

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL COMPLEMENTARIO DE LA AMPLIACIÓN A CICLO COMBINADO DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA BRIGADIER LÓPEZ, PROVINCIA DE SANTA FE.

CAPÍTULO 2 – DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

INDICE

1	CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	3
2	ÁREA DE INFLUENCIA	6
3	COMPONENTE 1 - OBRA PRINCIPAL DE CIERRE DE CICLO (INCORPORACIÓN DEL CICLO COMBINADO)	10
3.1	DESCRIPCIÓN GENERAL	10
3.2	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	12
3.2.1	Mano de obra	12
3.2.2	Instalación de obradores	12
3.2.3	Movimiento de Suelos	13
3.2.4	Fundaciones	13
3.2.5	Montajes	15
3.2.6	Obras complementarias	16
3.2.7	Cronograma estimado de operaciones	17
3.3	OPERACIONES, PROCESOS Y TECNOLOGÍA A INSTALAR	28
3.3.1	Sistemas de Desviación de Gases (Diverter Damper)	29
3.3.2	Caldera de recuperación de calor (CRC)	30
3.3.3	Turbogenerador de vapor	36
3.3.4	Condensador	41

3.3.5	Otros sistemas mecánicos	46
3.3.6	Sistema de control distribuido (DCS)	48
3.3.7	Sistema eléctrico	49
3.4	INSUMOS	53
3.4.1	Suministro de Combustibles	56
3.4.2	Suministro de Aire	58
3.4.3	Suministro de Agua	60
3.4.4	Suministro de Aceite de Lubricación	62
3.4.5	Suministro de Fluidos Hidráulicos	63
3.4.6	Suministro de Químicos	65
3.5	RESIDUOS, EFLUENTES Y EMISIONES	67
3.5.1	Residuos sólidos	69
3.5.2	Efluentes líquidos	70
3.5.3	Emisiones	71
3.5.4	Ruidos y vibraciones	73
4	COMPONENTE 2 – OBRAS COMPLEMENTARIAS (TOMA DE AGUA, CONDUCCIÓN Y DESCARGA DE AGUA DE REFRIGERACIÓN)	76
4.1	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	78
4.1.1	Toma de Agua y Estación de Bombeo	78
4.1.2	Acueducto	80
4.1.3	Descarga	82
4.2	TECNOLOGÍA A INSTALAR Y OPERACIÓN	84
4.2.1	Toma de Agua y Estación de Bombeo	84
4.2.2	Obra de Descarga	85
5	BIBLIOGRAFÍA	89

CAPÍTULO 2 – DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este capítulo describe los aspectos claves del proyecto. El propósito principal del mismo es proveer la información suficiente sobre el proyecto que luego sirva de insumo para la descripción del marco legal aplicable al mismo (Capítulo 3) y del ambiente con potencial de verse afectado (Capítulo 4), así como también para la evaluación ambiental que se llevará a cabo en las secciones subsiguientes (Capítulos 5, 6 y 7).

1 **CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

Como se mencionó previamente en el Capítulo 1, el eje central del proyecto bajo evaluación es la generación de energía eléctrica para ser incorporada al Sistema Interconectado Nacional (SIN). En este contexto, el proyecto contempla la ampliación de la capacidad de generación de energía eléctrica de la **Central Termoeléctrica Brigadier López (CTBL)**.

Esta central ha sido diseñada para operar en un comienzo como un sistema de generación de energía eléctrica convencional de ciclo abierto, en base a la combustión de gas y/o diesel en forma alternada en una turbina de gas (TG), con una potencia de 280 MW. Luego de esta etapa inicial, el diseño considera la expansión de la central a ciclo combinado, incorporando al sistema una turbina de vapor (TV) (logrando la generación de aproximadamente 140 MW adicionales), **siendo esta ampliación la evaluada como parte del presente Estudio de Impacto Ambiental.**

En el ciclo abierto un compresor toma aire de la atmósfera, lo comprime y lo deposita en la cámara de combustión, donde al mismo tiempo se inyecta el combustible y se provoca la combustión. Esta combustión provoca la rápida expansión de los gases, los que hacen mover la turbina y a través de ésta el eje del generador. Luego de este proceso el aire, con una elevada temperatura, vuelve a la atmósfera, razón por la cual recibe el nombre de ciclo abierto.

El ciclo combinado, por su parte, involucra el funcionamiento de dos tipos diferentes de turbinas, la de gas (descrita anteriormente) y las de vapor. Para las turbinas de vapor la energía mecánica necesaria para mover el rotor del generador se obtiene a partir del vapor generado en una caldera de recuperación de calor (CRC). En el ciclo combinado el gas utilizado para hacer girar la TG que sale a una alta temperatura de la cámara de combustión es reutilizado para calentar el agua y transformarla en vapor en la caldera, el cual impulsará el movimiento de la TV.

En este sentido, **en el ciclo combinado se conjugan estos dos tipos de tecnologías (TG y TV) aprovechando al máximo el combustible.**

De este modo, el proyecto evaluado considera la incorporación al sistema de una turbina a vapor (e instalaciones asociadas) que será accionada a partir de vapor producido en la CRC mediante el aprovechamiento de los gases calientes provenientes de la turbina de gas.

Es importante mencionar que en las TV, el vapor se hace llegar a la turbina donde su expansión provoca el movimiento de esta última. Luego, el vapor debe ser transformado nuevamente en agua para lo cual el mismo es enviado a un condensador. Un condensador, es, básicamente, un cuerpo cerrado atravesado por tubos paralelos, a través de los cuales se hace circular un fluido frío, que condensa el vapor de agua expulsado de la turbina. El agua en estado líquido es tomada nuevamente para realizar el mismo ciclo.

En este contexto, como parte del proyecto se prevé además de la ampliación de la central, la construcción de una obra de toma de agua y de descarga de efluentes (Figura 1). El agua captada será utilizada de manera cruda en el sistema de refrigeración del ciclo combinado¹. Este efluente será luego volcado al mismo curso de agua con una temperatura superior a la de toma.

De este modo, en el presente capítulo se realizará una descripción de las acciones que se desarrollarán durante la construcción y operación del proyecto mencionado, considerando la obra principal de cierre de ciclo (incorporación del ciclo combinado) y sus obras complementarias asociadas: toma de agua, conducción y descarga de agua de refrigeración.

Para una mejor comprensión y posterior evaluación de los impactos, el proyecto evaluado en este EIA ha sido estructurado en los siguientes componentes principales:

- **Componente 1 - Obra Principal de Cierre de Ciclo (Incorporación del Ciclo Combinado).** Como se mencionó con anterioridad la construcción de la Central se diseñó en dos fases, la primera instalando una turbina a gas (la cual utilizará como combustible Gas Natural tomado de la Red Nacional de Gasoducto o Diesel para la cual la central será abastecida mediante buques y camiones) y la segunda cerrando el ciclo con una turbina a vapor. Como parte de esta evaluación ambiental se considera la segunda fase del proyecto, encontrándose la primera en las etapas finales de construcción.
- **Componente 2 - Obras Complementarias (Toma de Agua, Conducción y Descarga de Agua de Refrigeración).** Para abastecer de agua al sistema de refrigeración será necesaria la realización de una obra de toma, conducción y posteriormente descarga del agua. Los aspectos asociados a la construcción y operación de esta obra complementaria se consideran como parte de esta componente.

¹ Tal como se detallará más adelante la obra de toma será también utilizada para abastecer de agua a la central, siendo enviada en parte a la planta desmineralizadora (la cual generará el agua de calidad adecuada para la caldera). Esta fracción minoritaria del agua captada será conducida por el acueducto existente en la actualidad diseñado para abastecer de agua a la central durante el ciclo abierto.

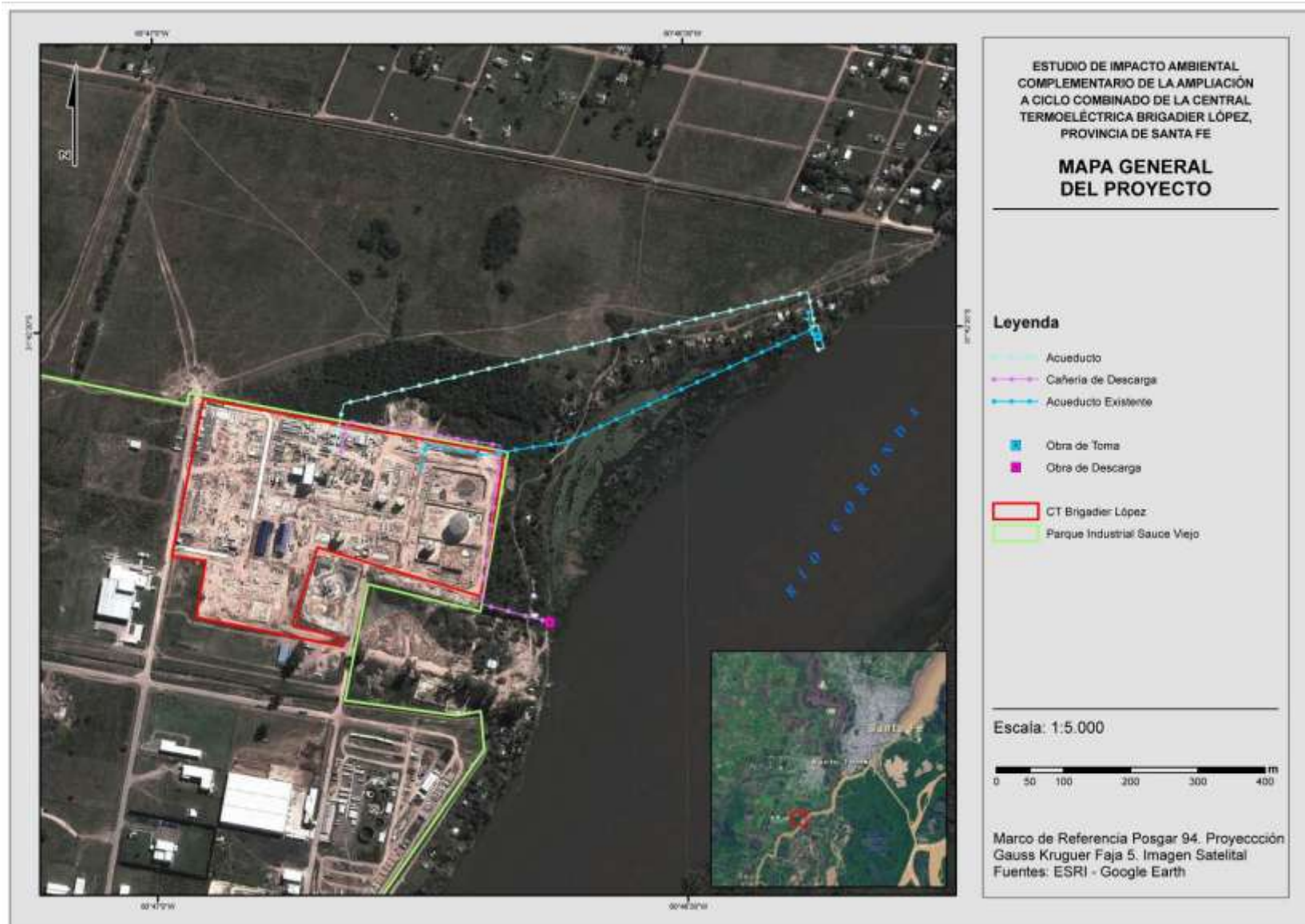


Figura 1. Mapa general del proyecto de ampliación a ciclo combinado de la CTBL

2 ÁREA DE INFLUENCIA

Una de las etapas fundamentales de cualquier estudio en general y de los estudios ambientales en particular, es la definición del área sobre la cual será realizado el análisis. Para poder desarrollar satisfactoriamente este diseño es elemental definir correctamente la escala a la cual se pretende desarrollar el diagnóstico. En este sentido, Turner et al (2001) ha definido el significado de escala especial para estudios ecológicos, concepto que, no obstante, puede ser tomado como base y reformulado para ser aplicado a la delimitación de las escalas de análisis en cualquier estudio que involucre diversos componentes del ambiente. Así, el concepto de escala espacial puede ser definido como la dimensión física de un objeto o proceso en el espacio.

De este modo, la delimitación del área de influencia (o escala de análisis) queda supeditada al espacio físico afectado por las diferentes acciones del proyecto.

El **área de influencia directa (AID)** se encuentra vinculada con los espacios geográficos linderos a los proyectos evaluados, que son susceptibles de presentar degradación por causa directa de la ejecución de las obras en una primera instancia y luego, por la operación de los sistemas construidos.

Para el caso de la CTBL y la incorporación del sistema en ciclo combinado, el área de influencia directa considerada es la que se presenta en la Figura 2 y que se encuentra definida especialmente por la incidencia registrable de la emisiones gaseosas derivadas del nuevo sistema a ser instalado (se considera que el resto de los aspectos ambientales significativos del proyecto se encuentran contenidos por este espacio geográfico). Para esta zona de potencial afectación directa se analizarán (en el Capítulo 6) en detalle los impactos ambientales esperables de acuerdo con la caracterización de los aspectos ambientales y el conocimiento de los receptores involucrados, conformados por los distintos factores del ambiente.

Para el caso de la construcción de la obra de toma, conducción y descarga se considera como área de influencia directa el área vinculada con la apertura de zanja necesaria para la instalación y sitios aledaños donde sería esperable registrar afectaciones de diferente intensidad. Como se puede observar en la Figura 3 esta zona queda comprendida dentro del AID definida para la Central.

Finalmente, dentro del mismo mapa puede observarse que el área de influencia directa de la operación de la obra de descarga estará comprendida por todos los sitios donde se registren aumentos de temperatura del agua respecto a su condición actual a causa del vertido del agua de refrigeración de la CTBL. También se considerarán las áreas aledañas a estos cuerpos de agua, ya que podrán verse influidas por el aumento de su temperatura, en cuanto existen usos que dependen de la calidad física del agua o que se desarrollan de manera integrada con el cuerpo, como por ejemplo actividades de pesca de subsistencia como recreativas, entre otros.

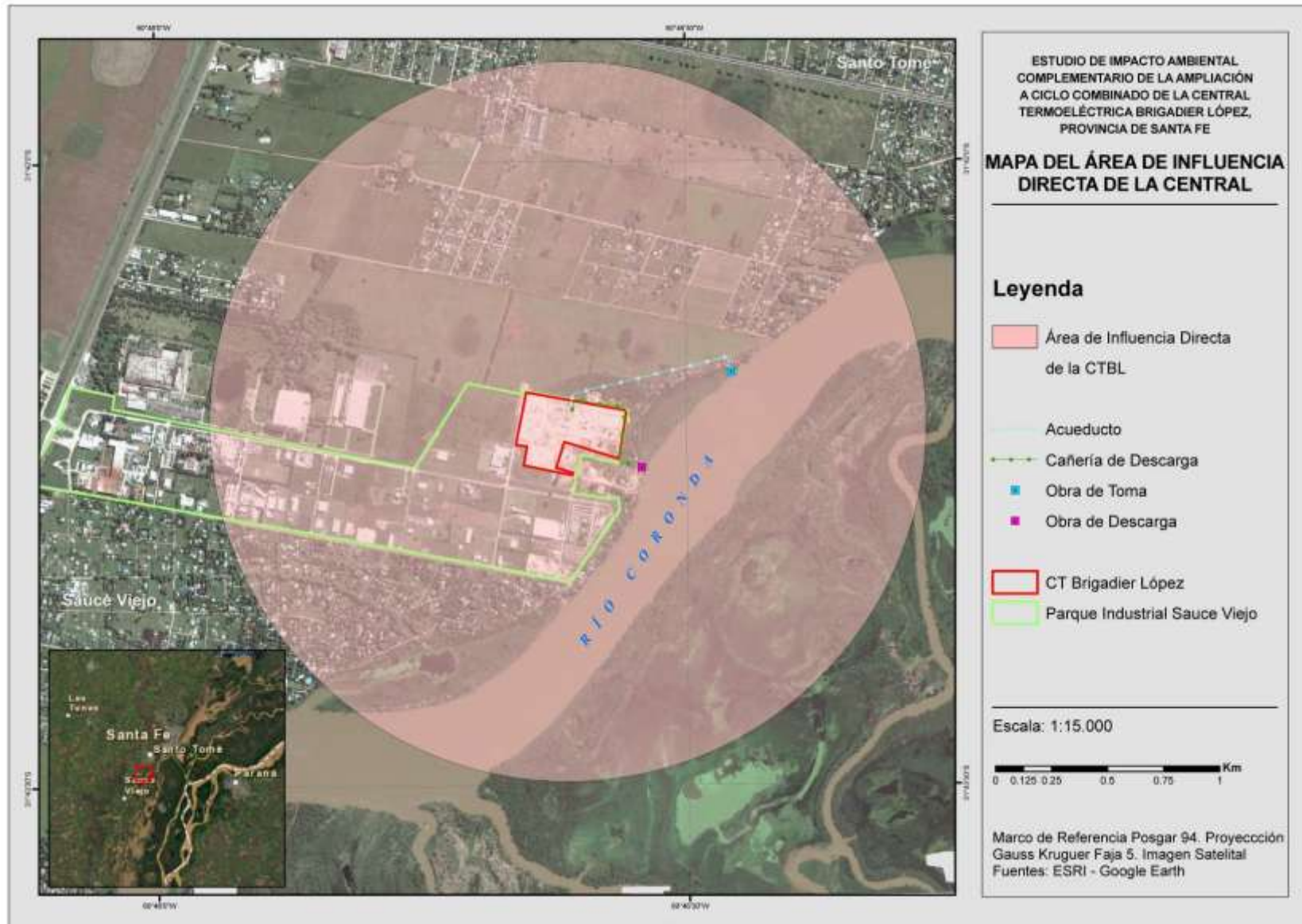


Figura 2. Área de influencia directa de la CTBL.

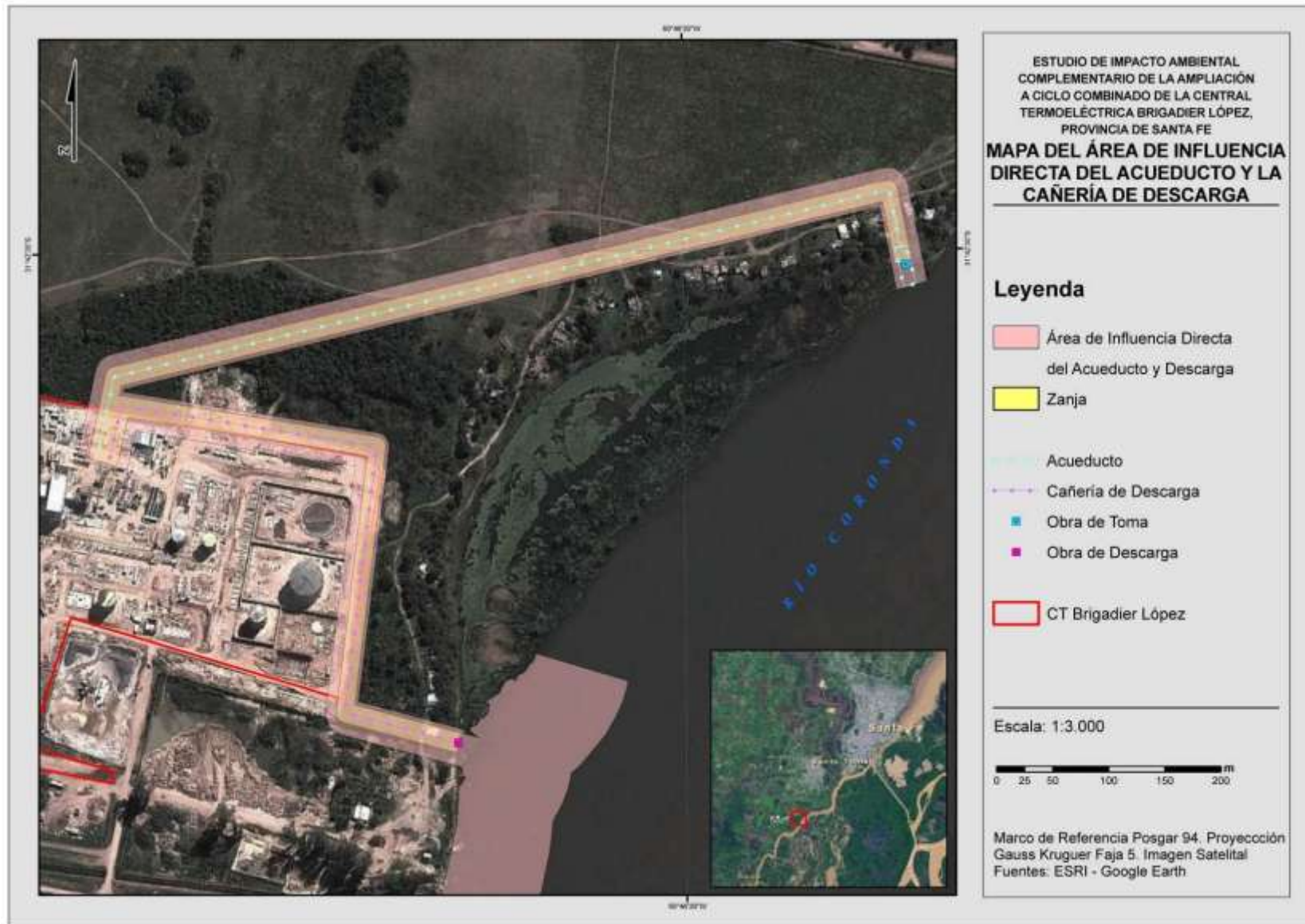


Figura 3. Área de influencia directa de la obra de toma, el acueducto y la obra de descarga.

Resulta importante mencionar que en el caso de la ocurrencia de una contingencia, ya sea durante la etapa de construcción como de operación, el área de influencia directa del proyecto abarcará una zona determinada por la extensión espacial afectada como resultado del evento. En este sentido, la discriminación entre afectaciones ordinarias por las acciones normales y las de contingencia, resulta fundamental para definir medidas ambientales adecuadas en cada circunstancia.

Por otro lado, el **área de influencia indirecta (AII)** se define como el territorio en el cual se manifiestan los impactos ambientales indirectos, es decir aquellos que ocurren como consecuencia de su influencia sobre el medio manifestándose a partir de eventos sinérgicos en el mismo. Por lo general estos efectos se dan en un sitio diferente a donde se produjo la acción generadora del mencionado impacto ambiental. En este caso, si bien el impacto puede registrarse de manera simultánea con relación al momento en que ocurrió la acción que lo provoca, en general el efecto se registra en diferido.

De este modo, el área de influencia indirecta del proyecto engloba toda la zona susceptible de ser afectada a causa de la obra y operación del sistema una vez construido y de todas las actividades complementarias vinculadas con ésta, como ser transporte de materiales desde y hacia la Central. La circunscripción del área se entiende como la zona donde propiciando afectaciones o interferencias sinérgicas con otras actividades, aún sería posible relacionar dicha incidencia con las acciones vinculadas al proyecto en análisis, cualquiera sea su componente.

3 COMPONENTE 1 - OBRA PRINCIPAL DE CIERRE DE CICLO (INCORPORACIÓN DEL CICLO COMBINADO)

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Actualmente la CTBL constituye un sistema de generación de energía eléctrica convencional de ciclo abierto en base a la combustión de gas natural y/o diesel, en forma alternada. La misma ha sido diseñada para generar una potencia total en ciclo abierto de 280 MW, instalada en un único módulo y funcionando a gas o a diesel.

Como se mencionó anteriormente, el proyecto en evaluación consiste en la conversión del ciclo abierto, a un ciclo combinado. Esta conversión generará una potencia adicional de aproximadamente 140 MW. Específicamente, la generación neta total será de 420 MW en condiciones ISO (15°C, 60% de humedad relativa y presión atmosférica de 1013 bar).

La conversión de una central térmica de ciclo abierto a una de ciclo combinado, se basa en el aprovechamiento del calor contenido en los gases de escape a través de una turbina a gas. El calor residual de los gases de escape del turbogenerador de gas, se aprovecha en una caldera de recuperación de calor (CRC o por su denominación en inglés, HRSG: *Heat Recovery Steam Generator*), donde se genera vapor. Éste es luego expandido en una turbina de vapor (TV), produciendo energía eléctrica mediante un generador.

La energía eléctrica será entonces, producto del funcionamiento de generadores eléctricos accionados por turbinas de gas y de vapor. Los generadores correspondientes alimentarán a la estación transformadora, desde donde se abastecerá al Sistema Interconectado Nacional.

Se contempla entonces la instalación de los siguientes componentes principales, los cuales serán descriptos posteriormente:

- Un sistema de desviación de los gases de la turbina de gas (*Diverter Damper*) (ver Punto 3.3.1)
- Una caldera de recuperación de calor (ver Punto 3.3.2)
- Un turbina de vapor (SST-900) (ver Punto 3.3.3)
- Un equipo generador SGen5-100A-2P (ver Punto 3.3.3)
- Un condensador (ver Punto 3.3.4)
- Sistemas auxiliares a los componentes antes listados
- Sistemas mecánicos
- Sistema eléctrico
- Instrumentación y control

En la Figura 4 se observa un layout de la planta con la incorporación de los equipos proyectada.

