

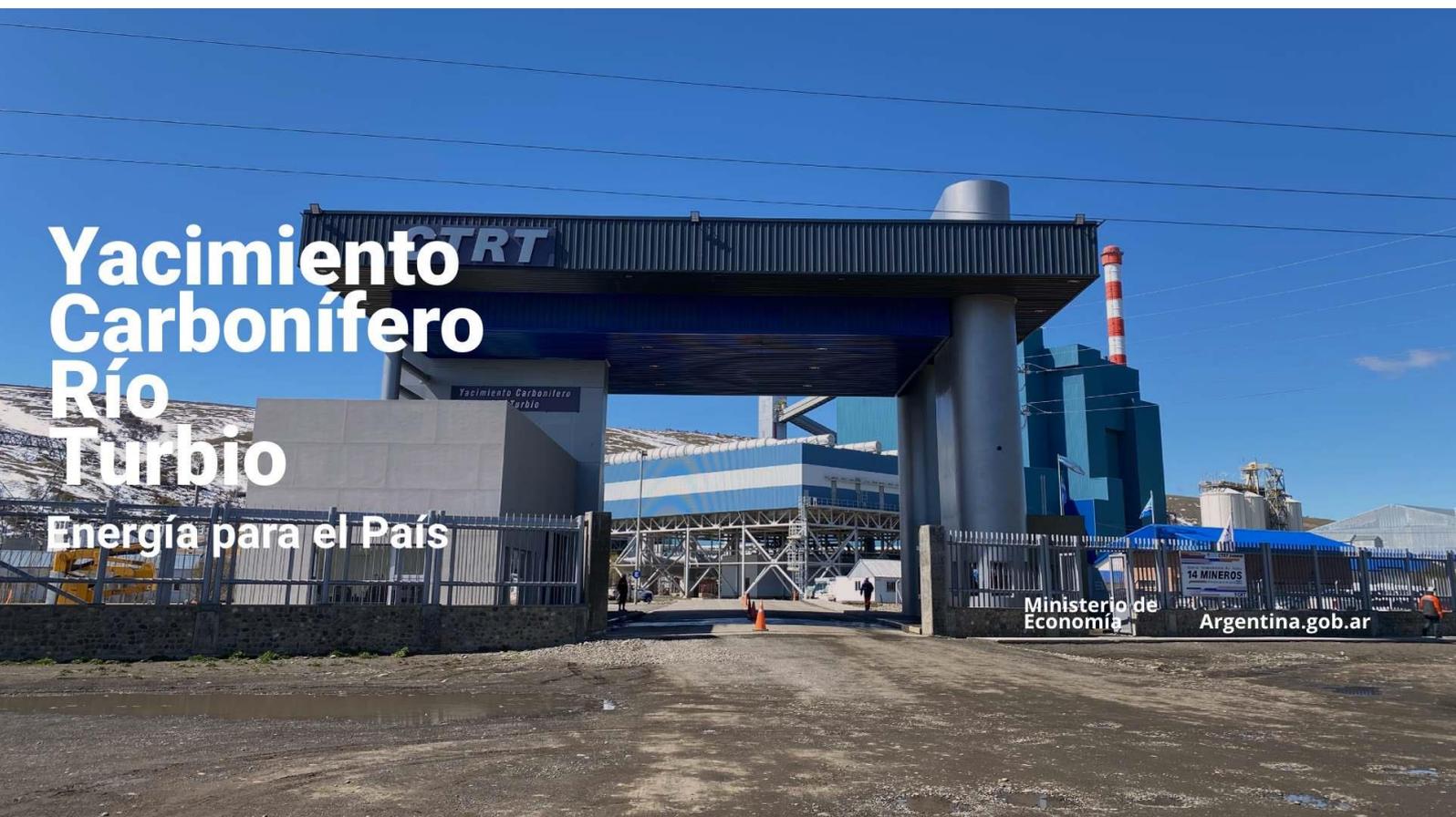
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Fase de Operación de la Central Térmica Río Turbio CTRT 14 Mineros

Documento de divulgación

**Yacimiento
Carbonífero
Río
Turbio**

Energía para el País



Santa Cruz
Gobierno de la provincia

MINISTERIO DE
SALUD Y AMBIENTE

Audiencia Pública
Septiembre 2023

ÍNDICE

1. Documento de divulgación	3
2. Resumen	3
3. Marco legal	5
4. Descripción del proyecto	5
4.1 Ubicación e instalaciones	5
4.2 Características técnicas	6
5. Línea de base ambiental	12
5.1 Medio físico	12
5.2 Medio biótico	14
5.3 Paisaje	16
5.4 Medio socioeconómico	16
6. Sensibilidad ambiental	17
7. Impactos ambientales y medidas de mitigación	18
8. Plan de gestión ambiental	22
9. Conclusiones	24

1. Documento de Divulgación

El presente documento está desarrollado como Documento de Divulgación cuyo propósito principal es presentar los aspectos más destacados del Estudio de Impacto Ambiental - EsIA correspondiente a la Fase de Operación de la Central Termoeléctrica Río Turbio 14 Mineros CRTT. Su objetivo es proporcionar la información básica que describe al proyecto de la CRTT como su ubicación, la tecnología empleada y la logística, así como ofrecer una breve descripción de la Línea de Base Ambiental. Además, se ofrece un resumen conciso de los Impactos Ambientales evaluados, las Medidas de Mitigación y el Plan de Gestión Ambiental que se implementarán.

2. Resumen

El proyecto de la Central Térmica Río Turbio CRTT – 14 Mineros es un proyecto estratégico a nivel nacional, regional y local. Esta central, ubicada en la localidad de Río Turbio, Pcia. De Santa Cruz, en un predio de unas 30 has ubicado en el cruce de las Rutas 40 y 20, frente a Julia Dufour, tendrá una capacidad de 240 MVA y suministrará energía al sistema interconectado nacional - SADI. Es considerada la central térmica de carbón más austral del mundo y jugará un papel importante en el desarrollo económico del sur de Argentina.

La CRTT no solo contribuirá a la generación eléctrica a nivel nacional, sino que también completará la extensión del SADI a todo el territorio nacional. Anteriormente, la Patagonia estaba eléctricamente separada del resto del país, pero con la entrada en servicio de la central y la expansión de la infraestructura de transporte, se logra la conexión total.

Otro punto importante es el aprovechamiento de manera eficiente del recurso carbón, contando con tecnología que permite reducir significativamente los impactos ambientales. Es importante destacar que Río Turbio posee la reserva de carbón más importante del País con unas 750 millones de toneladas de las 825 totales, lo que brinda la oportunidad de utilizar el recurso local de manera sostenible y contribuir al desarrollo económico de la zona, garantizando al mismo tiempo un enfoque respetuoso con el medioambiente.

Al respecto la CRTT utiliza tecnología de lecho fluidizado en sus calderas, lo que permite una combustión más completa y la reducción de emisiones de gases como NOx y SOx. Adicionalmente, se han incorporado dispositivos de reducción de emisiones, tanto de gases como de material particulado mediante filtros de mangas en los ductos de gases, de modo de reducir aún más y garantizar el cumplimiento de los estándares establecidos de emisiones a la atmósfera. A nivel operativo la central cuenta con un Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS) que registra y controla las emisiones de gases de chimenea en tiempo real, asegurando el cumplimiento de las normativas ambientales.

El proyecto de la CRTT ha sido estudiado y modificado en varias ocasiones para mejorar su desempeño ambiental. Se han llevado a cabo estudios de impacto ambiental: Inicialmente por el Servicio Geológico Argentino – SEGEMAR (2008) cuando la potencia de la Central estaba planeada para ser de 70 MVA - 2x35 MVA. Luego, por Serman & Asociados s.a. (2008), en la reformulación del proyecto que elevó de 70MVA de potencia instalada total a 240 MVA – 2x120 MVA con la privatización y adquisición por parte del Consorcio Isolux-Corsan. Ante la falta de avances finalmente se produjo la reestatización de la Central Térmica, con la consiguiente formación de YCRT – Yacimientos Carboníferos Río Turbio, realizándose una serie de cambios al proyecto, a fin de mejorar sus aspectos ambientales. Los estudios ambientales estuvieron a cargo de la Universidad Tecnológica Nacional – UTN en dos trabajos entre los años 2011 y 2015.

En líneas generales y como consecuencia de los antecedentes existentes, el Proyecto obtuvo Autorización Ambiental para la Fase Construcción, quedando pendiente la Fase Operación, que es el elemento sustantivo de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EsIA para esa Fase.

