y de Centros de Control de Motores, con el fin de proporcionar alimentación de emergencia a todo el rango de cargas que lo requiera. En caso de indisponibilidad de energía en los centros de fuerza, el generador diésel 10XKA10 suministra la energía eléctrica requerida por los servicios esenciales para garantizar la parada segura, tales como los cargadores de batería, el sistema de lubricación de turbina, las válvulas de mariposa del sistema de agua de circulación, el alumbrado de emergencia y otros. Este generador diésel arranca automáticamente por señal de mínima tensión en alguna de sus barras asociadas y se conecta a las barras de esenciales con un tiempo de demora suficiente para dar tiempo al funcionamiento eventual de las transferencias automáticas. También arranca manualmente (solamente de forma local) por acción del

operador. De forma local o remota también se realiza la prueba periódica de arranque, sincronización, acoplamiento con la red y toma de carga.

### Niveles de Tensión

El Turbogruppo de la Unidad genera a una tensión de 13,2 kV con un margen de variación de tensión de +-5%. Para tensiones iguales o superiores al 80% de la nominal, todos los motores pueden arrancar.

Para equipos alimentados en corriente continua las variaciones máximas estables de tensión son de +10 y -15%. Para equipos alimentados desde el sistema de 115 Vca ininterrumpida regulada, será de +-1% en régimen estático.

Los consumidores eléctricos de la Central se alimentan de los siguientes sistemas y niveles de tensión:

Cuadro N° 8. Alimentación de consumidores eléctricos

Consumidor	Tensión	Fases
Motores con potencias nominales superiores a 200	kW 6.600V	3 F
Motores con potencias nominales de más de 75 kW y hasta 200 kW desde centros de fuerza	380 V	3 F
Motores de 75 kW y menos hasta 18,5 kW desde centros de control de motores	380 V	3 F
Motores hasta 18,5 kW y cargas alimentadas con interruptores cable de sección $\leq 25 \text{ mm}^2$	380 V	3 F + T
Tomas para soldadura	380/220 V	3 F + N + T
Tomas para herramientas portátiles	220 V	1 F + N + T
Tomas de seguridad (caldera)	24 V	2 F + T
Distribución de alumbrado	380/220 V	3 F + N + T
Aparatos de alumbrado normal	220 V	1 F + N + T
Aparatos de alumbrado de emergencia	220 V	1 F + N + T
Resistencias de caldeo	380/220 V	3 F + N
Tensión de mando para	00	
Cuadros de Media Tensión	110 Vcc	
Cuadros de distribución de Baja Tensión (centro de fuerza)	110 Vcc	
Centros de control de motores	110 Vcc	1 F + N
Alimentación a los servicios de instrumentación	00	
Normal	380 V	3 F
Critica de S.A.I (UPS)	115 V	1 F + N
Critica de corriente continua	110 Vcc	00
Motores de bombas de emergencia de aceite de lubricación del Turbogruppo	220 V.c.c	
Grupo de emergencia	380 V.c.a	3 F

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

## 6.12. Tratamiento de agua industrial y de agua potable

Para la información completa véase el Capítulo 9 “Informes técnicos y ambientales”.

### 6.12.1. Agua Potable

El suministro de agua es por medio de una planta potabilizadora de agua – PTA del tipo compacta, modular con una capacidad de 0,63 m<sup>3</sup>/h, y tanque cisterna de almacenamiento de 40 m<sup>3</sup>, trailer de operación y laboratorio de muestreo. Ocupa una superficie aproximada de 100 m<sup>2</sup>, del Predio de la Central Termoeléctrica.



Imagen N° 65. Planta de tratamiento de agua  
Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 66. Planta de tratamiento de agua  
Fuente: elaboración propia.

### 6.12.2. Planta de Tratamiento de Aguas

Para la información completa véase el Capítulo 9 “Informes técnicos y ambientales”, 8 “Instalaciones de carbón, caliza y agua”. En dichas carpetas se encuentra la descripción de la planta, las memorias y planos.

#### Condiciones de diseño – tipos de agua

La Planta de Tratamiento de Agua - PTA recibe las aguas del sistema de captación y las acondiciona para su uso en los diferentes circuitos:

#### SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA

Las funciones principales del sistema de captación de agua son:

- Suministro de agua al tanque de agua bruta de la planta de tratamiento de agua (PTA) mediante las bombas de los pozos de captación PZ1 y PZ2. Desde la PTA se abastece de agua al tanque de agua de servicios generales y protección contra incendios, de dónde se toma agua para la planta de potabilización, la planta de agua desmineralizada, la red de distribución de agua de servicios y al sistema de protección contra incendios.
- Suministro de agua al tanque de reciclado mediante las bombas de los pozos de captación PZ3, PZ4 y PZ5. El tanque de reciclado abastece de agua al sistema de humidificación de cenizas y de carbón.

#### AGUA DE SERVICIOS

Producida a partir del agua bruta mediante un pretratamiento físico-químico, el agua de servicios se utiliza para los servicios varios de la Central como riegos (solo en situación de emergencia, cuando el sistema dedicado a este uso no sea capaz de suministrar agua suficiente), limpiezas de suelos, mangueros, etc., y como fuente para la producción de agua desmineralizada.

Una parte del agua almacenada en el tanque de agua de servicios se utiliza como reserva de Protección Contra Incendios.

El agua bruta pretratada se almacena en el tanque de agua de servicios consistente en un (1) tanque de agua de servicios (común a ambas unidades) con una capacidad útil de 2150 m<sup>3</sup>, de los cuales 1470 m<sup>3</sup> constituyen la reserva de agua contra incendios.

La reserva de agua de servicios es suficiente para alimentar la planta de tratamiento de agua, el sistema de potabilización y mantener la distribución de agua de servicios durante aproximadamente 2 días sin aportes externos (considerando consumos de operación normal).

El agua contra incendios no se computa como consumo de operación normal. Se representa en el balance de máximos puntuales no coincidentes el caudal por hora que sería necesario para extinguir un posible incendio.

Se ha supuesto un consumo prorrateado de 0.2 t/h de agua de servicios para riegos, baldeos, mangueros de suelos y otros servicios varios (como por ejemplo el suministro de agua intermitente a los stripper coolers).

Otro consumo que puede ocurrir puntualmente (la frecuencia de esta operación se ha estimado en 2 veces al año) es el suministro de agua para limpieza de los aerocondensadores. Considerando que en un determinado momento se limpia uno de los dos condensadores (la limpieza es controlada manualmente y nunca sucederá simultáneamente en los dos equipos) el caudal máximo necesario para este servicio será aproximadamente 17 m<sup>3</sup>/h. Todo el agua necesaria que no se pueda generar mientras se consume se obtendrá de la reserva del tanque de reserva correspondiente, en este caso, del tanque de agua de servicios.

De manera conservadora, se ha supuesto que el 85% de todo el caudal de agua de servicios se descarga en la red de drenajes aceitosos, excepto una pequeña parte que se considera drenaje libre de aceites (15%).

#### *ISLA DE POTENCIA*

La Central requiere un aporte continuo de agua desmineralizada para compensar las pérdidas por las purgas de las calderas y otras pérdidas diversas. En operación normal, la purga de caldera es de aproximadamente un 1% de la producción nominal de vapor, y las pérdidas de agua en el ciclo termodinámico se estiman en un 0,30% del caudal de condensado. En arranques (no coincidente en las dos calderas) se considera que la purga de caldera es de un 5% de la producción nominal de vapor y las pérdidas de un 0,75% del caudal de condensado.

#### *DESMINERALIZACIÓN Y AGUA DESMINERALIZADA*

El agua desmineralizada, que se obtiene del agua de servicios a partir de un proceso de desmineralización por ósmosis inversa (OI) y electrodesionización (EDI), se utiliza como agua de aporte a la Central, una vez acondicionada, para reposición de fugas en el ciclo termodinámico, reposición de las purgas de las calderas y reposición de pérdidas en los circuitos de refrigeración de componentes.

La planta de producción de agua desmineralizada, está compuesta por dos (2) trenes de 7 m<sup>3</sup>/h cada uno (2 x 50%). Cada tren incluye un sistema de ósmosis inversa (OI) y de electrodesionización (EDI). El agua desmineralizada producida se almacena en dos (2) tanques de agua desmineralizada de 1000 m<sup>3</sup> de capacidad cada uno, con objeto de reducir el riesgo de una potencial contaminación del agua producida. Esta capacidad es suficiente para asegurar la operación normal de la Central al 100% de carga durante ocho (8) días, sin aportes.

La conversión de la planta de tratamiento de agua se estima en 67,5 %, para los análisis de agua de pozo de garantía.

La planta de desmineralización produce un efluente consistente en agua salada que se envía al tanque de reciclado a través de la Planta de Tratamiento de Efluentes.

El consumo de agua desmineralizada en las calderas lo constituyen fundamentalmente las reposiciones por purgas en los calderines y las pérdidas de vapor en sellos o fugas. Se considera como aporte también las pérdidas en el resto de los sistemas del ciclo como el sistema de condensado o el de muestreo, y las operaciones puntuales que requieren agua desmineralizada como por ejemplo el aporte a la caldera auxiliar, etc.

#### *AGUA POTABLE*

El agua potable se obtendrá a partir del agua bruta de pozo pretratada mediante un proceso de potabilización. Da servicio a fuentes, aseos, duchas y lavajos de seguridad, etc. El sistema de agua potable es común a ambas unidades de CTRT. A tal fin la Central dispone de una planta de potabilización, con una capacidad máxima de 4 m<sup>3</sup>/h. El agua potable se obtendrá a partir de agua bruta pretratada.

El agua potable producida se almacena en un tanque de 40 m<sup>3</sup>. Se ha supuesto una dotación de 100 l/persona/día y 3 turnos de 50 personas cada. De ésta manera éste tanque tiene una autonomía para aproximadamente 2,6 días considerando los consumos nominales previamente especificados.

De forma conservadora se ha supuesto que, en operación normal, el caudal de agua potable producido es también el caudal de entrada en las plantas de tratamiento de aguas negras. Una vez tratada y monitorizada, se descarga a la balsa de recogida de efluentes.

#### *AGUA BRUTA – Aporte a la Planta de Tratamiento de Agua*

Para el circuito de agua bruta se destinarán dos (2) de los siete (7) pozos de agua (comunes a ambas unidades) que tomarán agua del acuífero. Se utiliza el agua bruta procedente de dichos pozos como fuente para la producción de agua de servicios y agua potable. El agua tomada del acuífero se almacena en un tanque de 50 m<sup>3</sup>.

#### *AGUA RECICLADA – TANQUE DE RECICLADO*

Para el circuito de agua reciclada se destinarán tres (3) de los siete (7) pozos adicionales (comunes a ambas unidades) que, cuando sea necesario, tomarán agua del acuífero y la bombearán al tanque de agua reciclada.

La planta cuenta con un tanque de agua reciclada común para ambas unidades de 1000 m<sup>3</sup> de capacidad útil. Al instalar dicho tanque se pretende recuperar la mayor parte del agua residual de la central, minimizándose así los vertidos al río. El agua reciclada se reutiliza fundamentalmente para la humectación de las cenizas y para el riego del parque de carbón.

El agua almacenada en el tanque de reciclado procede de tres fuentes principales:

- Descarga del efluente tratado en la balsa de neutralización de efluentes de la Planta de Tratamiento de Efluentes (PTE).
- Aportación de agua de pozo (cuando los caudales de efluentes tratados no sean suficientes).
- Aportación de agua de servicios (cuando las fuentes mencionadas arriba no sean capaces de suministrar el total de agua necesario).

#### **Condiciones de los balances de agua**

Se han realizado dos (2) balances de agua.

##### *Balance “Operación normal”:*

Esquematiza las condiciones de operación normal, es decir RT1 y RT2 funcionando al 100% de carga. Representa los consumos que se toman como diseño para la planta de desmineralización, teniendo en cuenta que en este caso trabajan los dos trenes para una producción total de aproximadamente 10 t/h.

##### *Balance “Máximos puntuales”*

Esquematiza las condiciones de máximos puntuales no coincidentes: un grupo en operación normal, el segundo grupo arrancando y un incendio simultáneo.

Representa los consumos máximos que pueden ocurrir en la Central, tales como: ducha lavajos de emergencia funcionando, caudal de aguas pluviales contaminadas, atemperación del tanque de purga intermitente y de la purga de la caldera auxiliar, dilución de amoníaco (se estima que esta operación ocurra sólo en forma muy excepcional y dure cerca de 30 minutos) y, en general, pérdidas máximas en los sistemas.

En el cuadro siguiente se indican los caudales medios/punta de agua de aporte de los pozos y de la descarga al Río Turbio:

*Cuadro Nº 9. Principales variables del balance de agua en operación normal y excepcional*

Balance	Operación Normal	Máximos Puntuales
Aporte de agua de pozo a la Planta de Tratamiento de Agua	16.93 t/h	60.75 t/h
Aporte de agua de pozo a los sistemas de riego y humectación	27.94 t/h	0.00 t/h
Descarga al Río Turbio	0.00 t/h	42.86 t/h
Aporte de agua de pozo directa al Tanque de Agua de servicios	0.00 t/h	70.00 t/h

Debe señalarse que el mayor impacto en el caudal de aporte a la Central proviene del caudal necesario para la humectación de las pilas de cenizas y riego del parque de carbón.

Para las condiciones establecidas en el balance de operación normal (reciclado de los efluentes tratados), la Central podría llegar a operar sin descargar ningún efluente líquido al Río Turbio.

El caudal de operación normal de aporte de agua de pozo a los sistemas de riego y humectación es de 27.94 m<sup>3</sup>/h. Sin embargo, en el caso del balance de máximos puntuales, cuando se verifica la máxima recuperación de efluentes en el tanque de reciclado, toda el agua para riego y humectación se toma de dicho tanque, sin necesidad de aportar agua bruta desde los pozos dedicados a ese servicio. Finalmente en el balance de agua en operación normal se obtiene un consumo medio de agua desmineralizada en operación normal, de 10,36 m<sup>3</sup>/h, por lo que la capacidad de la planta de desmineralización, de 7 m<sup>3</sup>/h netos por cadena (más de 2 x 50%), se considera adecuada.

### Instalaciones de la PTA

El agua proveniente de pozo alimentará un tanque de acumulación de 50 m<sup>3</sup>, que será llenado de acuerdo con la señal de un transmisor de nivel. Esta misma señal indicará arrancar a las bombas de pozo o captación y a la bomba dosificadora de hipoclorito de sodio, mientras no se alcance el nivel alto. La frecuencia de impulso –número de emboladas por minuto - de la dosificación será controlada por un medidor de cloro de acuerdo a un valor preestablecido. Cuando se alcanza el nivel alto en el sensor de nivel se indicará cerrar la válvula de ingreso al tanque y la bomba dosificadora se detendrá. A la salida del tanque se dispone de dos bombas (al 100 %, una en espera) para alimentar dos filtros de arena. Los filtros están diseñados para operar al 50 % del caudal a tratar y atender el 100 % de la carga durante la operación del contralavado de uno de ellos. En caso de emergencia la PTA recibirá una señal de parada y las bombas de agua bruta no trabajarán hasta que se vuelva a restablecer la operación normal.

### Contralavado

Se realizará una vez que la diferencia de presión entre la entrada y la salida (diferencia medida por los sensores-transmisores de presión supere 1 bar por encima del valor de pérdida de carga a filtro limpio. Para ejecutar el contralavado se dispone de dos bombas al 100% (una en espera) que se alimentarán desde el tanque de agua bruta.

Si el caudal de alimentación a los filtros supera los 30 m<sup>3</sup>/h el contralavado no se ejecutará aun cuando el valor de  $\Delta P$  sea mayor al valor establecido. El agua filtrada es enviada a un tanque de servicios (provisto por otros) y de allí se alimentarán a un sistema de Osmosis Inversa (OI) - Electrodeionización (CDI), constituido por los skids N° 10, 11, 12, 13 y 14, y hacia el skid N° 9, de dosificación al tanque de almacenamiento de agua potable (tanque provisto por otros).

Cuando los sensores de nivel de los tanques de agua desmineralizada correspondientes a los tanques indican nivel bajo, arranca la planta de tratamiento de agua. De manera análoga, en función de la señal que envían estos sensores al PLC, la planta se detiene por alto nivel en tanques de agua desmineralizada.

Para el acondicionamiento químico del agua, en un paso posterior al pasaje a través de los filtros de arena, se dispone de tres sistemas de dosificación a saber:

- De solución anti incrustante: Para evitar la formación de incrustaciones en las membranas debido a la dureza y al contenido de sílice del agua cruda. La concentración de la solución a dosificar y el caudal de dosificación se establecen en función de la composición química del agua a tratar. Las bombas dosificadoras encargadas de esta operación son las dos, que toman la solución desde el tanque. La dosificación es continua, a un valor de caudal de antiincrustante preestablecido.
- De ácido sulfúrico para regulación del pH: Las bombas dosificadoras encargadas de esta operación son dos, que toman la solución desde el tanque. La dosificación es controlada según la señal del medidor de pH que envía la señal al transmisor multiparamétrico.
- De solución de bisulfito de sodio: Para reducir el cloro presente en el agua que alimentará a las membranas de OI. Las bombas dosificadoras encargadas de esta operación son las dos, que toman la solución desde el tanque. La dosificación es controlada de acuerdo a la señal de un instrumento medidor de potencial de óxido reducción que envía la señal al transmisor multiparamétrico. El arranque de las bombas de dosificación es simultáneo al arranque de las bombas de presurización. Estas bombas arrancan por señal de nivel bajo proveniente de los tanques de agua desmineralizada.

Posteriormente, el agua acondicionada químicamente es microfiltrada mediante cartuchos descartables de 5 micrones para la retención de sólidos en suspensión más finos que pudieran fugar de los filtros de arena. Se dispone de tres unidades diseñadas al 50 % cada una, de modo de permitir el recambio de los cartuchos sin parar el sistema. Una pérdida de carga de 0,8 bar indicada por los sensores/transmisores de presión ubicados a la entrada y salida de los microfiltros indicará la necesidad de recambio de éstos.

El agua a tratar por el sistema OI-CDI es presurizada mediante dos bombas centrífugas al 100 % (una en reserva). El sistema está constituido por dos trenes que pueden trabajar en forma independiente. En caso de requerirse sacar de servicio uno de ellos, la bomba dispone de un variador de velocidad para trabajar al 50 % de prestación.

### **Tratamiento por ósmosis inversa y electrodesionización**

El agua pretratada es presurizada mediante una bomba centrífuga de múltiples etapas a los 2 trenes de osmosis inversa. Se dispone de dos unidades al 100%, una de ellas instalada como reserva. Las bombas están calculadas para asistir a la OI y al EDI sin tanque de ruptura entre ambas. Las bombas disponen de su correspondiente variador de velocidad en caso de requerirse sacar de servicio un tren de ósmosis inversa para poder trabajar al 50%.

Una vez verificadas las presiones a la entrada de la bomba de alta presión y a las membranas respectivamente, en los módulos se producirá el proceso de separación de agua desalinizada obteniéndose dos corrientes, una de agua desalada (producto) y otra de concentrado (efluente). El concentrado, luego de atravesar el sistema de válvulas de regulación de presión es derivado a la planta de efluentes.

El producto de la ósmosis inversa alimentará a ambas celdas del EDI siempre que la conductividad del producto se encuentre por debajo de 30  $\mu S/cm$ . Durante el proceso de arranque de la ósmosis inversa, el producto será derivado automáticamente a la planta de efluentes hasta verificar que se alcanzó la calidad

requerida por el CDI. Por otro lado, se dispone de un sensor de presión a la entrada a las celdas EDI para protegerlas por alta presión. En caso de exceder el valor de 6,0 bar se indicará señal de alarma y parada del sistema. Si el valor de caudal de alimentación al EDI está por debajo del requerido el rectificador de corriente no arrancará hasta que se verifique valor adecuado.

Hasta que se alcance el caudal de alimentación requerido por la EDI se rechazará este caudal a la PTE.

El sistema de electrodeionización está constituido por dos celdas que permiten alcanzar una producción de 7,0 m<sup>3</sup>/h de agua desmineralizada cada una, en forma continua, con una conductividad menor de 0,1 μS/cm. En las celdas se produce la reacción de intercambio de iones residuales por oxhidrilos y protones, como resultado de la aplicación de una diferencia de potencial a los electrodos de las celdas de electrodeionización, por lo que no requiere del uso de productos químicos ni de paradas del sistema. La recuperación es del orden de 90 a 95 %, dependiendo de la concentración salina del agua de alimentación.

El producto final del EDI es enviado al tanque de agua desmineralizada cuyo sistema de control de nivel habilitarán el arranque y parada de la planta desmineralizadora, tal como se indicó antes. En caso que la conductividad del producto se encuentre fuera de especificación, se derivará a la planta de efluentes durante un lapso de hasta 10 minutos hasta lograr el valor deseado. La derivación se hace abriéndose automáticamente la válvula y cerrándose. Si no es posible alcanzar este valor se indicará alarma y detención del sistema. El mismo procedimiento se sigue respecto del sensor de sílice.

El concentrado es derivado a la entrada de las bombas de alimentación del pretratamiento.

#### **Sistema de lavado**

A fin de prolongar la vida útil de las membranas de osmosis inversa, se dispone de un lavado que automáticamente se operará a un tiempo establecido para comandar el sistema de autoflush. Esta operación se efectúa de manera automática en cada arranque de la planta o periódicamente, a un tiempo establecido, si la máquina opera de manera continua. Consiste en despresurizar el sistema de modo que el agua pasa a mayor velocidad sobre las membranas produciendo un efecto de barrido superficial. La despresurización se produce mediante la apertura de las válvulas. Es un proceso totalmente automatizado y que no requiere ninguna acción en particular de parte del operador.

Por otro lado, Se dispone de un sistema de lavado (CIP), montado en un bastidor independiente, para realizar la limpieza química o desinfección de las membranas de ósmosis inversa y/o de las celdas del EDI. Si bien estas operaciones son manuales el PLC controla el funcionamiento de la bomba de lavado y la resistencia calefactora de acuerdo al programa de lavado elegido. El sistema cuenta con su correspondiente sensor de nivel, un termómetro y un termostato.

#### **Agua potable**

El agua proveniente del tanque de servicios es impulsada por una bomba centrífuga (con otra en stand by) para el llenado del tanque de agua potable de acuerdo a una señal externa de nivel de dicho tanque. La bomba centrífuga comenzará a funcionar cuando el sensor de nivel del tanque de agua potable (por otros) indique nivel bajo y parará cuando el sensor de nivel, indique nivel alto. Adicionalmente, se dispone de un sensor de flujo (flow switch) para protección de las bombas en caso de falta de agua por cierre de las válvulas de alimentación.



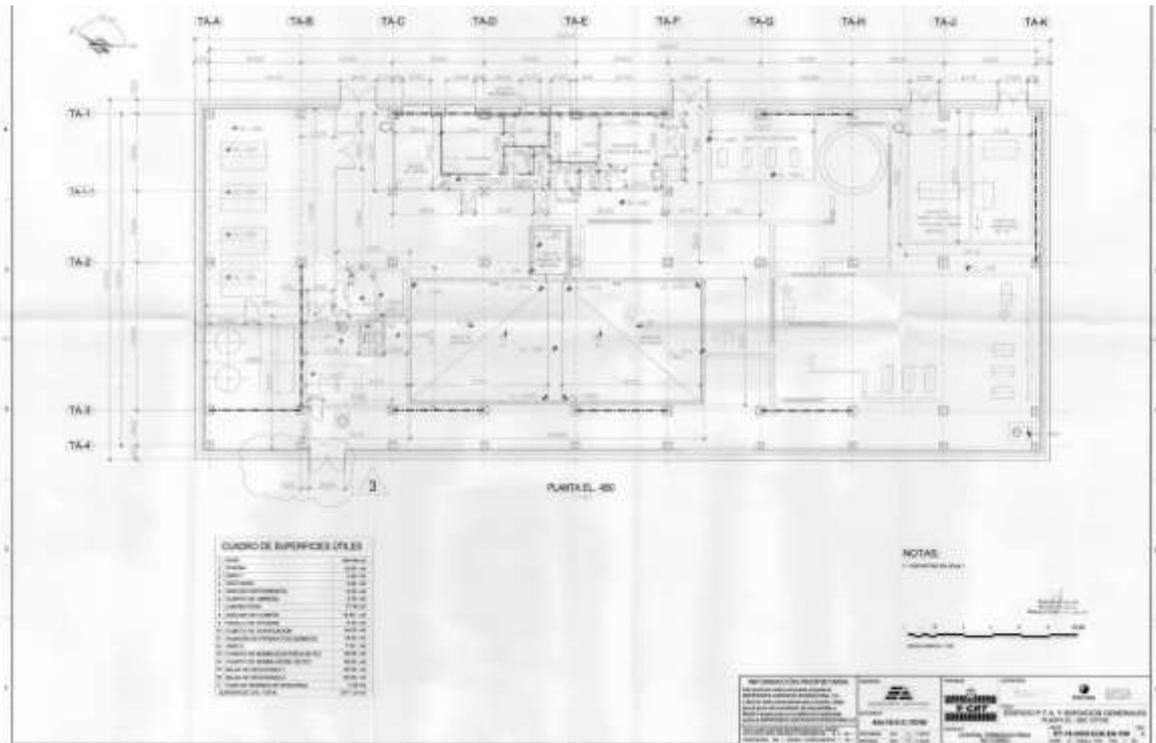


Imagen N° 68: Plano de la Planta de Tratamiento de Aguas – PTA

Nota: véase el plano en Capítulo 9 “Informes técnicos y ambientales”, 8 “Instalaciones de carbón, caliza y agua”.

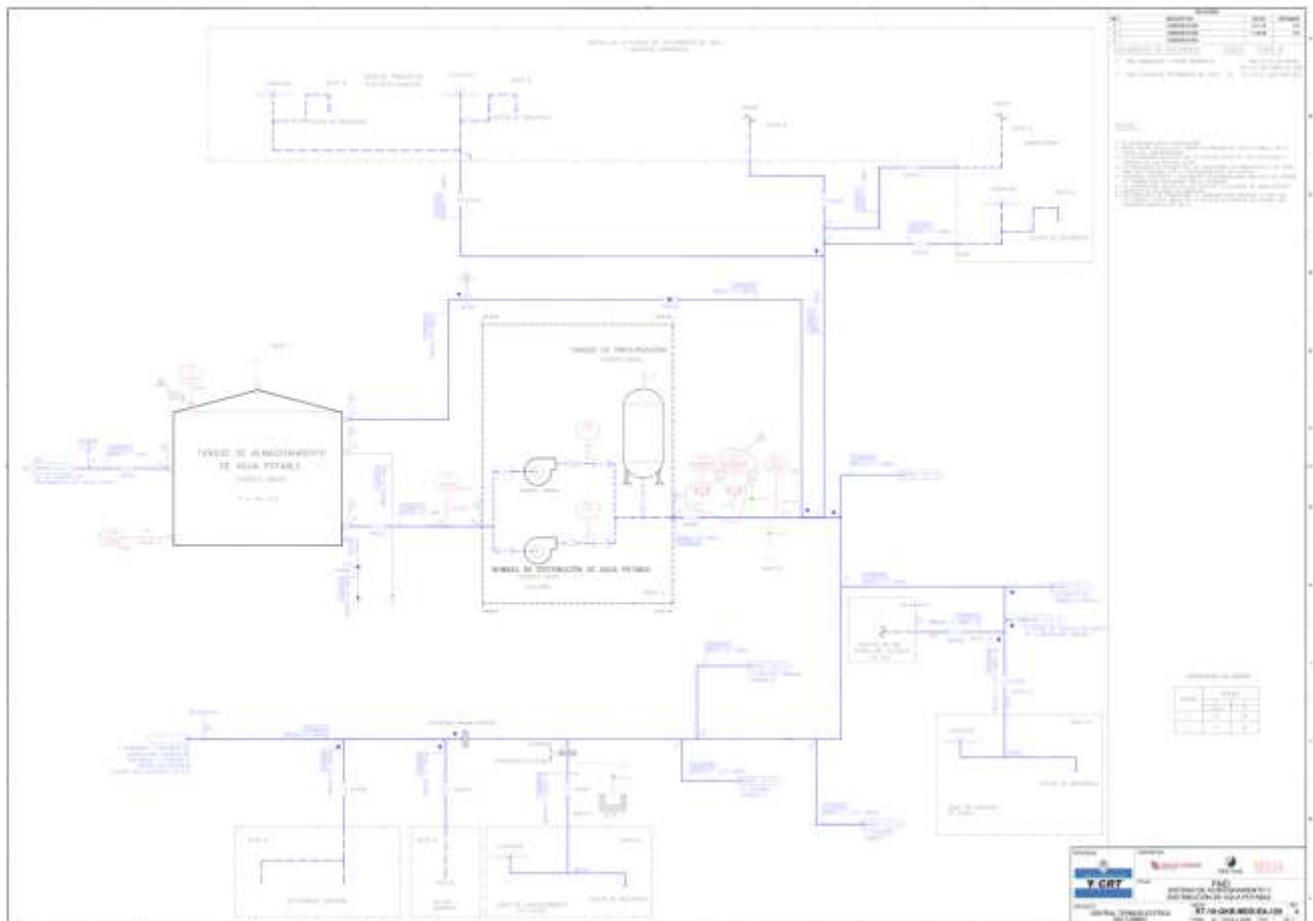


Imagen N° 69: Sistemas de Almacenamiento y Distribución de agua

Nota: véase el plano en Capítulo 9 “Informes técnicos y ambientales”, 8 “Instalaciones de carbón, caliza y agua”.

