

**TRACTEBEL ENGINEERING S.A.**

Avenida Andrés Bello 2325, piso 7, Providencia  
Providencia, Zip Code 7511308 - Santiago – CHILE  
tel. +56 2 2715 8000 - fax +56 2 2715 8001  
engineering-cl@tractebel.engie.com  
tractebel-engie.com

## INFORME TÉCNICO

Código de Documento: P020002-2-GE-INF-00003

**Cliente:** Generadora Metropolitana  
**Proyecto:** Determinación de Mínimos Técnicos Central Los Vientos  
**Asunto:** Informe de Mínimo Técnico Gas Natural – Los Vientos  
**Comentarios:** Informe desarrollado con datos de las pruebas operacionales gas natural de PPD y MT realizadas el 30 de abril 2023

0	10/05/2023	Revisión Final	Alfredo Osses	Diego Larraín	Luis Garrido	Luis Garrido
B	10/05/2023	Revisión Final	Alfredo Osses	Diego Larraín	Luis Garrido	Luis Garrido
A	03/05/2023	Revisión Interna	Alfredo Osses	Diego Larraín	Luis Garrido	Luis Garrido

REV.	DD/MM/AA	ESTATUS	ESCRITO	VERIFICADO	APROBADO	VALIDADO
------	----------	---------	---------	------------	----------	----------

## Informe de Mínimo Técnico Gas Natural – Los Vientos

### TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO .....	1
1. OBJETIVO .....	2
2. DEFINICIONES Y ABREVIACIONES .....	2
3. DOCUMENTOS Y NORMAS APLICADAS .....	3
4. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL .....	4
5. MÍNIMO TÉCNICO .....	5
5.1. Mínimo Técnico de la Unidad Generadora .....	5
5.2. Antecedentes Nacionales .....	10
6. CONCLUSIONES .....	12
7. ANEXOS .....	13

## RESUMEN EJECUTIVO

La Central Los Vientos es una central térmica compuesta por una turbina de gas en ciclo abierto acoplada a su respectivo generador eléctrico. La central puede utilizar como combustible tanto diésel como gas natural. Está ubicada en la comuna de Llay-Llay, Provincia de San Felipe de Aconcagua, Región de Valparaíso siendo su punto de conexión al SEN es la S/E Las Vegas 110kV.

La central realizó mejoras en su turbina que incluyen reemplazo de sus quemadores por unidades con tecnología DLN1+ de abatimiento de emisiones y actualización del sistema de control a MkVIe. Adicionalmente la turbina se comisiona para combustible dual (operación con diésel o gas natural) e incorporación de sistema IBH (recirculación parcial de aire del compresor). Estas modificaciones a la turbina ameritan una actualización de los valores de mínimo técnico de la unidad reportados al Coordinador Eléctrico Nacional. Para la emisión de este informe se utilizan como parámetros de entrada valores de garantía de vendor, pruebas operacionales con gas natural y antecedentes del informe de mínimo técnico anterior.

Conforme a la resolución dispuesta por la CNE, las empresas generadoras deberán determinar e informar al Coordinador Eléctrico Nacional, el Mínimo Técnico de sus unidades generadoras en conformidad a las disposiciones del Anexo Técnico "Determinación de Mínimos Técnicos en Unidades Generadoras" (Resolución exenta N°375) de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (NTSyCS) (Resolución exenta N°347)

En este contexto, se ha determinado para la central, los siguientes valores de Mínimo Técnico:

Tipo de operación	Mínimo Técnico Ambiental	Mínimo Técnico
Gas Natural	95 MW	5 MW

Donde el mínimo técnico aplicable con combustible gas natural es el más restrictivo entre los dos, correspondiente al **mínimo ambiental**.

# 1. OBJETIVO

El presente documento tiene como objetivo informar y respaldar los valores de Mínimo Técnico de la Central Los Vientos, para operación de la TG en modo ciclo abierto utilizando combustible Gas Natural, conforme a lo establecido en el Anexo Técnico “Determinación de Mínimo Técnico de Unidades Generadoras” de la NTSyCS.

# 2. DEFINICIONES Y ABREVIACIONES

## Definiciones

Mínimo Técnico	Según el Anexo Técnico, se entenderá por Mínimo Técnico la potencia activa bruta mínima con la cual una unidad puede operar en forma permanente, segura y estable inyectando energía al SEN en forma continua.
Mínimo Técnico Ambiental	Mínimo Técnico que permite garantizar el cumplimiento de los límites de emisiones que aplican para la central en cuestión.
Unidad	Unidad Generadora (turbina de gas acoplada a su respectivo generador eléctrico)
Vendor	Proveedor o fabricante de la turbina y accesorios

## Abreviaciones

CEMS	Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones
CNE	Comisión Nacional de Energía
DS 13	Decreto Supremo n°13, establece norma de emisión para centrales termoeléctricas
GE	General Electric
IBH	Inlet Bleed Heating (Recirculación parcial de aire del compresor a la boca de la turbina)
MP	Material Particulado
MT	Mínimo Técnico
MTA	Mínimo Técnico Ambiental
ND	No Disponible
NTSyCS	Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio
RCA	Resolución de Calificación Ambiental
S/E	Subestación Eléctrica
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
TG	Turbina de Gas

### 3. DOCUMENTOS Y NORMAS APLICADAS

Los documentos aplicables para la determinación del Mínimo Técnico son los siguientes:

1.	Anexo Técnico: Determinación de Mínimos Técnicos en Unidades Generadoras conforme a NTSyCS 2020
2.	DS N°13 Norma de Emisiones para Centrales Termoeléctricas
3.	Resolución Calificación Ambiental del proyecto "Turbina de Respaldo Los Vientos" Resolución Exenta N°293/2005
4.	Anexo de Garantías de rendimiento de mejora de la turbina: "PERFORMANCE GUARANTEES AND ACCEPTANCE TEST PROGRAM"
5.	Manual Mantenimiento y operación del generador de la turbina de gas MS 9001 E, General Electric, 2022
6.	Informe consolidado de evaluación de impacto ambiental turbina de respaldo Las Vegas 2005
7.	Informe previo y prueba de mínimo técnico relacionada: "Informe de Evaluación de Mínimo Técnico Central los Vientos" 17/10/2017
8.	Preliminary GT thermal performance test report- Los Vientos GT1
9.	COR-GO-DCO-MT- Los Vientos – Observaciones a Informe de Mínimo Técnico de la Central TER Los Vientos – Rev1

## 4. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL

Central Los Vientos es una central térmica compuesta por una turbina de gas en ciclo abierto acoplada a su respectivo generador eléctrico. En la Tabla 1 se indican las características principales de la unidad.

Central Los Vientos	Información	Referencia
Modelo turbina	GE9171E 9E.03 N° Serie 890902	Manual Mantenimiento y operación del generador de la turbina de gas
Potencia Máxima Bruta Gas Natural	123,4 MW (134,0 MW Peak Firing) <sup>1</sup>	Oferta General Electric
Sistema de Combustible	Petróleo Diésel A-1 Gas Natural	Oferta General Electric
Velocidad Nominal	3.000 rpm	RCA 293/2005
Sistema de Control	Mark VIe	Manual Mantenimiento y operación del generador de la turbina de gas
Control de Emisiones	-Combustión DLN1+ (operación con gas natural) -Inyección de agua (operación con diésel)	Manual Mantenimiento y operación del generador de la turbina de gas
Medio de Partida	Motor externo de arranque	Manual Mantenimiento y operación del generador de la turbina de gas
Modelo Generador	141.250 kVA Brush N° serie 909178.010/ PNGE 340x902	Informe anterior MT Los vientos (2017)

Tabla 1: Características de la unidad de Central Los Vientos.

