BIBLIOTECA GENERAL

COMISION DEL CARBON

INFORME FINAL

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CANARIAS

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
LAS PALMAS DE G. CANARIA
Nº Documento 473729
Nº Copia 473736

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

COMISION DEL CARBON: INFORME FINAL

INDICE GENERAL

DOCUMENTO 1: INFORME DE LA COMISION

DOCUMENTO 2: MESA REDONDA 1. EMISION EN CENTRALES TERMICAS. TECNICAS DE DEPURACION

DOCUMENTO 3: MESA REDONDA 2. INMISIONES EN EL ENTORNO DE CENTRALES TERMICAS

DOCUMENTO 4: MESA REDONDA 3. MANEJO DEL CARBON

DOCUMENTO 5: MESA REDONDA 4. RESIDUOS SOLIDOS EN CENTRALES TERMICAS. IMPACTO Y TRATAMIENTO

DOCUMENTO 6: ANEXO: DOCUMENTACION COMPLEMENTARIA

- A.1 CARTAS INVITACION A PARTICIPAR A LOS PONENTES DE LAS MESAS REDONDAS
- A.2 CONVOCATORIAS DE LAS MESAS REDONDAS
- A.3 CARTA INVITACION PARA ASISTIR A LAS MESAS REDONDAS ENVIADA A LAS INSTITUCIONES Y PERSONAS QUE PODRIAN ESTAR INTERESADAS
- A.4 RELACION DE ASISTENTES A CADA UNA DE LA MESAS REDONDAS
- A.5 SOLICITUDES DE INFORMACION ENVIADAS POR LA COMISION A DIFERENTES ENTIDADES Y EMPRESAS
- A.6 CONTESTACIONES RECIBIDAS
- A.7 CONVOCATORIAS DE LAS REUNIONES DE LA COMISION
- A.8 ACTAS DE LAS REUNIONES DE LA COMISION

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

DOCUMENTO 1

INFORME

DE LA

COMISION DEL CARBON

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CANARIAS

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

INDICE DEL INFORME DE LA COMISION

1. ANTECEDENTES

1.1 CONSTITUCION DE LA COMISION

1.2 OBJETIVOS

1.3 ACTUACIONES

1.3.1 Reuniones de la Comisión. Actos

1.3.2 Solicitud de Documentación

1.3.3 Mesas Redondas

2. DOCUMENTACION RECIBIDA

3. MESAS REDONDAS CELEBRADAS

4. CONCLUSIONES

4.1 MANDATO DE LA UNIVERSIDAD

4.2 PROBLEMA DE LA DEMANDA DE ENERGIA

4.3 PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE

4.3.1 Emisión. Técnicas de depuración

4.3.2 Inmisión

4.3.3 Manejo del carbón

4.3.4 Residuos solidos: cenizas

4.5 CONCLUSIONES FINALES

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

1. ANTECEDENTES

1.1 CONSTITUCION

La Junta de Gobierno de la Universidad Politécnica de Canarias considerando que no debe permanecer ajena a los problemas de la sociedad en la que desarrolla sus actividades y dada la polémica existente sobre la posible instalación de dos centrales mixta de carbón-fuel en Canarias deseó crear una comisión que analizadora del Impacto Ambiental que podría tener la construcción de las citadas centrales.

Esta comisión llamada "Comisión del Carbón" se constituyó con un representante de cada Departamento de la Universidad pero con carácter abierto en el sentido de dar cabida a las personas que pensaran tenían algo que aportar o que estaban interesadas en el tema.

Se nombró presidente de esta Comisión al Catedrático de Tecnología Química y Director del Departamento de Ingeniería de Procesos DON ANTONIO GOMEZ GOTOR.

Hubo dos o tres reuniones en las que la comisión tomó conciencia de sus objetivos y medios necesarios, de estas reuniones no se levantó acta.

El presidente de la Comisión convocó una reunión de la misma para el día 24 de Septiembre de 1.987.

Dicha reunión fué abierta con unas palabras del Magfco. y Excmo. Sr. Rector que manifiesta el apoyo a las actividades de la Comisión indicando que se soliciten a Junta de Gobierno las necesidades económicas o de otro tipo para su aprobación.

En esta reunión se nombró Secretario de la Comisión a

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

DON FELIPE CEBALLOS PORRAS encargándole levante acta de las reuniones y actuaciones de la Comisión así como la ejecución material de las decisiones de la misma.

En el acta de este reunión que se adjunta se recogen los detalles de la misma.

Así mismo en dicha reunión se definieron las líneas generales de actuación de la Comisión, la ejecución y concreción de las decisiones han marcado la evolución de los trabajos realizados.

En el Documento 6: Anexo, apartado A.8 se recogen las principales actas de las reuniones de la Comisión.

1.2 OBJETIVOS

Según se recoge en las actas la Comisión definió sus objetivos en:

- Elaborar un informe documentado que represente la opinión de la Universidad.
- Elaborar una serie de Mesas Redondas sobre el tema a las que se invitaría:

  como ponentes a destacados especialistas de la materia procurando elegir investigadores de Universidad, profesionales de Entidades Públicas que hayan tratado el tema en profundidad, profesionales de empresas explotadoras de centrales con probada experiencia.

  como asistentes a responsables en esta materia de la Administración Pública, representantes de los Colegios Profesionales, presentes de las principales asociaciones involucradas en el tema por ser demandantes de

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

energía y/o por ser potencialmente perjudicados por la contaminación que pudiera producirse, miembros de la Comisión y de la Universidad en general, alumnos y personal de administración y servicios especialmente interesados en el tema y finalmente cualquier otra persona interesada en asistir.

1.3 ACTUACIONES

1.3.1 Reuniones de la Comisión

En dichas reuniones se han marcado las pautas de las Actividades de la Comisión. Se adjuntan las actas de las Reuniones.

1.3.2 Solicitud de Documentación

Por acuerdo de la Comisión se solicitó información a las siguientes entidades y sobre los siguientes temas:

Sobre los estudios realizados para el proyecto de instalación de las dos centrales de carbón en Canarias.

- Consejería de Industria y Energía del Gobierno Autónomo de Canarias.
- Compañía UNELCO.
- Dirección General de Energía del Ministerio de Industria y Energía.
- Endesa.

Sobre el proyecto y funcionamiento de la central de Alcudia en Palma de Mallorca de características similares a las proyectadas en Canarias y con parecidos problemas potenciales.

- Gas y Electricidad, S.A.
- Endesa.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

- Gobierno Autónomo de Baleares.

- Dirección General del Ministerio de Industria y Energía.

1.3.3 Mesas Redondas

La Comisión decidió la celebración de cuatro mesas redondas dedicadas a los siguientes temas.

- Emisión en Centrales Térmicas. Técnicas de depuración.

- Inmisión en el entorno de Centrales Térmicas.

- Impacto y medidas correctoras en el manejo de combustibles sólidos.

- Residuos sólidos en Centrales Térmicas.

En el punto 3 se recogen los ponentes y contenidos de las mismas.

2. DOCUMENTACION RECIBIDA

De las solicitudes de documentación se han obtenido las siguientes respuestas:

- Consejería de Industria y Energía del Gobierno Autónomo de Canarias

"No se obtuvo respuesta"

- Compañía UNELCO

Se recibió "Estudio Técnico de selección de emplazamiento" Central Térmica (2 x 100 MW). Isla de Gran Canaria. (Agosto 1982)

2 Proyecciones para Gran Canaria de la potencia capaz, disponible y puntas del mes para el periodo 1986/1993, elaborado

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

en Noviembre de 1987.

- Dirección General de Energía del Ministerio de Industria y Energía

"No se obtuvo respuesta"

- Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA)

"No se obtuvo respuesta"

- Gas y Electricidad, S.A.

Se recibieron los siguientes documentos:

. Desarrollo del equipo de generación del Sistema Eléctrico Mallorca-Menorca, emplazamiento de una nueva central térmica a lignito y fuel-oil en Alcudia. Diciembre 1975.

. Memoria del proyecto de una central térmica en Alcudia Mallorca para aprovechamiento de los lignitos de la isla en dos grupos generadores de energía eléctrica de una potencia de 125 MW. Mayo 1975.

. Estudio de vertido de humos a la Atmósfera en la Central Térmica de Alcudia (Mallorca) Septiembre 1978.

. Estudio del Impacto Ambiental de la Central Térmica de Es Muntaner (Alcudia) y de las explotaciones de lignito que abastecen la Central. Junio 1984.

. Medidas adoptadas para el control de las emisiones e inmisiones central térmica de Alcudia. 6 Noviembre 1987.

. Instalaciones de equipos de medida de la Emisión en la Central Térmica de Alcudia II (Mallorca Mayo 1985).

. Evolución producida y consumo de combustible. Central Térmica Alcudia II (2x125 MW). 4 Diciembre 1987.

. Fotografía panorámica de la Central.

- Gobierno Autónomo de Baleares.

BIBLIOTECA CENTRAL

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

Se recibió la siguiente documentación:

. Estadistiques Energétiques de les Illes Balears. Consillería de Comerc i Industria. Direcció General d'Industri. Goberm Balear 1984.

. Estadistiques Energétiques de les Illes Balears. Consillería de Comerc i Industria. Direcció General d'Industri. Gobern Balear 1985.

. Estadistiques Energétiques de les Illes Balears, Consillería de Comerc i Industria. Direcció General d'Industri. Gobern Balear 1986.

. Estudio del Sistema Energético Balear.

3. MESAS REDONDAS

Siguiendo las directrices de la Comisión se han realizado cuatro mesas redondas.

A continuación se explica el contenido de las mismas y los ponentes que han intervenido.

3.1 1ª MESA REDONDA

"Emisión en Centrales Térmicas. Técnicas de Recuperación".

Dedicada a la emisión de contaminantes: partículas, SO_x y NO_x por la chimenea de una central térmica y a los medios para disminuirlas o eliminarlas.

Actuaron como ponentes D. LUIS SALVADOR MARTINEZ, Catedrático de Ingeniería Química E.T.S.I.I. Universidad de Sevilla y D. Vicente Cortes Galeano, Catedrático de Ingeniería Química E.T.I.I. Universidad de Sevilla.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

El contenido de esta mesa redonda fué registrado en cinta magnetofónica y se transcribe en el Documento 2.