El PLC de la planta está configurado para comunicarse con el SCD. La base de datos de las señales comunicadas (Modbus) de la planta de tratamiento de agua con el SCD. Las señales comunicadas de supervisión que se llevarán al SCD son todas las alarmas del sistema de control local (PLC) y todas las señales necesarias para elaborar en el SCD un gráfico que permita al Operador de Sala de Control Principal conocer el estado de la planta (estado de arranque/parada de los motores, valor de las principales variables de proceso, etc.).

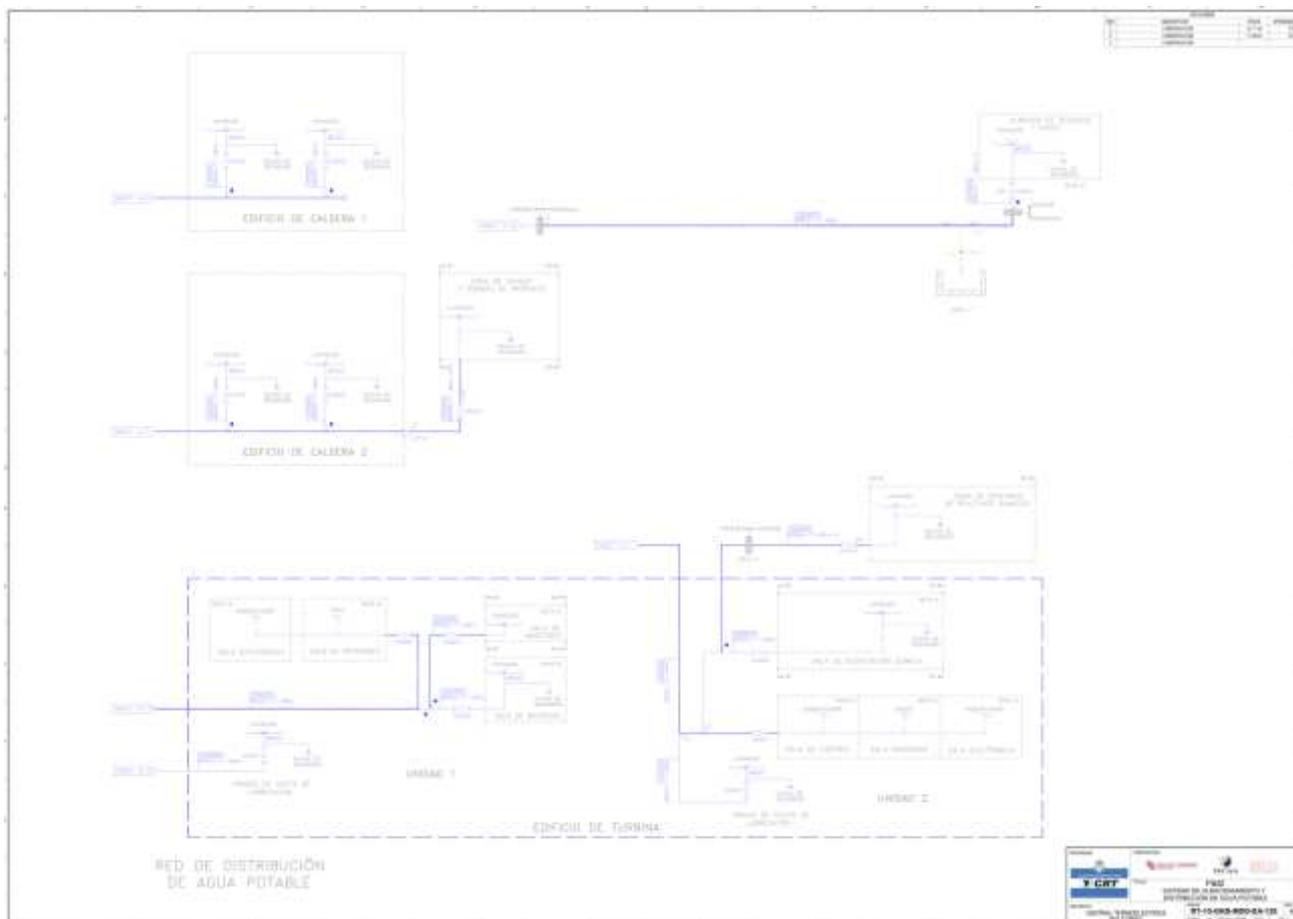


Imagen Nº 70: Sistemas de Distribución de aguas

Nota: véase el plano en Capítulo 9 “Informes técnicos y ambientales”, 8 “Instalaciones de carbón, caliza y agua”.

### 6.12.3. Sistemas de Drenajes

Los sistemas de drenajes están divididos en drenajes aceitosos y no aceitosos y pluviales:

En cuanto a la Captación y Tratamiento de aguas no aceitosas, se encuentran los siguientes sistemas de efluentes:

- Drenajes Limpios
- Drenajes de Amoníaco / Agua Amoniactal
- Drenajes de Servicios

#### **Drenajes Limpios**

Los efluentes de proceso conducidos hasta la balsa de neutralización son:

- Las purgas continua e intermitente de las calderas principales
- La purga de la caldera auxiliar (en caso de arranques)
- Los rechazos de la Planta de Tratamiento de Agua (lavado de filtros + OI)

- Red de drenajes no aceitosos del edificio de turbinas
- Red de drenajes no aceitosos edificio de caldera

### **Drenajes de Servicios**

Los efluentes de proceso conducidos hasta la balsa de neutralización son:

- El efluente tratado procedente de las plantas de aguas sanitarias

Estos efluentes descargados se acondicionan en la balsa de neutralización (Edificio Planta Tratamiento de Agua) y son enviados al tanque de reciclado de 1000 m<sup>3</sup>, capacidad equivalente al consumo de agua durante 16 horas para humectación de las pilas de cenizas. Cuando el caudal de los efluentes a reutilizar procedentes de la balsa de neutralización sea superior al caudal máximo aceptado por el tanque de reciclado, dicho exceso de efluente se descargará a la arqueta de control para su vertido controlado al río.

- Purgas de caldera

Parte del agua del ciclo termodinámico se purga de forma continua de la parte inferior del calderín de ambas calderas (zona de máxima concentración de sólidos disueltos). Dicha purga continua está formada por agua desmineralizada, con un pH entre 8.5 y 10.2, y aditivos para proteger las calderas de la corrosión.

La purga continua se descarga al tanque de purga continua donde sufre un “flashing”, recuperándose el vapor en el desaireador y enviándose al tanque de purga intermitente el agua residual. Del tanque de purga intermitente (atmosférico) el agua se bombea a la PTE tras haber sido enfriado a 60°C.

Durante el arranque de cada unidad, las purgas intermitentes y la purga de arranque se envían a las balsas de recogida de efluentes de la PTE para su tratamiento antes de enviarse al tanque de reciclado.

- Drenajes del ciclo

Drenajes del aerocondensador y de otros equipos, los drenajes del sistema de muestreo, etc. Su composición (agua desmineralizada con aditivos) es similar en todos los casos. En el caso de operación normal se consideran unas pérdidas de aproximadamente el 0,30% del caudal de condensado. En el caso de máximos puntuales, se considera que las pérdidas son el 0,75% del caudal de condensado.

- Drenajes de planta

Son los drenajes producidos durante la operación de la Central. Su origen son principalmente los mangueros y limpiezas de suelos, duchas y lavaojos de emergencia, drenajes de equipos, sistema de protección contra incendios (en caso de incendio), etc. Su composición depende de su origen (agua potable, agua de servicios, agua desmineralizada o agua de lluvia).

Estos drenajes son no aceitosos, los generados en zonas sin riesgo de presencia de aceites.

- Drenajes de Servicios - Aguas sanitarias

Las aguas procedentes de los aseos se tratan en dos plantas depuradoras de aguas sanitarias en las que se elimina su carga biológica antes de descargarlas a la balsa de recogida de efluentes.

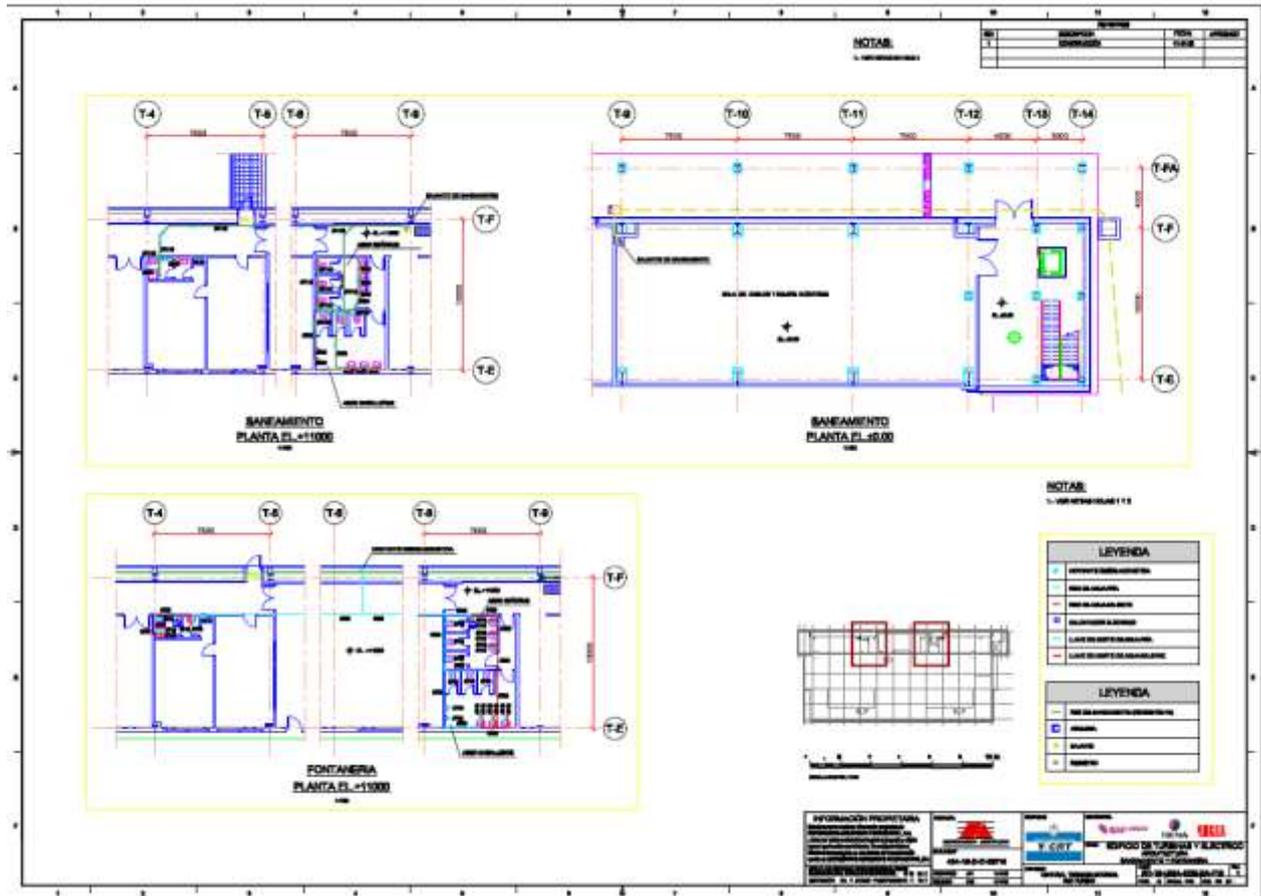


Imagen N° 71: Instalaciones de Agua y Desagües en el Edificio de Turbinas

Nota: véase el plano en Capítulo 9 “Informes técnicos y ambientales”, 8 “Instalaciones de carbón, caliza y agua”.

### **Drenajes aceitosos:**

Tienen su origen en derrames de aceite (transformadores, tanque de gasoil, etc.).

Los drenajes potencialmente aceitosos se procesan en separadores lamelares para separar el aceite del agua. El aceite se recoge en bidones y el agua se descarga en la red de drenajes no aceitosos

La Central cuenta con tres sistemas de drenajes para aguas aceitosas, distribuidos para cubrir las diferentes zonas, de la siguiente manera:

- Zona Transformadores
- Zona Turbina / Caldera
- Zona Talleres

Las aguas aceitosas son captadas por sistemas de rejillas y derivadas mediante un sistema de cámaras y tuberías hacia los equipos Separador Lamelar, para luego ser tratadas.

Los equipos Separador Lamelar, se encuentran ubicados en los siguientes sectores:

- Edificio Bombas de Gas Oil
- Edificio Planta de Tratamiento de Agua
- Edificio Planta de Tratamiento de Efluentes

Cada sistema, además cuenta con un filtro Cesta, que es básicamente un tanque de forma cilíndrica diseñado específicamente para eliminar sólidos contaminantes tales como suciedad, óxidos, escorias, tierras, barros, partículas metálicas, etc. de líquidos y corrientes de aire o gases.

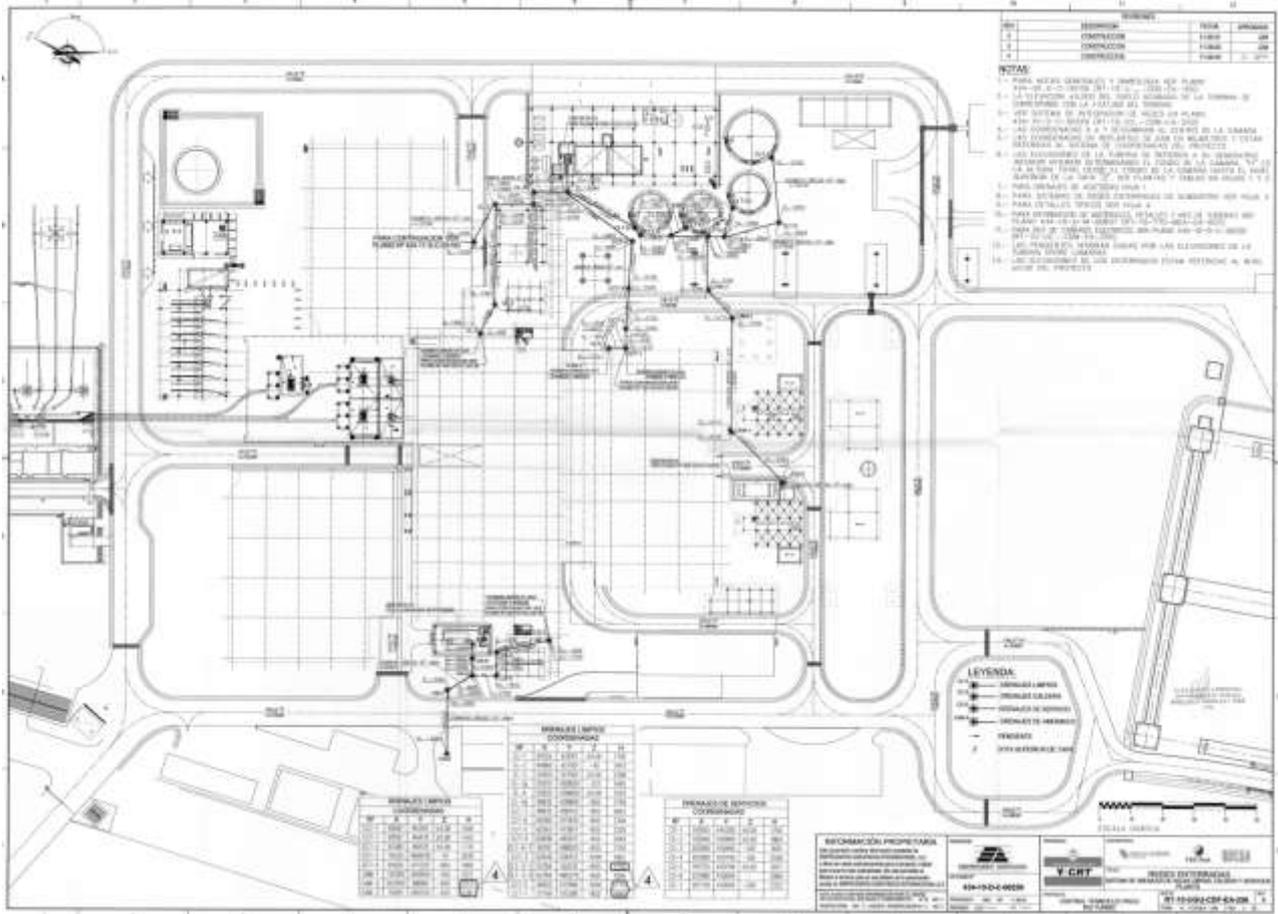


Imagen N° 72: Plano de Drenajes no aceitosos

Nota: véase el plano en Capítulo 9 “Informes técnicos y ambientales”, 8 “Instalaciones de carbón, caliza y agua”.

Una vez tratada, el agua limpia es derivada hacia las piletas de Tratamiento de Efluentes de la Planta de Tratamiento de Agua. Mientras que el producto separado tanto líquido como barros (fangos), son retirados de manera manual en recipientes para su disposición final.

En la Central se recogen además otros drenajes de naturaleza química (reactivos para tratamiento, ácido procedente de baterías) y aceitosa (aceite de lubricación, aceite de sellado, drenajes del almacén de grasas y aceites, etc.) que serán confinados en cubetos ciegos para su evacuación por gestor autorizado (en el caso de los aceites) o bien, su neutralización para su posterior envío a la red de drenajes no aceitosos más cercana.

#### Extracción del Producto Separado

Como norma general una vez al mes o, cuando haya habido un derrame importante de producto, se debe quitar la tapa de registro de la Cámara de Producto separado, y comprobar el nivel de líquido en la misma. Si este nivel está próximo al nivel del líquido en la Cámara de Placas, se procede al vaciado del Producto.

Este vaciado se hará, abriendo la conexión de drenaje con bombas si el nivel del Separador así lo requiere.

#### Extracción de Fangos

Después de aproximadamente 1000 horas (aprox. 45 días) de funcionamiento o cuando note que el agua de salida está sucia, se deberá drenar o aspirar los fondos del Separador, a saber, Cámara de Entrada, y Áreas de decantación de los paquetes de Placas. No es necesario vaciar el Separador, únicamente se extrae aproximadamente el 5-10% del volumen.

### Separador Lamelar – Descripción General

El Separador es un sistema gravitacional para la separación de los productos ligeros no miscibles en agua (aceites, gasolinas, etc.) de sus mezclas con agua. Su diseño utiliza la fuerza de flotación: diferencia de gravedades específicas entre los dos fluidos (p.e. agua/aceite) intensificada por el uso de Placas Coalescentes.

El Separador está diseñado para recibir las mezclas no emulsionadas y procesarlas de una sola pasada por el Separador.

La mezcla (p.e. agua/aceite) entra en el Separador a través del codo de entrada, a la Cámara de entrada o pre-separación, donde se produce la separación de las gotas de Producto de mayor tamaño y los sólidos más pesados. El Producto fluye hacia la parte superior quedando flotando sobre la superficie del agua y los sólidos decantan en el fondo de la Cámara.

Después, el agua con las gotas más pequeñas de Producto y sólidos, fluye a través de los Paquetes de Placas. El producto en esta mezcla está normalmente en forma de gotas de varios tamaños. A medida que la mezcla Producto/agua fluye a través de las placas, las gotas de producto tienden a subir en el agua debido al efecto de flotación. A medida que las gotas suben, estas se ponen en contacto con la parte inferior de las Placas y se coalescen, formando una fina capa de Producto en la parte inferior de las mismas. Esta película fluye hacia arriba a través de la superficie de la Placa hasta que alcanza la cresta de la misma. Allí se acumula en una capa más gruesa.

Se han provisto agujeros en las crestas de las placas, de manera que el producto recogido pueda "rezumar" a través de los mismos y subir a la parte superior del separador. El producto separado forma una película que flota en la parte superior del agua.

Un tabique o placa de contención, situada aguas abajo de los paquetes de placas, retiene la película de Producto separado, evitando que llegue al colector de salida de agua limpia. El agua limpia fluye por la parte inferior de esta placa de contención y deja el Separador a través del rebosadero de salida.

Asimismo, los sólidos decantables a su paso por las Placas precipitan en su parte inferior dado el pequeño espacio entre ellas. Los valles inferiores de las Placas disponen de agujeros, que permiten a los sólidos decantar en la parte inferior. Así, se forma un fango debajo de los Paquetes de Placas, que es necesario extraer intermitentemente, bien manual o automáticamente. La película de producto separado flotando sobre la superficie del agua, sale a través de los skimmers ajustables a una Cámara de Recogida de Producto, localizada anexa al Separador o separada del mismo.

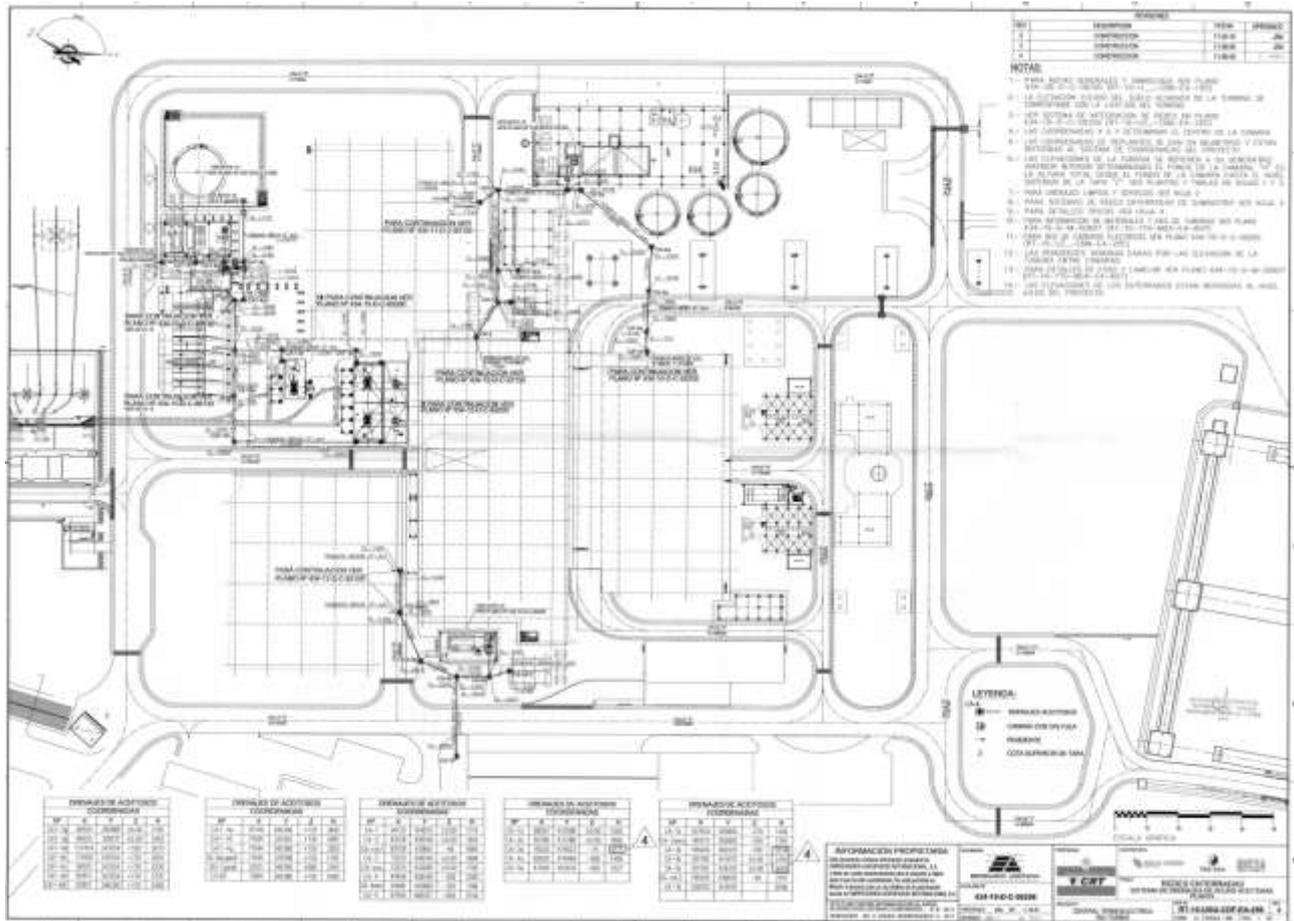


Imagen N° 73: Plano de Drenajes Aceitosos

Nota: véase el plano en Capítulo 9 “Informes técnicos y ambientales”, 8 “Instalaciones de carbón, caliza y agua”.

#### Limpieza de Placas

Las Placas son "autolimpiables" ya que los sólidos decantan en su parte inferior. No obstante, incluso este tipo de diseño, puede cegarse con sólidos en condiciones adversas. Por esta razón es necesario hacerles una limpieza de vez en cuando.

Después de aproximadamente 8000 horas (aprox. 1 año de funcionamiento) o cuando note que el agua circula con dificultad a través de la Placas (velocidad alta, nivel más alto de líquido, oscilaciones, etc.), es recomendable hacer una primera limpieza de los Paquetes de Placas. La cantidad de lodo encontrado en las Placas, le servirá como base para determinar el intervalo de tiempo más adecuado entre limpiezas. Si el 20% o menos de los pasajes entre placas está cegado, este intervalo debe ampliarse, pero si el 60% o más de estos pasajes estuviera cegado, deberá reducir este intervalo o instalar una Trampa de Fangos antes del Separador si no la tuviera.

#### 6.12.4. Agua Servida

Para la evacuación y disposición de las aguas servidas se dispone de una planta depuradora modular o Planta de Tratamiento de Efluentes Sanitarios - PTE, con una capacidad para el tratamiento de efluentes cloacales con un caudal pico de 10,36 m<sup>3</sup>/h, para todas las aguas residuales. Para mayor detalle de ubicación Ver Capítulo Capítulo 9, Sección 13 Anexos, punto 6 planos y mapas – 6.29 Plano de Proyecto - PLANTA GENERAL.

### 6.12.5. Agua Industrial y de Procesos

El tratamiento de las aguas industriales previo a su vertido al cuerpo de agua receptor, será realizado por una planta depuradora compacta y piletas de estabilización según caso, con eficiencias de proceso adecuadas de modo que las condiciones físico-química y bacteriológicas de los efluentes, así como las térmicas, sean las correspondientes a los requerimientos de vertido estipulados por la Normativa Provincial vigente y los estándares del cuerpo receptor. Cabe consignar que el manejo de líquidos contempla el reúso de los efluentes para la hidratación del carbón, cal y restos de combustión – RdC, por lo que los vuelcos serán siempre excepcionales. Previo al vuelco, se dispondrá de una cámara de aforo donde serán tomados las muestras de calidad periódicas y donde será aforado el caudal de vertido. Estos datos serán registrados y archivados según el Sistema de Gestión Ambiental – SGA permanecerán disponibles para las Autoridades de Aplicación.

Para mayor detalle sobre el dimensionamiento de las instalaciones y los procesos vinculados, véase el Capítulo 9 del presente Estudio.

### 6.12.6. Planta de Tratamiento de Efluentes

Para la información completa véase el Capítulo 9 “Informes técnicos y ambientales”, 8 “Instalaciones de carbón, caliza y agua”. En dichas carpetas se encuentra la descripción de la planta, las memorias y planos.

#### **Balsas de Tratamiento para Neutralización**

La Central consta con dos (2) balsas de tratamiento de efluentes de 200 m<sup>3</sup> cada una, capaces de recepcionar y tratar todos los distintos efluentes que se han presentado. Las mismas se encuentran en el edificio de PTA (Planta de Tratamiento de Agua).

Los efluentes de proceso conducidos hasta la balsa de neutralización son:

- El efluente descargado en la red de drenajes no aceitosos
- Agua limpia procedente de los separadores lamelares de hidrocarburos
- El efluente tratado procedente de las plantas de aguas sanitarias
- Los rechazos de la Planta de Tratamiento de Agua de lavado de filtros
- Rechazos de la PTA de la Ósmosis Inversa
- Las purgas continua e intermitente de las calderas principales
- La purga de la caldera auxiliar (en caso de arranques)
- Efluente procedente del pretratamiento del agua bruta

Los efluentes descargados se acondicionan en esta balsa de neutralización y son enviados al tanque de reciclado, de 1000 m<sup>3</sup>, capacidad equivalente al consumo de agua durante 16 horas para humectación de las pilas de cenizas. Cuando el caudal de los efluentes a reutilizar procedentes de la balsa de neutralización sea superior al caudal máximo aceptado por el tanque de reciclado, dicho exceso de efluente se descargará a la arqueta de control para su vertido controlado al río.

#### **Planta de Tratamiento de Efluentes**

La Central cuenta con dos plantas de tratamiento de efluentes cloacales que recibe las aguas procedentes de los aseos en las que se elimina su carga biológica antes de descargarlas a la balsa de recogida de efluentes.

- Una destinada para el tratamiento de las aguas sanitarias provenientes del Edificio de Turbinas
- Otra destinada para el tratamiento de las aguas sanitarias provenientes del Edificio de la Planta de Tratamiento de Agua

Las Plantas de Tratamiento de Efluentes Cloacales, utilizarán las siguientes fases para la depuración:

- Línea de agua:
  - Pretratamiento.