Las emisiones de los gases de la Central Los Vientos son medidas en forma continua a la salida de la chimenea, a través del Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS).

En ANEXO A se incluye documentación técnica de la unidad.

<sup>1</sup> Modo de operación Peak Firing pendiente de comisionamiento al momento de la emisión de este informe

## 5. MÍNIMO TÉCNICO

Para la central Los Vientos, resulta necesario determinar el Mínimo Técnico de la Unidad y el Mínimo Técnico Ambiental.

### MÍNIMO TÉCNICO DE LA UNIDAD

La unidad generadora posee un valor de Mínimo Técnico propio de la máquina. Esto es el mínimo de potencia activa bruta que la unidad puede generar de manera estable, permanente, y segura sin considerar limitaciones ambientales.

### MÍNIMO TÉCNICO AMBIENTAL

El Mínimo Técnico Ambiental está asociado al cumplimiento de las limitaciones ambientales que le apliquen a la central, en este caso, lo establecido en el DS 13 y RCA del proyecto.

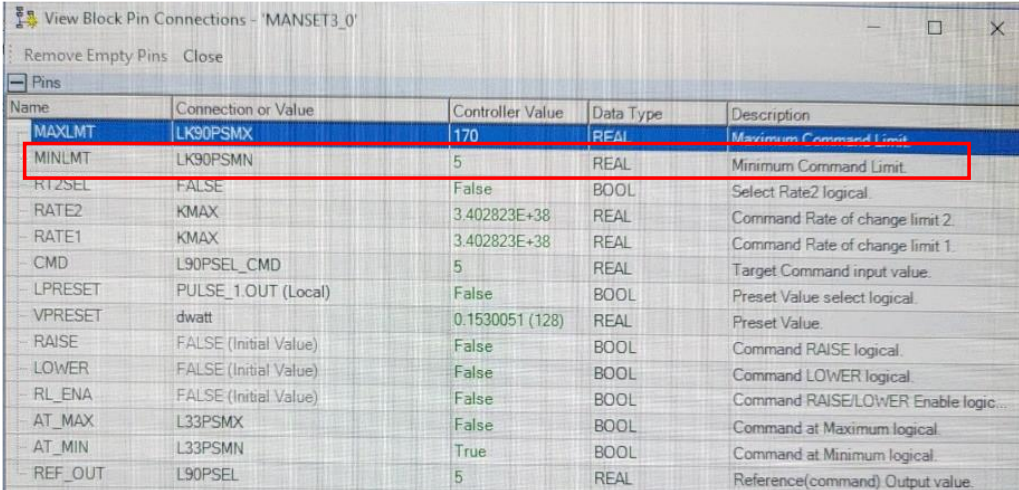
En los siguientes capítulos se desarrolla la determinación de estos valores.

## 5.1. Mínimo Técnico de la Unidad Generadora

### 5.1.1. Load Selector

La potencia mínima de la turbina está limitada por el Load Selector en el HMI de la unidad. Cuando el operador ingresa una potencia de setpoint, esta potencia debe superar la constante LK90PSMN cuyo valor es 5MW.

La Figura 1, muestra esta limitación inferior de 5MW.



Name	Connection or Value	Controller Value	Data Type	Description
MAXLMT	LK90PSMX	170	REAL	Maximum Command Limit.
MINLMT	LK90PSMN	5	REAL	Minimum Command Limit.
R1ZSEL	FALSE	False	BOOL	Select Rate2 logical.
RATE2	KMAX	3.402823E+38	REAL	Command Rate of change limit 2.
RATE1	KMAX	3.402823E+38	REAL	Command Rate of change limit 1.
CMD	L90PSEL_CMD	5	REAL	Target Command input value.
LPRESET	PULSE_1_OUT (Local)	False	BOOL	Preset Value select logical.
VPRESET	dwatt	0.1530051 (128)	REAL	Preset Value.
RAISE	FALSE (Initial Value)	False	BOOL	Command RAISE logical.
LOWER	FALSE (Initial Value)	False	BOOL	Command LOWER logical.
RL_ENA	FALSE (Initial Value)	False	BOOL	Command RAISE/LOWER Enable logic...
AT_MAX	L33PSMX	False	BOOL	Command at Maximum logical.
AT_MIN	L33PSMN	True	BOOL	Command at Minimum logical.
REF_OUT	L90PSEL	5	REAL	Reference(command) Output value.

Figura 1: Descripción de variables de control Mínimo Técnico Ambiental

En el ANEXO E se muestra la lógica de control asociada al control de carga y su selector.

## 5.1.2. Restricciones Ambientales

### Decreto supremo 13.

De acuerdo con el artículo 4° del DS 13, los límites de emisión para fuentes emisoras existentes<sup>2</sup> se indican en la Figura 2. Estos límites se deben corregir por oxígeno (O<sub>2</sub>) al 15% en base seca<sup>3</sup>.

Tabla N° 1: Límites de emisión para fuentes emisoras existentes (mg/Nm<sup>3</sup>):

Combustible	Material Particulado (MP)	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )
Sólido	50	400	500
Líquido	30	30	200
Gas	n.a.	n.a.	50

n.a.: no aplica.

Figura 2: Límites de emisión para fuentes emisoras nuevas. [Extracto DS 13]<sup>4</sup>.

El DS 13 indica que los valores límites de emisión para NO<sub>x</sub> se deben evaluar sobre la base de promedios horarios y se deberán cumplir durante el 95% de las horas de funcionamiento. El 5% de las horas restantes comprende horas de encendido, apagado o probables fallas.

### Resolución ambiental

La resolución ambiental para este proyecto indica límites para combustión con diésel, no para gas natural. Estos límites son mayores que los límites para gas natural del DS13.

En la Tabla 2 se resumen los límites de emisión aplicables a la central.

Contaminante	Límite DS13 [mg/Nm <sup>3</sup> ]
NO <sub>x</sub>	50
SO <sub>2</sub>	N/A
MP	N/A

Tabla 2: Límites de emisión aplicables para Central Los Vientos, operación con gas natural

<sup>2</sup> Unidades de generación que se encuentren operando o declaradas en construcción con anterioridad al 2010. Central Los Vientos comenzó sus operaciones en 2007.

<sup>3</sup> Corrección para Turbinas de Gas con combustible líquido o gaseoso.

<sup>4</sup> Metro cúbico normalizado. En el contexto del DS 13, se considera a 25°C y 1 atm



### 5.1.3. Antecedentes operacionales

#### Pruebas operacionales con gas natural

La prueba operacional de mínimo técnico se realizó el 30/04/2023 entre las 14:30 y las 15:15 (área sombreada celeste y naranja). Se ensayó el escalón más pequeño con operación de los quemadores en modo Premix, el cual está asociado a una combustión de bajas emisiones. Se demuestra que este nivel de carga es el mínimo técnico ambiental a través de las mediciones de contaminantes y debido a que, al bajar carga, el modo de combustión cambia a Lean-Lean, el cual es un modo transitorio de altas emisiones. Este comportamiento se puede ver en la Figura 3, donde el correlativo de modo de combustión n°2 corresponde a modo Premix y el n°5 y n°6 a Lean-Lean. La prueba se realizó con el sistema IBH<sup>5</sup> inhabilitado.

