



**INGENIERÍA MECÁNICA BÁSICA EXTENDIDA  
SISTEMA DE REDUCCIÓN DE NOX PARA LA UNIDAD 1  
CONTRATO DCB-05.12**

**C.T. BOCAMINA  
UNIDAD 1**

IN/IP-13/0384-G-BM1-007. Rev 00  
17 febrero de 2014



## ÍNDICE

	Página
1	MEMORIA DESCRIPTIVA..... 1
1.1	OBJETO..... 1
1.2	BASES DE DISEÑO ..... 2
1.3	DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE ..... 2
1.3.1	Sistema de molienda y transporte de carbón..... 2
1.3.2	Sistema de combustible líquidos y gas propano ..... 6
1.3.3	Sistema SOFA y quemadores de carbón.....10
2	INGENIERÍA PRELIMINAR
3	MEMORIA DE CÁLCULO $\Delta P$ EN CONDUCTO SOFA
4	LISTAS
5	HOJAS DE DATOS
6	PLANOS
7	HOJAS TÉCNICAS

# 1 MEMORIA DESCRIPTIVA

## 1.1 OBJETO

El presente documento recoge la Ingeniería Mecánica Básica correspondiente al proyecto “Sistema de reducción de NO<sub>x</sub> para la Unidad 1 de la Central Bocamina”, Contrato DCB-05.12 otorgado a INERCO por ENDESA Chile. El alcance recogido en este documento se limita a lo contemplado en el alcance base del contrato, toda vez que la concreción de los alcances opcionales, clasificadores dinámicos y extensión de precalentadores (entre otras opciones), debe realizarse tras el análisis de los resultados de las pruebas de línea base (recientemente finalizadas) y tras consenso con ENDESA. En este sentido, y tras acordar los alcances finales, INERCO preparará un documento de Ingeniería Básica complementario y anexo a éste para recoger el alcance final tanto a nivel de clasificadores, precalentadores u otras alternativas.

Respecto a los precalentadores, y tras un análisis preliminar de los datos arrojados por las pruebas, INERCO estima necesaria una re-evaluación detallada del alcance a implementar por lo que se ha excluido de este documento lo concerniente a esta partida del proyecto.

El objeto del contrato es la implantación de medidas primarias para la reducción de las emisiones de NO<sub>x</sub>. Dentro de estas medidas primarias se incluyen, en términos generales, actuaciones en los siguientes ámbitos:

- Implementación de un sistema de quemadores de bajo NO<sub>x</sub>.
- Instalación de un sistema sobre fuegos (tipo SOFA).
- Retrofit de molinos para mejora de la granulometría.
- Sustitución del sistema de distribución de carbón a quemadores.
- Retrofit de precalentadores de aire con vistas a mejorar los actuales niveles de infiltraciones, así como su eficiencia térmica
- Adecuación del sistema de alimentación de combustibles líquidos y propano (para encendido) a efectos de adecuar las seguridades de los quemadores a la norma NFPA 85.

Adicionalmente, es objeto del contrato la implementación de un sistema DCS, para el control de la operación de la planta y la gestión de la seguridad de la caldera, así como la mejora de la instrumentación existente. Estos dos alcances quedan fuera del objeto del presente documento.

El fin último del proyecto es la consecución de los objetivos de emisiones definidos en el contrato y recogidos en la siguiente tabla:

Condición de operación		Emisiones Límite (mg/Nm <sup>3</sup> )	
Descripción	Potencia MW	NO <sub>x</sub>	CO
Plena carga	128	390	170
Mínimo técnico	70	480	280

## 1.2 BASES DE DISEÑO

Las bases de diseño del proyecto son las recogidas en la Especificación Técnica emitida por ENDESA en el marco de la licitación del contrato, así como en la oferta técnica de INERCO IN/IP-13/0384 y sus anexos.