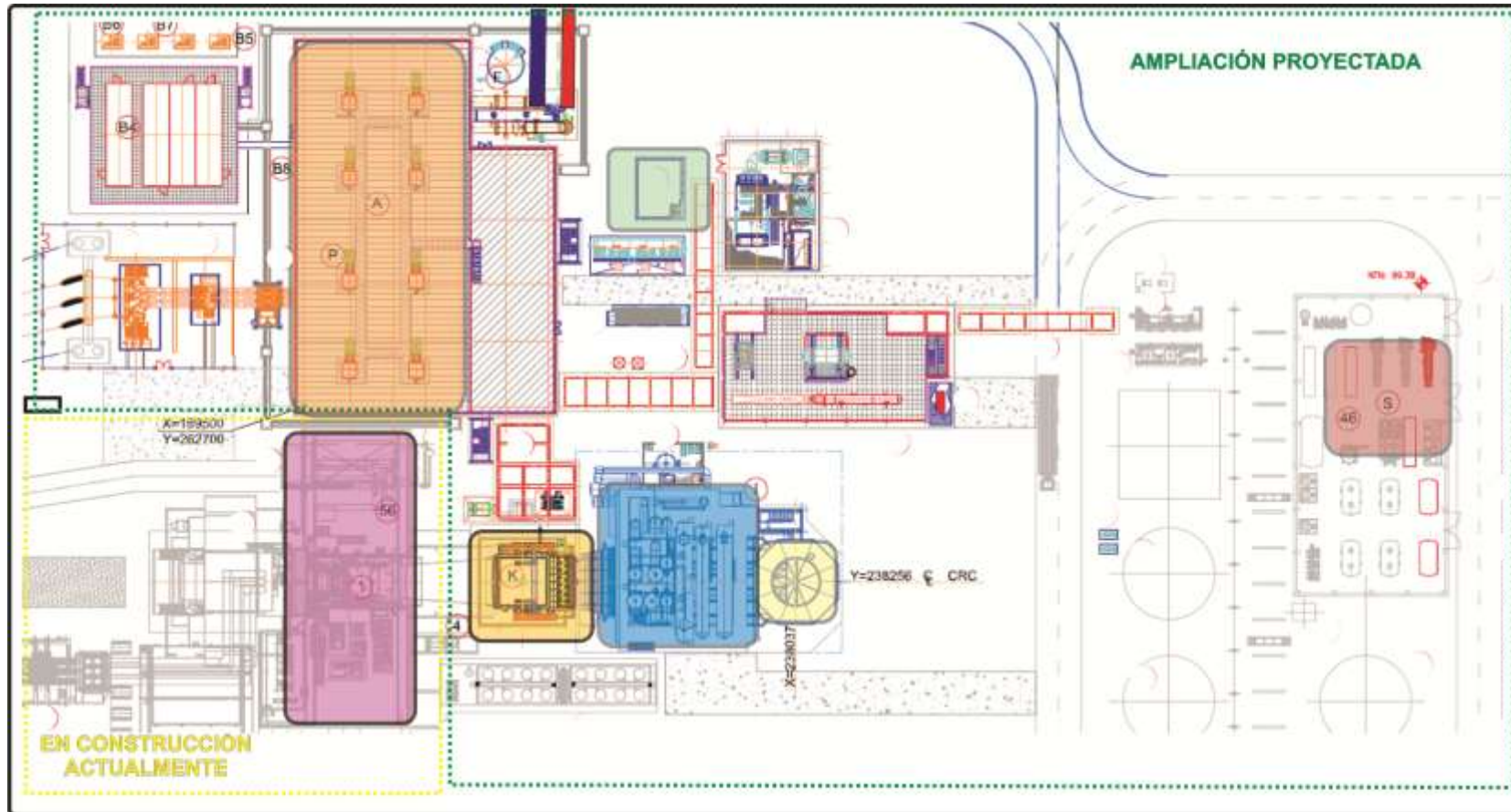


Figura 4. Disposición de equipos en planta de la CTBL con la ampliación proyectada

REFERENCIAS

- | | | | | | |
|--|------------------------|--|---|--|----------------------------------|
| | TOMA DE RÍO CORONDA | | TURBINA DE GAS | | CALDERA DE RECUPERACIÓN DE CALOR |
| | DESCARGA A RÍO CORONDA | | TURBINA DE VAPOR | | PLANTA DESMINERALIZADORA DE AGUA |
| | CHIMENEA | | COMPUERTA DERIVADORA DE GASES DE ESCAPE | | BALSA DE RECOGIDA DE EFLUENTES |

3.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

3.2.1 Mano de obra

Para la etapa de construcción será necesario contar con personal calificado de todo tipo, desde capataces, oficiales, medio oficiales, ayudantes, operadores de máquinas o equipos, choferes, hasta oficiales especializados, técnicos y directivos para la alta dirección. Para ello está prevista la incorporación total de aproximadamente 600 personas, las que trabajarán en un turno de 10 horas.

Al respecto, el grupo de trabajo en obra estará constituido por personal residente en la zona de Santa Fe, personal proveniente de otras zonas de la Argentina y personal directivo, de supervisión y especialistas provenientes del exterior.

Resulta importante mencionar que se maximizará la prefabricación en talleres, de modo tal que las tareas en campo se limiten al montaje de los elementos. En particular, las estructuras metálicas como soportes para cañerías, cañerías, conductos y trabajos de calderería y accesorios para tableros eléctricos y para instrumentación, serán prefabricadas. De esta forma, todo el prefabricado que se realice en talleres exteriores será identificado de acuerdo a un código establecido. Los materiales se transportarán debidamente embalados y, si el procedimiento lo requiere, arenados y con la imprimación que correspondan de acuerdo con su especificación.

La supervisión y dirección de los todos los trabajos estará a cargo de la UTE ISOLUX INGENIERÍA – IECSA, con la participación de especialistas de los proveedores y de los fabricantes de equipos.

3.2.2 Instalación de obradores

Durante la obra será necesaria la construcción de instalaciones temporarias en el sitio, que incluirán los siguientes elementos:

- Oficinas administrativas y de inspección de obras;
- Depósitos cubiertos para almacenaje de materiales;
- Lugares destinados para el almacenaje de materiales a la intemperie;
- Área de almacenaje de combustibles líquidos y gaseosos;
- Calles de circulación interiores;
- Iluminación localizada y general;
- Cercado del área de obra;
- Servicio médico y ambulancia,
- Comedor;
- Módulos sanitarios: baños y vestuarios;
- Talleres de subcontratistas.

Los obradores que albergarán las instalaciones temporarias mencionadas, se instalarán en un sitio adyacente a la obra. Constructivamente, serán modulares, montadas sobre bastidores del tipo petrolero, y aptos para la zona de trabajo en consideración.

Se preverá también una instalación temporal para la iluminación general de las áreas de montaje que lo requieran. Cuando sea necesario, se preverá iluminación localizada para el desarrollo de tareas concretas y/o en horarios extendidos.

Vale destacar que las obras principales (en cuanto a magnitud y período de trabajo) se desarrollarán en el ámbito del predio de la Central, donde se encuentran instaladas operaciones permanentes de características similares a las vinculadas con la ampliación prevista a ciclo combinado. No se prevé a los efectos de este estudio la instalación de obradores secundarios.

3.2.3 Movimiento de Suelos

En el marco del estudio de suelos realizado por la Consultora INCOCIV (Junio 2010) pudo establecerse, previo a la construcción de la Central, que la superficie del terreno podía aceptarse como la superficie final de excavación y superficie de inicio de relleno de suelos compactados. En dicho estudio se identificó que se trataba de un perfil constituido por arcillas y limos de consistencia media a compacta en los estratos superiores (hasta aproximadamente 5 m), luego intercalaciones de arenas limosas, limos y arcillas de densificación errática en los estratos intermedios (hasta 10 a 12 m de profundidad), y finalmente en el tramo final de los sondeos se presentaron arenas muy densas.

En aquella oportunidad, fue ejecutado el movimiento de suelos hasta alcanzar niveles de subrasante apropiados, por lo que para la ampliación planteada a ciclo combinado, **solo se realizará la limpieza y replanteo del terreno** y de los elementos que componen la obra al iniciar la construcción y en su prosecución hasta la finalización de la misma.

En aquellos casos donde se considere necesario, previa limpieza del terreno, se procederá a la nivelación del mismo hasta lograr una superficie plana con las pendientes fijadas en el proyecto, que permitan realizar el replanteo de las distintas fundaciones, bases, canales, estructuras, caminos, etc. Posteriormente se realizarán excavaciones y relleno de las bases con suelo del lugar. De esta forma, luego de la ejecución del contrapiso de trabajo, y una vez verificada la nivelación del terreno, se procederá al hormigonado.

3.2.4 Fundaciones

En oportunidad del estudio de suelos (2010) mencionado anteriormente, se consideró a los perfiles geotécnicos del predio aptos para la ejecución de las obras proyectadas, no presentando los suelos características de agresividad química al hormigón. De esta forma se consideró el empleo de fundaciones directas (zapatas aisladas y plateas de fundación) o indirectas (pilotes).

Al respecto, en el caso de utilización de fundaciones directas, o “superficiales”, se ha previsto su ejecución mediante platea integral, bloque de fundación, bases con viga de arriostramiento / vinculación, zapatas (bases) con vigas de vinculación en caso necesario. En ocasión de que las tensiones de servicio superen a las admisibles, y necesariamente se deban emplear fundaciones directas, se planteó un mejoramiento del terreno de fundación, para el aumento de tensiones admisibles y minimización de asentamientos, excavando y reemplazando por suelo seleccionado.

En los casos en que el estado tensional de servicio de las fundaciones proyectadas pudiera exceder la capacidad portante del suelo de apoyo, se ha considerado la alternativa de fundaciones profundas mediante pilotes. Las fundaciones indirectas o “profundas”, se proyectaron mediante pilotes excavados con recirculación de lodos bentoníticos y posteriormente hormigonados in situ. Debido a que los primeros metros son más susceptibles a la producción de desmoronamientos, eventualmente se recomendó la colocación de una camisa metálica extraíble.

Para las fundaciones directas, oportunamente se recomendó limpiar, compactar mecánicamente y nivelar el fondo de excavaciones previo a la ejecución de la platea, base o bloque de fundación, y efectuar un “piso” de hormigón pobre o de limpieza bien compactado, previamente a la colocación de armaduras y posterior hormigonado. Los rellenos de excavaciones de las fundaciones debieron ser realizados con aporte de suelo adecuado, normalmente humedecido y compactado a medida que se fue colocando, y se recomendó la toma medidas de precaución mediante el uso de arriostamiento, apuntalamientos y/o entibaciones para asegurar la estabilidad de las paredes de las excavaciones protegiendo de esta manera al personal de obra y a edificaciones cercanas.

Para el caso de las fundaciones indirectas se consideró conveniente la implementación de sistemas de precarga, efectuando un detallado seguimiento. Por otra parte, se determinó que no debía considerarse la adopción de fustes ensanchados debido a la imposibilidad de garantizar su conformación, ya que el expansor debería accionar totalmente en arenas bajo el nivel freático. Los cabezales de pilotes, debieron rigidizarse convenientemente en dos sentidos ortogonales, o caso contrario podría haberse efectuado una adecuada redistribución de la estructura o fundación.

En función de lo expuesto, para la presente etapa del proyecto se ejecutará la correspondiente ampliación de dicho estudio de suelos para determinar los parámetros de diseño de las diferentes fundaciones, y la confirmación de las hipótesis previamente planteadas para su uso nuevamente, dependiendo entonces la utilización de pilotes de las conclusiones que surjan de las recomendaciones del mismo.

En ese marco se ha considerado para los principales equipos e instalaciones que lo requieran la ejecución de fundaciones directas (zapatas aisladas y plateas de fundación) o indirectas (pilotes). Los materiales seleccionados son hormigón (CIRSOC 201) para pavimentos (H-25), para fundaciones (H-31), y de limpieza y nivelación y cañeros (H-8); armaduras para barras de acero (ADN 420), mallas de acerdo (AM 500), conforme a normas IRAM-IAS-U-500-728 e IRAM-IAS-U-500-06, respectivamente; y bulones de anclaje (ASTM A325 y A-193 GR. B 7 /AL 220), y acero estructural (ASTM A-36 7 F-24).

En cuanto a la realización de las fundaciones para los equipos principales, aquellas para la turbina de vapor, el generador y condensadores consistirán en un macizo de hormigón armado sobre terreno y/o pilotes que incluirá el apoyo para dichos equipos. Lo mismo se utilizará para la caldera de recuperación, la caldera auxiliar y chimenea.

Particularmente, las fundaciones de la turbina de vapor y del generador incorporarán ciertos embebidos especiales en hormigón, insertos y revestimientos. El condensador, recuperador de calor y auxiliares, por su parte podrán requerir insertos o embebidos típicos, como pernos y placas de niveles.

Las fundaciones para equipos auxiliares del turbogenerador consistirán en plateas, zapatas, bloques o cabezales de hormigón armado, apoyadas sobre terreno y/o pilotes según el equipo y las necesidades. Aquellas para el pipe rack de caldera y la sala de bombas de agua de alimentación y circulación, consistirán en cimentaciones de hormigón armado apoyadas sobre terreno y/o pilotes.

Los transformadores (el principal y el auxiliar de la turbina de vapor) se fundarán sobre cimentaciones apoyadas sobre terreno y/o pilotes. Tendrán bateas para contención de aceite y muros arrestallama. También aquellas para el tanque de agua desmineralizada se realizarán mediante cimentaciones de hormigón armado sobre terreno y/o pilotes.

Se realizarán otras fundaciones del tipo directas mediante losas superficiales, bases aisladas o bloques construidos en hormigón armado, con los noyos necesarios para posterior colocación de los anclajes. Entre ellas se encuentran la fundación de shelters y contenedores eléctricos, y las fundaciones soporte de cañerías.

Las fundaciones para el edificio del turbogenerador serán de hormigón armado mediante apoyo en el terreno y/o pilotes y cabezales con viga de arriostamiento longitudinal.

3.2.5 Montajes

Una vez realizado el montaje de todas las tuberías enterradas tales como las de agua cruda y desmineralizada, drenajes y agua para lucha contra incendios, se comenzará con el montaje de las estructuras metálicas de edificios y con el montaje de los soportes de tuberías y bandejas portacables de todas las áreas.

Con relación a los nuevos edificios a construir, el del turbogenerador consistirá en un galpón metálico, compuesto por pórticos adecuadamente arriostados y ejecutados con perfiles laminados. Las uniones serán soldadas y/o abulonadas, conforme a los requerimientos estructurales y de montaje. La protección anticorrosiva será la adoptada a las condiciones ambientales del sitio.

Los cerramientos, tanto para el lateral como para la cubierta, serán de chapa trapezoidal de acero pre-pintada, una al exterior y otra chapa al interior, encerrando una aislación de lana mineral termo-acústica. El edificio será adecuadamente ventilado en forma natural o forzada, mediante el ingreso de aire inferior y su salida a través de la cubierta o laterales superiores.

Los portones serán metálicos, del tipo corredizos enrollables o levadizos aptos para el acceso de equipos y ejecución de trabajos de mantenimiento y las puertas, también metálicas, de simple hoja para acceso de personal.

El piso de la sala será de hormigón armado y estará diseñado para soportar las cargas correspondientes a las acciones propias de la operación y mantenimiento. Asimismo se le realizará una terminación con endurecedor cuarcítico.

Los soportes de cañerías se realizarán mediante perfiles laminados. Las uniones serán abulonadas y/o soldadas dependiendo de las solicitudes intervinientes y de las condiciones de transporte y montaje. La protección anticorrosiva será la adaptada a las condiciones ambientales del sitio.

Por último se ejecutará el montaje de los equipos. Primero se instalarán los principales como la turbina, el generador, el recuperador y el condensador, y luego sus equipos auxiliares. Al mismo tiempo, se instalarán los transformadores y los equipos de la estación de maniobras, de la caldera auxiliar, de los sistemas de agua cruda y desmineralizada, etc. Cabe mencionar que tanto la subestación eléctrica como la planta de tratamiento de agua, serán reacondicionadas para satisfacer las nuevas necesidades de la generación con vapor.

Una vez montados todos los equipos se realizarán las conexiones de puesta a tierra, el montaje de tableros, cajas de campo y el tendido de cables. Una vez verificadas las conexiones y la correcta apertura y cierre de los seccionadores de forma manual, se efectuará el montaje electromecánico del sistema eléctrico auxiliar, de acuerdo a los programas establecidos y con el personal calificado según requiera su especialidad.

Previo a la energización y puesta en marcha de la planta, se realizarán ensayos tanto mecánicos como eléctricos, a fin de verificar la adecuada instalación y el funcionamiento de los equipos y componentes.

3.2.6 Obras complementarias

Se realizarán las canalizaciones eléctricas subterráneas, las cuales serán construidas con trincheras de hormigón armado o con cañeros de hormigón simple. Se vincularán mediante cámaras de tiro, de hormigón armado, provistas de tapas metálicas de chapa estampada. Serán construidas con caños de PVC o Polietileno protegidos de material granular u hormigón en áreas de paso y cruces y trincheras de hormigón armado con cañeros de hormigón simple. En los cruces de calles se ejecutarán las obras de protección subterránea correspondientes.

Se realizarán instalaciones de agua potable y desagües pluviales.

Los pavimentos de mantenimiento de áreas serán de hormigón, con juntas de dilatación y de contracción, pasadores de acero y malla de control de fisuración contarán con una base de suelo seleccionado de espesor acorde con las condiciones de tránsito y características de la subrasante.

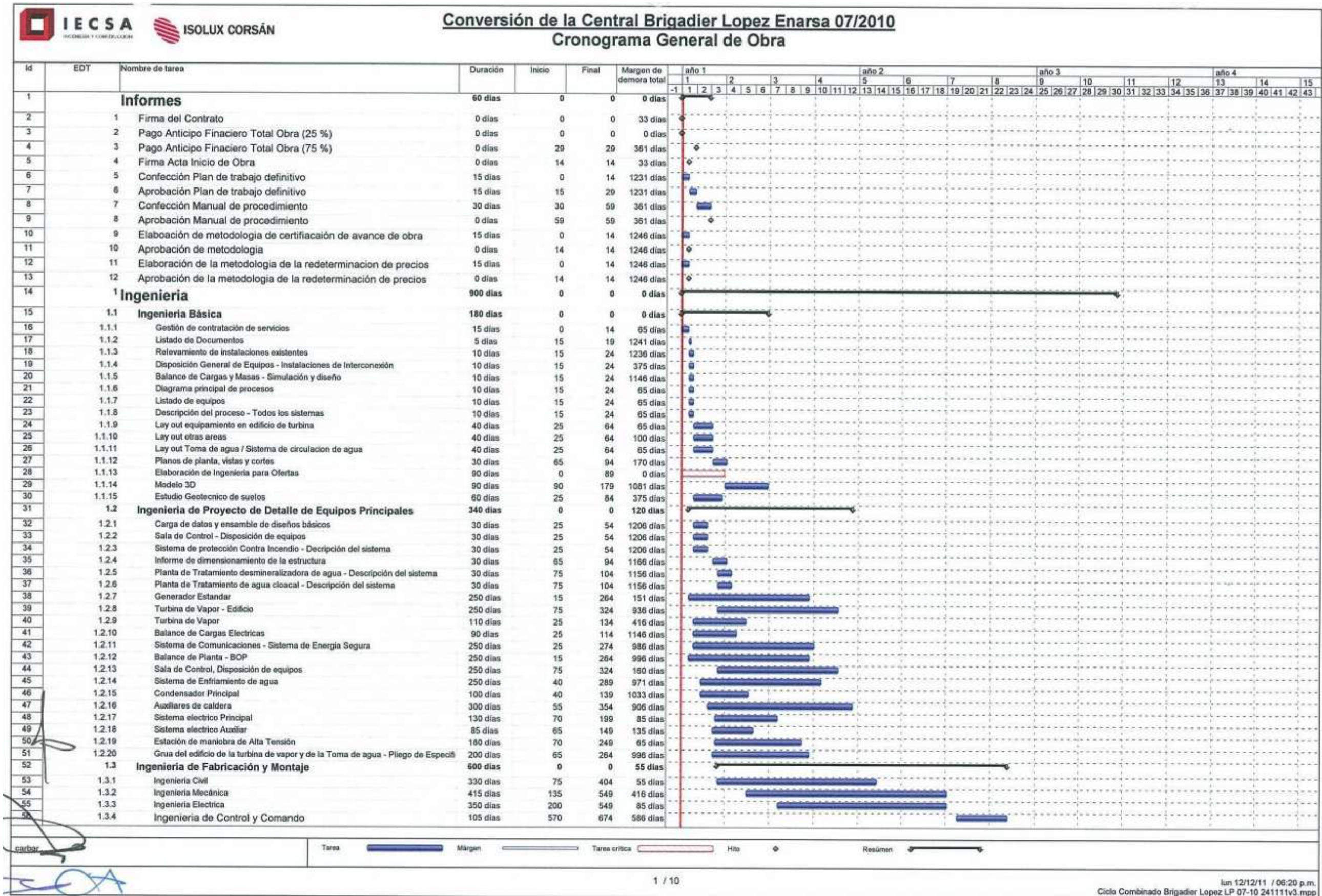
Las calles y caminos internos se realizarán con pavimento asfáltico. Contarán con una base de suelo seleccionado de espesor acorde con las condiciones de tránsito y características de la subrasante. Se realizarán veredas para circulación (en hormigón H-8 con juntas), parquización, forestación y terminación superficial con grava espesor 5 cm.

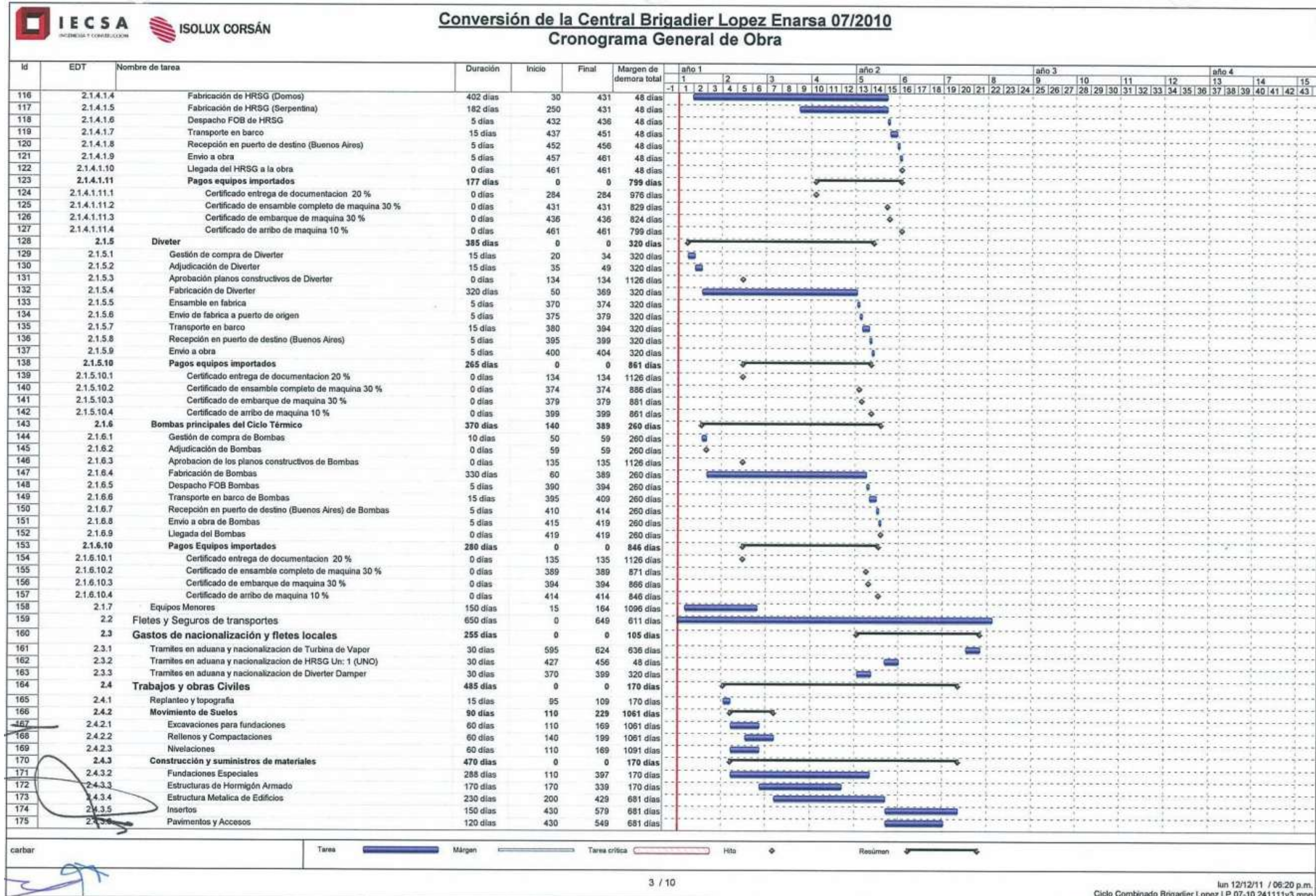
Se ejecutarán plataformas de acero, provistas de pisos de rejillas galvanizadas, para el acceso durante la operación y mantenimiento de los diferentes equipos. Las plataformas contarán de barandas y escaleras metálicas. La protección anticorrosiva será la adaptada a las condiciones ambientales del sitio.

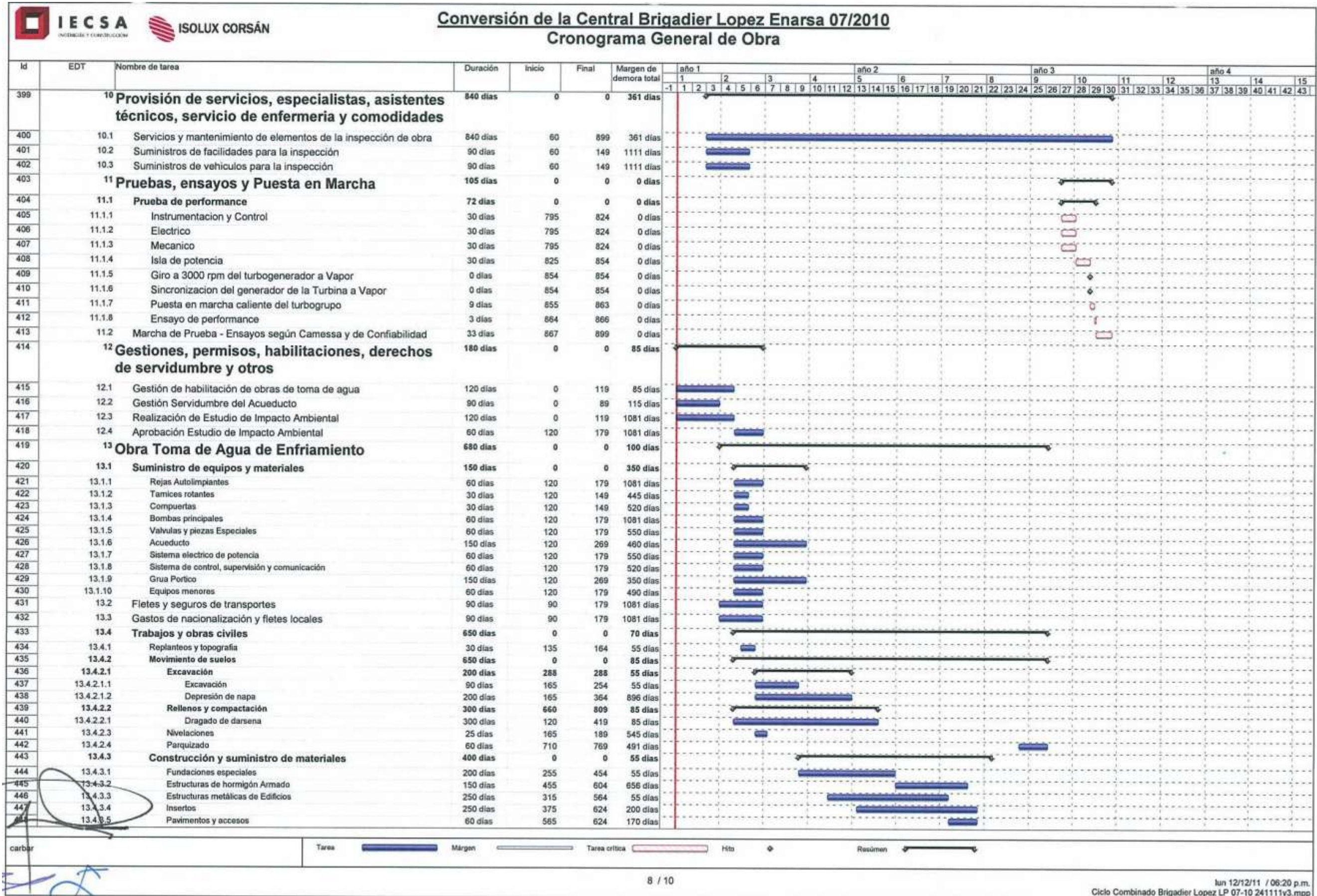
3.2.7 Cronograma estimado de operaciones

Según el cronograma suministrado, las obras requeridas para la ampliación a ciclo combinado de la CTBL tendrán una duración de aproximadamente 33 meses. Tal como puede observarse el mismo prevé etapas de suministro de equipos y materiales, obras civiles, montaje de equipos y por último, la inspección y el ensayo de los elementos. Cabe mencionar que aquí también se contempla la ejecución de las obras complementarias.

Figura 5. Cronograma estimado de obras







3.3 OPERACIONES, PROCESOS Y TECNOLOGÍA A INSTALAR

Como ya fue mencionado anteriormente, en términos generales la conversión de una central térmica de ciclo abierto a una de ciclo combinado, se basa en el aprovechamiento del calor contenido en los gases de escape producto de la generación eléctrica a través de una turbina de gas. El calor residual de los gases de escape del tubogenerador de gas, se aprovecha en una caldera de recuperación (CRC), donde se genera vapor, el cual es luego expandido en una turbina de vapor, produciendo energía eléctrica mediante un generador.