El presente EsIA de la Fase Operación de la CTRT se ha enfocado en diversas acciones de modo de abordar de manera concreta y precisa los aspectos ambientales claves del proyecto en su funcionamiento. En primer lugar, se realizó un exhaustivo análisis crítico de los antecedentes, seleccionando aquellos aspectos válidos y descartando aquellos que habían perdido validez debido a un tratamiento deficiente, modificaciones en el proyecto o su antigüedad. Esta revisión permitió contar con una base sólida y actualizada de información. Además, se han evaluado las consecuencias de las diferentes modificaciones realizadas al proyecto original. Se ha trabajado en identificar y aplicar soluciones que minimicen los posibles efectos negativos y maximicen los beneficios ambientales. Otro aspecto relevante ha sido abordar y resolver en forma concreta los puntos clave que aún no habían sido tratados. Esto ha implicado un enfoque proactivo para identificar las problemáticas pendientes y buscar soluciones adecuadas. Se ha puesto especial énfasis en abordar estos aspectos de manera integral y efectiva, considerando las mejores prácticas y tecnologías disponibles.

El enfoque adoptado en este EsIA ha girado en torno a varios ejes fundamentales. En primer lugar, se ha evitado la repetición innecesaria de información que ya ha sido elaborada y aprobada en etapas anteriores del proyecto. Esto ha permitido concentrar los esfuerzos en los aspectos no resueltos y en aquellos que requieren una mayor atención. Además, se ha desarrollado un Plan de Gestión Ambiental realista que contempla los aspectos pendientes y establece programas y plazos concretos. Otra de las acciones claves fue la utilización de la Fase Puesta en Marcha – Prueba de la CTRT para verificar en forma real sus estándares ambientales de funcionamiento, cerrando de ésta manera varios aspectos controversiales. Este enfoque ha permitido que la Central pueda abordar estos aspectos de manera efectiva y con recursos propios. Se ha dado prioridad a la implementación de controles y monitoreos que garanticen el cumplimiento de las normativas ambientales. Asimismo, se ha trabajado en asegurar los aspectos operativos y logísticos, tanto en colaboración con las Autoridades de Aplicación como mediante apoyos externos procurando que las acciones necesarias se lleven a cabo en Río Turbio, donde se encuentra ubicada la central. En tal sentido, en el marco de las políticas provinciales medioambientales, se implementará un Observatorio de la Cuenca Carbonífera de Santa Cruz – OCCSC con su correspondiente Plataforma Interactiva Digital.

Finalmente, se han establecido otras acciones a cargo de YCRT en el marco de la responsabilidad socioambiental-empresaria, con un rol fundamental en el fortalecimiento institucional y comunitario de la zona. Se ha previsto la mejora ambiental de las localidades circundantes, incluyendo aspectos como la infraestructura sanitaria, la higiene urbana, las áreas de reserva y el bioma. Asimismo, se ha promovido la ampliación de la capacidad de los laboratorios provinciales y sectores académicos, y se ha reconocido el impacto positivo en la generación de empleo directo y su efecto multiplicador.

En resumen, el proyecto de la CTRT es una iniciativa clave para el suministro de energía en Argentina. Se ha trabajado en mejorar su desempeño ambiental, implementando tecnologías avanzadas y programas de monitoreo eficientes. La central en pleno funcionamiento tendrá un impacto positivo en el desarrollo económico y la integración eléctrica nacional. El presente EsIA se ha basado en un enfoque integral y preciso, representando un documento esencial para la evaluación y el desempeño ambiental actual de la Central y su operación futura.

3. Marco Legal

El Marco Legal del EsIA resume las leyes, regulaciones y acuerdos relevantes que se aplican al proyecto. Incluye las normativas ambientales y requisitos legales relacionados con la protección del medio ambiente, como resoluciones de conservación, gestión de residuos y calidad del agua y aire, entre otras. También, se hace referencia a tratados internacionales relacionados con el ambiente. Este apartado proporciona una base legal para la evaluación de impacto ambiental y la implementación de medidas de mitigación y cumplimiento.

El proyecto de la Central Térmica Río Turbio – CRT 14 Mineros, en términos ambientales, se encuentra sujeto a normativas tanto nacionales como provinciales. Las nacionales abarcan fundamentalmente aspectos vinculados a los derechos generales a un ambiente sano y de participación ciudadana, tanto con rango constitucional como reconocidos mediante tratados internacionales, así como leyes nacionales de presupuestos mínimos. Además, a nivel nacional, el sector eléctrico cuenta con abundante normativa tanto de la autoridad de aplicación como de organismos reguladores que alcanzan numerosos aspectos de la protección ambiental como de los Sistemas de Gestión aplicable a los agentes del Mercado Eléctrico Mayorista – MEM. A nivel provincial, Santa Cruz dispone de numerosas normativas ampliatorias o complementarias de la nacional, siendo la más significativa la Ley 2658 de Evaluación de Impacto Ambiental y su Decreto Reglamentario 07/06, marco legal por el cual el Proyecto cuenta con Autorización para la Fase Construcción. La Secretaría de Estado de Ambiente de Santa Cruz dependiente del Ministerio de Salud y Ambiente de la provincia es la encargada de evaluar y aprobar el Estudio de Impacto Ambiental de la Fase Operación así como de garantizar el procedimiento de consulta pública, conocer y recoger inquietudes y opiniones tanto de otros organismos como de la comunidad en general.

4. Descripción del Proyecto

4.1 Ubicación e Instalaciones

La Central Térmica Río Turbio se encuentra en un predio de aproximadamente 32 hectáreas, situado junto a la Ruta Nacional 40, en la margen derecha del río Turbio. El acceso al predio se realiza desde la intersección de la Ruta 40 con la Ruta 20. El predio está protegido por una doble barrera de gaviones de alambre tejido sobre una estructura de hormigón. Los principales edificios y estructuras incluyen la sala de calderas, la sala de turbinas, el aerocondensador, la chimenea de escape y las instalaciones eléctricas. También se encuentran depósitos de carbón, cal y residuos de combustión, así como instalaciones para el almacenamiento y tratamiento de combustibles, sistemas de captación y tratamiento de agua, áreas de recepción y administración, sistemas de control y comando, y áreas para el tratamiento de residuos. Todos los edificios y las instalaciones cuentan con los sistemas necesarios para la operación, manejo y control de los equipos.



Figura 1. Implantación del sistema: los puntos 1 y 2 corresponden al YCRT mientras que el punto 3 es la CTRT.

4.2 Características Técnicas

El proyecto se encuentra en proceso de finalización y se espera que entre en servicio con uno de sus dos módulos y un avance de construcción del 80%. Ubicada en un amplio predio, frente a Julia Dufour, esta central térmica a carbón utiliza tecnología de lecho fluidizado y tiene una potencia bruta instalada de aproximadamente 240 MVA, distribuida en dos módulos de 120 MVA cada uno. Cada módulo consta de una caldera, una turbina y un generador eléctrico, con una potencia bruta garantizada de 117.5 MWe en carga base y operando de forma continua, sin restricciones. El combustible utilizado es el carbón mineral extraído del Yacimiento Río Turbio.

La tecnología de lecho fluidizado permite generar una mezcla turbulenta en el proceso de combustión, favoreciendo una reacción química más eficiente de sus componentes, un funcionamiento a una temperatura más baja que las calderas de carbón convencionales, una mayor transferencia de calor y una menor emisión de gases de escape en general, así como una menor generación de huella de carbono en particular.

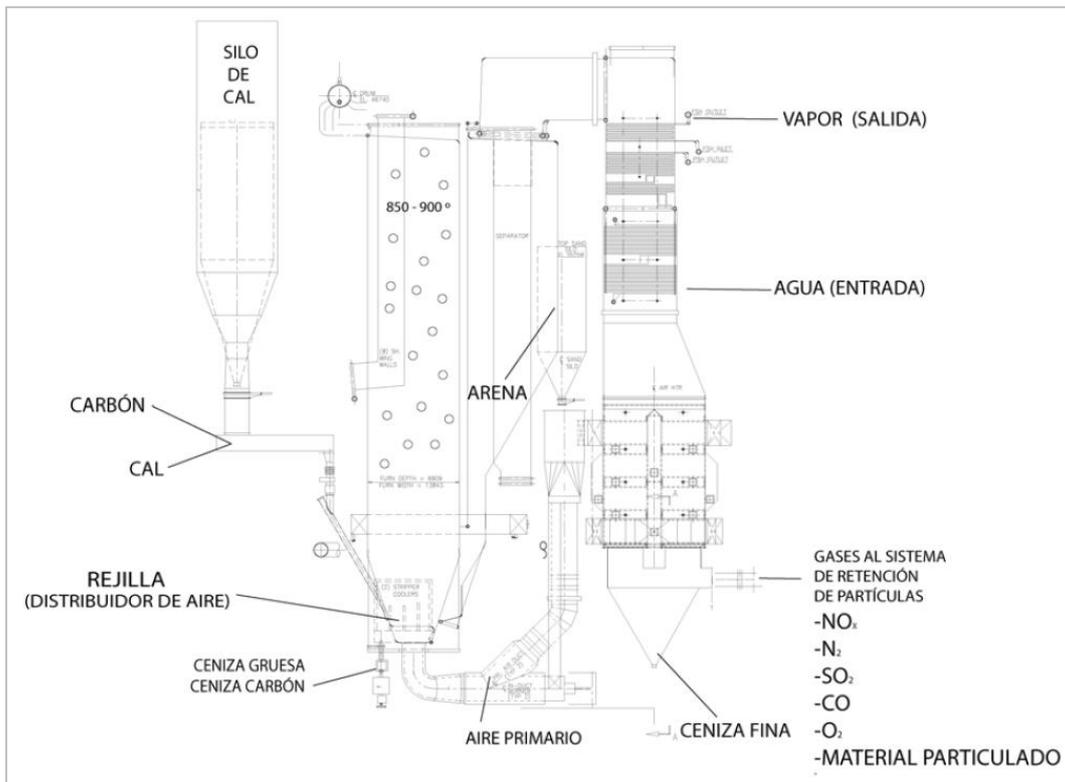


Figura 2. Descripción general del sistema de la CRT.