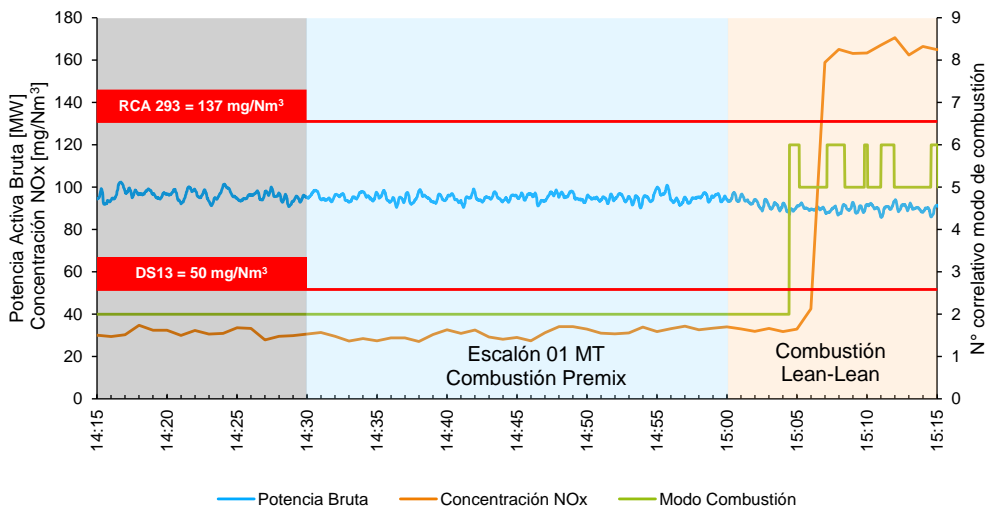


Figura 3: Escalones de mínimo técnico durante pruebas operacionales y límites ambientales.

Como se puede ver en la Figura 3, operando en torno a 95MW se obtienen concentraciones de NOx de alrededor de 31 mg/Nm<sup>3</sup>, sin embargo, al operar en cargas menores, la temperatura de referencia de combustión (TTRF1) pasa por debajo del umbral de 1950°F (1066°C) en donde la combustión cambia desde Premix hacia Lean-Lean, ver Figura 4. En modo Lean-Lean se observa que las concentraciones de NOx aumentan considerablemente y sobrepasan los límites del DS13. El comportamiento observado es coherente con lo indicado en el manual de combustión DLN1+ emitido por el fabricante General Electric, ver Figura 5.

<sup>5</sup> "Inlet bleed heating", recirculación parcial de aire en el compresor.

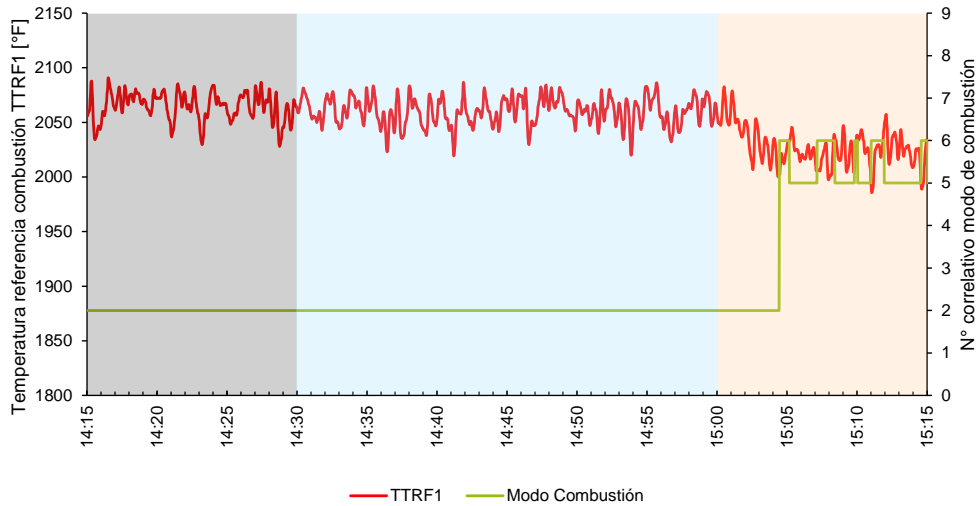


Figura 4: Temperatura de referencia de combustión y modo de combustión durante la prueba de MT

## GE DLN-1+ Gas Fuel Split Schedule DLN Combustion Systems

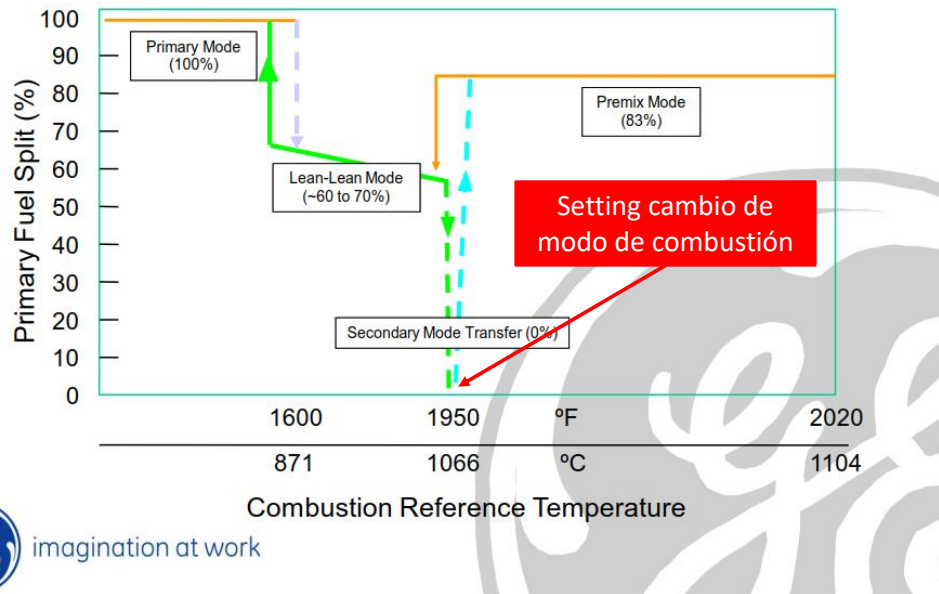


Figura 5: Extracto manual de combustión DLN1+

En el ANEXO F se pueden encontrar gráficas de las mediciones tomadas durante la prueba.

De lo anterior, el **mínimo técnico ambiental** está limitado por la **mínima potencia en la que el modo de combustión Premix puede operar**. Las potencias ensayadas se pueden ver en la Tabla 3

Modo de combustión	Potencia bruta [MW]	Concentración de NOx en las emisiones [mg/Nm <sup>3</sup> ] <sup>6</sup>
Premix	95,1	30,9
Lean Lean	89,9	164,7

Tabla 3: Emisiones de contaminantes durante la prueba operacional de mínimo técnico.

#### 5.1.4. Operación del sistema IBH

Debido a varios incidentes durante la fase de puesta en marcha de la unidad con DLN, General Electric dejó el IBH deshabilitado. La habilitación del IBH se realizará en un futuro mantenimiento una vez completado un Análisis de Causa Raíz liderado por General Electric.

A modo de respaldo, se indica en Figura 6 un extracto de la carta *Requirements to Release GF Commissioning* enviada por el fabricante General Electric a Generadora Metropolitana el 26/04/2023, prohibiendo el uso de IBH hasta la resolución del Análisis de Causa Raíz en curso.

