

SISTEMAS DE DESULFURIZACIÓN UNIDADES V2, V3 y V4 COMPLEJO COSTA

ANEXO

Contenido

- Objetivo
- Antecedentes unidades de Ventanas
- Consideraciones normativas
- Consideraciones suministros
- Sistema de desulfurización de V2
- Sistema de desulfurización de V3 y V4
- Conclusiones
- Aspectos relevantes a considerar

Objetivo

- Presentar los sistemas de desulfurización de ventanas, sus condiciones actuales de funcionamiento y las principales variables que afectan al proceso.

Los desulfurizadores son sistemas complejos y críticos cuyo funcionamiento depende de varios factores.

3

Antecedentes Unidades Ventanas

	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4
Inicio de operación	1964	1977	2010	2013
Capacidad instalada	120 MW	220 MW	272 MW	272 MW
Combustible utilizado	Carbón Bituminoso	Carbón Bituminoso	Mezcla carbón Bituminoso con Sub-bituminoso	Mezcla carbón Bituminoso con Sub-bituminoso
Consumo de carbón	42 ton/h	85 ton/h	120 ton/h	120 ton/h
Equipos de Mitigación Ambiental	MP: Precipitador Electrostático en servicio; Filtro de Manga en construcción. SO ₂ : Desulfurizador en construcción. NO _x : Proyecto reducción NO _x en licitación	MP: Precipitador Electrostático en servicio; Filtro de Manga en construcción. SO ₂ : Desulfurizador en servicio. NO _x : Proyecto reducción NO _x en licitación	MP: Filtro de Manga en servicio SO ₂ : Desulfurizador en servicio. NO _x : Quemadores bajo NO _x en servicio.	MP: Filtro de Manga en servicio SO ₂ : Desulfurizador en servicio. NO _x : Quemadores bajo NO _x en servicio.

4

Consideraciones normativas acerca de Azufre y SO2

Unidad	Normativa	Límite %S carbón
V1	Plan Descontaminación DS 257/92	1,4%
V2	Plan Descontaminación DS 257/92	1,4%
V3	RCA 1124/06 y RCA 1632/06	
	100% carbón Bituminoso	0,86%
V4	100% carbón Sub-bituminoso	0,55%
	RCA 275/10	
	100% carbón Bituminoso	0,95%
	54% C. bituminoso + 46% C. Sub-bituminoso	0,80%

- Resumen Emisiones y Compensaciones de SO2 requeridas por RCA
 - Línea base de V2: 30,22 t/día (Dic'09, Unidad sin desulfurizador)
 - Emisión máxima de V3: 10,11 t/día
 - Emisión máxima de V4: 10,11 t/día
 - Compensación V2: 22,24 t/día (Emisión V3*110% + Emisión V4*110%)
 - Emisión V2 (Según compensación): 7,98 t/día = 30,22 t/día - 22,24 t/día
- Norma de emisión para centrales termoeléctricas – DS No. 13
 - Límite de emisión SO2: 400 mg/Nm3
 - Plazo de cumplimiento 4 años desde la publicación del decreto, es decir desde el 23 de junio de 2015

Consideraciones de suministro Carbones y Cal

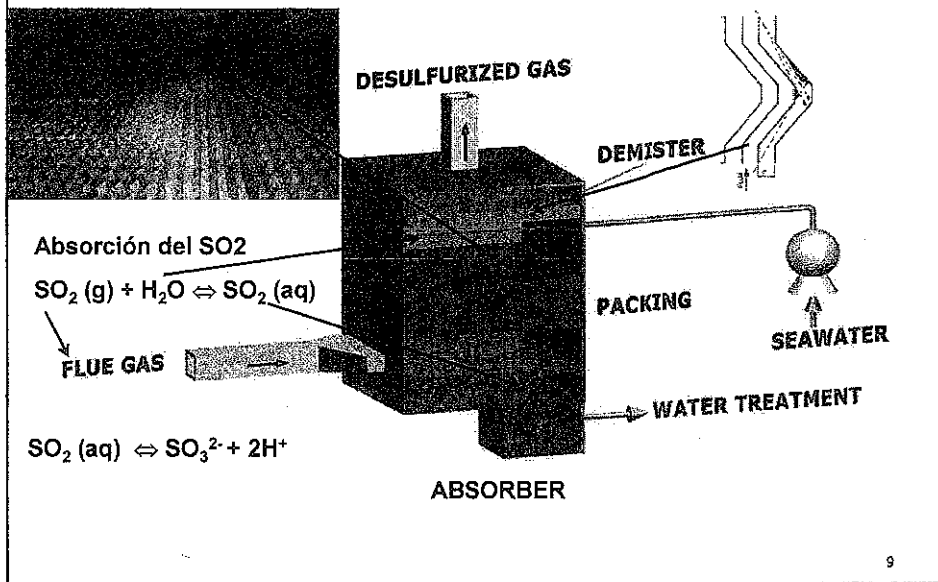
- Carbones
 - Mezclas manuales de carbón.
 - Limitaciones de calidad de carbón por equipos de mitigación ambiental y normativas.
 - Diferencia entre los resultados de azufre comparando los certificados de origen y los análisis reales de las naves.
- Cal
 - Se dispone de un contrato con Soprocal
 - Diferencias entre calidad de cal de diseño, lo contratado a Soprocal y lo recibido.
 - Control de calidad
 - Se realiza muestreo semanal desde Silo
 - Se recibe de Soprocal una muestra testigo
 - Se recibe un composito quincenal con muestreo de calidad de cal (análisis pureza, reactividad y granulometría)

SISTEMA DESULFURIZADOR V2

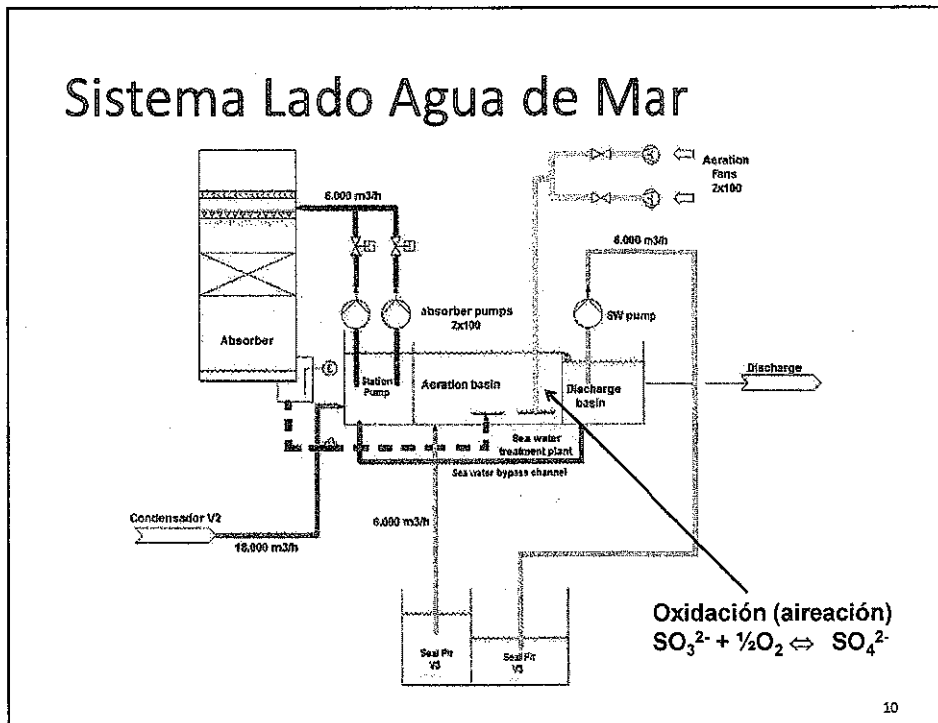
Presentación del Proceso

- El sistema de desulfurización de V2, también conocido como FGD, está constituido por dos sistemas principales:
 - Sistema lado agua de mar
 - Sistema lado gases
- Ambos sistemas comparten un Absorbedor, que es donde se lleva a cabo el proceso de desulfurización.