## 1.3 DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE

### 1.3.1 Sistema de molienda y transporte de carbón

#### A) Actuaciones en molinos

INERCO instalará en los molinos una nueva garganta rotativa para solucionar la actual problemática de alta generación de rechazos en los molinos. Para ello se eliminarán los elementos de la actual garganta estática (álabes, placas restrictoras, recubrimientos, etc.) y los deflectores situados frente a cada rodillo (McDonnell plows), dejando libre el espacio entre la mesa y la pared cilíndrica interior del molino.

En el Plano IN/IP-13/0384-DM-BM1-203 se muestra un diseño básico de la garganta giratoria junto con detalle de la cogida a la mesa del molino. Asimismo se muestra el detalle de la nueva configuración del molino en la zona de molienda.

La garganta giratoria se corresponde con la versión 6 del modelo patentado por la compañía Coal Milling Projects (CMP). La garganta consta de dos partes diferenciadas: una móvil, que es atornillada a la mesa en los orificios existentes para la soportación del anillo de contención actual, y otra estática. La parte estática dispondrá a su vez de dos partes, un anillo con solapa que se suelda al cuerpo del molino tras la eliminación de los recubrimientos, deflectores y demás elementos anteriormente comentados, y otra atornillada a la solapa del anillo anterior.

Respecto a la parte móvil, el diseño consta de un anillo de agarre, dividido en cuatro secciones, que es el elemento que se atornilla en la mesa en lugar del actual anillo de contención mediante los orificios para tornillos M20 existentes en la mesa. La parte móvil propiamente dicha de la garganta está dividida en ocho secciones que son fijadas al anillo de agarre por medio de 24 tornillos M16. Las uniones de las 8 secciones de la garganta son aseguradas por un anillo de superposición.

La parte estática está formada igualmente por 8 secciones y ofrece una cubierta que evita que el aire primario bypase la garganta. La parte inferior de la cubierta se ajusta al borde más exterior de la parte móvil de la garganta.

Los elementos de la garganta se diseñan para que puedan ser desmontados para permitir la elevación de la mesa en caso de que se requiera mantener el rodamiento del eje de la misma.

La garganta giratoria se diseña para proporcionar una velocidad al aire suficiente para la consecución de un valor de rechazo en el rango 0.05-0.1% de la alimentación de carbón al molino. Se estima una densidad aparente de los rechazos de más de 1600 kg/m<sup>3</sup> y un poder calorífico menor que 14 MJ/kg. En el caso en que estos valores no sean conseguidos tras las primeras pruebas sobre los molinos se ajustaría la anchura de la corona circular de la garganta.

La garganta se suministrará de fábrica con un anillo restrictor solidario a la parte móvil y otro en la parte estática, definiendo la distancia entre estos anillos la velocidad ascensional del aire. En el caso en el que, tras las pruebas iniciales, se estime necesario reducir la velocidad en la garganta, se eliminaría alguno de los anillos restrictores. En caso de que se requiera una mayor velocidad se añadiría algún anillo restrictor adicional. Para ello, INERCO dispondrá en campo de los elementos de repuestos necesarios para llevar a cabo esta acción (se dispondrá de 2 anillos restrictores de repuesto).

La nueva configuración de la zona de molienda y el nuevo patrón de flujo pueden producir una mayor exposición a la abrasión de los internos del molino. Por ello, y para prevenir estos efectos, se suministrarán e instalarán elementos de protección fabricados en material antidesgaste (carburo de cromo).

En concreto, se suministrarán placas curvas con perforaciones para soldadura para su instalación por justamente por encima de la parte estática de la garganta. Igualmente se protegerán los ejes de los rodillos con placas atornilladas así como el alimentador de carbón (ver disposición de estos elementos de protección en el Plano IN/IP-13/0384-DM-BM1-203).

## **B) Distribuidores de carbón**

INERCO sustituirá los actuales distribuidores de carbón por unos nuevos distribuidores equipados con elementos de regulación que permitan el balanceado del caudal de carbón entre los 4 conductos de salida a quemadores.