- Sistema de Desbaste.
  - Tratamiento biológico de fangos activos de baja carga: aireación prolongada.
  - Tratamiento terciario: cámara de esterilización + bomba dosificadora de hipoclorito.
  - Arqueta tomamuestras.
- Línea de fango:

Retirada periódica mediante gestor autorizado. Se seguirá la Res. 410/18 de manejo sustentable de barros y biosólidos de forma que se puedan disponer de acuerdo a lo especificado en la resolución (véase el Marco Legal).

Como elementos básicos de la instalación se proyectan equipos prefabricados, que consisten básicamente en tanques cilíndricos construidos en P.R.F.V. de instalación vertical. Como base de cálculo para la caracterización del agua influente a la EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales), y puesto que no se parte de determinación analítica, se considerarán las cargas contaminantes medias típicas para este tipo de instalación para una persona en DBO<sub>5</sub> y sólidos en suspensión, teniendo en cuenta factores punta de contaminación y caudal.

Se considera un sistema separativo que evacua las aguas residuales generadas, no evacuando las aguas pluviales, con lo que se facilitara la mejor depuración en el reactor biológico al no tener que sobredimensionarla por aguas de lluvia.

Se ha seleccionado el tratamiento biológico de fangos activos de baja carga, proceso de elevado rendimiento. El sistema de fangos activos en su variante de aireación prolongada consigue un rendimiento elevado en reducción de la DBO<sub>5</sub> y permite obtener un efluente de calidad que garantice los parámetros de salida. Para la información fisicoquímica de los lodos véase el Capítulo 9, sección 11 – Puesta en Marcha y Fase Prueba, “Procesos”.

Los caudales de diseño y cargas contaminantes de entrada y salida para los grupos depuradores son:

*Cuadro N° 10. Principales variables de la PTE en Edificio de Planta de Tratamiento de Agua*

#### CAUDALES:

EDAR (HABITANTES)	DOTACIÓN [L/HAB-DÍA]	Q <sub>D</sub> (m <sup>3</sup> /día)	Q <sub>MH</sub> (24 h) (m <sup>3</sup> /h)	C <sub>p</sub>	Q <sub>P</sub> (m <sup>3</sup> /h)
20	100	2,0	0,083	3	0,250

#### CARGAS CONTAMINANTES DE ENTRADA:

EDAR (HAB)	HAB EQV	g DBO <sub>5</sub> / (hab·día)	g MES/ (hab·día)	g DQO / (hab·día)	[DBO <sub>5</sub> ] in (mg/L)	[MES <sub>5</sub> ] in (mg/L)	[DQO] in (mg/L)
20	10	60	90	120	300	450	600

El efluente deberá cumplir con los valores máximos admisibles fijados:

Parámetro	% Reducción	Concentración (mg/L)
DBO <sub>5</sub>	88,33	< 25
MES	92,22	< 35
DQO	80,00	< 120

Cuadro Nº 11. Principales variables de la Planta de Tratamiento en edificio de turbinas

**CAUDALES:**

EDAR (HABITANTES)	DOTACIÓN [L/HAB-DÍA]	Q <sub>0</sub> (m <sup>3</sup> /día)	Q <sub>MH</sub> (24 h) (m <sup>3</sup> /h)	C <sub>p</sub>	Q <sub>P</sub> (m <sup>3</sup> /h)
150	100	15,00	0,625	3	1,875

**CARGAS CONTAMINANTES DE ENTRADA:**

EDAR (HAB)	HAB EQV	g DBO <sub>5</sub> / (hab-día)	g MES / (hab-día)	g DQO / (hab-día)	[DBO <sub>5</sub> ] in (mg/L)	[MES <sub>5</sub> ] in (mg/L)	[DQO] in (mg/L)
150	75	60	90	120	300	450	600

El efluente deberá cumplir con los valores máximos admisibles fijados:

Parámetro	% Reducción necesario	Concentración (mg/L)
DBO <sub>5</sub>	88,33	< 35
MES	92,22	< 35
DQO	80,00	< 120

El proceso de depuración constará de las siguientes etapas y elementos. Para la línea de agua en particular:

**Desbaste**

Su objetivo es eliminar del agua residual los sólidos de mayor tamaño, para proteger a la depuradora de los grandes objetos capaces de provocar obstrucciones en la instalación e interferir en una disminución en la eficacia de la depuradora en fases posteriores.

El desbaste se llevará a cabo por medio de una reja con barrotes de 5 mm de diámetro y una separación entre ellos de 30 mm. La retirada de residuos se realizará manualmente para evitar los costes ocasionados por una extracción automática. Los residuos extraídos serán retirados a un contenedor para su transporte a un vertedero adecuado.

La longitud de las rejillas es tal que permita su correcta limpieza, para la cual se dispone de un sistema con un rastrillo de limpieza de accionamiento manual. La superficie que conforman la reja, fabricadas en INOX, están dispuestas en posición transversal al flujo, quedando retenidos los sólidos presentes con un tamaño superior a la separación entre luz. La reja es de tipo rectangular estando contenida en una arqueta de PRFV.

**Tratamiento biológico**

El tratamiento biológico consiste en la eliminación de la materia orgánica y los sólidos coloidales presentes en el agua residual mediante intervención de microorganismos capaces de su degradación.

El sistema consistirá en un proceso aerobio por fangos activos de baja carga, en su variedad de oxidación prolongada, debido a su gran adaptabilidad a las variaciones de carga y al alto rendimiento obtenido. Está caracterizado por cargas másicas muy bajas y tiempos de aireación muy altos, flexible ante las variaciones de carga y se prescinde de decantadores primarios.

La configuración hidráulica del sistema garantizará que, frente a las normales variaciones del caudal, la superficie del licor mezcla no varíe más de 30 mm, y que no tenga influencia en el rendimiento del sistema de aportación de oxígeno, para lo cual no se dispondrán deflectores que afecten a la configuración hidráulica del sistema.

El agua residual entra en el compartimiento de aireación donde, por medio de la incorporación de oxígeno y la recirculación de fangos activados, se crea un ambiente propicio para el desarrollo de colonias bacterianas.

La inyección de oxígeno se efectúa por medio de soplante y se distribuye en la cámara de aireación por medio de difusores.

El sistema de aireación consistirá en 2 compresores de paletas en paralelo, que funcionarán en régimen de alternancia, dotados de válvulas antirretorno y demás accesorios y capaces de aportar el caudal de aire necesario para el fenómeno de oxidación. Dichos compresores irán alojados en el interior del cuadro eléctrico de protección y mando que se suministrará.

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar un nivel de ruidos molestos en los elementos de aportación de aire, mediante la instalación de los equipos en la caseta de control.

El reactor contará con una parrilla de 2 difusores de burbuja fina (60 micras) con membranas de EPDM, inobturables y de larga duración, alojados en el fondo del depósito (compartimento de aireación). Los difusores de burbuja fina son uno de los sistemas de aireación de mejor rendimiento.

Esto se logra por la difusión del aire a través de la membrana elástica de superficie microcortada.

Los difusores están compuestos por dos tubos de P.V.C. conectados a una pieza en "T".

Alrededor de los tubos se desarrolla una membrana de E.P.D.M. que difunde el aire distribuido por su interior.

Los microcortes de la membrana funcionan a modo de válvula dejando pasar el aire bajo presión y cerrándose al paso del agua.

El resultado es una burbuja de aire que debido a su pequeño diámetro, de 60 micras, asciende lentamente hasta la superficie. El rendimiento se eleva considerablemente por dos factores:

- Mayor superficie de transferencia de oxígeno.
- Mayor tiempo de permanencia de la burbuja en el agua.

Para los difusores tubulares, no existe ningún peligro de obstrucción, por consiguiente su aplicación se realiza especialmente en plantas de tratamiento aerobio de aguas residuales por balsas de aeración (oxidación total, fangos activos, estabilización de fangos, etc). Además se utilizan para la aireación de areneros, cámaras de desengrase y otros sistemas de separación por flotación. Su implantación es útil en cualquier caso en que se desee distribuir un gas en un líquido.

### Clarificación

La misión de la clarificación es la decantación de los sólidos biológicos del tanque o compartimento de aireación, consiguiendo un efluente más clarificado.

Este proceso se realizará en un decantador secundario y los fangos depositados en el fondo (fangos activos) serán recirculados en forma regulada y automatizada al compartimento de aireación.

Este fango biológico recirculado, con un alto contenido en materia viva, permite la presencia continua en el reactor de las suficientes colonias para la eliminación de materia orgánica.

El exceso de los fangos formados en el sistema será evacuado periódicamente del sistema, para mantener la concentración de fangos activados en el tratamiento biológico.

### Tratamiento terciario: cloración

La función del tratamiento terciario seleccionado por el cliente es la eliminación de gérmenes patógenos en el efluente del tratamiento secundario.

Este tratamiento se llevará a cabo mediante:

Desinfección mediante hipoclorito, compuesto por cámara de contacto (arqueta de esterilización) y bomba dosificadora electromagnética. Incluso depósito de reactivo.

El agua procedente del decantador secundario llegará por gravedad a la cámara de contacto o cloración donde se dosificará el agente desinfectante (NaClO). La arqueta de cloración tendrá disposición vertical cerrada, fabricada en PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) con manguitos hembra de entrada y salida en PVC (DN110 = 125 mm).

Línea de Fango

El exceso de los fangos formados en el sistema será evacuado periódicamente. Los fangos producidos serán recogidos periódicamente por una empresa especializada. Consistirá en una retirada del exceso de fangos formados en el sistema de depuración.

Arqueta Toma muestras.

Arqueta destinada a la inspección, control y toma de muestras del efluente de la estación depuradora. Será de fácil acceso y registrable.

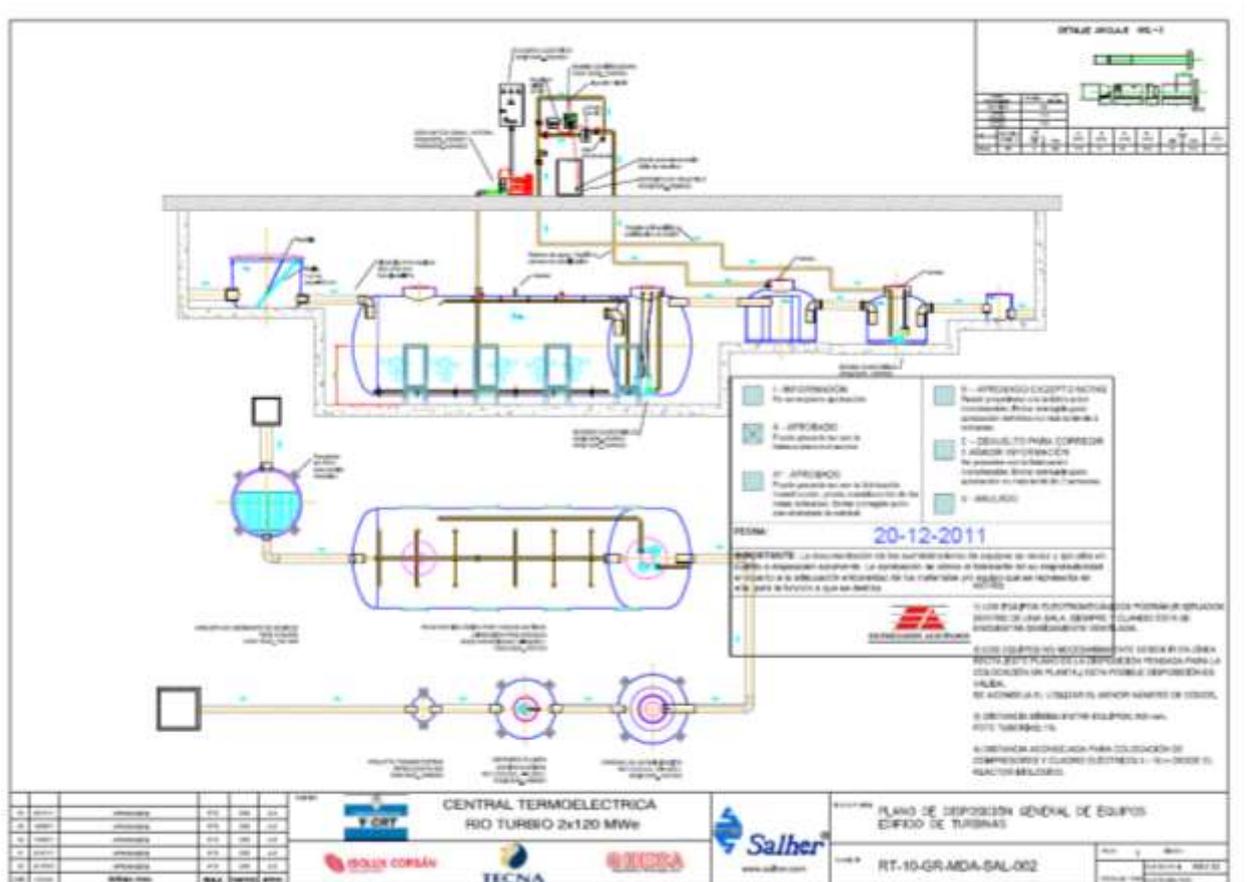


Imagen Nº 74: Disposición General Edificio de Turbinas

Nota: véase el plano en Capítulo 9 “Informes técnicos y ambientales”, 8 “Instalaciones de carbón, caliza y agua”.

La Planta de Tratamiento de Efluentes cuenta con una arqueta toma muestras a la salida de la misma para el control de la calidad del efluente previo al ingreso al Tanque de Reciclado y a la descarga. Para ver el detalle del mismo véase el manual de instrucciones en Capítulo 9 “Informes técnicos y ambientales”, 8 “Instalaciones de carbón, caliza y agua”.

### 6.12.7. Desagües Pluviales

Para la información completa véase el Capítulo 9 “Informes técnicos y ambientales”, 8 “Instalaciones de carbón, caliza y agua”, “Sistema de drenaje de aguas pluviales”.

El diseño de la red de desagües pluviales de la Central está concebido como una red superficial de cunetas que actúan como elemento de drenaje y conducen el agua hacia dos puntos de control de vertidos.

El área de predio está dividida en dos vertientes.

- Una de ellas comprende la Isla de Potencia, Zona de Caldera y Zona de Cenizas
- La otra Parque de Carbón.

La red de evacuación de las aguas pluviales comprende:

- Aguas de escorrentía superficial generadas por precipitaciones, deshielo, por riego o baldeo
- Aguas de desagües de edificios y estructuras.

La zona destinada a la descarga y almacenaje de aceites se recogerá por una red distinta que conduce esas aguas hacia el sistema de tratamiento para drenajes aceitosos específico.

Las aguas pluviales procedentes del área de la isla de potencia serán recogidas en una balsa de tormentas con una capacidad aproximada de 170 m<sup>3</sup>. Las aguas pluviales del área del parque de carbón serán recogidas en una Balsa de tormentas con una capacidad aproximada de 110 m<sup>3</sup>.

Para la humectación de las cenizas serán necesarias un total de 39,96 t/h de agua (en continuo). El proceso de humectación no genera ningún efluente.

El sistema fue dimensionado sobre la base de los siguientes parámetros:

- Cálculo de la intensidad de lluvia de diseño
- Asignación de los coeficientes de escorrentía C en función del terreno
- Cálculo de los caudales a ser evacuados por la red de drenaje por medio del método hidrometeorológico. Para ello, en primer lugar se calcula el caudal de referencia Q en el punto en el que desagua cada superficie, y en segundo lugar se establecen las relaciones de precedencia entre las cunetas para definir los aportes de caudales (topología de la red).
- Cálculo hidráulico de las cunetas y ajuste iterativo de los calados a los parámetros de funcionalidad de la obra.

#### Cálculo de los caudales a evacuar

En cada tramo de cuneta el caudal recogido proviene de:

1. Caudal de escorrentía de su superficie parcial o área vertiente debido, según el caso, a los viales, bajantes de las cubiertas, estructuras y terreno. Este caudal punta recogido en cada confluencia de cunetas (o punto vertiente) se obtiene con el método hidrometeorológico

$$Q = (C \cdot I \cdot A) / K$$

Siendo:

Q - Caudal máximo previsible en la sección de desagüe en estudio, en m<sup>3</sup>/s

C - Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada

I - Intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno considerado

A - Área en km<sup>2</sup>

K - Coeficiente que depende de las unidades en que se expresen Q y A. Para área en km<sup>2</sup> y caudal en m<sup>3</sup>/s, K es igual a 3.

2. Aportación de las cunetas precedentes. Este caudal se obtendrá a partir de la topología de la red.

Coeficiente de escorrentía (C)

Definimos como coeficiente de escorrentía el cociente del caudal que discurre por la superficie en relación con el caudal total precipitado.

$$C = Q \text{ escorrentía} / Q \text{ total}$$

La superficie de la central está ocupada en su mayor parte por los edificios y equipos, además de los viales, de modo que la mayor parte del agua que escurre por la superficie de la central será recogida en las cunetas de los viales.

Se toma para todas las superficies un coeficiente de escorrentía igual a 1 excepto en las zonas de plantaciones, a las que aplica 0.7.

### Balsas de Tormentas

Las dos (2) balsas de tormentas recogen los drenajes pluviales tanto de la plataforma superior de la Central (Isla de Potencia, Zona de Caldera y Zona de cenizas) ( $V=170 \text{ m}^3$ ) y del parque de carbón ( $V=110 \text{ m}^3$ ).

Cada una de las balsas dispone de una arqueta de vaciado donde se podrá tomar muestras del efluente previo al vertido al río.

Al inicio de los fenómenos lluviosos se produce un primer lavado de todas las superficies de la planta (cubierta y viales fundamentalmente). Durante esta primera etapa la concentración de restos y contaminantes es superior a la observada durante las etapas posteriores del aguacero. Por tales motivos se ha proyectado un sistema de desagüe con una balsa de "tormentas", que actúa como embalse regulador y sedimentador, que permite retener los vertidos correspondientes al primer lavado. Cuando la lluvia aumenta la intensidad o se prolonga su duración deja de ser necesario retener el caudal pudiendo aliviarse directamente el punto de vertido, permaneciendo retenido dentro de la balsa los sedimentos correspondientes al primer lavado.

Una vez finalizados los fenómenos lluviosos se puede proceder a la inspección visual de la balsa, procediendo a tomar las medidas correspondientes:

- Apertura total del sistema si se comprueba que no hay residuos
- En caso contrario se realizarán las labores de limpieza necesarias

La balsa de tormentas encargada de recoger los drenajes pluviales de la plataforma superior de la Central (Isla de Potencia, Zona de Caldera y Zona de Cenizas) se proyecta con los siguientes elementos:

- Cámara de acceso: donde se conecta la red de pluviales a la balsa y se disponen unos deflectores para encauzar y ralentizar el caudal.
- Cámara de retención: donde se almacena la primera fase de la tormenta.
- Cámara de alivio: por donde se conducen los excesos de la tormenta al punto vertido
- Arqueta de vaciado: cámara de la cual parte el emisario al río.

Para la subcuenca del Parque de Carbón se dispone una balsa de características similares a la descrita anteriormente, pero con una cámara de retención mucho más superficial para facilitar la inspección visual de cualquier vertido imprevisto de carbón.

Ambas balsas de "tormentas" fueron diseñadas para:

Precipitación máxima en 24 horas para un período de retorno de 10 años es de 25 mm.

$$P_{\text{máx}24\text{h}} = 25 \text{ mm}$$

$$I \text{ media diaria (mm/h)} = P_{\text{max}24\text{h}} / 24 = 25/24 \text{ mm} = 1.04 \text{ mm/h}$$

A dicha intensidad media diaria se le aplica un coeficiente de seguridad  $\gamma = 2$  para obtener la capacidad de retención de diseño.

La subcuenca de la balsa de tormentas de la isla de potencia tiene una superficie de 80.000 m<sup>2</sup>. Para un coeficiente general de escorrentía C=1, que implica una necesidad de retención de  $Q \text{ (m}^3\text{/h)} \times t \text{ (h)} = 167 \text{ m}^3$ .

La subcuenca de la balsa del parque de carbón tiene una superficie de 51.200 m<sup>2</sup>. Para un coeficiente general de escorrentía C=1 se obtienen una necesidad de retención de  $Q \text{ (m}^3\text{/h)} \times t \text{ (h)} = 107 \text{ m}^3$ .

#### 6.12.8. Sistema Contra Incendio

La Central Térmica contará con un Sistema de ALARMA y contra Incendio AUTOMATIZADO, con una red de sensores adecuadamente distribuidos y una protección activa contra incendios, basada en la pulverización de agua.

El moderno sistema, cuenta con una Red completa distribuida en las siguientes zonas de la planta:

- a. Sistema General, Depósitos de Carbón – Cal – Salas de Máquinas – Nave de Turbinas – Depósitos – Otras Áreas.
- b. Protección bajo el suelo en que funciona la turbina:
- c. Protección sobre el suelo en que funciona la turbina
- d. Un sistema fijo de pulverización de agua que se accione automáticamente, con boquillas de rociado direccional.

Este moderno sistema contra incendio cubre todas las eventualidades previsibles, con sus sistemas de detección temprana, extintores automáticos del tipo y distribuidos de manera adecuada a fin de disponer de una inmediata respuesta frente a focos de incendios, y sistemas de comando digitalizados.

Las funciones principales del Sistema de Protección Contra Incendios son:

- Proporcionar una detección temprana en áreas donde pueda existir riesgo de incendio.
- Proporcionar medios de alarma en caso de incendio.
- Proporcionar medios de extinción en caso de incendio mediante la utilización de sistemas fijos, puestos de manguera, hidrantes y extintores.

### 6.13. Proceso de puesta en marcha

Previamente a la energización de la Planta se realiza el “Precomisionado”, que abarca el conjunto de actividades a realizarse a partir del completamiento mecánico de la instalación, para asegurar que se encuentra lista para el comisionado y luego la puesta en marcha.

Estas tareas se deben realizar con la planta desenergizada, tanto en lo referente a la energía eléctrica como a los fluidos de presión, siendo las actividades más importantes del precomisionado el chequeo de las instalaciones y su limpieza preliminar. Sintéticamente abarcan:

- Verificaciones de conformidad de los controles de todos los equipos, cañerías, motores, cables, instalaciones, instrumentos, etc.
- Pruebas sin energía, que abarca la verificación realizada por cada una de las especialidades que participan del proyecto de los componentes más críticos como ser las válvulas de seguridad, continuidad de los cables eléctricos, etc.
- Limpieza y barrido de las cañerías y recipientes, que se llevan a cabo con agua o con aire de acuerdo a los requerimientos particulares de cada equipo.

Técnicamente las especialidades consideradas para las pruebas sin energía incluyen procesos, civil, recipientes, equipos mecánicos, electricidad, instrumentos, piping o cañerías, sistema de control y aislamiento.

Respecto de la electricidad, se chequean los cables del sistema eléctrico, los equipos tales como los transformadores, CCM, generadores, sistema de puesta a tierra, iluminación, tracing y protección catódica, siempre en condición sin energía.

Esta primera etapa finaliza cuando se emiten los certificados de “listo para comisionado”, en forma eventual con pendientes no impeditivos.

Luego de finalizado el precomisionado se procede a comenzar con el comisionado, que incluye el conjunto de acciones que permiten asegurar que la Central se encuentra en condiciones para la puesta en marcha.

Las tareas de comisionado se realizan con la planta en condición de energizada, tanto en lo referente a energía eléctrica como a fluidos de presión, en forma segura y controlada, con eje en la energización de los sistemas y las pruebas de funcionamiento. Esta etapa se conforma de cuatro tipos de actividades básicas, las cuales en forma breve abarcan:

- Energizaciones eléctricas
- Pruebas con fluidos de presión
- Pruebas de equipos mecánicos
- Carga de fluidos auxiliares y preparación para la puesta en marcha

El comisionado se desarrolla en tres fases: planificación, ejecución y cierre, y finaliza cuando se emiten los certificados de “listo para puesta en marcha”, en forma eventual con pendientes no impeditivos. La totalidad del procedimiento de puesta en marcha, con las tareas de Precomisionado y Comisionado, seguirán “Los Procedimientos” de CAMMESA para llevar a cabo dichos procesos. Para mayor detalle consultar el apartado 6.17.7 del presente capítulo o el capítulo 2 – Marco Legal.

## 6.14. Principales Insumos

Se consideran insumos a todos los materiales que participan en forma directa dentro del proceso de generación de energía eléctrica, así como las materias primas, que no forman parte componente del producto final del proceso (producto comercializable: energía eléctrica).

Como principales insumos se pueden mencionar (imagen 75):

- Combustible:
  - Carbón proveniente de YCRT
  - Gas o gasoil para las operaciones de arranque
- Agua de procesos
- Aire
- Piedra caliza (Ca)
- Amoníaco (solución acuosa) en forma excepcional
- Arena en arranque y luego en forma excepcional

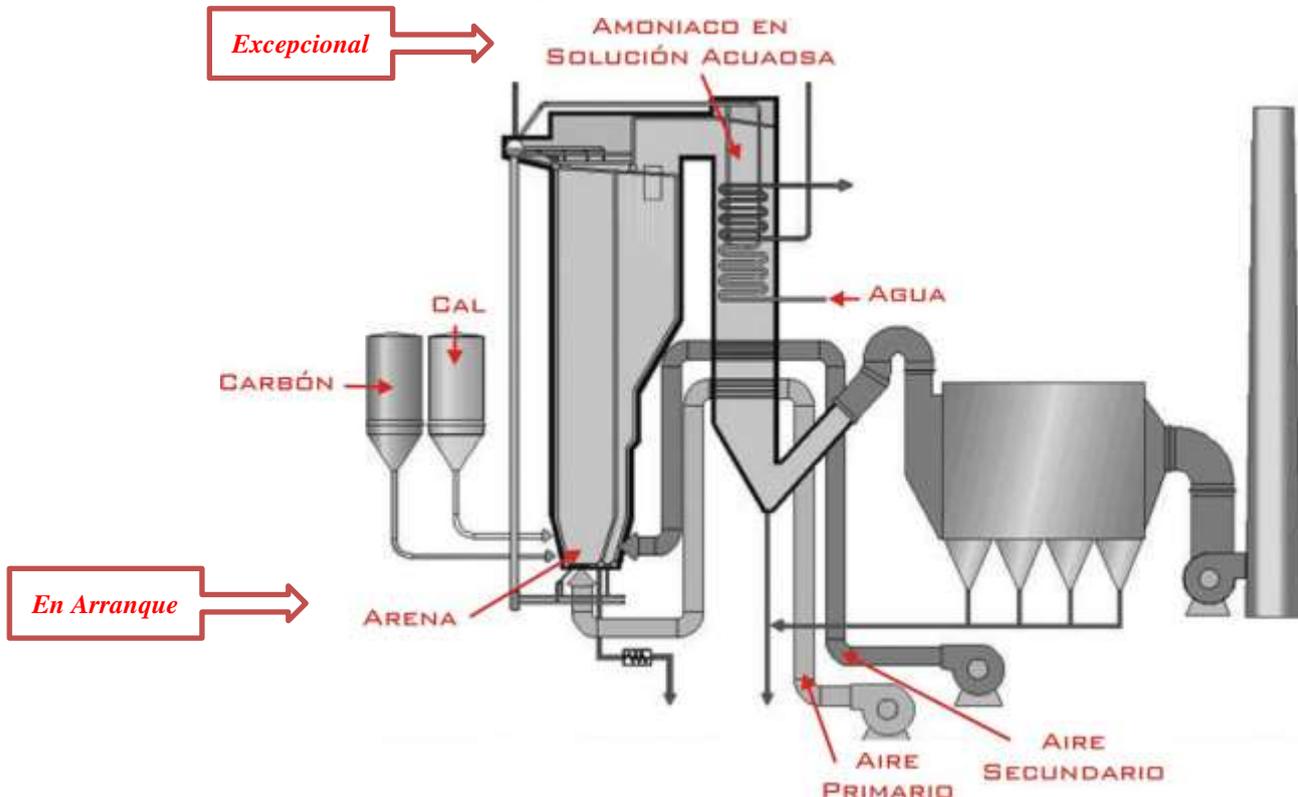


Imagen N° 75. Esquema de principales insumos utilizados en la central

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015) e YCRT

### 6.14.1. Carbón

El carbón a ser utilizado por la Central debe cumplir con las especificaciones a fin de asegurar los niveles de calidad y performance determinados en el proyecto y bajo los cuales se han realizado los cálculos de abastecimiento, emisiones y generación de restos de combustión:

Cuadro N° 12. Especificaciones para carbón primario, sin lavado

Parámetro	Unidad de medida	Mínimos establecidos en muestra bruta	Máximos establecidos en muestra bruta	Carbón a ser utilizado en el proceso
Humedad	%	7,5	12,5	11,3
Contenido volátil	%	23	26,2	23,3
Cenizas	%	12	41	39
Densidad	t/m <sup>3</sup>	0,81	0,86	0,85
Componentes (carbón seco y libre de cenizas)	Unidad de medida	Mínimos establecidos en muestra bruta	Máximos establecidos en muestra bruta	Carbón a ser utilizado en el proceso
Carbón	%	72	74	73,4
Hidrógeno	%	6	8	6,33
Nitrógeno	%	0,8	1	0,9
Sulfuro	%	0,8	1,3	1,2
Oxígeno	%	14,5	18	18,17
Cloro (combustible seco)	%		< 0,1	
Análisis de cenizas de las pruebas de calcinación del carbón (análisis de óxidos – seco)	Unidad de medida	Mínimos establecidos en muestra bruta	Máximos establecidos en muestra bruta	Carbón a ser utilizado en el proceso
SiO <sub>2</sub>	%	46,30	55,3	51,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	8,35	11,85	10,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	20,70	23,70	22,20
CaO	%	7,80	10,8	9,30
MgO	%	3,05	4,15	3,60
SO <sub>3</sub>	%	1,85	3,55	2,70
Alcalinidad	%	0	1,65	0,30

Fuente: Foster Wheeler, Steam Generator, Technical Specification, 2008.