3.2 2ª MESA REDONDA

"Inmisión en el entorno de las Centrales Térmicas".

Dedicada a estudiar los problemas de inmisión, concentraciones de contaminantes a nivel del suelo, y difusión de contaminantes en la atmósfera.

Actuaron como ponentes las siguientes personas:

DON IGNACIO GRACIA MANARILLO, Catedrático de Química II, E.T.S.I.I. Universidad de Sevilla.

DON ANTONIO DURAN LOPEZ, Empresa Nacional de Electricidad.

DON PIO CARMENA, Asociación para la Medicina y Seguridad en el Trabajo, Unidad Eléctrica.

DON MILLAN MILLAN MUÑOZ, Centro de Investigaciones Energéticas Medio Ambientales y Tecnológicas.

El contenido de esta mesa redonda se recoge en el Documento 3 la documentación fué entregada por los ponentes relativas al contenido de sus exposiciones.

3.3 3ª MESA REDONDA

"Impacto y Medidas correctoras en el manejo de Combustibles sólidos".

Dedicada al estudio de los problemas de contaminación producidos en el manejo del carbón; polvo producido en la carga y descarga, trasiego y almacenamiento del carbón.

Actuaron como ponentes:

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

DON JUAN LUIS LOPEZ CARDENETE, Ingeniero de Caminos, Master del Departamento de Gestión y Dirección de Empresas por el I.E.S.E., Jefe del Departamento de Gestión de Combustibles de Unión Eléctrica Fenosa.

DON ANTONIO BLANCO, Ingeniero de Minas, Director de la Central Térmica de Los Barrios, Compañía Sevilla de Electricidad.

DON JUAN ANDRES LEGARRETA, Catedrático de Ingeniería Química, E.T.S.I.I. de Bilbao, Director del Departamento de Ingeniería Química y Medio Ambiente de la Universidad del País Vasco. Director del Departamento de Ingeniería Química y Medio Ambiente de Labein.

En el Documento 4 se recoge parcialmente el contenido de la misma. Debido a que por interferencias de la emisora existente en las proximidades, el registro de la cinta fué deficiente no se ha podido transcribir la totalidad de esta mesa redonda.

3.4 4ª MESA REDONDA

"Residuos sólidos de Centrales Térmicas. Impacto y Tratamiento".

Dedicada a estudiar los problemas relativos a la eliminación y/o reuso de las cenizas y escorias producidas como consecuencia de la combustión del carbón.

Actuaron como ponentes las siguientes personas:

DON JOAQUIN OLIVARES DEL VALLE, Profesor Asociado de la Cátedra de Tecnología Química de la E.T.S.I.I. de Sevilla. Jefe del Servicio Técnico e Ingeniería de Unión Explosivos Riotinto.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

DON FERNANDO QUEVEDO BENGOECHEA, Ingeniero Industrial, Oficina Central de Combustibles de Unión Eléctrica Fenosa.

DON RAFAEL TALERO MORALES, Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento.

El contenido de esta mesa redonda se ha transcrito de la cita magnetofónica y se adjunta en el Documento 5.

En el Documento 6: Anexo, apartado A.4 se recoge la lista de los asistentes a cada una de las cuatro mesas redondas.

4. CONCLUSIONES

4.1 MANDATO DE LA UNIVERSIDAD

La Universidad no debe ser ajena a los problemas de la sociedad en la que vive aunque no sea su función decidir como deben resolverse los problemas concretos que se planteen. La Universidad, por lo tanto, puede y debe plantearse los grandes problemas de la sociedad en la que vive y aportar sus opiniones para con ello contribuir a encontrar las mejores soluciones a esos problemas.

En este contexto, como se exponía en los antecedentes, la Junta de Gobierno de la Universidad crea la "Comisión del Carbón" y en este contexto ha trabajado la Comisión con la finalidad de analizar el tema de los problemas medio-ambientales que prodría crear la instalación de dos nuevas centrales mixtas de carbón-fuel en Canarias.

A esta cuestión se pretende aportar alguna luz después de los estudios realizados por esta comisión.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

Este informe con sus conclusiones serán remitidos a la Junta de Gobierno de la Universidad.

4.2 PROBLEMA DE LA DEMANDA DE ENERGIA Y SU SATISFACCION

El deseable crecimiento en el nivel de vida y la mejor calidad de vida junto con el incremento de la población llevan a un incremento en la demanda de energía eléctrica que es necesario satisfacer para no crear importantes problemas sociales y económicos.

En concreto la situación, en las islas de Las Palmas y de Tenerife es de urgente necesidad de incrementar la potencia instalada. Este problema se hace más importante por la condición de islas sin posibilidad de interconexión eléctrica con otras redes.

Para satisfacer esta demanda la empresa responsable del suministro de energía eléctrica del Archipiélago propone la instalación de dos nuevas centrales mixtas de carbón-fuel oíl.

No es función de esta Comisión el análisis de otras alternativas ya que no forma parte del mandato recibido y por carecer de los medios necesarios para dicho estudio.

4.3 PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE

La satisfacción de las necesidades de energía eléctrica no puede realizarse sin las consideraciones medio-ambientales.

Es necesario satisfacer las necesidades energéticas pero es igualmente necesario respetar el medio ambiente. Es decir habrá que poner los medios necesarios por reducir el impacto ambiental en todo lo posible.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

Los problemas medio-ambientales podemos analizarlos dividiéndolos en cuatro apartados que corresponden, aproximadamente, a al contenido de las mesas redondas que se realizaron, son:

-Emisiones de gases a la atmósfera por las chimeneas. Técnicas de depuración de dichos gases.

-Control de las inmisiones producidas por la Central.

-Manejo del combustible solido: problemas en el transporte y almacenamiento del carbón.

-Problemas de los residuos solidos producidos en la combustión: cenizas volantes y escorias.

A continuación se da un resumen de lo relativo a cada una de estas cuestiones.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

4.3.1 EMISION. TECNICAS DE DEPURACION

La emisión de contaminantes en una Central Térmica puede ser de tres formas:

- A través de los gases de chimenea.
- Efluentes líquidos.
- Residuos sólidos.

Los gases de Chimenea

Contienen CO_2 que no es considerado contaminante por ninguna legislación, CO que tiene valores muy bajos y no es problema normalmente, SO_2 y SO_3 que dependen del contenido de azufre del combustible y del tipo de central, óxidos de nitrógeno formados a partir del nitrógeno del aire y que dependen del tipo de combustión y del combustible y partículas sólidas en suspensión que dependen del tipo de combustible y del tipo de central.

Los efluentes líquidos

Son las purgas de las torres de refrigeración, donde las hay, escorrentías del parque de carbón y escombreras, drenajes, etc. De ellos es necesario controlar el pH, la presencia de metales pesados y particularmente la materia carbonosa.

Los residuos sólidos

Los constituyen fundamentalmente las cenizas y las escorias.

Es importante señalar que el problema de la contaminación hay que afrontarlo en su conjunto analizando las tres formas

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

antes indicadas porque, por ejemplo, la solución de un problema de contaminación de gases de chimenea puede ocasionar un problema de efluentes líquidos o residuos sólidos.

Los problemas de contaminación, presentan algunas diferencias según los combustibles usados. En una Central Térmica, pueden emplearse básicamente: gas natural, fuel-oil y carbón. A continuación vamos a referirnos a cada uno de ellos.

Gas natural

Es conocido que el gas natural plantea menos problemas de emisión de partículas, es fácil conseguir menos de 50 mg/Nm^3. En cuanto a las emisiones de SO_x dependen básicamente, como en todos los combustibles, del contenido de azufre en el combustible, que en el gas natural suele ser muy bajo. En cuanto a la emisión de óxidos de nitrógeno el problema es mayor, dado que la combustión del gas natural es a alta temperatura aquí se produce mayor continuidad de óxidos de nitrógeno que con los demás combustibles, el rango de emisiones está entre 800 y 1000 partes por millón.

Si bien es cierto que la legislación española actual no limita la emisión de NO_x sino que sólo obliga a medirlas, en la Comunidad Económica Europea es un problema que cada vez preocupa más, porque se considera a estos gases como responsables del smog fotoquímico, siendo previsible que se incorporen a la legislación española limitaciones en las emisiones de óxidos de nitrógeno.

En cuanto a los problemas de efluentes líquidos los problemas que pueden producirse son los relativos a las purgas

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

de calderas y torres por los aditivos añadidos al agua. Es común a todas las centrales. Con gas natural no existen problemas de residuos sólidos.

Fuel-oil

En las centrales de fuel-oil se emiten como contaminantes las partículas que tienen la particularidad de tener en su composición una alta proporción de inquemados, mayor del 50% y que al poseer una estructura esponjosa absorben otros contaminantes entre otros el SO_x que hace que sean ácidas lo que las hace más perjudiciales. También pueden contener metales pesados: vanadio, níquel, sodio, hierro, que formaban parte del combustible. Puede afirmarse, en resumen, que las partículas, en este caso, son muy agresivos para el medio físico.

Carbón

En lo que se refiere a las partículas en la combustión del carbón no tienen una proporción alta de inquemados, mas bien son materiales fundidos durante la combustión y luego solidificados, la proporción de inquemados en este caso puede ser del 5% frente al 50% del fuel-oil. Los metales contenidos también son diferentes, aquí predominan la alúmina, la sílice, el oxido de calcio, el oxido de hierro y otros metales en minoría como magnesio, manganeso, titanio, sodio, potasio, etc.

La acidez de las partículas está en consonancia con el contenido de azufre que haya en el carbón pero en todo caso es mucho menos que en las partículas emitidas por el fuel-oil. Evidentemente una central de carbón si no dispone de un adecuado

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

sistema de depuración emitirá muchas más partículas que una central de fuel pero como ya se ha dicho menos agresivos. Para cumplir la normativa existente en cuanto a la emisión de partículas en una central de carbón se necesita la instalación de algún sistema de depuración.

Los óxidos de nitrógeno tienen el mismo origen que en las centrales de fuel-oil pero con valores algo más bajos, del orden de 300-400 partes por millón.

La problemática de vertidos de líquidos es mayor con el carbón como consecuencia de los vertidos del parque de carbones, lavado y humectación de las cenizas lo que obliga normalmente a un tratamiento adicional.