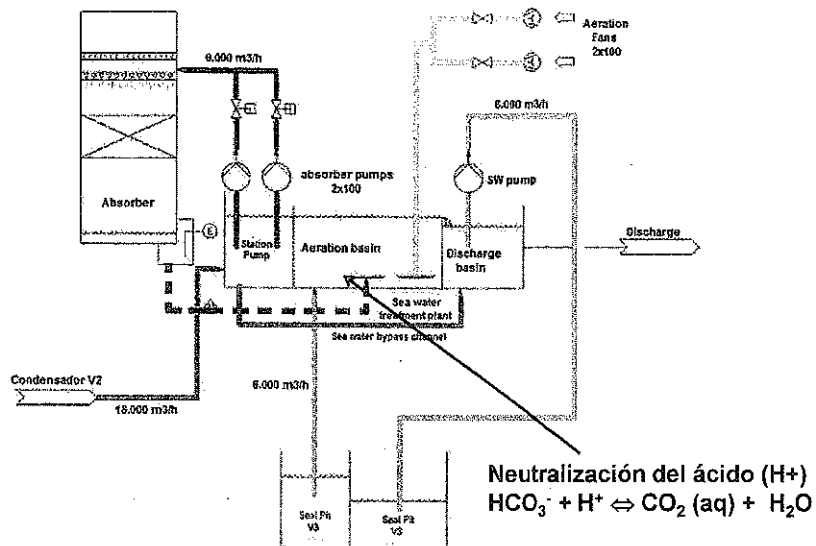
Principio de Desulfurización



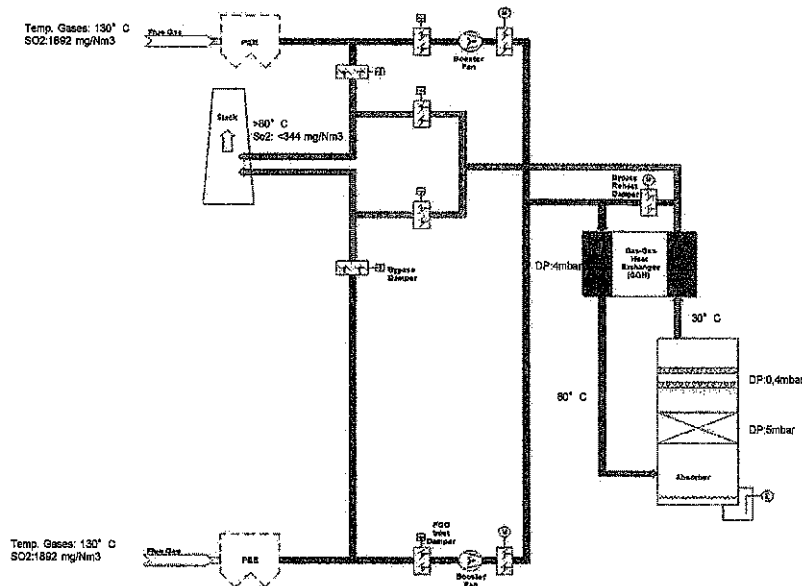
Sistema Lado Agua de Mar



Sistema Lado Agua de Mar

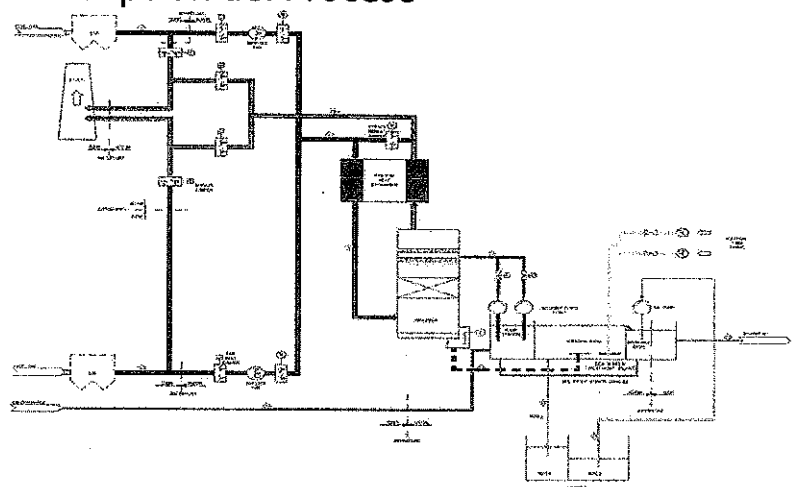


Sistema Lado Gases

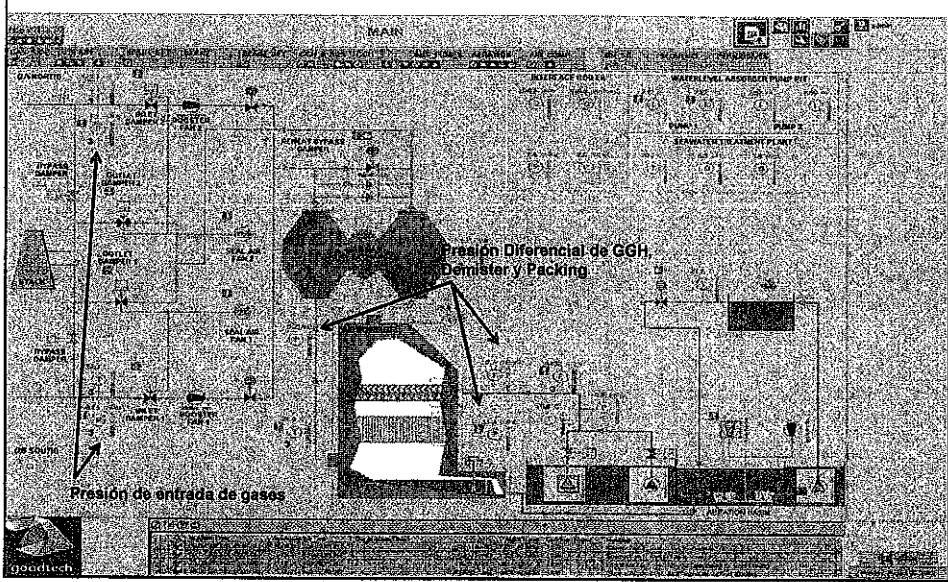


Sistema Desulfurización Completo

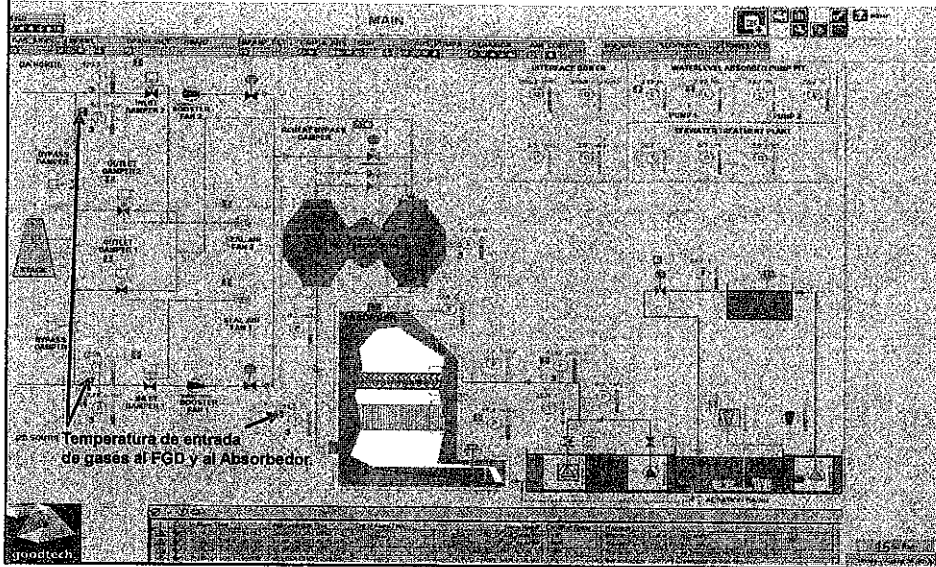
- Descripción del Proceso



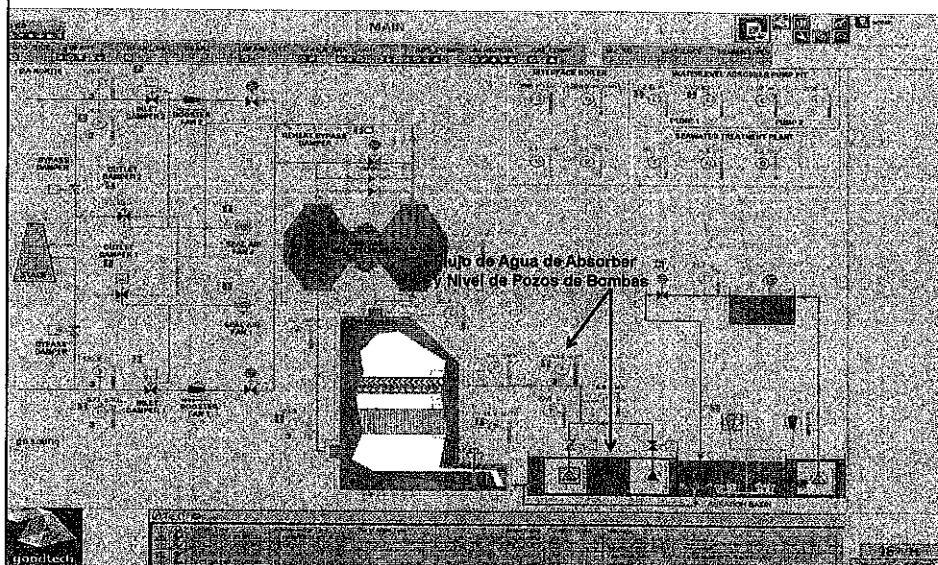
Principales Variables del Proceso



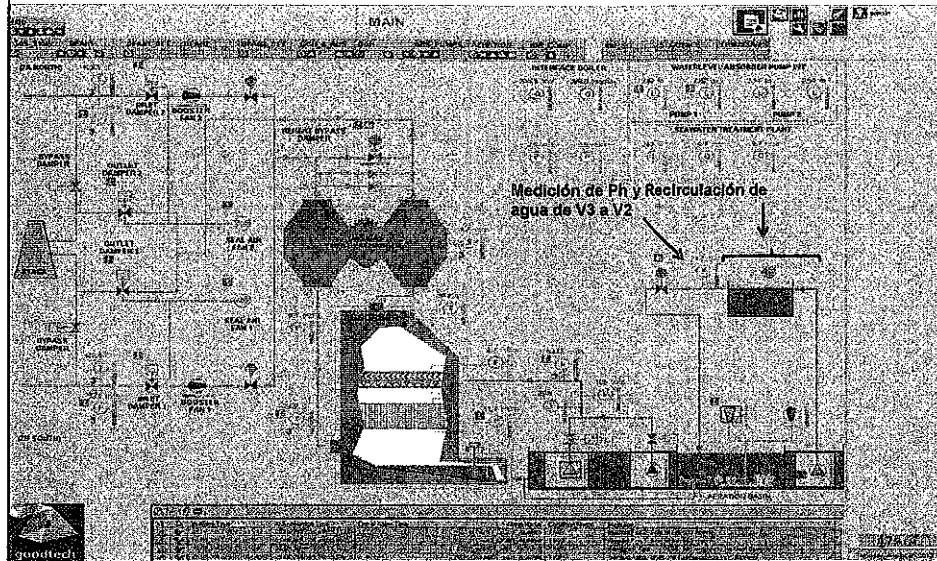
Principales Variables del Proceso



Principales Variables del Proceso



Principales Variables del Proceso



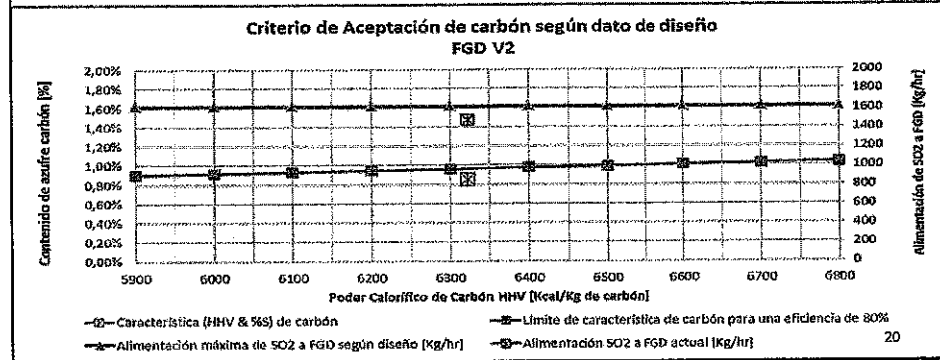
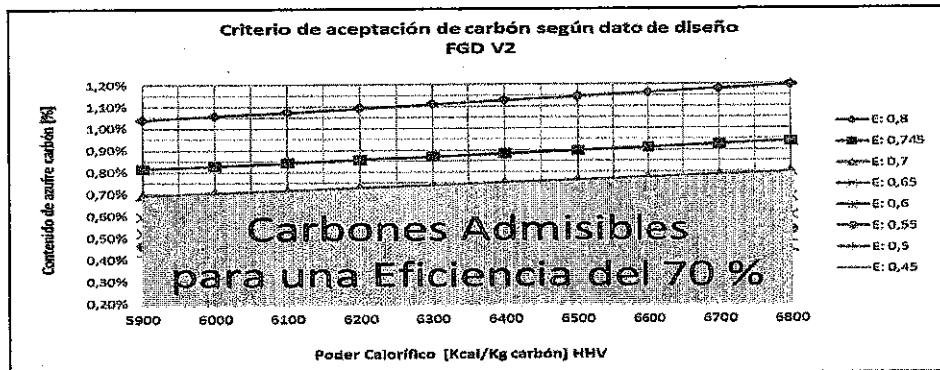
Principales Variables del Proceso

- Resumen variables directas del proceso
 - Presión de entrada de gases
 - Presión Diferencial de GGH, Demister y Packing
 - Temperatura de entrada de gases al Absorber
 - Temperatura salida de gases FGD - Chimenea
 - Flujo de Agua de Absorber y Nivel de Pozos de Bombas Absorber
 - Medición de pH y Recirculación de agua de V3 a V2

- Resumen variables indirectas del proceso
 - Calidad de carbón (%S y Poder Calorífico)
 - Temperatura de entrada de gases al FGD
 - Contenido de material particulado en los gases
 - Medición de emisión de SO₂

1496J

Parámetros Operacionales V2	Unidad	Diseño	12-05-2010	22-08-2013
			Performance Test	Limitación por calidad de carbón y baja eficiencia FGD
GENERACION	[MWh]	210	220	180
Heat Rate	[BTU/KWh]	9.850	10.000	10.200
CARBÓN				
Carbon Utilizado	Mezcla	100% Cerrejón D	80% Tradexa, 20% La Loma	90% Cerrejón D, 10% Goldman Sack
Poder calorífico (superior)	[Kcal/Kg]	6.323	6.749	6.093
% Azufre carbón	[%]	0,55-0,85	0,79	0,69
SISTEMA LADO DE GAS				
T° FGD Inlet (booster fan)	[°C]	130	113	122,8
1° Inlet absorber	[°C]	85	83	74
2° outlet absorber	[°C]	35	33	29,3
T° Outlet FGD (Stack)	[°C]	<85	83	88,3
GGH diff. Pressure	[mbar]	4	4,4	8,2
Packing diff. pressure	[mbar]	5	5,2	11,4
Dimister diff. pressure	[mbar]	0,4	0,5	0,7
Concentración SO2 entrada FGD	[mg/Nm3]	1.892	1.603	1.554
Concentración de SO2 salida (Stack)	[mg/Nm3]	344	270,1	386
Emisión SO2 Salida (Stack)	[Tpn/día]	<6,8	4,6	9,0
Eficiencia	[%]	>80	83%	80%
SISTEMA LADO DE AGUA				
Absorber pump flow	[m3/hr]	5.750	5700	5.451
pH agua mar	[°]	8,5-9	6,3	6,3
Diff.1° condensador-seal well	[°C]	<3	2,8	1,4
DO (Oxígeno Disuelto)	[%]	>0	123	No se mide
R.O.D (Demanda Química de Oxígeno)	[mg/l]	<2,5	Se mide BOD	No se mide



Mantenimiento del sistema

- Lavado frecuentes al GGH con FGD en operación.
- Limpieza y lavado de demister, packing durante mantenimientos de V2.
- Limpiezas constantes a los filtros de bombas de absorber.
- Mantenimientos rutinarios según fabricantes y experiencia de planta.