Los nuevos distribuidores a instalar irán montados entre los elementos de conexión de los distribuidores actuales. Por la zona inferior se conectarán a la brida rectangular de la pieza de transición que conecta la impulsión del exhauster con el distribuidor (la cual alberga en su interior la compuerta de cierre del exhauster). Por la zona superior se conectarán a los conductos de transporte a quemadores por medio de las actuales juntas del tipo Viking Johnson (ver Planos IN/IP-13/0384-LY-BM1-203 y IN/IP-13/0384-DM-BM1-204).

El concepto del nuevo distribuidor será similar al actual, comprendiendo una división primaria inferior y dos secundarias superiores. En cada una las divisiones se instalará un rifle que dispondrá de palas regulables para intervenir en las áreas efectivas de reparto entre los dos ramales de salida de cada división. El rifle de la división primaria dispone en la sección de entrada de 6 compartimentos; 3 de ellos conectan con una de las salidas y 3 con la otra. En los tabiques entre compartimentos se instalan 5 palas para inferir las áreas de reparto entre las dos salidas. Estas palas están accionadas por ejes que son sincronizados exteriormente para que

con un único accionamiento se muevan al unísono, las más exteriores y la central hacia un lado, mientras que las dos restantes en sentido contrario.

El concepto de los rifles ajustables secundarios es similar con la excepción de que el número de compartimentos por rifle es 4 y el número de palas 3. Igualmente el movimiento de las palas es efectuado mediante un único accionamiento.

El ajuste de la posición de las palas de los rifles se realizará a nivel de suelo, mediante un mando manual provisto de un dial que define posiciones discretas bloqueables. La acción de ajuste se transmite por medio de una barra de transmisión hacia el mecanismo de sincronismo de las palas de los rifles. Existen por tanto tres elementos de ajuste para cada distribuidor.

La solución propuesta elimina la necesidad de instalar plataformas de acceso para el ajuste de los rifles que pudieran interferir en el mantenimiento actual de los molinos y los exhausters.

Tanto la carcasa de los distribuidores como los rifles serán fabricados en chapa de acero antidesgaste Hardox 500. INERCO realizará un estudio CFD, a incluir en el documento de Ingeniería de Detalle, en el que se analizarán las zonas de mayor incidencia del desgaste en la carcasa. Dichas zonas serán reforzadas con chapas interiores antidesgaste de sacrificio, bien de Hardox 500 o bien de carburo de cromo.

La carcasa dispondrá de las puertas de registro oportunas para la futura revisión de los rifles y su mantenimiento.

El peso estimado de los nuevos distribuidores estará en torno a 2.500 kg por lo que pueden ser soportados por los mismos soportes que actualmente soportan a los distribuidores existentes.

Debido a que los nuevos distribuidores proporcionan la capacidad de balancear los aportes de carbón por los conductos a quemadores, INERCO considera innecesarios los actuales anillos restrictores instalados inmediatamente aguas debajo de los distribuidores, entre las 2 juntas Viking Johnson en los arranques de cada conducto. Por ello, INERCO plantea su eliminación, colocando en su lugar un tramo recto de conducto. Esta actuación supondrá la eliminación de las pérdidas de carga fijas que estos elementos introducen en el circuito de transporte de carbón.

### **C) Sustitución de los cilindros de accionamiento de la válvula de corte de los exhausters**

En la actualidad existe una compuerta de corte en la descarga de los exhausters ubicada en la pieza de transición con los distribuidores. Dicha compuerta es accionada por un cilindro neumático de doble efecto pilotado por una electroválvula 5/2 biestable. La acción de esta válvula es inversa a la del tapón para entrada de aire de purga situado en la misma pieza de transición, de tal manera que cuando la compuerta se cierra se abre en simultáneo el tapón y

viceversa. El pilotaje del cilindro neumático que acciona el tapón se realiza con la misma electroválvula que pilota la compuerta anterior.

