



Informe Técnico

Determinación del Mínimo Técnico en la Unidad N°2 de la Central Antihue COLBÚN 2019

SUBGERENCIA DE SISTEMAS ELÉCTRICOS

| | | | | | |
|------|------------|------------------------|-----------|----------|----------|
| | | | | | |
| A | 05.06.2019 | Revisión interna | J.L | G.N | G.N. |
| Rev. | Fecha | Naturaleza de revisión | Preparado | Revisado | Aprobado |

Informe Técnico

Determinación de Mínimo Técnico

Unidad N°2 de la Central Termoeléctrica Antilhue



Contenido

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | Introducción | 3 |
| 2. | Objetivo | 3 |
| 3. | Metodología | 3 |
| 4. | Antecedentes | 4 |
| 4.1 | Antecedentes técnicos de diseño y recomendación del fabricante | 4 |
| 4.2 | Recomendaciones del fabricante | 6 |
| 4.2.1 | Mínimo termodinámico | 6 |
| 4.3 | Antecedentes nacionales o internacionales de unidades similares | 7 |
| 4.4 | Antecedentes operacionales | 7 |
| 4.4.1 | Restricciones ambientales | 7 |
| 4.5 | Justificaciones de eventuales fuentes de inestabilidad | 9 |
| 5. | Conclusiones | 10 |
| 6. | Anexos | 11 |
| | Anexo 1 Diagrama PQ Antilhue 2 | 11 |
| | Anexo 2 Recomendación del fabricante | 11 |
| | Anexo 3 Mínimo Termodinámico | 11 |
| | Anexo 4 Registro operacional | 11 |
| | Anexo 5 RCA N°091 1999 Antilhue | 11 |
| | Anexo 6 Emisiones NOx | 11 |
| | Anexo 7 Informe preliminar de Kinetec | 11 |
| | Anexo 8 Informe final de Kinetec | 11 |

Informe Técnico

Determinación de Mínimo Técnico
Unidad N°2 de la Central Termoeléctrica Antilhue

1. Introducción

En el marco de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (NTSyCS), el Coordinador Eléctrico Nacional (“Coordinador”) aprobó el valor de Mínimo Técnico de la unidad N°2 de la Central Térmica (“CT”) Antilhue (en adelante “Antilhue 2”), mediante su carta DE03706-18 de fecha 24 de agosto de 2018.

A raíz de nueva evidencia recabada durante las operaciones de la unidad a mínimo técnico en el año 2019, Colbún S.A. (“Colbún”) decidió contratar la asesoría técnica de la empresa Kinetec Ltda. (“Kinetec”), para realizar un análisis de las vibraciones mecánicas que afectan al sistema de combustible de Antilhue 2, y luego recomendar un nuevo valor de mínimo técnico que permita a la unidad operar sin sufrir fallas o daños.

En este contexto, el presente documento entrega los antecedentes que respaldan un nuevo valor de Mínimo Técnico para Antilhue 2 conforme a lo establecido en el Anexo Técnico “Determinación de Mínimo Técnico de Unidades Generadoras” de la NTSyCS, versión mayo 2018.

2. Objetivo

Actualizar el parámetro de Mínimo Técnico de la unidad Antilhue 2 de acuerdo a lo establecido en el Anexo Técnico “Determinación de Mínimos Técnicos en Unidades Generadoras” de la NTSyCS versión mayo 2018.

3. Metodología

Para determinar el Mínimo Técnico de la unidad Antilhue 2 se consideraron los siguientes antecedentes:

1. Parámetros técnicos de la unidad;
2. Recomendaciones del fabricante;
3. Registros operacionales;
4. Restricciones ambientales;
5. Análisis de vibraciones realizado por Kinetec.

Luego, el valor de Mínimo Técnico será la mínima potencia capaz de generar respetando los antecedentes señalados.

Informe Técnico

Determinación de Mínimo Técnico

Unidad N°2 de la Central Termoeléctrica Antilhue

4. Antecedentes

Para la actualización del valor del Mínimo Técnico de la unidad Antilhue 2 se tomaron en cuenta los siguientes antecedentes.