CONCLUSIONES

Desulfurizador V2

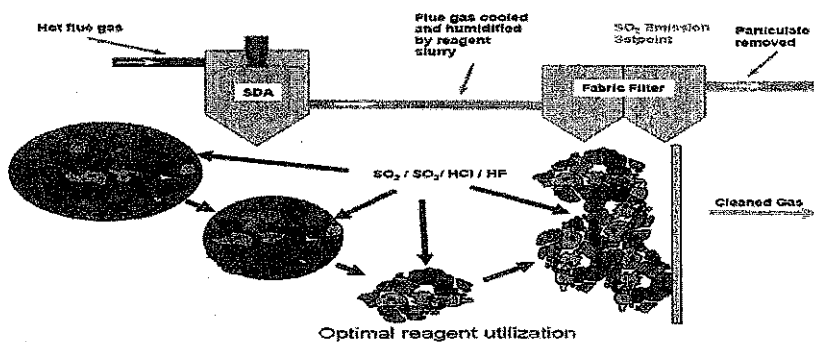
- Los sistemas desulfurizadores son sensibles a los mantenimientos.
- Los desulfurizadores son sensibles al contenido de azufre en el carbón. Diseño: 0.5%-0.8%
- FGD V2 actúa como sistema de mitigación de material particulado compensando la pérdida de eficiencia de los PEE (En el 2014 se instalan filtros de mangas, condición en que deberíamos evaluar el comportamiento del FF-FGD durante el 1er año de operación)
- El damper de recalentado se debe utilizar para controlar la T° de descarga en la chimenea.
- Se considera relevante disponer de medición de concentración de SO₂ y MP a la entrada del FGD.

SISTEMAS DESULFURIZADORES V3 Y V4

Presentación del Proceso

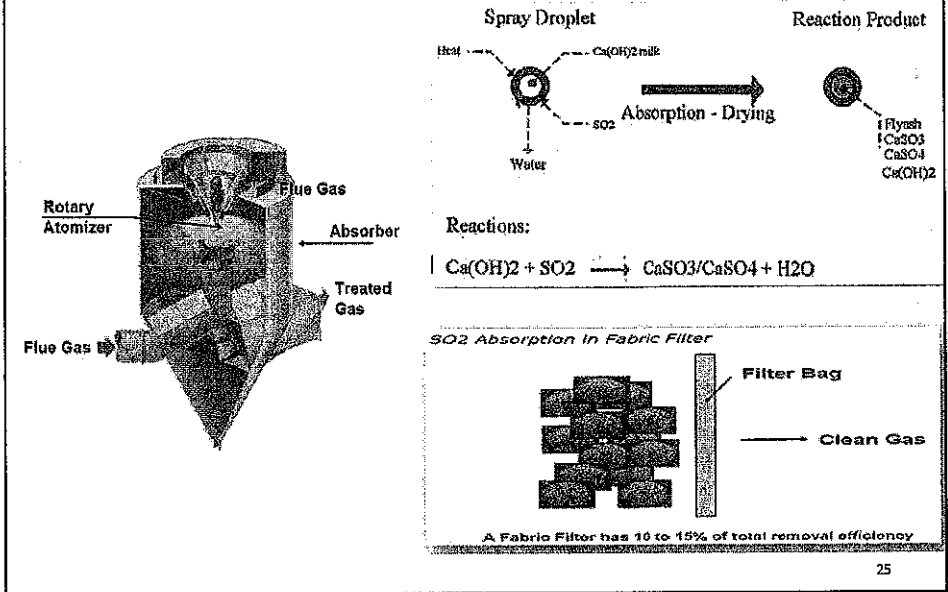
- El sistema de desulfurización de V3 y V4, también conocido como SDA, está constituido por un sistema de conversión de Azufre desde estado gaseoso (SO_2) a sólido (CaSO_4) a través de una reacción química y por un sistema de retención de sólido.