We would like to highlight that, according to our last Touch Point realized on April 18th, the prerequisite listed below are mandatory for operation until final resolution arising from the RCA process is available:

- Liquid Fuel operation is permitted with no IBH flow. No Liquid-to-Gas fuel transfer is allowed.
- Gas fuel operation is permitted with no IBH flow. No Gas-to-Liquid fuel transfer is allowed.

Figura 6: Extracto carta de la carta *Requirements to Release GF Commissioning* (Documento de carácter confidencial)

<sup>6</sup> 25°C y 1 atm, mismas condiciones que límites definidos en DS 13.

El no uso del IBH limita la banda de operación en modo de combustión Premix (límite inferior). Como se puede ver en la Figura 7, se espera poder reducir el mínimo técnico ambiental con el uso combinado del sistema IBH y del modo de combustión Premix.

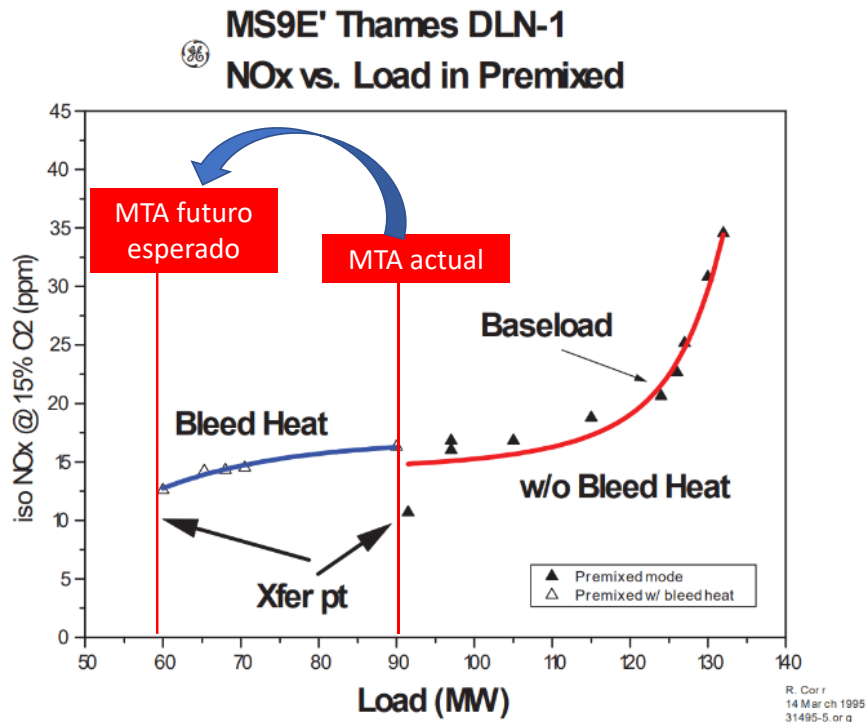


Figura 7: Extracto del manual de combustión DLN1+. Impacto del IBH en emisiones de contaminantes.

## 5.2. Antecedentes Nacionales

Como referencia, en la Tabla 4 se recogen los valores de MT aprobados de unidades similares que operan en el territorio nacional. La información es obtenida de los informes de Mínimo Técnico disponibles en el sitio web del Coordinador Eléctrico Nacional.

<b>Central</b>	<b>Turbina Fabricante Modelo</b>	<b>Potencia Nominal</b>	<b>Mínimo Técnico % Potencia Nominal</b>	<b>Mínimo Técnico Ambiental % Potencia Nominal</b>
<b>Taltal 1</b> Gas Natural	GE Frame 9E	122,6 MW	5 MW 4%	63 MW 51%
<b>Taltal 1</b> Diésel	GE Frame 9E	120,7 MW	5 MW 4%	63 MW 52%
<b>Taltal 2</b> Gas Natural	GE Frame 9E	122,6 MW	5 MW 4%	63 MW 51%
<b>Taltal 2</b> Diésel	GE Frame 9E	120,7 MW	5 MW 4%	54 MW 45%
<b>Quintero 1A</b> Gas Natural	GE Frame 9E	125,4 MW	5 MW 4%	60,8 MW 48%
<b>Quintero 1B</b> Gas Natural	GE Frame 9E	125,4 MW	5 MW 4%	59,4 MW 47%
<b>Candelaria 1</b> Diésel	GE Frame 9E	123 MW	18,5 MW 15%	40 MW 33%
<b>Candelaria 2</b> Diésel	GE Frame 9E	123 MW	18,5 MW 15%	40 MW 33%
<b>Los Guindos</b> Diésel	GE Frame 9E	139 MW	30 MW 22%	65 MW 47%
<b>Santa Lidia</b> Diésel	GE Frame 9E	136 MW	30 MW 22%	30 MW 22%
<b>Los Vientos</b> Gas Natural	GE Frame 9E DLN1+	123,4 MW	5 MW 4%	95 MW 77%

Tabla 4: Antecedentes nacionales de valores de Mínimo Técnico de unidades similares.

Cabe destacar que todas las unidades antes indicadas son de la misma clase (Frame 9) y fabricante (General Electric). Sin embargo, la turbina de Los Vientos es la única con tecnología DLN1+ en el quemador.

Nota: Los datos informados fueron obtenidos a partir de informaciones y antecedentes suministrados por Los Vientos y sitio web oficial del Coordinador Eléctrico Nacional.

## 6. CONCLUSIONES

Considerando lo expuesto en el Capítulo 5.1, el valor de Mínimo Técnico de la Unidad es **5 MW**, sin considerar limitaciones ambientales.

En pruebas **operando con combustible gas natural**, se alcanzó una generación bruta mínima de **95 MW** manteniendo la emisión de contaminantes por debajo de los límites establecidos por el DS 13.

En base a lo anterior, los mínimos técnicos aplicables a la central Los Vientos se muestran en la Tabla 5.

Tipo de operación	Mínimo Técnico Ambiental	Mínimo Técnico
Gas Natural	95 MW	5 MW

Tabla 5: Mínimos técnicos de la central

## 7. ANEXOS

ANEXO A – INFORMACIÓN TÉCNICA TURBINA

ANEXO B - DIAGRAMA UNILINEAL ELÉCTRICO

ANEXO C - EXTRACTO RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL

ANEXO D - EXTRACTO DECRETO SUPREMO 13

ANEXO E - LÓGICA DE CONTROL

ANEXO F – GRÁFICOS

# ANEXO A – INFORMACIÓN TÉCNICA TURBINA



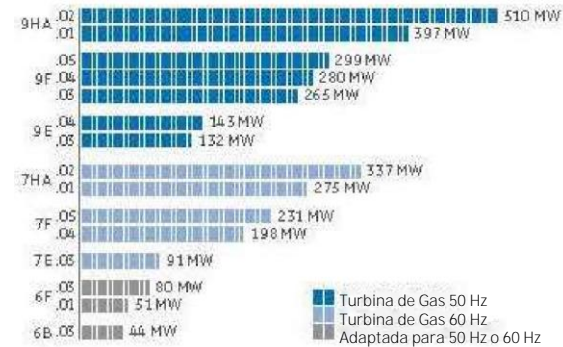
# 132-143 MW

Rendimiento de ciclo simple

# 9E.03/9E.04

	9E.03	9E.04
Frecuencia	50	50
Salida neta SC (MW)	132	143
Tasa de calor neta SC (Btu/kWh, LHV)	9,860	9,250
Tasa de calor neta SC (kJ/kWh, LHV)	10,403	9,759.
Eficiencia neta SC (% , LHV)	34.6%	36.9%
Energía de escape (MM Btu/hr)	828	814
Energía de escape (MM kJ/hr)	874	858
Carga mínima de reducción de la TG (%)	35%	35%
Velocidad de rampa de la CT (MW/min)	11	12
NOx (ppmvd) en carga base (@15 % O <sub>2</sub> )	5	5
CO (ppm) en reducción mínima sin supresión	25	25
Variación Wobbe (%)	> 1/-30%	> 1/-30%