A efectos de dar cumplimiento a la norma NFPA 85 los cilindros actuales que accionan las compuertas y los tapones anteriormente comentados serán sustituidos por cilindros de simple efecto (retorno por muelle) pilotados por nuevas electroválvulas 3/2 monoestables. El montaje de estos elementos será tal que ante fallo neumático o eléctrico se producirá el cierre de la compuerta de corte y la apertura del tapón de purga.

En el Plano IN/IP-13/0384-X-BM1-201 se muestra el P&I correspondiente al nuevo accionamiento.

#### **D) Instalación de válvulas de corte en los conductos de carbón**

De acuerdo a la norma NFPA 85, en lo referente a los medios de interrupción de aporte de carbón a quemadores en instalaciones con molinos a depresión con exhauster, cada conducto de transporte de carbón debe estar provisto una válvula de cierre “dust tight” además de la válvula de cierre aguas arriba del distribuidor (“barrier valve”). Para dar cumplimiento a este requerimiento INERCO instalará en los conductos de carbón 16 válvulas de corte, tipo tajadera, accionadas por cilindro neumático. El pilotaje de estas válvulas se realizará por medio de una electroválvula 5/2 biestable. Ante fallo en aire o tensión estas válvulas mantienen su última posición.

Las válvulas estarán dotadas de final de carrera, tanto de apertura como de cierre. El Plano IN/IP-13/0384-X-BM1-201 muestra el P&I con detalle de estos elementos.

Las válvulas se ubicarán en la cota 13.990 tal y como se recoge en el Plano IN/IP-13/0384-LY-BM1-201.

Las válvulas serán seleccionadas para su uso específico en conducciones de transporte neumático de carbón pulverizado. Detalle de estas válvulas se recogen en la Hoja de Datos IN/IP-13/0384-SS1-BM1-201.

INERCO instalará inmediatamente aguas abajo de las tajaderas un ramal de 3” provisto de una válvula con actuador neumático de doble efecto pilotado por la misma electroválvula que pilota el cilindro de la tajadera pero con lógica inversa. De esta forma, al cerrarse la tajadera se abrirá la válvula de 3” para la entrada de aire de purga. Este aire es igualmente necesario para la circulación de aire primario a través de las boquillas de carbón, evitando el deterioro prematuro de éstas cuando un molino está fuera de servicio durante un largo período de tiempo.

La válvula de 3” dispondrá de un final de carrera de válvula cerrada conectado en serie con el final de carrera correspondiente a la posición de apertura de la tajadera de carbón, para confirmar su cierre cuando la tajadera se encuentra abierta.

### **E) Protección de codos de carbón**

INERCO reforzará con pasta cerámica los codos de entrada a quemadores junto con los codos situados en el último tramo vertical ascendente, incluyendo el codo más inferior tras el tramo horizontal (ver Plano IN/IP-13/0384-DM-BM1-202)

Las características de esta pasta cerámica se recogen en la Hoja Técnica IN/IP-13/0384-TS-BM1-003. La resistencia que proporciona esta pasta está contrastada por su aplicación y resultado en numerosas instalaciones, siendo ésta superior a la ofrecida por el propio material de fundición. En base esto, INERCO considera que esta solución proporciona una mayor protección antidesgaste que la ofrecida por la simple sustitución de los codos de entrada, además de hacerla extensiva de modo práctico a un mayor número de codos. Las garantías de durabilidad de la solución propuesta no se verían modificadas respecto a las ofrecidas inicialmente por INERCO para los codos de fundición.

### **E) Tubos estáticos de carbón**

INERCO suministrará 16 tubos estáticos de carbón para la sustitución de los existentes. Respecto a este suministro INERCO plantea a ENDESA dos opciones, ambas válidas para esta aplicación.