SDA - Two Stage Absorption Process

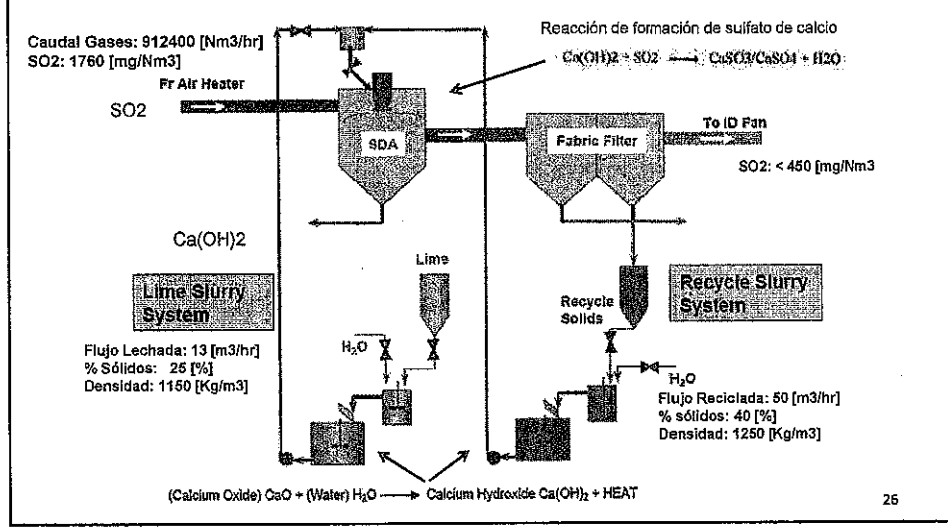


1496M

Principio de Desulfurización

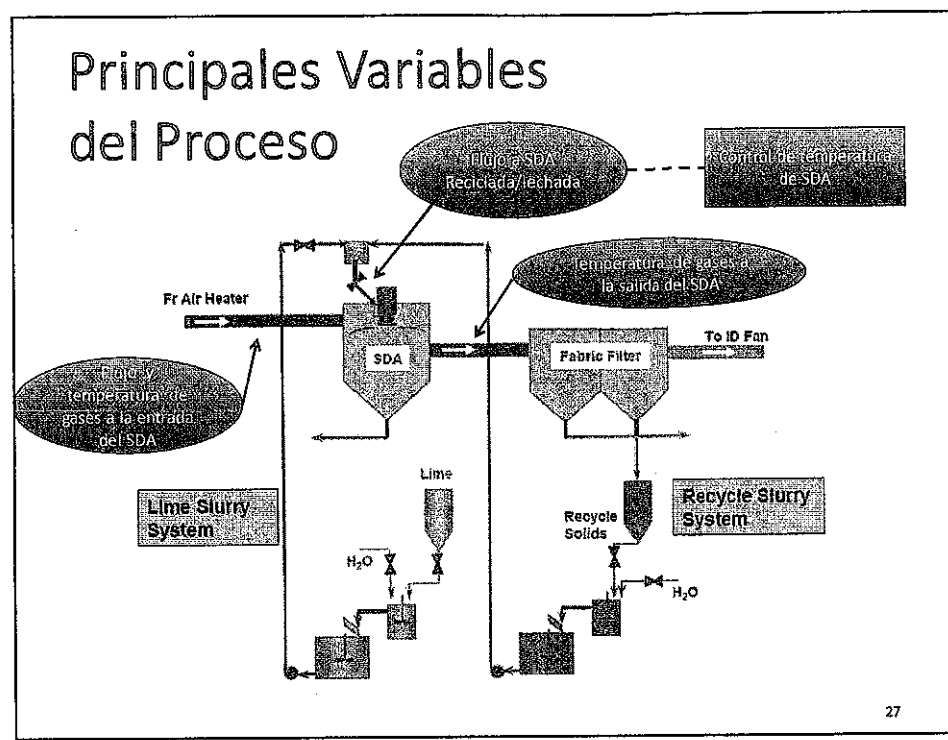


Principales Variables del Proceso

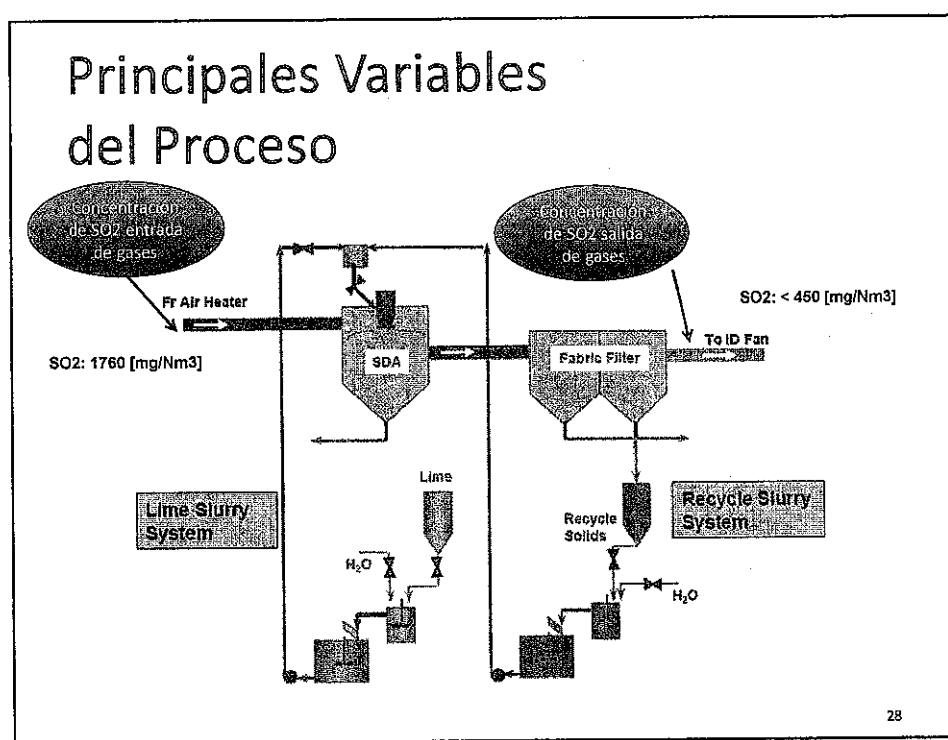


3490N

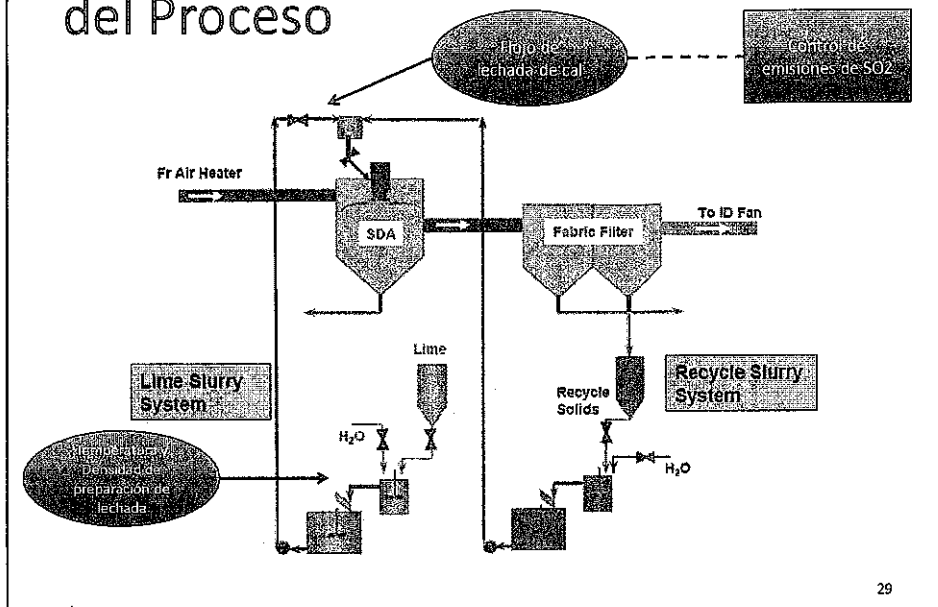
Principales Variables del Proceso



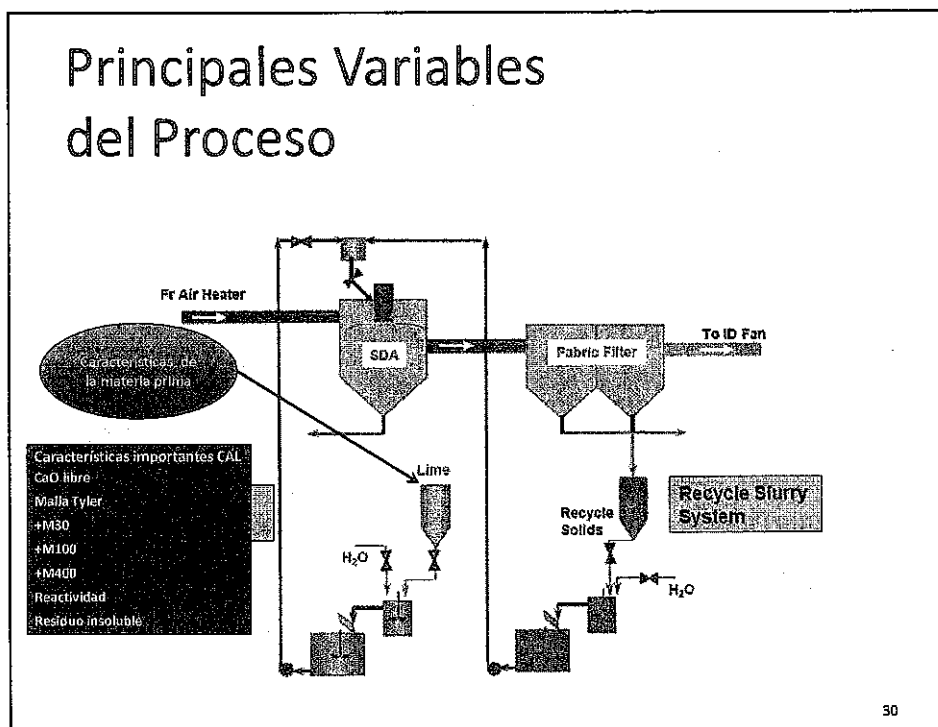
Principales Variables del Proceso



Principales Variables del Proceso



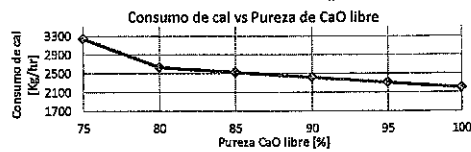
Principales Variables del Proceso



Efecto de la Cal en la operación del SDA

Características de cal		Diseño	Contrato soprocal	Real Soprocal
Granulometría [%]	Reactividad [°C]	42	No especificado	40,7 - 44,7
	CaO libre [%]	80 - 82	79 - 81	73,3 - 83,2
	malla +100	4,5	10	2,2 - 6,0
	malla +170	4,5	No especificado	4,5 - 7,5
	malla +200	2	No especificado	1,1 - 5,4

- **Reactividad**
 - Este parámetro afecta principalmente a la temperatura de preparación de lechada de cal, afectando directamente en el abatimiento de SO₂.
- **Pureza CaO libre**
 - Este parámetro afecta principalmente al consumo de cal. Una reducción de un 1 % en CaO libre significa un incremento del 6 % en el consumo de cal (para CaO < a 80%).



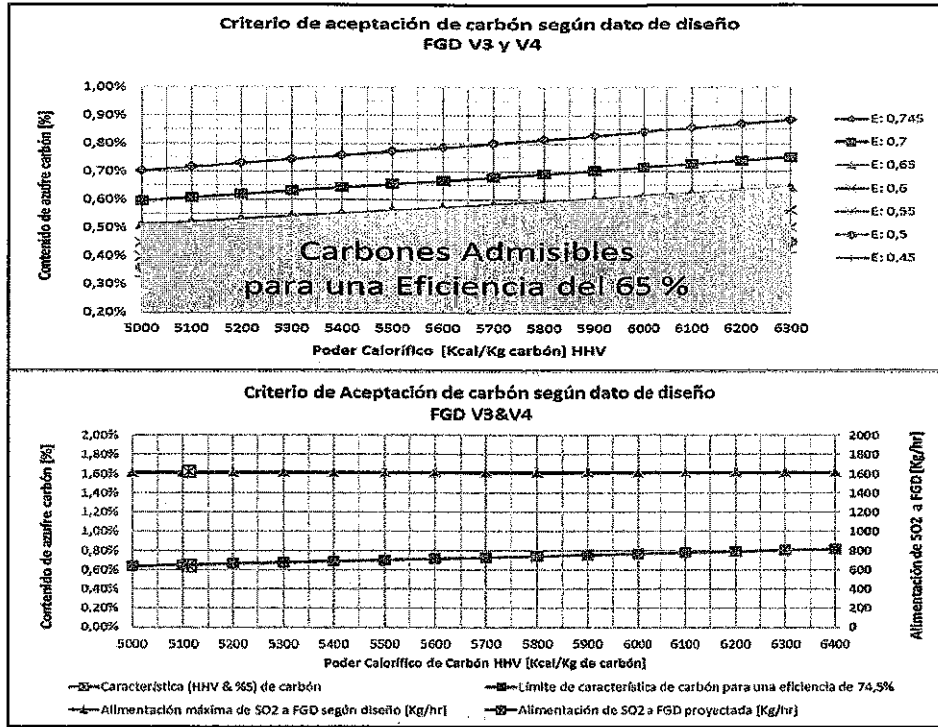
- **Granulometría**
 - El efecto de este parámetro se encuentra en análisis.

31

Principales Variables del Proceso

- **Resumen variables directas del proceso**
 - Temperatura de salida de gases del SDA.
 - Flujo de lechada de cal y densidad.
 - Flujo de reciclada/lechada.
 - Temperatura de preparación de lechada de cal.
 - Concentración de SO₂ salida del FGD
- **Resumen variables indirectas del proceso**
 - Flujo de gases a la entrada del SDA.
 - Temperatura de entrada de gases.
 - Calidad de carbón (%S y Poder Calorífico)
 - Concentración de SO₂ en la corriente gaseosa.
 - Características de cal.

32



Parámetros Operacionales V3	Unidades	Diseño		Limitación carga por calidad de carbón			Problemas eficiencia FGD por calidad de cal
		05-08-2013	10-10-2013	17-08-2013	18-08-2013	22-09-2013	
Variables SO ₂			10.00	10.00	10.00	10.00	12.00
GENERACION PROMEDIO	[MWh]	273	273	274	228,5	287	273
POTENCIA	[MWh]	273	273	258	232	271	273
CARBON							
Tipo de carbón	Mezcla	Performance Coal	80% Gerdon Orl + 20% Gerdon S a t	70% Gerdon S a t + 20% Minas Inverno + 10% Gerdon	70% Gerdon S a t + 20% Minas Inverno	40% Gerdon S a t + 30% Minas Inverno + 30% Gerdon	100% Gerdon Orl
Poder calorífico S en carbón	[Kcal/Kg] [%]	5.112 0,64	5.111 0,68	5.341 0,71	5.341 0,71	5.365 0,67	5.174 0,62
Variables SO₂							
Tarifa unitaria de carbón (gas SO ₂)	[\$/t]	81	83,6	84,4	81,4	83,6	83,6
Flujo de gases SO ₂	[t/m ³ h]	912.903	922.901	973.950	820.480	952.450	952.345
Consumo unitario de SO ₂ entrada FGD	[t/m ³ h]	1.790	1.840	1.877	1.887	1.731	1.412
Consumo unitario de SO ₂ a la FGD	[t/m ³ h]	450	392	454	322	419	417
Emitido promedio día	[t/día]	10,1	9,9	9,6	8,7	9,41	9,6
Protección de Emisión en SO ₂	[%]	10,1	9,9	10,9	9,8	9,7	9,6
Eficiencia FGD promedio día	[%]	74,4	70,8	75,6	74,1	73,4	68,7
Eficiencia FGD	[%]	74,4%	74,4%	74,5%	82,5%	75,6%	70,8%
Lechada de Cal							
Flujo de lechada de cal	[m ³ h]	13	11	16	14,2	15	13
Ratio de lechada de cal	[m ³ med]	4,2	4,9	No disp	No disp	3,6	4,0
Temperatura de proceso en lechada de cal en punto point en terreno	[°C]	60	50-60	50-60	50-60	50-60	65
Densidad lechada de cal	[Kg/m ³]	1120	1151	1122	1134	1107	1138
T de agua para producir lechada	[°C]	50	50	50	50	50	45
CAI							
CAI libre	[%]	80,42	78,8	78,5	78,6	79,1	79,7
Granulometría Malla 100 - 200 (CO ₂) 40-170	[%]	48 / 4,3	23 / 5,2	23 / 5,2	23 / 5,2	36 / 5,5	41,6 / 8
Reactividad	[°C]	42	43,4	43,4	44	44	43,3
Consumo de cal	[tCO ₂ /h]	63,22	63,69	67,42	63	64,81	64,64