En cuanto a los vertidos sólidos el volumen de cenizas es importante 40 Kg/megavatios/hora. Al estudio de este tema se dedicará otra mesa redonda por lo que no nos vamos a extender aquí.

Sistemas de tratamiento

Para la eliminación de partículas de los gases de chimenea se emplean básicamente los siguientes sistemas:

- Multiciclones.
- Precipitadores electrostáticos.
- Filtros de mangas.

Multiciclones

Eliminan las partículas por centrifugación del gas. Su eficacia es variable con el tamaño de las partículas, a mayor tamaño mayor rendimiento. El valor medio del rendimiento para el

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

conjunto de las partículas es del 80 al 85%. Los costes de inversión son del orden de 200 pta/Nm^3/h. Hay que añadir los gastos de inversión y explotación del sistema de extracción.

Precipitadores electrostáticos

Funcionan mediante un campo eléctrico que carga las partículas y las atrae. Su rendimiento es casi independiente del tamaño de las partículas y alcanza valores del 99% e incluso más.

El costo de 1.200 pta/Nm^3/h. Tienen el inconveniente de ser muy voluminosos.

Una combinación que se usa para disminuir los gastos de inversión y conseguir altas tasas de rendimiento es la instalación en serie de un multiciclón y un precipitador electrostático.

Los filtros de mangas consisten en hacer pasos de gases por una cámara en donde hay depositados una serie de bolsas de tejido, al pasar a través de los mismos el polvo se deposita en la parte exterior de las mangas saliendo limpio por la parte superior. Las mangas hay que limpiarlas al irse saturando de polvo. El problema principal de este tipo de filtros es el de reposición de las mangas y el de que para la limpieza no se puede parar la central por lo que hay que sobredimensionar el equipo y realizar la limpieza por secciones.

El valor del rendimiento de este tipo de filtros suele ser del 98 ó 99%. Los costos son del mismo orden de magnitud que con los precipitadores electrostáticos en cuanto a inversión y algo mayores en mantenimiento por la reposición de mangas.

La disminución del SO_2 se pueden realizar mediante

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

aditivos con lo que puede reducirse la emisión del SO_2 en un 60-70% pero con el problema adicional que los aditivos van a incrementar la emisión de partículas por lo que será necesario reforzar el sistema de depuración.

Otro procedimiento es efectuar una desulfuración de las gases de combustión. Hay varios sistemas pero son caros, estamos hablando de cifras del orden de 2.500 pta/Nm_3/hora. Un procedimiento que se emplea para disminuir los costes es producir ácido sulfúrico que aunque requiera una inversión mayor con la venta del ácido sulfúrico se amortizan los gastos realizados.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

4.3.2 INMISION

Se llama inmisión a las concetraciones de los distintos contaminantes (partículas, SO_x, NO_x, etc.) a nivel del suelo; es la que produce directamente el perjuicio a la salud humana, a la agricultura, etc.

Los niveles de inmisión de un contaminante pueden tener un sólo origen o varios. Un determinado foco de inmisión puede producir niveles variables de inmisión según la proximidad, condiciones atmosféricas, dirección y velocidad del viento, lluvias, etc.

La influencia de una Central Térmica en las inmisiones puede tener un alcance variable según la altura de la chimenea (a mas altura más alcance) y una incidencia que es mayor con chimeneas de menor altura, aunque como ya se ha dicho las condiciones atmosféricas y la topografía del terreno influyen de una manera decisiva.

El control de las inmisiones es pues básico para la protección de la salud humana y protección del medio ambiente. Este control se realiza mediante las redes de inmisión.

Una red de inmisión se compone de la serie de estaciones de medición de las concentraciones de los distintos contaminantes de una forma establecida.

Las estaciones de medida de contaminantes pueden ser manuales y automáticas y pueden ser mas o menos completas, medir uno o mas contaminantes, medir o no algunos parámetros atmosféricos, dirección y/o velocidad del viento, etc.

Los objetivos de una red de inmisión pueden ser varios, en función de ellos se deberá diseñar la red sin olvidar los

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

condicionantes económicos.

Los objetivos de una red de inmisión pueden ser:

- Observar tendencias a largo plazo. En este caso pueden emplearse estaciones con aparatos de tipo normal y con muestras intermitentes que dan valores medios de 24 horas.

- Comprobar el cumplimiento de la normativa de calidad de aire y evaluar la eficacia de medidas de control de contaminación. Se necesitan periodos de medida de varios años.

- Evaluar los riesgos para la salud humana. Estos pueden ser agudos (problemas de cortos intervalos de tiempo) o crónicos (efectos producidos por la prolongada exposición a una atmósfera contaminada).

- Comprobar otros riesgos ambientales. Incidencia sobre algún tipo de cultivo, o sobre los animales.

- Proporcionar datos para la planificación del territorio.

- Verificar modelos de dispersión.

- Investigar denuncias específicas.

- Investigación frente a nuevos problemas.

- etc.

Información de partida para el diseño de la red.

- Objetivos que debe cumplir la red.

- Características del entorno: demografía, metereología, topografía, actividades potencialmente contaminadoras.

- Estudios de dispersión de contaminantes.

- Estudios previos de la calidad del aire. En zonas muy problemáticas serán necesarias más estaciones, es conveniente conocer cuales son los contaminantes con niveles potencialmente

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

perjudiciales, etc.

- Posibles redes ya existentes en la zona.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

4.3.3 MANEJO DEL CARBON

Así como el combustible liquido o gaseoso se maneja a través de tuberías, conductos que por su propia naturaleza son cerrados, salvo averías, un combustible sólido se trasiega mediante cintas transportadoras, camiones, etc. y por tanto en la carga y descarga así como en el transporte puede producirse un arrastre por parte del viento de las partes mas finas que produce una suspensión de partículas sólidas en la atmósfera.

Asimismo el almacenamiento de carbón se hace en parques con gran extensión y desde los que el viento puede arrastrar partículas.

El tema que se plantea es como eliminar o al menos disminuir esta difusión de partículas a la atmósfera arrastradas por el viento.

Las soluciones son realizar el transporte desde los barcos, ferrocarril, etc. hasta el parque de carbones mediante métodos que estén provistos de captadores de polvo que impida que este vaya a la atmósfera sino que el aire con el polvo sea absorbido y canalizado hasta sistemas de filtrado. El tipo de filtros que se emplean en estos casos son los de mangas.

El parque de carbones es necesario cercarlo suficientemente para impedir que el viento arrastre polvo; los procedimientos que se utilizan son cerramientos laterales mediante la llamada barrera ecológica consistente en árboles o plantas que formen un cierre alrededor del parque que impide las vistas y limite de arrastre de partículas. Otro procedimiento, mucho mas costoso (duplica el costo de inversión en el parque) es cubrirlo.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

4.3.4 RESIDUOS SOLIDOS: CENIZAS

En la combustión del carbón queda una parte del mismo sin quemar: son las cenizas volantes y las escorias. Las cantidades de cenizas que se producen son importantes. Aunque es variable con el tipo de carbón que se emplee se pude dar la cifra orientativa de que el 15 % del carbón quemado serán cenizas.

Las cenizas tienen dos partes: las escorias que es la fracción más gruesa y queda en los ceniceros de las calderas de donde será necesario retirarlas y las cenizas volantes que son partículas arrastradas por los gases de la combustión y que saldrían a la atmosfera si no hubiera un sistema que loa separara. La cantidad de cenizas volantes sobre el total es superior al 80 %. En el apartado "Emisión. Técnicas de depuración" se habló de los medios para separar estas partículas de los gases de la combustión. Vamos a hablar aquí de que hacer con las cenizas una vez separadas.

Tradicionalmente se ha considerado a las cenizas como un residuo con el que lo único que se podía hacer era eliminarlas por el medio más económico posible, pero las cenizas pueden ser empleadas en algunas industrias. En la actualidad se están buscando nuevas posibilidades para el empleo de las mismas.

Es posible utilizar las cenizas en la construcción, empleandolas como aditivos a los cementos o a los hormigones.

En Canarias exiten unas puzolanas naturales muy buenas para la fabricación del cemento. Cabe la posibilidad de sustituir parte de estas puzolanas por cenizas, que tienen propiedades similares, si se lleva el adecuado control técnico de las mismas para asegurar que no influirán negativamente en las propiedades

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

del cemento.

No obstante será necesario, en cualquier caso, disponer de un vertedero controlado en el que depositar las cenizas.

Un vertedero controlado es un lugar preparado para realizar el vertido de cenizas con los medios necesarios para controlar los efectos en el medio ambiente. Será necesario que exista una capa impermeable, natural o artificial, para que los lixiviados no contaminen las agua subterráneas, necesitará disponer los medios para compactación y cubrimiento de las capas de cenizas se vayan vertiendo para impedir que sean arrastradas por el viento. El transporte de cenizas al vertedero se hace después de humedecerlas lo suficiente como para que en el transporte y descarga de camiones las cenizas no sean arrastradas por el viento.

El uso de cenizas para algún fin permitiría que el vertedero tenga una duración mayor.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

4.5 CONCLUSIONES FINALES

Podemos resumir lo anterior en estos puntos:

1.- Exiten actualmente, a nivel industrial, medios para evitar la producción de polvo en el transporte y almacenamiento del combustible solido: captadores de polvo y filtros, cintas transportadoras cubiertas, parque de carbones suficientemente cerrados o incluso cubiertos, etc.

2.- Existe tecnología a nivel industrial para reducir las emisiones de partículas a niveles admisibles: multiciclones, electrofiltros y filtros de mangas.

3.- Las emisiones de SO2 dependen directamente del contenido de azufre del combustible. El carbón de importación que en este momento se propone que se va a emplear es suficientemente reducido como para no producir problemas excesivos. Existen carbones con contenidos en azufre muy alto que no sería razonable consumir aquí. En el caso de emplear fuel-oil las cantidades de SO2 emitidas serían mayores que empleando carbón.

4.- Las emisiones de NOx dependen de la técnica de combustión que se emplee. La contribución de las emisiones de NOx a la lluvia ácida son menores que los de SO2, entre el 10 % y el 15 %.