4.1 Antecedentes técnicos de diseño y recomendación del fabricante

A continuación, se muestran los datos de placa del generador de la unidad Antilhue 2:

| DATOS DE PLACA DEL GENERADOR DE LA UNIDAD ANTILHUE 2 | | |
|--|--------------------|----------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | VALOR |
| 1 | N° de Fases | 3 |
| 2 | Potencia Nominal | 63,5 MVA |
| 3 | Potencia Máxima | 66 MVA |
| 4 | Voltaje Nominal | 11 kV |
| 5 | Corriente Nominal | 3333 A |
| 6 | Frecuencia Nominal | 50 Hz |
| 7 | Factor de Potencia | 0,8 |
| 8 | Velocidad Nominal | 3000 rpm |
| 9 | Polos | 2 |

Tabla 1: Datos de placa del generador de la unidad Antilhue 2.

A continuación, se muestran los datos de placa de la turbina de la unidad Antilhue 2:

| DATOS DE PLACA DE LA TURBINA DE LA UNIDAD ANTILHUE 2 | | |
|--|---------------------|----------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | VALOR |
| 1 | Unidad | Antilhue |
| 2 | Tipo turbina | TG |
| 3 | Año de construcción | 2005 |
| 4 | Velocidad nominal | 3000 rpm |
| 6 | Potencia nominal | 50,8 MW |
| 7 | Potencia máxima | 50,8 MW |
| 9 | Rotación | Horario |

Tabla 2: Datos de placa de la turbina de la unidad Antilhue 2.

4.1.1 Manual de operación y mantenimiento

Actualmente, no se cuenta con una versión digital del manual de operación y mantenimiento de la unidad generadora Antilhue 2 y, debido a que este es una colección de tomos, tampoco es posible adjuntarlo. Sin embargo, en la siguiente sección, se presenta el diagrama PQ que forma parte del manual del generador.

Informe Técnico

Determinación de Mínimo Técnico

Unidad N°2 de la Central Termoeléctrica Antilhue

4.1.2 Diagramas de operación

En la Figura 1 se muestra el diagrama PQ de la unidad Antilhue 2 (adjunto en el Anexo 1), del cual se desprende que no existe valor de Mínimo Técnico distinto de cero.