1496R

Parámetros Operacionales V4		Óxido	Sin problemas		Limitación carga por calidad de carbón	Problemas eficiencia FGD por calidad de cal
Variables SDA	Unidades		05-08-2013	22-08-2013	18-08-2013	24-07-2013
GENERACION PROMEDIO	[MWh]	273	273,8	273,8	267,9	274,3
POTENCIA	[MWh]	273	273,0	275,0	235,0	279,0
CARBON						
Tipo de carbón	Mezcla	Peromance Coal	80% Cerreón CMC + 20% Goldman Sach	40% Goldman Sach + 30% Mina Inverto + 30% Cerreón CMC	70% Goldman Sach + 30% Mina Inverto	100% Cerreón DM
Poder calorífico H.S en carbón	[kcal/Kg]	3.112	3.111	3.485	3.363	3.174
	[%]	0,64	0,58	0,67	0,69	0,64
VARIABLES SDA						
Temperatura de salida gases SDA	[°C]	81	86,7	89,0	84,4	80,0
Flujo de gases SDA	[Nm3/h]	912.365	888.288	974.000	890.000	863.568
Concentración de SO2 entra de FGD	[mg/Nm3]	1.760	1.601	1.666	1.839	1.360
Concentración de SO2 salida FGD	[mg/Nm3]	460	437	395	446	405
Emisión promedio de	[Ton/día]	10,1	8,8	9,2	8,8	6,4
Proyección de emisión en 24h	[Ton/día]	10,1	9,3	8,3	9,6	8,4
Eficiencia FGD promedio día	[%]	74,4	70,0	73,1	74,9	66,7
Eficiencia FGD Instante	[%]	74,4%	74,7%	78,2%	78,7%	70,8%
Lechada de Cal						
Flujo de lechada de cal	[m3/h]	13,4	10,7	12,5	12,8	10,5
Razon reciclada/lechada	[m3/m3]	4,2	No disp.	No disp.	No disp.	No disp.
Temperatura de preparación lechada de cal con termopunt en término	[°C]	180	75	94	87	73,0
Densidad lechada de cal	[Kg/m3]	1.120	1.125	1.120	1.125	1.140
Temperatura para preparar lechada	[°C]	30	30	48	40	19
CAL						
CaO libre	[%]	80,82	78,8	76,1	78,8	79,7
Granulometría Malta Taylor 4M100/4M170	[%] max	45/4,5	2,9/5,2	3,8/5,6	2,9/5,2	6,0/5,8
Reactividad	[°C]	42	45,1	44,0	43,3	43,1
Consumo de cal	[Ton/día]	65,12	48,0	50,0	55,0	50,5

Mantenimiento del sistema

- Inspección del atomizador cada 2000 h de funcionamiento y cambio según observación.
- Mantenimiento general de la rueda del atomizador de repuesto (retirado), para que este se encuentre listo para próximo cambio.
- Inspección visual de sistemas y equipos de SDA, ej: Manto
- Cambio de filtro en ventilador enfriador de SDA.
- Mantenimientos rutinarios según fabricantes y experiencia de planta.

Modificaciones de POSCO en V4, Replicables en V3

- Modificación del estanque de cabeza: Facilitar limpieza del filtro (ya ejecutada).
- Instalación de Filtro Dúplex a la descarga del estanque de cabeza: Dada la experiencia operacional en V3 y V4, se decide no instalar dicho filtro en V4 producto de constantes obstrucciones.
- Modificación harneros vibratorios: Facilitar limpieza y evitar ensuciamiento innecesario (ya ejecutada).
- Modificación sistema extractor de vahos de estanque de preparación de lechada: Hacer efectiva la extracción de vahos operando la preparación lechada a una temperatura de 80° C (recomendada): Buen funcionamiento replicable en V3. Se llega fácilmente a los 80° C. Se requiere mejorar líneas debido a frecuentes obstrucciones.
- Nueva línea de agua para limpieza de Estanque de preparación de lechada: Asegurar limpieza efectiva para evitar grumos (ya ejecutada).
- Partition Wall en estanque de preparación de lechada: Homogeneidad en la preparación de lechada de cal (ya ejecutada).

37

CONCLUSIONES Desulfurizador V3 y V4

- Los sistemas desulfurizadores son sensibles a:
 - Criterios de mantenimiento.
 - Contenido de azufre en el carbón.
 - Calidad de la cal. Siendo las principales propiedades la reactividad y el CaO libre.
 - Ajustes operacionales.

38

ASPECTOS RELEVANTES A CONSIDERAR

Es relevante tener en consideración permanente los siguientes aspectos:

- Buen conocimiento de los desulfuradores existentes, sus condiciones de diseño, limitaciones operacionales y de mantenimiento.
- Efectiva actualización del conocimiento operacional de V3 y V4.
- Verificación del estado actual de V1 y V2 (V1 cumple 50 años el 2014).
- Aceptación de la necesidad de ajustes dinámicos en las mezclas de carbón, debido a diferencias entre lo comprado (especificado) y lo recibido, o entre lo esperable y lo real, en cuanto a comportamiento y resultados.
- Optimización de la gestión y manejo de la cancha de acopio, considerando tamaño de la cancha, diversidad de carbones acopiados y modo de operación manual.
- Ponderación de la importancia de la calidad de los insumos y condiciones operacionales (Procesos Multivariables e Interdependientes).

- Auditorías y fiscalizaciones a los tipos de carbón y operación de cancha de acopio (Autoridad define el cuándo y cómo).
- Límites de emisiones fijadas por normativas.
- Cambios en la forma como actualmente la Autoridad aborda lo que antes eran "Sumarios Administrativos", y que hoy pueden llegar a ser "Procesos Penales".
- Fallas de los sistemas de abatimiento de emisiones.
- Eventos de alzas en los indicadores de la red de calidad del aire.
- Eventos de pluviosidad extrema en la zona (por sobre los 2 días).
- Nuevas exigencias, controles y seguimientos asociados al proceso de manejo de cenizas en depósito El Pangué.

Considerando el escenario actual, es pertinente plantearse un nuevo modelo de costo global del carbón, que incluya el máximo de variables o condiciones que impacten, como mantenimiento de equipos, aspectos operacionales, disposición y manejo de cenizas, etc.

Muchas Gracias

FECHA DE INGRESO
SEREMI 01 SET. 2015

N° 1307 - B

PROFESIONALES

PAMELA PEÑALOZA M.		CAMILA ALARCÓN G.		KAREN LARA T.
ALEJANDRO VILLA V.	X	SIOMARA GÓMEZ A.		DINO FIGUEROA G.
CHRSTIAN FUENTES G.		FRANCISCA CONTRERAS G.		VALERIA MANRÍQUEZ G.
FERNANDO MARÍN M.		ADELAIDA DÍAZ DE VALDÉS C.		

FECHA ENTREGA A PROFESIONAL 02 SET. 2015

SE RESPONDE	ORD.	N°	CARTA	N°	MEMO	N°	FECHA
-------------	------	----	-------	----	------	----	-------

- 1.
- 2.
- 3.
4. 1476
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.

AES Gener S.A.	
GCC-237/2015	01/09/2015
GERENCIA COMPLEJO COSTA	



Señora
Tania Bertoglio Caballero
Seremi de Medio Ambiente
Región de Valparaíso
Valparaíso

ANT: Res. Ex. 573, de 3 de julio de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente

MAT: Entrega antecedentes en el marco de la elaboración del plan de prevención y de descontaminación atmosférica MP 2.5 y MP 10 para las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví.

En el marco del proceso de elaboración del "Plan de Descontaminación Atmosférica por MP 2,5, como concentración anual, al de Prevención por MP 2,5, como concentración diaria, y por MP 10, como concentración anual, para las Comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví", y en cumplimiento del Resuelvo IV de la Resolución Exenta 573, de 3 de julio de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, por medio de la presente se aportan antecedentes técnicos sobre la zona latente y saturada, y en particular, sobre las medidas adoptadas por nuestra compañía en el Complejo Termoeléctrico Ventanas para reducir sus emisiones atmosféricas.

1. Antecedentes de mejoras en equipos de abatimiento y reducción de emisiones.

El Complejo Termoeléctrico Ventanas, ubicado en la bahía de Quinteros, inicia la operación de la 1° unidad generadora en el año 1964. El complejo ha vivido un proceso de crecimiento que lo lleva a contar hoy con 4 unidades de generación, siendo las incorporaciones más recientes las unidades 3 y 4, en el año 2010 y 2013 respectivamente, como se aprecia en la figura 1. El año 2014 el complejo registra un valor total de generación bruta de 6.268.639 MWh/año

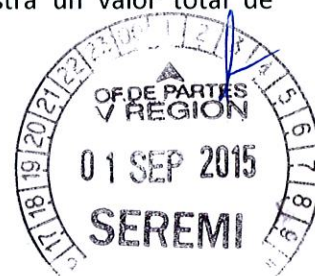
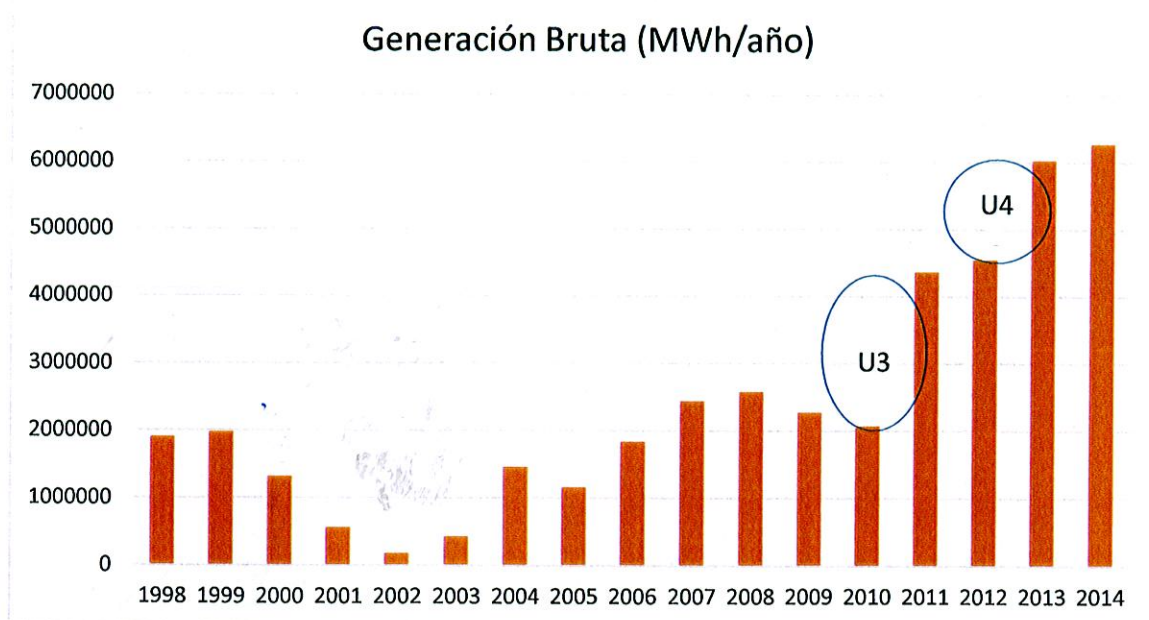


Figura 1. Generación bruta histórica periodo 1998 – 2014



Fuente: elaboración propia de AES Gener.

La tecnología para abatimiento y control de emisiones ha ido cambiando con el paso de los años y con los compromisos que ha ido adquiriendo la compañía en materia ambiental, inicialmente en 1964 la tecnología existente consistía en separadores mecánicos del tipo ciclónicos para el control de material particulado.

Con la firma de un protocolo de acuerdo entre el Ministerio de Minería, nuestra compañía compromete como medida de mitigación de emisiones la compra de carbones con bajo contenido de azufre en el año 1993. Luego, con la promulgación del D.S. 252 en 1993 se implementa un sistema de monitoreo de calidad de aire en la zona de Puchuncaví y se licita la compra de sistemas de control de emisiones de material particulado consistentes en precipitadores electroestáticos para las Unidades 1 y 2 de Central Termoeléctrica Ventanas, los cuales comienzan a funcionar en 1995.