## Turbinas de gas de alta resistencia



fuentes - e03-04-fact-sheet-april-2015

	Dispositivo de arranque	Señal de arranque a velocidad máxima sin carga (FSNL)		FSNL a carga completa		Tiempo total	
		Normal	Rápido	Normal	Rápido	Normal	Rápido
Combustión SCD	Motor de 1360 HP	18 min	12 min	14 min	4 min	32 min	16min
Combustión DLN	Motor de 1360 HP	18 min	12 min	14min	4 min 30 seg	32 min	16 min 30 seg



imagination at work

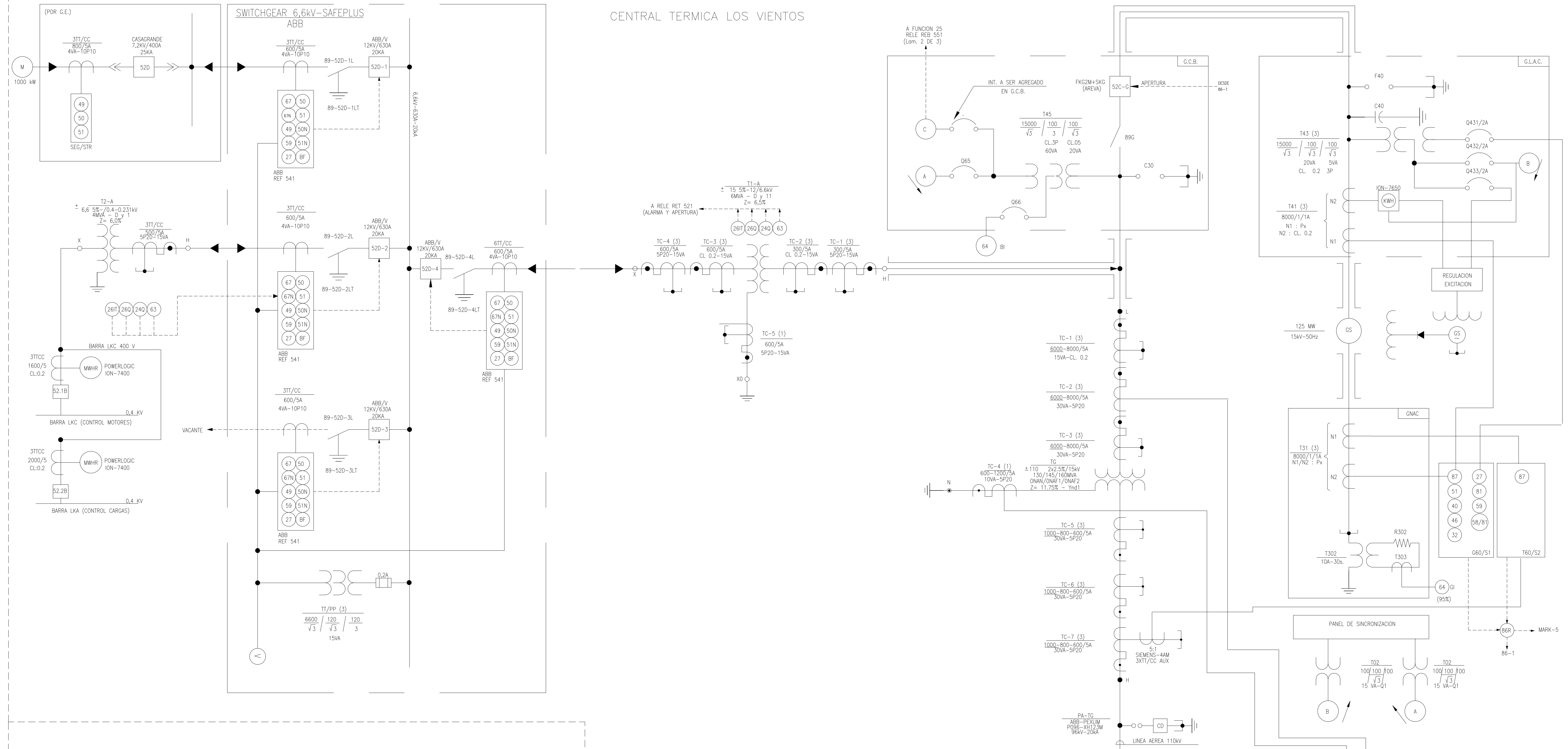
© 2016 General Electric Company. Todos los derechos reservados. Este documento no puede reproducirse o distribuirse total ni parcialmente sin la autorización previa por escrito del propietario de los derechos de autor.