En la Figura 6 se observa un diagrama de flujo simplificado del sistema a instalar en la CTBL. Luego se realiza una descripción de los equipos enumerados anteriormente y de otros sistemas auxiliares.

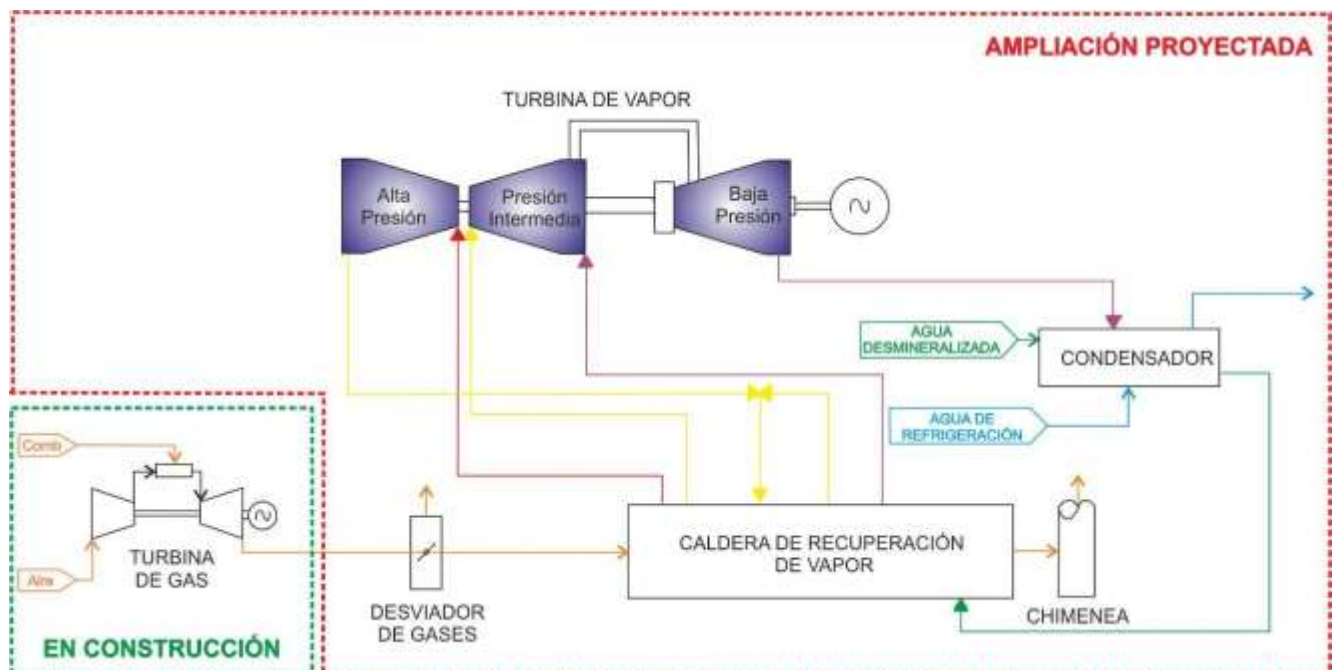


Figura 6. Diagrama de flujo simplificado del Ciclo Combinado

El Sistema de Ciclo Combinado se describe a partir del sistema ya evaluado de Ciclo Abierto. En el mismo, la turbina de gas, tal como fue mencionado anteriormente, operará un 74% del tiempo a gas y el 26% restante en base a combustible líquido.

El suministro de gas natural se realizará por medio de un gasoducto de toma, el cual fue sujeto de evaluación en el “Estudio de Impacto Ambiental del Gasoducto de Alimentación a la Central Termoeléctrica Brigadier López, Sauce Viejo, Santa Fe” (SERMAN & asociados, 2010). Dicho gasoducto se inicia en la conexión al Gasoducto del Noreste Argentino (GNEA), localizada a 470 m al oeste del Km 138+600 de la Autopista Rosario – Santa Fe.

Por otra parte, para la alimentación de combustible líquido se trasladará el mismo mediante camiones (vehículos tanque o cisterna), aunque el proyecto en su totalidad incluye la construcción de un muelle de descarga de combustible sobre el río Coronda, para el cual se realizó un estudio particular que se ha presentado ante la Autoridad de Aplicación y se encuentra actualmente en evaluación.

El transporte mediante camiones también ha sido sujeto de la realización de su EIA correspondiente (“Estudio de Impacto Ambiental de Transporte Terrestre de Combustible a CTBL”, SERMAN & asociados, 2011), en el cual se definió que el punto de abastecimiento de gasoil a la Central lo constituye el Puerto de Campana, y un recorrido a lo largo de la Ruta Nacional N° 11, con un tramo previo que une la Autopista Rosario – Santa Fe con dicha ruta, y el circuito de circulación principal dentro del Parque Industrial Sauce Viejo.

El período durante el cual la central operará a combustible líquido se concentra en el invierno, pudiendo requerirse su funcionamiento en base al mismo, también durante alguna semana del mes de diciembre, época en que se produce el pico de consumo de verano en las vísperas de Navidad. De esta forma se ha estimado oportunamente un consumo de diesel en invierno de 152.184 m³ y en verano 12.533 m³, siendo el consumo total de 164.717m³. Las características de ambos combustibles serán descritas en el Punto 3.4.

A partir del combustible utilizado se provoca una reacción exotérmica que genera gases a alta presión y temperatura. En particular, cuando se utiliza combustible líquido se realiza una inyección de agua desmineralizada en las cámaras de combustión para reducir la temperatura de combustión y con ello, la generación de NO_x. Los gases de combustión luego ingresan a la turbina donde se expanden y reducen su presión produciendo el giro del rotor de la turbina.

La energía térmica (energía química del combustible) es transformada luego en energía eléctrica a través del eje solidario del rotor de la turbina y del generador eléctrico, cuyo voltaje de generación es de 15 kV. Este nivel del voltaje se eleva luego en la tensión de 132 kV, por medio de un transformador.

Operando como ciclo abierto los gases de escape de la turbina de combustión a alta temperatura (aproximadamente 580°C en operación con GN y 554°C, con GSL, y 1048 bar) son conducidos a una chimenea que los descarga directamente a la atmósfera. La propuesta de ampliación a ciclo combinado actual incluye la incorporación de un sistema de desviación de gases que los conduzca hacia una caldera de recuperación de calor.

3.3.1 Sistemas de Desviación de Gases (Diverter Damper)

A fin de que la energía térmica contenida en los gases de escape de la turbina de gas pueda ser aprovechada para la generación de vapor, se instalará una caldera de recuperación de calor (ver Punto 3.3.2). El ingreso de los gases a las mismas estará en primer lugar, regulado por sistemas de desviación de gases.

El sistema de desviación de gases (también llamado *Diverter Damper* (Figura 7)) se encontrará ubicado a continuación de la turbina de gas existente. El mismo efectuará la emisión a la atmósfera de los gases de combustión a través de la caldera de recuperación de calor o bien, a través de las chimeneas de la turbina de gas.

Este sistema estará formado por una sección rectangular de acero inoxidable autosoportada con aislamiento interno de fibra de vidrio y una placa externa de acero al carbono, sobre la que se apoyará la chimenea de la turbina de gas. En su interior habrá una compuerta accionada por un sistema hidráulico que se posicionará en dirección vertical, horizontal o intermedia, según a dónde se dirijan los gases de combustión. Esta compuerta estará aislada térmicamente y con sello de aire.



Figura 7. Ejemplo de un *Diverter Damper*.

3.3.2 Caldera de recuperación de calor (CRC)

La caldera de recuperación de calor a instalar consistirá en una unidad de diseño horizontal con circulación natural acuotubular. **El calor de los gases de escape de la turbina de gas se recuperará aquí, para generar vapor** de alta, media y baja presión a partir de agua líquida. Para ello, la caldera trabajará con diversas superficies de intercambio de calor en serie. En particular, los tres sistemas de presión: alta (PA), intermedia (PI) y baja (BP), contarán con sobrecalentadores, recalentadores, evaporadores, domos y economizadores, donde se acondicionará el fluido de trabajo por medio de la absorción de la energía térmica de los gases de combustión.

En primer lugar, los sobrecalentadores disminuirán la humedad del vapor saturado proveniente de los domos y lo acondicionarán según los requerimientos de la turbina. En el sistema de presión intermedia también habrá recalentadores desde donde saldrá la corriente hacia la turbina.

Por su parte, los domos facilitarán la separación entre las fases líquidas y gaseosas a partir de la mezcla agua – vapor que reciba. Entre las funciones principales del domo se encuentran:

- Purificar el vapor separado de la mezcla de agua - vapor, eliminando la humedad residual y potenciales contaminantes;
- Lograr la mezcla completa del agua precalentada proveniente del economizador con el agua saturada, separada de la mezcla agua - vapor;
- Lograr la mezcla completa de químicos dosificados aquí.

La fase líquida existente en los domos será derivada hacia el evaporador correspondiente, en donde el agua se calentará hasta el punto de vapor saturado, para luego reingresar al domo. Por el otro, el vapor saturado presente en los domos será conducido hacia los sobrecalentadores.

Por último, los economizadores cumplirán la función de precalentar el agua de suministro a las distintas presiones, previo a su ingreso a los domos

Tal como se observa en la Figura 8 los gases más calientes actuarán sobre los sobrecalentadores y llegarán más fríos a los economizadores. Esto permitirá mantener un gradiente de temperatura relativamente constante, que favorecerá al rendimiento global del sistema.

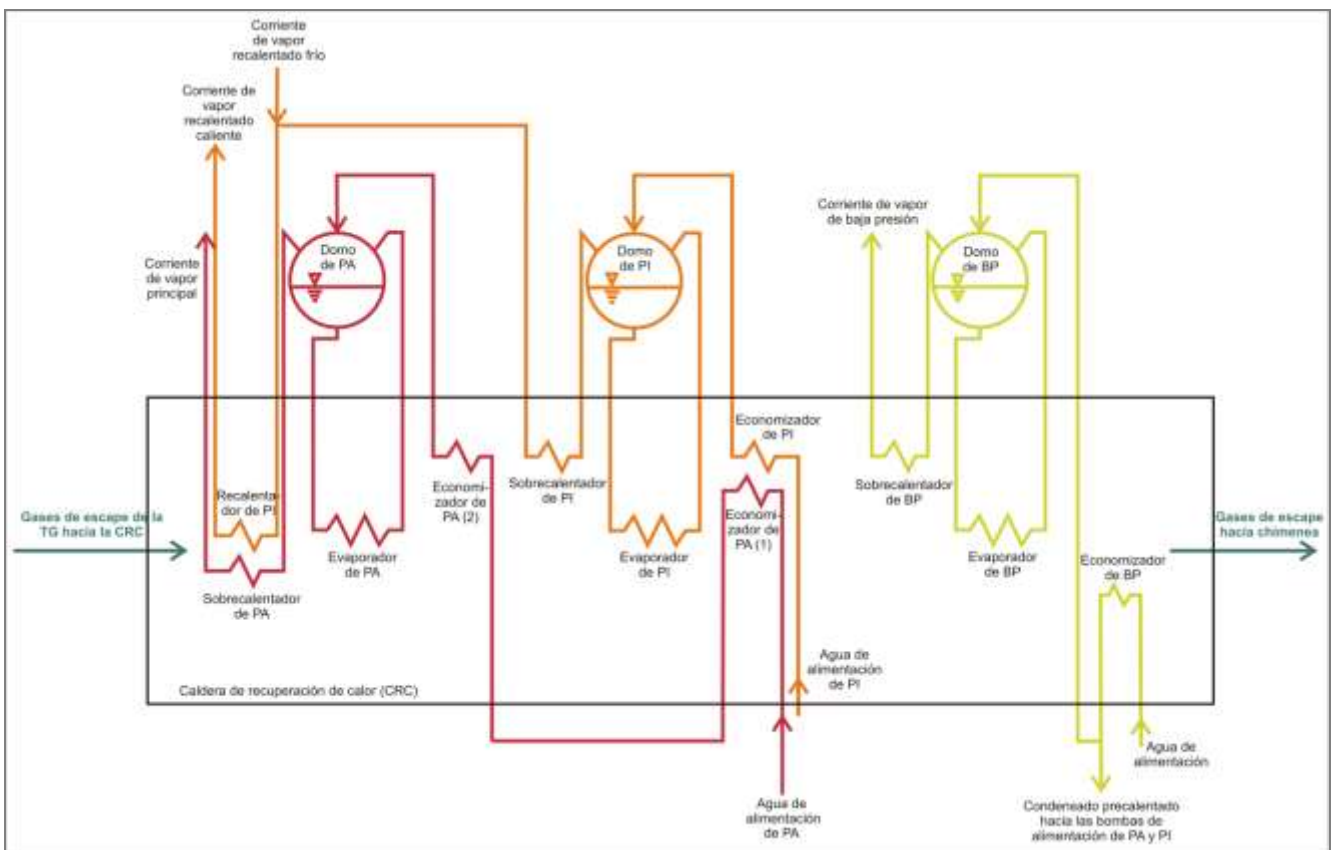


Figura 8. Diagrama explicativo del funcionamiento de la caldera de recuperación de calor.

En particular, en el sistema de alta presión, el vapor húmedo será precalentado en economizadores de PA y luego volcado en el domo PA. Allí, el agua será derivada al evaporador PA donde absorberá calor adicional y reingresará al domo. El vapor saturado apartado aquí, será luego descargado en el sobrecalentador y llevado a la temperatura y presión finales de la corriente de vapor principal, de ingreso a la turbina de vapor PA.

La temperatura de entrada a la turbina de vapor de PA será controlada por medio de válvulas atemperadoras, a fin de lograr su uniformidad. Las mismas se instalarán a la salida de los sobrecalentadores y/o entre ellos. Estas válvulas atemperadoras resultarán especialmente necesarias bajo condiciones de carga elevada. Sin embargo, en condiciones normales de operación, su utilización no debería ser necesaria.

Una vez que el vapor se expanda en la turbina de PA, el mismo será enviado a la corriente de vapor recalentado frío. Esta corriente junto con la proveniente del sobrecalentador de PI, alimentarán al recalentador de PI. De aquí saldrá la corriente de vapor sobrecalentado caliente que alimentará a la sección de PI de la turbina de vapor. La temperatura de esta corriente será controlada por válvulas atemperadoras similares a las del sistema de alta presión. Su uso tampoco se encontrará previsto para las condiciones normales de operación, pero sí para condiciones de carga elevada.

La alimentación de agua líquida de los sistemas de presión alta e intermedia provendrá del economizador de BP, que actuará como precalentador del sistema general. Su presurización será realizada por medio de bombas específicas. Ambas corrientes serán nuevamente precalentadas por sus economizadores, previo a su descarga en el domo correspondiente.

Por último, en el sistema de baja presión, el economizador recibirá agua del condensador. Nuevamente, se repetirá el ciclo de precalentamiento, envío al domo de BP, evaporador de BP y separación en la fracción de vapor que será dirigida al sobrecalentador para ser puesta en las condiciones necesarias de ingreso a la turbina de BP.

Una vez que los gases de escape de las turbinas de gas hayan atravesado la caldera de recuperación de calor, serán descargados a la atmósfera por medio de una chimenea vertical a instalar. La misma estará ubicada a la salida de la caldera y tendrá un diámetro de 5,95 m y una altura de 55 m. De acuerdo a los requisitos del ENRE (Res. N° 13/12), cada una contará con analizadores de gases de escape. En el Punto 3.5 se presenta una tabla con las características que tendrán los gases de escape una vez que hayan atravesado la caldera de recuperación de calor. Principalmente, variará la velocidad y temperatura de los gases de escape respecto a las condiciones de ingreso a la caldera.

Cabe mencionar que la hoja de garantía acústica asegura que el nivel sonoro del equipo de caldera de recuperación de calor y sus sistemas auxiliares, en condiciones de operación estable, será menor o igual a 85 dB(A).

3.3.2.1 Corrientes de vapor y bypass

Las corrientes antes descriptas, de salida de la caldera de recuperación de calor que ingresarán a la turbina de vapor y aquellas que salen de las turbinas, son discriminadas a continuación.

- Corriente de vapor principal: suministrará vapor a la turbina de presión alta, desde el sobrecalentador de PA, tanto en condiciones normales como en condiciones de cargas bajas;
- Corriente de vapor recalentado frío: estará compuesta por el vapor de escape de la turbina de presión alta que será conducida hacia el recalentador de la caldera de recuperación;
- Corriente de vapor recalentado caliente: suministrará vapor desde la salida del recalentador (de PI) de la caldera de recuperación de calor hasta la entrada de la turbina de presión intermedia en condiciones normales y de bajas cargas;

- Corriente de vapor de presión baja: suministrará vapor a la turbina de presión baja desde la salida del sobrecalentador de BP de la caldera de recuperación, tanto a bajas presiones como a bajas cargas;
- Un sistema de bypass de turbina.

El sistema de bypass evacuará las corrientes de vapor provenientes de la caldera de recuperación de calor directamente en el condensador, sin ingresar en la turbina. El mismo consistirá en tres sistemas de vapor independientes: uno que conectará la corriente de vapor principal con la de vapor recalentado frío; otra que conectará la corriente de vapor recalentado caliente con el condensador y una tercera que conectará la línea de vapor de presión baja con el condensador. Previo al ingreso al condensador la presión y temperatura del vapor será reducida por medio de inyecciones controladas de agua.

La independencia de la caldera y la turbina lograda a partir del sistema de bypass, permitirá obtener de manera rápida las condiciones de presión y temperatura del vapor principal y del recalentado caliente requeridos, para lograr la minimización de los tiempos de arranque. Además, en situaciones de arranque y disparo donde se producirá un exceso de vapor que incrementará la presión en la caldera de recuperación y en las líneas de vapor, el control del bypass regulará la presión del vapor principal y del recalentado caliente y eliminará el exceso al condensador. Asimismo, el sistema de bypass recogerá y enviará el condensado formado en las distintas líneas de vapor al tanque atmosférico de drenajes o al tanque de expansión del condensador.

Las líneas de alimentación a la turbina de vapor, tanto las de vapor principal como las de vapor recalentado caliente y vapor de baja presión, provenientes de ambas calderas de recuperación de calor, se unirán por medio de un colector común. De todas formas, se prevé la posibilidad de aislar las calderas por medio de válvulas de cierre. De esta manera la turbina de vapor podrá operar con una sola de las calderas en funcionamiento.

Todas las líneas de suministro de vapor a las turbinas, estarán equipadas con medidores de flujo y controles de temperatura y presión. Por su parte, los domos poseerán válvulas de seguridad y control de la presión, así como también medidores de nivel asociados a alarmas para regular las pérdidas del sistema, sitios de toma de muestras y de dosificación de sustancias químicas.

3.3.2.2 Vapor auxiliar

El sistema de vapor auxiliar realizará el suministro de vapor para el sellado de la turbina de vapor, para el sistema de desgasificación y para refrigeración del sistema de vapor de presión baja.

El mismo recibirá vapor saturado desde el domo de BP en condiciones de operación normal; o a partir de una caldera auxiliar durante la puesta en marcha y el frenado de la caldera de recuperación de calor. Esta última fuente de suministro podrá aislarse de la línea de vapor auxiliar por medio de válvulas de cierre motorizadas. Asimismo contarán con válvulas que impedirán en reflujo del vapor. De modo similar, los domos podrán ser aislados mediante válvulas manuales y contarán con válvulas para prevenir el retorno del fluido.

El suministro del domo de BP y de la caldera auxiliar será de vapor saturado. Sin embargo, en la línea de suministro de vapor de sellos, aguas arriba de la válvula de control del mismo, se instalará un sobrecalentador eléctrico que adecuará el fluido a los requerimientos específicos. Además se instalará un colector en esta misma línea a fin de evitar pérdidas, así como también una válvula de drenajes. Estos drenajes serán dirigidos un sistema de drenajes limpios junto con las pérdidas recogidas en el colector.

La caldera auxiliar poseerá una capacidad de producción de 14 t/h. La misma será pirotubular y de dos pasos por tubo (1:2). Dentro de la cámara de vapor de la caldera, previo a su salida, habrá un secador de vapor del tipo *Demister*, por medio del cual se obtendrá vapor de título 0,99. Además, la caldera contará con tubuladura para inertización por nitrógeno, con fines de conservación en seco.

Por otro lado, asociados a esta caldera, se instalará un economizador y un sobrecalentador. La función del economizador será precalentar el agua de alimentación. Por otra parte, el sobrecalentador de vapor, se ubicará a la salida de la caldera y obtendrá vapor sobrecalentado a 225 °C y 9 bar.

La caldera auxiliar contará con un quemador dual, por lo que podrá funcionar tanto con gas natural como con combustible líquido. Los gases de escape se emitirán por una chimenea a instalar de 1,2 m de diámetro, de 12 metros de altura medidos desde la base de la caldera. Asociado a ella se incluirá un sistema de monitoreo, instrumentación local y analizadores de gases de escape que evaluarán la concentración de O₂, CO, NO_x en los mismos.

3.3.2.3 Sistema de agua de alimentación

El sistema de agua de alimentación cumplirá las siguientes funciones:

- Recirculación del agua en el economizador, para regular su temperatura;
- Suministro de agua desde el economizador de BP hacia los domos de PI y PA;
- Suministro de agua a los atemperadores de la línea de vapor principal (PA) y a la de vapor recalentado caliente (PI);
- Suministro de agua de inyección a los atemperadores de la estación de bypass de PA.

Las líneas de suministro de agua contarán con medidores de caudal, válvulas anti-retorno para evitar el reflujo, válvulas que permiten aislar los tramos y válvulas de bypass para el llenado y la nivelación de presiones.

Desde el economizador de BP, el agua de alimentación será conducida por líneas de succión separadas hacia bombas que elevarán su presión, según las condiciones requeridas. Las bombas de este sistema serán centrífugas horizontales multi-etapa, combinadas con extracción intermedia de velocidad fija. La corriente principal de salida de las bombas alimentará al sistema de PA de la caldera de recuperación de calor. La corriente de PI, por su parte, será extraída a una presión de descarga de la bomba menor. Un tercer punto de descarga será utilizado para la recirculación al precalentador.

Bajo condiciones normales de operación se encontrarán en operación dos de las tres bombas a instalar. Una de ellas permanecerá como reserva y se accionará sólo en caso de que alguna de las bombas principales falle. Cada bomba tendrá válvulas que permitirán aislarla para realizar operaciones de mantenimiento y reparación. Asimismo, habrá válvulas de control automático de flujo que asegurarán el caudal mínimo requerido por las bombas instaladas aguas abajo de las bombas. En caso de que dicho caudal mínimo no pueda ser satisfecho, recircularán agua hacia el sistema de precalentamiento. Del lado de la succión habrá válvulas de seguridad que protegerán la línea contra sobrepresiones.

Por último, habrá líneas de veteo y drenaje que facilitarán el llenado del sistema durante la puesta en marcha de la Central. Las mismas descargarán al sistema de drenajes general.

3.3.2.4 Sistema de precalentamiento

El sistema de precalentamiento del condensado, realizará las siguientes funciones:

- Suministrar condensado precalentado al domo de BP;
- Suministrar condensado precalentado al sistema de agua de alimentación y controlar la temperatura de entrada del mismo a los economizadores de PA y PI;
- Controlar la temperatura del condensado que ingresa al sistema de desgasificación;

Estas funciones serán desarrolladas por el economizador de BP, incluido dentro de la caldera de recuperación de calor. Por lo tanto, la fuente de energía térmica provendrá de los gases de combustión.

Cuando se opere con combustible líquido, funcionará además un sistema de precalentamiento externo a la caldera de recuperación de calor que calentará el condensado previo a su ingreso a la caldera. Esto se realizará para mantener la temperatura de los gases de escape por arriba del punto de rocío ácido y evitar la corrosión de las superficies de intercambio térmico de la caldera de recuperación de calor.

El sistema de precalentamiento externo se encontrará ubicado aguas arriba de la caldera de recuperación de calor. La fuente de calor provendrá de vapor saturado de BP y vapor recalentado frío. Este vapor calentará el condensado que circulará por tubos, y a medida que condense, se incorporará a la corriente de condensado.

3.3.2.5 Sistema de Drenajes

El sistema de drenajes de la caldera de recuperación de calor tendrá la función principal de **recoger las purgas de dicho equipo, conduciéndolas al sistema de drenajes industriales** de la Central para su recogida en la balsa general de efluentes. El sistema contará con un tanque de purgas en el que se recogerán los drenajes provenientes de la caldera, dos bombas de purga normal y un enfriador de purgas.

3.3.2.6 Sistema de medición continua de emisiones

El sistema contará con un monitoreo continuo de emisiones completamente integrado, capaz de monitorear una variedad de gases de escape y generar reportes. Actualmente existe un sistema de monitoreo en la chimenea del ciclo abierto, el cual será modificado de modo de que se puedan analizar los gases de escape funcionando tanto en ciclo abierto como en ciclo cerrado.

Se trata de un sistema de muestreo que transporta una muestra de gas hacia analizadores. En primer lugar se ubica un filtro eléctricamente calentado para evitar su condensación y diseñado para colectar el material particulado existente, y se instala una sonda directamente en la chimenea.

Para el transporte de la muestra desde el lugar de toma hasta el analizador, se utilizarán líneas calefaccionadas. Luego se condensará y extraerá el agua presente en la muestra de modo de suministrar gas seco y limpio al analizador.

En el analizador será capaz de medir o calcular y registrar las concentraciones de los siguientes parámetros:

- Óxidos de nitrógeno (NO_x) como NO₂
- Monóxido de carbono (CO)
- Oxígeno (O₂)
- Opacidad (%)
- Dióxido de azufre (SO₂)
- Dióxido de carbono (CO₂)

Los equipos analizadores se encontrarán dentro de un refugio que será adecuado para incorporar el análisis y registro de los gases de la chimenea de la CRC.

3.3.3 Turbogenerador de vapor

Tal como se mencionó anteriormente, una vez generado, el vapor en la caldera de recuperación de calor será conducido hacia la turbina de vapor. Aquí se expandirá y accionará un rotor cuyo giro será aprovechado en el generador para la producción de energía eléctrica. En la CTBL se instalará una turbina de vapor que en su conjunto consiste en dos módulos conectados a ambos lados del generador. Uno de ellos será de alta presión (modelo SST-700 HP Turbine), conectado al generador mediante un reductor de velocidad, y el otro de presión intermedia (SST-900). El generador será modelo SGen5-100A-2P (Siemens).

En primer lugar, la turbina a instalar entonces será de carcasa dual, la cual combinará un módulo de presión alta e intermedia y otro de presión baja de simple flujo. Ambos módulos se encontrarán interconectados por medio de una tubería de interconexión.

La alimentación de la sección de presión alta de la turbina se realizará por medio de la corriente de vapor principal a 550 °C y 124 bar si el combustible utilizado es gas natural, o a 529 °C y 117,3 bar si el mismo es combustible líquido. De modo similar, la sección de presión intermedia será alimentada por la corriente de vapor recalentado caliente a 550 °C y 28 bar si el combustible utilizado es gas natural, o 528 °C y 26,7 bar si el mismo es combustible líquido.