El año 2010 entra en operación la 3° unidad generadora del complejo, la cual cuenta con un alto estándar de medidas de control de emisiones consistentes en filtros de manga para material particulado, quemadores de baja emisión de NOx y un desulfurizador semi seco para reducir SO2.

Asimismo, se instala en Unidad 2 quemadores de baja emisión de NOx y un desulfurizador con agua de mar, como parte del plan de compensación de emisiones. Esta mejoras permitieron la operación de la 4° unidad, proyecto que se concreta el año 2013, y que cuenta con un alto estándar de medidas de control de emisiones consistentes en filtros de manga para material particulado, quemadores de baja emisión de NOx y un desulfurizador semi seco para reducir SO2.

Para dar cumplimiento al Decreto Supremo N° 13/2011, se concreta la más reciente mejora a los equipos de control de emisiones, donde se incorpora a la Unidad 1 el set completo de medidas de control de emisiones consistentes en filtros de manga de alta eficiencia, quemadores de baja

emisión de NOx y un desulfurizador semi seco, mientras en que en la Unidad 2 se complementa con quemadores de baja emisión de NOx y filtros de manga de alta eficiencia.

De esta manera, todas las unidades de generación de la central cuentan con tecnología de punta para reducir las emisiones de MP, NOx y SO2, para dar cumplimiento a los niveles de emisión que ha fijado el DS N° 13/2011, lo que en términos de inversión se resume en la tabla 1 y se puede detallar en la presentación adjunta en el anexo 1 de esta carta, "Mejoras Ambientales del Complejo Termoeléctrico Ventanas".

Tabla 1. Inversiones en equipos de abatimiento y control de emisiones, período 1998 - 2015

Proyecto	Costos de Inversión (MMUS\$)
Unidades 1 y 2: Precipitadores Electrostáticos	20
Unidad 2: Desulfurizador con agua de mar y quemadores de baja emisión de NOx	65
Unidad 1: Filtros de manga, Desulfurizador semi seco y quemadores de baja emisión de NOx Unidad 2: Filtros de manga y quemadores de baja emisión de NOx	126
Unidades 3 y 4: Filtros de manga, Desulfurizador semi seco y quemadores de baja emisión de NOx	146
Total	357

Fuente: elaboración propia de AES Gener.

Cabe mencionar, que los últimos equipos de reducción de emisiones de SO2 comenzaron a operar plenamente en junio de 2015, por lo que a mediados del 2016 se contará con información de 1 año de funcionamiento registrado por los CEMS, para conocer la reducción real acumulada para todas las unidades del complejo y sus respectivas medidas de control de emisiones.

2. Análisis Histórico de Emisiones de MP10.

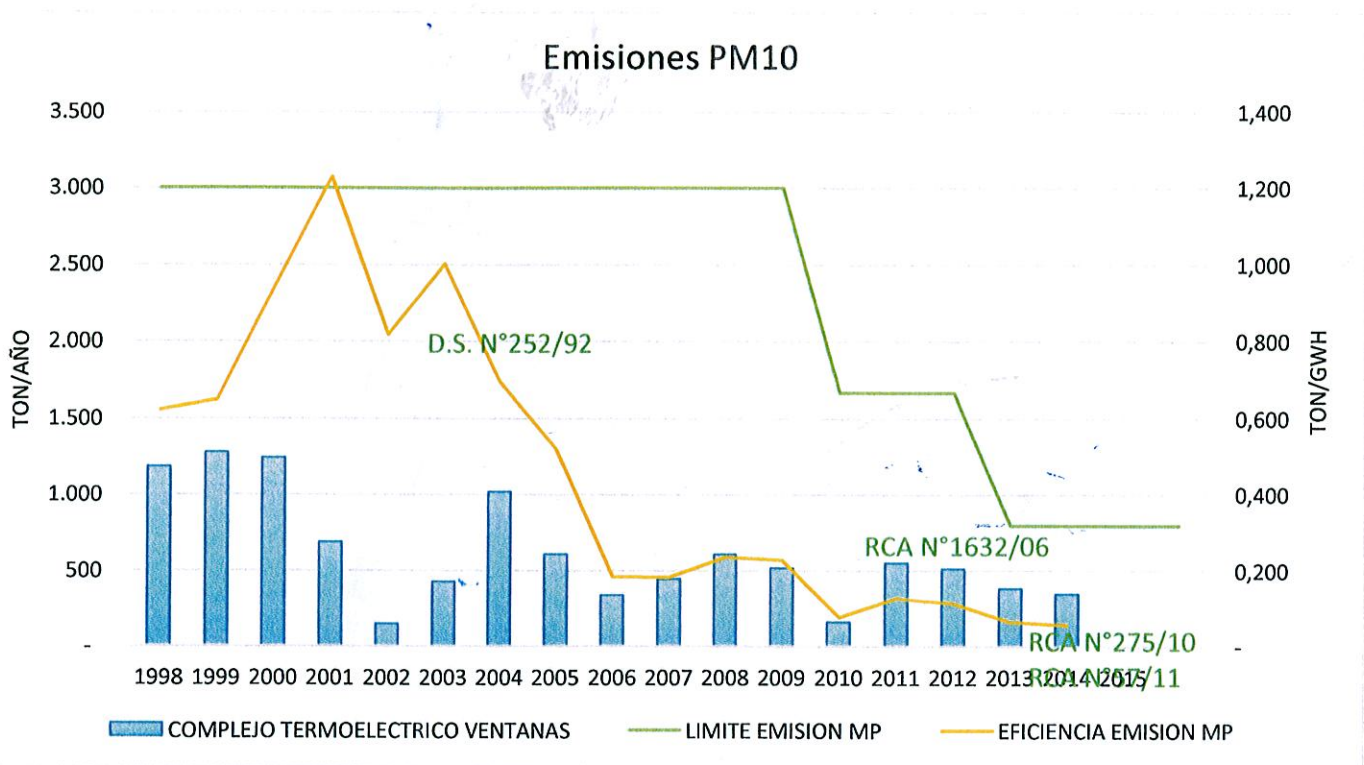
Para el análisis de la información histórica se han establecido 2 niveles de comparación para la emisión anual del complejo (ton/año). En el primero de ellos se contrasta la emisión total con los límites definidos en la normativa, considerando el límite más estricto cuando exista más de un regulación concurrendo, ya sea Plan de Descontaminación, Resolución de Calificación Ambiental, o Norma de Emisión. Mientras que el segundo nivel de análisis considera la tendencia de la eficiencia de la emisión en el tiempo, es decir, la cantidad de emisiones de MP10 por cada unidad de generación obtenida en un ejercicio anual.

En general, los valores absolutos de emisiones totales en el tiempo presentan una tendencia pronunciada a la baja, desde registros de 1.200 ton/año para los últimos años de la década de los 90 a valores de 345 ton/año para el año 2014. Al comparar los registros de emisiones anuales con los límites normativos se aprecia el cumplimiento de estos valores y que la normativa se vuelve más

restrictiva con el paso del tiempo, llegando en las últimas RCA's a valores límites de 796 ton/año aproximadamente¹, según se refleja en la figura 2.

En cuanto al análisis de la eficiencia de la emisión en el tiempo, esto es, la relación entre la emisión total de MP10 y la generación total por año, podemos apreciar una reducción continua de emisión desde fines de los años '90 a la fecha, acentuando el nivel de eficiencia a valores cercanos a 0,1 ton/GWh desde el 2010 en adelante, cuando ya se encuentran funcionando los filtros de mangas en la mayoría de las unidades de generación

Figura 2. Tendencia histórica de emisiones de MP10, límites normativos y eficiencia de emisión.



Fuente: elaboración propia de AES Gener.

Respecto a emisiones de material particulado desde la cancha de carbón, se han implementado mejoras en la malla perimetral, la cual reduce la emisión de manera indirecta al actuar como un barrera física que reduce la velocidad del viento, y la humectación de las pilas con un producto que aglutina las capas superficiales reduciendo el material disponible para ser resuspendido por el viento. Por lo anterior, se estima que dicha instalación emite del orden de 20 ton/año de material

¹ En este punto, se debe indicar que no ha sido considerado el límite definido en el D.S. 13/2011 (estimado en 1.445 ton/año para las 4 unidades en operación) para el análisis, ya que corresponde a una exigencia menos restrictiva que la definida en la RCA N° 275/2010 que calificó ambientalmente la Unidad 4 del Complejo Termoeléctrico Ventanas.

particulado. Las correas de transporte de material, luego de haber sido encapsuladas, se estima que su aporte en emisión de material particulado es muy reducido.

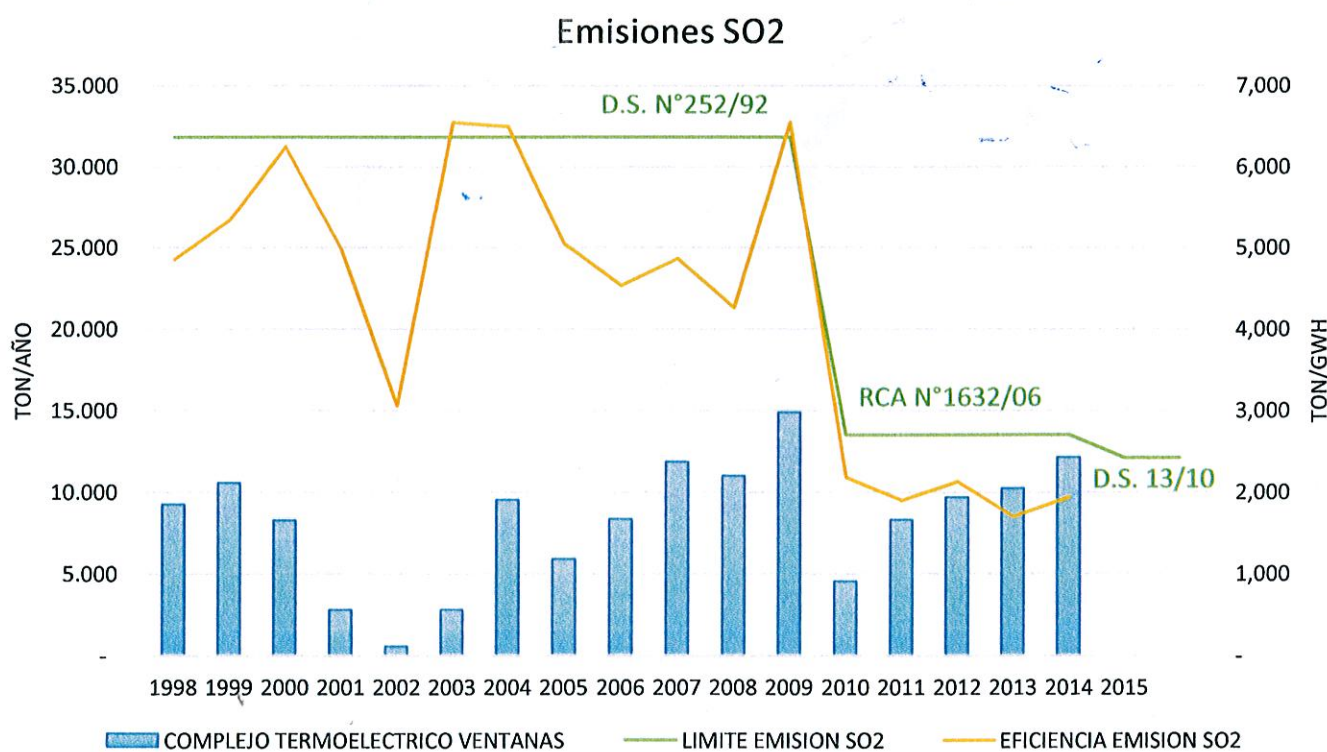
3. Análisis histórico de emisiones de SO₂

Se replica el análisis precedente para el parámetro SO₂, esto es, cumplimiento de límites normativos y análisis de eficiencia de la emisión.