1. Tubo estático con revestimiento interior de carburo de cromo (ver Plano IN/IP-13/0384-DM-BM1-201 Hoja 1)
2. Tubo estático con revestimiento de baldosas de óxido de alúmina en un primer tramo de conducto y refractario a base de óxido de alúmina para el resto (ver Plano IN/IP-13/0384-DM-BM1-201 Hoja 2).

## **1.3.2 Sistema de combustible líquidos y gas propano**

### **A) Estaciones reguladoras**

Con el fin de adecuar las seguridades de los quemadores de combustibles líquidos e ignitores de propano a la norma NFPA 85, INERCO realizará la sustitución de las válvulas de corte actuales de las líneas de fuel pesado, diesel y propano.

La válvula de corte de diesel actual dispone de un actuador eléctrico tipo Hidromotor, necesitando una tensión mantenida para rearmar y otra tensión adicional para abrir. Esta configuración no permite el cierre ante fallo en tensión.

En el caso de la línea de fuel pesado se tienen dos válvulas automáticas, una de corte y otra de recirculación. En ambos casos se trata de una válvula con un actuador de doble efecto pilotado por una electroválvula 5/2 biestable. Esta configuración no garantiza el cierre en caso de fallo de aire ni fallo de tensión.



Para la línea de propano se tiene una válvula de corte automática con un actuador neumático de doble efecto pilotado por una electroválvula 3/2. Esta configuración no garantiza el cierre en caso de fallo de aire.

Las válvulas anteriormente descritas de fuel pesado y diesel serán sustituidas por válvulas accionadas por actuador neumático de simple efecto (cierre por muelle) pilotado por electroválvula 3/2 (ver el P&I de las estaciones reguladoras tras el retrofit en el Plano IN/IP-13/0384-X-BM1-301). Las válvulas estarán equipadas con finales de carrera de apertura y cierre.

La válvula de corte de propano será sustituida por un conjunto de 3 válvulas, dos colocadas en serie en la línea general y una tercera en una línea de venteo entre las dos válvulas anteriores. Las tres válvulas están accionadas por sus respectivos actuadores neumáticos de simple efecto (cierre por muelle) pilotado por electroválvula 3/2 (ver P&I en el Plano IN/IP-13/0384-X-BM1-303). Las 3 válvulas estarán equipadas con finales de carrera de apertura y cierre.

La válvula de venteo permite chequear la estanqueidad de las válvulas de corte de la línea principal. Dicha estanqueidad es verificada mediante un presostato de alta colocado entre las dos válvulas de la línea principal. Adicionalmente permite evacuar la línea para efectuar labores de mantenimiento en los equipos situados aguas abajo.

Los detalles de las nuevas válvulas a instalar se recogen en la Hoja de Datos IN/IP-13/0384-SS1-BM1-301.

Todas estas válvulas serán embridadas, suministrando INERCO las contrabridas y los tramos de conducto y adaptaciones necesarios para el montaje.

## **B) Skids de aporte de combustible líquido a quemadores**

En la actualidad la unidad 1 de Bocamina dispone de 2 niveles quemadores de combustible líquido cada uno con 4 quemadores (uno por esquina). El primer nivel (nivel inferior) se encuentra entre el primer y segundo nivel de quemadores de carbón, pudiendo quemar fuel pesado y diesel. El segundo nivel (nivel superior), situado entre el nivel tercero y cuarto de carbón, sólo se alimenta por fuel pesado. El corte de combustible en cada quemador se realiza por válvula manual. Existe en ambos niveles una línea de vapor para purga de los quemadores. Esta línea dispone igualmente de válvula de corte manual.

INERCO eliminará las válvulas manuales tanto de las líneas de combustible como de las líneas de vapor y suministrará e instalará, asociado a cada posición de quemador de combustible líquido, un skid que incorpora nuevas válvulas de corte automáticas (ver P&I en Plano IN/IP-13/0384-X-BM1-302).