GT\_9E\_Design\_08-18

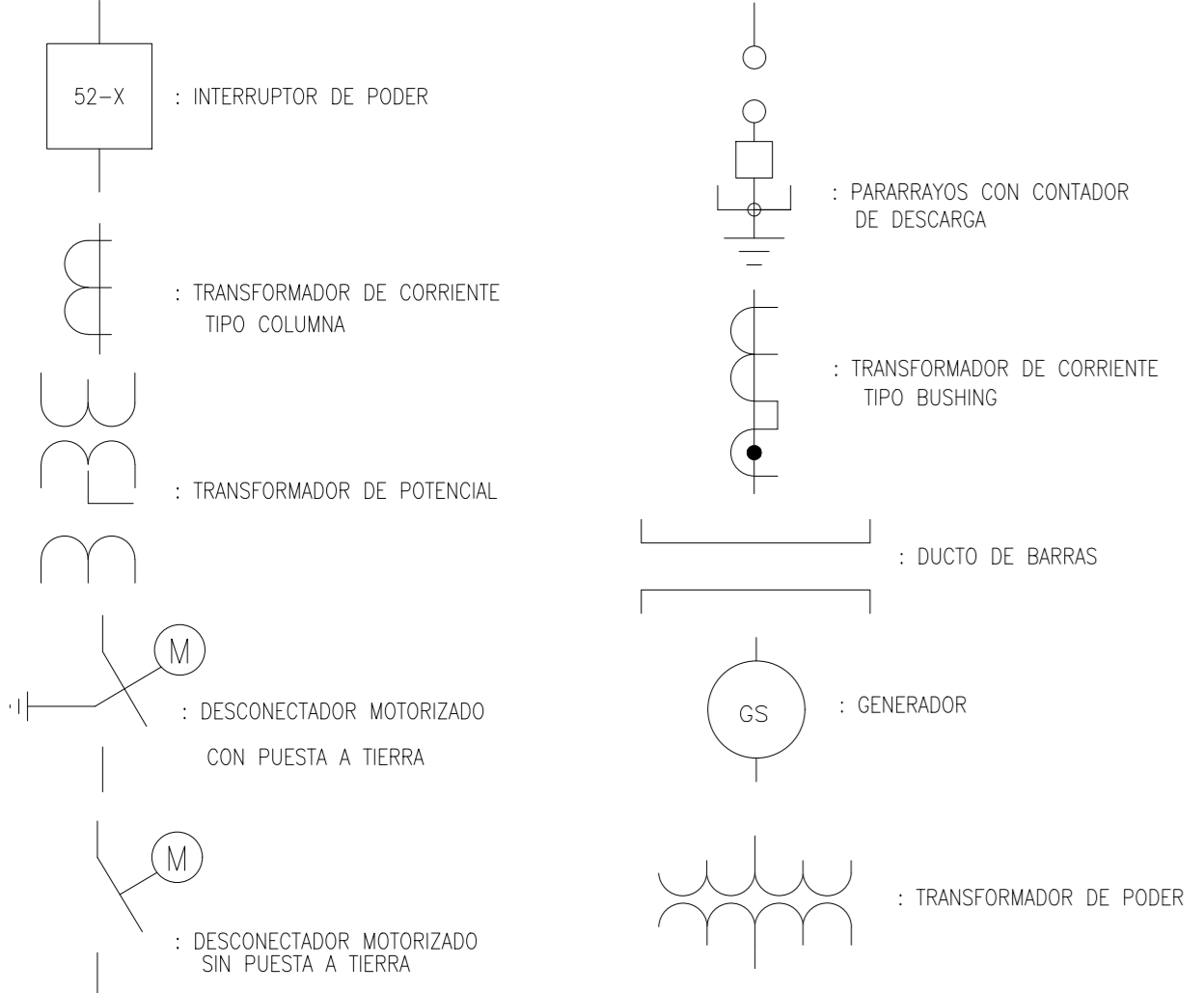
3 de 34

# ANEXO B - DIAGRAMA UNILINEAL ELÉCTRICO

CENTRAL TERMICA LOS VIENTOS

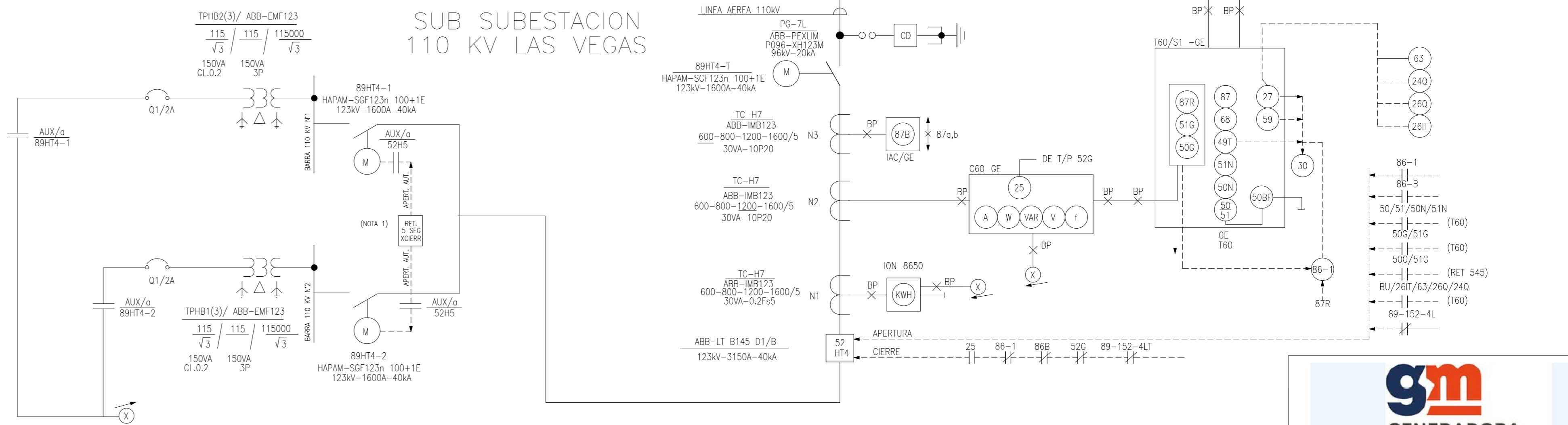


SIMBOLOGIA :



- 87 : PROTECCIÓN DIFERENCIAL
- 87B : PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE BARRA
- 87T : PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE TRANSFORMADOR
- 27 : PROTECCIÓN BAJO VOLTAJE
- 25 : FUNCIÓN DE SINCRONISMO
- 59 : PROTECCIÓN SOBRE VOLTAJE
- 21 : PROTECCIÓN DE DISTANCIA
- 50BF : PROTECCIÓN FALLA INTERRUPTOR
- 49 : PROTECCIÓN TÉRMICA
- 50/50N : PROTECCIÓN SOBRECORRIENTE INSTANTANEA/A TIERRA
- 51/51N : PROTECCIÓN SOBRECORRIENTE TEMPORIZADA/A TIERRA
- 86/86T/86B : RELÉ MAESTRO/DE TRANSFORMADOR/DE BARRA
- 67/67N : PROTECCIÓN SOBRECORRIENTE DIRECCIONAL/FALLA A TIERRA
- 63 : RELÉ BUCHHOLZ DEL TRANSFORMADOR
- 26Q : TEMPERATURA ACEITE TRANSFORMADOR
- 26IT : IMAGEN TÉRMICA
- 24 : RELÉ DE SOBRE EXCITACIÓN
- 87 : PARARRAYOS CON CONTADOR DE DESCARGA
- 3BE : TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TIPO BUSHING
- DUCTO DE BARRAS : DUCTO DE BARRAS
- GS : GENERADOR
- 3BE : TRANSFORMADOR DE PODER

SUB SUBESTACION 110 KV LAS VEGAS



REFERENCIAS		REVISIONES		NOTAS	
N° DE PLANO	DESCRIPCION	N°	FECHA	DESCRIPCION	
		2	02/2020	CAMBIO LAZO DE CORRIENTE C60	P.S.P. P.S.P. G.E.M.E.
		1	10/2019	UP-GRADE DE PROTECCIONES	P.S.P. P.S.P. G.E.M.E.
		0	05-05-19	DIAGRAMA UNILINEAL ACTUALIZADO	P.S.P. P.S.P. P.S.P.

N° CONTRATO	FECHA	05/05/19
N° PLANO	REV.	0
CLV-ELE-UNI-001	ESCALA	S/ESCA.
REVISO:	APROBO:	J.INGENIERA
J.INGENIERA	J.PROYECTO	J.INGENIERA
PLANO N°		



PROYECTO: CENTRAL TERMOELECTRICA LOS VIENTOS  
 DETALLE: DIAGRAMA UNILINEAL LOS VIENTOS  
 GENERADOR CICLO ABIERTO 125 MW

# ANEXO C - EXTRACTO RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL

**5.1.4. Residuos Sólidos**

La mayor cantidad de residuos provendrá de los excedentes de excavación que se efectuará en el sitio. El volumen de excavación se estima en 20.000 m<sup>3</sup>, de los cuales se utilizarán unos 2.000 m<sup>3</sup> en rellenos y el resto se dispondrá para nivelación de parte del área disponible en el terreno propiedad de AES Gener. En menor importancia estarán los residuos de construcción y montaje, principalmente embalajes, cartones y tambores, y el residuo de tipo domiciliario, consistente principalmente en papeles y alimentos.

La basura de tipo domiciliaria y los escombros de construcción se enviarán al relleno sanitario autorizado más cercano, que corresponde al Relleno Sanitario Lomas Los Colorados, ubicado en la Comuna de Til-Til, Región Metropolitana. Los desechos que requieran un manejo especial, tales como aceites de recambio, serán entregados a una empresa especializada en el rubro para su procesamiento y disposición final. Los elementos metálicos sobrantes serán vendidos como chatarra para su reprocesamiento en una fundición.