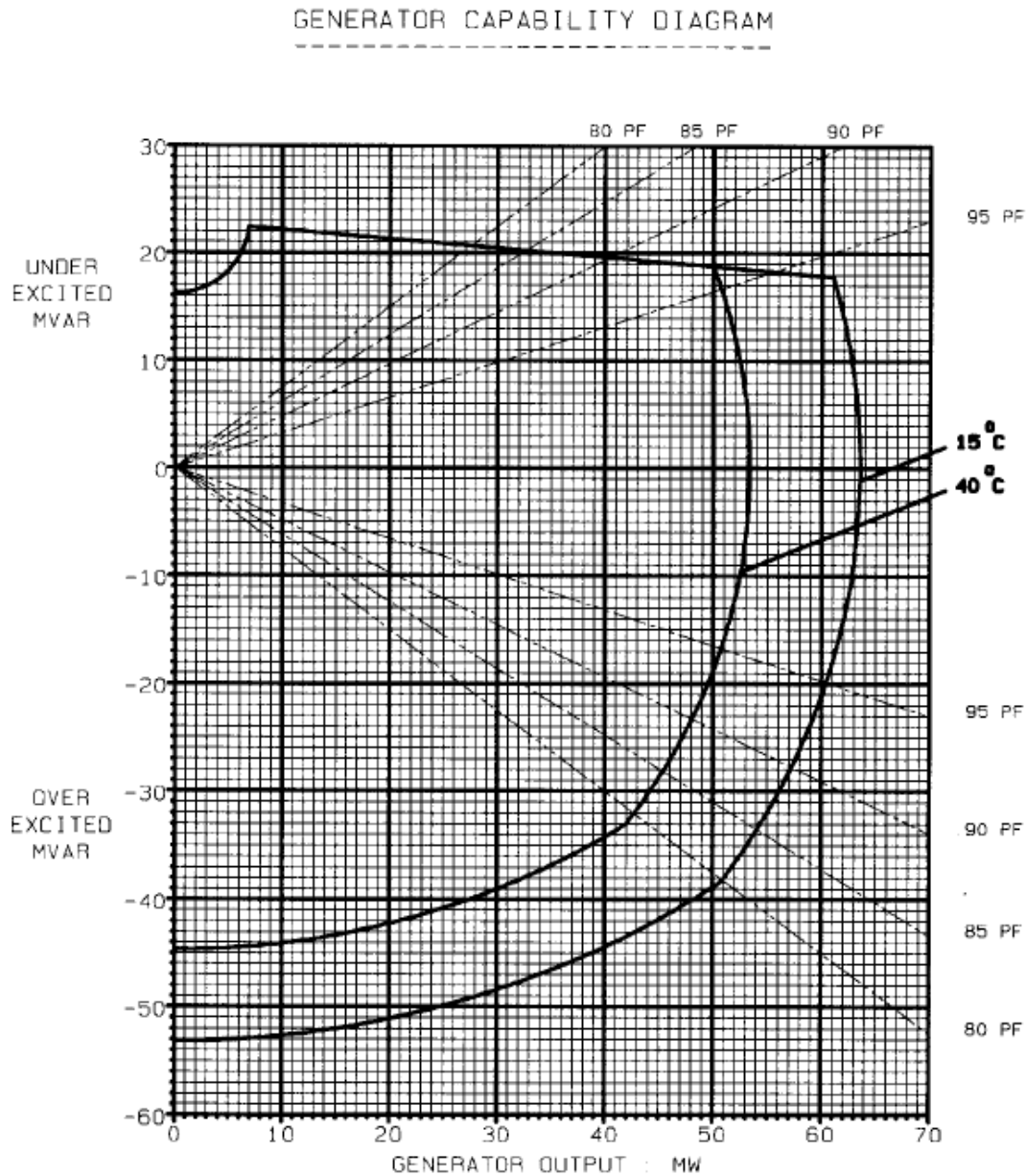


Figura 1: Diagrama PQ Antilhue 2.

4.1.3 Informe de performance y ajustes de los automatismos

Del informe de performance y ajustes de automatismos, no se obtiene ninguna información que permita definir el parámetro de Mínimo Técnico.

Informe Técnico

Determinación de Mínimo Técnico

Unidad N°2 de la Central Termoeléctrica Antilhue

4.1.4 Informe de mantenimiento mayor del grupo turbina/generador

De los manuales e informes de mantenimiento disponibles, no se extrae ninguna información que permita definir el parámetro de Mínimo Técnico.

4.2 Recomendaciones del fabricante

4.2.1 Mínimo termodinámico

En el Anexo 2, se muestra una carta recibida desde el fabricante de la turbina, General Electric, donde se indica que la turbina LM6000 (modelo correspondiente a la turbina de la unidad Antilhue 2) puede operar indefinidamente y sin restricción a cargas bajas tanto como para mantenimiento como para situaciones de emergencia. Menciona, además, los riesgos asociados a operaciones extendidas con bajas cargas. Finalmente, se indica que la operación a bajas cargas no debe ser considerada como operación normal y que la eficiencia óptima es alcanzada cuando la turbina opera a potencia máxima o con un valor cercano a ella.

Por otra parte, se le solicitó a General Electric que entregara un valor de Mínimo Técnico Termodinámico para esta unidad. En este contexto, ellos enviaron el Anexo 3 el cual se encuentra adjunto. De este documento se observa lo siguiente:

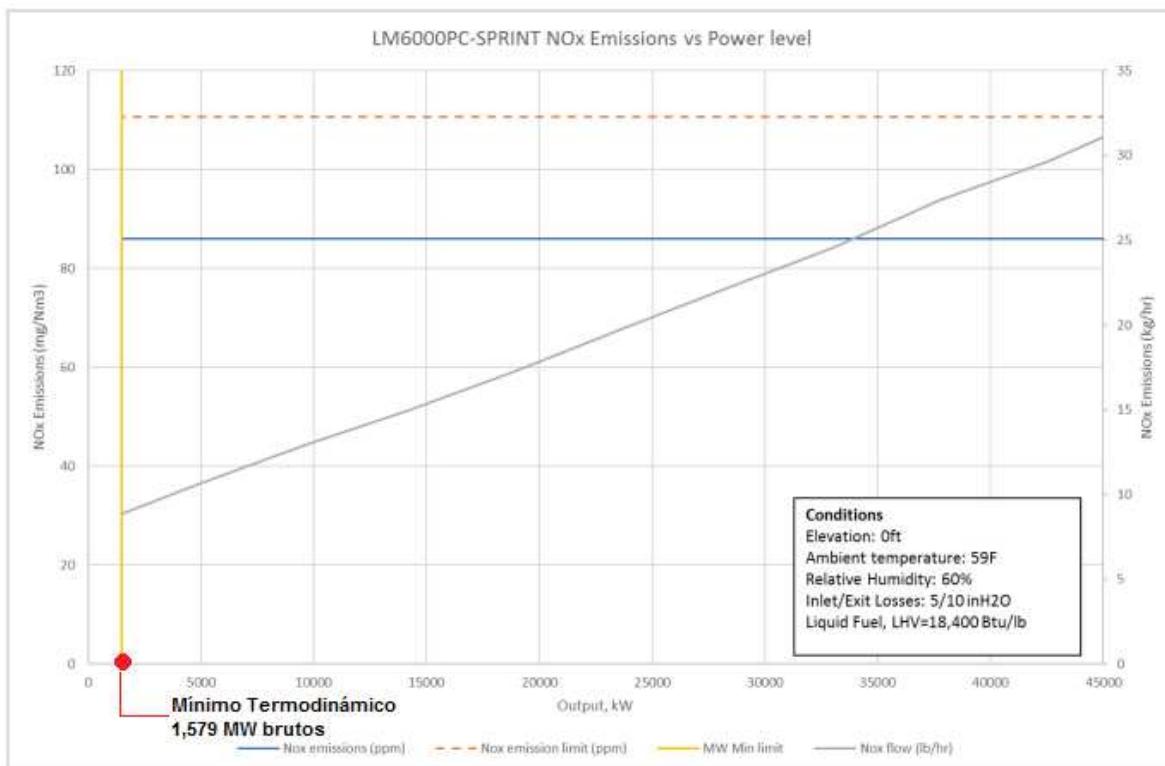


Figura 2: Mínimo Técnico Termodinámico.

Informe Técnico

Determinación de Mínimo Técnico

Unidad N°2 de la Central Termoeléctrica Antilhue

De la Figura 2, se concluye que el valor de Mínimo Técnico Termodinámico es de 1,58 MW brutos, lo que coincide con lo expresado por el fabricante en el Anexo 2, en el cual indica que la turbina LM6000 puede operar a cargas bajas.

Cabe mencionar que el gráfico mostrado en la Figura 2, se solicitó a GE exclusivamente con el fin de determinar el valor de Mínimo Técnico Termodinámico, por lo que no considera la operación del sistema de inyección de agua para abatimiento de NO_x para cumplir con los límites de emisiones establecidos.

4.3 Antecedentes nacionales o internacionales de unidades similares

No se cuenta con antecedentes nacionales o internacionales de unidades de similares características.

4.4 Antecedentes operacionales

En el Anexo 3 se muestra gráficamente la operación de la unidad Antilhue 2 durante el año 2016, con datos obtenidos del Sistema de Información en Tiempo Real de Colbún S.A. De ellos, se puede observar que la unidad Antilhue 2 no registró operaciones bajo el Mínimo Técnico actualmente informado¹.

4.4.1 Restricciones ambientales

Según establece el Decreto Supremo (DS) N°13/2011 del Ministerio del Medio Ambiente, la unidad Antilhue 2, por ocupar combustible líquido (diésel), deberá cumplir con los siguientes límites máximos de emisión:

- 30 mg/Nm³ de Material Particulado (MP).
- 30 mg/Nm³ de Dióxido de Azufre (SO₂).
- 200 mg/Nm³ de Óxidos de Nitrógeno (NO_x).

Por otro lado, la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N°091/1999, disponible en el Anexo 4, establece que los límites de emisión que aplican a la unidad Antilhue 2 operando con diésel son:

- 2,2 mg/m³ de MP.
- 11,2 mg/m³ de SO₂.
- 110,6 mg/m³ de NO₂.
- 1,4 mg/m³ de Monóxido de Carbono (CO).
- 0,6 mg/m³ de Hidrocarburos (HC).