Respecto de contenidos los antecedentes señalan (cuadros 13 y 14).

Cuadro N° 13. Resultados de los ensayos realizados en el carbón (2008)

Parámetro	Método de análisis	Unidad de medida	Determinación en el carbón mineral (protocolo Q Lab 69363)
Mercurio	ASTM D 3684	mg/kg	< 0,8
Aluminio	ASTM D 5056/ 95	mg/kg	12.200
Calcio	ASTM D 5056/ 95	mg/kg	1.300

<b>Hierro</b>	ASTM D 5056/ 95	mg/kg	1.650
<b>Níquel</b>	ASTM D 5056/ 95	mg/kg	< 0,5
<b>Sodio</b>	ASTM D 5056/ 95	mg/kg	1.970
<b>Vanadio</b>	ASTM D 5056/ 95	mg/kg	< 100
<b>Azufre total</b>	ASTM D 3177 - 02	% p/p	1,34

Fuente: Serman y Asoc. (2008).

Cuadro Nº 14. Características de la composición del carbón mineral de la mina de Río Turbio a ser utilizado como insumo del proceso

Elemento	Concentración (%)
<b>Carbono (C)</b>	73,4
<b>Hidrógeno (H)</b>	7,9
<b>Nitrógeno (N)</b>	0,9
<b>Azufre (S)</b>	1,1
<b>Oxígeno (O)</b>	16,7

Fuente: Serman y Asoc. (2008).

Respecto del potencial radiactivo, los antecedentes señalan que, no se han detectado emisiones de ninguno de los componentes (alfa, beta y gama) a niveles de emisiones contaminantes – Serman y Asociados para Isolux-Corsan – 2008.

Cuadro Nº 15. Niveles de exención: concentraciones de actividad exentas y actividades exentas de los radionucleidos (valores redondeados)

Nucleido	Concentración de actividad (Bq/g)	Concentración de actividad (Bq/g)	Concentración de actividad Medida (Bq/g)
<sup>137</sup> Cs	1 x 10 <sup>1</sup>	10	0,005
<sup>134</sup> Cs	1 x 10 <sup>1</sup>	10	0,005
<sup>131</sup> I	1 x 10 <sup>2</sup>	100	0,005
<sup>103</sup> Ru	1 x 10 <sup>2</sup>	100	0,005
<sup>90</sup> Sr	1 x 10 <sup>2</sup>	100	0,038
<sup>90</sup> Y	1 x 10 <sup>3</sup>	1000	0,038

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedente Serman y Asoc. (2008).

Informes más recientes respaldan lo anterior, indicando que no se ha detectado la presencia de contaminantes radiactivos en las muestras de carbón de la CTRT.

Cuadro Nº 16. Niveles de exención: concentraciones de actividad exentas de los radionucleidos.

Nucleido	Concentración de actividad (Bq/kg)
<sup>232</sup> Th	8
<sup>226</sup> Ra	6
<sup>43</sup> K	1 x 10 <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia en base a informe "Renovación DIA 2014 CTRT-Informe de cumplimiento" (2011). Ver Capítulo 9 – 10 "insumos y logística".

### 6.14.2. Cal

De acuerdo al tipo de carbón a ser utilizado, los límites de emisión a ser cumplidos por los escapes por chimenea y a la tecnología de combustión de lecho fluidizado, las características que debe reunir la cal a ser utilizada son:

Cuadro N° 17. Especificaciones para la cal

Componentes de la cal	Unidad de medida	Rango	Especificaciones para la operación
CaCO <sub>3</sub>	%	> 89	92
MgCO <sub>3</sub>	%	< 10	2
H <sub>2</sub> O	%	< 0,5	0,5
Densidad	t/m <sup>3</sup>	1,3	1,3
Índice de reactividad frente al SO <sub>2</sub>	Mol/Mol	< 3,5	
Índice de Hadgrove		50-70	
Índice de Bond		<12	

Fuente: YCRT (2022). Ver Capítulo 9. 8 - Instalaciones de Carbón - Caliza y Agua.

La caliza que llega a la central proviene de aquellos proveedores que posean el producto según las condiciones que se soliciten. La misma llegara desde el punto de origen hasta la central en donde cual se descarga en la tolva de descarga y por un sistema de redler es ingresada a los silos de almacenamiento, luego desde allí neumáticamente se transporta hasta el silo en el interior del edificio de calera, según sea el requerimiento se ira ingresando a la caldera.

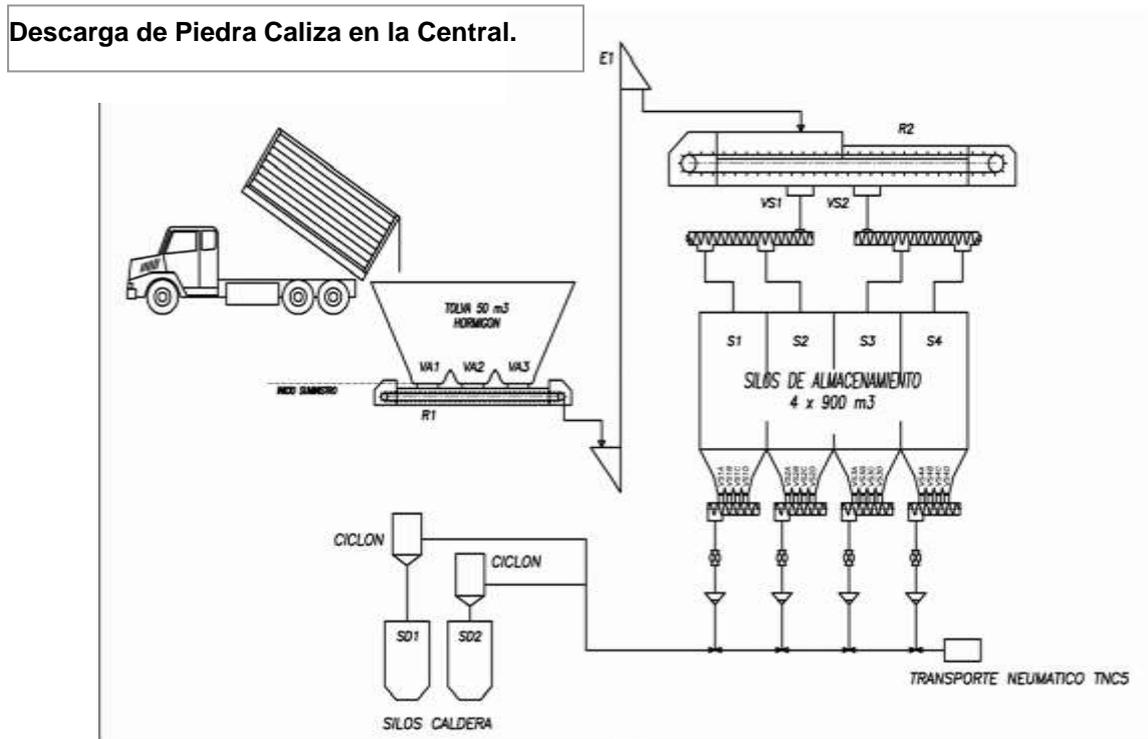


Imagen N° 76. Esquema Simplificado del Proceso de Caliza Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015) e YCRT

El redler dispone de tres bocas de carga, cada una de las cuales dispone de una rasera manual con el objetivo de regular el caudal de producto que pasa por ella (imagen 77). La piedra caliza acondicionada en términos granulométricos y de contenido de humedad es dispuesta en los silos de abastecimiento de la

caldera. Cada silo se encuentra dotado con dos salidas para la alimentación de la caldera en su parte inferior, la inyección de cal es asistida con la incorporación de aire secundario.

Las Instalaciones para la operación de cal en la Central constan de:

- Edificio volcador H=6 m; ancho=15 m; largo=15 m
- Volcador de vagones
- Alimentador por banda L=5,5 m; Q=300 tn/h
- Transportador HAC L=43 m; H=20,6 m; Q=300 tn/h
- Techo salida de 7 m de largo
- Galería abierta de 20 m de largo
- Torre de transferencia
- Transportador por banda L=13,5 m CC2
- Transportador por banda L=13,5 m CC3
- Galpón almacenamiento caliza y carbón
- Transportador por banda de carbón
- Torre metálica de transferencia
- Pesada continua
- Suministro eléctrico
- Sistema contra incendio
- Malla de puesta a tierra
- Pararrayos
- Transformadores de potencia
- Celdas BT y MT
- Conductores de MT y BT
- BOP eléctrico
- BOP mecánico

Se presentan imágenes ilustrativas del proceso de caliza.

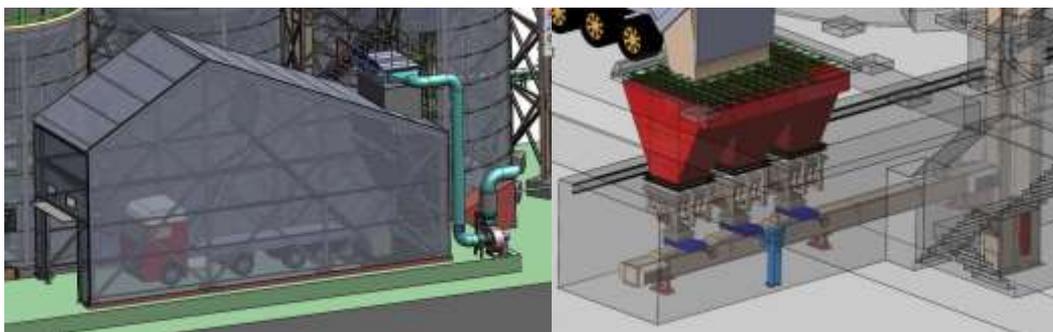


Imagen N° 77. Proceso de recepción de caliza - Fuente: YCRT.

### Equipamiento General para Procesos de Carbón y Caliza

El equipamiento general para dichos procesos se presenta en el cuadro 18.

Cuadro N° 18. Equipamiento a disponer

Cantidad	Descripción
1	Edificio Volcador H=6m, ancho =15m, largo=15 m
1	Volcador de vagones unitario 30 kW
1	Alimentador por banda l=5,5 m Q= 300 t/h N=30 kW
1	Transportador gran inclinación L= 43 m, H= 20,6 m, Q= 300 t/h
1	Techo salida transportador inclinado L = 7m
1	Galería Abierta L = 20 m
1	Torre de transferencia y distribución
2	Transportador por banda L =13,5 m
1	Galpón almacenamiento caliza y carbón base 56 x 20 m
1	Transportador por banda de carbón
1	Torre metálica de trituración
1	Tolva de recepción de 30 m <sup>3</sup> con chapas de desgaste y estructura de apoyo
1	Carrete de transición construido en acero al carbono DN=300/ L=750 MM
1	Cinta transportadora 20 t/h L=21 m Potencia 3 kW
1	Tolva atmosférica de 50 m <sup>3</sup> con chapas de desgaste y estructura de apoyo
1	Carrete de transición construido en acero al carbono. DN =250/ L= 350 MM
1	Elevador de cangilones vertical. Compuesto por un origen y una salida. Partes de contacto con el producto en acero al carbono. Altura estimada: 20m verticales. Caudal 20 t/n. Pot 7,5 Kw
1	Carrete de transición construido en acero al carbono. L= 4000 mm/Boca carga 600 x 600/ Boca descarga 400 x 1550
1	Carrete de transición construido en acero al carbono. DN = 150 / L = 3000 MM
	Conjunto de generación de aire comprimido a 6 bar de presión y técnicamente seco formado por:
	3 compresor de tornillo KAESER refrigerados por aire a 6 bar para presión generación instantánea aproximada por unidad de 20 m <sup>3</sup> /min
	3 compresador axial DN 80
	3 separador ciclónico ZK072 DN 80 PS 16
	1 secador de adsorción
	1 depósito pulmón de 10.000 litros en acero galvanizado
	Valvulería y conexionado
1	Edificio de manipuleo
1	Planta de acopio y secado de caliza

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

### 6.14.3. Agua de Procesos

El agua para el funcionamiento de la Central estará provista por 7 pozos con tapa de filtro a 18 metros de profundidad, con excepción de uno a 24 metros, distribuidos en el predio de la Central. Se han estandarizado y se encuentran provistos por una bomba de eje vertical, marca Grundfoss de 3 HP de potencia, y tienen una capacidad de extracción de aproximadamente 14.000 litros/hora cada uno. El régimen de explotación contempla en condiciones normales el uso de 2 a 3 simultáneamente, dejando el resto en reserva y como capacidad adicional en caso de consumos pico.

El agua extraída será acumulada en un tanque de 50.000 litros de capacidad, y sometida al pretratamiento para su posterior acumulación en una cisterna de reserva general de 2.150.000 litros de capacidad.

Los circuitos de agua, cada cual con su tratamiento pertinente de acuerdo a valores de vuelco o reutilización (Ver Capítulo 9), consisten en:

- Agua para la generación de vapor, consistente en un caudal constante circulando en el circuito semicerrado. El sistema si bien es semicerrado, presenta pérdidas y venteos; así como purgas cada vez que se realicen paradas por mantenimiento o contingencias.

Al respecto dispone de una Planta de Desmineralizado por osmosis inversa y electrodesionización, que permite obtener agua desmineralizada de calidad acorde a las necesidades de la caldera, siendo acumuladas en el Tanque de Agua desmineralizada, de 1.000.000 litros de capacidad. De allí son inyectada al sistema semicerrado, con reposición de las pérdidas por venteo, y generales del sistema. Este circuito se encuentra integrado al Sistema de Condensado consistente en el enfriador-recolector de vapor, aerocondensador, circuito de retorno y acumulación en el tanque de agua desmineralizada.

El proceso de osmosis inversa y electrodesionización que se realiza en planta consta de:

- Pretratamiento: Consiste en el filtrado y eventualmente clarificación previa dependiendo de las características físicas del agua, a fin de acondicionar el agua para evitar la precipitación de sales y oxidación en la membrana de Osmosis inversa.
- Ósmosis inversa (RO): La RO 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). 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, y demás componentes.
- EDI: 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, a fin de evitar el uso de reactivos. El proceso de EDI reemplaza a los convencionales lechos mixtos (MB) de resinas produciendo agua de calidad ajustable, evitando paradas del sistema. La unidad trata siempre el agua producida por la osmosis inversa. El agua obtenida es de una elevada calidad  $\geq 15$  MW/cm. Las unidades son modulares y fácilmente ampliables a cualquier caudal de tratamiento.

La planta cuenta con dos módulos con una capacidad nominal de 7 m<sup>3</sup>/h cada uno. El agua de proceso cuenta con las especificaciones presentes en el cuadro 19.

Cuadro N° 19. Especificaciones para agua de proceso

Parámetro	Unidad de medida	Concentración o contenido requerido
pH a 25 °C	mg/kg	8,5 / 9,6
SiO <sub>2</sub>	mg/kg	< 0,02
Na y K	mg/kg	< 0,01
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	mg/kg	< 0,005
Dureza	mg/kg	< 0,001
Hierro total (Fe)	mg/kg	< 0,01
Cobre (Cu)	mg/kg	< 0,003
Aceite, barro y espumas	mg/kg	No detectable
Compuestos orgánicos totales	mg/kg	No detectable

Nota: el tipo de tratamiento a ser realizado en la planta de agua de proceso deberá cumplir con estos parámetros de calidad.

Fuente: Foster Wheeler, Steam Generator, Technical Specification, 2008.

- Agua para servicios sanitarios de planta. El agua es potabilizada en planta compacta de acuerdo a las exigencias del Código Alimentario Argentino, y se distribuye en el sistema de distribución de agua corriente de la Central. El sistema cloacal receipta los efluentes de baños, duchas y consumo de agua general, desde son colectados hasta la Planta Depuradora Cloacal compacta, en la que son depurados con calidad de efluente acorde a las normas de vertido para curso de agua.
- Agua para Hidratación de Carbón – Restos de Combustión e Insumos: Es el principal consumo de la central, consistente en el agua para asegurar las condiciones de humedad del carbón y los demás insumos, así como la de los restos de combustión para su adecuado manipuleo. Variable estacionalmente y de acuerdo a las condiciones del carbón y de los insumos, se estima en un volumen promedio de 30 m<sup>3</sup>/h
- Agua para Servicios: Consiste en el circuito de agua para tareas como limpieza de equipos y lugares con elementos contaminantes como aceites, y otros lugares no aceitosos. Al igual que los demás es alimentado desde la reserva general, y cuenta con su propio sistema de colectoras, siendo derivados a una planta de tratamiento general, que recibe también los efluentes de la planta depuradora cloacal del circuito de servicios sanitarios, donde son tratados previo al vuelco. El principal tratamiento que se hace del agua de los circuitos aceitosos es la separación de aceites, que son almacenados en bidones para su posterior destino final como residuo según normativas vigentes.
- Agua del Sistema contra Incendio: De uso en caso de contingencias, en periodicidad y cantidad no previsible, que se estiman serán situaciones mínimas a nulas.
- Colectoras: Incluye el sistema de colectoras complementarios y que abarca:
  - Líquidos de la fosa perimetral y colectoras de la nave de carbón
  - Líquidos del sistema de desagüe pluvial
  - Líquidos provenientes de los separadores de agua y aceite
- Colectora y Planta de Enfriamiento: Incluye la conducción y las instalaciones de enfriamiento de los líquidos provenientes de las purgas del circuito de vapor en paradas. El sistema está diseñado para una eficiente reducción de las temperaturas del líquido purgado, al nivel de aproximadamente 30C°, considerado viable ambientalmente para su vertido al Río Turbio.

En síntesis la casi totalidad del consumo de agua se utiliza en el manejo de carbón y restos de combustión, y los servicios complementarios, sanitarios de planta y otros. Las pérdidas generales y las reposiciones son porcentajes mínimos del caudal total de agua requerido por el sistema, según el siguiente Esquema de Balance de agua por circuito (imagen 78).



O sea, el mayor impacto en el consumo de agua de la Central proviene del caudal necesario para la humectación de las pilas de los restos de combustión y riego del parque de carbón. Para las condiciones establecidas en el balance de operación normal (reciclado de los efluentes tratados), la Central podría llegar a operar sin descargar ningún efluente líquido al Río Turbio.

Finalmente en el balance de agua en operación normal se obtiene un consumo medio de agua desmineralizada en operación normal, de 10,15 m<sup>3</sup>/h, por lo que la capacidad de la planta de desmineralización de 7 m<sup>3</sup>/h netos por cadena (más de 2 x 50%), se considera adecuada.

Cuadro N° 20. Caudal de agua

	Operación normal	Máximos puntuales
<b>Aporte de agua de pozo a la Planta de Tratamiento de Agua</b>	15,48 t/h	60,75 t/h
<b>Aporte de agua de pozo a los sistemas de riego y humectación</b>	30,13 t/h	0,00 t/h
<b>Descarga al río Turbio</b>	0,00 t/h	43,55 t/h

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

En síntesis, los caudales de extracción de agua mínimo normal – Q<sub>mn</sub> es de unos 15.000 litros hora equivalente a un pozo funcionando y el máximo normal Q<sub>MN</sub> de unos 60.000 litros/hora equivalente a 4 pozos funcionando. El aporte de agua directamente de los pozos al sistema de humectación de carbón y caliza mínimo normal Q<sub>mn</sub> es cero y el máximo normal Q<sub>MN</sub> es de unos 30.000 litros hora, equivalente a dos pozos funcionando. La descarga al Río Turbio mínima normal y habitual es cero mientras que la máxima normal – Q<sub>MN</sub> es de unos 43.500 litros hora.

Es redundante señalar que estos valores normales no tienen en cuenta situaciones excepcionales tales como:

- Carga completa del sistema por vaciado total del mismo, como podría ser para operaciones de reparación y mantenimiento que lo requieran. En éste caso y de manera excepcional y por única vez podrían entrar en funcionamiento los 7 pozos de la batería, con un caudal extraíble, excepcional de unos 100.000 litros/hora.
- Lluvias excepcionales que colmaten la capacidad de las piletas retardadoras, desbordando la capacidad del conducto de vuelco de agua al Río Turbio por fenómenos climáticos extremos.

#### 6.14.4. 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, contemplándose su inyección posterior en caso de necesidad por no ser suficiente el residuo inquemado de la caliza. Cada caldera cuenta con dos silos de almacenamiento y carga.

Cuadro N° 21. Especificaciones para arena

Componente	Unidad de medida	Contenido Promedio	Contenido Mínimo	Contenido Máximo
SiO <sub>2</sub>	%	82,2		85
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	9,7	6	15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	1,8	0	2
CaO	%	1,2	0,3	2,5
MgO	%	0,4	0,2	1
Na <sub>2</sub> O	%	1,9	1	3,5
K <sub>2</sub> O	%	2,8	2	6

<b>H<sub>2</sub>O</b>	%	0,1	0	0,3
<b>Densidad</b>	t/m <sup>3</sup>	1,5	1,3	1,6

Fuente: Foster Wheeler, Steam Generator, Technical Specification, 2008.

Los detalles respecto al modo de operación y las cantidades aproximadas se encuentran indicados en la sección 6.7. Alimentación de arena.

#### 6.14.5. Amoníaco

Es un aditivo que se utilizará en casos excepcionales, de presentarse emisiones de gases de nitrógeno – NOx fuera de rango. De acuerdo a las especificaciones presentadas por el proveedor del Generador de vapor (Foster Wheeler), se contempla un máximo de 334 kg/h de amoníaco en base a una solución acuosa del 19 % según las previsiones de niveles de emisión, para la chimenea y para ambas calderas. Esta sustancia en base acuosa, también llamada solución o agua amoniacal, tiene como nombre químico hidróxido de amonio y se obtiene a partir de amoníaco anhídrido diluido en agua. A los fines de caracterizar el compuesto se ha consultado el Sistema de la National Fire Protection Association (NFPA 704-M).

Si bien se contempla su uso excepcional y por ende, que el depósito de amoníaco se encuentre fuera del sistema operativo, en condiciones de seguridad específica, el sistema establece un método de identificación de riesgos para que, en un eventual incendio o emergencia, las personas afectadas puedan reconocer los riesgos de los materiales respecto del fuego.

Este código ha sido creado para dar información al cuerpo de bomberos en el terreno, no obstante no identifica los peligros para la salud de una sustancia química, en situaciones distintas de una emergencia.

A continuación se presenta el Código NFPA de la National Fire Protection Association para el hidróxido de amonio y luego se realiza una interpretación de los símbolos y características del compuesto en base a su hoja de seguridad.

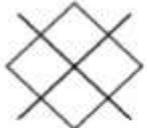
Para almacenamiento en planta, se dispondrá de tanques, de los generalmente empleados para el depósito y almacenamiento de amoníaco en solución acuosa, de tipo cilíndricos verticales, apto para el almacenamiento de productos químicos en general, debido a que los volúmenes de estos tanques pueden variar de 10 a 20.000 m<sup>3</sup>.

La capacidad total de almacenaje, como la individual de cada tanque es acorde a:

- El balance entre el flujo producido y demandado por el proceso
- La reserva fijada como crítica, expresada en días de marcha o volumen mínimo
- Los medios, capacidad y costos de transporte (logística)
- Las distancias al proveedor / cliente y los tiempos de entrega
- Costo y grado de importancia del producto en el proceso productivo o servicio
- Espacio disponible en planta
- Requisitos de las Normas de Cuidado Ambiental (US.EPA) y otras aplicables en el país
- Exigencias de las Normas de Seguridad (NFPA y OSHA) y otras vigentes en el país
- Requisitos de las compañías aseguradoras (ART)

Cuenta con dispositivos de alivio y contención frente a la posible sobrepresión o vacío dentro de los tanques, que puedan generarse por distintas causas, sumadas al hecho que muchos de los líquidos almacenados pueden ser volátiles y emitir en consecuencia gases inflamables, tóxicos y contaminantes.

Adicionalmente, para los tanques de almacenaje de amoníaco en base acuosa se contempla la disposición de venteos debido a la volatilización del compuesto almacenado, así como todas las otras medidas de seguridad de tipos pasivas y activas, según corresponda a los protocolos de Seguridad e Higiene y exigencias de las compañías aseguradoras. Véase imágenes 79 y 80.

Código NFPA	Panel de identif.	Pictogramas para el transporte de <b>Hidróxido de Amonio</b>		
				

• Interpretación Cuadro Riesgos – NFPA (Se marcan en azul las características del hidróxido de amonio)

Salud (azul)

4 Peligro Puede ser fatal en cortas exposiciones. Equipos de protección especializada se requiere

**3 Atención. Corrosivo o tóxico. Evitar contacto o inhalación**

2 Atención Puede ser perjudicial inhalar o absorber

1 Aviso Puede ser irritante

0 Sin peligro usualmente

Inflamabilidad (rojo)

4 Peligro gas inflamable o liquido extremadamente inflamable

3 Atención liquido inflamable con flash point por debajo de 100° F

2 Advertencia Combustible liquido con flash point de 100° a 200° F

**1 Combustible si es calentado**

0 No combustible

Reactividad (amarillo)

4 Peligro material explosivo a temperatura ambiente

3 Peligro Puede ser explosivo si es golpeado, calentado bajo confinamiento o mezclado con agua

2 Atención inestable o puede reaccionar violentamente si se mezcla con agua

1 Aviso Puede reaccionar si es calentado o mezclado con agua pero no violentamente

**0 estable No reactivo cuando es mezclado con agua**

Casos Especiales (blanco)

W Reactivo con agua

OX Agente Oxidante

Imagen Nº 79. Características del amoniaco

Fuente: Serman y Asoc. (2008).

Sección I - Identificación			
Nombre y sinónimos: Solución amoniacal o agua amoniacal		Nombre químico: Hidróxido de Amonio	
Clasificación del riesgo: Corrosivo		Formula: NH <sub>4</sub> OH	
CAS (Ref.Chem. Abs.): 1336-21-6		Numero de las Naciones Unidas: 2672	
Sección II - RIESGOS GENERALES			
Valor Límite Tolerable: 18 mg/m <sup>3</sup> - 25 ppm (vapor)		Ingredientes peligrosos: Amoniaco	
N ° de Riesgo: 80		Porcentaje: 28 %	
Sección III - Características Físicas / Químicas			
Punto de ebullición (°C)	27° C (vapor NH <sub>3</sub> )	Densidad (0 °C, 1 atm)	0.596 (vapor NH <sub>3</sub> )
Presión vapor	560 mmHg	Punto de Fusión (°C)	-77° C
Viscosidad (20° C)	-----	PH (20 °C) 1% solución	10.6 – 11.6
Solubilidad en agua (20° C): soluble en todas proporciones			
Apariencia y olor: : Líquido claro con olor a amoniaco			
Sección IV - Incendio y Explosión			
Punto de inflamación:		Inf.: No posee.	Sup.: No posee.
<b>Medios de extinción:</b> El hidróxido de amonio no es inflamable por si solo, pero si lo son gases de amoniaco emanados por recalentamiento del liquido.			
<b>Procesos de extinción:</b> Usar medios de extinción apropiados para fuego circundante. El personal que extinga el fuego deberá utilizar equipo de respiración autónoma. Se debe, en lo posible mover los recipientes expuestos hacia un área segura o mantenerlos fríos en caso de no poder hacerlo.			

Sección V - Reactividad			
Estabilidad	Inestable		Condiciones para evitar: Evitar calentamiento
	Estable	X	
<b>Incompatibilidad (Materiales a evitar):</b> oxidantes fuertes, incluso halógenos. Acidos: clorhídrico, nítrico y sulfúrico. También reacciona con acroleina, ácido acrílico, sulfato dimetil, oro, nitrato color plata, óxido color de plata, alcohol de etilo, hipoclorito de calcio o sodio, mercurio, óxido de propileno, Yodo			
<b>Productos peligrosos por descomposición:</b> Amoniaco y Oxidos de Nitrógeno			
Polimerización	Puede ocurrir		Condiciones a evitar: No identificada.
	No ocurre	X	

Sección VI - Riesgo para la salud				
<b>Rutas de entrada:</b>	<b>Inhalación</b> X	<b>Dérmica</b> X	<b>Ingestión</b> ---	<b>Ocular</b> X
<b>Condiciones Médicas</b> Generalmente agravada por exposición: Los vapores irritan severamente a la garganta y el tracto respiratorio a aproximadamente 400 ppm. Inhalación excesiva de vapores a concentraciones mayores pueden provocar dolor de pecho, broncoespasmos, edema pulmonar y posiblemente la muerte. Efectos Cancerígenos: no posee				
<b>Emergencia y primeros auxilios:</b> <b>Inhalación:</b> Remover a la persona expuesta al aire fresco, si la respiración es dificultosa suministre oxígeno. Si la persona no respira suministre respiración artificial hasta la llegada de atención médica. <b>Piel:</b> El contacto prolongado con la piel puede producir quemaduras de piel, quite la ropa contaminada y lave con abundante agua durante 15 minutos, solicite atención médica. <b>Ingestión:</b> No induzca vomito. Si la persona se encuentra consciente, suministre grandes cantidades de agua para diluir el producto, luego suministre cualquier de estas: vinagre diluido, jugo de limón, jugo de naranja o otro jugo de fruta, clara de huevo batida o aceite de la aceituna. Consiga atención médica inmediatamente. <b>Ojos:</b> El contacto con los ojos puede provocar irritación y quemaduras de cornea. Lave con abundante agua durante 15 minutos. Acuda a un especialista.				
Sección VII - Precauciones para el Manipuleo y el Uso seguro				
<b>Pasos a tomar en caso de liberación o derrame:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aísle el área de derrame y trabaje con protección respiratoria</li> <li>• Contenga el derrame, de poder hacerlo</li> <li>• Absorba y recolecte en recipientes adecuados</li> </ul>				
<b>DISPOSICIÓN:</b> El material contaminado puede generalmente ser arrojado, una vez neutralizado, en terreno previamente aprobado para dicho propósito por regulaciones nacionales, provinciales y municipales.				
<b>Precauciones a tomar en caso de manipuleo y almacenamiento:</b> <b>Manipuleo:</b> recomienda usar ropa y protección adecuada para minimizar el contacto con la piel, ojos y respiración de vapores <b>Para almacenamiento:</b> Mantenga recipientes lejos del calor y la llama abierta. Maneje como un líquido corrosivo. No soldar en tanques que hayan contenido el producto sin antes lavarlos e inertizar.				
Sección VIII - Medidas de Control				
<b>Ventilación</b>	Local: SI		Especial: No posee.	
	General: SI		Otros: No posee.	
<b>Guantes Protectores:</b> SI (PVC)		<b>Protección de ojos:</b> anteojos y protector facial.		
<b>Ropa Protectora o Equipo Protector:</b> Delantal de PVC y protección respiratoria, si es necesario.				