5.- La eliminación de las cenizas puede hacerse depositándolas en un vertedero controlado para evitar los problemas de lixiviados y emisión de partículas arrastradas por el viento y/o emplearlas en la construcción principalmente como aditivo del

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

cemento o del hormigón, en estos casos será necesario llevar un adecuado control técnico de las mismas para asegurar que no influyen negativamente en las propiedades de los mismos.

6.- Es necesario disponer de una red de medida de inmisiones en torno a la central como ya es practica habitual en este tipo de instalaciones, que permita conocer la situación en cada momento.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

DOCUMENTO 2

PRIMERA MESA REDONDA

EMISION EN CENTRALES TERMICAS.

TECNICAS DE DEPURACION

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

PRIMERA MESA REDONDA

EMISION EN CENTRALES TERMICAS. TECNICAS DE DEPURACION

APERTURA.- Se inicio la sesión con unas palabras del Excmo. Rector de la Universidad Politécnica de Canarias D. Francisco Rubio Royo, que realizó una presentación de la Comisión del Carbón exponiendo la decisión de la Junta de Gobierno de la Universidad por la que se creaba dicha Comisión y los objetivos de la misma.

PRESENTACION.- A continuación D. Antonio Gomez Gotor, Presidente de la Comisión del Carbón, explicó el planteamiento dado por la Comisión a sus trabajos y los objetivos de la celebración de las Mesas Redondas, indicando que cada uno de los Ponentes expondría con libertad absoluta sus criterios de los que no se hace solidaria la Comisión. Invitó así mismo a los asistentes a que durante el coloquio hicieran las preguntas o expusieran las opiniones que estimaran pertinentes rogando ceñirse al tema de la sesión correspondiente, en este caso Emisión en Centrales Termicas y Técnicas de Depuración. A continuación hizo una presentación del ponente de esta Mesa Redonda D. Luis Salvador Martinez, Catedrático de Ingeniería Química de la Universidad de Sevilla, al que agradeció su presencia entre nosotros.

EXPOSICION.- A continuación tomó la palabra D. Luis Salvador que realizó la exposición que se recoge a continuación:

BIBLIOTECA GENERAL

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

Agradecemos que se nos haya invitado a participar en esta Mesa Redonda como Ponentes pero pensamos que, evidentemente, el carácter de una mesa redonda debe ser fundamentalmente el intercambio de opiniones de todos, manifestar cada uno lo que sinceramente crea respecto a la cuestión y que esto contribuya realmente a enriquecer el diálogo y a enriquecer las conclusiones que sobre este tema podamos hacer.

Junto con esto yo quería hacer una breve reseña de por qué, de alguna forma,hemos aceptado el participar en esta mesa redonda teniendo en cuenta cual es básicamente nuestra experiencia en los temas medio-ambientales y muy fundamentalmente ligados a lo que es la generación de la energía.

Como ustedes saben, el profesor Vicente Cortés y yo pertenecemos, al Departamento de Ingeniería Química y Ambiental de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Sevilla. En esta Escuela tenemos organizado desde hace 10 años, la Comisión de Medio-ambiente Industrial, que es una Entidad Colaboradora del Ministerio de Industria y Energía.

En Andalucía particularmente, las Entidades Colaboradoras han sido transferidas a la Administración Autonómica, de forma que actualmente, no su creación pero sí el gobierno y el seguimiento del trabajo de las Entidades Colaboradoras, corresponde a la Agencia de Medio-ambiente de la Junta de Andalucía. Por eso digo que somos Entidad Colaboradora del Ministerio de Industria y Energía, pero nuestro marco de actividad se relaciona mucho con la Administración Autonómica.

Quería hacer unas pinceladas de cuales son, cuales están siendo y han sido, nuestras actividades fundamentales en

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

estos 10 años que llevamos trabajando en el tema.

En primer lugar, como Entidad Colaboradora, yo diría que las mediciones de emisiones de chimeneas industriales, han ocupado una gran parte de nuestra labor, junto con los estudios de inmisión, es decir, con la medidas y análisis de los niveles de inmisión en zonas urbanos, rurales, etc. de contaminantes en el aire, procedentes de actividades industriales, diseño de redes de vigilancia de la contaminación atmosférica, control de efluentes líquidos procedentes de las industrias y de las ciudades, control y eliminación de residuos industriales y humanos.

Alguna realización en concreto, sobre estos campos como Entidad Colaboradora, son el control de las emisiones de la atmósfera de unas 300 industrias particularmente en los últimos dos años, han sido especialmente intensos desde el punto de vista del control la actividad en las 300 industrias de tipo químico y energético y muy fundamentalmente las ubicadas en el polo de Huelva.

El relación con las grandes centrales térmicas: en la - actualidad llevamos el control de emisiones quincenales en la central térmica de Los Barrios de 550 Megavatios, la de Bahía de Algeciras de 530 Megavatios, la central térmica de Puertollano de 250 Megavatios y esporádicamente seguimos con medidas en la central térmica Cristóbal Colón.

También hemos participado en el diseño y control de la red de inmisión en la central térmica Los Barrios, Bahía de Algeciras y en la central térmica litoral de Algeciras.

Asimismo, hemos hecho el diseño de la red de vigilancia

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

de contaminación atmosférica de Sevilla.

Particularmente interesante, ha sido nuestro trabajo sobre el control de efluentes industriales del polo industrial de Huelva y de la central térmica de Los Barrios y así mismo, nuestro trabajo sobre el diseño y control de residuos sólidos urbanos de la provincia de Sevilla.

También conectado con el tema medio-ambiental, pero ya un poco al margen de lo que es la Entidad Colaboradora, es decir, como Departamento dedicado también a labores de investigación y de asesoramiento técnico, estamos participando en un amplio proyecto, una serie de proyectos del Plan de Investigación Electrotécnica. Pero entre ellos yo quiero destacar lo siguiente: en primer lugar, el control y caracterización de cenizas volantes de 5 centrales térmicas en todo el país, que son central térmica Los Barrios, hemos estado trabajando un año con las cenizas de la central térmica de Los Barrios y estamos trabajando actualmente con las cenizas, caracterizándolas y viendo sus aplicaciones en la Central Térmica Soto de Rivera, en la Central Térmica de Velilla del Río, Carrión en la de Meirama y la de Andorra en Teruel.

También dentro de los programas de investigación, aparte de la caracterización de cenizas volantes, participamos actualmente en 5 programas más, éste es uno de los que está financiado por el Plan de Investigación Electrotécnica, pero participamos en 5 programas más del Plan de Investigación Electrotécnica, conectado con la problemática del medio-ambiente.

En primer lugar, el de contaminación por materia particulada ha sido el más antiguo de todos que fundamentalmente

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

ha dado como fruto,el diseño de una unidad en concreto, que es el Multiciclón piloto.

La adquisición de tecnología y diseño de multiciclones y que ahora se han extendido a un nuevo programa, que es el diseño y utilización en funcionamientos de electrofiltros para el control de materia particulada.

En tercer lugar, hay un nuevo programa que es el de depuración integrada de humos, que incluye unidades de desulfuración de centrales térmicas. Ya me he referido al de caracterización de cenizas volantes de centrales térmicas.

Y por último, ya hay un nuevo proyecto, también aprobado: ha pasado el Comité de Aplicaciones, que es una planta piloto para aprovechamiento de cenizas volantes mediante sinterización, es consecuencia del primer proyecto de cenizas volantes.

Estos proyectos se están llevando a cabo actualmente en nuestro Departamento, que adicionalmente cuenta con dos laboratorios importantes como soporte de toda esta actividad con independencia del laboratorio de Medio-ambiente y los medios adicionales que lleva aparejado al mismo, en primer lugar está el laboratorio de combustibles, donde venimos a procesar mas de 500 muestras por año, de distintos tipos de combustible, tanto fuel-oil, como carbones, etc. y, en segundo lugar, el laboratorio de cenizas volantes donde procesamos más de 300 cenizas volantes procedentes de las distintas centrales térmicas y que llevamos a cabo su caracterización, tanto física como química.

De manera que, bueno, yo lo que quería trasladaros a vosotros y a esta mesa redonda, fundamentalmente en el día de

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

hoy, es dar un poco el resumen, puesto que nos toca un tema de emisiones en centrales térmicas y técnicas de depuración, el resumen de nuestra experiencia en este tema y enfocarlo fundamentalmente y como punto de arranque de cuales han sido nuestras experiencias y como vemos nosotros el problema, más que a nivel de una opinión que puede ser más o menos subjetiva, sino a nivel de los datos técnicos que poseemos de los distintos trabajos que hemos realizado y por tanto en base a una experiencia real.

Hecho este breve preámbulo, yo quería también, como punto de introducción a esta charla, decir que, aunque el tema que se me ha fijado muy correctamente por el Profesor Gomez Gotor como "EMISIONES EN CENTRALES TERMICAS"; habrá que entender que las emisiones son fundamentalmente atmosféricas. Lo que pasa es que, ya se lo hice saber de alguna forma, el problema atmosférico no está desconectado de los demás, tanto en centrales térmicas como en instalaciones industriales, por eso me voy a permitir el ir analizando algunos problemas de efluentes líquidos y de residuos sólidos que llevan aparejados las instalaciones de grandes centrales de generación de energía.

Bien, dicho esto, quizás previamente sería preciso centrar el problema con carácter general, respecto de cuales son los elementos constitutivos del impacto ambiental en instalaciones industriales con carácter general.

Evidentemente, ya es conocido por parte de todos, que la ubicación de nuevas instalaciones de carácter industrial y sobre todo las de generación de energía, requieren hoy en día, a partir de este año, un estudio de impacto ambiental, que lógicamente deberá arrojar unos resultados positivos, a la hora

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

de decidir la correspondiente autorización de la central.

Como cuestiones generales de carácter previo, en nuestros estudios de carácter de impacto ambiental, tendremos que hablar de la ubicación física de la instalación.

La elección de un emplazamiento adecuado de una central, puede y debe, no solo disminuir su impacto paisajístico, sino también las consecuencias sobre asentamientos urbanos, que deben estar suficientemente alejados, en direcciones que no sean de vientos dominantes. Así como la precisión de prever cuales son las consecuencias, los posibles efectos que va a tener la ubicación de una determinada instalación industrial o una central sobre la sobrecarga de los servicios públicos, particularmente redes víarias, abastecimientos de agua, red de evacuación de aguas residuales, vertederos, etc.