La central cuenta con un sistema moderno que, a partir de los cambios para su mejor desempeño ambiental, permite la generación de energía a partir del carbón extraído, con menores impactos que los producidos por las centrales a carbón convencionales. A continuación, se describen brevemente los componentes centrales de la CRT y sus implicancias ambientales.

4.2.1. Ingeniería de Procesos

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

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

Como restos de combustión quedará aproximadamente el 40% del total consumido, que se recuperan mediante un doble sistema: por un lado un circuito toma la escoria de los separadores/enfriadores de caldera (stripper/coolers) y por otro las volantes de los precalentadores de aire de caldera y del filtro de mangas. Las volantes se transportan neumáticamente a un silo para su potencial aprovechamiento, o bien a un silo común con las escorias según caso. Estas últimas también se transportan neumáticamente al silo específico para su posterior aprovechamiento o al común para luego ser almacenadas en una celda pulmón, según caso. De la celda pulmón se extraen para ser transportadas a su almacenamiento definitivo.

De forma sintética y genérica, los procesos del sistema de generación de energía eléctrica, se pueden describir de manera integral, y en base al Diagrama de Procesos, según las especificaciones del

Manual de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

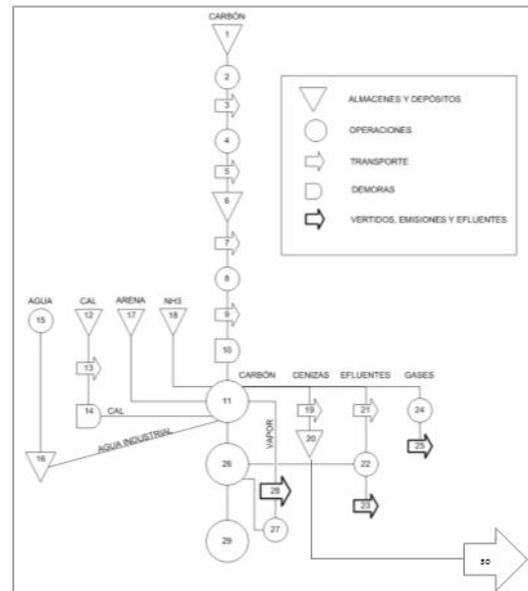


Figura 3. Diagrama de procesos de la CRT.

Los procesos indicados en este diagrama corresponden a:

- 1- Acopio transitorio de carbón en Boca Mina.
- 2- Recepción y trituración primaria del carbón.
- 3- Transporte en cinta de sacrificio.
- 4- Trituración secundaria.
- 5- Transporte en cinta cerrada hasta el predio de la Central.
- 6- Almacenamiento transitorio de carbón en pilas, en la nave ubicada en el predio de la Central.
- 7- Transporte de carbón hacia zona de generación de vapor.
- 8- Trituración terciaria.
- 9- Transporte de carbón hasta los silos de abastecimiento de la caldera.
- 10- Demora en silos de caldera.
- 11- Generación de vapor en caldera de lecho fluidizado.
- 12- Almacenamiento de cal en la Central.
- 13- Transporte de la cal hasta los silos de alimentación de la caldera.
- 14- Demora de la cal en los silos de caldera.
- 15- Extracción de agua y tratamiento de agua de procesos.
- 16- Almacenamiento de agua de procesos.
- 17- Almacenamiento de arena.
- 18- Almacenamiento de amoníaco en base acuosa – Proceso para casos in extremis a confirmar en la propia Fase Operación.
- 19- Transporte de restos de combustión, sólidos y polvos, hasta la nave de

almacenamiento transitorio. 20- Almacenamiento transitorio de restos de combustión. 21- Transporte de las purgas y pérdidas hasta la planta de tratamiento de efluentes. 22- Tratamiento de los efluentes de planta. 23- Reúso de efluentes - Vertido excepcional de los líquidos procesados al río. 24- Filtrado de gases de combustión, para la retención de sólidos y particulado (filtros de manga). 25- Salida de las emisiones gaseosas por chimenea. 26- Expansión el vapor en la de turbina y accionamiento del generador eléctrico. 27- Condensación del vapor. 28- Recirculación del condensado al sistema de generación de vapor. 29- Generación de energía eléctrica. 30- Transporte de restos de combustión – RdC desde acopio en Central hasta destino y disposición final o integrado a cadenas de valor de Economía Circular según caso.

4.2.2. Ciclo de Operación

La Central Térmica Río Turbio opera como Base del Sistema Eléctrico, funcionando las 24 horas del día durante 350 días al año, con una parada técnica de 15 días para mantenimiento. Se estima que funcionará aproximadamente 8000 horas al año, con 5400 horas de operación a plena carga y 2600 horas de operación al 60% de carga. En condiciones extremas de multifalla, se realizarán un máximo de 15 ciclos de arranque/parada al año. La Central tiene como condiciones principales de operación:

1. Operación Óptima: funcionando como central térmica de BASE del Sistema Argentino de Interconexión – SADI, en forma continua 7x24 todos los días del año, con una única parada técnica de dos semanas o 15 días para mantenimiento. Este régimen considerado óptimo implica 350 días de operación y 8400 horas de generación continua con su máxima potencia, optimizando el Balance de Masas (figura 4).

2. Operaciones No Estándares: fuera del rango óptimo.

- Parada Técnica Extendida: sucede cuando por diversos motivos operativos, la parada para mantenimiento anual se prolonga por encima de los 15 días, lo que implica una reducción equivalente de las horas generando energía eléctrica.
- Paradas por Contingencias: contingencias y/o fallas de equipos que obliguen a parar uno o los dos módulos de la Central, con consideraciones similares al caso anterior.
- Paradas por Contingencias Externas: fallas de diverso tipo en el sistema de transporte, líneas o estaciones transformadoras, que obliguen a sacar de servicio la Central durante el período de restauración del sistema, con consideraciones similares a los casos anteriores.
- Paradas totales o parciales, de un solo equipo, por Orden de Despacho: solicitadas por el Organismo Encargado de Despacho – OED del Sistema Argentino de Interconexión - SADI, circunstancia que, salvo fallas del Sistema de Transporte se consideran poco probables.

4.2.3. Diseño para el Carbón Nacional

La Central Térmica Río Turbio fue diseñada específicamente para utilizar carbón nacional con sus características particulares. El diseño del equipo se basó en muestras representativas del carbón local y se realizó en Estados Unidos *ad hoc*, teniendo en cuenta su peor calidad posible. Esto resultó en un equipo de gran tamaño en relación con la potencia instalada, como se refleja en las dimensiones de la Nave de Calderas de la Central. Como consecuencia de este diseño, la Central puede funcionar con carbón sin depurar la mayor parte del tiempo, lo que reduce indirectamente los

impactos ambientales asociados con la depuración del carbón. Además, este diseño simplificado facilita la meta de alcanzar una producción anual de más de 1 millón de toneladas de carbón, que es uno de los principales objetivos técnicos y económicos del proyecto.

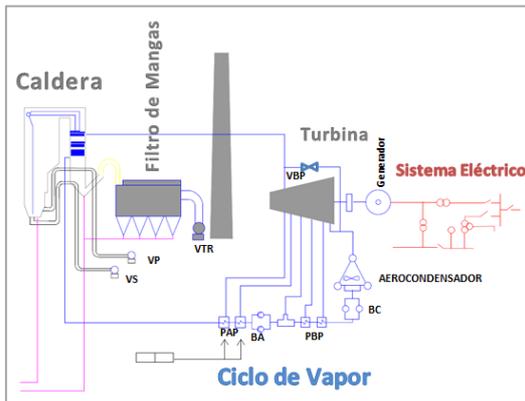


Figura 4. Ciclo en condiciones de operación óptima. BA: Bomba de Alimentación; BC: Bomba de Condensado; PAP: Precalentador de Alta Presión; PBP: Precalentador de Baja Presión; VBP: Válvula By Pass; VP: Ventilador Primario; VS: Ventilador Secundario; VTR: Ventilador de Tiro Reducido.