Imagen N° 80. Riesgos, características y medidas de control del amoníaco

Fuente: Serman y Asoc. (2008).

## 6.15. Sistema de condensado y reposición

Conforma el sistema cerrado agua-vapor. En cada punto del circuito, el fluido presenta unas características distintas de presión y temperatura, determinando ambas su estado. El sistema de agua se subdivide en dos, según su presión, denominados Sistema de Condensado (o de baja presión) y Sistema de Agua de Alimentación (o de alta).

El sistema de vapor también tiene una subdivisión semejante, el Sistema de Vapor Principal, al Sistema de Vapor Recalentado y Sistema de Extracciones.

El condensador de vapor enfriado por aire (ACC) de la central condensa el vapor emitido por la turbina o el vapor recalentado proveniente del bypass de turbina, desechando el calor a la atmósfera. El condensador consta de calles de tipo bóveda "A" con elementos de tubos de aletas. Cada calle contiene módulos primarios y módulos combinados o secundarios, que constan de haces de tubos de aletas. Un ventilador de flujo axial, localizado debajo de la bóveda, fuerza al aire de enfriamiento a través de las aletas. El vapor fluye a través de los conductos de vapor principales hacia el condensador, a través de las columnas ascendentes y los colectores de distribución de vapor, instalados a lo largo de la parte superior de cada calle y luego entra por el colector de distribución a los tubos de aletas, en la parte superior de los haces de condensación primaria.



Imagen N° 81. Aerocondensador  
Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 82. Detalle ventilador del  
aerocondensador  
Fuente: elaboración propia.

El vapor se condensa parcialmente durante el flujo corriente abajo en los tubos. El vapor condensado y no condensado es recolectado en colectores de vapor/condensado y tuberías a lo largo de la parte inferior de las calles. Alrededor del 90% del vapor es condensado en estos haces de condensación primaria (vapor y condensado: paralelos de la parte superior a la inferior). El vapor restante (ca. 10- 15%) ingresa a los tubos con aletas de los haces de condensación secundaria, a través de sus conexiones inferiores con los colectores de vapor/condensado.

Los gases no condensables se acumulan cerca a la parte superior de los haces de condensación secundaria y son extraídos hacia los colectores de toma de aire, instalados a lo largo de la parte superior de estos haces secundarios. Estos colectores están conectados al sistema de aspiración, mediante línea de toma de aire.

Los condensados recolectados en los colectores de vapor/condensado son drenados, por gravedad, hacia el tanque de condensado, a partir del cual son bombeados por las bombas de extracción de condensado hacia el sistema de calderas. El sistema de control de nivel mantiene un nivel constante en el tanque de condensado principal mientras que una línea de recirculación garantiza un flujo mínimo a través de la bomba de extracción de condensado.

Asimismo los drenajes del conducto de vapor son recolectados en el colector de drenaje y luego son descargados en el tanque de condensado, mediante bombas de drenaje.

En síntesis el Sistema de Condensado tiene su origen en los tubos de vapor principales y finaliza en la aspiración de las bombas de alimentación, después de un doble circuito de condensado. Su misión es extraer el agua procedente de la condensación del vapor descargado por el cuerpo de baja presión de la turbina, enviándola, a través del aerocondensador de 4 calles y colector, a los calentadores y finalmente a las bombas de alimentación con una presión positiva de modo que asegure el buen funcionamiento en la aspiración de éstas. En el sistema de condensado tiene lugar la reposición de agua tratada para suplir las pérdidas del ciclo, el precalentamiento inicial del agua y su desgasificación.



Imagen N° 83. Tuberías del circuito agua – vapor / “calles”

Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 84. Tuberías del circuito agua – vapor / “calles”

Fuente: elaboración propia.

### 6.15.1. Tanque de condensado

El tanque de condensado recolecta condensados del condensador principal, de la recuperación de drenaje del tanque de expansión del condensador y recibe el agua de aporte para reponer las pérdidas del ciclo. Los drenajes de los condensadores de las unidades de aspiración también terminan en el tanque de condensado. Además, están conectados a la línea de equalización proveniente de las líneas del conducto de vapor y de extracción de aire hacia el sistema de extracción.

El sistema de control de nivel repone con agua proveniente del tanque de agua desmineralizada mediante la línea de reposición de servicio, hacia el calderín del tanque de condensado o directamente, a través de la línea de reposición de emergencia hacia el tanque.

El tanque de condensado tiene una capacidad total de aproximadamente 110 m<sup>3</sup>. Las bombas de condensado transfieren el agua condensada de tanque de condensado de vuelta a la caldera.

### 6.15.2. Sistema de drenaje del colector de drenaje

El colector de drenaje recoge los diferentes drenajes del conducto de vapor, los cuales son enviados al tanque de condensado mediante dos bombas de drenaje del 100% de capacidad cada una.

### 6.15.3. Sistema de extracción de aire

El no condensable debe ser evacuado del condensador antes de que el vapor pueda introducirse al arranque (proceso de arranque) y debe ser retirado continuamente durante el funcionamiento normal (proceso de retención). En ambos casos se utiliza vapor auxiliar como vapor de tracción.

Para el proceso de arranque, los requerimientos son de reducir la presión lo más rápidamente posible. Se suministra un eyector de arranque 100% con plataforma silenciadora. El aire y el vapor de tracción son descargados a través del silenciador, a una presión ligeramente por encima de la presión atmosférica.

Para el proceso de retención, en funcionamiento normal, el aire debe ser evacuado del ACC. Una vez obtenida la aspiración y durante el funcionamiento normal, la plataforma de extracción de arranque se apaga y solamente un conjunto de aspiración de retención se encarga de eliminar los incondensables. Se suministran dos plataformas de retención de 100%, para fines de retención. Una plataforma está normalmente en funcionamiento y la segunda en reserva.

Los condensadores inter/post de los eyectores son enfriados por condensado para recuperar la energía del vapor de tracción y reducir los caudales hacia el eyector de segunda etapa. El agua condensada recolectada en estos equipos se dirige al colector de drenaje. Durante el funcionamiento normal, el aire, extraído del condensador, deja la plataforma del eyector de retención a través de la descarga.

#### 6.15.4. Sistema de limpieza

Se suministra un sistema de limpieza de agua a alta presión (aprox. 80 bares), para restaurar el rendimiento mediante la limpieza de la superficie de las aletas. Bombas en tándem de alta presión aportan el caudal de agua de limpieza. Las líneas de distribución transportan el agua hacia cada lado del techo. Dos conexiones rápidas en cada calle, distribuidas a lo largo del techo, conectan la tubería de distribución.

#### 6.15.5. Sistema de reposición

Tiene como función aportar el agua tratada de reposición necesaria para el ciclo agua-vapor que cada unidad necesita en forma continua, para suplir las pérdidas debidas a la purga continua, tomas de muestras, evaporación en tanques de drenaje y condensado, pérdidas por empaquetaduras, consumos de vapor auxiliar, etc. Esta reposición se efectúa en el condensador, llegando el agua a través de una tubería procedente de los tanques de almacenamiento de agua desmineralizada (imagen 85). El control se realiza automáticamente, abriendo la válvula automática en función del nivel en el pozo de condensado del condensador, o del nivel en el tanque de reserva de condensado, según las necesidades del ciclo.

Las reservas aseguran el funcionamiento del ciclo de la unidad, consistente en el circuito continuo en el que el mismo vapor descargado de la turbina se condensa e introduce nuevamente en la caldera, repitiéndose el ciclo de vaporización-condensación, o sea es un depósito de compensación o reserva que cede o toma agua del circuito cuando no se efectúe con regularidad el consumo de vapor en la turbina y el consumo de agua en la caldera.

Esta situación se da con frecuencia, puesto que las condiciones del sistema no son completamente estables: hay variaciones de carga que dan lugar a que, en un momento determinado, la turbina tome más o menos vapor, condensándose más o menos agua de la que en ese momento se está alimentando a la caldera. En el caso de aumento de carga, el exceso de condensado pasará a los depósitos de compensación, y en el caso contrario, el defecto de agua lo tomarán las bombas de alimentación de los depósitos. Cuando la marcha del ciclo se regulariza de nuevo, vuelven a normalizarse los niveles de los depósitos, pero es normal que fluctúen continuamente.

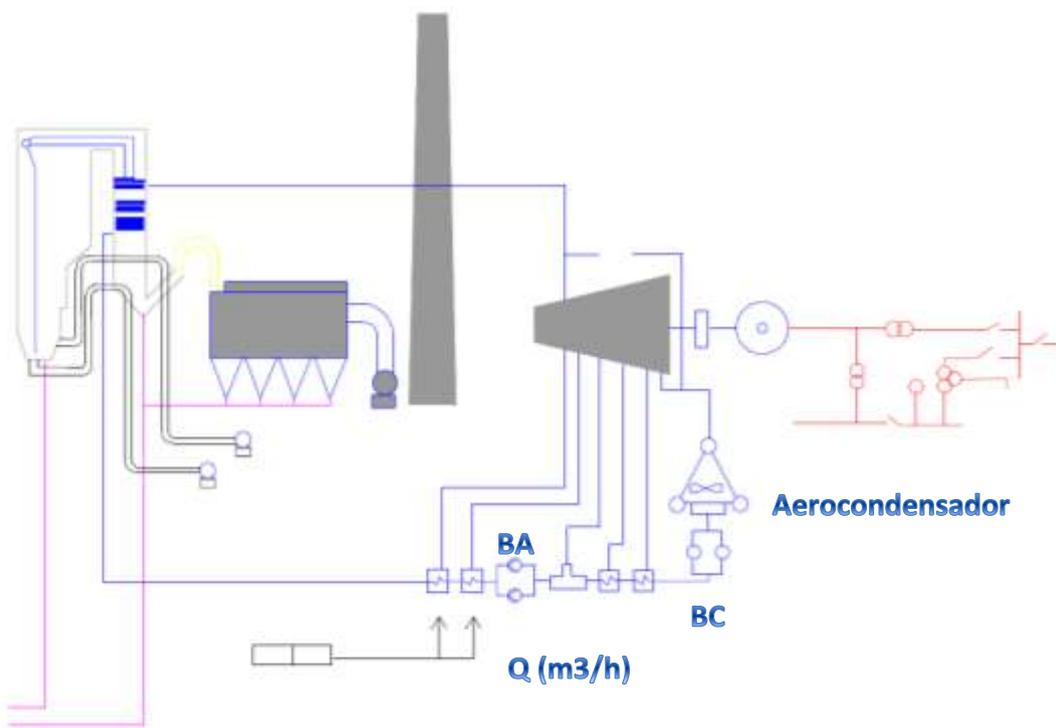


Imagen N° 85. Ciclo de reposición de agua  
Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015).

Donde:

BA = Bomba de Alimentación

BC=Bomba de Condensado

#### 6.15.6. Sistema de agua de alimentación

El sistema de agua de alimentación tiene su origen en las bombas de alimentación enlazando con el sistema de condensado, y finaliza en el calderín de la caldera. Su misión es inyectar en el calderín, a una presión elevada, ligeramente superior a la del vapor, el agua calentada convenientemente, para pasar al circuito de vaporización de la caldera. En este sistema tiene lugar el precalentamiento final del agua, hasta una temperatura muy próxima a la de ebullición en la caldera, y el tratamiento químico con hidracina para aumentar el ph del agua y eliminar al máximo el oxígeno que no haya sido extraído en el desgasificador.

Los elementos que componen el sistema, son motobombas y turbobomba, de alimentación, con variador de velocidad, conectadas en paralelo, con filtros en la aspiración y válvulas de retención en la descarga. - Válvulas automáticas de recirculación de las bombas y automática del atemperador del sobrecalentador, calentadores y economizador de tubo desnudo.

El condensado del desgasificador es aspirado por las bombas de alimentación y bombeado a través de los calentadores y economizador, entrando finalmente en el calderín por sus dos extremos, a una altura inferior al nivel normal de agua. El variador de revoluciones de las motobombas o la carga de la turbobomba, regulan el flujo de forma que se mantenga un nivel constante en el calderín. Esta regulación es la resultante de las señales de control, procedentes del medidor de flujo de agua de alimentación, medidor de flujo de vapor principal y transmisor de nivel del calderín. La toma de agua para los atemperadores se efectúa en la descarga de la bomba de alimentación para evitar las caídas de presión propias del circuito (calentadores, economizador, vaporizadores y parte del sobrecalentador) y así disponer, en el punto de atemperación de una presión mayor en el agua que en el vapor. Las entradas al economizador y a los atemperadores llevan válvulas de retención para evitar el retroceso de agua o vapor

de la caldera. El drenado de las cámaras de los calentadores de alta presión se realiza también en cascada, como los de baja presión, siendo regulado por válvulas automáticas que reciben la señal de transmisores de nivel situados en los respectivos calentadores. Tanto los drenajes de los calentadores de alta como los de baja presión disponen de by-pass, y tuberías auxiliares para sustituir a las automáticas en caso de avería, o desviar los drenajes de su cauce normal en caso de incomunicación de cualquier calentador.

### 6.16. Balance de insumos

El balance de insumos a ser utilizados durante el funcionamiento del sistema se predetermina para una capacidad del 100% de operación. Se considera como óptimo el funcionamiento pleno ya que será el caso de mayor generación de emisiones gaseosas, material particulado y restos de combustión así como efluentes líquidos devenidos de purgas y pérdidas (imagen 86):

- La arena sólo será incorporada al lecho, al momento de la puesta en marcha del sistema de generación de vapor.
- La inyección de solución acuosa de amoníaco dependerá exclusivamente de los niveles de NOx monitoreados en la salida de los gases de escape, de forma tal de cumplimentar con las concentraciones de emisión de este gas, comprometidas en el diseño del proyecto. Para el balance se considera la utilización excepcional de hasta 0,334 t/h (0,167 t/h para cada caldera).
- Sólo se consideran en el balance los caudales de agua de reposición del proceso, ya que el sistema presenta una carga inicial que permanece en un circuito semicerrado. con reposiciones continuas a causa de la ocasión de pérdidas, venteos y purgas.

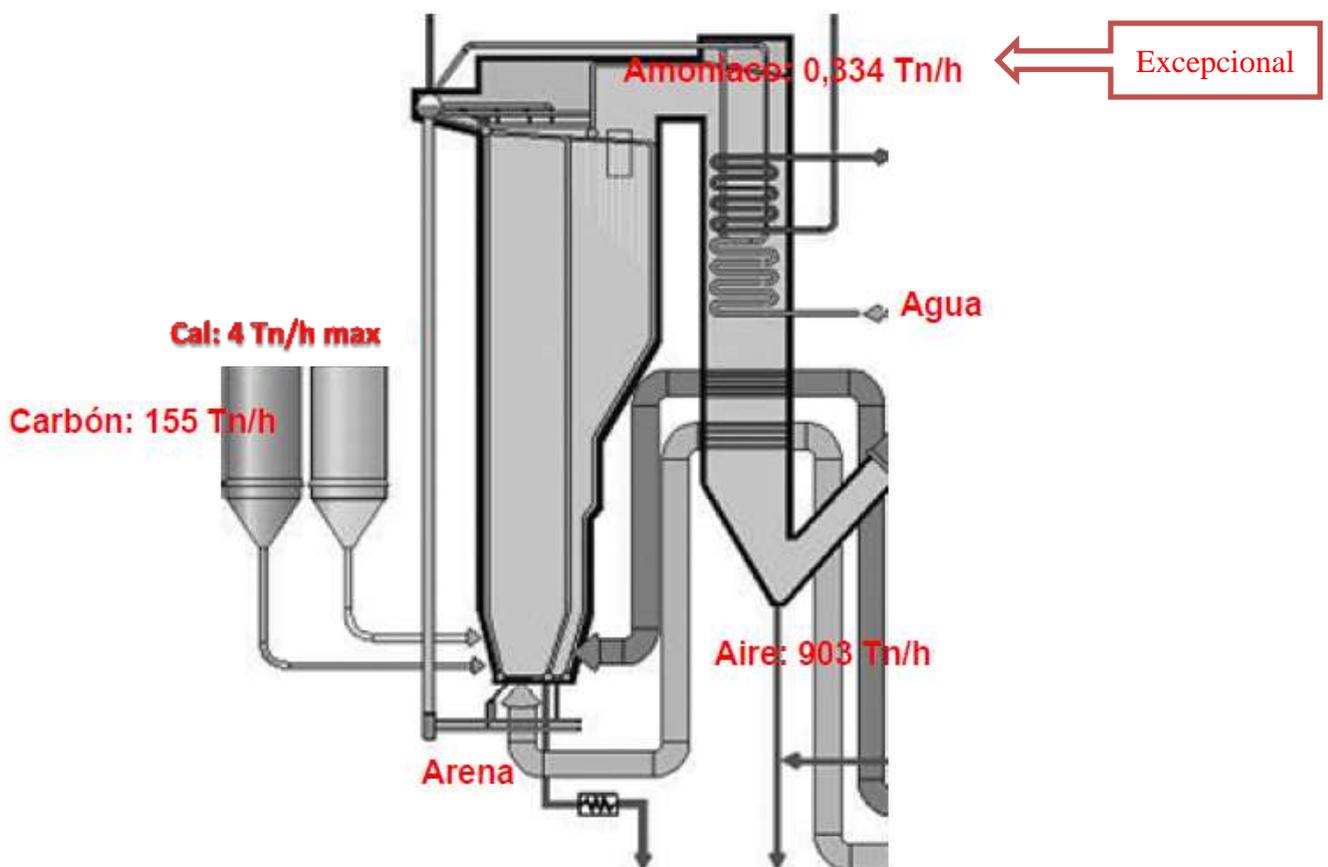


Imagen Nº 86. Balance de insumos de máxima

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015) e YCRT.

Como residuos se consideran como corrientes principales a ser estudiadas, gestionadas y monitoreadas ambientalmente, las siguientes:

- Los restos de combustión, generadas como consecuencia de la combustión del carbón en el lecho fluidizado del generador de vapor. Esta corriente de restos se encuentra compuesta por las del generador (más gruesas), los sólidos extraídos del separador acoplado al horno (caldera) y los polvos retenidos en los filtros manga del generador. También se consideran los polvos provenientes de los sistemas de filtrado dispuestos en las torres de transferencia y trituración del sistema de transporte y acondicionamiento de carbón y cal, con la salvedad que estos sólidos pueden ser re-incorporados al sistema de transporte.

Los sólidos gruesos (Botton Ash) se recogen debajo de los stripper cooler de cada una de las calderas y mediante un sistema de transporte neumático se las transporta a un silo pulmón que posee cada caldera, en el caso de la caldera N°1 es de 350 m<sup>3</sup>, en tanto que las de la caldera N°2 van a un silo de 175 m<sup>3</sup> por lo cual los circuitos dispuestos permiten separar las cenizas gruesas de las finas.

Las partículas finas son recogidas en los air preheater y los filtros de mangas de cada una de las calderas.

En principio es posible señalar con un grado de precisión adecuado para este trabajo que cada caldera genera la misma cantidad de partículas finas que de gruesas, la cual será variable según la mezcla de combustible que se utilice en la caldera.

- Los efluentes líquidos generados como consecuencia de las pérdidas y purgas del sistema, así como los efluentes propios de los sistemas sanitarios y de servicios generales de la planta.
- Las emisiones de gases, material particulado y venteos de vapor, producto de la combustión del carbón en el generador de vapor y de los venteos del sistema.
- Residuos generales de tipo domiciliario, inerte y peligroso, generados como consecuencia de las actividades propias de la planta, tareas de mantenimiento de equipos, limpieza y reparación de sectores de almacenamiento, etc.

### 6.16.1. Consumo de Insumos y Logística

Los valores teóricos previstos por diseño de los distintos insumos se presentan en el Cap. 9 Sección 10 “Insumos y Logística”. A continuación se presenta una descripción sintética de la logística utilizada para el transporte de insumos.

#### Carbón:

Circuito 1 (Bocamina a Patio de Carbones CTRT). El Carbón es entregado en Boca Mina 5 (BM5), dentro del predio de YCRT. Se realiza la carga mediante Pala Cargadora en el Alimentador Stambler de BM5, el que dosifica la carga a la Cinta FG1 A, pasa por un separador magnético de metales, luego FG1B, Trituración Primaria en Torre 1, Cinta OVFG2 paralela a Ruta complementaria 20; y trasvase a Cinta FG3 en Torre 2 (ya en predio CTRT) para descargar mediante Stacker Bedeschi y Cinta FG4 en Patio de carbones.

Circuito 2 (Patio de Carbones a Silos Diarios Caldera U1). Carga en Patio de carbones de las Tolvas Móviles de Alimentación de Cintas FG 5 o FG6 (según lado de la Celda) mediante Pala cargadora; estas cintas trasvase a cinta FG7, Trituración Secundaria en Torre 5, elevación a edificio de Calderas por Cinta inclinada FG8, luego FG9, y carga a Silos diarios mediante cinta FG 10A o FG10B.

#### Caliza:

El transporte de la caliza a granel se realiza en camiones batea. La misma se recibe en planta de recepción y acopio de caliza dentro del predio de CTRT. La Planta se encuentra preparada para realizar la recepción por vuelco en tolva bajo piso, en ambiente cerrado con filtrado de aire por mangas. De tolva bajo piso se transporta mecánicamente (redler y noria cerrados) a silos de almacenamiento. El transporte a Silo de U1 es neumático.

Con el Consumo real de Caliza evidenciado durante las pruebas a 40MW, se prevé que para Generación a 120MW se movilice un transporte camión diario de 30 t.

Sistema SNCR Inyección de Amonia (Agua Amoniaca):

La carga de agua amoniacal se realiza en Tanque Cisterna del Sistema SNCR ubicada en Isla de Potencia, contiguo al Edificio de Calderas, dentro del predio de CTRT. El transporte de agua amoniacal se realiza esporádicamente para completar niveles en caso de que se requiera consumo.

#### Arena:

La arena se compra en envases de 1m<sup>3</sup> y transportada en camiones playos. La Descarga se realiza en predio de CTRT, en tolva a nivel de piso y posterior transporte neumático a Silo de Arena U1.

#### GasOil (se utiliza solo para arranque de Unidad):

El transporte se realiza en camiones cisterna de 37.000 a 43.000 l de capacidad, dependiendo del flete. La descarga se realiza en Planta de Gasoil, dentro de CTRT. La frecuencia de transporte es de 1 camión por semana.

### 6.16.2. Restos de Combustión y Polvos

Se consideran restos de combustión a todos los residuos sólidos generados como consecuencia de la consideración del carbón en el lecho fluidizado del generador de vapor, sin discriminación de granulometría o de punto de extracción de dicho residuo en el sistema. En este sentido, y en función de su gestión y disposición se consideran dentro de esta categoría a los sólidos residuales generados en los siguientes equipos:

- Sólidos de grandes dimensiones generadas en la base de la caldera.
- Partículas capturadas en el separador de sólidos acoplado al horno de la caldera.
- Los polvos generados en los filtros manga del sistema de generación de vapor y de las torres de transferencia y trituración del sistema de transporte y acondicionamiento de carbón.

El balance se podrá determinar con precisión después de un período lo suficientemente ilustrativo en la Fase Operación. En base a criterios de proyecto y resultados de la Puesta en Marcha – Fase Prueba se estima:

- El consumo específico de la Central estará en el orden de los 500 a 600 Kg carbón/MVA generado
- La generación de restos de combustión – RdC estaría en el orden del 40 al 50%
- El consumo de carbón sin depurar respecto del total estaría en el orden del 80 al 90%.

Cabe consignar que estos valores, o sea consumo específico de carbón por unidad de generación de energía, generación de restos de combustión respecto del carbón total consumido y el carbón sin depurar consumido respecto del total, son básicos y clave de la eficiencia energética y ambiental de la Central.

Preliminarmente y sujeta a convalidación/ajuste durante la propia Fase Operación se presentan valores de máxima estimados a plena carga en el cuadro 22 y su diagrama en la imagen 87.

Cuadro N° 22. Balance de restos de combustión (RdC)

#### **Cálculo por caldera**

Se considera que el carbón contiene un 40% de cenizas (flujo de carbón: 20 kg/s x 40%)	29 a 30 t/h
La cal incorporada se extrae como complejo en las cenizas (flujo de cal: 0,5 kg/s * 100%)	1,7 a 2 t/h
RdC: parte inferior del horno (caldera) 40% del total	12 t/h
Partículas retiradas del separador de sólidos (5% del total)	2 t/h
Polvos del filtro manga del generador de vapor (55% del total)	16 t/h
Total RdC por caldera	32 t/h
<b>Total RdC generadas en ambas calderas</b>	<b>74 t/h</b>

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) - UTN (2011 y 2015) e YCRT.

Nota: cálculo estimado de máxima en el que no se consideran en este balance los polvos de los filtros manga del sistema de transporte y acondicionamiento de carbón, ya que representan un volumen despreciable respecto del total de las cenizas y polvos generados.

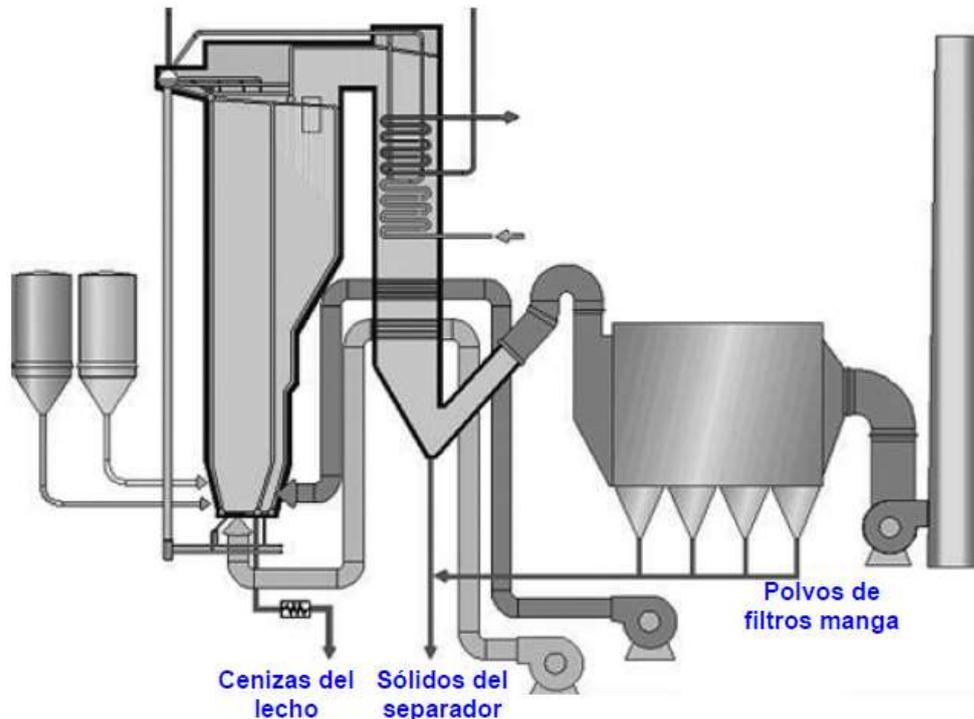


Imagen N° 87. Diagrama de RdC

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Todos estos residuos son movilizados a través de cintas transportadoras cerradas y estancas hasta el almacén transitorio, denominado "La Capilla" consistente en un recinto cerrado (galpón), estanco y deprimido con un sistema de captación de polvos, que tiene una capacidad aproximada de 25.500 t para el acopio de 15 días de generación (considerando el funcionamiento permanente de la caldera: 24 h diarias).

Finalmente se contempla el traslado de los restos de combustión a la nueva escombrera, a construir en el predio de YCRT, mediante cinta transportadora tubular hasta destino, a construir como obra ambiental complementaria de la Central Térmica.

Transitoriamente y hasta la ejecución y puesta en funcionamiento de estas obras ambientales complementarias el traslado será realizado por medio de camiones batea de unas 20 t de capacidad, que dependerán del Área de Logística de YCRT, que estará específicamente destinado a estos fines y podrá tomar todos los recaudos necesarios para evitar accidentes, voladuras de material durante el traslado y su adecuado depósito y disposición en destino.