Estos aspectos son de trascendental importancia, porque eligiendo un buen emplazamiento vamos a poder evitar no sólo problemas de impacto ambiental, sino también problemas de contestación social en el futuro.

En segundo término, también es preciso dar unas ideas de carácter general respecto de las posibles fuentes de impacto ambiental y la tecnología de corrección, que va a ser el objeto de la mesa redonda de hoy.

Los efectos más importantes a contemplar están en los efluentes gaseosos, en los líquidos y por supuesto en los residuos sólidos. Y aunque la problemática de cada instalación es específica, desde luego cabe hacer una diferenciación muy clara entre el tipo de combustible que emplea, si es gas, si es fuel-oíl, si es carbón.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

Considerando el caso general de instalaciones de combustión, podemos apuntar los siguientes elementos constitutivos de los emisiones y sus vertidos.

En los efluentes gaseosos o presentes en los efluentes gaseosos están fundamentalmente las partículas, de las cuales hay que vigilar particularmente ya en la propia materia particulada, dos aspectos que son su acidez y la presencia de metales pesados.

Actualmente, muchas legislaciones hablan exclusivamente sobre partículas, pero en el futuro van a hablar sobre acidez y ya en algunos efluentes, de algunas instalaciones de combustión, no precisamente de centrales térmicas, pero sí de algunas instalaciones de combustión se está limitando en la legislación la presencia de determinados metales. Por supuesto está el dióxido de azufre, el trióxido de azufre,los óxidos de nitrógeno, el monóxido de carbono, aunque éste suele tener mucha menos importancia, porque es una fuente de ajuste como todos sabemos, de la combustión, el anhídrido carbónico que no se considera particularmente un contaminante por parte de ninguna legislación. Y yo insistiría en uno más, las nieblas de ácido sulfúrico. Las nieblas de ácido sulfúrico tampoco están reguladas a nivel de grandes instalaciones de combustión, pero sí lo están en muchas otras instalaciones de tipo industrial y es muy posible que en el futuro también las de ácido sulfúrico pasen a endosar la relación de contaminantes a controlar en una central térmica.

Por lo que respecta a los efluentes líquidos, fundamentalmente su pH, la presencia también de metales pesados, los sólidos en suspensión, particularmente la materia carbonosa, constituyen los elementos esenciales que forman parte de los

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

contaminantes en los efluentes, o en los vertidos de una central térmica.

En cuanto a los vertidos sólidos , básicamente las escorias y las cenizas.

Bien terminar este segundo lugar de presentación de cuales son los elementos constitutivos del impacto ambiental aparte ya del impacto de tipo paisajístico, sobre los servicios públicos que hemos comentado.

Están en tercer lugar, las cuestiones de carácter previo respecto de las soluciones tecnológicas globales que han de abordarse desde una óptica fundamentalmente de tipo económico, puesto que en general nos vamos a encontrar en las soluciones, con instalaciones costosas que constituyen simples aditamentos a la central térmica sin finalidad productiva y cuya instalación debe decidirse en función de minimizar los costes totales anuales, es decir costes de amortización, operación y mantenimiento. En este sentido, es preciso comparar las distintas alternativas que se ofrezcan a una determinada solución de contaminación teniendo especial atención, en considerar las instalaciones de control subsidiarias y la posible reversión en la producción de sustancias con valor en el mercado.

Me refiero en estos dos puntos de una parte, a la problemática derivada del control de efluentes, por ejemplo gaseosos que sistemáticamente estos efluentes gaseosos, nos van a deparar, como consecuencia de ese control, es decir, de disminuir el problema de emisiones a la atmósfera, nos van a deparar un problemas adicional, bien de efluentes líquidos, bien de efluentes sólidos. De manera que los temas no son independien-

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

tes, no podemos corregir una situación de contaminación atmosférica sin pensar lo que va a ocurrir con los efluentes líquidos o con los efluentes sólidos que se van a derivar precisamente de esa situación de control. Asimismo, un control de una vertido líquido, en general va a ocasionarnos un problema de vertidos sólidos o de materias semi-sólidas, que también tenemos que prever. En este sentido, hablo evidentemente de sistemas de control subsidiarios al principal que nos ocupa.

Por otra parte, la obtención de sustancias, es decir, que el control nos lleve la posibilidad de que lo que estamos obteniendo a través de ese control pueda tener algún valor en el mercado. digamos por ejemplo, que el abatimiento de determinada partícula puede tener un cierto poder calorífico que justifique, por ejemplo su venta o su nueva combustión como puede ser el caso de algunas centrales de fuel-oil, o bien, el obtener en unidades de desulfuración productos como puede ser en las diesel, que puedan tener valor en el mercado. Son aspectos muy importantes a la hora de considerar los costes globales que va a tener un determinado sistema de control de la contaminación en una central.

Finalmente, dentro de estos 3 puntos que he querido destacar con carácter previo, está el marco legal que debe estar siempre presente en las soluciones a adoptar. En nuestro caso tenemos que recordar lo establecido en la legislación vigente española (anexo 4 del Real Decreto 833), que contempla básicamente centrales térmicas de carbón y de fuel-oil. En ésta se limita las emisiones de partículas, de SO_x y la opacidad básicamente, pero además se establece esos límites en función de cual es la

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

potencia de la central, dividiendo entre menores de 50 megavatios, entre 50 y 200 megavatios y mayores de 200 megavatios.

Otra cuestión distinta, aparte de la legislación española, es lo que pueda establecer o tenga previsto establecer, las directrices de la Comunidad Europea, básicamente las 42C84 que es conocida de todos y que fija un límite mucho más estricto para el dióxido de azufre, las partículas y los óxidos de nitrógeno, límite mucho más estricto que nos va a tener que forzar a avanzar en esa tecnología o, evidentemente, a adquirirla en el extranjero.

Bien, con este preámbulo yo quería a continuación pasar a considerar las características de los vertidos para cada tipo de central térmica. Vamos a poner alguna proyección:

La primera. (Fig. 1) En esta proyección lo único que se intenta es, de una forma general, resumir lo que he comentado desde el punto de vista del impacto ambiental que se puede originar en una central térmica por gases de combustión. Podemos ver como aquí hay una franja que habla de contaminación atmosférica y otra más pequeña de contaminación de terrenos y agua, básicamente.

Bien, la contaminación atmosférica fundamentalmente gases de combustión, polvo, vapor de agua, visibilidad, etc. En cuanto a lo que se refiere a los efluentes por la chimenea principal de la central que van a difundirse, que van a sufrir una transformación química y van a sufrir, también, la deposición seca y húmeda sobre el entorno. Por supuesto, adicionalmente, está lo que es el impacto, el posible impacto, no sólo vapor de agua de la actual refrigeración, sino aditivos que puede llevar

BIBLIOTECA GENERAL

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

el agua de la propia refrigeración que puede incorporarse también a la atmósfera. Lo que pueden ser emisiones fugitivas de los parques de almacenamiento de carbón que están ahí representados. Todo eso se va a transformar en una dispersión de contaminantes y al final en unas concentraciones a nivel urbano y a nivel rural.

Adicionalmente están todo lo que son efluentes de distintos tipos que provocan contaminación de aguas, fundamentalmente de aguas que pueden ser superficiales, pero que también pueden ser de aguas profundas, la presencia de sólidos en suspensión, como he comentado, las aguas de purga y descargas térmicas, escorrentías en los parques de carbón, drenaje, etc. Y por supuesto añadir sobre todo eso los residuos sólidos y lodos de aguas residuales y que además pueden provocar en el caso de centrales térmicas, en el caso de refrigeración en circuito abierto descargas también térmicas y con problemas de temperaturas altas en los sectores de descarga del circuito de agua.

Bien, eso de alguna manera resume todo lo que he querido comentar desde el punto de vista de introducción

Yo quisiera a continuación referirme a las características de los vertidos de cada tipo de central, considerando cual es el tipo de combustible.

Las emisiones a la atmosfera dependen básicamente del tipo de combustible empleado con presencia o no de residuos sólidos en el combustible y también del proceso de combustión que se siga, es decir cual es el diseño de la caldera, cual es el diseño de quemadores, etc., todo esto es una clave importante a la hora de considerar la posible emisión. No hay una central

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

igual a otra, en principio, y no se puede hablar tampoco desde el punto de vista general de unas bandas de emisiones, no se puede hablar de caracterizar exactamente las emisiones con independencia del tipo de central.

Bueno, conocido es por todos que el gas natural desde el punto de vista atmosférico, plantea menores problemas de emisión de contaminantes a la atmósfera, desde el punto de vista de las partículas son muy bajas, es muy fácil cumplir con menos de 50 mg/Nm3 para las emisiones de partículas de cualquier instalación de combustión de gas natural, mientras que las emisiones de SO2 dependen por una parte del porcentaje de azufre que tenga el gas, que suele ser muy bajo y por tanto las emisiones de azufre dan también muy pocos problemas en las emisiones SO2 y SO3 en la combustión del gas natural. No es el caso para los óxidos de nitrógeno, como todos sabemos en el gas natural la temperatura de combustión es mucho más alta y como tendremos ocasión de comprobar posteriormente, la presencia de temperaturas altas, motiva fundamentalmente unas emisiones también más altas de óxidos de nitrógeno generados por vía térmica. Evidentemente el rango de los óxidos de nitrógeno está en el más alto de la escala de los tres tipos de centrales que vamos a comentar, está en el rango de 800 a 1000 partes por millón y se le está concediendo cada vez más importancia a este contaminante desde el punto de vista de las legislaciones de distintos paises, por supuesto la Comunidad Europea como responsable del smog fotoquímico.

Bien, lo que se refiere al gas natural tiene pocos problemas desde el punto de vista de la contaminación atmosféri-

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

ca, aunque hay que hacer especial mención al tema de los óxidos de nitrógeno. En cuanto a los efluentes líquidos residuales, provienen en su mayor parte de las plantas de tratamientos de aguas de aportación al ciclo y de refrigeración del condensador, esto suele ser común a todo tipo de centrales y no lo vamos a referenciar más.