En el nivel inferior los skids dispondrán de 4 líneas: una para fuel pesado, otra para diesel, otra de vapor para purga y una línea de aire para purga del diesel cuando no se dispone de vapor. Cada una de las líneas estará equipada con una válvula de corte manual y una válvula automática accionada por actuador neumático de simple efecto (cierre por muelle) pilotado por

electroválvula 3/2. Las válvulas automáticas anteriores tendrán final de carrera de cierre. Cada una de las líneas anteriores estará equipada con un antirretorno.

La línea de fuel pesado estará dotada de un flujostato para verificar el flujo de combustible.

Tanto la línea de fuel pesado como la de diesel dispondrán de un manómetro.

Las líneas de vapor, fuel pesado y diesel dispondrán de conexiones de drenaje.

Para el aire de purga se empleará aire comprimido de planta a una presión aproximada de 7 kg/cm<sup>2</sup>. ENDESA definirá el punto/punto de conexión en las proximidades de las esquinas. INERCO definirá e instalará una línea de transporte del aire de purga hasta los puntos de alimentación de los skids. El trazado, una vez definido, será detallado en el documento de Ingeniería de Detalle.

En el nivel superior los skids dispondrán únicamente de 2 líneas: una para fuel pesado y otra para vapor de purga, siendo éstas iguales a las de los skids del nivel inferior.

Los skids se colocarán en las proximidades de cada quemador y se conectarán a las líneas actuales mediante tubería rígida y a los quemadores mediante tubería flexible.

Los Planos IN/IP-13/0384-DM-BM1-302 y 303 muestran un modelo físico de los skids anteriormente descritos.

Las características de las válvulas e instrumentos se recogen en las Hojas de Datos correspondientes.

### **C) Quemadores retráctiles de combustible líquido**

INERCO suministrará e instalará 8 quemadores retráctiles para inyección de fuel pesado y 8 lanzas de inyección de diesel (ver Plano IN/IP-13/0384-DM-BM1-301 y Hojas de Datos IN/IP-13/0384-SJ-BM1-301 y 302). Las boquillas de pulverización se han seleccionado para los combustibles utilizados en la unidad 1 de Bocamina y presentan curvas de pulverización similares a las actuales. En ambos casos la pulverización será mecánica.

Las lanzas tendrán una forma y tamaño similares a las existentes. Las de fuel pesado se diferencian de las de diesel en la boquilla de pulverización y en un perno de identificación que es más largo en las de fuel.

Las lanzas disponen de un mecanismo de inserción/retracción para permitir la retirada de la boquilla 300 mm hacia atrás del punto de pulverización cuando los quemadores no están en servicio. El movimiento se produce por medio de un cilindro neumático sin vástago pilotado por una electroválvula 3/2 (ante fallo eléctrico la lanza se retrae). El cilindro dispone de sendos finales de carrera para la verificación de las posiciones de inserción y retracción.

El cilindro es soportado en un cuerpo de sujeción unido al tubo guía existente. Dicho cuerpo dispone igualmente de 2 guías por las que discurre un bloque unido por su parte superior al patín del cilindro y por la parte inferior al soporte de la lanza.

A través de dicho soporte se realiza el suministro de combustible a la lanza. Adicionalmente en el soporte se disponen 2 finales de carrera magnéticos que pueden ser excitados por los pernos anteriormente comentados de las lanzas. En función de la combinación de estados de los detectores se definen 3 posibles situaciones: ninguna lanza acoplada (sensor 1 y sensor 2 desactivados), lanza de diesel acoplada (sensor 1 activado; sensor 2 desactivado) y lanza de fuel pesado acoplada (sensor 1 y sensor 2 activados).

La fijación de la lanza al soporte se realiza por medio de una maneta con perno roscado, de forma similar a la existente en la actualidad.