4.2.4. Sistema de Lecho Fluidizado

La tecnología utilizada en la Central Térmica es moderna y reemplaza a las antiguas calderas de carbón convencional. Su objetivo principal es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Se utiliza carbón pulverizado en un lecho fluidizado con inyección de aire, junto con aditivos como caliza y, a veces, amoníaco, para reducir la formación de gases de efecto invernadero como el NOx y SOx. La reducción de emisiones puede variar debido a la calidad del carbón extraído, pero se estima en alrededor del 40%. Además, los filtros de mangas evitan la emisión de material particulado, como las cenizas volantes, atrapándolas. La fluidización en la caldera se logra mediante el soplado de aire a través del lecho de material, reteniendo las partículas más grandes en un separador de sólidos refrigerado con agua. Se utiliza arena y

residuos de caliza como medio de fluidificación durante el proceso.

4.2.5. Arranque mediante Gas/ Gas Oil

Este arranque abordó otro aspecto problemático del proyecto original, que estaba relacionado con los impactos ambientales durante el arranque y puesta en marcha de la Central Térmica. Esto incluía paradas técnicas anuales, contingencias internas o externas, y solicitudes del Organismo Encargado de Despacho (OED), ya que en esos momentos no se utilizaban los filtros de mangas. Esta preocupación se resolvió mediante la implementación de obras que permiten el arranque utilizando gas-gas oil, lo que resolvió la principal objeción ambiental en esta fase operativa de la Central.

4.2.6. Sistema de condensado mediante Aerocondensador

Se identificó otro aspecto conflictivo del proyecto original, relacionado con el consumo de agua y el vertido de efluentes a altas temperaturas en cuerpos receptores debido al funcionamiento del sistema de enfriadores. Para abordar esta cuestión, se eliminó el enfriado con agua del sistema de ciclo agua-vapor y se incorporó un aerocondensador. Esta modificación importante, aunque requirió inversiones adicionales, permitió eliminar el consumo y vertido continuo de agua caliente al curso de agua, ya que el ciclo funciona como un sistema cerrado refrigerado con aire. El consumo se reduce a fugas y pérdidas mínimas del sistema. Además, los vertidos de efluentes a altas temperaturas se limitan a condiciones excepcionales, como períodos de parada técnica anual o contingencias. En todos los casos, el proceso de purga del sistema se controla para asegurar que la temperatura del agua vertida al cuerpo receptor no supere los 30°C, según los modelos establecidos en estudios ambientales antecedentes.

4.2.7. Abastecimiento subterráneo de agua

Se realizaron modificaciones al proyecto original, que incluyeron la construcción de una serie de pozos para la captación de aguas subterráneas destinadas al abastecimiento de agua en lugar de tomar directamente del río Turbio. Estos 7 pozos estandarizados, con la misma capacidad de extracción de aproximadamente 15.000 a 16.000 litros por hora cada uno, permiten una explotación racional del recurso hídrico subterráneo. Se prevé el uso simultáneo de 2 a 3 pozos, dependiendo de las condiciones de los combustibles y materiales que requieren control de humedad, dejando los otros 4 a 5 pozos en reserva. Es importante destacar que la mayor parte del consumo de agua permanente se destina al control de la humedad del combustible (carbón y caliza) y los restos de combustión, mientras que otros usos de agua son despreciables en comparación.

4.2.8. Naves y silos de depósito

Los modelos de contaminación atmosférica del proyecto original, señalaban problemas de contaminación en algunos sectores en cuanto a la presencia contaminante en el aire de material particulado, producto de la voladura de los depósitos en las playas de

carbón y aditivos. Por tal motivo, se reemplazaron las playas de acopio por naves cubiertas, con paredes, techo, silos y sistemas de transporte por torres evitando la voladura de material, con lo cual esta cuestión ambiental también quedó resuelta.

4.2.9. Sistema de reúso de aguas residuales

Las instalaciones hidráulicas de la Central Térmica incluyen un sistema de reutilización de aguas residuales, mediante el cual se recogerán los drenajes de los diferentes circuitos de agua y se dirigirán a una planta depuradora. Una vez tratadas, estas aguas serán almacenadas en un depósito reservado para su reutilización. De esta manera, se utilizarán para ajustar el contenido de humedad del combustible, aditivos y restos de combustión, lo que reducirá significativamente el consumo general de agua de la Central. En condiciones normales, los vertidos de efluentes al río Turbio serán excepcionales, siempre en cumplimiento con las normas de vertido de líquidos a cursos de agua. La Central cuenta con todos los elementos operativos y de control necesarios para garantizar el cumplimiento de estas normas.

5. Línea de Base Ambiental

En el actual EsIA se realizó una exhaustiva caracterización ambiental que incluyó la descripción detallada de los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos del entorno. Esta evaluación se conoce como Línea de Base Ambiental (LBA).

5.1 Medio Físico

El medio físico de la LBA refiere al conjunto de elementos y características del entorno natural y geográfico que pueden ser afectados por el proyecto o actividad en evaluación. El análisis del medio físico tiene como objetivo comprender y evaluar la interacción entre el proyecto y su entorno.

5.1.1. Geología

El área de estudio se encuentra en una zona de transición entre la Meseta Patagónica Austral y la Cordillera Patagónica Austral. La geología de la región está compuesta principalmente por depósitos cenozoicos, que incluyen formaciones paleógenas, neógenas y cuaternarias. Estas formaciones son el resultado de procesos marino-continuales, glaciares y fluviales a lo largo de diferentes períodos geológicos. La estructura regional está influenciada por la compresión andina, generando una estructura homoclinal con inclinación hacia el este. Además, se observan plegamientos suaves que forman anticlinales y sinclinales en la zona relevada. En cuanto a las fracturas, se han identificado algunas fallas menores en la región, con rechazos de hasta 10 metros, pero su desarrollo es limitado.

5.1.2. Geomorfología

Tras la formación de la cordillera debido a la actividad tectónica andina, la cuenca del río Turbio experimentó un proceso de erosión por un ciclo fluvial vigoroso, que dio lugar a los sistemas de valles actuales. Esta evolución fluvial estuvo influenciada por la estructura y las características sedimentológicas de las formaciones geológicas presentes en la región. Posteriormente, las glaciaciones y los estadios interglaciares modificaron parcialmente las características geomórficas. Durante la última glaciación,

el paisaje se vio principalmente afectado por dos procesos: el fluvial, que generó terrazas en los valles principales, y la remoción en masa, que alteró las pendientes de los valles. Como resultado de esta evolución geomórfica, se pueden identificar cuatro unidades principales de paisaje: Paisaje Estructural, Paisaje Glacigénico, Paisaje de Remoción en Masa y Paisaje Fluvial Postglacial.

5.1.3. Edafología

La Patagonia Extrandina, caracterizada por un clima árido y semiárido con vegetación desértica, presenta suelos del suborden Argid (orden Aridisol). Estos suelos tienen un horizonte superficial decolorado con bajo contenido de materia orgánica y un aspecto vesicular. Por debajo de este horizonte se encuentra un horizonte arcilloso rojizo y, a menudo, una zona de acumulación calcárea. Estos suelos se formaron en superficies antiguas y fueron afectados por condiciones húmedas durante eventos glaciares pasados. En cambio, la Patagonia Andina, con condiciones bioclimáticas más favorables y mayor disponibilidad de agua, tiene suelos menos desarrollados debido a la corta duración de su formación y a la estabilidad geomórfica limitada. Estos suelos contienen más materia orgánica y se encuentran cubiertos por vegetación densa. En los valles fluviales se encuentran suelos de escaso desarrollo y diferentes características texturales. En las planicies

basálticas se desarrollan suelos de escaso desarrollo y friables, mientras que en los antiguos lechos lacustres y crestas morénicas se encuentran suelos con diferentes características y composiciones texturales.

5.1.4. Transformación del terreno

La construcción de la Central en la planicie de inundación del río Turbio generó la necesidad de mejorar y reemplazar por completo la base de cimentación debido a varios factores relacionados con esa elección. El sustrato del área es un paquete de material aluvional heterogéneo compuesto por limos arenosos sueltos en la superficie y arenas, gravas y rodados más compactos en profundidad. A una profundidad de aproximadamente 27 metros, se encuentra una capa impermeable de limolita. Además, el suelo aluvional tiene una alta permeabilidad y el nivel freático varía con las crecidas del río. Estas características, junto con la dinámica fluvial, hacen que el área sea considerada de alta peligrosidad geológica, especialmente en términos de inundaciones, erosión fluvial y remoción en masa. Por lo tanto, se llevaron a cabo trabajos para mejorar el subsuelo, aumentar la capacidad de carga de los materiales, reducir su compresibilidad y asegurar condiciones geotécnicas adecuadas para la cimentación. También se elevó el nivel del relleno para evitar inundaciones, llegando a la altura de la ruta 40 mediante excavaciones, tratamiento de fondo y relleno con suelos apropiados.