Evidentemente hay que controlar el pH, la presencia de algunos metales como consecuencia de los procesos de tratamiento de aguas y por supuesto la temperatura de emisión de las aguas, sobre todo si hay circuito abierto.

Hay algunos casos en donde en estos circuitos abiertos hay que controlar también, no sólo por cuestiones de contaminantes de los cauces receptores o del mar sino también por razones de control de la propia instalación, la presencia de determinados metales como son hierro y cobre.

En todos los casos las purgas de calderas y torres pueden contener productos procedentes de los aditivos añadidos al agua.

Por otra parte, eso en cuanto a lo que son efluentes líquidos y que va a ser común prácticamente a todo tipo de centrales, aunque algunas van a añadir algo mas. La problemática de residuos solidos es prácticamente inexistente en una central de gas.

En las centrales termicas que emplean fuel-oil, las emisiones gaseosas están básicamente formadas por contaminantes de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono. Este último como ya he dicho es controlado por las condiciones de combustión y normalmente suele mantenerse en unos rangos muy

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

inferiores a los que marca la legislación en general para calderas.

Las partículas tienen una característica importante, en primer lugar suelen contener un alto nivel de inquemados, mayor del 50 % en general. Tenemos una partícula que procedente de una combustión de fuel-oil tiene un aspecto esponjoso como consecuencia del violento proceso de evaporación a que se ha sometido en el momento de entrar en la instalación en el hogar a muy alta temperatura, y esa presencia esponjosa de la partícula tiene una gran importancia en lo que es la posibilidad de absorción de otros contaminantes, entre otros el SO3 y por tanto la presencia de acidez sistemática en este tipo de partículas.

Este tipo de estructura esponjosa es consecuencia de la imposibilidad de producir una combustión completa de las partículas, básicamente la presencia de asfaltenos es una constante cada vez mayor en los tipos de fuel-oil que están recibiendo las centrales térmicas. Los asfaltenos que son hidrocarburos policondensados, que son muy difíciles de quemar; incluyen moléculas de azufre, de nitrógeno e incluso de oxígeno y constituyen la base fundamental de esa cenosfera junto con lo que es carbón residual. La presencia de esa estructura explica por tanto el alto contenido de inquemados de estas partículas procedentes de la combustión del fuel-oil. Además estas partículas pueden contener ácido sulfúrico condensado fundamentalmente procedente del SO3 que se ha formado a su vez por oxidación del SO2.

Aquí tenéis una proyección (Fig.2) de qué cabe esperar en partes por millón de SO2 en los gases de combustión en función

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

de los contenidos de azufre de los combustibles. Aquí hay una relación prácticamente estiquiométrica, el 95% del azufre pasa a los gases de combustión de manera que según sea el porcentaje en peso de azufre del combustible 1, 2, 3, 4, etc. por % se va obteniendo distintos valores en partes por millón de el correspondiente SO2. De ese SO2 hay un 0,5%, media parte por ciento, que pasa a SO3, se oxida dentro del hogar y posteriormente al enfriarse los gases de combustión antes de salir a la chimenea, ese SO3 con la humedad que llevan esos gases condensa formando ácido sulfúrico que tiene, no sólo una salida como niebla, sino una tendencia preferencial a depositarse sobre esas partículas de tipo poroso, que hemos visto anteriormente. Adicionalmente, esas partículas también contienen metales pesados que lleva el propio combustible, es decir son partículas que están enriquecidas en vanadio, en níquel, en sodio, en hierro, aunque en estos grupos menos, sobre todo en los pesados. Adicionalmente, pueden llevar esas partículas, no esas en concreto, sino con esas partículas pueden aparecer otras procedentes de la propia inyección de aditivos que se tenga en una determinada caldera. Aditivos que muchas veces lo que pretenden es controlar la presencia de SO2 y SO3, como son los óxidos de magnesio o de calcio. De manera que es frecuente encontrarse en las partículas que se emiten la presencia de estos metales en forma de óxido.

Por tanto, la consecuencia más importante que debemos sacar del tipo de las partículas, es que si se trata de partículas con un alto contenido en inquemados, en principio no tienen una densidad muy elevada, tienen bastantes metales pesados y tienen sobre todo mucha acidez, es decir son partículas muy

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

agresivas, en principio, para el medio físico.

Por lo que se refiere a las partículas en la combustión del carbón depende no sólo de los inquemados, es decir de qué carbon se haya quemado, prueba de ello es que la mayor parte de ellas, aquí tenemos otra figura, en que se aprecia mucho mejor como son, fijaos bien en que forman casi perfectamente esferas lo que nos da una prueba más de que han sido sometidas a un proceso de fusión, se ha formado una gota y esa gota ha solidificado posteriormente y se han adherido a ella pequeñas partículas satélites alrededor de sílice y de otros materiales que se habían volatilizado y que posteriormente a baja temperatura han solidificado.

Prueba de que estamos ante un fenómeno distinto, es que básicamente todas estas cenizas tienen un porcentaje de carbono muy bajo comparado con el que tiene el fuel-oil, por eso no estamos hablando de porcentajes de 50-60-70 %, aquí estamos hablando de porcentajes al 5%, con carácter general. El tipo de metales que contiene es también básicamente distinto, aquí predomina la alumina, la sílice, el óxido de calcio, el óxido de hierro y algunos metales ya en minoría como pueden ser el magnesio, manganeso, titanio, sodio, potasio, etc. Quiero decir que estas partículas tienen además una acidez normalmente bastante más baja, en consonancia también con el azufre que tenga el carbón, pero normalmente mucho más baja y la agresividad potencial de estas partículas es menor, menor no me refiero en cuanto a que una central de carbón sea menos agresiva desde el punto de vista de emisión de partículas, que una de fuel-oil, no, me refiero a que cada partícula por separado, una de carbón y una

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

de fuel-oil es más agresiva en principio la de fuel-oil.

Evidentemente, una central de carbón si no dispone del tipo adecuado de depuración emitirá muchísima más cantidad de partículas que una central de fuel-oil. La presencia de SO2 y SO3 tiene la misma fuente, es decir, el azufre del combustible y aproximadamente se genera igual que en el fuel-oil a razón de 1600-1700 mg/Nm3 por cada 1% de azufre que tenga el combustible.

Los óxidos de nitrógeno (Fig. 3 y 4) también tienen el mismo origen que en el caso del fuel-oil, aunque los valores de concentración también están en un rango todavía más bajo que el del fuel-oil, en el rango de los 300-400 partes por millón. Sin embargo las emisiones totales de óxido de nitrógeno por kilovatio/hora producido son más altas en carbón que el fuel-oil, se puede hablar de 2.6 gramos de óxido de nitrógeno por kilovatio/hora mientras que el fuel-oil es del orden de la mitad, del 0.6 al 1 %.

La problemática de vertido líquidos adicionalmente se ve agravada por los vertido que del parque de almacenamiento de carbón, lavado y humectación de cenizas, lo que obliga a tratamientos adicionales respecto a los normales que pueden existir en una central térmica, de gas o de fuel-oil.

En cuanto a los vertidos sólidos, (Fig. 5) el volumen de cenizas es tremendamente elevado, yo había hecho unos números muy por encima, pero podemos hablar de 40 Kg por megavatios/hora, eso quiere decir que una central de 500 megavatios, nos puede generar unos residuos del orden de 150.000 toneladas al año, equivalente a una población de 400.000 habitantes en residuos sólidos. Esto obliga a dos cuestiones importantes, por una parte

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

bien sea su aprovechamiento para cementos, hormigones, viguetas, etc., o bien una instalación que normalmente casi todos los casos va a la instalación de un vertedero controlado.

Este último aspecto requiere una disponibilidad de terreno abundante, el vertedero contralado y debe estar asegurado porque puede existir ocasiones en donde las características de las cenizas sean de tal tipo que no las quiera nadie para su aprovechamiento, tiene que existir ese vertedero controlado para poder las depositar. Este vertedero controlado requiere la disponibilidad de espacio, no sólo a corto, sino a largo plazo, es decir, durante toda la vida de una central. Quiere decir que cuando se llene un vertedero habrá que ir a buscar otro tipo de vertedero y así sucesivamente e ir llenando en lo sucesivo vertederos que se vayan instalando hasta la consumación de la vida del vertedero.

Se podría pensar en el vertido al mar, pero el vertido al mar está claramente desaconsejado, no sólo por la acidez que puedan tener las partículas, sino también de una forma muy importante por la presencia de metales.

Bueno, esto es un poco el panorama de lo que en cuanto a emisiones queríamos comentar.

En cuanto a los sistemas de tratamiento, me voy a permitir ir mucho más rápido en esta ocasión y hablar sobre la base de las proyecciones que tenemos preparadas, lo digo para no quitar más tiempo al coloquio que ya me estoy alargando.

Bien, vamos a distinguir o vamos a comentar básicamente tres sistemas, son los colectores de tipo en primer lugar para partículas, los colectores de tipo mecánico y los precipitados

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

electrostáticos.

Los colectores tipo mecánico que se suelen instalar hoy día en centrales térmicas son fundamentalmente del tipo del Multiciclón, aquí tenéis en esta proyección uno de 9 pulgadas, (Fig.6) con su esquema de funcionamiento, (Fig. 7) como podéis ver ahí, es decir, la corona superior permite la entrada de gas, lo que hay ahí es una centrifugación, es decir, la fuerza centrífuga es la que permite básicamente retener las partículas sobre las paredes y descargarlas por el fondo, mientras que el gas relativamente limpio de partículas sale por la de aquí.

Una unidad multiciclónica, consta de muchas unidades de este tipo, de tubos de este tipo, (Fig. 8) ahí tenéis una sección abierta de un multiciclón que emplea tubos precisamente tubos de 9 pulgadas con su toma inferior para la recogida de los distintos tipos de partículas.

La característica fundamental que tiene este tipo de unidades es que su eficacia, su rendimiento, depende esencialmente del tamaño de las partículas, es decir, no es igual el rendimiento para los distintos tamaños de partículas.