¹ Mínimo Técnico informado a la fecha es de 25 MW brutos.

Informe Técnico

Determinación de Mínimo Técnico

Unidad N°2 de la Central Termoeléctrica Antilhue

En este contexto, se muestra la gráfica de una partida típica de una unidad de la CT Antilhue, en la cual se puede observar la relación entre las emisiones de NO_x y la potencia bruta generada durante este proceso, así como el funcionamiento del sistema de abatimiento de NO_x. Esta gráfica se encuentra adjunta en el Anexo 6.

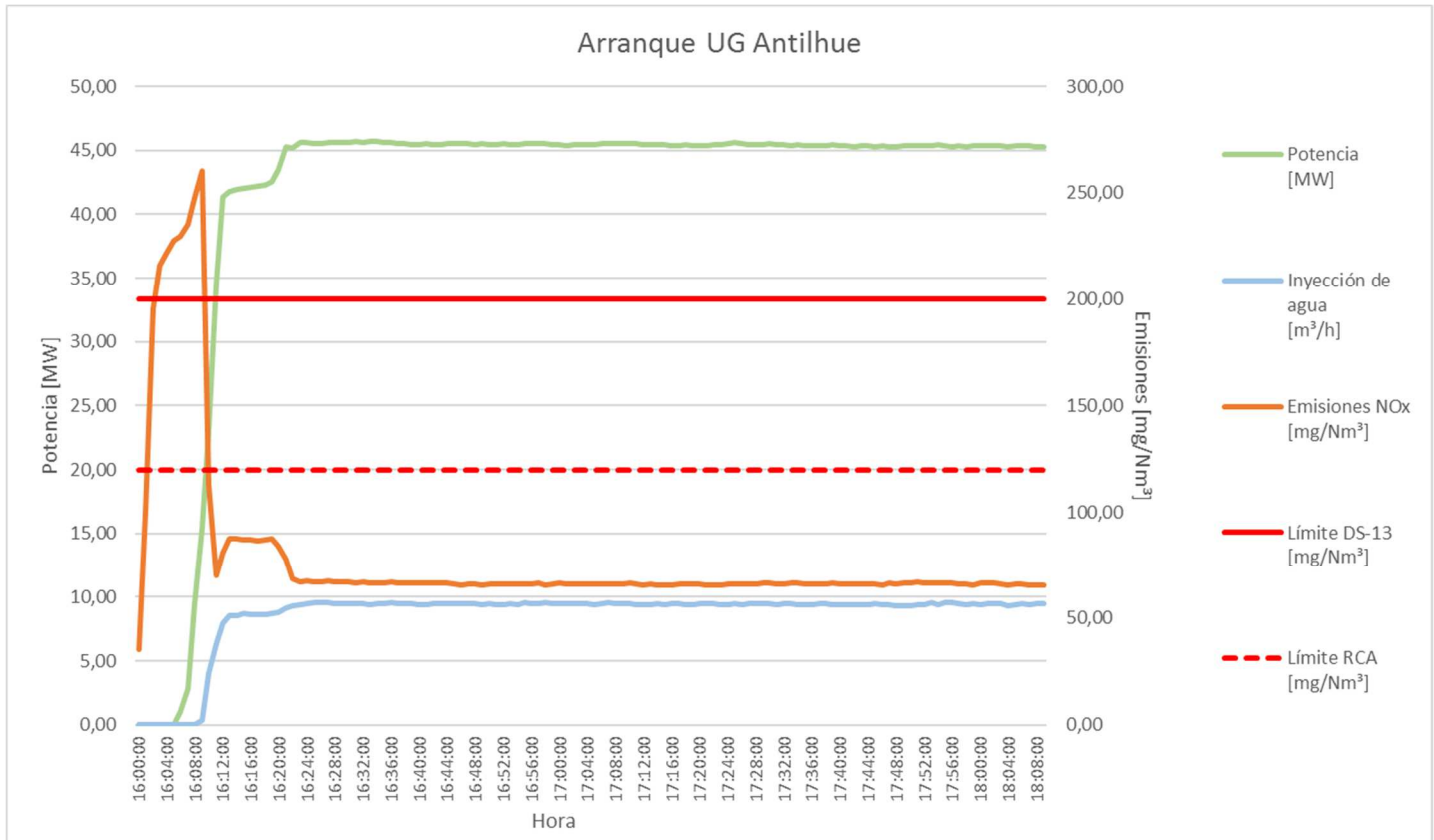


Figura 3: Relación de emisiones y potencia generada.