Durante la Puesta en Marcha – Fase Prueba, se realizaron estudios para verificar el cumplimiento de los estándares ambientales de la Central en todos los órdenes en general, y de la calidad ambiental en términos de disposición de los restos de combustión – RdC en especial. Estos estudios confirmaron preliminarmente que no son contaminantes, y pueden depositarse en cualquier lugar pero, se considera que ésta condición debe confirmarse mediante un período más prolongado de observaciones específicas. Por tales motivos se contempla que, durante todo el primer año de Operación serán depositadas en un repositorio con suficiente capacidad para recibirlas y ser adecuadamente tapadas con estériles y otros materiales a fin de evitar su voladura, y que disponga de todas las medidas de seguridad ambientales

suficientes como para evitar la contaminación del subsuelo y las aguas subterráneas, si excepcionalmente el monitoreo continuo de su calidad diera resultados contrarios.

El nuevo repositorio de restos de combustión – RdC estará ubicado en la zona minera de YCRT, lindero al actual polvorín a unos 800 metros de la ruta 20.

Esta gestión de los restos de combustión, no es excluyente de la implementación de alternativas de valorización, como su comercialización para aditivo en la industria cementera o similares, insumo para la industria de prefabricados o construcciones así como la posible instalación a futuro de una planta de briqueteado entre otras.

Obviamente esas opciones dependen para su implementación de aspectos tales como desarrollo de producto, creación de cadenas de comercialización, distribución y venta, o sea aspectos de marketing en general, que dependen de la eficacia de gestión comercial y operativa de YCRT.

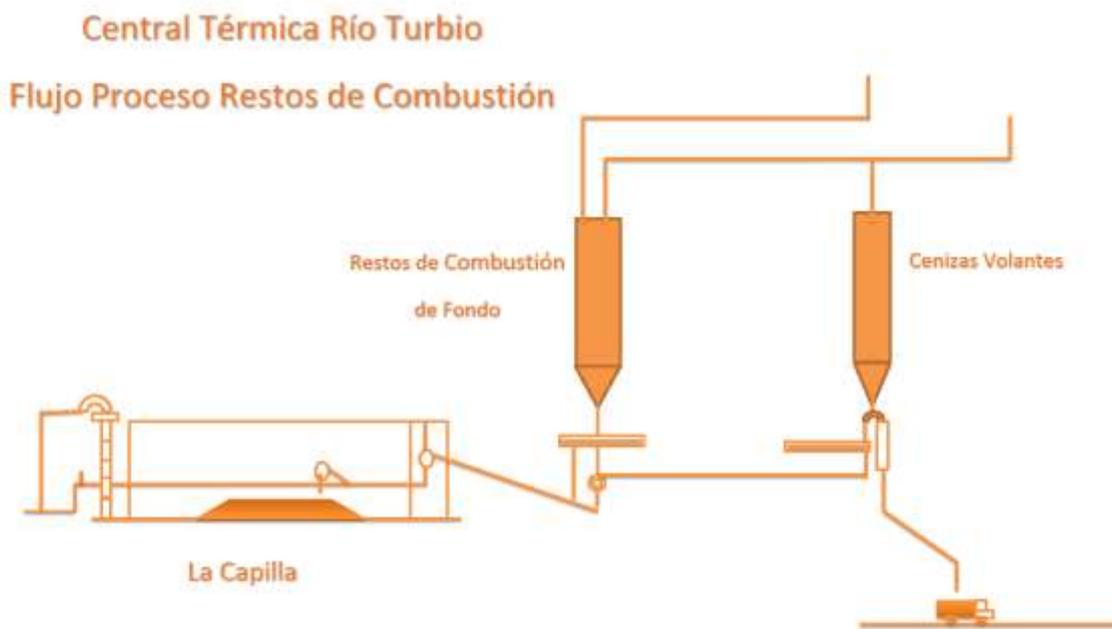


Imagen N° 88. Diagrama de gestión de restos de combustión  
Fuente: elaboración propia en base a Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

En función de ensayos realizados de forma previa por la empresa proveedora del generador de vapor, se ha registrado la siguiente composición esperable de los restos de combustión que resultarían del proceso de combustión, serán (cuadro 23):

Cuadro N° 23. Composición de los RdC del carbón como elementos, como óxidos y componentes menores de los RdC como elementos

Componentes en RdC (como elementos)	Unidad de medición	Medición
Na (sodio)	%	0,5
K (potasio)	%	1,0
Ca (calcio)	%	2,2

Mg (magnesio)	%	0,8
Al (aluminio)	%	13,8
Fe (hierro)	%	3,1
Si (silicio)	%	27,1
P (fósforo)	%	0
Tl (talio)	%	0,8
S (azufre)	%	1,5
Cl (cloro)	%	0
<b>Componentes en RdC (como óxidos)</b>	<b>Unidad de medición</b>	<b>Medición</b>
Na <sub>2</sub> O	%	0,6
K <sub>2</sub> O	%	1,2
CaO	%	3,1
MgO	%	1,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	26
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	4,5
SiO	%	57,9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0,0
TiO <sub>2</sub>	%	1,4
SO <sub>3</sub>	%	3,8
<b>Componentes menores en RdC (como óxidos)</b>	<b>Unidad de medición</b>	<b>Medición</b>
Mn (manganeso)	%	0
Zn (cinc)	%	0
Cu (cobre)	%	0
Pb (plomo)	%	0
Cr (cromo)	%	0
Sn (estaño)	%	0
Sb (antimonio)	%	0
Co (cobalto)	%	0
Ni (níquel)	%	0
V (vanadio)	%	0
Br (bromo)	%	0

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Nota: los valores se relacionan con el análisis de cenizas conseguido a 550 °C. Resultados de ensayos realizados Foster Wheeler, 2007.

En el Informe Fase Prueba se realiza *in extensis* los estudios realizados sobre la calidad de los restos de combustión – RdC que ha permitido descartar, al menos preliminarmente, que se trate de elementos peligrosos o agresivos. Para mayor detalle véase Capítulo 9 - Informes Técnicos y Ambientales.

### 6.16.3. 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, correspondientes a las 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 depósito de carbón.

Las primeras corrientes son ecualizadas y tratadas en una Planta de Tratamiento ubicada en el predio de la central, volcando sus efluentes con las características presentadas en el cuadro 24.

*Cuadro Nº 24. Tabla de parámetros y sus límites permisibles de vuelco en cada cuerpo receptor.*

Parámetros de vuelco	Unidad de medida	Disposición 4/1996 Anexo II	Decreto 7/2006 Anexo A	Niveles de calidad de vuelco medidos en cámara de aforo (receptor: río Turbio)
pH		6 – 10	6 – 10	6 – 10
Temperatura	°C	50	50	50
Sólidos sedimentables en 2 horas	ml/l	1	1	1
Sustancias solubles en frío en éter etílico SSEE (grasas y aceites)	mg/l	100	100	100
Sulfuros	mg/l	1	1	1
Cromo trivalente total	mg/l	2		2
Cromo hexavalente total	mg/l	0,2	0,2	0,2
Plomo total	mg/l	0,5	0,5	0,5
Mercurio total	mg/l	0,005	0,005	0,005
Arsénico	mg/l	0,5	0,5	0,5
Cianuros	mg/l	0,1	0,1	0,1
Cadmio total	mg/l	0,1	0,1	0,1
Hidrocarburos	mg/l	20	20	20
DBO <sub>5</sub> , 20 °C (sobre muestra bruta)	mg/l	50	50	50
DQO (sobre muestra bruta)	mg/l	250	250	250
Fenoles	mg/l	0,5	0,5	0,5
Detergentes	mg/l	1	1	1
Cloro residual (después de 30 minutos de contacto)	mg/l	6	6	6
Coliformes fecales	NMP/100 ml		2000	2000

<b>Sustancias asimilables con azul de metileno (S.A.A.M)</b>	mg/l		2	2
<b>Hierro (soluble)</b>	mg/l		2	2
<b>Manganeso (soluble)</b>	mg/l		0,5	0,5
<b>Cinc</b>	mg/l		2	2
<b>Niquel</b>	mg/l		2	2
<b>Cromo total</b>	mg/l		2,2	2,2
<b>Cobre</b>	mg/l		1	1
<b>Aluminio</b>	mg/l		2	2
<b>Bario</b>	mg/l		2	2
<b>Boro</b>	mg/l		2	2
<b>Cobalto</b>	mg/l		2	2
<b>Selenio</b>	mg/l		0,1	0,1
<b>Nitrógeno total</b>	mg/l		35	35
<b>Nitrógeno amoniacal</b>	mg/l		25	25
<b>Nitrógeno orgánico</b>	mg/l		10	10
<b>Fósforo total</b>	mg/l		1	1

Fuente: Anexo II, Disposición 4/1996, Provincia de Santa Cruz y Anexo A, Decreto 7/2006, Provincia de Santa Cruz (se consideran para ambos el valor más restrictivo).

Los líquidos proveniente del sistema de colector de lixiviados del depósito de carbón serán tratados 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 sobre la cubierta de la nave y direccionados convenientemente.

Las cantidades dependen de factores puntuales y estacionales, tales como humedad que contengan, clima del momento y similares. Como aproximación se considera que se procede a regar estos sectores 10 minutos por hora, en los tres sitios establecidos, lo que confiere el uso de 15 m<sup>3</sup>/ h durante las 15 h netas de operación (descontando paradas), que implica un consumo diario de 100 a 150 m<sup>3</sup>/ día (4,2 – 6,25 m<sup>3</sup>/ h).

El drenaje de las pilas se capta a través de caños perforados 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 recirculada para el proceso de abatimiento de polvo – regado, con el siguiente balance (cuadro 25).

Cuadro N° 25. Efluentes de agua de proceso, efluentes sanitarios y de servicios comunes de planta. Total de efluentes vertidos desde la cámara de aforo a la Planta de Tratamiento

<b>Efluentes de agua de proceso, efluentes sanitarios y de servicios comunes de planta. Total de efluentes vertidos desde la cámara de aforo a la Planta de Tratamiento</b>	<b>12,39 m<sup>3</sup>/h</b>
<b>Pérdidas totales</b>	<b>13,22 m<sup>3</sup>/h</b>
Venteos (vapor) de agua de proceso	0,83 m <sup>3</sup> /h
Pérdidas del sistema	2,02 m <sup>3</sup> /h
RdC y pilas de carbón	10,37 m <sup>3</sup> /h

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Al igual que todas las variables del balance de masas de la Central, estos valores son referenciales, y deberán ser ajustados durante la propia Fase Operación después de un período lo suficientemente ilustrativo de tiempo.

#### 6.16.4. Balsas de Tratamiento

La central contará con dos (2) áreas de tratamiento de efluentes, capaces de recibir y tratar todos los distintos efluentes descriptos precedentemente.

##### Balsas de efluentes de la Planta de Tratamiento de Efluentes (PTE)

La PTE cuenta con dos (2) balsas de efluentes de 200 m<sup>3</sup> (volumen estándar de mercado) cada una, que en condiciones normales operarán de forma alternativa, es decir la primaria recibirá los efluentes mientras la secundaria los tratará, provenientes de:

- Líquidos efluentes de la isla de potencia (provenientes de las purgas de caldera principalmente)
- Agua limpia procedente de los separadores lamelares de hidrocarburos
- Agua limpia procedente de las plantas de aguas sanitarias
- Efluente procedente del pretratamiento del agua bruta

##### Balsa de regulación y homogeneización de efluentes

Consiste en una (1) balsa de regulación y homogeneización de efluentes, la cual recibirá:

- Desagües provenientes de todo el emplazamiento
- Drenajes provenientes del regado de las parvas de carbón
- Drenajes provenientes del sistema contra incendios del parque de carbón
- Posibles efluentes provenientes de la humectación de las cenizas

El volumen es de aproximadamente 820 m<sup>3</sup>, suficiente para recibir 15 min de precipitaciones continuas.

Anexa a esta balsa de regulación y homogeneización se instala una segunda balsa de reciclado, cuya finalidad será la de actuar de almacenamiento intermedio para el agua tratada por el equipo de tratamiento de la balsa principal.

#### 6.16.5. Emisiones gaseosas y Material Particulado

La combustión del carbón en la caldera 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, se agregan insumos 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, y cuyo máximo se corresponde a operando en continuo y a plena carga se presentan en el cuadro 26.

*Cuadro N° 26. Niveles de emisiones a ser mantenidos durante la operación de la planta (considerando su operación al 100% de la capacidad de generación)*

<b>NO<sub>x</sub> (límite máximo de emisión)</b>	200 mg/Nm <sup>3</sup> 6% O <sub>2</sub> seco
<b>SO<sub>2</sub> (límite máximo de emisión)</b>	200 mg/Nm <sup>3</sup> 6% O <sub>2</sub> seco
<b>PMT (límite máximo de emisión)</b>	30 mg/Nm <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Los niveles de emisión serán monitoreados constantemente a través de equipos de medición ubicados en los conductos de evacuación de los gases.

Como insumos se contempla los procedimientos habituales en calderas de carbón de lecho fluidizado, o sea se suministra piedra caliza al lecho de la caldera CFB, con lo que 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. O sea 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.

En caso de necesidad extrema, la Central cuenta con equipos que permitirán inyectar amoníaco acuoso (solución al 19%), en el separador, y 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, por lo que la utilización de agua, será consecuentemente, reducida a las purgas y pérdidas del sistema.

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).

Las mediciones realizadas durante la Puesta en Marcha – Fase Prueba han permitido verificar la eficiencia de la Central, con niveles de emisiones de gases muy por debajo de los máximos permitidos para Centrales de Turbovapor con combustible sólido, con mínima incorporación de caliza y nula de amoníaco.

Al igual que el resto de las variables del balance de masas de la Central, requiere su convalidación durante la Fase Operación durante un período lo suficientemente ilustrativo de tiempo que permita llegar a conclusiones definitivas y concluyentes.

### 6.16.6. 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 (imagen 89).

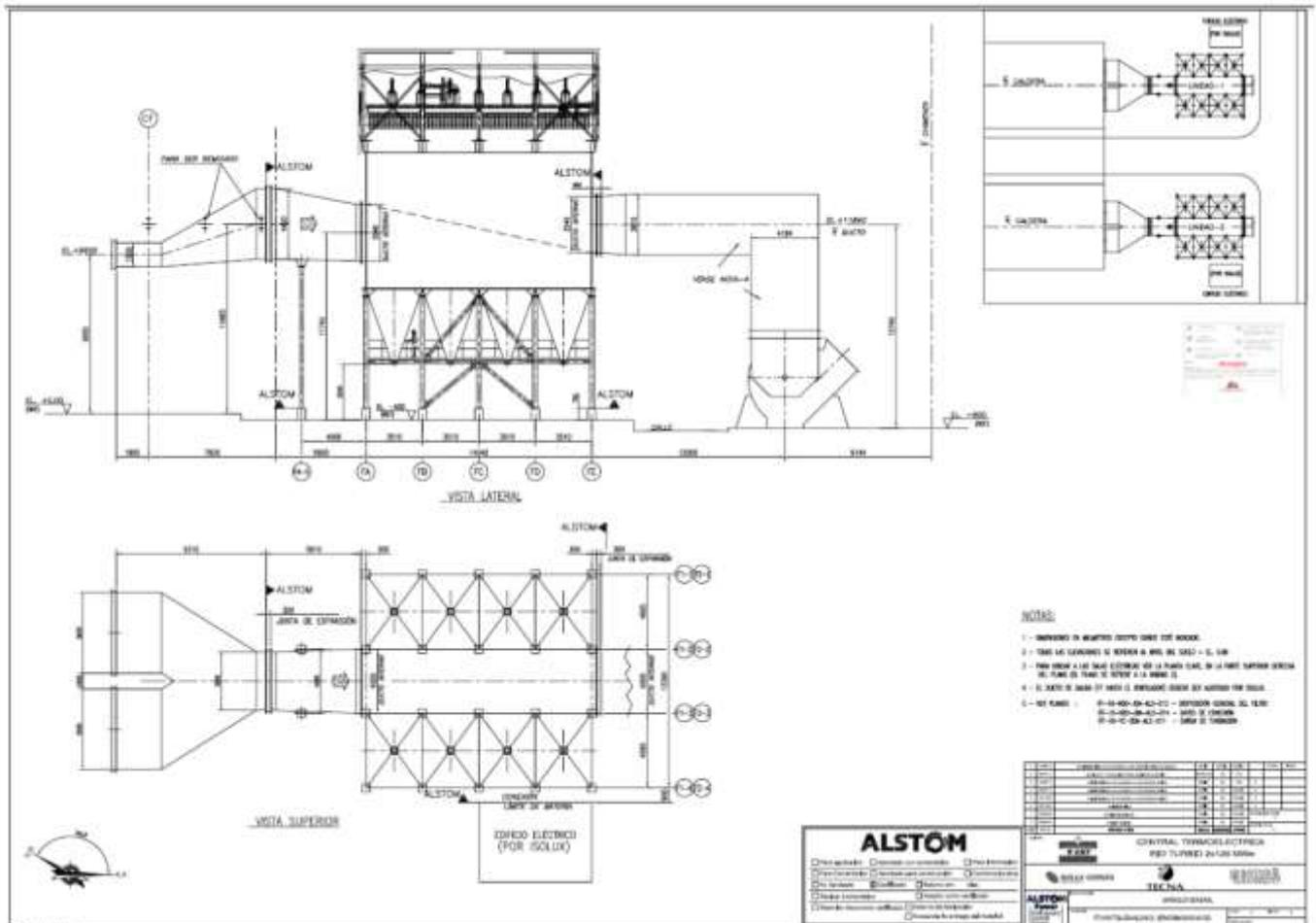


Imagen N° 89. Disposición General del Filtro de Mangas

Fuente: manual de operación CRT

Los materiales que pueden utilizarse en los filtros manga son muy variados debido a la gran cantidad de fibras artificiales disponibles en el mercado (cuadro 27).

Cuadro Nº 27. Tipos de tejidos filtrantes de uso comercial

Material filtrante	Fibras naturales				Fibras sintéticas						
	Lana	Algodón	PVC	Poliamida	Poliacrinitrilo				Poliéster	Polipropileno	Poliamida aromática
Nombre industrial			ROVYL VINION	PERLON NYLON	POLIACRINITRILLO PURO	DRALONT	DRALON	DOLAN	DOLEN TELRYLENE DRACON	MERAKLON	NOMEX
Peso específico	1,32	1,47 – 1,50	1,39 – 1,44	1,13 – 1,15	1,17	1,14 – 1,16		1,14	1,38	0,91	1,38
Resistencia al desgarramiento (g/den)	1,0 – 1,7	2,5 – 4,0	2,7 – 3,9	4,5 – 6,1	2,9 – 3,4	3,0 – 3,5	2,5 – 3,2	4 – 5	4,5 – 5,5	5,5 – 6,5	5,5
Resistencia en húmedo relación en resistencia en seco	85	110	100	90	90 – 95	90 – 95	90	90	93 – 97	100	75
Alargamiento de rotura en %	25 – 35	7 – 10	12 – 25	25 – 40	30 – 40	30 – 35	24 – 30	18 – 22	40 – 55	70 – 90	17
Absorción de humedad en % a 20 °C y 65% de humedad relativa del aire	10 – 15	8 – 9	0	4,5 – 5,5	1		1	1	0,4	0,05	4,5
Resistencia contra ácidos	Buena para ácidos débiles a baja temperatura	Mala	Casi totalmente resistente a cualquier concentración	Con ácidos diluidos en frío buena. Caliente poca	Buena	Muy buena			Buena frente a casi todos los ácidos minerales	Resistencia total	Buena frente a ácidos débiles a baja temperatura
Contra álcalis	Media	Buena	Casi totalmente resistente	Prácticamente resistente	Suficientemente resistente contra álcalis débiles				Buena a temperatura ambiente contra álcalis débiles	Resistente	Resistente frente a álcalis débiles
Contra insectos y bacterias	Pequeña si no está tratado	Buena	No es atacado								
Resistencia a la temperatura servicio continuo °C	80 – 90	75 – 85	40 – 50	75 – 85	125 – 135	125 – 135	110 – 130	110 – 130	140	70 – 80	200 – 220
Máxima °C	100	95	65	95	150	150	-	-	160 (SECO)	90	250 - 270

Fuente: Manual de Contaminación Ambiental, Fundación MAPFRE, España.

### Colector y compuertas de entrada

Un colector de admisión (plenum de entrada), proporciona un gas y una distribución de partículas uniforme a cada compartimiento. Su diseño ancho y liso (sin rigidizadores internos) proporciona una velocidad de gas constante y adecuada para evitar eventuales deposiciones de polvo.

Las compuertas de entrada están diseñadas para el cierre de las cámaras, sus deflectores corrigen el flujo de gas a las tolvas, las palas de las compuertas son actuadas por cilindros neumáticos ubicados fuera del filtro y que pueden accederse desde las plataformas de las tolvas.

#### Colector y compuertas de salida

Las compuertas de salida son de tipo planas (poppet type) que garantizan una alta eficiencia de estanqueidad para los compartimientos, son operadas por un accionamiento neumático que presiona la pala de la compuerta contra el asiento.

#### Carcasa y tolvas

El diseño de la carcasa del filtro conforma ocho compartimientos de filtrado (cámaras), trabajando en paralelo. Están agrupados en paquetes de cuatro compartimientos que tienen colectores de entrada y salida comunes.

Cada compartimiento está compuesto por una sección baja, cámara de "gas sucio" y una cámara superior de "gas limpio", separadas por la placa de sujeción de las mangas. La cámara inferior está compuesta por la carcasa del filtro, que contiene las mangas de filtrado y las tolvas de colección de polvo por debajo. En el filtro de mangas se emplean tolvas piramidales dotadas de resistencias eléctricas en el fondo para evitar condensación y formación de polvo.

#### Mangas y jaulas

Las mangas se instalan desde la parte superior del filtro y cuelgan hacia abajo dentro de la carcasa. Mediante una banda de presión, que se ajusta en la placa de mangas, se les dota de un cierre apretado.

Los gases sucios provienen del exterior de las mangas con una dirección de flujo descendente incrementando de esa manera el rendimiento de su limpieza (arrastrando el polvo desprendido de las mangas hacia abajo), y permitiendo tasas de filtrado mayores. En el fondo de las mangas se utiliza una capa doble de tela para prevenir el desgaste debido a posibles impactos.

Las jaulas están diseñadas para auto-alinearse en posición vertical. El diseño de jaula partido (split cage design) permite un mantenimiento más fácil y un menor riesgo de daño de la jaula.

#### Sistema de limpieza por pulsos

Cada línea de mangas dispone de una tobera conectada al colector de aire comprimido a través de la válvula de pulso. La tobera tiene orificios de inyección que están centrados respecto al eje de las mangas y se encargan de dirigir el pulso de aire comprimido en esa dirección.

La limpieza de las mangas se obtiene mediante un contraflujo que elimina el polvo de la superficie de la tela y trama; este contraflujo es generado por la onda de presión interna que proviene del pulso de aire comprimido.

Durante la fase de filtración, la tela de las mangas se mantiene en contacto con los alambres de las jaulas debido a la presión diferencial que existe entre la superficie externa e interna de las mangas. La presión diferencial da a la tela una forma de "estrella".

Durante la fase de limpieza, el contraflujo sopla la tela dándole un aspecto "circular" y separándola de los alambres de la jaula. La aceleración de la tela hacia fuera de la jaula y el impacto cuando llega a su máxima forma "circular", desprende la "torta" de polvo de la manga. El uso de presiones reducidas permite al polvo permanecer de forma aglomerada (y no en forma de nube de polvo en suspensión), y de esta manera facilita su deposición final en las tolvas.

El filtro de mangas dispone de su propio sistema de aire comprimido para alimentar al sistema de limpieza por pulsos y a las compuertas del equipo.

### 6.16.7. 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 del mismo. 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. La salida de los gases a través de la chimenea esperada son:

Cuadro N° 28. Especificaciones de salida de los gases a través de la chimenea y sus dimensiones generales

<b>Altura de chimenea</b>	110 m
<b>Diámetro externo de la boca de salida de los gases</b>	4,3 m
<b>Caudal de gas evacuado (boca de chimenea)</b>	277,2 kg/s
<b>Temperatura de salida de gases</b>	191 °C
<b>Velocidad de salida de los gases</b>	25 m/s
<b>Densidad de los gases</b>	0,8 kg/Nm <sup>3</sup>

Fuente: Serman y Asoc. (2008) e YCRT.

El valor de caudal de gas es el factor más variable en función de las condiciones de operación de la Central. Se considera un valor promedio de 277,2 kg/s /363,04 m<sup>3</sup>/s con una densidad promedio esperable de 0,75 a 0,8. Cabe destacar que el caudal del cuadro anterior es un parámetro de diseño de la chimenea que no necesariamente se ajusta al caudal promedio de operación.

En los antecedentes y para estimar la cantidad de CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera se realizaron dos cálculos diferentes. La información necesaria para realizarla consistió básicamente en los datos del balance de masa de las calderas que se prevé utilizar, así como también de los datos de las proporciones molares en la que los diferentes gases estarán presentes (Annex 12: Performance Fuel Case. Foster Wheeler Global Power Group, 30 de Abril de 2008).

Para la primera estimación se utilizó el peso molar del gas. Para obtener este valor se consideró el peso de cada compuesto y la proporción en que cada uno se encuentra presente en la mezcla gaseosa (ej. el CO<sub>2</sub> representa el 13,76 % del gas, es decir, dentro de un mol de la mezcla gaseosa, 0,1376 moles corresponden a CO<sub>2</sub>, contribuyendo al peso total con 6,0544 gr).

Así, el peso molar obtenido para el gas fue 29,1726 gr. Teniendo en cuenta que las calderas emitirán casi 1000 t/h de gas de combustión, se pudo estimar la cantidad de moles que por hora serán liberados al ambiente (34.246.382 moles por hora). En este sentido, conociendo el peso molar de cada uno de los compuestos y su proporción relativa en la mezcla, fue posible calcular la tasa de emisión.

Cuadro N°29. Gases liberados a la atmósfera

Compuesto	t/h	
	Estimación 1	Estimación 2
CO <sub>2</sub>	207,34	207,26
SO <sub>x</sub>	0,22	0,22
O <sub>2</sub>	34,63	34,62
NO <sub>x</sub>	685,42	685,14
H <sub>2</sub> O	71,44	71,42

Fuente: elaboración propia en base a UTN, 2015.

Para el cálculo de la segunda estimación se tuvo en cuenta el caudal del gas de combustión emitido a la atmósfera (213 m<sup>3</sup>/s). De este modo, suponiendo que el gas será liberado a una presión y temperatura

constantes (113,25 hPa y 0°C), se pudo calcular la cantidad de moles liberados por segundo. Así, conociendo la proporción en la que cada compuesto se encuentra presente en la mezcla fue posible obtener la cantidad de moles liberados de cada compuesto por segundo, la cual luego fue expresada en toneladas por hora a partir de la masa molar de cada gas individual.



Imagen N° 90. Chimenea de salida de gases  
Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 91. Chimenea de salida de gases  
Fuente: elaboración propia.

Las estimaciones de las tasas de emisión para los diferentes compuestos calculados por los dos métodos arrojaron prácticamente los mismos valores. En este sentido, considerando que la Usina emitirá 207,34 t por hora, a lo largo de un año la cantidad de dióxido de carbono liberado al ambiente será 1.816 Gg.

Para comprender la magnitud en la cual el proyecto va a contribuir al aumento de los GEI en la atmósfera, es importante conocer los valores emitidos a nivel actividad, país y mundial.

En el año 2019 se publicó el último Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (Moreira Muzio, Gaioli y Galbusera, 2019). El mismo establece que la generación de energía representa el 53% de los GEI emitidos a la atmósfera por actividades humanas en nuestro país. En particular, el subsector de la generación de electricidad genera un total de 47,83 MtCO<sub>2</sub>e, lo que representa un 13,1% de las emisiones del país, siendo superado únicamente por la ganadería y el transporte. A su vez, el Global Carbon Project en 2021 publicó los resultados de las emisiones de GEI a nivel mundial tanto para el 2020 como para el 2019 (Global Carbon Project, 2021). Estos resultados, y su comparación con las emisiones de la central térmica, se pueden observar en el cuadro 30.

Cuadro N° 30. GEI liberados a la atmósfera

Fuente	Emisión (MtCO <sub>2</sub> e/año)	Emisión (Gg/año)	Relación con usina	Porcentaje (%)
CTRT (1)	1,816	1.816	1	100
Sector Energético Argentina (2)	192,92	192.920	0,0094	0,94
República Argentina (2)	364	364.000	0,005	0,50
Mundial (3)	36.703	36,7*10 <sup>6</sup>	4,95*10 <sup>-5</sup>	0,0049

Fuente: (1) elaboración propia; (2) Moreira Muzio et al. (2019); (3) Global Carbon Project, 2021<sup>3</sup>.

Nota: las emisiones para la CTRT y a nivel mundial corresponden únicamente al CO<sub>2</sub>

De este modo, la CTRT aportaría menos de un 1% a las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el sector energético argentino. En cuanto a las emisiones a nivel nacional, la central representaría un 0,5% de los aportes de GEI al ambiente. Finalmente, el aporte a nivel mundial sería sumamente bajo, representando apenas el 0,005% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>.

<sup>3</sup> Se utilizó el valor de las emisiones de dióxido de carbono mundiales para el año 2019, ya que los datos del año 2020 no fueron significativos debido a la pandemia de Covid 19.