Los quemadores disponen de una conexión de aire de refrigeración a adaptar en campo sobre el tubo guía en la sección interior de la caja de vientos. La lanza dispondrá en su tubo rígido de un collarín que hace un cierre con el tubo guía para impedir que el aire de refrigeración salga al exterior en la posición retraída.

Para prevenir posibles atrapamientos el conjunto del quemador será cubierto con una envolvente metálica.

#### **D) Sistema de refrigeración de lanzas de combustible líquido**

Para dotar de aire de refrigeración a los quemadores de combustible líquido se instalarán 2 ventiladores centrífugos colocados en paralelo (uno de ellos en operación y otro en reserva). Los datos de los ventiladores se recogen en la Hoja de Datos IN/IP-13/0384-SVE-BM1-301. La localización de los ventiladores se muestra en el Plano IN/IP-13/0384-LY-BM1-306. Desde este punto INERCO instalará una red de distribución de aire de refrigeración a quemadores, según se muestra en el mismo plano.

#### **E) Skids de aporte de propano a ignitores**

En la actualidad cada uno de los ignitores de propano dispone de una válvula de solenoide para el corte del suministro de gas. Dichas válvulas no producen el cierre del paso de gas ante fallo eléctrico. Para dar cumplimiento a lo establecido en la norma NFPA 85, INERCO sustituirá, para cada ignitor, esta válvula por un conjunto de 3 válvulas; dos colocadas en serie en la línea de suministro y una tercera en una línea de venteo entre las dos válvulas anteriores. Las tres válvulas están accionadas por sus respectivos actuadores neumáticos de simple efecto (cierre por muelle) pilotado por electroválvula 3/2 (ver P&I en el Plano IN/IP-13/0384-X-BM1-303). Las válvulas estarán equipadas con final de carrera de cierre.

La válvula de venteo permite chequear la estanqueidad de las válvulas de corte de la línea de suministro. Dicha estanqueidad es verificada mediante un presostato de alta colocado entre las dos válvulas de la línea de suministro.

El conjunto de las 3 válvulas y el presostato será montado como un conjunto en la línea de suministro de gas al ignitor.

Para la integración en el BMS del nuevo conjunto de corte de gas se sustituirá el actual armario de control por 2 nuevos armarios a suministrar por INERCO.

Uno de estos armarios contendrá las bornas de conexión de las nuevas electroválvulas de pilotaje, el nuevo presostato y los finales de carrera. Igualmente contendrá el actual presostato de presión diferencial, que será reutilizado al estar su funcionamiento íntimamente relacionado con el diseño del inyector y del difusor del ignitor.

El otro armario contendrá el transformador de la bujía de encendido. Este transformador será el actualmente utilizado, el cual será reubicado en el armario.

Este concepto varía respecto a lo comentado en el documento IN/IP-13/0384--G-BM1-005 "Informe de inspección de quemadores, molinos y precalentadores en parada de unidad 2013". INERCO opta por separar la aparamenta eléctrica en un cuadro eléctrico independiente de las válvulas y la línea de gas por razones de seguridad.

### **1.3.3 Sistema SOFA y quemadores de carbón**

INERCO instalará en la caldera de la unidad 1 un sistema de combustión de bajo  $\text{NO}_x$  consistente en un sistema de aire sobre fuegos SOFA ligado a un rediseño de las boquillas de carbón y las de aire de combustión.

El Plano IN/IP-13/0384-LY-BM1-301 muestra, para una esquina, la situación actual del sistema de combustión y el estado tras el retrofit, a la vez que recoge el alcance de las actuaciones y los elementos nuevos a instalar en el marco del proyecto.

El nuevo sistema de combustión se ha diseñado para ser capaz de derivar hasta un máximo del 20% del aire total de combustión a los puertos SOFA.

Los datos de diseño y operación del nuevo sistema de combustión tales como caudales de aire por boquillas, velocidades, etc. para distintas condiciones operativas (plena carga, mínimo técnico y distintos carbones) se recogen en el documento IN/IP-13/0384-M-BM1-001 suministrado por INERCO relativo a la "Ingeniería preliminar del sistema SOFA y retrofit de quemadores de carbón".