**5.2. ETAPA DE OPERACIÓN****5.2.1. Emisiones a la Atmósfera**

Las emisiones a la atmósfera están relacionadas con los principales componentes del combustible utilizado para el funcionamiento de la unidad de generación. Considerando que el petróleo Diesel será el combustible a utilizar por la turbina de combustión, las emisiones relevantes corresponden a SOx y NOx; CO, Hidrocarburos (HC) y material particulado.

En la siguiente tabla se resumen las tasas de emisiones para la operación de la Turbina, operando con Diesel A-1 a su máxima capacidad. Estos valores son entregados por los fabricantes de la turbina de combustión (similares a turbinas fabricadas y funcionando en Chile por General Electric):

**Tabla 23 "Emisiones Másicas Estimadas de la Turbina de Respaldo"**

Parámetro	Valor
Temperatura de los gases	532° C
Flujo de gases	1.565 t/h
Nox	Emisión garantizada de 156.5 kg/h en la chimenea (65 ppmv con un 15% O2)
CO	30 kg/h (20 ppmvd)
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	3.1 kg/h
Hidrocarburos no quemados (UHC)	6.4 kg/h (2,5 ppmvd)
Material Particulado	7.7 kg/h (10 mg/Nm3)
SO2	3.3 kg/h (petróleo 0,005% azufre)

El sistema de combustión empleado permite garantizar bajas concentraciones de óxidos de nitrógeno en los gases de escape. Adicionalmente la instalación cuenta con un sistema de inyección de agua, que asegura que no se sobrepasará el nivel especificado para la concentración de los óxidos de nitrógeno.

Además, dadas las características del petróleo a emplear como combustible en esta turbina (con contenido de azufre <0,005%), las cantidades de anhídrido sulfuroso eventualmente emitidas cumplirán sin mayores problemas los límites permitidos por la legislación vigente en Chile. En efecto, las especificaciones técnicas de la turbina no exceden el nivel de referencia de la Confederación Suiza, siendo los siguientes valores los máximos a emitir:

Tabla 24 "Emisiones de la Turbina Estandarizadas"

Contaminante	Emisiones a T° Salida (532 °C)		Emisiones estandarizadas (0°C, 1 atm) mg/m3	Cumplimiento Norma Suiza
	kg/hr	g/s		
Nox	156,5	43,5	127,5	Si
CO	30	8,3	24,4	Si
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	3,1	0,9	2,5	-
Hidrocarburos no quemados (UHC)	6,4	1,8	5,2	-
Material Particulado	7,7	2,1	6,3	Si
SO2	3,3	0,9	2,7	Si

Tabla 25 "Norma Suiza de Emisión de Turbinas"

Ítem	Valor	Unidades	Observaciones
<b>General</b>			
S máx. En diesel	0,005	% másico	
Humo	2	Dimensional	Consumo calórico superior a 20 MW.
<b>Contaminantes</b>			
Monóxido de carbono (CO)	170	mg/m3	No debe excederse durante operación continua de la turbina.
Óxidos de azufre (SOx) Expresado como SO2	400	mg/m3	Flujo másico de 2,5 kg/h ó más.
Óxidos de nitrógeno (NOx) Expresado como NO2	150	mg/m3	Consumo calórico superior o igual a 60 MW.
Material particulado total	50	mg/m3	

Fuente: Swiss Ordinance on Air Pollution Control (OAPC) of 16 December 1985 (as at 28 March 2000).

**Emisiones Máximas Esperadas para la Central Las Vegas**

Contaminantes	Ton/día
NO <sub>x</sub>	3,76
SO <sub>2</sub>	0,08
PM10	0,18

El titular no deberá superar las emisiones másicas autorizadas para el funcionamiento de la Central Las Vegas, conforme a lo señalado precedentemente.

**5.2.2. Emisiones de Ruido**

Las emisiones sonoras de la unidad termoeléctrica tienen su origen en los principales equipos rotatorios del proceso, tales como la turbina de combustión, ventiladores, generador eléctrico, los transformadores, la chimenea y los equipos auxiliares. Los equipos más ruidosos contarán con cubiertas para atenuar el nivel de ruido. Todos los equipos emitirán un ruido inferior a 90 dBA medido a 1 metro del equipo.

Los niveles de presión sonora de los equipos de la unidad termoeléctrica se presentan en la siguiente tabla:

# ANEXO D - EXTRACTO DECRETO SUPREMO 13

observaciones formuladas en la etapa de consulta al anteproyecto de norma; la opinión del Consejo Consultivo de Conama, emitida el 7 de septiembre de 2010; el Acuerdo N° 5, de 26 de noviembre de 2010, del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad; los demás antecedentes que obran en el expediente; y en la resolución N° 1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República.

Decreto:

NOTA

La Circular 1/2015, Medio Ambiente, publicada el 25.02.2015, interpreta administrativamente esta norma con la finalidad de uniformar criterios de aplicación, aclarar sentido y alcance de la norma.

Título I: Objetivo, aplicación territorial y definiciones

Artículo 1°. La presente norma de emisión para termoeléctricas tiene por objeto controlar las emisiones al aire de Material Particulado (MP), óxidos de Nitrógeno (NOx), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) y Mercurio (Hg), a fin de prevenir y proteger la salud de las personas y el medio ambiente.

La norma de emisión es de cumplimiento obligatorio en todo el territorio nacional.

Artículo 2°. La norma de emisión para termoeléctricas se aplica a unidades de generación eléctrica, conformadas por calderas o turbinas, con una potencia térmica mayor o igual a 50 MWt (megavatios térmicos, considerando el límite superior del valor energético del combustible). El cumplimiento de los límites máximos de emisión se verificará en el efluente de la fuente emisora, el que puede considerar una o más unidades generadoras.

Se exceptúan de esta regulación calderas y turbinas que forman parte de procesos de cogeneración.

Artículo 3°. Para los efectos de lo dispuesto en este decreto, se entenderá por:

a) Termoeléctrica: Instalación compuesta por una o más unidades destinadas a la generación de electricidad mediante un proceso térmico.

b) Unidad de generación eléctrica: Unidad conformada por una caldera o una turbina.

c) Fuente emisora existente: Unidad de generación eléctrica que se encuentra operando o declarada en construcción, de conformidad a lo dispuesto por el artículo 272, del Reglamento de la Ley Eléctrica, DS N° 327, de 1997, del Ministerio de Minería, con anterioridad





al 30 de noviembre de 2010, inclusive, siempre y cuando sea puesta en servicio a más tardar un año después de la fecha establecida en el Cuadro N° 4 "Programa de obras del SIC (Construcción)", respecto de las obras de generación en construcción, y Cuadro N° 2 "Proyectos de Generación en Construcción y Recomendados", respecto de los proyectos en construcción, contenidos en los Informes Técnicos Definitivos de la Fijación de Precios de Nudo del mes de octubre de 2010, del Sistema Interconectado Central y del Sistema Interconectado del Norte Grande, respectivamente. Este plazo podrá ampliarse por una sola vez para cada fuente y por el plazo máximo de un año, previo informe fundado del Ministerio de Energía, mediante decreto dictado por orden del Presidente de la República y expedido por el Ministerio del Medio Ambiente.

d) Fuente emisora nueva: Unidad de generación eléctrica que no cumple con los requisitos para ser considerada fuente emisora existente.

Título II: Límites máximos de emisión y plazo para el cumplimiento

Artículo 4°. Los límites máximos de emisión se indican a continuación:

Tabla N° 1: Límites de emisión para fuentes emisoras existentes (mq/Nm<sup>3</sup>):

Combustible	Material Particulado (MP)	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )
Sólido	50	400	500
Líquido	30	30	200
Gas	n.a.	n.a.	50

n.a.: no aplica.