Una vez que el vapor de presión alta se expanda en la etapa correspondiente, se evacuará por medio de la corriente de vapor recalentado frío (355 °C, 31,9 bar / 339 °C, 30,4 bar) hacia la CRC. Por su parte, una vez que el vapor recalentado caliente se expanda en la etapa de presión intermedia, se evacuará por medio de la tubería de interconexión junto con la corriente de vapor principal del sistema de BP (291°C y 4,33 bar. utilizando gas natural), hacia la etapa de presión baja.

La salida de la turbina de presión baja se conectará con el condensador que se instalará a continuación de este módulo.

La expansión del vapor en su paso a través de los álabes imprimirá una rotación al eje del conjunto que se transmitirá de manera solidaria al generador.

Tal como fue mencionado recientemente, la función del generador eléctrico será la transformación de la energía mecánica lograda por la expansión del vapor en la turbina, en energía eléctrica. En la Tabla 1 se muestran sus especificaciones técnicas.

Este generador estará diseñado según los estándares de la *International Electrotechnical Commission* (IEC 34-3). Dichos estándares estipulan una variación continua de la frecuencia de $\pm 2\%$: para una frecuencia de 50 Hz, se permite la operación entre 49 y 51 Hz. Asimismo, se permiten variaciones mayores con restricciones de tiempo. En particular, aumentos de la frecuencia del 3% y disminuciones del 5%, son aceptados durante 10 minutos por incidente. Luego de un tiempo acumulativo de 2 horas, se sugiere la inspección de los equipos. Frecuencias respectivamente mayores y menores a las mencionadas, son admitidas durante 30 segundos por incidente, con una tolerancia acumulada de hasta 2 horas.

Tabla 1. Especificaciones del generador de la turbina de vapor.

Parámetro	Valor
Potencia	167,91 MVA
Frecuencia	50 Hz +3 / -5%
Voltaje	15,75 kV \pm 5%
Factor de potencia (PF)	0,85 inductivo
Velocidad de giro	3000 rpm

Las pérdidas energéticas en forma de calor que se producirán en el generador, serán disipadas por medio de un sistema de refrigeración por aire, el que se enfriará por intercambio térmico con agua. El aire será impulsado por medio de ventiladores hacia el interior del generador, a través de aberturas en los laterales de la caja del estator y luego será evacuado por rejillas de ventilación y conducido al intercambiador de aire-agua, para cerrar el ciclo. El sistema de enfriamiento del aire consistirá en unidades acuatubulares, en los que el agua circulará por cañerías que enfriarán al aire circulante.

Tanto la carcasa exterior de la turbina de vapor como la del generador se encontrarán cubiertas de material aislante para evitar la propagación de ruidos hacia el exterior. En particular, la hoja de garantía acústica asegura que el nivel sonoro de la turbina de vapor, el generador y los instrumentos asociados será menor o igual a 85 dB(A).

3.3.3.1 Sistema de aceite de lubricación

La turbina de vapor junto con el generador, contará con un sistema de aceite de lubricación. Su función será, justamente, suministrar aceite para la lubricación de los cojinetes del generador y de la turbina de vapor; y mantener su temperatura constante, eliminando el calor generado por fricción. Asimismo será necesario regular el nivel de presión y limpieza del aceite, a fin de extender su vida útil.

Los equipos que conforman el sistema son los siguientes:

- Tanque de aceite (de 16 m³ de capacidad);
- Bombas de aceite de lubricación (2 x 100% de corriente alterna; una bomba de emergencia de corriente continua);
- Bombas de aceite de elevación (2 x 100%);
- Válvula de control de temperatura;
- Enfriadores de aceite (2 x 100%);
- Filtros de aceite (2 x 100%, 10 µm);
- Extractores de aire del tanque de aceite (2 x 100%).

De la capacidad total del tanque de aceite, 12 m³ serán operativos en condiciones normales. La circulación será tal, que tendrá 6 minutos de tiempo de retención. Este tiempo será adecuado para la sedimentación y vaporización de las impurezas del aceite.

Las bombas centrífugas realizarán el suministro del aceite a la presión requerida. La temperatura del aceite, por otra parte, será regulada por la válvula de control de temperatura mencionada. La misma permitirá mezclar aceite enfriado, proveniente del sistema de enfriador de aceite, y aceite caliente para obtener la temperatura necesaria. Antes de salir del sistema, el aceite atravesará un filtro dual para garantizar su limpieza.

Todos los sitios por arriba del nivel de aceite en tanques y líneas de suministro, serán ventilados por sistemas de extracción de vapores de aceite. El aire extraído atravesará separadores de aceites antes de ser descargado a la atmósfera.

3.3.3.2 Sistema de sellado

El sistema de vapor de sellos introducirá vapor a presión controlada en las empaquetaduras del eje de la turbina de vapor. Asimismo, mantendrá la presión en dichas empaquetaduras y en el colector del vapor de sellos.

Durante el arranque de la turbina y en operación a baja carga, el vapor saturado utilizado provendrá del sistema de vapor auxiliar. Por su parte, durante la operación a carga completa, el vapor del sistema de sellos provendrá de la corriente de vapor recalentado frío. Es posible que la temperatura de este vapor sea disminuida a partir de la inyección de vapor auxiliar, para satisfacer los requerimientos necesarios. En ambas condiciones, este vapor será luego evacuado hacia el condensador.

Este sistema servirá para prevenir el ingreso de aire y gases no condensables, indeseados a la turbina y el escape de vapor de la misma. También evitará la contaminación de los aceites lubricantes. Además, colaborará con el calentamiento de la carcasa de la turbina durante la puesta en marcha del ciclo combinado.

3.3.3.3 Drenajes

Durante la puesta en marcha de la turbina de vapor, los elementos constituyentes aún se encontrarán fríos. Esto provocará que el vapor caliente condense sobre sus superficies, lo cual podrá traer daños mecánicos especialmente en los álabes de la turbina. Asimismo, la temperatura del vapor podría caer por debajo de los valores de saturación durante condiciones especiales de operación. Por lo tanto, se prevé un sistema de drenajes para este condensado.

Entre los daños que podría generar la presencia de condensado en la turbina, es posible destacar el enfriado de la carcasa de la turbina de vapor de manera desbalanceada, por la presencia de condensado en las secciones inferiores; el golpeteo en cañerías y daño a sus estructuras; y la colección de condensado en el eje lo cual conllevará disturbios en su sello.

Los drenajes, tanto de la turbina como de las distintas corrientes de vapor, serán conducidos hacia el tanque de expansión del condensador o hacia un tanque atmosférico de drenajes, en función a si la línea drenada puede estar sometida a vacío o no, en alguna condición de operación.

Las líneas que conduzcan hacia el tanque de expansión podrán ser enfriadas por medio de válvulas atemperadoras, de modo de evitar la carga excesiva del condensador. El tanque de expansión estará conectado al condensador, por un lado, por medio de venteo; y por el otro, los condensados generados aquí se recuperarán por medio de dos bombas centrífugas.

El tanque atmosférico, por su parte, venteará los drenajes a la atmósfera. Sin embargo, los condensados se recuperarán en el condensador por medio de gravedad o mediante una bomba centrífuga, según el nivel en el que se encuentren.

3.3.3.4 Sistema de control

El sistema de control de la turbina de vapor estará formado por software y hardware suministrado por el fabricante. En términos generales, el mismo incluirá controles de tolerancias de fallos, de arranque automático, de la motorización de vibraciones tanto en los cojinetes como en el eje X-Y, de la presión y temperatura de las turbinas de alta, media y baja presión. Incluirá, además, señales para disparos y alarmas y un comando de parada de motores.

En particular, el sistema de control digital de la turbina regulará la velocidad, el flujo y la presión del vapor que pase a través de las válvulas de control, previo al ingreso a la turbina. El mismo cumplirá las siguientes funciones:

- Control de la puesta en marcha del generador de la turbina de vapor;
- Selección del modo de operación;
- Regulación de la velocidad de giro de la turbina de vapor, de modo de evitar excesos;
- Control de la carga del generador de la turbina de vapor;
- Estrangulamiento de las válvulas de control de la turbina en caso de que el generador funcione mal o haya una demanda de carga excesiva.

Además, habrá un sistema de protección de la turbina diseñado para operar el cierre de la turbina de manera rápida en caso de que se extralimiten los rangos de operación segura. De esta manera se evitará el disparo de la turbina y la ocurrencia de daños. En estos casos se interrumpirá de manera rápida el suministro de vapor a la turbina por medio del accionamiento de las válvulas de control y parada. Dada la importancia de estas válvulas, su funcionamiento se verificará de manera regular mediante un sistema automático de testeo de válvulas.

Por otra parte, también existirá un control del estrés de la turbina. El mismo monitoreará y calculará de manera continua la fatiga de los materiales de la turbina de acuerdo a las temperaturas que se registren. De esta manera se optimizará la flexibilidad ante cambios de las condiciones de operación.

En particular, durante la puesta en marcha de la turbina, la temperatura del vapor que se ingrese será superior a aquella de los componentes. Los mismos irán calentándose de manera gradual y diferencial. Por ejemplo, los álabes de la turbina adquirirán la temperatura más rápido que el eje o la carcasa interior. De manera paralela, durante la parada de la turbina, podrá haber enfriamientos desiguales entre los elementos componentes. Las diferencias de temperatura entre los componentes, podrá generar diferencias en la expansión de los materiales, lo cual es conflictivo. Existirá entonces un sistema de monitoreo de temperatura que evitará el ingreso de vapor extremadamente caliente durante la puesta en marcha de la turbina y regulará la parada de la turbina para evitar diferencias desmedidas.

Por otro lado, durante condiciones especiales de operación, podrá ocurrir que la temperatura del vapor caiga por debajo de los valores de saturación. Esto generará condensado y además transmitirá mucho calor a los álabes y a la carcasa interior de la turbina. Para evitarlo, el sistema de monitoreo de temperatura también analizará continuamente el margen entre el punto de operación y el de saturación, para asegurar un grado de sobrecalentamiento del vapor de salida adecuado.

3.3.4 Condensador

La función principal de un condensador, es justamente, condensar el vapor proveniente de la turbina, de modo de mantener el ciclo de vapor cerrado. Además, mantiene la presión baja, para maximizar la expansión del vapor en la turbina; efectúa la desgasificación de los condensados y drena o ventea el sistema de la turbina de vapor.

Se instalará un condensador de superficie a un lado de la turbina de baja presión, formando una parte integral de la misma. El mismo se encontrará incluido dentro del sistema de circulación de agua y coleccionará y condensará el vapor de salida de la turbina de presión baja y el vapor de las estaciones de bypass de la turbina. Además, será diseñado para incorporar el condensado proveniente de operaciones de mantenimiento de la planta, como venteos y vapor de sellos.

El condensador consistirá en un intercambiador de calor de doble flujo, de un diámetro previsto de 0,61 m y construido de acero al carbón. El mismo contará con tubos de acero inoxidable 316, de 7/8" OD, 22 BWG (ASTM A249). La pérdida de carga calculada para el agua de enfriamiento es de 10 psi.

La circulación del agua de refrigeración será de tipo transversal respecto al eje de la turbina y de dos pasos. Los tubos mencionados estarán soportados y alineados por placas perforadas colocadas a intervalos regulares a lo largo de la longitud del condensador, que impedirán su vibración. La entrada y la salida del agua de refrigeración, será colectada en cajas de agua, colocadas en los extremos y separadas del cuerpo del condensador por placas de acero al carbono recubiertas con epoxi. Las cajas ayudarán a distribuir de modo uniforme el agua en los tubos.

El vapor proveniente de la turbina de baja presión ingresará al condensador, y una vez dentro del equipo, el vapor circulará alrededor de los tubos mencionados donde cederá su calor latente e irá condensando. El condensado caerá por efecto de la gravedad hacia un pozo caliente. Éste constituirá un depósito de agua condensada en la parte inferior del cuerpo del condensador.

Desde el pozo caliente del condensador, las bombas de extracción aspirarán el condensado y lo enviarán hacia los precalentadores desde donde se introducirá en la caldera de recuperación de calor y otros equipos y sistemas que lo requieran. Para ello, habrá dos bombas verticales de condensado de 100% de capacidad cada una. Una de las bombas operará durante el funcionamiento a plena carga y la otra en stand by.

El condensador procurará conservar la menor presión posible a fin de optimizar el aprovechamiento de la expansión del vapor en la turbina. Esto lo logrará a partir de la instalación de bombas de vacío. Dicha presión será considerablemente menor a la presión atmosférica, por lo que aire exterior y otros gases no condensables, tenderán a ingresar. De todos modos, el condensador estará diseñado para minimizar dicho ingreso y además contará con sistemas para extraerlos. Principalmente las bombas de vacío extraerán vapor remanente junto con los gases no condensables presentes, que serán conducidos hacia un sistema de enfriamiento por aire. Aquí se enfriarán de modo que la porción de vapor condense y los gases remanentes aumenten su presión relativa, lo cual facilitará su evacuado posterior.

Se instalará un sistema de control que monitoree el nivel de vacío y el de condensado dentro del condensador. En caso de extralimitación de los valores permitidos, se accionarán alarmas. Asimismo, las pérdidas del ciclo de agua serán repuestas con el ingreso de agua desmineralizada en el este equipo.

En determinados momentos de operación transitoria, como arranques, paradas, disparos o cambios bruscos de carga, será necesario sacar de servicio la turbina de vapor de modo intempestivo. En estos momentos, el vapor de la turbina de vapor será conducido directamente hacia el condensador. Aquí el vapor tendrá el nivel máximo de entalpía posible, ya que no fue transformado en trabajo en la turbina.

Esta situación, denominada de bypass, constituye un parámetro de diseño de máxima para el condensador dado que debe ser capaz de disipar toda la energía térmica sin restricciones de tiempo. Esta situación se admite que ocurra hasta 50 veces al año - es decir, en promedio una vez por semana - y su duración no debería exceder de una hora (en general será menor a 30 minutos).

A continuación se presentan algunos parámetros de diseño de este equipo.

Tabla 2. Parámetros de temperatura para el diseño del condensador.

Parámetro	Unidad	Valor
Caudal de agua de circulación	m ³ /s	8,46
Temperatura máxima del agua de circulación (del río Coronda)	°C	32,0
Temperatura mínima del agua de circulación (del río Coronda)	°C	12,0
Temperatura del agua de circulación para el punto de performance garantizada	°C	15,0
Incremento de temperatura en operación a plena potencia	°C	7,50
Incremento de temperatura en bypass de turbina	°C	11,5
Temperatura máxima absoluta de descarga del agua de circulación	°C	43,5
Temperatura mínima absoluta de descarga del agua de circulación	°C	19,5
Temperatura de descarga del agua de circulación para el punto de performance garantizada	°C	22,5

3.3.4.1 Sistema de agua de circulación

El sistema de agua de circulación mantendrá los tubos del condensador inundados, para eliminar el calor liberado por la condensación del vapor proveniente principalmente de la turbina de presión baja (equipo de baja presión). Este sistema también limpiará los tubos del condensador mediante esferas circulantes, lo cual permitirá mantener su transferencia de calor. Por otra parte, proveerá agua al sistema de refrigeración de circuito abierto.

El sistema de toma de esta agua consistirá en una cámara con tres bombas del 50% del caudal total que llevará el agua de circulación requerida por la planta desde el río Coronda mediante una tubería (ver Punto 4). El agua de circulación será entonces agua cruda, con los parámetros de calidad expuestos más adelante, en el punto 3.4.3. Su suministro se realizará directamente hacia las cajas de agua del condensador.

3.3.4.2 Agua desmineralizada

De ser necesario, el sistema de agua desmineralizada existente en la actualidad será ampliado a fin de satisfacer los requerimientos del ciclo combinado. El mismo proporcionará agua principalmente para la carga inicial y para reposición del condensado, tanto en el condensador como en la caldera auxiliar. También proveerá de agua desmineralizada al sistema de dosificación química y a las bombas de regeneración de las resinas de intercambio iónico utilizadas en el proceso de producción de agua desmineralizada.

La planta de tratamiento de agua desmineralizada de la CTBL ha sido diseñada teniendo en cuenta una capacidad de producción de 86,4 m³/h y una presión de salida de 2,4 ± 1,7 bar. La misma será alimentada por agua obtenida del río Coronda. Esta será captada en la toma a construir como obra complementaria del ciclo combinada, pero será conducida por el acueducto existente (capacidad 150 m³/h) de abastecimiento al ciclo abierto (ver detalle en Punto 4). Su tratamiento consiste en tres etapas principales, que se observan en la Figura 9.

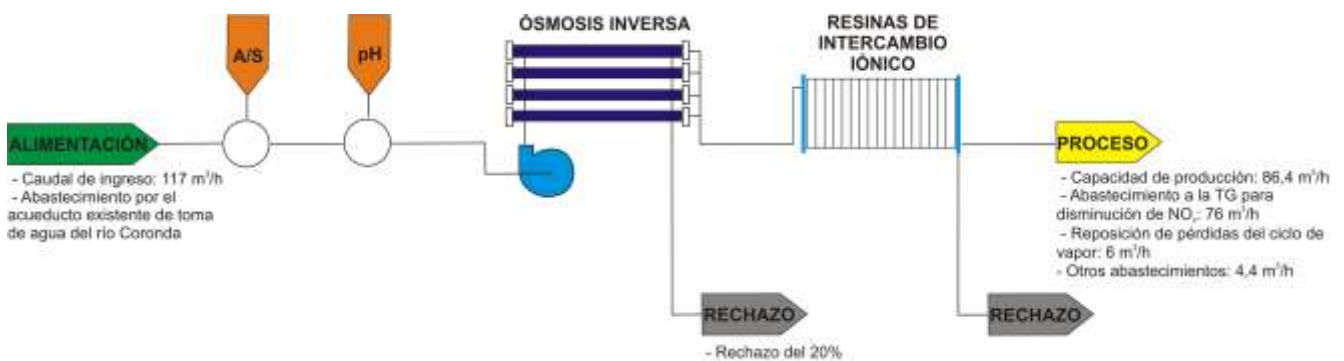


Figura 9. Esquema del tratamiento de agua para la obtención de agua desmineralizada.

En primer lugar, se incorporan sustancias químicas antiescalantes a fin de evitar la precipitación de sólidos; e hidróxido de sodio como sustancia reguladora del pH, para mantenerlo por encima de 7,5.

En segundo lugar, el agua es tratada mediante un proceso de ósmosis inversa. Para ello habrá dos equipos modelo Ventage™ M83, de configuración horizontal, los cuales se encuentran alimentados por bombas verticales de agua refrigerada. Cada unidad consiste en un sistema de ósmosis inversa de simple paso, y montado sobre un marco de acero inoxidable recubierto con uretano. Ambas unidades contienen un filtro de cartucho, una bomba de alimentación de alta presión, recipientes a presión de plástico reforzado y entrada lateral, membranas de espiral delgadas, y cañerías de entrada y salida. En particular las membranas semipermeables serán del modelo FilmTec BW-30/40034i o LE-400. Este sistema tendrá una tasa de retención salina del 99%.

Por último, se remueve el CO₂ y los minerales remanentes, mediante equipos de intercambio iónico modelo CDI-LX10/24/30, diseñados para operar posteriormente a un sistema de ósmosis reversa.

Cada módulo está compuesto por compartimentos de producto y de rechazo alternados, y compartimentos de electrodos en cada extremo. Los compartimentos se encuentran separados por membranas de intercambio iónico y llenos de resina de intercambio. El agua de alimentación, constituido por la corriente de permeado del sistema de ósmosis inversa, es principalmente conducida hacia los compartimentos de productos, aunque también se desvía una fracción de la misma hacia los compartimentos de rechazo y electrodos. Luego se aplica un campo eléctrico de corriente continua en el agua de producto que provoca el traspaso de los iones disueltos hacia los compartimentos de rechazo. En el compartimento de producto se obtiene entonces agua desionizada de alta pureza.

Las características del agua de alimentación, agua obtenida luego de la operación de ósmosis inversa y el agua demineralizada a ingresar al proceso se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Características del agua en los diferentes puntos del tratamiento

Parámetros		Unidades	Agua de alimentación	Permeado de ósmosis inversa	Agua desmineralizada
Cationes	Calcio (Ca ⁺²)	ppm	40,0	100,0	< 1,0
	Magnesio (Mg ⁺²)	ppm	19,4	80,0	-
	Sodio (Na ⁺)	ppm	124,0	270,0	<0,05
	Potasio (K ⁺)	ppm	0,0	0,0	-
	Ion ferroso (Fe ⁺²)	ppm	0,300	0,300	-
	Manganeso (Mn ⁺²)	ppm	0,300	0,300	-
	Aluminio (Al ⁺³)	ppm	0,560	0,560	-
	Bario (Ba ⁺²)	ppm	0,000	0,000	-
	Estroncio (Sr ⁺²)	ppm	0,000	0,000	-
	Cobre cúprico (Cu ⁺²)	ppm	0,000	0,000	-
	Cinc (Zn ⁺²)	ppm	0,250	0,250	-
	Dureza total (CaCO ₃)	ppm	180,0	180,0	-
Cationes totales		ppm	184,0	451,4	-
-- o c	Bicarbonato (HCO ³⁻)	ppm	164,3	120,0	-

Parámetros	Unidades	Agua de alimentación	Permeado de ósmosis inversa	Agua desmineralizada
Fluoruro (F ⁻)	ppm	1,59	4,2	-
Cloruro (Cl ⁻)	ppm	219,6	310,0	-
Bromuro (Br ⁻)	ppm	0,0	0,0	-
Nitrato (NO ³⁻)	ppm	14,2	11,5	-
Fosfato (PO ⁴⁻³)	ppm	0,0	0,0	-
Sulfato (SO ⁴⁻²)	ppm	185,2	193,0	-
Sílice (SiO ₂)	ppm	No detectable	No detectable	< 0.05
Aniones totales	ppm	566,9	638,7	-
Sólidos disueltos totales	ppm	751,8	-	-
Dióxido de carbono (CO ₂)	ppm	-	1,22	-
Conductividad	μS/cm	-	723	-
Resistividad	MΩcm	-	-	-
Temperatura	°C	-	15	15
pH	Unidades pH	-	6,2 – 9,3	-
Cloruro activo como cloroaminas	ppm	-	1,0	-
Carbono orgánico total (COT)	ppb	-	< 2,0	-
Turbiedad	NTU	-	< 8,0	-
Sólidos suspendidos	ppm	-	< 30	-

3.3.4.3 Sistema suministro de condensado

El sistema de suministro de condensado cumplirá las siguientes acciones:

- Extraer el condensado acumulado en el pozo caliente del condensador y mantener su nivel;
- Suministrar condensado al sistema de precalentamiento del condensado;
- Inyectar agua en la estación de bypass de presión alta e intermedia y en otros sistemas de la turbina de vapor que lo requieran;
- Mantener el sistema de condensado presurizado durante la parada de la Central.

El condensado proveniente del vapor de la turbina de baja presión, los drenajes de las turbinas y el agua desmineralizada acumulada en el pozo caliente del condensador, se extraerá por medio de bombas hacia el precalentador de condensado. Desde aquí se suministrará, en primer lugar, a la caldera de recuperación de calor, por la corriente antes descrita como agua de alimentación (Punto 3.3.2.3). Además también se proveerá de condensado al sistema de vapor auxiliar y como agua para enfriado de las líneas de vapor de bypass.

3.3.4.4 Sistema de desgasificación

Dado que la presencia de gases no condensables y burbujas de vapor pueden generar la cavitación de bombas, será necesario efectuar la desgasificación del condensado de manera continua. Además algunos de los gases no condensables podrían tener efectos corrosivos sobre los elementos del sistema.

De este modo, el objetivo del sistema de desgasificación es remover los gases no condensables, como por ejemplo el dióxido de carbono y el oxígeno, del condensado. Esto será especialmente necesario durante el arranque de la turbina de vapor y el llenado de la caldera de recuperación de calor. El desgasificador favorecerá el alcance de la calidad de vapor, por lo que colaborará con la disminución del tiempo de arranque. También será necesario efectuar la desgasificación del condensado durante la operación normal de la Planta cuando se observe un aumento en la conductividad del condensado.

Durante la operación normal de la Central, la desgasificación del condensado se efectuará en el condensador, tal como se explicó anteriormente mediante su extracción y enfriamiento por aire. Sin embargo, se prevé la instalación de un sistema de desgasificación adicional. El mismo será una coraza cilíndrica vertical, de acero al carbono y se encontrará ubicado sobre la corriente de alimentación de agua principal, aguas abajo del sistema de precalentamiento externo de condensado.

Este sistema de desgasificación adicional tendrá la capacidad de procesar una cantidad de condensado equivalente al 50% del caudal máximo del condensador. El flujo de condensado hacia el desgasificador será regulado según el nivel en el mismo. Dentro de este equipo, el condensado será pulverizado a condiciones de saturación desde la parte superior del sistema, en contracorriente con vapor auxiliar ingresado. En condiciones de saturación, la solubilidad del oxígeno y del dióxido de carbono es muy baja y entonces, estos gases tenderán a transferirse hacia la corriente de vapor circundante. En las cercanías del pulverizador, su concentración se incrementará ya que el vapor condensará en contacto con el condensado. De esta manera se facilitará el venteo de los gases hacia la atmósfera.

Para finalizar, una vez desgasificado, el condensado será nuevamente introducido en la corriente de alimentación de agua.

3.3.5 Otros sistemas mecánicos

3.3.5.1 Sistemas de agua de refrigeración auxiliar

Más allá del agua de circulación que realizará el intercambio de calor en el condensador para efectuar la condensación del vapor proveniente de la turbina, también habrá un sistema de refrigeración auxiliar. Él mismo estará conformado por un circuito cerrado y otro abierto.

El cerrado enfriará los equipos auxiliares, y estará constituido por dos bombas del 100% de capacidad y un tanque de compensación. Por otro lado, el abierto refrigerará al equipo de muestreo de caldera, al tanque de purga de caldera, a las bombas de agua de alimentación y a las de recirculación de caldera, a los cambiadores de aceite de lubricación y a los enfriadores del generador.

Asimismo, el circuito cerrado de refrigeración será enfriado por el abierto, a través de intercambiadores de placas. El circuito abierto, formado también por dos bombas al 100% de capacidad, que bombearán el agua a los intercambiadores de calor de placas y lo devolverán a la línea de agua de circulación a la salida del condensador.

3.3.5.2 Planta de Tratamiento de Efluentes

El sistema de tratamiento de efluentes contará con una red para la recolección de los efluentes industriales correspondientes a las nuevas instalaciones del ciclo combinado que serán incorporados al sistema de tratamiento utilizado en el ciclo abierto.

Los efluentes industriales considerados serán principalmente hidrocarburos y emulsiones provenientes de drenajes de la caldera de recuperación de calor y turbina de vapor, así como también drenajes y efluentes del cierre de ciclo y de las zonas de carga y descarga de combustibles, depósitos de aceites y productos químicos. También recibirá los rechazos de la Planta de Tratamiento de Agua (de desmineralización).

Esta Planta se encuentra conformada por los siguientes equipos:

- Pileta de agua a tratamiento: depósito de efluentes industriales oleosos o con contenido de hidrocarburos;
- Pileta de agua tratada: depósito de efluentes provenientes de la planta desmineralizadora y efluentes pluviales;
- Pileta de acumulación;
- Separador API;
- Separador de drenajes;
- Bombas de pileta de agua a tratamiento;
- Bombas a pileta de agua tratada;
- Separador de hidrocarburos;
- Tablero de control de la Planta.

3.3.5.3 Sistema de aire comprimido

El sistema de aire comprimido, abastecerá los requerimientos de los instrumentos y servicios, según la demanda de las nuevas instalaciones. Para ello se ampliará el sistema existente. En particular, se suministrará aire comprimido para la refrigeración del generador de la turbina de vapor, así como para elementos neumáticos.