Aquí tenéis en esta proyección, (Fig. 9) como para partículas de 10 micras hacia arriba, podemos conseguir un rendimiento de más del 90%. Mientras que para partículas de 10 micras hacia abajo, ese rendimiento cae en picado de forma que el multiciclón es una unidad que es tanto más aplicable cuanto, o digamos tanto más seguridad cuanto mejor conozcamos las características granulométricas del polvo a depurar. Es decir, no podemos ir a depurar un polvo por las buenas sin conocer cual es su distribución granulométrica, es un aspecto muy importante.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

BIBLIOTECA GENERAL

Al rango de eficacias medias para el conjunto de todas las partículas del multiciclón puede estar del orden del 80-85 %. Son valores normales que se utilizan en diseño.

Cada una de esas curvas marca la resistencia en pulgadas, el multiciclón necesita, forzosamente, de instalaciones de tiro que venza la pérdida de carga correspondiente y por tanto, junto con el coste del equipo hay que agregar el coste adicional del sistema de extracción y los costes de explotación. Vienen a estar del orden de las 200 pta m3/hora como coste de inversión.

Bien, aquí tenemos un precipitador electrostático, el precipitador electrostático (Fig. 10) solo tiene el de campo eléctrico para depositar las partículas, lo que hace es cargarlas eléctricamente y posteriormente llevarlas a las placas correspondientes.

El precipitador electrostático por tanto, tiene menos sensibilidad a lo que es la finura de las partículas y depende de otros factores más importantes.

Aquí tenéis (Fig. 11) cual es la eficacia de un precipitador en función de esos otros factores, que son:

"A" el área de precipitación, "V" de ese flujo de gas, es decir, la velocidad del gas y "W" que es la velocidad de emigración, la velocidad de emigración de la partícula que depende de su capacidad de carga, es decir su resistividad, o de su capacidad de adquirir carga, por parte de las partículas que son muy conductivas van a tener una velocidad de emigración rápida, mientras que partículas que no lo sean van a tener una velocidad de emigración pequeña.

Quiere decir, que alcanzando una determinada velocidad

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

de gas que debe de ser relativamente lenta, estamos hablando de velocidades de gas 1 a 1,5 como máximo 2 m/seg. Esa velocidad es muy importante porque cualquiera puede imaginar se que una central cuyo caudal de gas es tremendamente grande para conseguir que el gas vaya a 1 ó 1,5 m/s tiene que disponerle unos espacios realmente muy amplios, quiere decir, que entonces estamos hablando de unidades muy voluminosas debido a que el tiempo de residencia tiene que ser alto. Pero una vez alcanzado un valor determinado de digamos de 4 o por ahí los rendimientos se acercan mucho al 99 y pico %, quiere decir que podemos tener eficacia de depuración muy elevadas. A pesar de eso, lógicamente esa eficacia de depuración muy elevada es a costa de tener un mayor coste para el equipo. Estamos hablando frente al multiciclón de inversiones de 200 pta/m3/hora con carácter general aunque hay que estudiar cada caso, de inversiones de 1.200 pta/m3/hora para el precipitador, es decir hay que multiplicar aquel factor por 5 a 6.

Bien, ahí tenemos una instalación (Fig. 12) que utiliza, debido precisamente a esa carestía, la combinación de un multiciclón con un precipitador electrostático para alcanzar altas eficacias de depuración, en lugar de disponer de un conjunto de precipitador electrostático que es muy voluminoso y con una mayor inversión, se emplea previamente, siempre que tenga suficiente presión de gas un multiciclón que depura, digamos así, la parte más gruesa de partículas. Así, lógicamente, el gas ya sale con un porcentaje de partículas mucho más bajo, por ejemplo una central de carbón que utilizara 30 gr/m3 podríamos conseguir así del orden de un 80 % de eficacia mínimo, quiere decir que queda del orden del 20 % del valor inicial que es necesario

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

quitar en el precipitador electrostático, estamos hablando de 6.000 miligramos/m3 requerirán ya una eficacia del precipitador mucho más baja y por tanto será más pequeño y un coste global de la inversión también más bajo para conseguir la misma depuración.

El tercer tipo de equipo de depuración importante que se emplea hoy día en centrales térmicas, son los filtros de mangas.

Hay tenéis (Fig. 13) básicamente un esquema de funcionamiento con un gas sucio a través de una cámara, en donde hay depositada toda una serie de bolsas de tejido, pasa a través de esas bolsas de tejido, deposita el polvo en la parte exterior y sale limpio por la parte superior.

En la siguiente figura, en la de al lado, tenéis como se efectúa uno de los métodos para efectuar la limpieza de ese tipo de mangas, lógicamente esas mangas van saturándose de polvo y al cabo de cierto tiempo es necesario hacerle una limpieza porque la pérdida de carga sube a unos valores que son inadmisibles. La limpieza de esas mangas se puede efectuar por muchos procedimientos aire inverso, agitación o jet de pulsación que son los sistemas que están más en moda hoy día o mediante sistemas de sacudida.

En cualquier caso el problema básico de los filtros de mangas está en que la frecuencia de reposición de manga suele ser elevada hay que disponer además un sobrediseño del equipo porque durante los períodos de limpieza la central no puede parar. Tiene que haber una sección que esté limpiando mangas, mientras que hay otras que tienen que estar en funcionamiento, porque tampoco durante ese tiempo se puede permitir que no haya ninguna unidad

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

de depuración, que se esté lanzando todo a la atmósfera. De manera que el filtro de manga plantea algunos inconvenientes de operación. Aquí tenemos una figura de un filtro de mangas (Fig. 14) con cientos de ellas dispuestas a lo largo del filtro, un tornillo extrae los sólidos por la parte inferior y bien decía que tiene problemas de operación desde el punto de vista de que hay que conseguir muy bien esa secuencia de limpieza y tiene el problema de mantenimiento por frecuente rotura de mangas. La presencia de temperatura elevada en los gases y la presencia de ácido sulfúrico fundamentalmente, promueve la utilización de algunas mangas de tejidos especiales, aquí tenemos (Fig. 15) algunas de ellas, y como es su comportamiento y las temperaturas. Esta proyección la utilizo fundamentalmente para aquellos que pudieran estar un poco más interesados, no para comentarla en profundidad, decir cuales son las máximas condiciones de operación y cual es su resistencia a abrasión, hacia los minerales y ácido orgánicos.

En este sentido, veis que como mucho estamos llegando al orden de los 500-550 grados fahrenheit, aunque hoy en día se está hablando de mangas de tipo cerámico que parece que van a solucionar el problema de eliminación de polvo de las centrales de combustión aunque eso está todavía por ver a nivel practico.

Bueno, aquí tenéis (Fig. 16) un parámetro importantísimo de los filtros de mangas que es la relación aire a la superficie de paso que se expresa, en este caso, en m/min y su diseño, es decir, cual es la relación requerida, en cada caso depende del tipo de procedimiento de limpieza que se utilice, el primero es el de agitación, el segundo el de flujo de aire

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

inverso y el tercero son los jet de pulsaciones. Como todos podemos ver ahí, la relación aire que es capaz de tratar, es decir, humo de combustión a superficie de manga requerida para tratar ese humo de combustión es mucho más elevada, es decir que en principio teníamos un filtro de manga bastante más pequeño en el caso de utilizar los jet de pulsaciones, aunque sea más pequeño ese sistema es evidentemente más caro que los demás y por otra parte introduce un factor adicional y es que el rendimiento de los filtros de mangas no puede ser tan elevado como en los casos anteriores, en sentido de que con jet de pulsación los rendimientos de los filtros de mangas caen por debajo del valor normal, que suele ser 98 ó 99 % y de ahí para arriba porque han dado valores del orden de 97.

Por otra parte, el coste de los filtros van a estar en el mismo orden de magnitud de los precipitadores electrostáticos, aunque sí debemos decir que el coste de mantenimiento es más elevado que el de los precipitadores electrostáticos, fundamentalmente por los problemas de mantenimiento y de operaciones.

Pero yo quería terminar hablando dos palabras de el trata miento de los óxidos de nitrógeno.

En primer lugar, el tratamiento de los óxidos de nitrógeno puede tener una relación estiquiométrica mucho más baja, del orden de 0.7 y 0.8 el valor de las emisiones. (Fig. 17) Veis que en la combustión en dos etapas del fuel baja la emisión de óxidos de nitrógeno del orden de la mitad por ello esta técnica de combustión en dos etapas se está poniendo hoy en día como punto básico para el control de las emisiones de óxido de nitrógeno porque la siguiente solución que nos queda si no somos

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

capaces de controlarla, en la combustión, es el control de la emisión y en ese caso hay la posibilidad de efectuar un tratamiento específico para óxido de nitrógeno, o bien un tratamiento simultáneo para la eliminación de dióxido de azufre y de óxidos de nitrógeno. (Fig.18)

Y por último, y con eso vamos a terminar, está la problemática de control de SO2 en instalaciones de combustión. El control de SO2 en instalaciones de combustión básicamente puede seguir dos procedimientos, uno de ellos es la inyección directa de aditivos en el hogar. La inyección directa de aditivos en el hogar como aditivos alcalinos, óxido e hidróxido de magnesio o de calcio, básicamente puede llegar a rendimientos del 70 % (60-70%) en la eliminación de SO2. Esos rendimientos pueden ser suficientes para una determinada planta, incluso a la vista de las nuevas directivas que establece la C.E.E., siempre que la planta de generación de energía sea de baja potencia e inferiores a 300 megavatios.

Pero en cualquier caso nos van a originar un problema adicional, esa inyección requiere una relación estiquiométrica de inyección de aditivos con combustible muy elevada y nos van a originar un problema adicional de emisión de partículas, precisamente las partículas que inyectamos para controlar el SO2. En este sentido quiere decir que, si consiguiendo ese 60-70 % de eliminación es suficiente lo único que tenemos que prever, es reforzar el equipo de depuración de partículas al final de los gases de combustión.

El otro procedimiento es efectuar una desulfuración de los gases de combustión. (Fig. 19 y 20) Básicamente hay una gran

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

cantidad de procesos hoy en día que se han investigado en el mundo, desde los años 75-76 la investigación, fundamentalmente los paises que han limitado la emisión de óxido de azufre a la atmósfera que son EE.UU. y Japón, ha sido tremenda la actividad investigadora y se han obtenido pues cientos de procesos, algunos en fase comercial ya, y otros simplemente se han quedado a nivel de laboratorio.