Para suministrar aire de combustión a las nuevas cajas de viento SOFA se tenderá un conducto por cada lado de caldera (lados A y B) partiendo del conducto de aire de combustión correspondiente. El punto de entronque estará ubicado aguas abajo del medidor de caudal y coincidirá en posición con el entronque actual del conducto de aire primario. En esa posición se practicará una perforación de mayor área que la actual para el primario, partiendo con un conducto que posteriormente se divide en dos ramales: uno que entronca en el conducto de primario existente y otro que posteriormente se divide en dos para las cajas de viento de las 2 esquinas anexas.

La solución adoptada evita la coexistencia de dos entronques en el conducto de aire de combustión que conllevaría a la proximidad de dos juntas de dilatación (la existente para el entronque de primario y la nueva para un hipotético ramal independiente para el SOFA) y la consiguiente dificultad para un futuro mantenimiento de las juntas.

En los Planos IN/IP-13/0384-LY-BM1-302, 303, 304 y 305 se recogen el trazado y dimensiones principales de los nuevos conductos a instalar.

La forma y el trazo propuestos se han basado, de un lado, en la minimización de las pérdidas de carga del aire y, de otro, en la minimización del impacto de posibles interferencias de la planta. En este sentido, el trazado planteado minimiza el número de elementos a reubicar limitándose a los elementos detallados en el Plano IN/IP-13/0384-LY-BM1-308.

Respecto a la minimización de las pérdidas de carga, se han previstos los álabes direccionadores internos en los cambios de dirección y en las divisiones de los distintos ramales. Adicionalmente se ha contemplado la instalación de cazoletas en los entronques en los conductos de aire secundario, tanto para el aire primario como para el aire a SOFA.

Este diseño del conducto SOFA ha sido evaluado desde el punto de vista fluidodinámico mediante un estudio CFD para chequear su viabilidad tanto desde el punto de vista de las pérdidas de carga, como desde el punto de vista de su capacidad de permitir derivar el porcentaje de aire de combustión establecido por diseño para las entradas SOFA (25%). Respecto a esto último, se ha prestado especial atención al hecho de la posible competencia de los exhausters por el aire derivado al SOFA.

Los resultados de este estudio CFD se recogen en la Memoria de Cálculo IN/IP-13/0384-M-BM1-301.

El estudio se realiza en base a la comparativa entre la geometría actual y la geometría modificada con la inclusión de los ramales para el SOFA. Para la geometría actual se han impuesto los caudales de aire secundario y primario a plena carga aportados por ENDESA y que fueron generados en las pruebas efectuadas por FW. En el caso de la geometría modificada se ha impuesto adicionalmente un caudal del 25% del aire total de combustión para las entradas SOFA.

De los resultados se desprende que el nuevo trazado permite asegurar el reparto de aire a molinos, a caja de vientos y al sistema SOFA necesario para la operación del sistema de bajo NO<sub>x</sub> diseñado.

Este estudio CFD inicial será confirmado en la fase de Ingeniería de Detalle sobre la geometría definitiva del conducto y con los datos operativos obtenidos por INERCO en las pruebas de línea base.

A efectos de la programación por parte de ENDESA de las labores de retirada de asbestos se incluye en el presente documento el Plano IN/IP-13/0384-LY-BM1-001 en el que se

detallan las zonas donde intervendrá INERCO que requieren la retirada de calorifugado y, por tanto, son susceptibles de ser tratadas por asbestos.

## **2 INGENIERÍA PRELIMINAR**

### **3 MEMORIA DE CÁLCULO $\Delta P$ EN CONDUCTO SOFA**



## **4 LISTAS**

## **5      HOJAS DE DATOS**

## **6 PLANOS**

## **7      HOJAS TÉCNICAS**