El mismo será diseñado considerando la existencia de un sistema para dar servicio a la Turbina de Gas y equipos auxiliares, y poseerá las siguientes características:

- Presión nominal: 100 psig
- Máximo tamaño de partícula: 1 micrón, y concentración < 1 mg/m³.
- Punto de rocío a la máxima presión: - 40 °F
- Máximo contenido de combustible: 1 mg/m³.

3.3.5.4 Sistema de acondicionamiento de aire, ventilación y distribución

Sistema de aire acondicionado

Se instalarán unidades que podrán ser del tipo compacto con módulo *free-cooling* o de tipo partido (*Split system*) lo cual permitirá un control individual de temperaturas por salas y la posibilidad de satisfacer simultáneamente demandas de frío y calor en los espacios que requieran este tratamiento, por ejemplo, contenedores de equipos eléctricos y de control.

Sistema de ventilación

Los sistemas de ventilación estarán generalmente compuestos por rejillas de entrada de aire situadas en los cerramientos de los edificios a ventilar y ventiladores de extracción de aire. Cuando sea necesario asegurar una distribución de aire homogénea a lo largo de una sala, el sistema se completará con conductos y rejillas de extracción.

3.3.5.5 Sistema de agua contra incendios

El sistema contra incendios existente será ampliado para abarcar las instalaciones a construir, a fin de satisfacer las funciones de prevención de incendios, y alarma, limitación de la propagación y extinción, en caso de que llegaran a producirse. El sistema cumplirá los criterios de la NFPA 850 y de la legislación nacional vigente para la prevención de incendios.

Los objetivos mencionados se cumplirán en primer lugar, mediante la adecuación de la presión y del caudal del agua cruda de alimentación hacia el anillo de la red de incendio. Habrá también sistemas fijos de hidrantes y rociadores, de modo de cubrir las áreas de alto riesgo de incendio.

Por otra parte, los edificios principales estarán equipados con detectores adecuados según el riesgo existente y con alarmas sonoras y visuales, con sus correspondientes pulsadores colocados de manera distribuida. Se colocarán además, sistemas de extinción manual distribuidos por los edificios. En particular, se utilizarán extintores y carros de polvo seco (ABC) para áreas generales. En áreas con equipos electrónicos, se utilizarán extintores y carros de CO₂. Por último se considerará la instalación de sistemas de protección con espuma en aquellas zonas consideradas necesarias.

3.3.6 Sistema de control distribuido (DCS)

El sistema de control distribuido (más conocido por sus siglas en inglés, DCS - *Distributed Control System*) controlará y supervisará todos los sistemas tanto mecánicos como eléctricos, asociados al ciclo de vapor. Asimismo, estará completamente integrado con el sistema de control existente. En particular, los sistemas de control de las turbinas de gas, la caldera de recuperación de calor y la turbina de vapor utilizarán microprocesadores en red que permitirán integrar datos. Además, el sistema seleccionado podrá ser ampliado en caso de necesidad en el futuro, mediante el agregado de hardware y licencias.

Este sistema de control central incluirá la posibilidad de intervención del personal en las operaciones normales de la Planta. Estará compuesto por controladores (de acuerdo a requerimientos de entrada / salida y requerimientos de procesamiento), estaciones de operación e ingeniería, servidores de datos actuales e históricos, sistemas de sincronización horario, equipamiento de red, sistemas de supervisión de operación en tiempo real y gabinetes para controladores y consola.

Este sistema brindará un alto nivel de automatización de la Planta a fin de minimizar las acciones de los operadores. Esto permitirá una operación segura y la detección eficiente de condiciones anormales. De todos modos, los operadores deberán iniciar las turbinas a partir de los distintos modos programados y determinar su carga. Asimismo, el llenado inicial y la puesta en marcha del condensador, del sistema de agua de alimentación y de los economizadores y domos de la caldera de recuperación de calor, deberán ser realizados por operadores.

3.3.7 Sistema eléctrico

3.3.7.1 Sistema de generación

Tal como fue desarrollado en el Punto 3.3.3, el generador de la turbina de vapor a instalar, será trifásico, con una velocidad de giro de 3000 rpm y generará energía a 15,75 kV y 50 Hz. Su alternador se conectará al transformador elevador principal de la turbina de vapor a través de conductos de barras de fase aislada. Se prevé además, la instalación de un interruptor de generación trifásico intercalado en los conductos de fase aislada, para permitir maniobras de desconexión y acople del grupo. Además, entre el transformador principal y el interruptor de generación, se dispondrá de una derivación de barras de fase aislada hasta el primario (lado AT) del transformador de unidad.

Los conductores y cubiertas serán tubos de aluminio soldados. El conductor estará sustentado dentro de la cubierta concéntricamente a través de tres aisladores radiales. Las barras de fases aisladas serán autoventiladas y diseñadas para evacuar el calor producido por la corriente eléctrica por convección y radiación natural.

El interruptor de generación será trifásico, de corte en SF₆, con dos bobinas de disparo y provisto de transformadores de corriente, transformadores de tensión, equipo de protección contra sobretensiones, seccionadores de línea y puesta a tierra.

Se contará con un sistema de sincronización automático para la conexión del generador con la red exterior a través del interruptor de generación o del interruptor de 132 kV en la Estación de Maniobra. La sincronización podrá ser iniciada por el DCS o manualmente por un operador y será luego controlada por la unidad automática de sincronización

Durante el arranque de la turbina el interruptor de generación permanecerá abierto. Una vez que el turbogenerador alcance las necesarias condiciones y el generador mantenga la tensión y frecuencia adecuadas, éste será sincronizado con el sistema cerrando el interruptor de generación.

Frente a un rechazo de la carga, total o parcial que resulte en la apertura del interruptor de vinculación con la red, el grupo generador podrá permanecer en “operación en isla” y alimentar los sistemas auxiliares de la planta, por un tiempo indeterminado manteniendo la alimentación eléctrica de los equipos y sistemas auxiliares de la Central. Al retorno de la tensión el grupo se sincronizará con la red a través del interruptor de 132 kV situado en la Estación de Maniobra de 132 kV.

3.3.7.2 Sistema de alta tensión

La interconexión entre el transformador principal y la Estación de Maniobra se realizará por medio de enlaces aéreos. Para ello se instalarán entre otros, postes toncocónicos, pórticos de amarre, conductores para la conexión a pararrayos e hilos de guarda.

La Estación de Maniobra existente de configuración en doble barra e interruptor sencillo, se ampliará con dos módulos nuevos: uno para la conexión del grupo de vapor y otro para la futura instalación de un transformador de distribución. Cada uno de estos módulos se compondrá de un interruptor tripolar, tres seccionadores tripolares de apertura horizontal, tres transformadores de corriente y tres de tensión inductivos.

El módulo de 132 kV, incluirá también registros, bancos de ductos, trincheras (con soporte para cables), conductos y bandejas necesarios para el cableado entre la nueva unidad generadora y la caseta de control existente de la EM, así como cableado y conexiones de fuerza, control, comunicaciones, protecciones e instrumentación entre la turbina de vapor y la EM, entre otros.

Además, incluirá una línea de alta tensión (LAT) de doble circuito, de 12,5 km de distancia, que interconectará la EM de Brigadier López con la subestación eléctrica (SE) existente en Santo Tomé, donde se instalarán dos nuevos campos para la llegada de la LAT de doble terna.

Durante el funcionamiento normal, la planta exportará a la red de 132 kV la energía generada por el trubogruppo. Asimismo, y con el interruptor en generación abierto, permite la posibilidad de alimentar los sistemas auxiliares de la Planta a través del transformador de unidad.

El transformador principal de la turbina de vapor será de una relación de $132 \pm 5 \times 1\% / 15,75 \text{ kV}$ con una potencia de 120 / 168 MVA, de construcción similar al existente de la turbina de gas. El transformador será trifásico, con dos devanados en baño de aceite, con cuba y conservador resistentes al pleno vacío, potencia de 120 / 168 MVA – $132 \pm 5 \times 1\% / 20 \text{ kV}$ – YNd1 con refrigeración ONAN/ONAF. Estará provisto de cambiador de tomas en carga con un margen de $\pm 5\%$ de regulación y 11 tomas y será construido y ensayado de acuerdo a la norma IEC 60076.

El transformador de unidad alimentará la barra de MVT (6,6 kV) de la turbina de vapor. Estará equipado con un cambiador de tomas en carga con $\pm 10\%$ de regulación y 17 tomas, y un equipo regulador de tensión. Será trifásico de dos devanados en baño de aceite, con cuba y conservador resistentes al pleno vacío y dos etapas de refrigeración.

El mismo estará dimensionado para suministrar la energía máxima que necesite la turbina de vapor para cualquier condición ambiental y la carga de los auxiliares de la turbina de gas en el evento de pérdida, debido a fallas.

El lado de alta tensión (15,75 kV) estará provisto de bridas para la conexión de las barras de fase aislada; el de baja tensión (6,9 kV) cuenta con cables de aislamiento seco que alimentarán las barras de media tensión. El neutro del lado de baja tensión estará puesto a tierra a través de una resistencia que limita el cortocircuito a 500 A.

3.3.7.3 Sistema de media tensión

El sistema de media tensión se compondrá de un cuadro de distribución de 6,6 kV al cual se conectará el secundario del transformador de unidad mediante cables de aislamiento seco e interruptor de acometida. Este cuadro se interconectará con otro existente de media tensión de la turbina de gas, previéndose un sistema de transferencia automática rápida.

El sistema de media tensión alimentará a los motores eléctricos de potencia superior a 200 kW, a los transformadores de MT/BT de los centros de distribución de baja tensión y al transformador de excitación. Se utilizarán interruptores para las salidas de alimentación a transformadores y a motores de más de 1500 kW y en las interconexiones de media tensión. Para motores menores a 1500 kW se utilizarán contactores fusibles.

3.3.7.4 Sistema de baja tensión

En cuanto al sistema de baja tensión se prevén tres conjuntos de centros de distribución a 400 V para la totalidad de los servicios auxiliares de baja tensión del cierre del ciclo. Los mismos estarán compuestos por un transformador y un cuadro de distribución. Los transformadores de MT/BT serán del tipo de aislamiento seco. Dos de los conjuntos se destinarán a la alimentación eléctrica de los servicios propios de la turbina de vapor. El otro conjunto suministrará alimentación a los servicios generales de la planta, por medio de un sistema de distribución trifásico TN-S. A los cuadros de distribución de 400 V se conectarán los motores de potencia de entre 75 kW y 200 kW, así como los centros de control de motores de baja tensión.

Los relés de protección estarán incorporados a los interruptores y serán estáticos y multifunción.

Por su parte, los centros de control de motores se destinarán a la alimentación de los motores con potencias menores a 75 kW y a salidas de línea de intensidad menor a 250 A. La acometida de estos centros desde los cuadros de baja tensión se realizará por medio de interruptores.

3.3.7.5 Sistemas de alimentación auxiliares

Se prevé la instalación de un sistema de alimentación de corriente continua y otro de corriente alterna de alimentación ininterrumpida. El sistema de corriente continua se utilizará para distribuirla directamente a consumidores o a paneles de distribución. Los cargadores de las baterías redundantes estarán conectados con cuadros de distribución. Se trata de un sistema IT (L+, L-, PE) y los interruptores serán de 2 polos.

Además se prevé el suministro de 220 VCC para motores de emergencia que así lo requieran, como bombas del sistema de lubricación de la turbina; y el suministro de 24 VCC para la alimentación del sistema de control distribuido, inversores estáticos, circuitos de relés de protección y de control de interruptores y el resto de los servicios de corriente continua. El sistema será alimentado desde los cuadros de distribución de 220 VCC por medio de convertidores 220 VCC/24 VCC.

También se prevé un sistema de corriente alterna ininterrumpida, regulada a 230 V y 50 Hz, conectados a dos embarrados de 230 V, alimentados desde los cuadros de distribución de 220 VCC. Desde aquí se suministrará corriente alterna ininterrumpida, regulada y libre de transitorios para servicios esenciales.

3.3.7.6 Alumbrado y tomas

Se considera el alumbrado y la instalación de tomas en salas eléctricas y de control, áreas generales, plataformas y escaleras tanto interiores como exteriores, y carreteras. En las salas eléctricas y de control también se prevé la instalación de alumbrado de emergencia que se alimentará en corriente continua.

3.3.7.7 Redes de tierras y protección catódica

El diseño de la red de tierras será compatible con aquella existente, con el fin de asegurar a las personas y a los equipos, controlando los potenciales sobre el terreno, es decir, las tensiones de paso y contacto.

Serán puestos a tierra los siguientes elementos:

- Centros de estrella de los equipos eléctricos que así lo requieran, conectados directamente o a través de elementos limitadores de corriente de falta a tierra;
- Carcasas y/o barras de tierra de todos los equipos eléctricos;
- Pararrayos;
- Partes metálicas;
- Estructuras y carriles de soportes;
- Tuberías;
- Blindajes;
- Canalizaciones y bandejas.

La malla de tierra inferior estará construida por cable de cobre desnudo enterrado. A la malla enterrada de puesta a tierra se conectarán todos los equipos eléctricos, estructuras metálicas y equipos mecánicos que puedan ponerse a un potencial peligroso.

Existirá una barra de tierra en los cuadros eléctricos. Esta barra será de cobre electrolítico de alta conductividad. Estará dimensionada para soportar el máximo valor de la corriente de cortocircuito con la máxima duración prevista sin que se produzcan daños. Todas las partes metálicas accesibles se conectarán a este embarrado. Las puertas de los cuadros se conectarán mediante una trenza de cobre a la carcasa, la cual estará unida a la barra de tierra.

Por otra parte, también se prevé un sistema de protección catódica por corriente impresa para las cajas de agua del condensador. El mismo consistirá en ánodos de sacrificio para los fondos de los depósitos metálicos y capa resistente a la corrosión para tuberías enterradas.

3.3.7.8 Sistema de comunicaciones

Se prevé una ampliación del sistema de telefonía interna y externa, existente para los edificios y sistemas que forman parte del alcance y eventual ampliación de la estación central de distribución de telefonía existente.

La ampliación estará compuesta de unidades de telefonía, de sobremesa y pared en los edificios de la CRC y TV. Además, se incluye la ampliación de un sistema de megafonía con estación de amplificación y amplificadores. Se ampliará la red de datos existente.

Para la seguridad perimetral y vigilancia de la central, se incluye la ampliación del sistema de circuito cerrado de televisión existente.

3.4 INSUMOS

El funcionamiento normal de las turbinas de gas y de vapor en el ciclo combinado, requerirá del suministro de los siguientes insumos:

A. **Combustible** (ver detalle en Punto 3.4.1):

- Gas natural;
- Combustible líquido: diesel destilado #2.

B. **Aire exterior** (ver detalle en Punto 3.4.2):

- Suministro al compresor de la turbina de gas para la combustión;
- Suministro a sistemas de refrigeración con aire, como el del generador de la turbina de vapor;
- Suministro a instrumentos neumáticos, como válvulas de control y parada de las turbinas de gas y de vapor.

C. **Agua** (ver detalle en Punto 3.4.3) :

- Suministro de agua cruda para el sistema de refrigeración del ciclo combinado: condensación en el condensador y alimentación del sistema de refrigeración auxiliar abierto.

- Suministro de agua cruda a la Planta de Tratamiento de Agua. Esta Planta generará agua desmineralizada para realizar el llenado inicial de condensado y agua de alimentación y también, para la reposición de pérdidas. También realizará el suministro a la turbina de gas, para evitar la formación de NO_x.
- Suministro de agua cruda de lavado de los diferentes sistemas.
- Suministro de agua cruda para el sistema contra incendios.
- Suministro de agua potable para consumo.

D. **Otros** (ver detalle en Puntos 3.4.4, 3.4.5 y 3.4.6):

- Aceites lubricantes para turbinas, generadores y bombas;
- Fluidos hidráulicos empleados en los actuadores hidráulicos de las válvulas de las turbinas de gas y de vapor;
- Químicos:
 - Amonio: agente alcalinizante volátil para el sistema de condensado;
 - Hidracina: captador de oxígeno a ser utilizado únicamente durante la puesta en marcha, parada o mal funcionamiento;
 - Fosfato de sodio: suministrado al agua de la caldera sólo en casos de mal funcionamiento (por ejemplo ante un incremento en los valores de conductividad);
 - Hidróxido de sodio: para regulación del pH en la Planta de Tratamiento de Agua;
 - Antiescalante: agente utilizado para evitar incrustaciones en la Planta de Tratamiento de Agua.

A continuación se observa un esquema de los insumos requeridos por los distintos elementos de la CTBL, distinguiendo aquellos que ya se suministran de los que serán requeridos a partir de la ampliación a ciclo combinado.

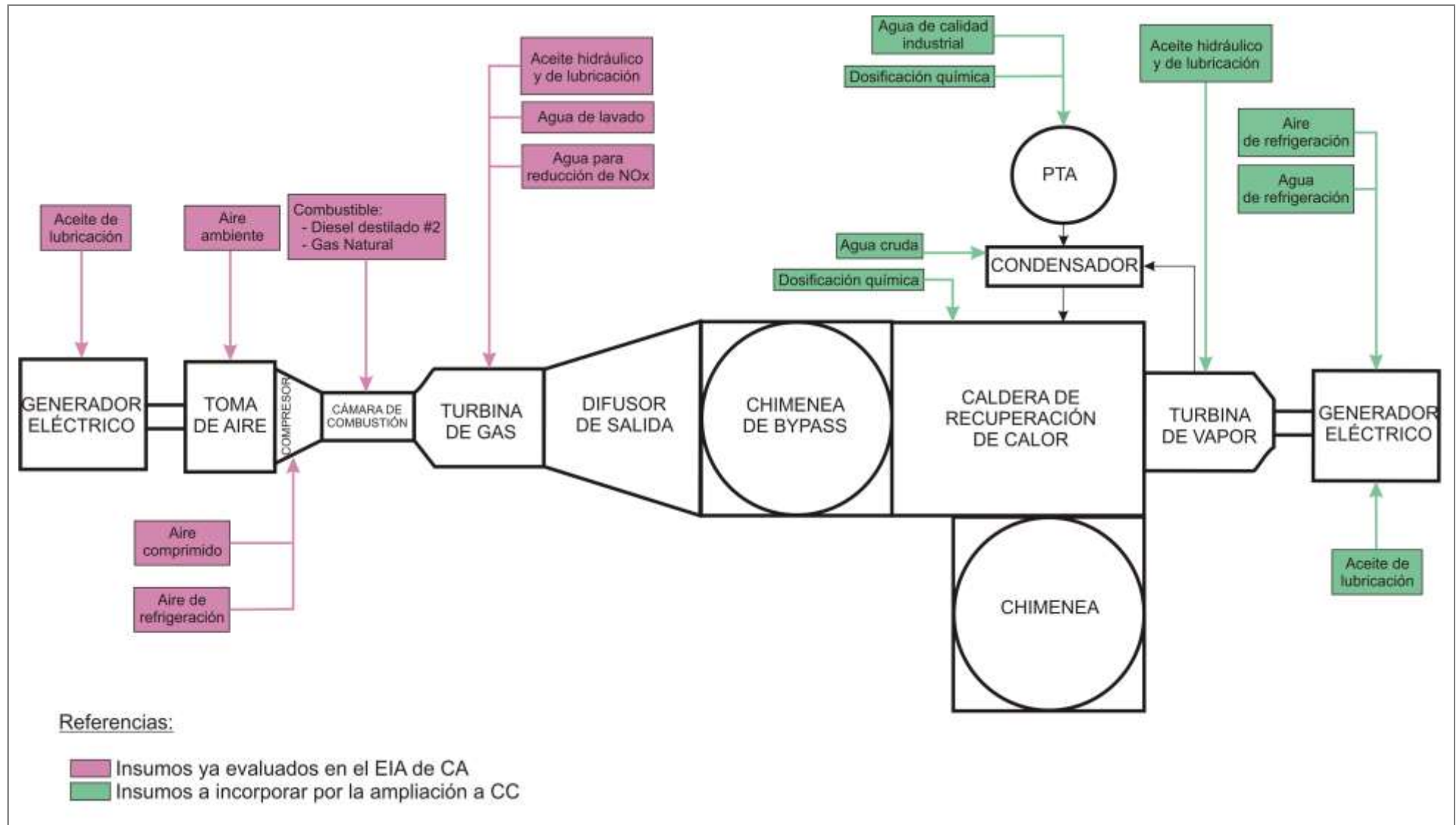


Figura 10. Esquema de insumos del CC.

3.4.1 Suministro de Combustibles

La operación de la CTBL se basa tanto en el consumo de gas natural como de combustible líquido, siendo el segundo utilizado cuando se encuentra restringido el suministro de gas.

Tal como fue mencionado anteriormente, el gas natural será transportado mediante un gasoducto, conectado al Gasoducto del Noreste Argentino (GNEA). El consumo promedio de gas natural para la turbina de gas es de 80.910 m³/h.

Por su parte, para la alimentación de combustible líquido se trasladará el mismo mediante camiones (vehículos tanque o cisterna), aunque el proyecto en su totalidad incluye la construcción de un muelle de descarga de combustible sobre el Río Coronda. Para el almacenamiento de combustible se cuenta con dos tanques superficiales de 10.000 m³ de capacidad cada uno, y uno de 3.000 m³, representando una capacidad total de 23.000 m³.

El consumo de gasoil en invierno se estima en 152.184 m³ y en verano, en 12.533 m³, siendo el consumo total del mismo de 164.717 m³. A continuación en la Tabla 4 y Tabla 5 se presentan las propiedades del gas natural y el gasoil a utilizar, respectivamente.

Tabla 4. Propiedades físicas y químicas del gas natural para criterios de diseño y performance.

Gas natural			
	Parámetro	Unidad (*)	Valor
Componentes (*)	Metano (CH ₄)	% vol	≥ 90 (se permiten contenidos menores siempre que se respete el poder calorífico inferior permitido)
	Acetileno o etino (C ₂ H ₂)	% vol	≤ 0,1
	Etano (C ₂ H ₆)	% vol	≤ 15
	Otros hidrocarburos lineales (C _n H _m)	% vol	≤ 10 (suma de C _n H _m con n≥2, excluyendo C ₂ H ₆)
	Hidrógeno (H ₂)	% vol	≤ 1,0
	Monóxido de carbono (CO)	% vol	Normalmente no representa un componente del GN
	Dióxido de carbono (CO ₂)	% vol	≤ 5
	Agua (H ₂ O)	% vol	cf. punto de condensación del agua
	N ₂ + Ar + CO ₂	% vol	≤ 10
	Oxígeno (O ₂)	% vol	≤ 0,1
Propiedades	Poder Calorífico Inferior (LHV)	MJ/kg	40-50 MJ/kg (con precalentamiento máximo de GC); 35-50 MJ/kg (sin precalentamiento de GC)
	Densidad a 15°C	kg/m ³	0,6741-0,7995 (con precalentamiento máximo de GC); 0,8650 (sin precalentamiento de GC)
	Temperatura máxima permitida (precalentamiento)	°C	
	Punto de condensación del GN (**)	°C	T ≥ T _{pto. condensación} + 10 (presión de diseño, medida en el punto terminal del suministro del sistema de gas combustible de la TG (MBP))
	Punto de condensación del agua (**)	°C	T ≥ T _{pto. condensación} + 15

Gas natural				
Parámetro		Unidad (*)	Valor	
Contaminantes	Polvo	total	≤ 20	
		p < 2 μm	≤ 18,5	
		2 μm < p < 10 μm	≤ 1,5	
		p > 10 μm	≤ 0,002	
	Na + K		ppm (peso)	≤ 0,3
	Calcio (Ca)		ppm (peso)	≤ 10,0
	Vanadio (V)		ppm (peso)	≤ 0,5
	Plomo (Pb)		ppm (peso)	≤ 1,0
	Ácido sulfhídrico (H2S)		ppm (peso)	≤ 10

(*) Se permite el uso de otras unidades ISO

(**) En el diseño se utilizará la temperatura que resulte mayor.

Tabla 5. Propiedades físicas y químicas del diesel para criterios de diseño y performance.

Diesel				
Parámetro		Unidad (*)	Valor	
Componentes	Carbono (C)		% másico	85 - 87
	Oxígeno (O)		% másico	≤ 0,1
	Azufre (S)		% másico	≤ 0,2
	Nitrógeno (N)		% másico	≤ 0,015
	Hidrógeno (H)		% másico	13 - 15
Propiedades	Poder Calorífico Inferior (LHV)		MJ/kg	≥ 42
	Densidad a 15°C		kg/m ³	820 - 870
	Viscosidad cinemática	20 °C	cSt	3 - 6
		40 °C	cSt	2,3 - 3,9
	Punto de inflamación		°C	> 55°C
	Punto de fluidez / (CFPP)		°C	≤ 6 (20)
	Curva de destilación y puntos reales de ebullición	65 %	°C	≤ 250
		100 %	°C	≤ 350
	Presión de vapor	37,7 °C	bar	≤ 0,0025
		65,5 °C	bar	≤ 0,008
80,0 °C		bar	≤ 0,014	
Contaminantes	Contenido de humedad		% másico	≤ 0,01
	Residuos de carbón		% másico	≤ 0,15
	Sedimentos	total	ppm (peso)	≤ 20
		p < 10 μm		≤ 18
10 μm < p < 25 μm		≤ 2		

Diesel			
Parámetro		Unidad (*)	Valor
	p > 25 µm		0
	Ceniza	ppm (peso)	≤ 100
	Na + K	ppm (peso)	≤ 0,3
	Calcio (Ca)	ppm (peso)	≤ 10
	Vanadio (V)	ppm (peso)	≤ 0,5
	Plomo (Pb)	ppm (peso)	≤ 1,0
	Mercaptanos: compuestos orgánicos que contienen los grupos SH	ppm (peso)	≤ 10
(*) Se permite el uso de otras unidades ISO.			

3.4.2 Suministro de Aire

El aire empleado para el funcionamiento de la turbina de gas, así como para los sistemas de refrigeración será tomado del ambiente. Debido a que el mismo puede contener impurezas que podrían dañar u obstruir el buen funcionamiento de la central, el compresor contará con filtros en las tomas de aire. Los mismos tendrán un tamaño de malla absoluto de 10 µm y estarán diseñados de modo de cumplir los siguientes requerimientos de concentración de polvo en el aire de admisión.

Tabla 6. Requerimientos de aire de admisión al compresor.

Parámetro	Unidad	Valor
Concentración de polvo	mg polvo / kg aire	< 0,08
Tamaño de partícula	µm	2 - 10

Dada la sensibilidad del sistema de aire, la Planta nunca deberá operar sin los filtros de aire de admisión. Asimismo, es importante que sean oportuna y correctamente limpiados.

Debido a la sensibilidad del sistema de refrigeración del aire, la planta nunca debe operarse sin los filtros de aire de admisión. Las impurezas corrosivas del aire tales como las sales que pueden ingresar a la turbina cuando entra aire cargado con pequeñas gotitas de agua o partículas de polvo con sal, deben eliminarse en su mayor medida.

Esto debe garantizarse a través de un equipo adecuado de filtros, así como la correcta y oportuna limpieza de esos filtros, particularmente, en los ambientes en que el polvo cargado de sales se acumula en las cavidades de los filtros debido a una limpieza inadecuada durante prolongados períodos de clima seco. Luego, una mayor humedad o precipitaciones pueden provocar que las sales se disuelvan e ingresen a la turbina en concentraciones muy elevadas.