### 6.16.8. Residuos generales

Como corriente de residuos generales se consideran los siguientes:

- Residuos del tipo domiciliario, generados en la planta como resultado de la operación de comedores, obradores, etc.
- Residuos patogénicos, generados como resultado de la operación de salas de atención médica en planta y del policlínico de asistencia para personal asociado a la obra y a la operación de la Central.
- Residuos inertes, generados por acciones de mantenimiento, limpieza y acondicionamiento de distintos sectores de la planta (escombros, maderas, chatarra, etc.)
- Residuos peligrosos, generados como resultado de las operaciones de mantenimiento de equipos, vehículos, retiro de aceites e hidrocarburos de las corrientes de pérdida de agua en el sistema, etc.

El volumen de este tipo de residuos será variable de acuerdo a las operaciones que se mantengan en la planta, las tareas de mantenimiento y acondicionamiento que se realicen cada mes. Se entiende que estas corrientes de residuos serán mínimas en función de las principales.

## 6.17. Instrumentos de control

La Planta es del tipo “Planta Paquete”, con un sistema de control y comando digitalizado y automatizado. El sistema de generación de vapor cuenta con instrumentos de control capaces de monitorear los siguientes aspectos:

- Combustión
- Nivel del colector de vapor y alimentación de agua
- Temperatura de vapor
- Emisiones de SO<sub>2</sub>
- Quemadores de arranque
- Sistemas de seguridad
- Demanda de vapor
- Alimentación de carbón
- Flujo de aire
- Alimentación de cal
- Temperatura del lecho
- Sistema de enfriamiento de cenizas
- Proceso
- Circuito de aire secundario
- Presión de caldera, entre otros

El sistema de control de alimentación de combustibles utiliza un dispositivo de demora de ingreso, de forma tal de prevenir la ocurrencia de la generación de una mezcla aire-combustible, enriquecida en este último. De esta forma, el ingreso de aire primario a la cámara de combustión se realiza en forma previa al aumento de la inyección de combustible y en caso de disminuir, primero se reduce el ingreso de combustible y luego el de aire. De esta manera se pretende evitar la combustión incompleta del carbón y la pérdida de éste en gases de escape.

La inyección de aire primario permite la fluidización del lecho, mientras que el aire secundario optimiza la mezcla aire-carbón, aportando la plataforma para el proceso de combustión, regulando el mismo en función de la minimización de generación de NOx.

El control de alimentación de cal en el lecho de la caldera se lleva a cabo a través de un dispositivo de control de SO<sub>2</sub> en los gases de combustión. Este monitoreo se lleva a cabo de forma continua, de modo tal de mantener una intervención permanente de las emisiones.

También se cuenta con instrumentos para la evacuación de cenizas desde el generador. Este proceso se lleva a cabo a través del control de material óptimo en el lecho que permita mantener las presiones de diseño del sistema.

### 6.17.1. Plantas Paquete con sistema de control propio (PLC o Controlador propietario)

Las Plantas Paquete (imágenes 64 y 65) que cuentan con sistema de control propio (PLC o Controlador propietario), es decir, control en HMI local e interfase gráfica para su monitorización y control (según cada planta) desde el SCD son las siguientes:

- Filtro de mangas de las unidades 1 y 2.
- Planta de tratamiento de agua.
- Sistema de manejo y suministro de carbón.
- Sistema de manejo de cenizas y escorias.
- Sistema de manejo y suministro de caliza.
- Caldera auxiliar.
- Planta de tratamiento efluentes.

- Sopladores de hollín de la unidad 1 y 2.
- Sistema de vigilancia en continuo de las emisiones (CEMS).
- Compresores y secadores de aire.
- Relés protecciones de las unidad 1, 2 y comunes.
- Diésel.
- Subestación.
- Black Start.



Imagen N° 92. Sala de Control de la "Planta Paquete"  
Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 93. Sala de Control de la "Planta Paquete"  
Fuente: elaboración propia.

### Sistemas de control de proceso

La Planta está integrada en los siguientes Sistemas de Control:

- Sistemas de Control Distribuido (SCD)
- Sistema de Control de Turbina de Vapor (SCT)
- PLCs
- Sistema de Control de Quemadores de Caldera (BMS)



Imagen N° 94. Paneles de control en Sala de Control  
Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 95. Paneles de control en Sala de Control  
Fuente: elaboración propia.

El SCD es el sistema que permite un control global de la planta. Desde el SCD se puede controlar directamente los sistemas auxiliares y principales (del BOP), los sistemas eléctricos, las calderas de Unidad 1 y 2, el aerocondensador y el aerorefrigerador.

El SCD está comunicado con (imagen 96):

- El sistema de control de la Turbina

- Los sistemas de control de Quemadores de Caldera (BMS)
- Sistemas de control de Plantas Paquete
- El PLC del DAG (Desconexión Automática de Generación)

La comunicación del SCD con los sistemas de control de Turbina y de control de Quemadores se realizará mediante señales cableadas y comunicadas mediante un enlace de comunicación redundante (Modbus TCP/IP) y para el caso de control de Quemadores a través de Ethernet con protocolo de comunicaciones OPC Server.

Con el fin de garantizar una correcta operación de la Planta, el sistema de control recibe señales cableadas suficientes para realizar un control sobre la Planta Paquete, y las señales comunicadas de supervisión suficientes para la correcta supervisión del funcionamiento de la Planta (estado de arranque/parada de los motores, estado de apertura/cierre.

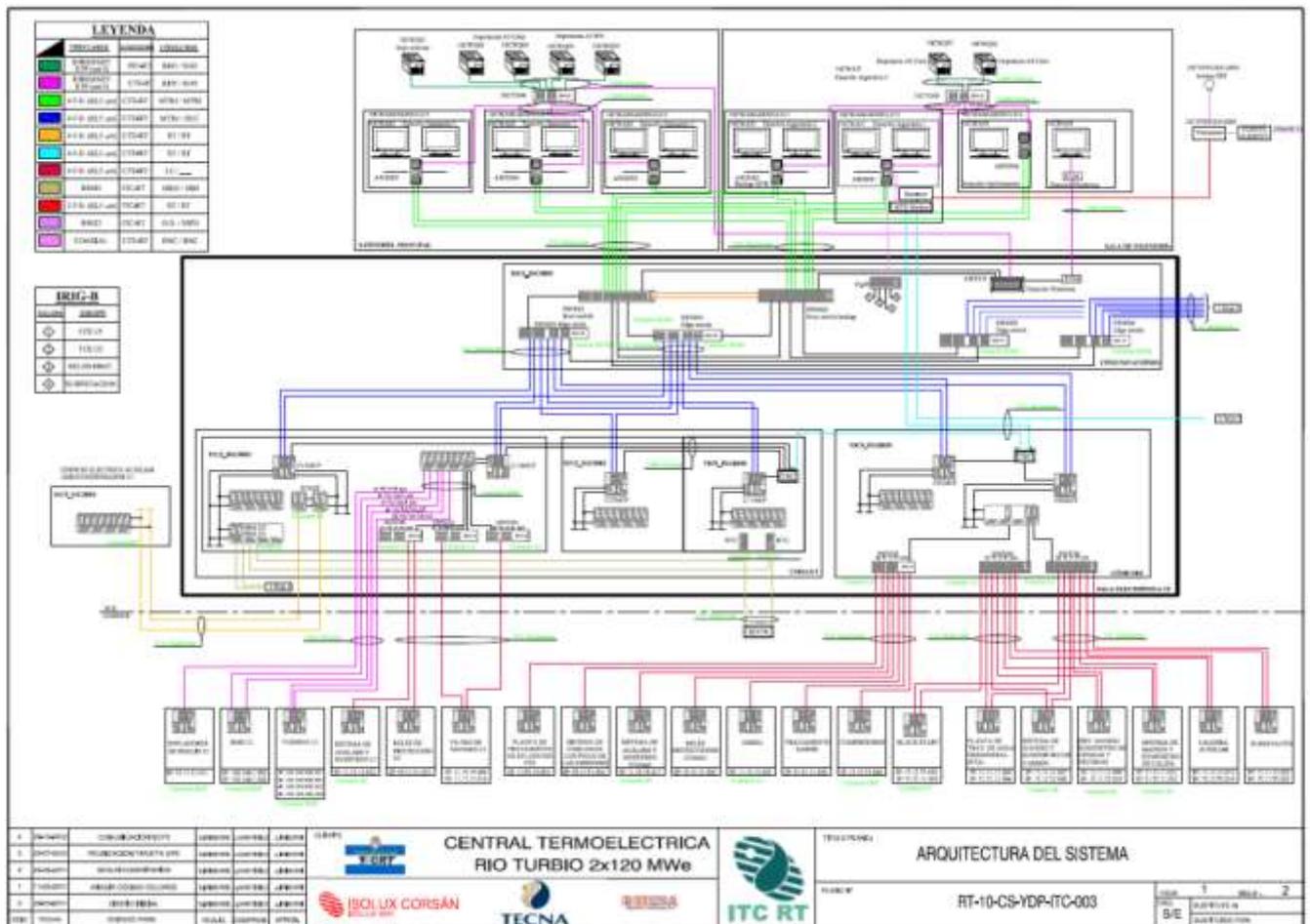


Imagen Nº 96. Arquitectura del Sistema de Control Distribuido - SCD  
Fuente: manual de operación CTRT.

El SCD, para la gestión de las señales cableadas y comunicadas correspondientes a la Unidad 1, Unidad 2 y Comunes, incluyen para cada una de ellas:

- UN (1) par de Procesadores de Control FCP270FT encargados de la gestión de la información. Con los cálculos disponibles, la ocupación estimada de los procesadores, en función del número y tipo de señales y de los tiempos de procesamiento deseados quedaría por debajo del 50% de su capacidad total.
- UN (1) par de Procesadores de Control FCP270FT dedicado a las comunicaciones entre el Sistema de Control y las diferentes unidades o subsistemas externos.

- Se disponen de tres estaciones de operación situadas en la Sala de Control Principal (SCP); en cada estación de operación se podrá controlar/supervisar mediante gráficos/estaciones de mando los sistemas que en cada estación de operación se estime conveniente. Se disponen de otras cinco estaciones de operación en la SCP para el control de las Turbinas de U1 y U2, BMS U1 y U2 y para el control de la Subestación.

En la consola de operación, además de las estaciones de operación, hay para cada unidad la siguiente indicación (imagen 97):

- Estación de control de la válvula de alivio de emergencia 'Emergency Reliefa Valve', en el que se muestra el estado de apertura/cierre de la válvula y el tipo de accionamiento de la misma: apertura manual (MAN), apertura automática (AUTO) en función de la presión ajustada en la misma o fuera de servicio (OFF).
- Pulsadores de parada de emergencia de Caldera Unidad 1 y 2.
- Pulsadores de parada de Turbina Unidad 1 y 2.
- Pulsador de parada de Caldera Auxiliar.

Las cabinas electrónicas de Unidad 1 y Comunes están situadas en la Sala Electrónica de Unidad 1 y las cabinas electrónicas de Unidad 2 están en la Sala Electrónica de Unidad 2 del Edificio Eléctrico y de Control. También existirán cabinas electrónicas para el Aerocondensador de Unidad 1 en el Edificio Eléctrico Auxiliar del Aerocondensador de Unidad 1 y cabinas electrónicas para el Aerocondensador de Unidad 2 en el Edificio Eléctrico Auxiliar del Aerocondensador de Unidad 2.

Los sistemas de control que se listan a continuación se integran (vía comunicación y en algún caso mediante interfase cableada) en el Sistema de Control Distribuido, de manera que sus datos están disponibles en los servidores del SCD en tiempo real, haciendo posible su supervisión y mando (en distinto grado) de los equipos y sistemas controlados por el resto de los controles de la planta:

- Control de Turbina (SCT)
- Control de Quemadores de Caldera (BMS)
- Control de Plantas Paquete (PLCs)

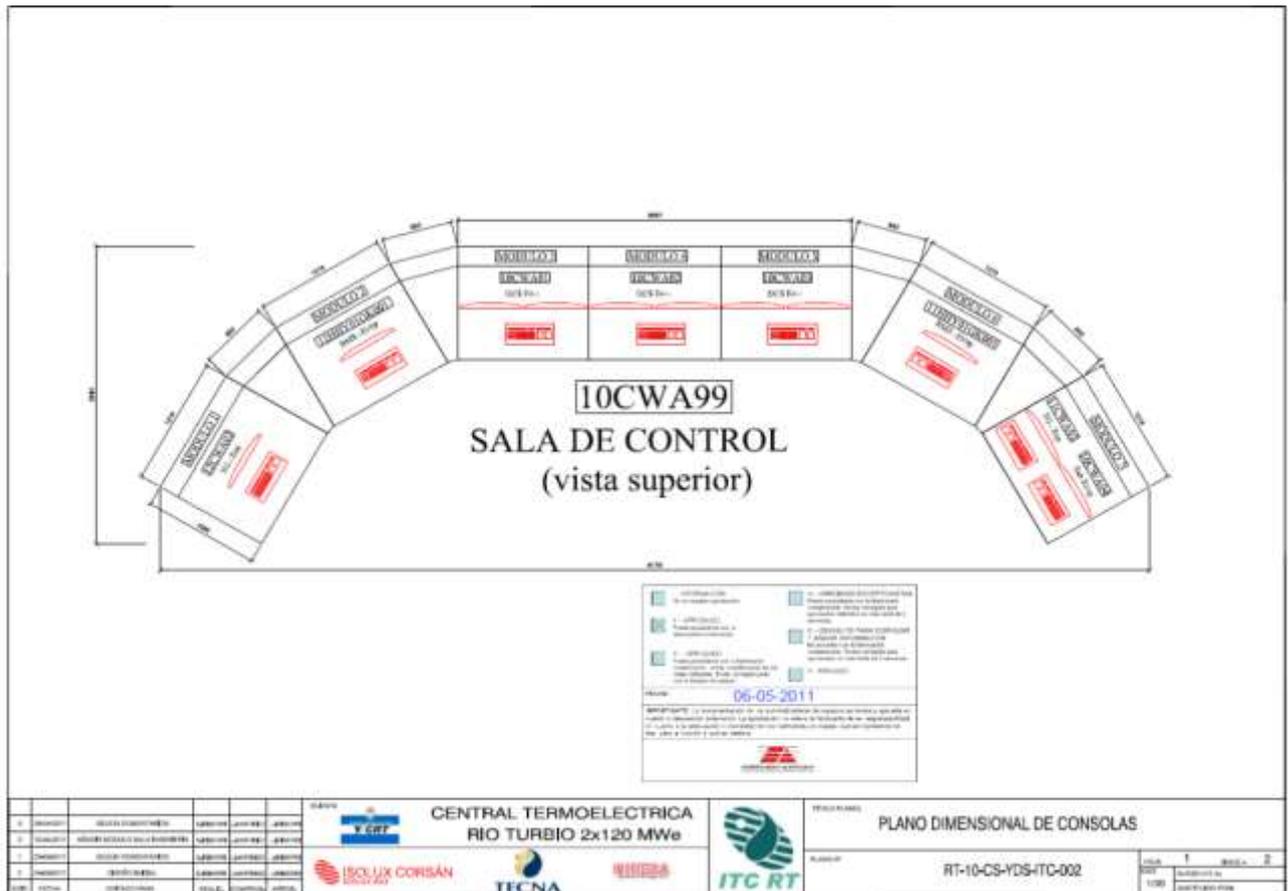


Imagen Nº 97. Sala de Control del Sistema de Control Distribuido - SCD  
Fuente: manual de operación CRT.

**Integración en el SCD del resto de los sistemas de control**

**6.17.2. Sistemas de Control, Protección y Supervisión de la Turbina**

El sistema de control, protección y supervisión de la Turbina consta de cuatro sistemas principales:

- Control de Turbina
- Sistema de protección de la Turbina
- Control de los auxiliares de Turbina
- Sistema de Monitorización de vibraciones de la Turbina/Generador

El Sistema de Control de la Turbina de Unidad 1 y 2 tiene sus cabinas ubicadas en la sala Electrónica Unidad 1 y 2 del Edificio Eléctrico, respectivamente. Las estaciones de operación se encuentran en la Sala de Control Principal (SCP) también en el Edificio Eléctrico. La comunicación con el SCD es Modbus TCP/IP doble redundante y cableada para las señales del BOP que producen el disparo de Turbina, para lo que se considera lógica 2oo3.

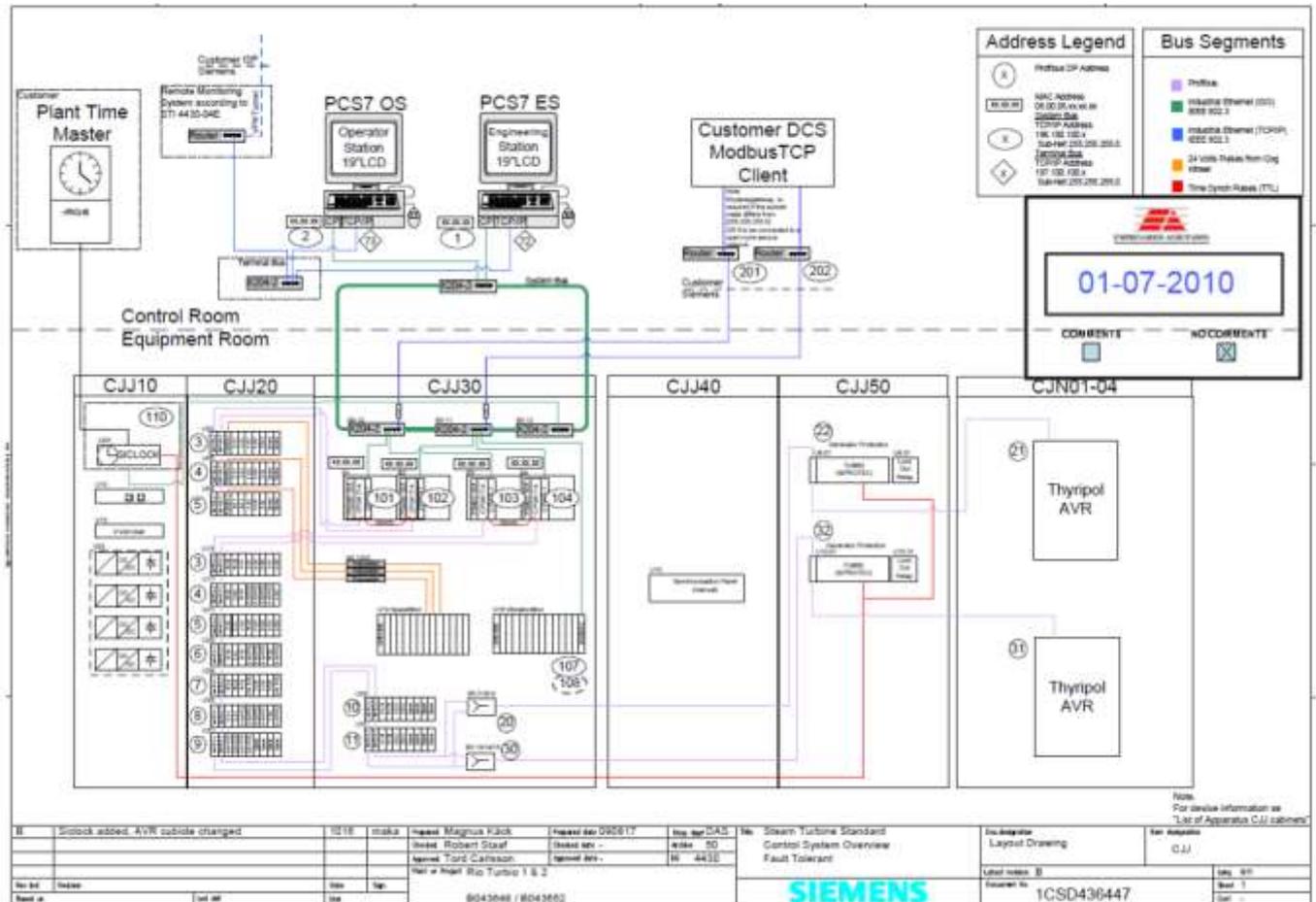


Imagen Nº 98. Sala de Control del Sistema de Control Distribuido - SCD  
Fuente: manual de operación CRT.

El sistema de control de la Turbina también se comunica mediante una interfase cableada con el PLC del DAG (Desconexión Automática de Generación) mediante la cual el sistema de control de la Turbina envía una señal de disponible al PLC del DAG.

**Control de Turbina**

El sistema de control de Turbina está formado por dos controladores redundantes. A partir del control del caudal de vapor que entra a la Turbina y a través del control de las extracciones, el controlador de la turbina es capaz de controlar la velocidad y la salida de MW del Generador.

El control de turbina contiene todas las funciones automáticas necesarias para el arranque de la Turbina desde la posición de reposo hasta una velocidad nominal, durante la carga y operación conectadas a la red eléctrica. Después de un disparo de turbina el control de turbina automáticamente la devuelve a su posición de arranque.

La velocidad de la turbina es una medida triple redundante gestionada en un Bently Nevada (BN3500).

**Sistema de protección de la Turbina**

El sistema de protección de la Turbina está dividido en parte eléctrica e hidráulica: La parte eléctrica consta de transmisores y switches que se utilizan para determinar cuando se produce una condición de disparo, el microprocesador utiliza la información del sensor para evaluar y ordenar el disparo de turbina mediante señales cableadas desde el microprocesador a las válvulas solenoides de disparo.

Algunos disparos críticos no están conectados al microprocesador sino que directamente están cableados a las válvulas solenoides de disparo. El disparo de Turbina se produce cuando las válvulas solenoides de disparo están desenergizadas.

La parte hidráulica consta de las válvulas solenoides de disparo y la válvula de parada de emergencia (ESV 'Emergency Stop Valve') y las válvulas de control de los servomotores. La Turbina dispara cuando la presión de aceite de disparo hidráulico es drenado, causando el cierre rápido de las válvulas de vapor.

El sistema de protección de Turbina consiste en el control mediante lógica 2oo3 (2 out of 3) a través de todo el sistema desde la triple redundancia hasta tres canales individuales de disparo desde el controlador.

#### **Control de los auxiliares de Turbina**

El control de los auxiliares de Turbina se realiza mediante los dos controladores redundantes. Los servicios auxiliares de Turbina son los sistemas necesarios para el arranque y puesta en servicio de la Turbina.

#### **Sistema de monitorización de vibraciones de la Turbina/Generador**

El sistema de monitorización de vibraciones se realiza a partir de un Bently Nevada (BN 3500), que es un sistema que está diseñado para medir las vibraciones y desplazamientos de la máquina y monitorizar continuamente sus valores, llegando a provocar su disparo si se exceden los valores límites

## GENERATORS for Steam- and Gas-Turbines Information from Erfurt Manufacturing Plant

### Vibration Limits

The vibration limits are kept to zone A of the ISO 7919 and ISO 10816 at generator construction and shaft alignment according to manual.  
For test field conditions with temporary foundation Zone B can be used.  
When other (lower) limits specified - e.g. API - project-specific calculations are required.

### Shaft Vibration Limits - ISO 7919 - Peak-to-Peak-Values in $\mu\text{m}$

Zone	Speed rpm	Steam-Turbine Generator	Industrial Application
		ISO 7919-2	ISO 7919-3
A	3600	75	80
	<b>3000</b>	<b>80</b>	88
	1800	90	113
	1500	100	124
B <i>Alarm</i>	3600	150	240
	3000	165	260
C <b>Trip</b>	1800	185	290
	1500	200	320



### Bearing Housing Vibration Limits - ISO 10816 - $v_{\text{eff}}$ in mm/s

Zone	Speed rpm	Steam-Turbine Generator	Industrial Application
		ISO 10816-2	ISO 10816-3
A	3600	3,8	3,5
	<b>3000</b>	<b>3,8</b>	3,5
	1800	2,8	3,5
	1500	2,8	3,5
B <i>Alarm</i>	3600	7,5	11,8
	3000	7,5	11,8
C <b>Trip</b>	1800	5,3	8,5
	1500	5,3	8,5

**SIEMENS** RBS2000 Revision 2.6.2 Río Turbio - 13,2KV Kaluza Rev. B  
Energy Sector - Erfurt Plant WE08036 E F PR GN ERF EN 3 2008-08-25

Imagen N°99. Manual Siemens sobre turbinas  
Fuente: manual de operación CTRT.

### Sistema de Control de quemadores de caldera

El BMS (Burner Monitoring System) controla la operación del arranque de los quemadores, alimentadores de carbón, monitorización y control de las protecciones y disparos de Caldera. El control del BMS se realiza a partir de un PLC para Unidad 1 y 2 ubicado en la sala Electrónica Unidad 1 y 2 del Edificio Eléctrico, respectivamente.

Existen dos estaciones de operación desde las que se puede controlar/monitorizar el sistema para cada una de la unidades que se encuentran en la Sala de Control Principal (SCP) también en el Edificio Eléctrico. La comunicación con el SCD es Ethernet TCP/IP con protocolo de comunicaciones OPC Server.

El sistema consta de dos quemadores que se alimentan de carbón desde cuatro silos. El BMS tiene un nivel de seguridad y será 'fallo-seguro' (desenergización a posición segura y cierre) en caso de pérdida del sistema de tensión, o fallo del PLC. El sistema de BMS alcanza en todo su conjunto un nivel SIL2 de seguridad.

Existen dos pulsadores para el disparo de Caldera Unidad 1 y 2 en la consola de operación de la Sala de Control Principal, ver Anexo H.

El disparo de los quemadores de caldera, mediante lógica 2oo3, se lleva a cabo a través del relé MFT (MFT Master Fuel Trip).

### 6.17.3. Automatización de la Planta

#### Niveles jerárquicos de control

La filosofía de control de los sistemas principales y auxiliares del BOP se basa en una automatización de la Planta basada en el arranque de los sistemas principales manualmente por parte del Operador y la puesta en auto.

La filosofía de control de los sistemas principales y auxiliares del BOP en los que se requiera un arranque secuencial se basará en una estructura jerarquizada de control que permitirá arrancar un sistema manualmente desde un grupo funcional que comandará subgrupos funcionales que iniciarán el arranque secuencial de dichos equipos situados en niveles jerárquicos inferiores, directa-mente o a través de selectores de subgrupos cuando estos sean redundantes.

#### Interfase gráfica

La interfase gráfica del sistema de control con el operador se realiza mediante gráficos de proceso dinámicos que se presentan en las pantallas de las estaciones de operación situadas en la sala de control.

Los gráficos de proceso visualizarán las distintas áreas y sistemas de la Planta (sistema principales y auxiliares del BOP, Caldera, Turbina, Sistema eléctrico y Plantas Paquete) mostrando el estado de los equipos, valor de las variables de proceso, alarmas, etc.

El operador podrá desplegar la estación de mando de cada accionamiento, grupo/subgrupo funcional o selector pulsando sobre el accionamiento en la pantalla de operación del sistema en el que aparece el elemento deseado.

#### Estaciones de operación del SCD

Existen dos estados de operación sobre los grupo/subgrupos y equipos que son Manual y Auto:

- Manual: En el caso de los grupos o subgrupos, el operador no tiene el control sobre el grupo/subgrupo. En el caso de equipos el operador tiene control sobre los accionamientos y podrá arrancar, parar, abrir o cerrar manualmente los accionamientos desde la estación de mando (E/M). En este modo no se aceptarán órdenes para los grupos/subgrupos/equipos que vengan por condiciones del proceso o jerárquicas superiores.
- Auto: En el caso de los grupos o subgrupos el operador tiene el control sobre grupo/subgrupo y podrá arrancar o parar desde la estación de mando (E/M). En el caso de equipos el operador no

tiene el control sobre el equipo pero en ambos casos en este estado las acciones vendrán de forma automática en función de las condiciones del proceso o jerárquicas superiores.