De la figura 3 se observa, en primer lugar, que durante el proceso de arranque de la unidad los niveles de emisiones de NO_x sobrepasan lo permitido tanto por el DS-13 así como por la RCA respectiva. Cuando la unidad llega a los 15 MW se obtiene permiso para arranque del sistema de abatimiento para los gases NO_x, el cual una vez en servicio disminuye considerablemente las emisiones de este gas hasta niveles por debajo de las restricciones ambientales.

Ahora bien, considerando lo anterior, se concluye que el funcionamiento del sistema de abatimiento es clave en los cumplimientos de las distintas normas ambientales, por lo que para asegurar su correcto funcionamiento es que se deja un margen de 2 MW. Con esto se evita que el sistema de abatimiento para gases NO_x salga de servicio, si por movimientos de la potencia se pierde la condición de mayor o igual a 15 MW.

Informe Técnico

Determinación de Mínimo Técnico

Unidad N°2 de la Central Termoeléctrica Antilhue

4.5 Justificaciones de eventuales fuentes de inestabilidad

En función de la operación real de ambas unidades de la CT Antilhue a mínimo técnico (17 MW brutos) se pudieron evidenciar vibraciones en los sistemas complementarios de la turbina, provocando diversas fallas y fisuras durante el año 2019.

A raíz de estos hallazgos Colbún decidió contratar la asesoría de la empresa Kinetec, para realizar un análisis de la condición vibratoria comentada anteriormente y en base a los resultados del estudio proponer un valor mínimo de operación.

Para el análisis el asesor reunió mediciones de velocidad y desplazamiento vibratorio obtenidas desde el 01 hasta el 13 de febrero del presente año, para condiciones de carga de 17, 20, 25 y 43 MW brutos. Las medidas se obtuvieron a través del monitoreo continuo de cuatro acelerómetros montados en la línea de alimentación y descarga del combustible. Anexo 7.

Luego del análisis anterior, Colbún solicitó nuevamente hacer mediciones a la empresa Kinetec para precisar el valor de carga en el cual ya no se presenten vibraciones perjudiciales para la unidad, las que fueron realizadas durante abril del presente año. Para esto se monitorearon distintas variables vibratorias entre 17 y 25 MW brutos con escalones de 1 MW entre cada estado carga.

El informe final presentado por la empresa consultora, Anexo 8, concluye que para condiciones de carga menores a 25 MW brutos se registran amplitudes vibratorias en ambas unidades que causan los daños evidenciados en los elementos asociados al sistema de combustible

Informe Técnico

Determinación de Mínimo Técnico

Unidad N°2 de la Central Termoeléctrica Antilhue

5. Conclusiones

El presente informe determina el valor de Mínimo Técnico de la unidad N°2 de la central Antilhue en cumplimiento con el Anexo Técnico: “Determinación de Mínimo Técnico de Unidades Generadoras” de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio versión mayo 2018.

Para dar cumplimiento a los límites de emisiones impuestos en el DS N°13/2011 y la RCA N°091/1999, la unidad generadora Antilhue 2 debe operar con un Mínimo Técnico Ambiental de 17 MW brutos.

Ahora bien, tomando en consideración los antecedentes de la unidad operando a mínimo técnico, sumado al análisis de vibraciones realizado por la empresa Kinetec se concluye que el valor de **Mínimo Técnico Termodinámico para la unidad Antilhue 2 es de 25 MW brutos.**

Informe Técnico

Determinación de Mínimo Técnico

Unidad N°2 de la Central Termoeléctrica Antilhue

6. Anexos

Anexo 1 Diagrama PQ Antilhue 2

Anexo 2 Recomendación del fabricante

Anexo 3 Mínimo Termodinámico

Anexo 4 Registro operacional

Anexo 5 RCA N°091 1999 Antilhue

Anexo 6 Emisiones NOx

Anexo 7 Informe preliminar de Kinetec

Anexo 8 Informe final de Kinetec