Tabla N° 2: Límites de emisión para fuentes emisoras nuevas (mq/Nm<sup>3</sup>):

Combustible	Material Particulado (MP)	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )
Sólido	30	200	200
Líquido	30	10	120
Gas	n.a.	n.a.	50

n.a.: no aplica.

Tabla N° 3: Límite de emisión para Mercurio (Hg) para fuentes emisoras existentes y nuevas que utilicen carbón y/o petcoke (mq/Nm<sup>3</sup>):

Combustible	Mercurio (Hg)
Carbón y/o petcoke	0,1

Las condiciones normales (N), corresponden a 25°C y 1 atmósfera. Los límites de las Tablas N°s 1, 2 y 3 se deben corregir por oxígeno (O<sub>2</sub>) en base seca, de acuerdo a lo siguiente:

a. Calderas: 6% para combustibles sólidos y un 3% para combustibles líquidos y gaseosos.

b. Turbinas: 15% para combustibles líquidos o gaseosos.

c. En el caso de ciclos combinados, turbina y caldera, la corrección de oxígeno es de un 15%.

Los valores límites de emisión para Material Particulado (MP) y Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) de las Tablas N° 1 y N° 2, se evaluarán sobre la base de promedios horarios que se deberán cumplir durante el 95% de las horas de funcionamiento. El 5% de las horas restantes comprende horas de encendido, apagado o probables fallas.

Los valores límites de emisión para fuentes emisoras existentes de la Tabla N° 1, para óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) se evaluarán sobre la base de promedios horarios y se deberán cumplir durante el 70% de las horas de funcionamiento.

Los valores límites de emisión para óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) de la Tabla N° 2 se evaluarán sobre la base de promedios horarios y se deberán cumplir durante el 95% de las horas de funcionamiento. El 5% de las horas restantes comprende horas de encendido, apagado o probables fallas.

El valor límite de emisión de la Tabla N° 3 se evaluará a lo menos una vez cada seis meses durante un año calendario y se considerará sobrepasado cuando alguno de los valores exceda el valor límite de emisión.

En relación al Níquel y Vanadio, y sin perjuicio de la obligación para las fuentes emisoras de reportar sus emisiones establecida en la presente norma, los valores límites de emisión para estos metales se establecerán en la primera revisión de la norma que se realice de conformidad al inciso 4° del artículo 32 de la ley N° 19.300.

Artículo 5°. Las fuentes emisoras existentes deberán cumplir con los valores límites de emisión de la Tabla N° 1 para Material Particulado (MP) en un plazo de 2 años y 6 meses, contado desde la fecha de publicación del presente decreto. El plazo de cumplimiento de los demás parámetros de las Tablas N° 1 y N° 3 corresponderá a 4 años contados desde la publicación del presente decreto en zonas declaradas latentes o saturadas por MP, SO<sub>2</sub> o NO<sub>x</sub> con anterioridad a esta fecha y de 5 años en aquellas zonas que no se encuentren declaradas como latentes o saturadas por dichos contaminantes.

Por su parte, las fuentes emisoras nuevas deberán cumplir con los valores límites de emisión de las Tablas N° 2 y N° 3 desde la entrada en vigencia del presente decreto.

Sin perjuicio de los plazos señalados, en la primera revisión de la norma que se realice de conformidad al inciso 4°, del artículo 32, de la ley N° 19.300, se analizará la factibilidad de establecer un plazo para que

# ANEXO E - LÓGICA DE CONTROL

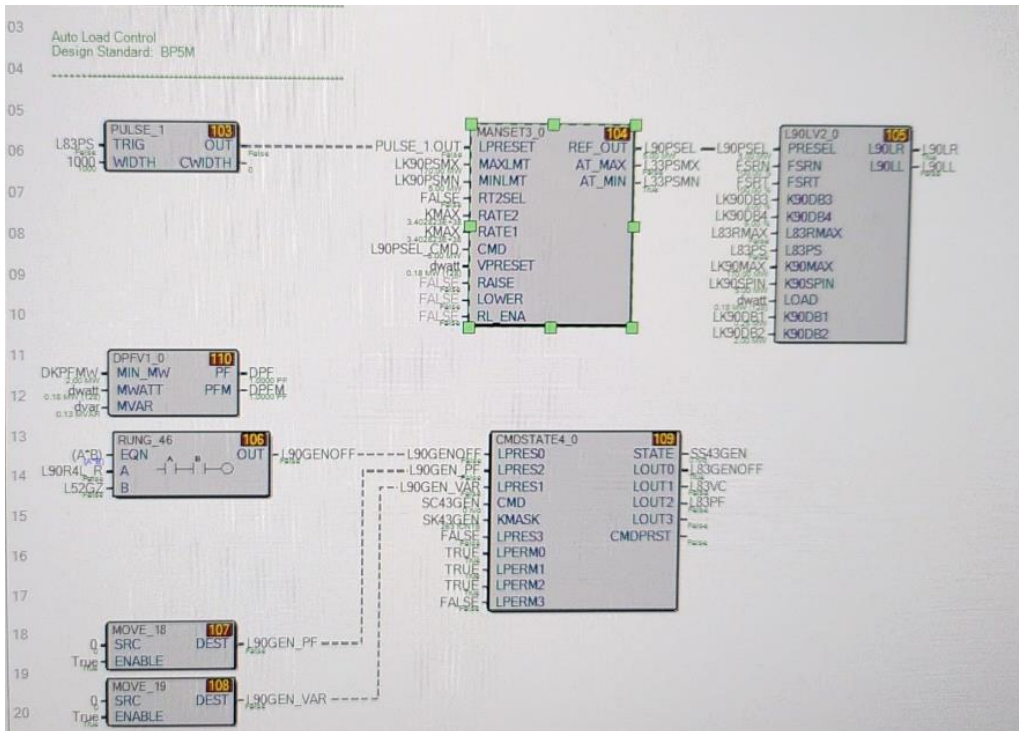
View Block Pin Connections - 'MANSET3\_0'

Remove Empty Pins Close

Pins

Name	Connection or Value	Controller Value	Data Type	Description
MAXLMT	LK90PSMX	170	REAL	Maximum Command Limit.
MINLMT	LK90PSMN	5	REAL	Minimum Command Limit.
RT2SEL	FALSE	False	BOOL	Select Rate2 logical.
RATE2	KMAX	3.402823E+38	REAL	Command Rate of change limit 2.
RATE1	KMAX	3.402823E+38	REAL	Command Rate of change limit 1.
CMD	L90PSEL_CMD	5	REAL	Target Command input value.
LPRESET	PULSE_1.OUT (Local)	False	BOOL	Preset Value select logical.
VPRESET	dwatt	0.1530051 (128)	REAL	Preset Value.
RAISE	FALSE (Initial Value)	False	BOOL	Command RAISE logical.
LOWER	FALSE (Initial Value)	False	BOOL	Command LOWER logical.
RL_ENA	FALSE (Initial Value)	False	BOOL	Command RAISE/LOWER Enable logic...
AT_MAX	L33PSMX	False	BOOL	Command at Maximum logical.
AT_MIN	L33PSMN	True	BOOL	Command at Minimum logical.
REF_OUT	L90PSEL	5	REAL	Reference(command) Output value.

MW Control		Setpoint		Peak Control	
Setpoint		5.0	MW	Peak lim	
Reference		5.0	MW	Base Lim	
MWATTS		0.2	MW		



# ANEXO F – GRÁFICOS

Central Los Vientos  
Fecha 30/04/2023  
Unidades U01