La representación del grupo/subgrupo funcional en los gráficos de proceso es la siguiente (imagen 100):

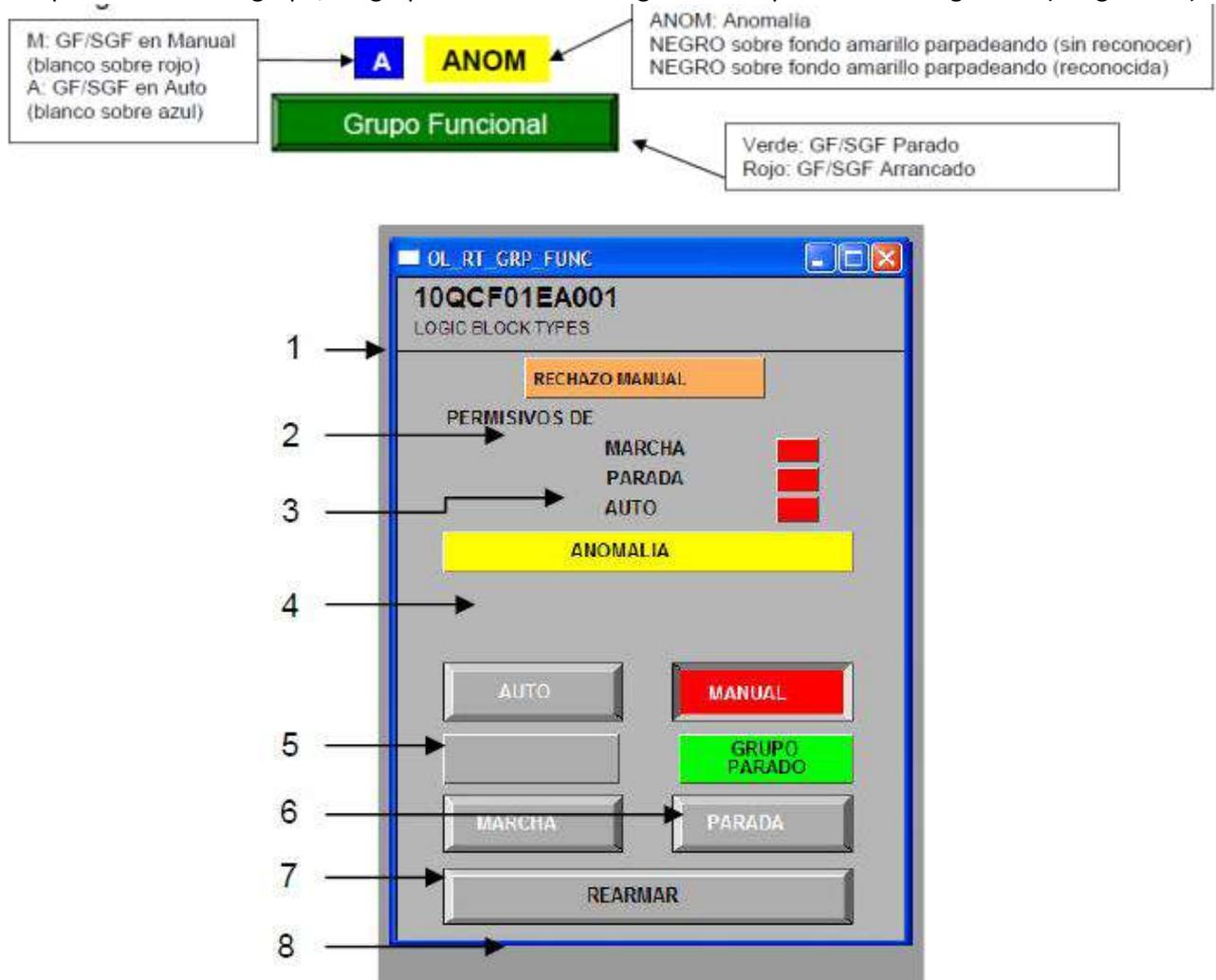


Imagen Nº 100. Representación de gráficos de proceso - Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Los números de la imagen 100 anterior significan:

1. La codificación KKS y la descripción del Grupo/Subgrupo Funcional.
2. Información del estado: Se indica si el Grupo/Subgrupo está rechazado a manual en color naranja.
3. Permisivos de marcha, parada y auto: Si está en verde hay permisos y si está en roja no se cumplen los permisos; seleccionando el permiso, se abre la ventana de permisos correspondiente.
4. Información de estado: Se indica si el Grupo/Subgrupo está en anomalía en color amarillo.
5. Botones de Auto y Manual: Al presionar el botón de Auto, el Grupo/Subgrupo se pone en Auto y el botón aparece con letras blancas sobre fondo azul. Cuando el Grupo/Subgrupo está en Manual, el botón aparece con letras blancas sobre fondo rojo.
6. Retroavisos del Grupo/Subgrupo: Color rojo para Grupo/Subgrupo en Marcha y color verde para Grupo/Subgrupo Parado.
7. Botones de Marcha y Parada. Arranque y parada del Grupo/Subgrupo funcional y los dispositivos asociados al Grupo/Subgrupo como bombas, subgrupos funcionales, etc. Para utilizar estos botones el Grupo/Subgrupo funcional debe estar en auto.
8. Botón de Rearmar: Se rearma la macro en caso de que hubiese habido una anomalía.

El procedimiento normal a seguir para arrancar el grupo es el siguiente:

1. Comprobar que hay permisos de Auto, si no se tienen permisos, abrir la ventana de permisos y comprobar cuál es el motivo por el que no es posible ponerlo en auto.
2. Poner en Auto el grupo funcional presionado el botón de Auto.
3. Poner en Auto los subgrupos funcionales y/o accionamientos que dependan del grupo funcional.
4. Comprobar que hay permiso de Marcha, si no se tiene permiso, abrir la ventana de permisos y comprobar cuál es el motivo por el que no es posible arrancar.
5. Seleccionar en el selector cuál es el subgrupo/accionamiento principal y cuál el de reserva.
6. Arrancar el grupo presionando el botón de Marcha y confirmar que se tiene el retroaviso de que el grupo está en marcha.

El procedimiento normal a seguir para parar el grupo es el siguiente:

1. Poner en Auto el grupo funcional si no estaba en auto, presionado el botón de Auto.
2. Poner en Auto los subgrupos funcionales y/o accionamientos que dependan del grupo funcional si no lo estaban.
3. Parar el grupo presionando el botón de Parada y confirmar el retroaviso de que está parado el grupo.

El grupo estando en auto, puede ser rechazado a manual porque los accionamientos asociados al mismo no están disponibles, disparados o tienen alguna anomalía, la acción del operador será la de corregir las anomalías y reestablecer el grupo.

La estación de operación del SCD permiten ver asimismo (Manual de Operación de Planta CTRT) la representación del grupo/subgrupo funcional en los gráficos de proceso y la representación de la estación de mando de diversos ítems como:

- Selector de dos actuadores
- Selector de tres actuadores
- Ventanas de permisos, disparos y forzados
- Motor
- Válvulas motorizadas
- Válvula de control neumática
- Válvula solenoide
- Selector de instrumentos
- Válvulas Solenoides para Bloque de Válvulas de Refrigeración de los Stripper Cooler
- Motor Caldera
- Válvula rotativa (Motor Caldera)
- Válvula de Cierre de Amoniaco (Válvula Solenoide Caldera)
- Motor Aerocondensador (Ventilador de dos velocidades)
- Controlador Presión Aerocondensador
- Controlador temperatura Aero refrigerador
- Compuerta
- Válvula Solenoide tres vías Aero refrigerador
- Interruptor con control remoto
- Interruptor o seccionador sin control remoto
- Cambiador de tomas
- Pruebas Generador Diésel
- Black Start

### 6.17.4. Sistema eléctrico

#### Funcionamiento normal

En condiciones de operación normal, cada unidad exporta energía a través de la subestación de 220 kV a la vez que alimenta a sus auxiliares a través de su respectivo transformador auxiliar, quedando la barra de servicios comunes alimentada por el acoplamiento con una u otra barra de unidad, a elección del operador.

En los estados del unifilar en funcionamiento normal de la planta con ambas unidades generando y alimentándose los servicios comunes desde una u otra unidad respectivamente, el estado de los interruptores se muestra mediante sombreado, interruptor cerrado o hueco, interruptor abierto (imagen 101).

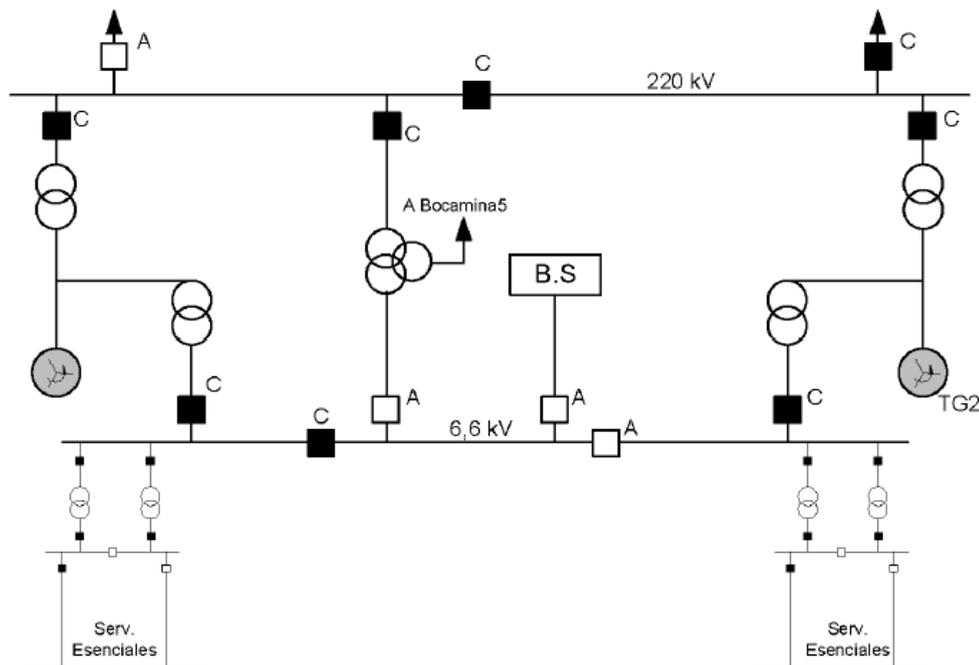


Imagen N° 101. Unifilar de sistema eléctrico

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).



de las emisiones en kg/h. Los instrumentos de medición antes de utilizarse deberán superar los ensayos de performance especificados en la Resolución ENRE N° 13/2012.

Básicamente el sistema está compuesto por los siguientes elementos y componentes:

- Equipos de muestreo, transporte, pre-acondicionamiento y/o sensores para la medida de:
  - Óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>, medido como NO<sub>2</sub>)
  - Oxígeno (O<sub>2</sub>)
  - Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
  - Dióxido de azufre (SO<sub>x</sub>, medido como SO<sub>2</sub>)
  - Vapor de agua en gases
  - Material particulado (MPT)
  - Caudal volumétrico de los gases en chimenea
- Sonda para medida de la velocidad, presión (absoluta) y temperatura de los gases en chimenea
- Líneas de muestreo colectadas y transporte de muestras (bombas de diafragma) y sistema de acondicionamiento
- Analizadores basados en microprocesadores montados y cableados que cumplan todos los requisitos de rendimiento (incluida la toma de referencias).
- Un (1) sistema de control y monitoreo autónomo. Se llevará a cabo mediante un “Programmable Logic Controller” (PLC) y un Panel de Operación asociado (HMI). El PLC es de un modelo adecuado (Micro Logix, Compact Logix, Control Logix) con su correspondiente software comercial que tiene funcionamiento compatible con el Panel de Operación (HMI) y el sistema de visualización, control, registro y archivo de la Sala de Control y demás dispositivos de la Planta Paquete.
- Sistema de calibración automático y manual (en el instrumento) con lavado a contracorriente, incluyendo reguladores de gas y tuberías de acero inoxidable
- Cableado de interconexión de todos los componentes del sistema
- Cableado de interconexión y líneas de muestreo de gas entre las sondas y el dispositivo de monitorización
- Instrumentos, herramientas y aparatos especiales de prueba y mantenimiento necesarios para la operación normal y calibración
- Sistema de distribución de potencia: suministro de energía, filtros, desconexiones, transformadores y equipos de acondicionamiento de energía necesarios para la interfase con la fuente de potencia del comprador
- Caseta acondicionada (con HVAC) para el alojamiento del equipo para la operación en las condiciones ambientales especificadas bajo el título: Condiciones Ambientales del Emplazamiento Básicas Especificadas para el CEMS
- Sistema de toma y manejo de datos (DAHS), software comercial y de la aplicación específica.
- Cilindros de gas para calibración durante el arranque y certificación. Cantidades y especificaciones de materiales y accesorios suministrados y siempre disponibles según sea necesario.

### Equipo Instalado

La Central Térmica Río Turbio – CTRT 14 Mineros cuenta con un equipo de medición continua de emisiones – CEMS cuyo instrumental está instalado en una caseta en la base de la chimenea (imagen 103) y sensores en el agujero a 5 metros de altura.



Imagen N° 103. Interior de caseta CEMS

El CEMS, integrado por un opacímetro marca Durag modelo D-R290 (imagen 104), un monitor de gases marca ABB modelo EL3020 ( $O_2$ - $SO_2$ - $CO_2$ ) y otro monitor de gases marca Ecotech modelo EC9841 ( $NO_x$ ), como equipos principales.



Imagen N° 104. Opacímetro Durag – DR290

El opacímetro D-R 290 es un aparato que tiene ya más de 15 años de uso en diversas aplicaciones como monitoreo de polvo y opacidad. Se trata de un monitor certificado de transmisión óptica para medir la opacidad o la concentración de polvo de los gases de combustión con concentraciones de polvo medianas a altas. Funciona utilizando el método de doble paso según el principio de auto-colimación. El haz de luz atraviesa la trayectoria de medición dos veces, se mide y se evalúa la atenuación del haz de luz por el contenido de polvo en la sección de medición.

Cuadro N° 31. Especificaciones Técnicas:

<b>Tipo de gas de combustión</b>	Aire, gas de combustión, gas de proceso no inflamable
<b>Temperatura de los gases de combustión</b>	Punto de rocío, $\leq 200$ °C ( $\leq 392$ °F) estándar, otros a pedido Punto de rocío hasta 250 °C (482 °F) estándar, Opcional hasta 1000° C.
<b>Presión interna del ducto</b>	-50 ... +20 hPa Estándar, opcional más alto
<b>Humedad relativa de los gases</b>	95 % HR, sin condensación
<b>Diámetro interno del ducto</b>	18 m (3.3 - 59.1 ft)

## Características:

- Método de medición sin contacto.
- Medición automática y corrección de contaminación de superficies ópticas.
- Extremadamente potente y estable fuente de luz de diodo de banda súper ancha (SWBD).
- Extremadamente bajo mantenimiento.
- Persianas de seguridad con control de purga de aire como opción.
- Certificado según EN 15267-3.
- Cumple con US EPA 40 CFR 60 PS1 y ASTM 6216.
- Funcionamiento con o sin unidad de control.

El analizador de gases ABB modelo 3020 (imagen 105) cubre Oxígeno (O<sub>2</sub>), Óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>) y de carbono (CO<sub>2</sub>). Utiliza como tecnologías:

- a: infrarrojos fotómetro
- b: electroquímico sensor de oxígeno
- c: función de auto-diagnóstico detallada con mensajes de error y salida.



Imagen N° 105. Monitor de gases marca ABB modelo EL3020

Es un aparato de operación simple e intuitiva, con capacidades gráficas de pantallas de proyección, visualización de información multiidioma y entrada/salida configurable. El analizador está equipado con un inflable neumático. El detector de gas inflable componente corresponde con el gas medido en comparación con otras muestras. A su vez, el detector ofrece una óptima sensibilidad y alta selectividad.

Se cuenta con:

- Rango de medición SO<sub>2</sub> 0.100 ppm

- Calibración: Componentes de la muestra libre con proceso de gas.
- Tiempo de respuesta dinámica T90 <2 S
- Salida analógica: DC4mA ~ 20mA

#### Características Principales:

- a. Tensión de alimentación: 100-240 V AC (-15%, + 10%)
- b. Frecuencia de alimentación: 50-60Hz (3Hz)
- c. Temperatura ambiental: -10 ~ + 45 CEL
- d. Repetibilidad: 0.05% FS
- e. Linealidad: 1% FS
- f. Deriva del cero: 0.2 mg/24 H, 1.5% de escala completa/semana
- g. Deriva a gran escala: 1.0% 24 H, 2.0% FS (semana)
- h. Señal de salida: DC4 ~ 20mA
- i. Energía consumida: <187VA (Max)

La serie EC9841 de la firma Ecotech (imagen 106) abarca una amplia gama de analizadores de óxidos de nitrógeno. capaces de medir y detectar óxido de nitrógeno así como dióxido de nitrógeno y óxido nítrico. El modelo EC9841 integra control por microprocesador junto con tecnología de quimioluminiscencia en fase gaseosa para lograr mediciones precisas. El aparato cuenta con entrada y salida digital y analógica, con salida de 0 a 20, 2 a 20 o 4 a 20 mA.



Imagen Nº 106. Monitor de gases marca Ecotech modelo EC9841

#### 6.17.6. Sistema de adquisición y manipulación de datos (DAHS)

El Sistema de Adquisición y manipulación de datos DASH para el CEMS, cumple con todos los requisitos de los códigos aplicables. Está formado por un PC con pantalla de color, teclado, unidad de grabación de CD/DVD-ROM-PD, disco duro, puertos USB 2.0, impresora y software de apoyo para la generación de informes, la realización de cálculos de emisiones, almacenamiento de datos, intercambio de datos electrónicos, sustitución de datos inexistentes y realización de pruebas diarias de calibración en línea.

La comunicación entre el controlador del CEMS y en DAHS del CEMS se realizará con un enlace de datos de alta velocidad (Modbus TCP/IP). El ordenador del DAHS estará instalado remotamente en la sala de ingeniería de la planta, situada en el edificio eléctrico y de control. La comunicación entre el PLC de control del CEMS, situado en la caseta a pie de la chimenea, y el ordenador del DAHS (en sala remota de Ingeniería de la planta) se realizará por FO (multimodo 62,5/125  $\mu$ m) bajo protocolo definido por el suministrador del DAHS.

El PC incluirá una batería de apoyo con circuito de arranque automático tras fallo de potencia y un reloj en tiempo real que se pueda sincronizar con el reloj maestro de la planta. Se incluirán huecos para tarjetas extra con vistas a posibles expansiones futuras del sistema. El ordenador tendrá monitores integrales de

fallos para detectar fallos de equipos del sistema y emitir un aviso visual o acústico de condiciones anormales para los operadores de la sala de control.

El sistema de registro y almacenamiento de datos tendrá como mínimo (3) años, salvo solicitud expresa de las autoridades competentes. Los formatos de informe deben proporcionar la siguiente información mínima sobre el exceso de emisiones:

- La magnitud de exceso de emisiones, cualquier factor de conversión empleado y los datos y hora de comienzo y finalización de cada periodo de exceso de emisiones. Se deberá incluir las medidas correctoras tomadas.
- La identificación específica de cada periodo de exceso de emisiones que se producen durante el arranque, parada y fallos de la instalación afectada. La naturaleza y causa de cualquier fallo (si se conoce), la acción correctora tomada o las medidas preventivas aplicadas.



Imagen N° 107. Caseta del Controlador de Emisiones – CEMS  
Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 108. Caseta del Controlador de Emisiones – CEMS  
Fuente: elaboración propia.

- Hora y fecha de cada periodo durante el cual el CEMS se encontraba por debajo de los límites o fuera de operación, excepto en comprobaciones de cero y de rango, así como la naturaleza de las reparaciones del sistema o ajustes. Se indicarán las acciones correctoras del operador.
- Se indicará en un informe cuando no se haya producido exceso de emisiones o el CEMS no haya estado fuera de operación y no se hayan estado realizando reparaciones o ajustes.
- Los informes además de lo anterior cumplirán con lo requerido por la normativa nacional (Resolución ENRE 13/2012) con la salvedad que el Ente Regulador acaba de sancionar nuevas normas que pueden eventualmente modificar éstas disposiciones. El software generador de informes se particularizará a los requerimientos de la planta paquete para su operación desde el Centro de Comando. A los parámetros requeridos en concentraciones, se añadirán los valores de las emisiones en kg/h. Los datos se evaluarán de acuerdo a la metodología de la normativa (Res. ENRE 13/2012) al igual que la remisión de la información (Res. ASPA 13/2012).
- La continuidad temporal y permanente de los registros de emisiones y el funcionamiento de la Central a plena carga permitirá definir en un plazo razonable con precisión las emisiones específicas con un grado de certeza ya absoluta.

### 6.17.7. Preparación para el arranque de turbinas

#### Requisitos de suministros exteriores

Se preverá que se disponga de los siguientes suministros para llevar a cabo un arranque completo y posterior operación normal durante el tiempo requerido de funcionamiento de al menos una de las unidades:

- El Parque de Carbón tiene almacenado y/o es capaz de abastecerse del suficiente carbón desde Boca Mina 5
- El Edificio de Recepción de Caliza tiene almacenado la suficiente caliza
- El silo de arena de la Caldera tiene almacenada la suficiente arena
- El tanque de gasoil bruto dispone del suficiente nivel de gasoil.

#### Requisitos eléctricos

Previamente al arranque de la Unidad, es necesario que el sistema eléctrico de la planta esté alimentado. Para esto, las barras de media tensión de la central serán alimentadas desde la red exterior de 220 kV a través de la subestación GIS y el transformador de arranque. En el eventual caso de indisponibilidad de la red de 220kV, la alimentación provendrá de los grupos electrógenos de Arranque en Negro.

Se comprobará que:

- La barra de la Unidad que se quiere arrancar y la de Servicios Comunes de 6,6 kV están en tensión
- El sistema de 380 V (centros de fuerza y centros de control de motores) está en servicio
- El sistema de 220 Vcc y 110 Vcc está en servicio
- El sistema de corriente alterna ininterrumpida (UPS) está en servicio

#### Precauciones

- Comprobar que el Sistema de Protección contra incendios está operativo y preparado para actuar automáticamente en caso de ser necesario
- Comprobar que el Diésel de Emergencia está disponible y preparado para arrancar automáticamente en caso de ser necesario
- Comprobar que los indicadores electrónicos de nivel del calderín de sala de control principal (SCP) están operativos
- Los trabajos de mantenimiento han terminado, el personal convenientemente informado y los equipos en descargo convenientemente señalizados

#### Requisitos preoperacionales

Deberán estar operativos en particular:

- Sistema de control del BOP (SCD)
- Sistemas de control de la turbina (SCT)
- Sistemas de control y protección de la Caldera (BMS)
- Sistema de aire de instrumentos
- Sistema de ventilación y climatización (HVAC)

Según el Procedimiento Técnico 4 de “Los Procedimientos”, del cual se realiza una breve síntesis:

Toda Unidad Generadora cuya conexión directa o indirecta al SISTEMA DE TRANSPORTE sea autorizada, sus instalaciones y aparatos, deberán cumplir con:

a) Corriente de secuencia inversa

Cada Unidad Generadora debe soportar, sin salir de servicio, la circulación de la corriente de secuencia inversa correspondiente a una falla asimétrica cercana, durante el tiempo que transcurre desde el origen de la falla hasta la operación de la última protección de respaldo. En el caso de la apertura monofásica de

una línea, durante el tiempo muerto que estuviese ajustado el sistema automático de recierre en las protecciones de líneas, las protecciones del generador no deben desconectar la unidad.

b) Rangos de frecuencia admisibles de operación.

- Rango de frecuencia admisible de operación sin límite de tiempo entre 49 y 51 Hz
- Rango de frecuencia admisible de operación del grupo con la actuación de relés temporizados con una temporización mínima de 100 seg. entre 48,5 y 49,0 Hz, y entre 51, y 51,5 Hz.
- Rango de frecuencia admisible de operación del grupo con la actuación de relés temporizados con una temporización mínima de 25 seg. entre 48 y 48,5 Hz, y entre 51,5 y 52,0 Hz.
- Rango de frecuencia admisible de operación del grupo con la actuación de relés temporizados con una temporización mínima de 15 seg. entre 47,5 y 48 Hz, y entre 52,0 y 52,5 Hz.
- Rango de frecuencia admisible de operación del grupo sin la actuación de relés instantáneos de desconexión entre 47,5 Hz y 52,5 Hz

c) Requisitos para el sistema de control de potencia frecuencia

- Estatismo permanente ajustado entre el 4 y 7%.
- Banda muerta inferior al 0,1%.
- Tiempo de establecimiento (necesario para que la potencia mecánica ingrese en la banda del +/- 10% del incremento de carga aplicado) del lazo de regulación de velocidad menor a 60 segundos para máquinas térmicas e inferior a 140 segundos para máquinas hidráulicas.
- El lazo de control de potencia-frecuencia, se deberá ajustar de manera tal, que el Tiempo de Establecimiento verifique los requisitos establecidos en el Procedimiento Técnico N° 9.

d) Desconexión automática de generación (DAG), desconexión automática de carga (DAC), Control de la Compensación de Reactivo en la Red (CCRR).

e) Equipos de maniobra y protección.

Cada conexión entre una Unidad Generadora y el SISTEMA DE TRANSPORTE debe contar con un interruptor capaz de interrumpir la máxima corriente de cortocircuito en dicho punto y asegurar el tiempo de despeje de fallas que requiera el sistema eléctrico.

f) Control Conjunto de Potencia Reactiva-Tensión

El sistema de excitación debe estar preparado para admitir un control conjunto de potencia reactiva-tensión cuya función sea regular la tensión en barras de Alta Tensión de la Central, en un valor preestablecido, a fin de suministrar un robusto soporte de tensión que apoye a la transmisión y efectuar un reparto uniforme de la potencia reactiva entre los generadores. Se entiende por Central, en este caso, al conjunto de máquinas de  $P_n > 10$  MVA, que entreguen su energía y potencia en un mismo punto del SADI.

g) Limitador de mínima excitación y protección de pérdida de excitación

El sistema de excitación debe poseer un limitador que impida que durante la operación normal la excitación descienda hasta valores que puedan causar la pérdida de sincronismo o la actuación de la protección de pérdida de excitación. Este límite debe ser ajustable a fin de coordinarlo con el diagrama de capacidad y las protecciones del generador

Además el generador debe contar con una protección de pérdida de excitación con dos ni-veles, uno para detección de pérdida de excitación con baja carga y otro para el caso de condiciones más severas que actúe en forma casi instantánea.

h) Estabilizador del Sistema de Potencia (PSS)

Con el objeto de contribuir al amortiguamiento de las oscilaciones electromecánicas (locales, intraplanta, interplanta, interárea, etc.) de la red, el Regulador Automático de Tensión (RAT) debe estar provisto de un ESTABILIZADOR (PSS), el cual operará modulando la referencia de tensión.

Este equipo debe ser capaz de realizar aportes positivos al amortiguamiento de las oscilaciones electromecánicas dentro de una banda de frecuencias comprendidas, como mínimo, entre 0,1 Hz y 2,5 Hz. El esquema de estabilización se basará en los principios de la estabilización por potencia acelerante, y deberá reunir suficiente flexibilidad para el ajuste. Los transductores utilizados deberán garantizar una adecuada linealidad en el rango de operación y presentar constantes de tiempo inferiores a 40 mseg.

i) Desempeño de la regulación de tensión en vacío

La respuesta a un cambio de referencia de tensión de pequeña amplitud, deberá ser rápido, manteniendo la sobreoscilación en valores inferiores al 15%, el tiempo de crecimiento por debajo de 300 ms, y un tiempo de establecimiento menor a 1,5 seg en regulación automática de tensión, y operación en régimen lineal .

Para la ganancia estática, se ha fijado un límite máximo de 400 pu, lo que permite alcanzar una precisión aceptable para la regulación en estado estacionario.

j) Desempeño de la regulación de tensión en carga

Para regímenes de pequeñas perturbaciones, el error estático en la tensión de generación debe mantenerse por debajo del 0,5% al variar el estado de funcionamiento del generador de vacío a plena carga y factor de potencia nominal.

Asimismo, el regulador de tensión debe contar con reducción transitoria de ganancia para la banda de frecuencias de perturbación comprendida entre 1,5 rad/seg y 15 rad/seg, lo que permitirá extender la región de operación estable del generador en el plano P-Q.

Para la operación en carga, se requiere la provisión de compensación por corriente reactiva, a fin de mejorar el control de tensión del lado de alta tensión del transformador elevador para situaciones de indisponibilidad del control conjunto de tensión de alta tensión.

Para "Vfdmax" se establece un mínimo de 2 veces la tensión de excitación a plena carga y factor de potencia nominal.

El gradiente de aumento de tensión ante fallas severas deberá ser tal que la excitación alcance el techo antes de 10 mseg. para una depresión de la tensión terminal del 50%, con el generador a plena carga y factor de potencia nominal.

### 6.17.8. Operación normal de planta

Durante la operación normal Caldera y Turbina estarán en Control Coordinado y los sistemas operando, a ser posible con los dispositivos en modo automático por lo que las tareas del operador se concentrarán en supervisar que los parámetros principales están dentro de los límites establecidos y en el reconocimiento y vuelta a la normalidad de los posibles incidentes que se puedan presentar.

La siguiente lista indica las variables más importantes a ser controladas durante la operación normal de la Unidad, teniendo en cuenta que en las instrucciones y manuales de operación se incluyen las listas detalladas de variables y procesos a ser controlados y supervisados durante el funcionamiento normal.

#### Caldera

- Asegurarse de la calidad de los combustibles utilizados en la Caldera
- Temperatura (entre 760 y 900º C) y presión del lecho (la verificación del mantenimiento del lecho en estado fluidificado es muy importante)
- Nivel de agua en el calderín (y caudal de agua a Caldera)
- Calidad del vapor y del agua a Caldera
- Temperaturas en caldera (agua, vapor, superficies de transferencia, AP, AS, gases de combustión)
- Temperatura del aire correcta tras el precalentador de aire secundario
- Contenido de O2 en los gases de salida
- Caudales de aire primario (AP) y aire secundario (AS)

- Presión en la cámara de combustión
- Presión y Temperatura del vapor sobrecalentado y recalentado
- Contenido de contaminantes en la salida de gases de combustión
- Soplado de caldera con la periodicidad requerida (al menos una vez cada 24 horas)
- Correcto funcionamiento del filtro de mangas
- Analizar periódicamente el tamaño de la cenizas del fondo extraídas

#### **Turbogenerador**

- Temperaturas y vibraciones en cojinetes
- Excentricidad en el eje
- Presión y nivel del aceite de cojinetes
- Presión y nivel del fluido hidráulico de control
- Temperaturas de devanados del generador
- Temperatura del aire de enfriamiento del generador

#### **Ciclo**

- Vacío en el tanque de condensado
- Nivel en el tanque de condensado
- Nivel en el tanque de agua de alimentación
- Presión y temperatura del agua de alimentación
- Nivel en los calentadores
- Calidad del agua de alimentación

#### **Otros**

- Correcto funcionamiento del sistema de extracción de cenizas ya que si no se hace correctamente puede dar lugar a obstrucciones en las boquillas de descarga por acumulación de cenizas.