Los niveles absolutos de emisión comparados con los límites normativos aplicables no presentan excedencias, aproximándose a un valor promedio de 8,242 ton/año para todo el periodo bajo estudio. Para dar cumplimiento al D.S. 13/2011 respecto del parámetro de SO₂, durante el año 2015 se puso en funcionamiento el desulfurizador de la Unidad 1, dotando de esta manera a todas las unidades del Complejo Termopélico Ventanas con equipos de reducción de SO₂, por lo que se espera un valor anual aún menor de emisiones de SO₂.

El indicador de eficiencia de emisión de SO₂ se ve fuertemente reducido a partir del año 2010, con la entrada en operación del desulfurizador con agua de mar en Unidad 2 que compensa en un 110% las emisiones de SO₂ de las Unidades 3 y 4.

Figura 3. Tendencia histórica emisiones de SO₂ respecto de límites normativos y eficiencia.



Fuente: elaboración propia de AES Gener.

4. Medidas del Plan de Acción Operacional para Eventos Críticos

Nuestra Compañía ha implementado un Plan de Ajuste Dinámico de Operación que define procedimientos operacionales de control de emisiones y medidas operacionales para prevenir y/o mitigar eventos críticos en la calidad del aire. En este sentido se contemplan las siguientes medidas:

- Baja de carga en caso de observar alzas minutas en las emisiones de Material Particulado y/o SO₂.
- Ajuste de carga o eventual detención de la unidad en el caso de falla en los equipos de abatimiento de emisiones.
- Eliminación del petróleo grueso como combustible en las partidas de la unidad.

5. Conclusiones

Respecto al análisis de información provista en las secciones anteriores, se puede concluir lo siguiente:

- Existe una tendencia general de reducción de emisiones de MP y SO₂, a pesar del crecimiento de la generación bruta en el complejo (4 unidades operando), lo que se refleja en la eficiencia de emisión presentada en las gráficas 2 y 3.
- Se demuestra un esfuerzo mantenido en el tiempo para introducir mejoras tecnológicas y de operación con resultados visibles de reducción de emisiones.
- La eficiencia de mejoras en tecnología de abatimiento realizadas a la fecha podrá evaluarse de una manera más precisa se disponga de al menos de un año de datos a partir de junio de 2015.
- Para todas las emisiones del complejo se ha aplicado la mejor tecnología disponible para el control de emisiones, y los niveles de eficiencia han sido óptimos. Mayores esfuerzos de reducción de emisiones en estas fuentes implicarían cambios estructurales con altos costos para obtener mejoras marginales respecto a las metas ya alcanzadas, para lo cual se entregarán antecedentes técnicos durante el proceso de elaboración del Plan.

Sin otro particular, se despide cordialmente,



Fidel Venegas

Mejoras Ambientales

Complejo Termoeléctrico Ventanas

Septiembre, 2015



AES Gener

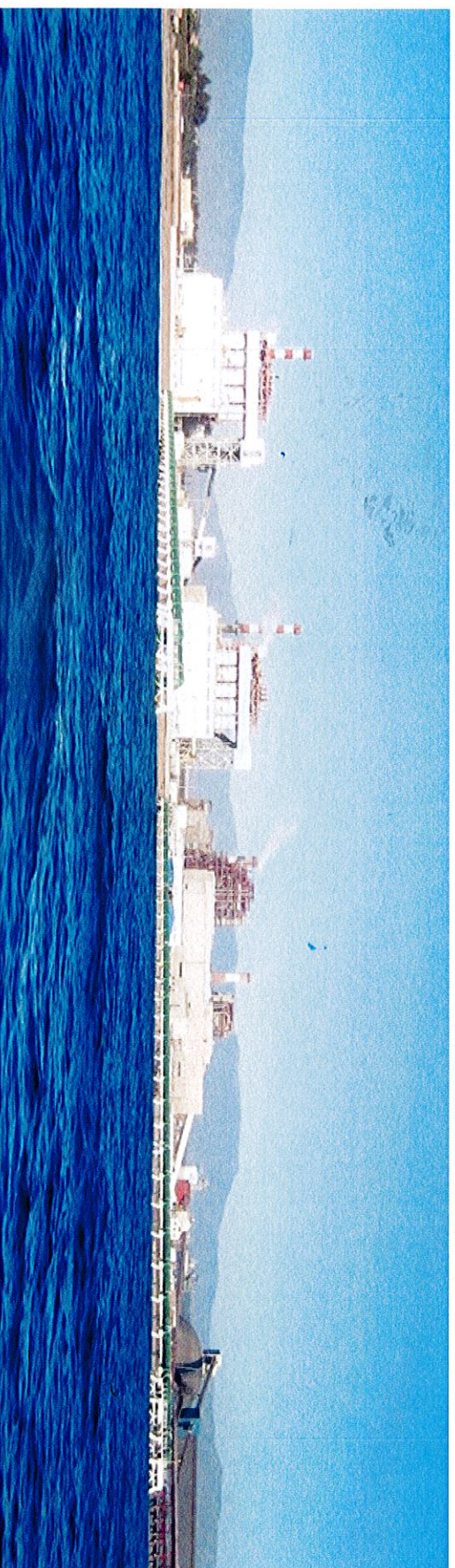
energía confiable

*Nuestra Misión,
es nuestra razón de ser*

“Mejorar vidas, proporcionando
soluciones de energía segura, confiable y
sostenible en todos los mercados que
servimos”

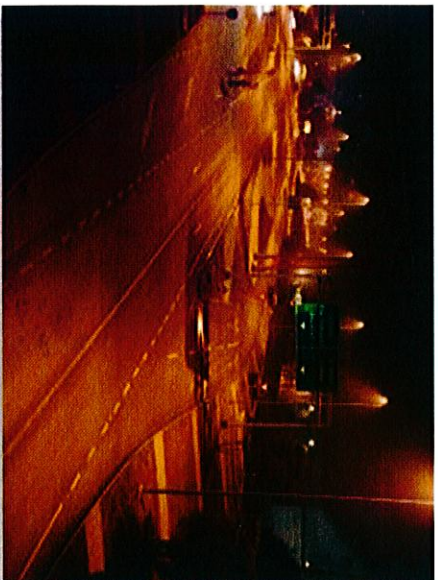
Mejoras Ambientales Relacionadas con emisiones

1. Mejoras del Entorno y en la comunidad
2. Manejo de Cancha de Carbón
3. Manejo de Cenizas
4. Gestión de Calidad del Aire y Emisiones
5. Sistemas de Mitigación Ambiental de Material Particulado (MP), SO₂ y NO_x
6. Resultados efectivos en reducción de Emisiones



1. Mejoras del Entorno y en la Comunidad

- Implementación del Nudo Vial
- Reforestación del perímetro de las unidades y su mantención
- Enero del 2009 – Costo de inversión: US\$ 800 mil



1. Mejoras del Entorno y en la Comunidad

- Año 2013: Pavimentación de calles en La Greda Norte y La Greda Sur.
- Costo de inversión: US\$ 3,2 millones



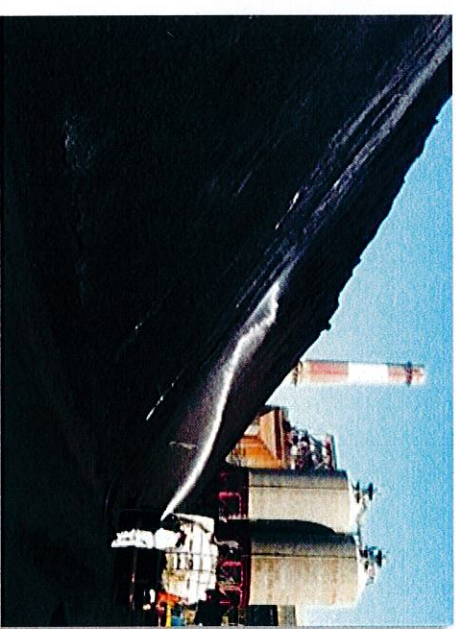
2. Manejo de Cancha de Carbón

Mitigación del Viento

- Instalación de malla perimetral en cancha de carbón y mantención frecuente.
- Abril del 2010 – Costo de inversión: US\$ 3,7 millones

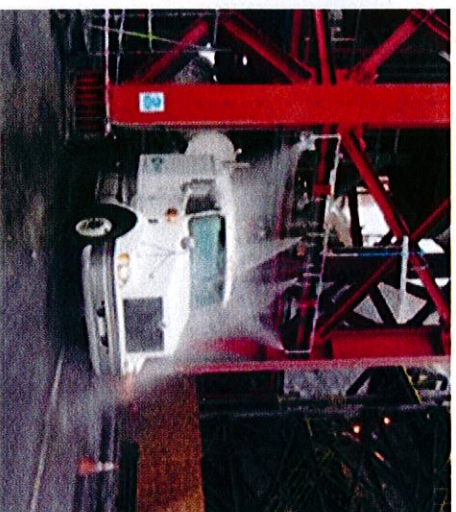
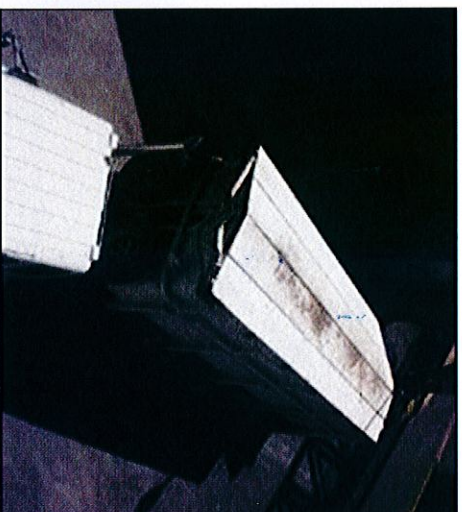


- Uso de encostrante en las pilas de carbón.
- Control de altura de las pilas de carbón a 2 mts. por debajo de la altura máxima de las mallas perimetrales.
- Implementación de Medidas Operacionales: Suspensión de la operación de la cancha de carbón cuando velocidad del viento alcanza 20 nudos (10,3 m/s).



3. Manejo de Cenizas

- Incorporación de un nuevo contrato de manejo de cenizas, mediante transporte con tolvas totalmente cerradas.
- Mayo del 2013 – Costo mensual aprox. US\$ 300 miles
- Instalación de sistemas de Lavado de cubiertas de bateas, bateas y de ruedas al interior de la planta.
- Enero del 2012 – Costo de inversión: US\$ 350 mil



4. Gestión de Calidad del Aire y Emisiones

Calidad del Aire

- Siete (7) estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire: Puchuncaví, La Greda, Valle Alegre, Maitenes, Sur, Ventanas (nueva) y Quintero.
- En operación desde 1993 - Costo de Instalación y de O&M: US\$ 430 mil/año
- Plan de Acción Operacional para SO₂.
- Mediciones de Calidad del Aire se encuentran en línea con las autoridades (*) desde marzo de 2012 a través de plataforma Airviro.
- Disponibilidad de Boletines Meteorológicos y de Dispersión de Gases.