5.1.5. Clima

El área de estudio se encuentra en la región suroeste de la provincia de Santa Cruz, Argentina. El clima en esta zona se caracteriza por veranos cortos y frescos, con temperaturas medias superiores a los 10 °C durante solo 4 meses, e inviernos moderadamente fríos, con temperaturas medias entre 0 y 3 °C. El clima patagónico

está influenciado por los vientos del oeste, los cuales traen consigo sistemas atmosféricos como ciclones, anticiclones y frentes. La estrechez del continente y la intensidad de los vientos hacen que las masas de aire conserven características oceánicas. El patrón de precipitación está determinado por el desplazamiento estacional de los centros de alta y baja presión en el Pacífico y las corrientes oceánicas ecuatoriales. En invierno, la zona experimenta un aumento en las precipitaciones debido a la presión polar baja y el desplazamiento del anticiclón del Pacífico hacia el norte. La Cordillera Patagónico-Fueguina actúa como una barrera orográfica, lo que resulta en altos niveles de precipitación en el lado barlovento y una disminución significativa en la costa argentina debido al efecto föhn. La provincia de Santa Cruz tiene un gradiente de precipitación decreciente de oeste a este, con estepas y semidesiertos que reciben entre 120 y 600 mm de precipitación anual. La escasez de precipitación y su distribución invernal generan un fuerte déficit hídrico en verano. En términos de temperatura, existe un gradiente latitudinal y de altitud, con las regiones del noreste siendo más cálidas y las del oeste y sur más frías. La zona experimenta fuertes vientos del oeste durante todo el año, que reducen la sensación térmica en promedio en 4,2 °C y generan veranos frescos o fríos característicos del clima patagónico.

5.1.6. Hidrología e Hidrogeología

El río Turbio pertenece a la cuenca del río Gallegos que desemboca en el Océano. La cuenca del río está delimitada por montañas y mesetas, con un diseño de drenaje en forma de "enrejado" en el lado oeste y "dendrítico" en el lado este. La geomorfología de la zona está influenciada por la inclinación de las formaciones sedimentarias terciarias y la acción erosiva de los glaciares Pleistocenos.

En términos de hidrogeología, se reconocen tres unidades en el área de estudio: el relleno aluvial holoceno, los depósitos morénicos heterogéneos y la Formación Río Turbio del Paleoceno. El gradiente hidráulico varía según las diferencias topográficas, siendo más bajo en la sección media de la cuenca y aumentando en el sureste.

Los parámetros hidráulicos promedio de este tipo de acuífero son los siguientes: transmisividad de 50 a 350 m²/d, permeabilidad de 5 a 30 m/d, coeficiente de almacenamiento de 4 a 1.10⁻², caudal por pozo de 5 m³/h y nivel estático de 2 a 10 metros. Estos valores son similares a otros acuíferos asociados a cuerpos de agua superficiales en el sur de la provincia de Santa Cruz.

5.2 Medio Biótico

La LBA del medio biótico es un proceso que busca recopilar información sobre las especies y hábitats presentes en el área de estudio que podrían verse afectados por el proyecto. Su objetivo es proporcionar datos precisos sobre el estado actual y las proyecciones futuras de la biodiversidad, para que esta información sea utilizada en la toma de decisiones.

5.2.1. Flora

El área de Río Turbio se encuentra dentro del Dominio Andino Patagónico, que incluye dos provincias fitogeográficas: la Provincia Insular, sin árboles, y la Provincia Subantártica, con bosques de *Nothofagus*. En esta zona, se produce la unión de la ecorregión Bosque Patagónico y la ecorregión Estepa Patagónica, con la presencia de vegetación ribereña y humedales en su cuenca.

El bosque andino patagónico se extiende a lo largo de la cordillera, desde Neuquén hasta Tierra del Fuego, y presenta variaciones en su estructura y composición según la altitud, exposición y latitud. En el área de influencia de la Central de Río Turbio, predominan los bosques de lenga y ñire, así como la estepa de gramíneas cespitosas de coirón fueguino. También se encuentran arbustos como la mata negra fueguina, rastreros como la murtilla y el mogote, y vegetación de mallines o vegas en los bajos, valles y cañadones más húmedos.

La zona de estudio forma parte de la Ecorregión de Los Bosques Patagónicos y se caracteriza por su configuración de "Bosque Magallánico", con bosques de especies deciduas. Los bosques subpolares de *Nothofagus* cubren la parte occidental

del extremo sur de América del Sur, presentando paisajes majestuosos con picos de alta montaña, campos de hielo y fiordos, y albergando especies únicas y endémicas.

En el área del proyecto se han delimitado seis zonas con diferentes comunidades vegetales, determinadas por las especies presentes, las características del suelo, la dinámica de escurrimiento, la presión ganadera y las actividades humanas. Estas zonas incluyen bosques caducifolios de lenga y ñire, áreas afectadas por incendios, estepas herbáceas, estepas arbustivas y turbales.

5.2.2. Fauna

La fauna pertenece a la Región Neotropical del distrito Occidental de la Provincia Patagónica. Siguiendo el estudio realizado por UTN en 2015 se han podido identificar numerosas especies de aves en el embalse del arroyo San José, entre las que se mencionan: *Phoenicopus chilensis* (flamenco), *Chloephaga rubiceps* (cauquén cabeza rojiza) y *C. pieta* (cauquén común), además de numerosas gaviotas (*Lacus dominicanus*), ostreros (*Haematopus leucopodus*) y teros (*Vanellus chilensis*). Se destaca en el área, el cóndor (*Vultur gryphus*), una especie emblemática de la zona debido a sus características

biológicas, ecológicas, sociales y culturales. Se trata de una especie muy sensible a disturbios y cuyo corredor natural de vuelo se encuentra presente en el área de estudio. En las recorridas por los ambientes boscosos y esteparios se vieron zorros grises (*Pseudalopex griseus*) y liebres europeas (*Lepus europaeus*). Dentro de las especies más visto están los zorrinos y pumas.

A juzgar por las categorías determinadas por CITES (Convenio sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), varias de las especies mencionadas se encuentran en distintas categorías de peligro.

5.2.3. Áreas de Interés Ambiental

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas en Argentina fue establecido por la Ley Nº 12.103 en 1934 y actualmente se rige por la Ley Nº 22.351, en cumplimiento del artículo 41 de la Constitución Nacional y el Convenio de Biodiversidad. En la provincia de Santa Cruz, existen diversas Áreas Protegidas de gestión provincial, clasificadas en tres categorías principales: *Parques Provinciales* para áreas destinadas a conservar su estado natural; *Reservas Provinciales*, en zonas de interés para la conservación de ecosistemas o como zonas de transición y *Monumentos Naturales* para objetos, especies animales o vegetales vivas de interés estético, histórico o científico, que cuentan con protección absoluta.

La provincia de Santa Cruz alberga 37 áreas naturales protegidas y monumentos, entre las cuales se encuentran dos cercanas al proyecto en estudio:

1. La Reserva Provincial Punta Gruesa, creada en 2002 por la Ley 2637, es un ambiente dominado por el ñire que alberga una diversidad de 77 especies de plantas y 39 especies de aves.

2. El Área de Reserva Hidroecológica Vega San José, establecida en 1993 mediante el Decreto 623, abarca los arroyos que conforman el arroyo San José y ha sido afectada por un incendio en 1982, requiriendo esfuerzos de restauración.

5.2.4. Arqueología y Paleontología

El territorio de la provincia de Santa Cruz ha sido habitado por el hombre durante miles de años, y los sitios arqueológicos en la región contienen desechos, herramientas de piedra, cerámica y restos óseos, algunos de ellos asociados a entierros individuales o grupales. Muchos de los artefactos, como vestimentas y estructuras habitacionales, fueron elaborados con materiales perecibles, por lo que su conservación depende de las condiciones microambientales locales.

En cuanto a la paleontología, en la cuenca del Yacimiento Río Turbio se encuentra la Formación Cerro Cazador, que alberga una fauna interesante de Ammonites. Por encima de esta unidad se encuentra la Formación Dorotea, que presenta una abundante fauna de Braquiópodos, Pelecípodos y Gasterópodos. En términos de flora fósil, la Formación Río Turbio está compuesta principalmente por Angiospermas dicotiledóneas, con helechos y coníferas de menor importancia. En un mismo nivel estratigráfico, se encuentran elementos de clima templado-frío y elementos de clima tropical y subtropical.

Estos hallazgos arqueológicos y paleontológicos en la región de la Cuenca del Yacimiento Río Turbio brindan información valiosa sobre la historia y evolución de la vida humana y animal en la zona, así como sobre las condiciones climáticas pasadas.

5.3 Paisaje

El sector más modificado antrópicamente en el área del proyecto es la zona ocupada por la Central Térmica Río Turbio, y en las afueras de la localidad de Río Turbio se encuentra la infraestructura del Proyecto Minero, ambos con una alta modificación antrópica en el paisaje.

La unidad de paisaje en el área de la Central Térmica es una terraza fluvial y planicie aluvial con estepa mixta, que es moderadamente apta para la urbanización. Por otro lado, la localidad de Julia Dufour se encuentra en una unidad de paisaje erosivo glaciar.

5.4 Medio Socioeconómico

En este apartado se analiza la relación entre la comunidad local y la Central Térmica Río Turbio. Se examinan aspectos demográficos, económicos, laborales, de infraestructura y servicios básicos.