Si los niveles de contaminantes en los combustibles no superan los límites que se presentan en la Tabla 7, la turbina de gas puede funcionar al nivel de producción permitida sin restricciones ni acortamientos de los intervalos especificados de inspección. La tasa de flujo másico total de un determinado contaminante puede ser la suma de hasta tres flujos másicos individuales.

Tabla 7. Límites de impurezas químicas y valores en el aire de admisión del compresor después del filtro. (Fuente: Licitación pública nacional e internacional ENARSA N° 002 / 2007. ANEXO C.2 - Requerimientos de aire y combustibles para el funcionamiento de las turbinas Central Termoeléctrica Brigadier López.

Límites de Impurezas Químicas (Factor de ponderación del combustible f = 1)				Combustible después del filtro		
Contaminante		Prueba/ Control	Unidad	Aire de admisión del Compresor después del filtro ¹⁾ (valores empíricos)	Gas natural	Combustible Diesel
Polvo (con gas natural), sedimentos (con combustible destilado EL)	Total p < 2 µm	DIN EN 12622VDI 2066 (1994)	ppm (peso)	≤ 0.08	≤ 20	≤ 20
	2 < p < 10 µm	ASTM D 2709 & D 6304		≤ 0.06	≤ 18.5	≤ 18.0
p > 10 µm			≤ 0.02	≤ 1.5	≤ 2.0	
p > 25 µm			≤ 0.0002	≤ 0.002	0	
			0	0		
Vanadio (V) (en caso de combustible líquido)		DIN 51790 ASTM D 3605	ppm (peso)	≤ 0.001	≤ 0.5 ²⁾	
Plomo (Pb) (en caso de combustible líquido)		DIN 51790 ASTM D 3605	ppm (peso)	≤ 0.002	≤ 1.0 ³⁾	
Total de Sodio (Na) + potasio (K)		Método EPC DIN 51790 ASTM D 3605	ppm (peso)	≤ 0.001	≤ 0.3 ⁴⁾ ≤ 0.1	
Calcio (Ca)		ASTM D 3605	ppm (peso)	≤ 0.02	≤ 10	
Ceniza (en caso de combustible líquido)		ASTM D 482	ppm (peso)			≤ 100 ⁵⁾
Nitrógeno (N) (FBN = nitrógeno ligado al combustible)		ASTM D 4629	ppm (peso)		Límites establecidos por las normas locales sobre emisiones aplicables, en los respectivos países (conversión de N a NOx → ver H.3, H.4, y A.1)	
Azufre (S)		ASTM D 129 ASTM D 1072 ASTM D 6228	ppm (peso)		cf. contenido máximo permitido de polvo	Límites establecidos por las normas locales aplicables sobre emisiones (100% conversión de S a SO _x)
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)		ASTM D 6228	ppm (vol)	6)	≤ 100	
Mercaptanos		ASTM D 3227	ppm (peso)		≤ 10	
Acetileno (C ₂ H ₂)		ASTM D 1946	% vol.		≤ 0.1 ⁶⁾	
Hidrógeno (H ₂)		ASTM D 1945 ASTM D 1946	% vol.		≤ 1 ⁶⁾	
Etano (C ₂ H ₆)		ASTM D 1945	% vol.		≤ 15	
Hidrocarburos con mayor peso molecular C _n H _m (n ≥ 2) excepto C ₂ H ₆		ASTM D 1946	% vol.		≤ 10 ⁷⁾	

Los límites de impurezas en el combustible (polvo y ceniza, V, Pb, Na, K, Ca) se calculan sobre la base de un poder calorífico inferior (LHV) a 42.000kJ/kg. La fórmula $X * LHV/42$ [X = contenido del contaminante; LHV en MJ/kg] se utilizará para corregir las desviaciones en el poder calorífico inferior.

A continuación se detallan los límites de impurezas químicas en los combustibles y en el aire de admisión del compresor.

1) Impurezas de partículas en aire de admisión del compresor y en combustible:	Si se exceden los valores estipulados, los límites permitidos de impurezas en el combustible deben reducirse por la cantidad de impurezas contenidas en el aire de admisión de manera tal de asegurar que el flujo másico total de un contaminante dado (aire de admisión + combustible) no supere el límite establecido. Por lo tanto, la tasa de flujo másico total puede ser la suma de hasta tres flujos másicos individuales (aire, combustible, H ₂ O).
2) Vanadio:	No se permite ninguna violación de este límite.
3) Plomo:	No se permiten violaciones del límite estipulado.
4) Sodio y potasio:	El límite estándar de 0,3 ppm (peso) se aplicará a la suma del sodio y el potasio. En establecimientos costeros e industriales, este límite se reducirá a 0,1 ppm (peso), siempre que no se hubiese realizado un análisis del aire.
5) Ceniza:	La fracción de ceniza sólo es relevante en el caso de los combustibles líquidos.
6) Sulfuro de hidrógeno, acetileno, hidrógeno:	Es completamente obligatorio respetar estos límites en el caso de los combustibles gaseosos (sólo presentes en cantidades significativas en los combustibles gaseosos).
7) Hidrocarburos con mayor peso molecular:	La tendencia de los hidrocarburos a descomponerse aumenta con la mayor longitud de la cadena. Si la fracción permitida supera los 10 % vol., pueden producirse problemas en el modo de premezcla (-> retroceso de la llama). El aceite lubricante constituye un problema especial. Puede formarse una película de aceite lubricante en grandes extensiones de la superficie interna de las tuberías y ello puede causar retroceso de la llama en los quemadores. Si se utilizan compresores de gas, deben estar completamente libres de aceite lubricante.

3.4.3 Suministro de Agua

En la planta se prevé la utilización de dos corrientes de agua predominantemente, una referida al ciclo de enfriamiento del condensador de vapor, relativo a la incorporación del ciclo combinado y otra a la inyección de agua en el sistema de generación con TG para la reducción de NO_x.

Tal como fue mencionado anteriormente, es sujeto de este estudio la evaluación de la Obra de Toma, para operar en Ciclo Combinado, la cual tendrá en cuenta el abastecimiento de agua para el sistema de refrigeración del ciclo combinado, mientras que para el abastecimiento de la planta desmineralizadora se continuará utilizando el acueducto existente.

La planta desmineralizadora (ver Punto 3.3.4.2) generará agua para realizar el llenado inicial de condensado y agua de alimentación y también, para la reposición de pérdidas. También realizará el suministro a la turbina de gas, para evitar la formación de NO_x . El agua industrial empleada para el proceso de ciclo abierto será de aproximadamente $60 \text{ m}^3/\text{h}$. Este consumo se presenta como un promedio ya que cuando la Turbina funciona a diesel resultan necesarios $75,6 \text{ m}^3/\text{h}$ para el control de NO_x en los gases de escape de chimenea. La media resulta inferior a este consumo, ya que el promedio anual de utilización de diesel es significativamente inferior al de gas.

A continuación se presentan las características del agua cruda. Por un lado, se presentan los resultados obtenidos de muestreos en el río Coronda, correspondientes a un monitoreo efectuado en 2007 (Fuente: “Licitación Pública Nacional e Internacional ENARSA N° 07/2010”), así como también se incluyen los resultados presentados en el EIA para el ciclo abierto (SERMAN & asociados, 2009). Asimismo, se incluyen los parámetros de agua cruda definidos por Siemens, como bases de diseño.

Tabla 8. Características del agua cruda a ser utilizada para el sistema.

Parámetro	Unidad	Monitoreo Marzo 2007	Monitoreo EIA CTBL 2009		Parámetros de agua cruda establecidos por Siemens
			AS 01	AS 02	
Turbiedad	NTU	49	-	-	-
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	240	-	-	-
Arsénico	$\mu\text{g}/\text{l}$	-	< 20	< 20	0,02
Oxígeno disuelto	mg/l	4,80	5,7	7,8	-
DBO(5)	mg/l	-	225	18,0	20
Cadmio	$\mu\text{g}/\text{l}$	-	< 0,2	< 0,2	0,025
Calcio	mg/l CaCO_3	8,6	-	-	100
DQO	mg/l	-	479	42,0	50
Cloruros	mg/l	-	-	-	30
Cloro libre	mg/l	-	-	-	0,2
Cloro total	mg/l	-	-	-	0,2
Cromo total	mg/l	-	17	40	0,1
Cobre	$\mu\text{g}/\text{l}$	-	20	9	0,1
Cianuros	mg/l	-	< 5	< 5	0,2
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	-	-	-	1150
Bacterias coliformes fecales	NMP/100ml	1300	-	-	150
Aceites y grasas	mg/l	-	-	-	2
Hierro	mg/l	0,79	-	-	0,2
Plomo	$\mu\text{g}/\text{l}$	-	11	14	0,04
Alcalinidad	mg/l	-	-	-	200
Magnesio	mg/l CaCO_3	7,2	-	-	20
Manganeso	$\mu\text{g}/\text{l}$	-	-	-	0,05
Mercurio	$\mu\text{g}/\text{l}$	-	< 0,5	< 0,5	0,001
Níquel	mg/l	-	< 0,01	< 0,01	0,5

Parámetro	Unidad	Monitoreo Marzo 2007	Monitoreo EIA CTBL 2009		Parámetros de agua cruda establecidos por Siemens
			AS 01	AS 02	
pH	UpH	-	-	-	6 - 8
Fenoles	mg/l	-	-	-	0,1
Fósforo	mg/l	-	-	-	0,2
Sólidos sedimentables	mg/l	-	-	-	0,2
Sulfatos	mg/l	-	-	-	160
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	-	-	750
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/l	-	-	-	8
Carbono Orgánico Total	mg/l	-	-	-	5
Sólidos suspendidos totales	mg/l	55,5	-	-	10
Temperatura	°C	-	-	-	10 - 35
Zinc	mg/l	-	190	110	0,2

3.4.4 Suministro de Aceite de Lubricación

Los aceites lubricantes que se utilizarán serán mezclas de hidrocarburos minerales o sintéticos, con aditivos para disminuir la corrosión y aumentar la estabilidad de los mismos.

Es difícil proveer una composición de los aceites a utilizar ya que existe una gran variedad, aunque debe asegurarse que tanto sus propiedades físicas como las de sus aditivos no tengan ningún efecto adverso sobre los materiales utilizados en el sistema.

Los aditivos no deben contener compuestos organometálicos (por ejemplo, compuestos orgánicos de zinc). En líneas generales los requisitos que tienen los aceites de turbina se describen a continuación:

- Viscosidad: Se utiliza un grado de viscosidad ISO VG 46 según norma ISO 3448 (el grado de viscosidad especificado depende del modelo de turbina de gas en cuestión). Se requerirá la aprobación previa de los departamentos de ingeniería de Siemens para utilizar aceites con otros grados de viscosidad.
- Estabilidad térmica: El aceite de turbina debe ser capaz de soportar temperaturas de hasta 120°C en los componentes de la máquina (por ejemplo, rodamientos, embrague, caja de engranajes) y de hasta 80 °C en el tanque de aceite sin que ello produzca un impacto negativo en las propiedades del aceite.
- Compatibilidad: Los fluidos deben ser capaces de mezclarse con residuos (máx. 4 % vol.) de otro producto con una base similar (mineral o sintético) sin que ello produzca efectos negativos en las propiedades del aceite.
- Propiedades Fisiológicas: Por naturaleza, el aceite de turbina no debe ser peligroso para la salud de las personas que trabajan con él si se toman las medidas de higiene necesarias.

Las propiedades físicas y químicas que deberá contener el aceite de turbina se han definido en la condición de suministro y se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Propiedades físicas y químicas en la condición de suministro de aceite de turbina. Licitación pública nacional e internacional ENARSA N° 002/2007. ANEXO C – Valores Garantizados.

Propiedad	Valor numérico	Unidad	Método de Prueba	
			DIN/ISO	ASTM
Viscosidad cinemática a 40°C	41.4 – 50.6	mm ² /s	DIN 51 562-1	ASTM D 445
Liberación de gases a 50°C	≤ 4	Min	DIN 51 381	ASTM D 3427
Número de neutralización	≤ 0.20	mg KOH/g	DIN 51 558-1	ASTM D 974
Contenido de humedad	≤ 100	mg/kg	DIN 51 777-1	ASTM D 1744
Características de la formación de espuma a 25 °C				
Volumen de la espuma	≤ 400	ml	ISO 6247 (Serie 1)	ASTM D 892 (Serie 1)
Estabilidad de la espuma	≤ 450	s		
Capacidad de liberar humedad	≤ 300	s	DIN 51 589-1	–
Demulsionabilidad	≤ 20	min	DIN 51 599	ASTM D 1401
Densidad a 15 °C	≤ 900	kg/m ³	DIN 51 757	ASTM D 1298
Punto de inflamación	> 185	°C	DIN ISO 2592	ASTM D 92
Punto de fluidez	≤ – 6	°C	ISO 3016	ASTM D 97
Pureza	≤ 17/14	–	Prueba: ISO 5884 Resultado: ISO 4406	–
Color	≤ 2	–	DIN ISO 2049	ASTM D 1500
Corrosión de tira de cobre	≤ 2 -100 A 3	–	DIN EN ISO 2160	ASTM D 130
Protección anti-corrosiva de aceros	≤ 0 – Pasa	–	DIN 51 585	ASTM D 665
Obsolescencia: aumento del número de neutralización luego de 2500 h	≤ 2.0	mg KOH/g	DIN 51 587	ASTM D 943

3.4.5 Suministro de Fluidos Hidráulicos

Se requerirá la utilización de aceites hidráulicos para los actuadores electrohidráulicos que accionarán las válvulas principalmente de las turbinas de gas y de vapor. La calidad, limpieza y viscosidad operativa del fluido hidráulico son factores decisivos para la fiabilidad operativa, la economía y la vida útil del sistema hidráulico. La especificación del fluido hidráulico está determinada por el componente de la central con los requisitos más estrictos (válvula servo-posicionada en motores accionados servo-hidráulicamente).

El aceite hidráulico es un medio de presión líquido a base de aceite mineral con aditivos que aumenta la protección contra la oxidación, corrosión y desgaste y muestra un buen desempeño de demulsificación, es decir, resistencia a la emulsificación.

Los aditivos no deben tener ningún efecto adverso sobre los materiales utilizados en el sistema hidráulico. Los aditivos no deben contener compuestos organometálicos (por ejemplo, compuestos orgánicos de zinc).

Los requisitos mínimos que debe cumplir el aceite hidráulico se encuentran establecidos en la norma DIN 51524 Parte 2. Aceite hidráulico grado HLP 46 según DIN 51524. Aceite hidráulico grado ISO-L-HM 46 según ISO 6743-4. Se deberán utilizar los fluidos hidráulicos que cumplan los siguientes requisitos generales.

- **Estabilidad térmica:** El fluido hidráulico debe ser capaz de soportar temperaturas de hasta 70°C en el tanque de aceite hidráulico sin que ello produzca un impacto negativo en las propiedades del fluido.
- **Miscibilidad:** Si se mezclan fluidos hidráulicos de diferentes fabricantes o diferentes tipos de fluidos de un solo fabricante, pueden formarse sedimentos y depósitos. Ello puede causar fallas y daños en el sistema hidráulico. Por ese motivo, no se debe mezclar diferentes tipos de fluidos hidráulicos. La única excepción a ello es la compatibilidad del fluido hidráulico con los residuos (máx. 2 % vol.) de otro fluido hidráulico con la misma base mineral.
- **Propiedades Fisiológicas:** Por naturaleza, el aceite hidráulico no debe ser peligroso para la salud de las personas que trabajan con él, siempre que se toman las medidas de higiene necesarias.

Las propiedades físicas y químicas que deberá contener el aceite hidráulico se han definido en la condición de suministro y se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. Propiedades físicas y químicas en la condición de suministro de aceite hidráulico. Licitación pública nacional e internacional ENARSA N° 002/2007.

Propiedad	Requisitos	Unidad	Método de prueba	
			DIN/ISO	ASTM
Viscosidad cinemática a 40°C	41.4 - 50.6	mm ² /s	DIN 51562-1	ASTM D 445
Liberación de gases a 50 °C	≤ 10	min	DIN 51381	ASTM D 3427
Contenido de humedad	≤ 100	mg/kg	DIN 51777-1	ASTM D 6304
Características de formación de espuma a 25 °C	≤ 150/0	ml	ISO 6247	ASTM D 892 (Serie 1)
Demulsionabilidad	≤ 40	min	DIN ISO 6614	ASTM D 1401
Densidad a 15 °C	≤ 900	kg/m ³	DIN 51757	ASTM D 1298
Punto de inflamación	> 185	°C	DIN EN ISO 2592	ASTM D 92
Punto de fluidez	≤ - 15	°C	ISO 3016	ANSI / ASTM D 97
Requisitos mínimos	Clase 17/15/12 según ISO 4406 Clase 6 según SAE AS 40590	-	ISO 5884	-
Corrosión de Tira de Cobre	Pasa	-	DIN EN ISO 2160	ASTM D 130
Características anticorrosivas en contacto con acero	Pasa	-	DIN ISO 7120	ASTM D 665

Propiedad	Requisitos	Unidad	Método de prueba	
			DIN/ISO	ASTM
Obsolescencia: aumento del número de neutralización luego de 1000 h	≤ 2.0	mg KOH/g	DIN 51587	ASTM D 943

3.4.6 Suministro de Químicos

Se utilizarán productos químicos en el ciclo de vapor a fin de minimizar la corrosión y evitar depósitos en equipos y cañerías. Los procedimientos de dosificación se basarán en estándares establecidos para la operación de plantas de generación eléctrica (por ejemplo: VGB, EPRI).

La minimización de la corrosión y de los depósitos se logrará a partir de la utilización de agua desmineralizada, del aumento del pH y de la reducción del contenido de oxígeno. Principalmente se utilizará amonio (NH_4^+) e hidracina (N_2H_4); y de manera eventual se utilizará fosfato trisódico (Na_3PO_4). Su dosificación se realizará en los domos de la caldera de recuperación de calor.

En primer lugar, durante la operación normal de la Central se utilizará amonio para disminuir la acidez del agua y minimizar, de este modo, la corrosión de los materiales del sistema de condensación. Al respecto, se recomienda mantener el pH del agua de alimentación levemente alcalino.

En segundo lugar, la hidracina es un líquido volátil incoloro, que reacciona con el O_2 disuelto en el vapor para formar N_2 y agua ($\text{N}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$), reduciendo la generación de corrosión por oxidación. Su utilización sólo es requerida en situaciones de puesta en marcha y parada por tiempos prolongados, en los que se dosificarán 0,7 kg por vez.

En condiciones normales de operación se procurará mantener los siguientes valores recomendados:

Tabla 11. Valores recomendados para las condiciones de operación normal.

Parámetro	Agua de alimentación	Agua en los domos		Vapor
		PA y PI	BP	
Conductividad a 25°C [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	< 0,2	< 5	< 3	< 0,2
pH a 25°C	> 9,0 (9,8)	-	-	-
N_2H_4 [mg/l]	> 0,01	-	-	-
O_2 [mg/l]	< 0,1	-	-	-
SiO_2 [mg/l]	< 0,02	-	-	< 0,01
Fe [mg/l]	< 0,02	-	-	< 0,02

Por último, el fosfato trisódico es una sal que se dosificará en situaciones de mal funcionamiento del sistema, o sea situaciones de contingencia cuando la conductividad sea muy elevada.

En particular, se establece su utilización cuando la conductividad del agua de los domos de PA y BP supere los 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y/o el agua del domo de BP supere los 3 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En estas situaciones se dosificarán 2,1 kg por vez, Se lo utilizará como regulador de la acidez y como agente quelante de metales disueltos en el agua como calcio y magnesio. En estas situaciones se recomendará mantener las siguientes condiciones de operación:

Tabla 12. Valores recomendados durante la utilización de fosfato trisódico (situación de mal funcionamiento).

Parámetro	Agua en los domos	
	PA y PI	BP
Conductividad a 25 °C [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	< 50	< 30
pH a 25 °C	9,5 – 9,8	9,3 – 9,5
PO ₄ [mg/l]	< 6	< 3

Peligrosidad:

La peligrosidad de estas sustancias es variable. En términos generales, a partir de las hojas de seguridad elaboradas por la ATSDR (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry*), las tres sustancias pueden ser absorbidas por inhalación, ingestión y por contacto con la piel y generar irritación.

En primer lugar, el amoníaco (CAS # 7664-41-7), del cual deriva el ion amonio utilizado, es un gas incoloro en condiciones normales, de olor característico y soluble en agua. No se han descrito efectos adversos en seres expuestos a concentraciones de amoníaco que típicamente se encuentran en el ambiente, aunque esta sustancia en aire puede ser irritante para la piel, los ojos, la garganta y los pulmones. A su vez, la ingestión de soluciones de amoníaco puede producir quemaduras en la boca, garganta y estómago. Su derrame en ojos también puede producir quemaduras y ceguera.

En segundo lugar, la hidracina (CAS # 302-01-2), es un líquido claro, incoloro, soluble en agua y de olor similar al del amoníaco. Respirar hidracina por períodos breves puede producir tos e irritación en la garganta y en los pulmones, así como también convulsiones y temblores. Exposiciones prolongadas también pueden dañar al hígado, los riñones y al sistema reproductivo. Por su parte, la ingesta de ésta sustancia puede producir náuseas, vómitos, temblores, inflamación de nervios, e incluso causar un estado de coma en la persona expuesta. Asimismo, la EPA lo ha definido como una sustancia probablemente carcinogénica en seres humanos.

En tercer lugar, el fosfato trisódico (CAS # 7601-54-9) tiene un aspecto físico de cristales blanquecinos. Se disuelve en agua produciendo una base fuerte. Frente a exposiciones de corta duración, el fosfato trisódico puede ser corrosivo para ojos, piel y tracto respiratorio. Su inhalación durante exposiciones de corta duración puede producir sensación de quemazón, tos y dolor de garganta. Exposiciones más prolongadas pueden originar edema pulmonar. Su ingestión puede producir la quemazón y dolor abdominal. Por último, también produce quemaduras en contacto con piel y ojos.

3.5 RESIDUOS, EFLUENTES Y EMISIONES

La construcción y operación normal en el ciclo combinado de las CTBL, generará las siguientes corrientes de residuos, efluentes y emisiones:

A. Residuos sólidos (ver detalle en Punto 3.5.1):

- Residuos de obra;
- Residuos industriales no peligrosos: rezagos de materiales de construcción;
- Residuos peligrosos: aceites usados, remanentes de pinturas, solventes, entre otros;
- Residuos asimilables a domiciliarios.
- Residuos de operación normal.
- Residuos peligrosos vinculados con el mantenimiento de equipos en términos generales;
- Residuos asimilables a domiciliarios.

B. Efluentes líquidos (ver detalle en Punto 3.5.2):

- Descarga de agua de circulación o de refrigeración del condensador;
- Drenajes y purgas de calderas, turbinas y otras;
- Drenajes industriales por derrames de combustibles, aceites, efluentes especiales, emulsiones, etc;
- Rechazos de planta de tratamiento para la desmineralización del agua cruda;
- Agua de limpieza;
- Efluentes cloacales.

C. Emisiones gaseosas (ver detalle en Punto 3.5.3):

- Emisiones de la chimenea de la caldera de recuperación de calor (ciclo combinado);
- Emisiones de la chimenea de bypass o chimenea de las turbinas de gas (ciclo abierto).
- Voladuras de polvos (material particulado) durante las actividades constructivas especialmente, así como el movimiento de camiones y vehículos en general.

D. Ruidos y vibraciones (ver detalle en Punto 3.5.4):

- Generados por el funcionamiento de maquinarias y equipos tanto durante construcción como en la operación de la Central en el ciclo combinado bajo estudio.

A continuación, en la Figura 11 se observa un esquema de los residuos, efluentes y emisiones principales a generar durante la etapa de operación de la CTBL.

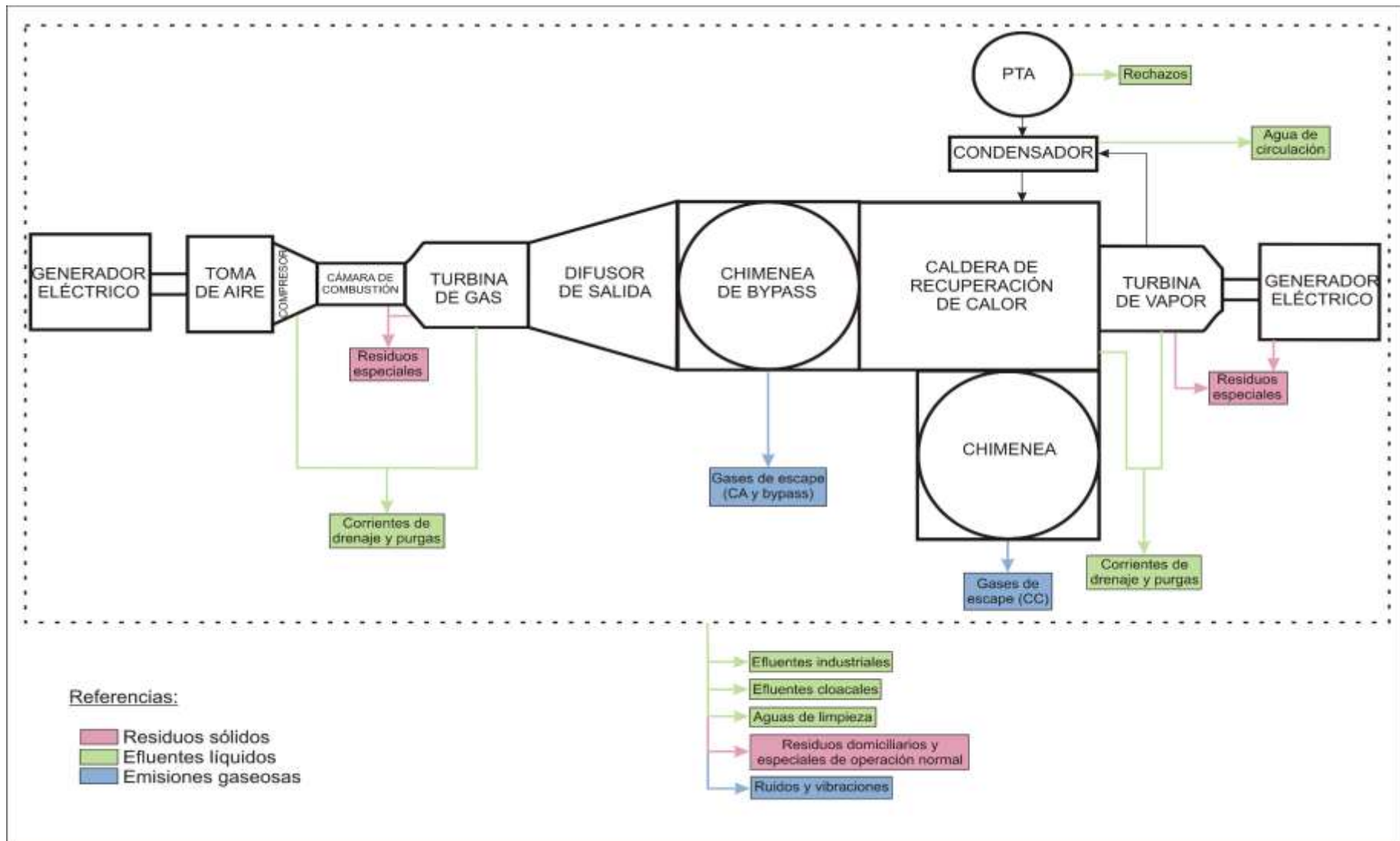


Figura 11. Esquema de residuos, efluentes y emisiones principales de la CTBL de ciclo cerrado.