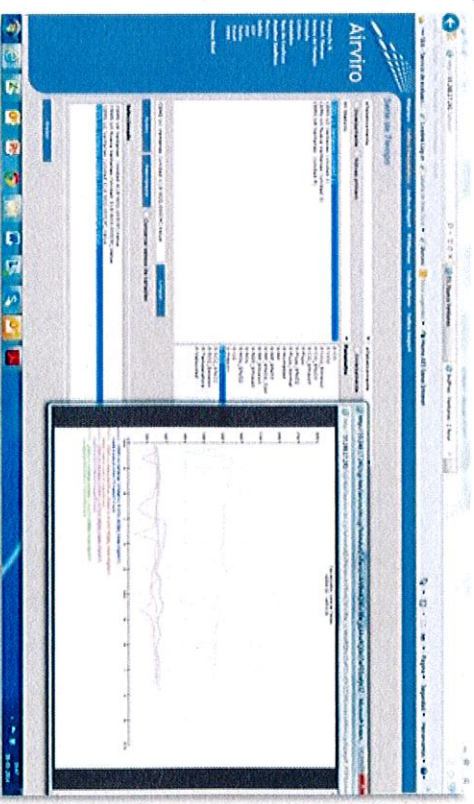
1490

4. Gestión de Calidad del Aire y Emisiones



Monitoreo de Emisiones

- Sistema de monitoreo en línea de emisiones de las unidades de Ventanas disponible para las autoridades, en plataforma Airviro.
- Desde diciembre de 2013 para SEREMIS de Salud y Medio Ambiente
- Desde marzo 2014 para la Ilustre Municipalidad de Puchuncaví.
- Nuevos Equipos de Monitoreo Continuo (CEMS) para V1 y V2.
- En operación noviembre de 2014 – Costo de inversión: US\$ 1,2 millones

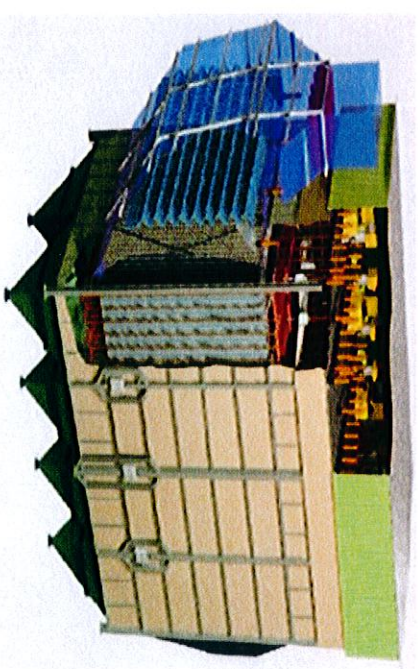


1491

5. Sistemas de Mitigación Ambiental de MP, SO₂, y NO_x

Plan de Descontaminación Material Particulado (1992) V1 y V2

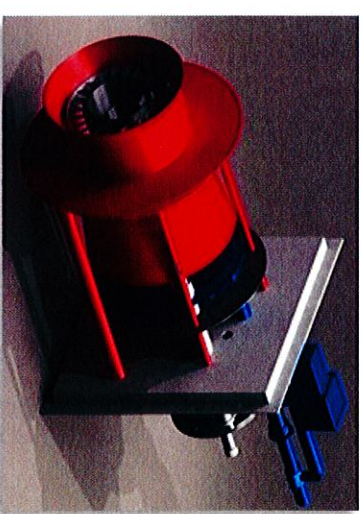
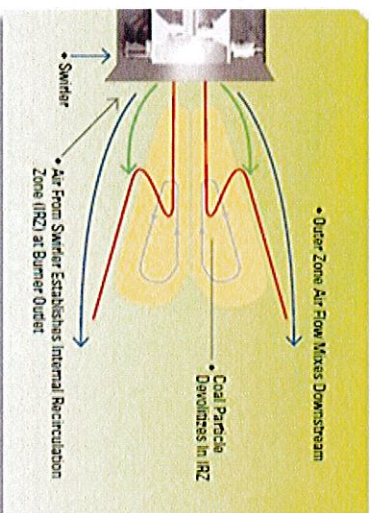
- Como parte del plan de descontaminación de Material Particulado se instalaron precipitadores electrostáticos en las unidades 1 y 2.
- En operación desde 1994.
- Costos de Inversión: US\$ 20 millones



5. Sistemas de Mitigación Ambiental de MP, SO₂, y NO_x

Compensación de Emisiones SO₂ y NO_x en Unidad Ventanas 2

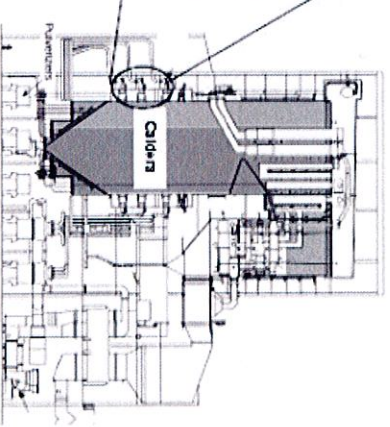
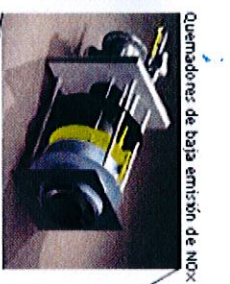
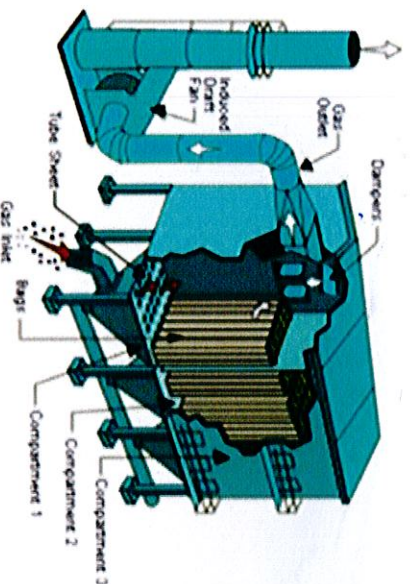
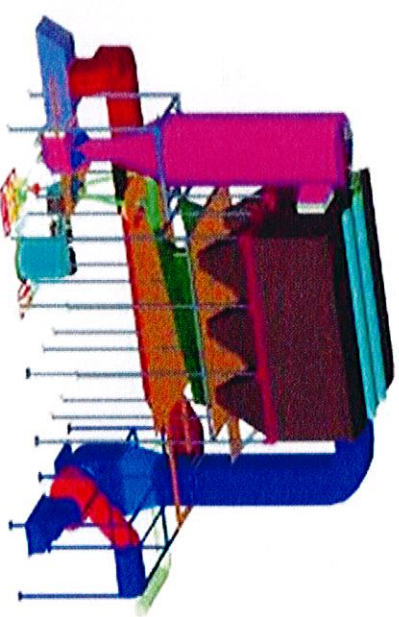
- Como parte de la RCA de Nueva Ventanas (Ventanas 3) y Campiche (Ventanas 4), se incorporan en la unidad Ventanas 2 un sistema desulfurizador de agua de mar (SW-FGD) y nuevos quemadores de bajo NO_x.
- En operación desde marzo del 2010.
- Costos de Inversión:
 - SW-FGD: US\$ 60 millones
 - Quemadores: US\$ 4,62 millones



5. Sistemas de Mitigación Ambiental de MP, SO₂, y NO_x

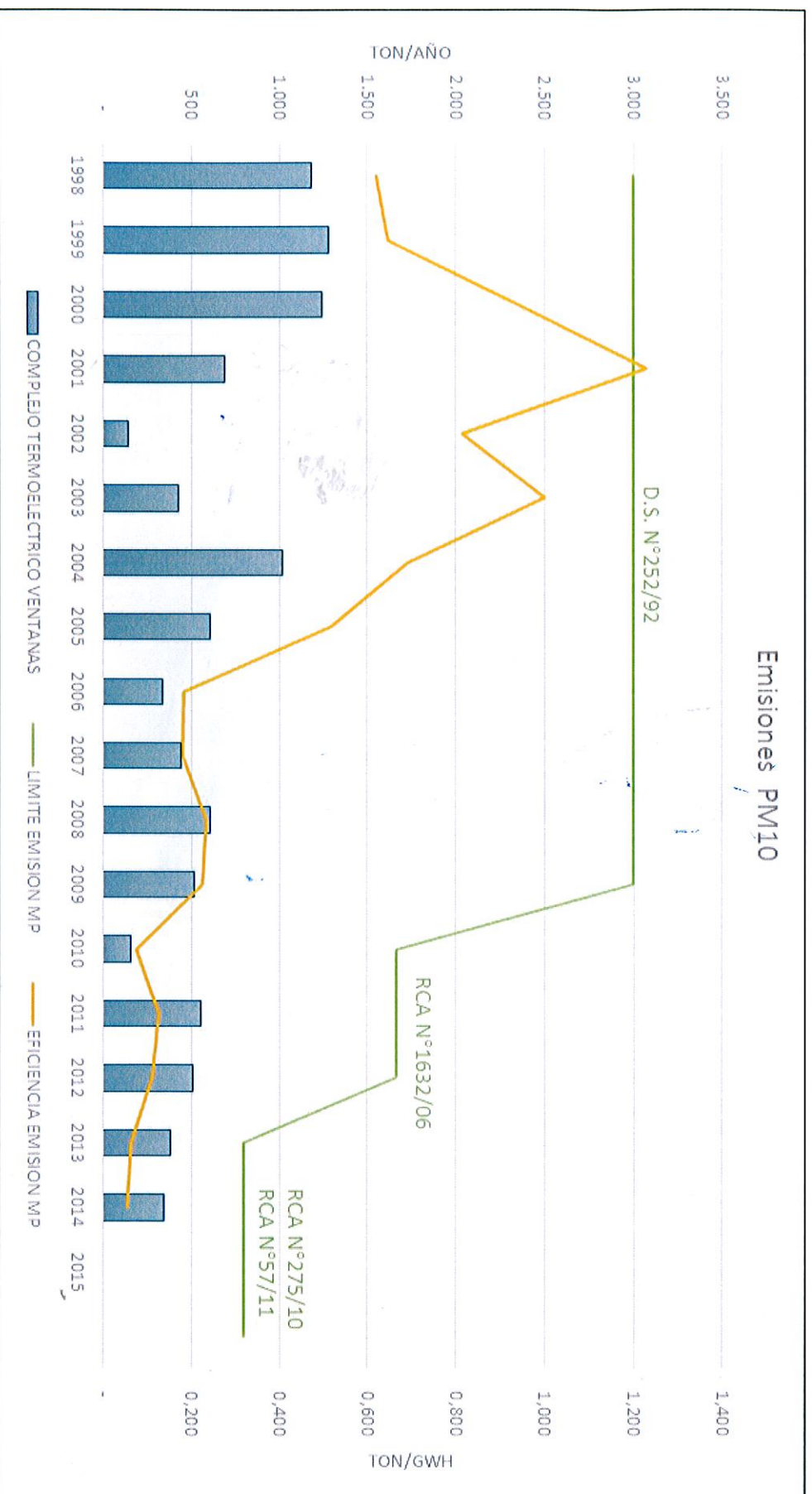
Cumplimiento de Nueva Normativa de Emisiones

- En construcción Filtro de Manga y Desulfurizador en la Unidad 1 y Filtro de Manga en Unidad 2.
- En desarrollo Ingeniería Proyecto Reducción NO_x para unidades 1 y 2. Ejecución durante Outage de 2015.
- Costos de Inversión nuevos Sistemas de Mitigación Ambiental: US\$ 126 millones



1494

6. Resultados efectivos en reducción de Emisiones – Material Particulado



(*) Las emisiones de material particulado desde la cancha de carbón son del orden de 20 ton/año, en tanto que las emisiones de las correas de transporte de carbón se consideran cercanas a 0.

6. Resultados efectivos en reducción de Emisiones – SO2