5.4.1. Localidades y población

La provincia de Santa Cruz tiene la menor densidad de población del país, según el censo realizado por INDEC en 2010 con 0,8 habitantes por km². Está dividida en 7 departamentos y subdividida en 15 municipios y 5 Comisiones de Fomento. La población de la Cuenca Carbonífera representa el 6,19% del total provincial. En términos educativos, los municipios tienen niveles similares al promedio provincial en cuanto a nivel de instrucción de la población de 15 años o más. En cuanto a viviendas, la gran mayoría cuentan con materiales de buena calidad, en comparación con el nivel provincial y departamental, se observa una menor proporción, destacando el caso de la delegación comunal Julia Dufour.

5.4.2. Conformación y Desarrollo

El área estudiada tiene una estructura socioeconómica y espacial históricamente minera, con una economía primaria y extractiva que se enfoca en mercados y centros de decisión fuera de la región. En la cuenca carbonífera se ha desarrollado una "economía de enclave", con una producción regional, una organización social e institucional interdependiente con las relaciones laborales y una dinámica socio-cultural particular debido a la migración y el aislamiento geográfico. Durante la década de 1950, la población de la cuenca experimentó un crecimiento

significativo debido a los enclaves mineros y la oferta laboral atractiva. Sin embargo, en las décadas siguientes hubo cambios en la demanda de mano de obra y la empresa minera enfrentó desafíos, lo que llevó a una disminución de empleados y remuneraciones. En 1993, la mina fue privatizada y concesionada, que implementó reformas estructurales y redujo el personal. En 2004, ocurrió un trágico accidente minero y se iniciaron nuevos planes de desarrollo que llevaron al lanzamiento del Proyecto de la Central Térmica, que se encuentra en proceso de finalización.

5.4.3. Infraestructuras

Río Turbio es una villa minera con 15 barrios residenciales y las avenidas principales Av. Y.C.F y Av. de los Mineros. La delegación comunal Julia Dufour está dentro de los límites de Río Turbio y su origen está vinculado al ferrocarril. 28 de Noviembre fue creado como centro político-administrativo y residencial para la Cuenca Carbonífera, dividido en 8 barrios. En el área de influencia predominan las actividades rurales de ganadería. La Central Térmica está cerca de la Ruta Nacional 40 y hay un aeropuerto en 28 de Noviembre. En cuanto a infraestructura, hay presencia de fuerzas de seguridad, el Hospital de la Cuenca Carbonífera y otros centros de salud. Río Turbio cuenta con una variedad de centros educativos, incluida una sede

de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Además, hay varios sitios turísticos y recreativos como el Centro de Esquí Valdelén y museos.

6. Sensibilidad Ambiental

La sensibilidad ambiental se refiere al grado de susceptibilidad de los componentes ambientales a sufrir cambios o transformaciones como resultado de la intervención humana o de procesos naturales de desestabilización. Estos componentes incluyen los procesos físicos, bióticos y sociales que caracterizan al ambiente, y su alteración puede generar efectos significativos en el entorno.

Se ha realizado un análisis de sensibilidad ambiental en el área, basado en evaluaciones de diferentes aspectos durante la fase operativa de la Central Termoeléctrica. Estos aspectos incluyen el uso del suelo y desarrollo socioeconómico, riesgos geológicos/hidrológicos de alto impacto y riesgos en la vegetación y ecosistemas sensibles. Los resultados de este análisis se han representado en un mapa donde se observa una sensibilidad baja en las áreas mineras y terrenos de YCRT, mientras que se encuentra una sensibilidad media-alta en las localidades, los márgenes del río Turbio y zonas recreativas y turísticas. Estos hallazgos indican la importancia de considerar y gestionar adecuadamente los aspectos ambientales en estas áreas sensibles durante la fase operativa de la central.

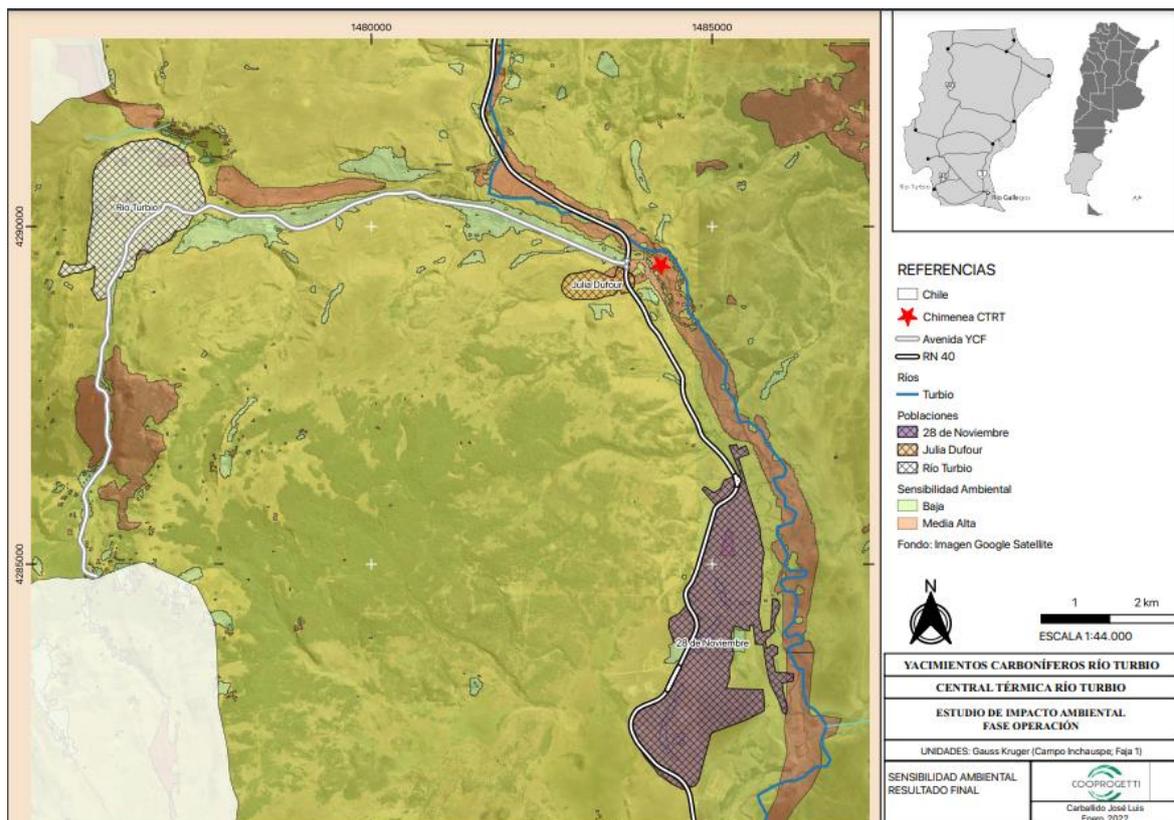


Figura 5. Mapa de sensibilidad ambiental.

7. Impactos Ambientales y Medidas de Mitigación

Durante la etapa operativa del proyecto, se ha identificado las acciones y actividades principales que podrían tener un impacto potencial sobre el ambiente. Esta etapa comienza después de la puesta en marcha del sistema y se extiende hasta la finalización de la vida útil del proyecto, que se estima en 25 años. Cabe destacar que estas estimaciones no incluyen posibles extensiones mediante renovación, reciclaje o transformación de la Central Térmica.

7.1. Huella de carbono

La huella de carbono de la CRTT refleja las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por la combustión del carbón en la caldera para el funcionamiento la turbina. Se realizaron estimaciones utilizando datos del balance de masas y las proporciones molares de los gases presentes en la mezcla de combustión. Según estos cálculos, se estima que la CRTT emitirá alrededor de 1.816 Gg/año de CO₂ equivalente.

Es importante destacar que el factor de emisión de la CRTT para el carbón utilizado es de aproximadamente 1,5 t CO₂/t de carbón, lo que representa una reducción significativa en comparación con los valores convencionales. Esta reducción puede variar ligeramente debido a las diferencias en el poder calorífico del carbón.

En términos de contribución a las emisiones de GEI a nivel nacional y mundial, la CRTT tiene un impacto mínimo en las emisiones de gases de efecto invernadero. A nivel del sector energético argentino, su contribución es inferior al 1%. A nivel nacional, representa solo el 0,5% de las emisiones de GEI. A nivel mundial, su aporte es muy bajo, equivalente al 0,005% de las emisiones globales de CO₂ equivalente.

7.2. Contaminación del aire en las localidades próximas y transfronteriza

La resolución de la Secretaría de Energía y Minería N° 108/2001 establece las condiciones y requerimientos que las empresas de generación de energía

térmica deben cumplir para evitar efectos nocivos sobre el ambiente. Esto incluye el cumplimiento estricto de la legislación ambiental, el mantenimiento de equipos e instalaciones en condiciones que cumplan con los límites de contaminación establecidos por las leyes y la implementación de sistemas de registro de emisiones, descargas y desechos.