En particular, las corrientes identificadas como de residuos peligrosos y de drenajes de purgas provenientes de la turbina de gas, la cámara de combustión y el compresor son elementos que ya fueron considerados en el EIA de ciclo abierto de la CTBL. También se evaluaron anteriormente los gases de escape de ciclo abierto (CA) y bypass, que son volcados a la atmósfera mediante la chimenea de bypass. Por otra parte, las corrientes de agua de lavado, drenajes pluviales, efluentes cloacales y residuos domiciliarios y peligrosos, también serán similares a las existentes en la Planta actual.

Las corrientes de efluentes principales que se incorporan mediante la ampliación a ciclo combinado de la Central, son principalmente, la de agua de circulación utilizada en el condensador para refrigerar el vapor expandido y la de gases de escape a través de la chimenea de la caldera de recuperación de calor. Asimismo, se suman aquellos residuos peligrosos de la turbina de vapor y su generador eléctrico; y de las corrientes de purgas y drenajes de la caldera de recuperación de calor y de la turbina de vapor.

3.5.1 Residuos sólidos

3.5.1.1 Residuos de obra

Según el Programa de Manejo de Residuos Sólidos, Líquidos y Gaseosos existente en la Planta, todos los residuos generados en el ámbito del proyecto, tanto de obra como de operación, serán recolectados discriminando entre aquellos domiciliarios, peligrosos e inertes. Su gestión será acorde a las normativas vigentes, acopiándose en contenedores apropiados y enviándolos a sitios de disposición final habilitados para tal fin.

A continuación se describen el tipo de residuos peligrosos generados durante la obra de construcción del ciclo abierto de la CTBL:

- Residuos con pintura (Y12)
- Tierra con hidrocarburos (Y9 / Y48)
- Residuos contaminados (Y9 / Y34)
- Mezcla y emulsión con hidrocarburos (H13)

Se espera que durante la construcción del ciclo combinado se generen residuos del mismo tipo. La Central se encuentra actualmente inscrita como generador de residuos peligrosos.

3.5.1.2 Residuos de operación del ciclo combinado

Al igual que para el ciclo abierto, los residuos sólidos que se generarán durante la etapa de operación de la CTBL en ciclo combinado, podrán ser clasificados como peligrosos, inertes o asimilables a domiciliarios, en función de sus características y componentes principales.

En primer lugar, los residuos peligrosos serán aquellos que deriven de las operaciones de mantenimiento de equipos, vehículos, retiro de aceites e hidrocarburos, así como también, restos de productos químicos utilizados para el sistema de tratamiento de agua, barros oleosos, etc. Asimismo, como producto del tratamiento de efluentes líquidos surgirán barros mezclados con hidrocarburos y del tratamiento de efluentes cloacales, surgirán barros mezclados con cal hidratada. Ambos serán retirados de la Central por empresas habilitadas para su tratamiento y disposición final.

También se generarán residuos del tipo inertes tales como escombros, maderas, chatarra, etc. Estos podrán ser derivados de acciones de obra o acondicionamiento de infraestructura de la Planta. Se consideran residuos asimilables a domiciliario a aquellos derivados de los comedores, oficinas, etc.

Los residuos peligrosos contarán con un sitio de acopio transitorio, previo a su envío a disposición final. El mismo será techado, con piso impermeable y barrera de contención de derrames. El transporte hacia su lugar de disposición final, se realizará mediante empresas habilitadas para tal fin.

Por otra parte, los residuos del tipo domiciliarios, serán recolectados por el organismo encargado de la recolección de residuos sólidos urbanos actuante en la zona de influencia del proyecto o por medios propios. Estos serán enviados al Centro de Disposición que determine la Comuna, previa autorización del mismo.

3.5.2 Efluentes líquidos

La operación normal de la CTBL en ciclo combinado generará distintos tipos de efluentes líquidos. En primer lugar, el agua cruda del río Coronda, tomada por el acueducto sujeto de análisis del presente estudio (ver Punto 4), utilizada para la refrigeración del vapor en el condensador, se descargará en el mismo río, mediante la obra de descarga prevista (ver Punto 4.2.2). Esta corriente será de 8,46 m³/s, con una temperatura de descarga variable entre 19,50 °C en invierno y 43,5 °C en verano. Los mismos deberán cumplir con la normativa vigente en la materia. Al respecto, la norma de vuelco de la provincia de Santa Fe establece que la diferencia de temperatura no debe ser mayor a los 10°C, situación que se vería superada en operación de bypass, alcanzando una diferencia de 11,5 °C. Es importante mencionar que esta situación se registrará solo en situaciones de emergencia por períodos de 30 minutos.

En segundo lugar, se consideran los drenajes pluviales que canalizan las aguas de aceras, pavimentos y techos, los cuales se descargan de manera directa en el río Coronda.

Otros drenajes posibles son aquellos derivados de aguas de lavado. Los mismos, junto con drenajes y purgas provenientes de las calderas de recuperación de calor, las turbinas de gas y de vapor, el rechazo de la Planta de Tratamiento de Agua (de desmineralización), la playa de tanques de combustible, la isla de carga y descarga de camiones, depósitos de aceites y productos químicos serán colectados y enviados mediante la red de drenajes industriales hacia la Planta de Tratamiento de Efluentes (ver Punto 3.3.5.2). Luego, el efluente tratado será descargado en el río Coronda, cumpliendo siempre con los niveles máximos de vuelco.

A continuación se presentan los parámetros de descarga previstos desde la Planta de Tratamiento de Efluentes.

Figura 12. Características de la descarga de la Planta de Tratamiento de Efluentes.

Parámetro	Unidad	Descarga	Límite Vuelco Resolución 1089/82	Cumplimiento
Cloro libre	mg/l	0,2	-	-
Cloro total	mg/l	0,2	-	-
Cromo total	mg/l	0,5	-	-
Cobre	µg/l	0,5	400	SI
Aceites y grasas	mg/l	10	-	-
Hierro	mg/l	1	2,5	SI
pH	UpH	6 - 9	5,5 - 10	SI
Sólidos suspendidos totales	mg/l	< 30 mg/l	< 30 mg/l	NO
Zinc	mg/l	1	-	-

Por último, los efluentes cloacales generados durante la operación de la Central serán tratados en una planta modular que opera según la capacidad del personal. Durante la obra se utilizarán baños químicos por lo que los efluentes serán tratados fuera de la misma.

3.5.3 Emisiones

3.5.3.1 Gases de combustión

Los gases de escape de la unidad de generación serán descargados a la atmósfera mediante chimenea, luego de su paso a través de la caldera de recuperación de calor. La calidad de los gases obtenidos será similar a aquella del ciclo abierto, pero con menores temperaturas y menor velocidad de salida, dado que los mismos pierden energía cuando circulan por la caldera. El caudal másico de emisión durante la operación de la CTBL a gas natural es de 688 kg/s, mientras que para la operación a combustible líquido es de 709 kg/s.

A continuación se presenta una tabla con las características que tendrán los gases de escape una vez que hayan atravesado la caldera de recuperación de calor.

Tabla 13. Característica de los gases de escape una vez atravesada la caldera.

Parámetro		Combustible utilizado	
		Gas Natural	Diesel
Velocidad [m/s]		30	
Temperatura [°C]	Máxima ¹	94	149
	Garantía ²	93	151
	Mínima ³	92	150
Caudal másico total [kg/s]	Máxima ¹	627,9	628,8
	Garantía ²	688	709
	Mínima ³	707,3	708,4
Caudal másico por contaminante [g/s]	NO _x	36,8	56,4
	CO	23,92	70,5
	SO ₂	-	140
	PM total	2,2	11,28
	PM 10	-	-

¹ Condiciones de máxima: Temperatura del aire: 37,5°C; presión atmosférica 1,013 bara; 60% de humedad relativa.

² Condiciones de garantía: Temperatura del aire: 15°C; presión atmosférica 1,013 bara; 60% de humedad relativa.

³ Condiciones de mínima: Temperatura del aire: -1,6°C; presión atmosférica 1,013 bara; 60% de humedad relativa.

Cabe destacar que estos valores corresponden a los parámetros garantizados de las emisiones de cada combustible a la salida de la turbina presentados en la oferta técnica por la Contratista. Los valores garantizados de las emisiones son sobre una base individual de la turbina a gas y no incluyen contribuciones del aire ambiente. Los mismos aplican durante la operación en estado estacionario y no durante los arranques, paradas, transferencia de combustible, condiciones transitorias y/o actividades de puesta en servicio iniciales.

La central tendrá la posibilidad de funcionar como ciclo abierto. La velocidad de salida de los gases de ciclo abierto varía entre 40,6 m/s y 62,3 m/s según si se utiliza gas natural o fueloil como combustible. Asimismo, la temperatura de salida es de 581 °C en operación con GN y de aproximadamente 554 °C, operando con GSL.

Si bien los caudales másicos emitidos no variarán con la ampliación a ciclo abierto de la CTBL, dado que se modifica la velocidad con la que éstos son emitidos, sí se verán alteradas las concentraciones de los distintos componentes.

El Punto 5 del Anexo de la Resolución N° 13/12 del ENRE, establece las frecuencias mínimas de muestreo de gases en unidades generadores de energía. Al respecto, determina que las unidades de ciclo combinado sin agregado de combustible en el recuperador de calor, son consideradas similares a las turbinas de gas en ciclo abierto. Las unidades de turbo-gas que puedan utilizar indistintamente combustibles líquidos o gaseosos, como las de la CTBL, deberán realizar mediciones de NO_x, SO₂, MPT, O₂ y temperatura con frecuencia trimestral. Asimismo se deberá informar el contenido de humedad y la velocidad de salida del efluente a partir de una memoria de cálculo y considerando los datos de combustión.

Si en el trimestre la unidad fuera despachada menos de 300 horas continuas o discontinuas, no deberá efectuarse la medición correspondiente a ese trimestre. En caso de darse esta situación durante varios trimestres consecutivos, las mediciones indicadas deberán efectuarse cada 720 horas de marcha acumuladas.

Si durante un semestre completo a partir de la última medición, la unidad fuera despachada exclusivamente con gas natural, se deben realizar mediciones semestrales de temperatura, NO_x y O₂ y análisis químico del gas natural consumido con indicación del contenido de azufre. Asimismo, el contenido de humedad y velocidad de salida de los gases se informará a partir de una memoria de cálculo teniendo en cuenta los datos de combustión.

Tal como se desarrolló en el Punto 3.3.2.6, las dos chimeneas contarán con sistemas continuos de toma de medición y análisis de NO_x, CO, O₂, SO₂ y opacidad, de los gases de salida. La chimenea de la caldera auxiliar, por su parte, contará con analizadores de gases de escape de NO_x, CO, O₂ (Punto 3.3.2.2). Además, todas las chimeneas tendrán instalaciones para posibilitar la toma de muestras manuales, a fin de evaluar los componentes adicionales.

3.5.4 Ruidos y vibraciones

Durante la etapa de construcción se producirán emisiones de ruidos y vibraciones debido al funcionamiento de maquinarias tales como retroexcavadoras, zanjadoras mecánicas, rodillos compactadores, compactadores manuales, camiones mezcladores, volcadores, regadores, dosificadoras de hormigón, entre otros. Para evitar efectos en la salud de los trabajadores, se tomarán las medidas de control y protección auditiva que resulten necesarias.

Por otra parte, los principales equipos incorporados que generarán ruidos y vibraciones durante la operación de la Planta a ciclo abierto, serán el turbogenerador de vapor y la caldera de recuperación de calor. Al respecto, el proveedor garantiza un nivel acústico menor a 85 dB(A) para cada uno de estos equipos junto con sus auxiliares. Tal como se mencionó anteriormente ambos equipos se encontrarán aislados acústicamente con el exterior.

La evaluación considera el nivel sonoro en las proximidades del cerramiento acústico de los equipos, tal como se muestra en la Figura 13 y Figura 14. Estos valores se proveen para condiciones de trabajo en estado estacionario a carga base, en un medio libre de ruido. Los métodos utilizados para la medición fueron definidos por Siemens según sus procedimientos de test acústicos.

El impacto sonoro resultante de la operación de estos equipos es evaluado en detalle en el Capítulo 5 – Estudios especiales.

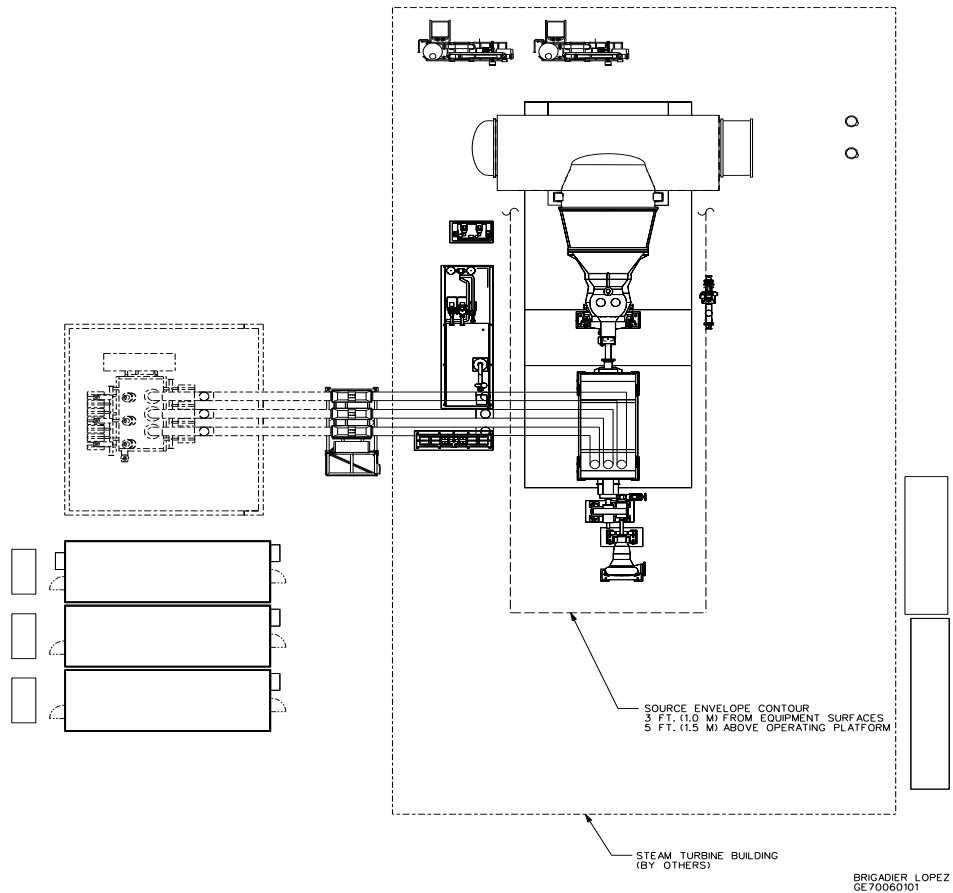


Figura 13. Cerramiento de protección acústico - turbogenerador de vapor.

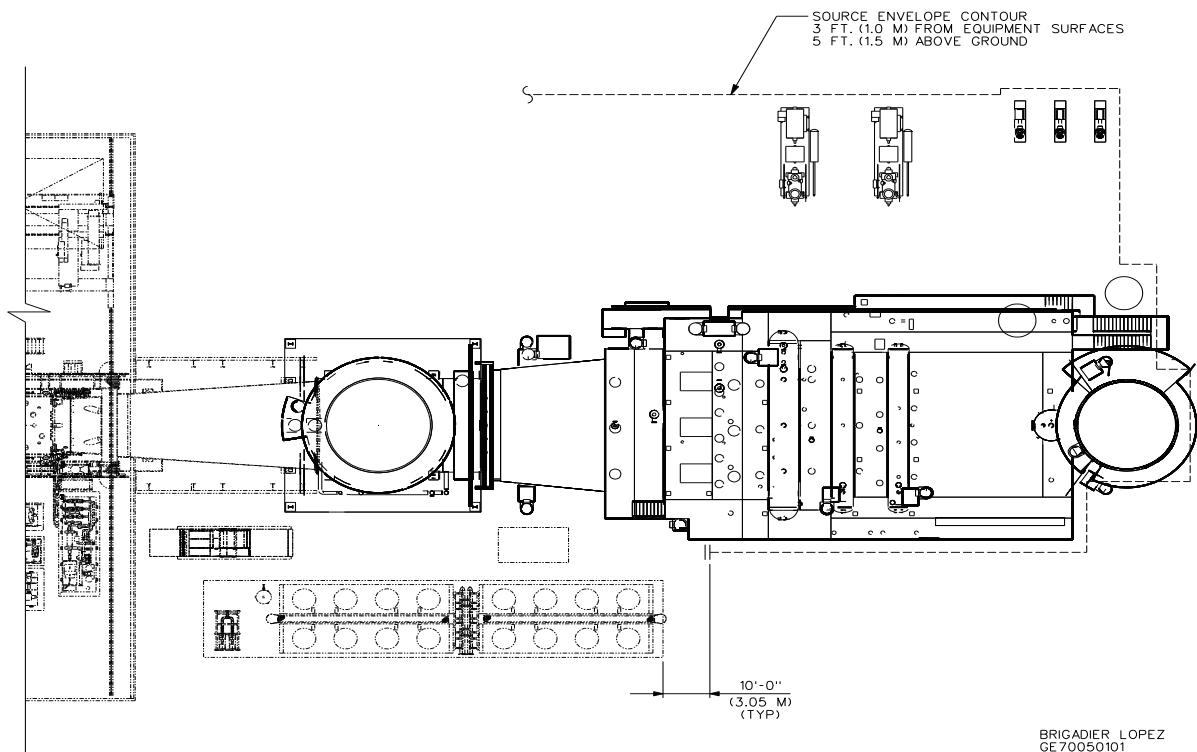


Figura 14. Cerramiento de protección acústico - caldera de recuperación de calor.

Las vibraciones producto del funcionamiento normal de la CTBL serán minimizadas mediante la incorporación de sistemas aislantes a los equipos que lo requieran. De este modo, se considera que dichas vibraciones no serán significativas.

4 COMPONENTE 2 – OBRAS COMPLEMENTARIAS (TOMA DE AGUA, CONDUCCIÓN Y DESCARGA DE AGUA DE REFRIGERACIÓN)

Como se mencionó a lo largo del presente capítulo, para el funcionamiento del ciclo combinado y como obra auxiliar fundamental, será necesario construir el sistema de refrigeración del circuito agua – vapor. En este caso, el sistema será abierto y corresponderá a una toma de agua del río Coronda, su circulación en el intercambiador de calor y su vuelco completo en el mismo río, con un incremento de temperatura que variará entre 7,5 °C y 11,5 °C (situación eventual y con una duración menor a los 30 minutos), dependiendo el régimen de funcionamiento de la turbina de vapor.

De este modo, esta componente del proyecto incluirá:

- a) Obra de Toma de Agua y Estación de Bombeo
- b) Acueducto para Conducción a la Central
- c) Ducto para Conducción de Vuelco desde la Central al río Coronda
- d) Obra de Vuelco

La obra de toma permitirá abastecer con agua cruda al sistema de refrigeración del ciclo combinado. Por otro lado, la misma garantizará el abastecimiento de agua a la planta desmineralizadora y al resto de la Central. En las inmediaciones de la obra de toma se localizará la casa de bombas, en la cual se instalarán tres bombas de agua de circulación para abastecer el condensador de la turbina. Por otro lado en la misma casa de bombas se instalaran dos bombas para alimentar las necesidades de agua cruda de toda la planta incluido el ciclo combinado.

Para conducir el agua de refrigeración hasta la planta se realizará la construcción de un nuevo acueducto con un caudal de diseño de 32.400 m³/h. El mismo tendrá aproximadamente 850 m de largo y 2,3 m de diámetro. El agua para abastecer el resto de la central será conducida por la cañería existente (caudal de diseño de 150 m³/h) que hoy se conecta a las bombas provisionales instaladas sobre un pontón, conducto diseñado para abastecer de agua a la central durante el ciclo abierto.

Luego del paso por la central, el agua cruda utilizada para el sistema de refrigeración, será volcada en el río Coronda, mediante la obra de descarga a ejecutar. El efluente producido por el resto de los sistemas, alimentado por el acueducto existente, será volcado en la descarga ejecutada como parte del ciclo abierto.

A continuación se observa una imagen satelital donde se presenta la ubicación de la obra de toma, la traza del acueducto hasta la CTBL y el punto de descarga en el río Coronda (Figura 15). También allí se puede observar el acueducto existente.

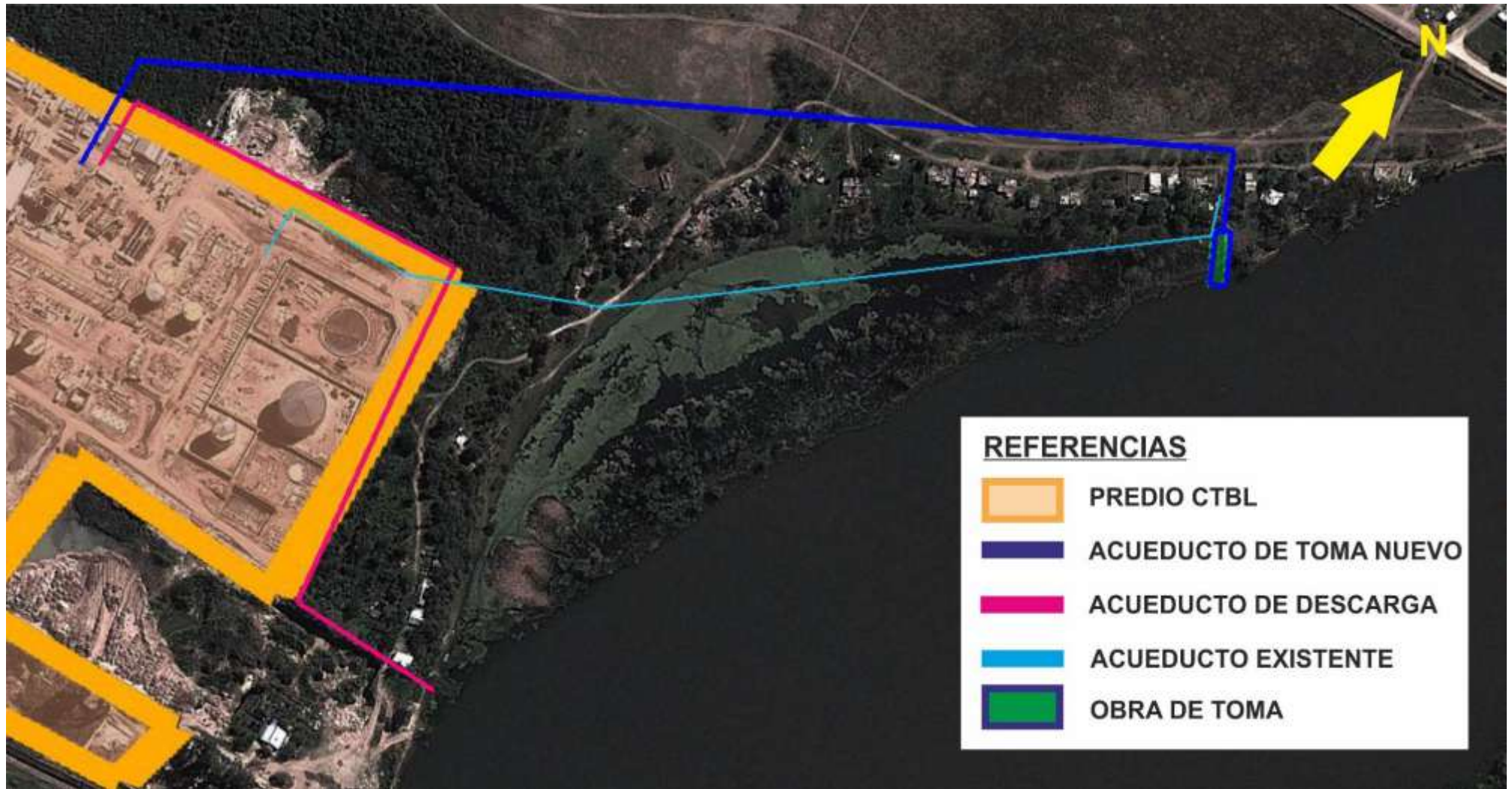


Figura 15. Esquema de obra de toma y descarga.

4.1 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

4.1.1 Toma de Agua y Estación de Bombeo

La obra de toma a construir consistirá en un recinto ubicado sobre el río Coronda. El mismo se instalará en un sector donde actualmente se encuentra el pontón flotante que alimenta al acueducto existente y una bajada de acceso al río desde donde se realizan actividades de pesca de subsistencia y/o recreativa (Figura 16).

La estación estará protegida por rejas o barras metálicas en relación a la posible llegada intempestiva de grandes objetos flotantes, capaces de provocar obstrucciones y deterioros en las bombas.

Tal como se expuso anteriormente, en dicha casa de bombas se instalarán tres bombas de agua de circulación, que deberán alimentar al sistema de refrigeración con 32.400 m³/h de caudal pico. Por otro lado, en la misma casa de bombas se instalarán dos bombas para alimentar las necesidades de agua cruda de toda la planta, con un caudal máximo de 150 m³/h.

El primer grupo de bombas mencionado abastecerá al condensador de la turbina mediante un acueducto a instalar de 2,3 m de diámetro, mientras que el otro utilizará el acueducto ya existente (0,2 m de diámetro), que hoy se conecta a las bombas provisionales instaladas sobre el pontón al norte de la futura casa de bombas. Esto se debe a que en caso de estar fuera de servicio la turbina de vapor, no funcionarán las bombas de agua de circulación, por lo que se debe contar con un esquema que posibilite el abastecimiento del resto de la planta.