En relación a la combustión del carbón en la CRTT, se han realizado modelos de emisión que confirman que los contaminantes gaseosos emitidos se encuentran dentro de los niveles permitidos por las normativas de la Provincia de Santa Cruz y a nivel nacional. Además, las empresas proveedoras de la tecnología trabajan por debajo de los estándares nacionales e internacionales, por lo que se reduce la probabilidad de ocurrencia de lluvia ácida en áreas cercanas a la central a casi nula.

Se prevé la implementación de medidas estructurales de mitigación (cobertura de las áreas de acopio y filtros de manga) y de manejo (riego periódico) a fin de minimizar los riesgos. También se contempla en el PGA un seguimiento inteligente permanente de la calidad del aire IQA en las zonas pobladas – Río Turbio y 28 de Noviembre, además del seguimiento mediante de emisiones de control continuo digital – CEMS.

Adicionalmente, se han identificado zonas que si bien no se superan los estándares de inmisión más exigentes para áreas pobladas, se han considerado de un mayor riesgo potencial. En estas áreas se llevarán a cabo controles periódicos, a pesar de no haber residencias ni actividad humana evidente.

7.3. Contaminación térmica de aguas superficiales

Durante la fase de re-planteo del proyecto y adopción de mejoras tecnológicas, se implementó un nuevo circuito de enfriamiento en la CTRT con el objetivo de reducir su impacto ambiental. Este nuevo sistema utiliza aire y un circuito cerrado para generar la energía cinética de la turbina, lo que ha permitido minimizar la demanda de agua.

En condiciones normales de operación, no se realizarán vuelcos sobre el río Turbio, lo cual representa una mejora significativa en comparación con el diseño inicial de la central. Se ha incorporado un tanque de reciclado de agua de 1.000 m³ que se utilizará para la humectación del carbón y residuos de combustión, abasteciéndose en parte con el efluente de la planta de tratamiento de aguas.

Las purgas del circuito de refrigeración serán principalmente planificadas y los efluentes, producidos en casos excepcionales, serán acondicionados y atemperados antes de ser vertidos en el río Turbio, siguiendo una condición de "máximos puntuales". Solo en situaciones de contingencias extremas, como podría ser el funcionamiento de un solo grupo generador y el arranque de un segundo grupo, junto con un incendio simultáneo, podrían darse vuelcos no planificados, es decir una situación muy poco probable.

Estas mejoras y medidas buscan reducir el impacto ambiental de la CTRT en cuanto al uso de agua y la gestión de efluentes.

7.4. Generación de restos de combustión

La combustión del carbón en la Central Térmica genera aproximadamente un 40% de restos de combustión (RdC) en relación al volumen total de carbón y aditivos. Estos RdC deben ser gestionados y dispuestos adecuadamente en un recinto de disposición final cerca de la planta, en el Área Minera de YCRT.

El análisis fisicoquímico de los RdC indica que son materiales inertes ricos en sales de silicio y aluminio. Los lixiviados de los RdC no son tóxicos ni alteran la salinidad del sustrato, por lo que pueden ser dispuestos en áreas apropiadas siguiendo pautas para minimizar los impactos. Al ser colocados junto con otros inertes en el futuro sitio de disposición final, se equilibran químicamente.

Se realizará un seguimiento permanente de las características de los RdC para confirmar su no peligrosidad. Inicialmente, los RdC serán transportados en camiones mixer, pero se proyecta un mineraloducto ambientalmente sustentable para su transporte desde la Central hasta el futuro sitio de disposición.

La producción estimada de RdC es de aproximadamente 500.000 toneladas al año. Se han establecido medidas de diseño del sitio de disposición final para minimizar riesgos de inestabilidad geológica, se analizaron aplicación tecnologías adecuadas y se tomarán precauciones como la recolección y disposición adecuada de las aguas de lluvia/nieve, la compactación y la cobertura con estériles de granulometría apropiada para evitar su dispersión.

7.5. Producción minera sustentable para el desarrollo regional

La entrada en funcionamiento de la CTRT generará un aumento en la demanda de carbón (su principal insumo), que puede llevar a un incremento de entre 4 y 5 veces la producción actual de YCRT. Esto implica un incremento en la economía regional y un aumento en la mano de obra empleada en las actividades de minería.

Si bien, en este proyecto, no se evalúa el impacto ambiental de la actividad minera de carbón, sí es relevante destacar que la economía de Río Turbio, Julia Dufour y 28 de noviembre han estado ligados a la producción de carbón y los servicios asociados a la actividad desarrollada en

sistema en galerías, de forma mecanizada y no a cielo abierto.

Para la producción de carbón se utiliza el método de explotación long walls (frentes largos) en retroceso con explosiones controladas. El proceso cuenta con dos etapas: una primera en el interior de la mina, donde se preparan las galerías y extrae el carbón, y otra en el exterior, donde se procede al lavado y eventualmente a la depuración del mineral. Los estériles son aproximadamente el 50% del material que se extrae, dependiendo de las características de los diferentes frentes, que son derivados a las escombreras tal como es de práctica en minería.

7.6. Incremento de la actividad económica regional y consolidación del perfil económico

La operación de la CTRT generará entre 100 y 150 nuevos puestos de trabajo directos, impulsando la actividad económica y minera de YCRT. Se requerirá personal altamente capacitado y se generará demanda de bienes y servicios, estimulando sectores como comercio, servicios, construcción, vivienda e infraestructura comunitaria.

La energía generada será entregada al Sistema Argentino de Interconexión a través de una línea de 220 kV que conectará Río Turbio con ET-Esperanza, y se incorporará el carbón de Río Turbio a la matriz energética nacional, representando el 1% de la potencia instalada en el país. La central consumirá aproximadamente 1.2 millones de toneladas de carbón al año, y el yacimiento cuenta con reservas suficientes para operar una central como esta durante 345 años.

7.7. Demanda de mano de obra especializada e inmigración

La operación de la CTRT generará una demanda de mano de obra en diversos campos como geología, minería, ingeniería, administración y servicios. Esto contribuirá a reducir la tasa de desempleo en la región y atraerá a trabajadores de otras áreas, lo que aumentará la población masculina y promoverá la inmigración regional.

Además, esta demanda de empleo impulsará mejoras en las condiciones de vida, fomentará actividades turísticas y servicios relacionados, promoverá el desarrollo de industrias forestales, aprovechamiento del carbón y otros minerales, así como la producción de insumos para la construcción a partir de las cenizas y otras opciones económicas.

7.8. Demanda de servicios a gobiernos locales y demanda de insumos

El impulso que dará la entrada en funcionamiento de la Central impactará en una mayor actividad productiva e industrial, tanto en los sectores de generación eléctrica, minería y mantenimiento, así como también en lo que hace a sectores de servicios, Pymes, logística, servicios gastronómicos, bancarios, etc.

El incremento poblacional, la expansión de los núcleos urbanos y el desarrollo de la economía regional generarán un efecto multiplicador con el aumento significativo de la demanda de servicios públicos (agua, cloacas, gas, asfalto) y servicios sociales (salud, educación, seguridad).

7.9. Cambios en el uso del suelo urbano y rural

Tanto la operación de la CTRT como la reactivación de la minería tendrán un impacto en el uso del suelo urbano y rural. La implementación de la Central y sus instalaciones auxiliares generará una alteración en el uso del suelo en las

localidades de Río Turbio, Julia Dufour y 28 de Noviembre, afectando el paisaje y la circulación vial.

El crecimiento de la población y la economía regional impulsarán la construcción de viviendas, equipamiento e infraestructura en estas localidades, lo que resultará en un cambio en el patrón de uso del suelo. Esto implicará la expansión de áreas urbanas, suburbanas e industriales a costa de las áreas actualmente rurales o agropecuarias. Será necesario implementar un plan de ordenamiento territorial y Ambiental para gestionar adecuadamente estos cambios y minimizar los posibles conflictos e impactos ambientales asociados.

7.10. Afectación a la abundancia y distribución de fauna, flora y ambientes

El desarrollo de infraestructura residencial e industrial, la densificación de la población y la consolidación de los núcleos urbanos afectarán el patrón de uso del suelo y el paisaje regional, resultando en una pérdida de naturalidad. La preservación de reservas naturales y áreas sensibles será monitoreada para evaluar la salud, abundancia y distribución de especies indicadoras biológicas.

La presencia de la CTRT genera un impacto visual, por lo que se realizó un análisis de las principales áreas afectadas por su presencia. Se implementarán planes de manejo de las reservas existentes y se llevará a cabo un plan de forestación y renaturalización para mitigar el impacto visual de la central y preservar el entorno paisajístico.

7.11. Alteración de la vida barrial

La operación de la CTRT resultará en un aumento del tráfico vehicular y tendrá potenciales efectos en el ambiente, como emisiones gaseosas, residuos sólidos, ruidos y olores. Además, se desarrollarán nuevas áreas residenciales y de servicios, lo

que impactará en la dinámica social y cultural de los barrios cercanos, especialmente en Río Turbio, Julia Dufour y 28 de Noviembre. Será necesario implementar medidas específicas de zonificación territorial, seguridad y cuidado sanitario, especialmente en actividades de esparcimiento y recreación.

7.12. Riesgos a la salud

La operación de la CTRT considera medidas para proteger la salud de la población y minimizar los impactos ambientales. Se han tomado precauciones para evitar la contaminación atmosférica y posibles riesgos asociados, especialmente en la localidad de 28 de Noviembre, que se encuentra aguas abajo de la central. Además, se ha implementado un Programa de Contingencias en Plan Director de Gestión Ambiental (PDGA) para hacer frente a posibles accidentes o contingencias, garantizando la seguridad de la población. Asimismo, se han realizado mejoras en las instalaciones, como el techado del parque de carbón y la construcción de una pantalla perimetral, con el objetivo de minimizar las voladuras de partículas y proteger el entorno.

7.13. Contingencias por riesgos naturales

La operación de la CTRT presenta una mayor vulnerabilidad frente a eventos naturales de inundación, debido a que se encuentra implantada en una zona asociada con inestabilidad geológica del sustrato por las condiciones reinantes en ese sector que corresponde al valle de inundación del río Turbio. Frente a las eventuales crecidas que pueda registrar el río, como consecuencia principalmente de los deshielos y de las lluvias, se proyectaron obras de construcción para la defensa del terreno de la central con el objeto de controlar la erosión de las márgenes y evitar la socavación durante esos períodos de mayores caudales. Estas medidas consisten en la protección con

hormigón ciclópeo y la colocación de gaviones sobre las márgenes del río Turbio, de esta manera se evita al máximo posible

la afectación de este tipo de fenómenos naturales sobre el predio de la central.

8. Plan Director de Gestión Ambiental

El Plan Director de Gestión Ambiental - PDGA, se aplicará en la Fase Operación y durante toda la vida útil del proyecto y abarca los lineamientos generales que deberán ser tomados en consideración. Cabe aclarar que todos los planes, programas y auditorías serán desarrollados e implementados en el marco del Sistema de Gestión Ambiental – SGA con procedimientos propios de la Central Térmica Río Turbio y/o los diversos contratistas.

El Plan de Gestión Ambiental que consiste en la estructuración de Programas específicos de las medidas de mitigación, monitoreo y control necesarias para minimizar o evitar los impactos ambientales que se puedan derivar de la ejecución del proyecto. No es un conjunto de procedimientos y acciones rígidas, sino que pueden actualizarse cuando amerite, en el marco de la implementación del SGA.

Las medidas y los correspondientes programas fueron desarrollados para cada uno de los impactos negativos más significativos que fueron identificados en la etapa de Evaluación de Impactos Ambientales. Las medidas del PDGA se basan, preferentemente, en la prevención y no en el tratamiento de los efectos indeseados del Proyecto, criterio que se apoya, por un lado, en la obligación de minimizar dichos efectos y por otro en que el costo de su tratamiento es generalmente mucho mayor que el de su prevención.

Los Programas describen el conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de los impactos ambientales negativos de modo de asegurar el uso sostenible de los recursos naturales involucrados y la protección del medio ambiente. Las medidas a aplicarse en el marco del PDGA pueden clasificarse en términos generales en las siguientes categorías:

1. Las que evitan la fuente de impacto.
2. Las que controlan el efecto, limitando el nivel o intensidad de la fuente.
3. Las que mitigan el impacto por medio de la rehabilitación o restauración del medio afectado.
4. Las que compensan el impacto reemplazando o proveyendo recursos o ecosistemas sustitutos.

El PDGA incluye una serie de obras a fin de resolver todos los aspectos ambientales en general. En especial se aborda en el mismo, el tratamiento y disposición de los restos de combustión, el tratamiento de los efluentes, con los consiguientes impactos sobre los cuerpos receptores, y obras de tratamiento visual-paisajístico. Los planes y programas incluyen: Un Plan de Manejo de las Áreas de Reservas, a implementar en el marco de los principios de la responsabilidad socioambiental empresaria, un Plan de Monitoreo permanente y abierto del medio físico en general y de los componentes sensibles en especial; extendidos no solo a toda el Área de Influencia sino a toda la Cuenca Carbonífera, entre otros.

Uno de los aspectos clave es el desarrollo de ingenierías para la gestión adecuada de los restos de combustión, especialmente mientras no se implementen sistemas de economía circular. En este sentido, se llevaron a cabo estudios específicos durante la fase de puesta en marcha de las instalaciones.

El Plan de Gestión Ambiental incluye la implementación del Observatorio de la Cuenca Carbonífera de Santa Cruz. Este observatorio será una plataforma digital interactiva que

recopila y proporciona información ambiental de toda la Cuenca Carbonífera de Río Turbio. Su objetivo es brindar acceso libre y fomentar la participación de la población en general, en línea con las políticas ambientales de la Provincia de Santa Cruz. Además, se destaca que el cumplimiento y el monitoreo de las variables ambientales en toda la Cuenca Carbonífera podrán ser verificados en tiempo real a través de sistemas en línea.

El PDGA se compone de 8 planes que podrán ser reorganizados a partir de su implementación en caso de mejora según la evolución temporal y acorde al Sistema de Gestión Ambiental:

1. Plan de protección ambiental (PPA).
2. Plan de relaciones comunitarias (PRC).
3. Plan de capacitación ambiental (PCA).
4. Plan de organización y responsabilidad (POR).
5. Plan de gestión de riesgos y contingencias (PGR).
6. Plan de monitoreo ambiental (PMA)
7. Plan de auditorías ambientales (PAA).
8. Plan de desafectación y abandono (PDA).

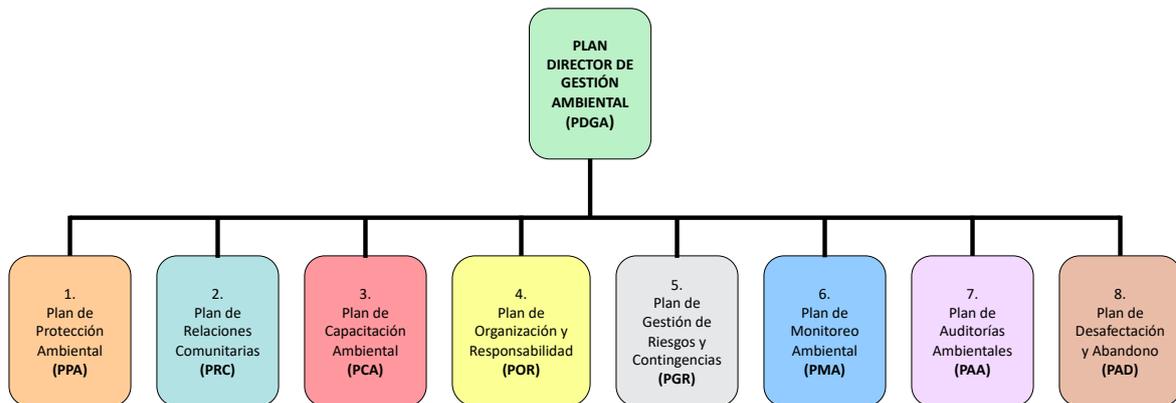


Figura 6. Estructura del Plan Director Gestión Ambiental.

Cabe consignar que el Observatorio de la Cuenca Carbonífera de Santa Cruz es técnicamente un Programa Ambiental Transversal, que abarca aspectos de varios Planes.

Se ha establecido una base para la creación del SGA de acuerdo a las nuevas regulaciones nacionales introducidas a fines de 2022. Esto incluye:

- El Cuadro de Organización y Responsabilidad, que se ajusta a la condición de intervención de YCRT.
- Las regulaciones nacionales vigentes a partir de finales de 2022, que requieren la implementación de un SGA conforme a las Normas ISO de la serie 14.000 y 19.000.
- Las especificaciones de las Normas ISO de la serie 14.000 y 19.000 que son aplicables a la operación de la Central Térmica Río Turbio.

Se considera que las modificaciones realizadas en el proyecto final y los enfoques del Plan Director de Gestión Ambiental (PDGA) han resuelto los aspectos ambientales más importantes y conflictivos. Concluyendo, el PDGA garantiza el cumplimiento de los estándares ambientales en la operación de la Central Térmica Río Turbio y asegura que las actividades se lleven a cabo mediante planes y procedimientos certificados y transparentes, en línea con el compromiso de excelencia en materia ambiental que se pretende seguir.

9. Conclusiones

El proyecto de la Central Térmica de Río Turbio (CTRT) se presenta como una iniciativa moderna que utiliza las tecnologías más avanzadas en la generación de energía a partir del carbón y en el control ambiental. Mediante la implementación de controles como el Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS), se garantiza un monitoreo constante de los niveles de emisiones y se promueve un enfoque proactivo en el cuidado del medio ambiente. Además, la gestión ambiental del proyecto se rige por criterios modernos, incorporando prácticas de responsabilidad socioambiental-empresaria. Se han establecido medidas para minimizar los impactos, preservar la calidad de vida de la comunidad y promover el desarrollo sostenible de la región. La CTRT se destaca como un proyecto estratégico que combina eficiencia energética, control ambiental, compromiso socio ambiental, sentando las bases para un futuro más sustentable y próspero de toda la región.