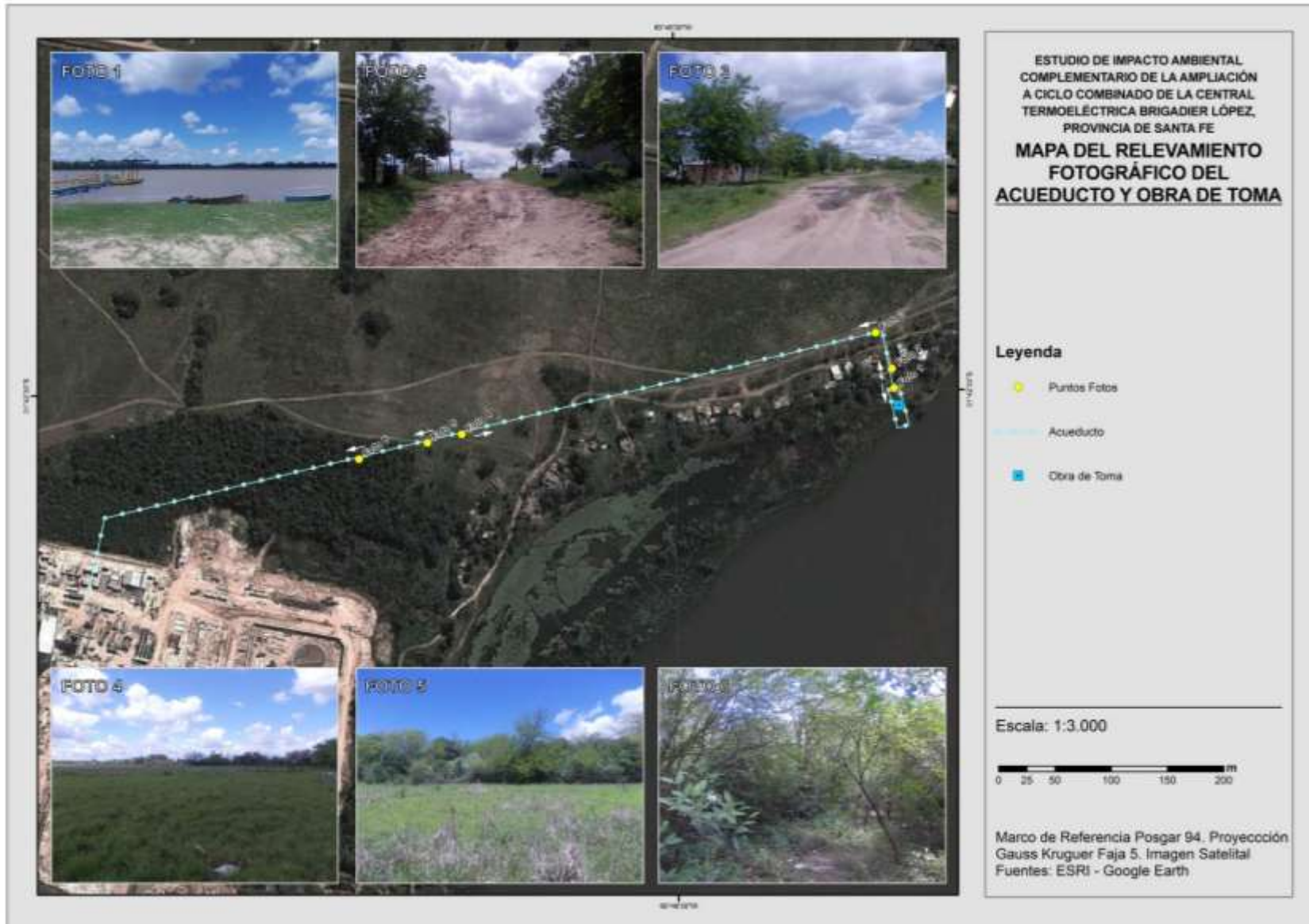


Figura 16. Relevamiento fotográfico de usos en la zona donde se proyectará la obra de toma y el acueducto de conducción.

4.1.2 Acueducto

La cañería de impulsión de agua que irá desde la estación de bombeo hacia el predio de la Central (Figura 16), será un conducto de PRFV (Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio) de 2,3 m de diámetro y aproximadamente 850 m de longitud que será construido a partir de una apertura de zanja de aproximadamente 18 m de ancho en su parte superior. Este acueducto a construir se complementará con el existente a modo de abastecer de agua a toda la planta. Particularmente aquél en análisis será el que abastecerá el agua para el sistema de refrigeración.

Tal como puede observarse en la figura anterior, luego de la obra de toma, la traza tomará por 50 m una dirección noroeste. En dicho tramo, el acueducto se encuentra proyectado sobre una calle de tierra, la cual posee un ancho aproximado de 12 metros adyacente al cual se encuentran viviendas (20 metros de frente a frente). En este sentido, deberá considerarse una metodología constructiva del acueducto que no afecte las mismas. Como parte del proyecto se prevé el relleno desde la barranca hasta la obra de toma, permitiendo la materialización de un viaducto que conecte estas zonas.

Posteriormente, la cañería tomará una dirección sudoeste por aproximadamente 715 m, manteniéndose durante los primeros 285 m paralelo a un camino de tierra que permite el acceso a las viviendas apostadas sobre la barranca. Hacia el oeste de dicha calle, se identifican limitados sectores donde animales realizan pastoreo pero la mayor parte no presenta usos asociados.

Luego, por aproximadamente 135 m, la traza atraviesa espacios sin uso aparente, para luego ingresar por una zona boscosa, donde luego realiza otro giro en dirección sudeste hasta ingresar al predio.

Es dable mencionar, que el espacio por donde se proyecta el acueducto es un predio privado. Las viviendas identificadas a lo largo de la barranca ocupan el espacio de manera informal.

La cañería se instalará respetando una tapada de diseño de 1,8 m, o una tapada mínima de 1,10 m en caso de interferencias puntuales. También podrán definirse otros valores de tapada en los planos del proyecto. Sin embargo, no se permitirá colocar cañerías bajo calzada con tapadas menores a la mínima.

La tubería se colocará sobre un lecho de apoyo de 10 cm de espesor con material aprobado.

Las excavaciones se realizarán en seco. Cuando sea necesario eliminar agua subterránea, se deberá prever su desagote o la depresión de la napa, según resulte conveniente. Las operaciones de desagote serán adecuadas para asegurar la estabilidad de las estructuras adyacentes y la integridad de la obra terminada. La determinación del mejor sistema de apuntalamiento, talud y otras precauciones que garanticen la estabilidad y seguridad del personal, será definido a partir de la realización de un estudio de suelos. Una vez concluida la obra, el nivel de agua subterránea deberá volver a su valor original, por lo que se deberá considerar la flotación o el asentamiento de la cañería para el caso de ascenso extraordinario del nivel freático.

Los rellenos y terraplenamientos se realizarán en capas uniformes, evitando el volcado directo sobre la cañería. Los materiales de asiento se colocarán de manera pareja alrededor de la cañería para que al compactarse, el material provea un soporte uniforme en el fondo y los laterales. Asimismo, el material de relleno deberá estar libre de piedras o cualquier otro elemento que pudiera dañar el revestimiento de la cañería. En etapa de excavación se deberá proteger la capa vegetal superior para lo cual se dispondrá a un costado, de modo de poder restituirla una vez realizado el relleno.

A fin de garantizar la seguridad del tránsito vehicular y peatonal, tanto de terceros como de personal afectado a la obra, se instalarán señales que deberán mantenerse visibles, limpias y reflectantes. Las mismas se colocarán en sitios que presenten situaciones de riesgo, tales como estrechamientos de calzada, desvíos provisorios, excavaciones o cunetas profundas, desniveles de pavimento o entre calzadas adyacentes, máquinas, obreros trabajando u otros, citados como ejemplo no taxativo.

Los tramos de cañería de acero que sean necesarios colocar según surja del proyecto, estarán adecuadamente protegida contra la corrosión con corriente impresa, la cual se obtendrá con un rectificador de corriente que suministrará la intensidad necesaria para obtener un potencial no mayor a -850 mV. La cañería aérea será aislada de la parte enterrada mediante juntas dieléctricas.

Se efectuará la prueba hidráulica del acueducto por tramos. La misma se realizará una vez que la cañería haya sido montada, mientras la zanja siga abierta. La tubería se mantendrá llena con agua a presión, como mínimo durante 24 hs antes de iniciar la prueba. La presión de prueba se mantendrá durante 1 hs como mínimo y luego se procederá a inspeccionar todo su recorrido. No deberán observarse exudaciones ni pérdidas, ni disminuciones en las marcas de los manómetros. Luego se verificará la inexistencia de pérdidas invisibles manteniendo la presión durante 1 hs más, en la cual no deberán observarse variaciones en los manómetros. Toda junta que presente fallas o acuse pérdidas durante la prueba, deberá ser reparada y luego se repetirá la prueba.

4.1.2.1 Metodología constructiva

La instalación de la cañería de PRVF se realizará mediante el sistema a cielo abierto. La misma consistirá en la excavación de una zanja con talud 1:2. Tal como puede observarse en la Figura 17, la excavación será de aproximadamente 4 m de profundidad y 2,3 m de ancho en su base, mientras que en la superficie alcanzará los 19 m.

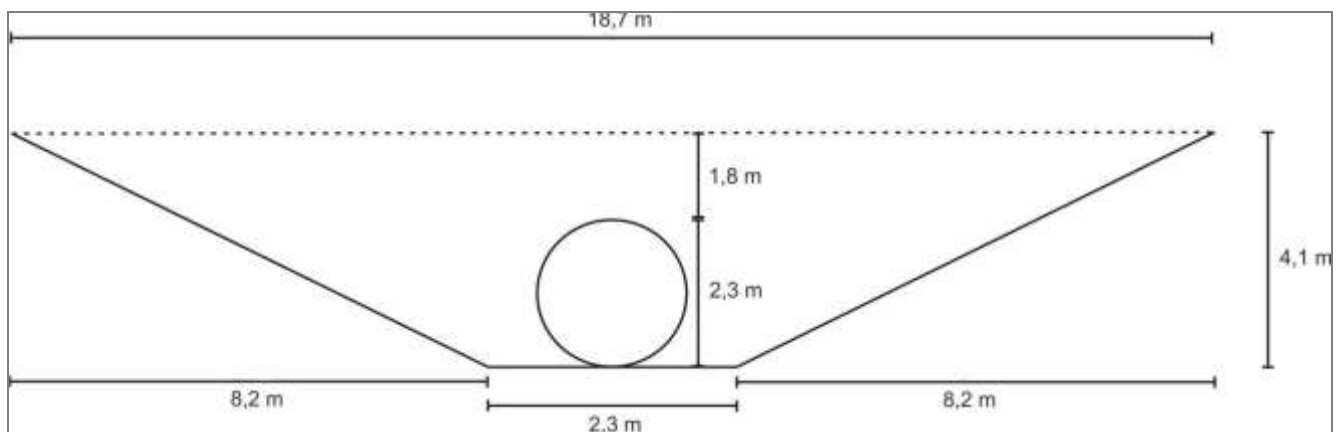


Figura 17. Medidas de la zanja a escavar para instalar la cañería.

Se considerará en este caso además, un ancho de 3,5 m a uno de los lados para disposición de tierra, y hacia el otro 11 m para movilización de vehículos.

Cuando el avance de obra deba atravesar los caminos vehiculares, se ejecutará el desvío del tránsito a fin de permitir el tendido de la cañería en este tramo. Previo a su ejecución se deberá planificar la comunicación a la comunidad afectada por los cortes desvíos, informando acerca de riesgos potenciales, rutas alternativas, etc.

4.1.2.2 Residuos, efluentes y emisiones

Los residuos a ser generados podrán clasificarse en peligrosos, inertes o asimilables con domiciliarios dependiendo de su corriente de generación. En términos generales se espera generar residuos típicos de obra como aceites usados, restos de resinas, pinturas, solventes y disolventes, así como restos inertes de materiales de construcción y de los provenientes de las excavaciones. En este último caso se espera generar una serie de materiales derivados del desmonte y desbroce en las zonas de obra, así como materiales excavados que no cumplan con los requerimientos para ser utilizados nuevamente como relleno de las distintas aperturas. Cabe mencionar que el mantenimiento de equipos no se realizará en el frente de obra, sino en ámbitos adecuados.

En el caso de los efluentes líquidos, más allá de los drenajes propios dados por evento de lluvia, y especialmente en base a que la metodología constructiva será en seco resulta factible generar trasvases de agua desde la capa acuífera freática deprimida hacia alguna conducción superficial artificial o cuerpo de agua natural.

Las emisiones gaseosas principales serán del tipo móviles provenientes de vehículos o equipos portátiles de generación de energía eléctrica (generadores a base de combustible líquido), que serán utilizados durante las tareas de construcción.

4.1.3 Descarga

Una vez que el agua fue utilizada para el sistema de enfriamiento en el condensador, la misma será volcada nuevamente al río Coronda, en las inmediaciones de la Central. La descarga se realizará mediante una cámara disipadora, volcando el mismo caudal requerido por el condensador (pico de 8,5 m³/s).

Tal como puede observarse en la Figura 18, la traza de la descarga recorrerá gran parte de su extensión dentro del predio de la Central, limitando con algunas viviendas. La descarga sobre el río se realizará en las inmediaciones del vuelco pluvial de la Central, en una bajada al río, encontrándose también algunas viviendas en las inmediaciones.



Figura 18. Relevamiento fotográfico de la zona donde se implantará el acueducto de descarga

4.2 TECNOLOGÍA A INSTALAR Y OPERACIÓN

4.2.1 Toma de Agua y Estación de Bombeo

Tal como fue mencionado anteriormente, la estación de bombeo tendrá en cuenta el abastecimiento de agua para dos sistemas de la CTBL, el agua de refrigeración y la alimentación a la planta desmineralizadora y otros servicios.

El diseño de la estación de bombeo considera la instalación de bombas verticales con motor en superficie aptas para agua cruda, lo cual implica la construcción de una cámara de aspiración a tal efecto.

Para el sistema de alimentación para agua de refrigeración, se instalarán tres bombas centrífugas de turbina vertical (dos para operación y una de reserva), para agua de río. El punto de funcionamiento en el que deberán trabajar es de 4,5 m³/s de caudal por bomba, y una altura manométrica de 14,11 metros de columna de agua. Las bombas contarán con un filtro canasto ubicado en la boca de succión.

Por otra parte, el sistema de abastecimiento de agua para la planta desmineralizadora contará con dos bombas centrífugas de turbina vertical (una para operación y otra para reserva). El punto de funcionamiento para dichas bombas será de 0,36 m³/s de caudal por bomba, y una altura manométrica de 37 metros de columna de agua.

En la alimentación a las bombas se colocarán compuestas tipo stop log para abertura y de accionamiento manual con pedestal y volante. Estas compuertas permitirán la aislación para operaciones de mantenimiento.

También se instalará previo a la alimentación un equipo limpiarrejas automático a cadena con una separación entre barros de 30 mm, para eliminar residuos de tamaño superior a 5 cm del sistema. Los residuos sólidos provenientes de cada equipo limpiarrejas serán volcados en un contenedor de residuos ubicados directamente debajo de la boca de descarga de cada uno de ellos. Posteriormente a los limpiarrejas, se instalarán filtros a cadena para retención de los residuos de tamaño superior a 2 mm.

Agua arriba y abajo de cada conjunto conformado por el equipo limpiarrejas y el filtro a cadena, se instalarán compuertas tipo "stop log", para aislarlo, dejarlo en seco con bombas portátiles y poder realizar las operaciones de inspección y mantenimiento. El sistema de ascenso y descenso se realizará por medio de una viga pescadora con ganchos que se insertarán en aberturas realizadas en cada tramo de compuerta. El sistema de enganche será automático por medio de varillajes y contrapesos. Para realizar estas operaciones se utilizará uno de los puentes grúa a instalar en la estación de bombeo.

Todas las electrobombas serán dispuestas en dársenas y diseñadas siguiendo las recomendaciones de los fabricantes y de las normas correspondientes.

Para las operaciones de instalación y mantenimiento de los equipos de bombeo se ha dispuesto la instalación de un puente grúa de 15 ton. Este puente deberá permitir la elevación de la parte más pesada y de mayor altura de las bombas a instalar.

También está incluido el sistema de instrumentación y control, la totalidad de las instalaciones de fuerza motriz, iluminación, señalización, comunicación, y dispositivos necesarios para el funcionamiento de todas las instalaciones.

4.2.2 Obra de Descarga

La obra de descarga del agua proveniente de la refrigeración de la CTBL, se hará por conducto circular enterrado, de PRFV similar al empleado para la cañería de impulsión.

La tubería a presión conduce al agua de refrigeración desde el condensador hasta la desembocadura en la cámara disipadora. Se extiende en una longitud de 100 m por fuera del predio de la CTBL y unos 480 m bordeando el mismo, hasta alcanzar el condensador, encontrándose totalmente enterrada y asegurada para que no se produzcan dislocamientos. La tapada mínima en todo el tramo es del orden de 1,5 m, con una pendiente del 1% a lo largo de la misma. El diámetro que determina la conducción hasta la cámara de carga superior será de DN 2300 mm.

El caudal de descarga será el mismo que el previsto para el sistema de refrigeración, con un pico máximo de 8,5 m³/s.

La disipación de energía proveniente de la tubería a presión se efectúa con dos dispositivos, una parte mediante una cámara superior del tipo VI, del USBR, ubicada en el coronamiento de la barranca, y para la energía residual se dispondrá de un disipador del tipo CSU (The Colorado State University). Ambas estructuras cumplen dos funciones: disipar la energía del flujo y salvar el desnivel topográfico (barranca), permitiendo alcanzar el pie de la barranca con una energía mínima, que resulte aceptable para el vertido posterior al río.

La obra de descarga se compone de diversos elementos que a continuación se mencionan:

1. Tubería a presión
2. Cámara de carga superior
3. Cuenco disipador tipo CSU
4. Protección del lecho del río.

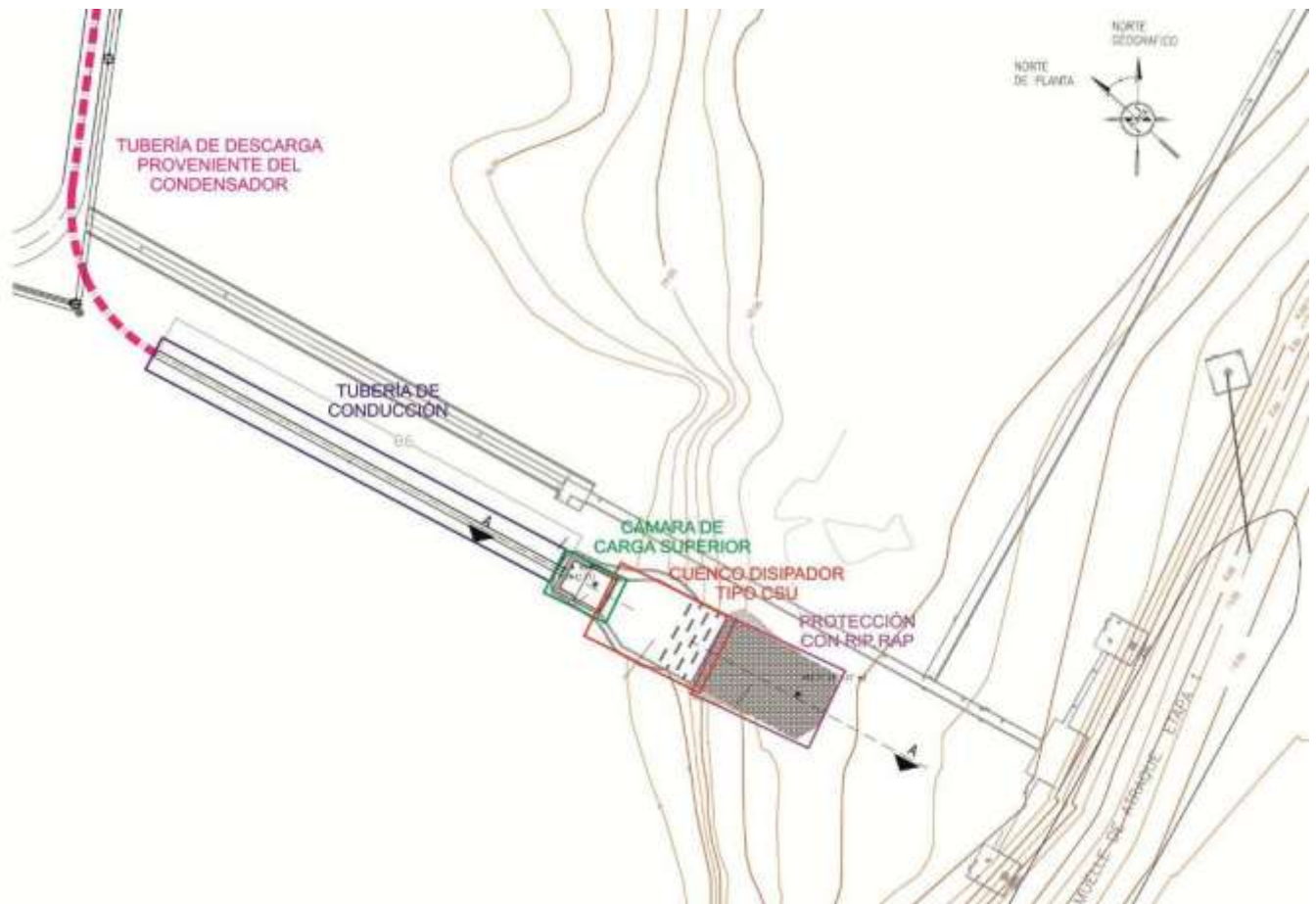


Figura 19. Obra de descarga. Vista superior

La cámara de carga superior (Figura 20), del tipo VI según el United States Bureau of Reclamation (USBR), ubicada sobre el coronamiento de la barranca, posee dos compartimientos, uno a la salida de la descarga de la tubería, donde incide el chorro y otra en la que se produce un resalto que tiene características propias y adopta una forma definida según sea la relación de la energía que debe ser disipada, luego conduce el caudal hacia el cuenco disipador, ambas cámaras se encuentran separadas por una pared vertedora. El ancho de la cámara será de 6,88 m.

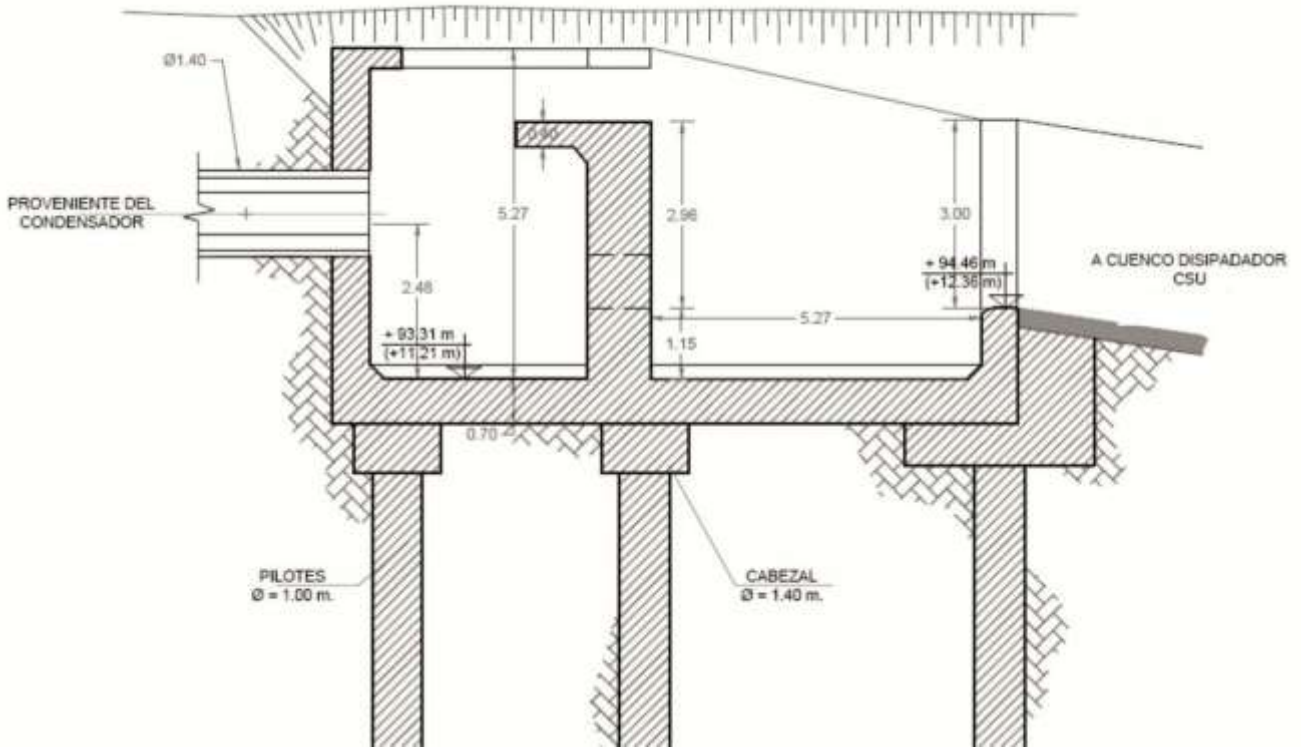


Figura 20. Cámara de carga superior.

El dissipador tipo CSU, vinculará el coronamiento de la barranca (salida de la cámara superior) con el pie de la misma, utilizará filas escalonadas de bloques en hormigón (elementos de rugosidad), los mismos le confieren rugosidad y así permitir disipar la energía residual proveniente de la cámara superior, ayudando a la disminución de la velocidad de vertido al río.

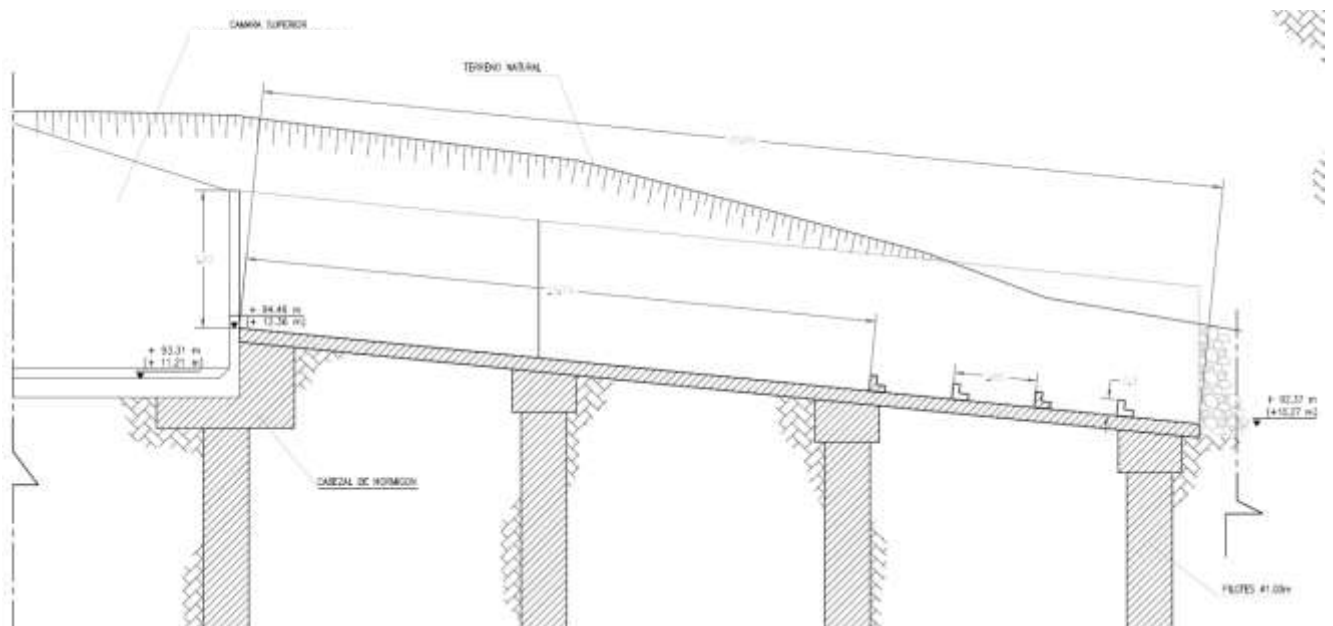


Figura 21. Dissipador tipo CSU.

A la salida del cuenco se dispone una protección del lecho del río, con rip-rap para evitar erosiones retrógradas causadas por las velocidades del vertido al río, o por posibles turbulencias localizadas, que puedan provocar inestabilidad a la estructura disipadora de pie.

Esta protección semipermeable cubre el lecho y evita el contacto directo de la corriente con el material que lo forma, aunque no evitan que el agua pueda fluir entre sus huecos, perpendicularmente a la protección, para evitarlo requiere de la colocación de un filtro entre el material del lecho y el material resistente al flujo que forma la coraza de protección. El filtro detiene el material de la orilla y evita que pase a través de los huecos que forman los elementos del recubrimiento. El diámetro será cercano a los 12 cm, por lo que el espesor de coraza será el doble, adoptándose uno igual a 30 cm. El filtro tendrá un espesor de 15 cm y debe respetar las relaciones de filtro correspondientes.

5 BIBLIOGRAFÍA

TURNER, M., GARDNER, R.H. Y O'NEILL, R.V. (2001). Landscape ecology in theory and practice: pattern and process. Springer- Verlag, New York.