Los procesos que han dado verdadero rendimiento han sido básicamente el de cal, carbonato de cal, obteniendo al final yeso como efluente. Esos tipos de procesos lo que utilizan es una absorción, un equipo como el que tenéis ahí que es un Venturi lavador, un venturi scrubber, una absorción de los gases.

Aquí tenéis un diagrama básico con el proceso. (Fig.21) Toda esa unidad tendría que ir junto a la propia central, ahí está el lavador de SO2 después del propio colector de partículas de polvo y bueno, ese lavador en principio hay que diseñarlo para el volumen total de gases de la central. Eso quiere decir, que va a ser un lavador francamente voluminoso y va a tener ciertos problemas de operación a la hora de emplear suspensiones, puesto que la cal o el carbonato de cal lo vamos a tener como suspensión en agua, va a tener algunos problemas de operación a la hora de utilizar esas suspensiones. Las suspensiones van por una parte, y los gases y por otra al lavador, que es atomizada y absorbe los gases.

El producto fundamentalmente es un sulfito o un sulfato cálcico. Sulfito que habría que oxidar después para obtener sulfato cálcico, y ese sulfato cálcico puede tener un valor en el mercado.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

Lo que sí quería decir, es que la inversión en estas plantas - de cal carbonato de cal que son las que tienen más inversiones y coste de operación más altos de todos, andan en valores mucho más altos de los que hasta ahora hemos hablado. Hemos hablado del orden de 1.200 pta/Nm3/hora, para una instalación de desulfuración, estamos hablando de 2.500 pta/Nm3/hora, estamos duplicando - la cifra anterior del equipo, quiere decir que son valores muy altos. (Fig.22)

Adicionalmente, yo quería comentar como punto final, el que hay algunas instalaciones de desulfuración y sobre todo las que se están exigiendo actualmente en algunos paises, en algunas centrales que están quemando carbones y fuel-oil con alto contenido en azufre que es el proceso del sulfito.

Ese proceso no aparece en la ponencia, pero es un proceso que lo que llega no es a retener el SO2 sino a producir una corriente de SO2 y SO3 también libre de gases de combustión. Esa corriente SO2 y SO3 se emplea para la fabricación de ácido sulfúrico, de manera que hoy en día existen ya plantas en EE.UU. En Houston existe ya una central térmica con tres grupos de gran potencia, que tienen adicionalmente una planta de ácido sulfúrico de 500 toneladas porque resulta rentable hacerlo así. (Fig. 23)

La base fundamental está en que ante los altísimos costes de inversión y de operación que tienen las plantas de desulfuración la única solución es encontrar productos que tengan un valor económico para poder paliar esa gastos. Productos que tengan alto valor en el mercado. En principio para el SO2 el más importante es el ácido sulfúrico y evidentemente el ir a planta de ácido sulfúrico ha conducido a que estas centrales puedan muy

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

bien amortizar los costes correspondientes a las unidades de desulfuración que en este caso más que unidades de desulfuración son procesos completos de fabricación de ácido sulfúrico.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

EN ESTE MOMENTO SE ABRE EL COLOQUIO

HONORATO LOPEZ DE LA CONSEJERIA DE INDUSTRIA:

-¿Qué sistema de depuración de emisiones de partículas en centrales de carbón aconsejan, cuales son los criterios de selección más adecuados?

-Yo en ese aspecto he de referirme a lo que marca la legislación vigente, es decir, el diseño de un sistema de captación de partículas es consecuencia de lo que establezca la ley y de cual es el carbón de partida y de las cenizas que contenga, pues evidentemente el anexo IV y para centrales de carbón, habla de potencia de 50 megavatios en instalaciones existentes, nuevas y la previsión del 1.980 para potencia de 50 megavatios sería 250 en principio. Porque estamos hablando de zonas higiénicamente aceptables, aquí no hay zonas de atmósfera contaminada entre 50 y 200 megavatios serían 200 y para 200 megavatios serían 250. Quiere decir, que si nosotros tenemos un carbón que como mínimo tenga el 10-12% un carbón de importación por ejemplo, si estamos hablando de carbones nacionales el porcentaje de ceniza es mucho más alto, pero el carbón de importación puede tener 10-12 %, eso equivale, vamos a suponer, a unos 10.000-12.000 miligramos /Nm3, en salida de precalentadores, es decir de los gases de combustión después de los precalentadores de aire. Eso equivale a que tendríamos que alcanzar rendimientos de esa relación de cerca del 99 %. Ese rendimiento del orden del 99% aconseja dos tipos de filtros o bien los electrostáticos, o bien, claramente los filtros de mangas. No hay otra elección, se puede ir a una combinación de

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

multiciclón previo para conseguir un coste más económico, pero en cualquier caso la depuración final tiene que darla un electrofiltro.

Hay una cuestión adicional, sobre estas bases, cuando es más económico emplear filtro de mangas o electrofiltro.

Normalmente se considera que el interés económico de un filtro de mangas está por encima de un radio de aproximadamente 100 pies cúbicos por pie cuadrado y por minuto. De manera que cuando se trata de que la superficie del electrofiltro necesaria para conseguir esa eficacia es superior a ese valor de 100 pies, entonces el filtro de mangas empieza a tener interés, por debajo lo tiene, es decir que está relacionado con la cantidad de partículas que van a entrar.

En cualquier caso, a groso modo, se puede decir que desde luego tecnológicamente un electrofiltro puede ser menos complejo que un filtro de mangas. Tecnológicamente, desde el punto de vista de mantenimiento con un adecuado diseño quizás también, pero nunca hay una panacea universal. Puedo decir que la tendencia en EE.UU. en este momento una vez superada la problemática de tejidos es quizás hacia el filtro de mangas.

De todas maneras yo insistiría, en una cuestión más y es que no debemos de contemplar el problema de partículas aisladamente, es decir, que nosotros, por ejemplo, si aplicábamos la legislación española, solamente tenemos que tener en cuenta ese tipo de rendimiento en partículas puesto que SO2 y SO3 nos permita una gran libertad en la legislación en sentido de que lo correlaciona en emisiones a la atmósfera prácticamente con el contenido del combustible, pero si tenemos que cumplir una

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

legislación europea, el tema no va a ser así, nos van a marcar unas partículas mucho más bajas, de 50 miligramos por m3 y un SO2 mucho más bajo, del orden de 400 a 450. Entonces tenemos que contemplar la problemática de depuración de partículas y de depuración o desulfuración de gases de combustión adicional y ¿por qué digo esto? pues lo digo porque los equipos de desulfuración de gases, aunque no le he comentado aquí antes, adicionalmente también depuran partículas y consiguen eficacias en el rango del 90 - 90 y tantos %, quiere decir que si vamos a ir al diseño de una unidad que a lo mejor tenga, o con perspectivas de cumplir la legislación europea vamos a tener que cumplir con unas partículas y vamos a tener que cumplir con un SO2 y en ese rango ya el utilizar un electrofiltro seguido de una unidad de desulfuración o el utilizar un multiciclón seguido de una unidad de desulfuración es un rango que entra en el ámbito de los números que hay que barajar como alternativas económicas, es decir, no debemos contemplar exclusivamente el tema y decir, bueno, partículas evidentemente ha avanzado la legislación española, ahora mismo partículas y casi el SO2 ho hay ni que mirarlo, porque es lo que tenga el combustible, incluso la central de carbón puede tener una autorización especial en función del contenido en cenizas se le puede permitir, el Ministerio de Industria puede arbitrar límites más altos, para una determinada central, y de hecho ya lo ha venido haciendo para algunas centrales más elevados que los que marca la legislación vigente. Pero si vemos las cosas con visión de futuro y vamos a contemplar lo que marca o lo que nos va a marcar la legislación europea a efectos de contemplar las partículas y el SO2 conjuntamente y el

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

NOx hay que buscar sistemas que sean integrados y que cuanto menos unidades vayamos pegando a una central térmica, mejor, si podemos conseguir uno o dos sistemas que eviten que se utilicen tres para la depuración del conjunto de gases mejor que utilizar tres aditamentos. ¿Aclarada?.

JUAN ANTONIO LEON DE LA CONSEJERIA DE INDUSTRIA.

-La normativa europea a la que usted hace mención ¿ya está en vigor?

-No, es una propuesta de directiva del año 84, que básicamente ha tenido como finalidad regular para grandes centrales de combustión las emisiones máximas permitidas de partículas, SO2 y óxidos de nitrógeno. Esta propuesta directiva ha tenido como usuarios fundamentales, los paises nórdicos de la Comunidad Europea y Alemania, en el sentido de que son los paises que de alguna forma sufren con más trascendencia los efectos de la lluvia ácida. Sin embargo, tiene unos detractores muy claros, además disponen de la tecnología necesaria para la desulfuración que es el gran cuello de botella.

Sin embargo, tiene detractores claros como conocemos todos, en Gran Bretaña y en España que no aceptan la normativa contenida en la propuesta, y es una propuesta que se está ahí pendiente de que se adopte.

De todas maneras la presidencia en Alemania del Comité de medio ambiente, parece que puede influir en que esta Directiva u otra parecida.

JESUS VELAYOS DE CINSA

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

-Yo quería plantear dos cuestiones. Una es la emisión de gases nitrosos, es decir, para mí no ha quedado claro como puede eliminarse los gases nitrosos de los gases que salen por las chimeneas. Otra es el gran problema de las cenizas sólidas, que van a un vertedero, a otro vertedero y a otro vertedero y al final ¿qué se hace con ellas?. Sobre todo en una isla.

- Repetidamente, no se ha entrado con detalle en el tema de gases nitrosos pero yo puedo apuntar, por razón de tiempo, evidentemente, quizás unos comentarios generales y luego una particularización al caso que nos puede ocupar.

Se han comentado 3 opciones. La de atajar la formación previamente, antes del proceso de combustión, cosa que en la práctica no resulta de aplicación, porque bueno, el combustible es el que es y las adiciones de agua no dan resultados en la mayoría de los casos.

El tratamiento en el proceso de combustión es en el momento actual donde más se trabaja y en donde más soluciones se están aplicando en la práctica hasta la fecha. Es decir, el tema de utilizar la combustión por etapas con incluso inyección de aire en tres etapas y luego las técnicas ya terminales que no están en aplicación nada más que en Japón en gran escala de eliminación de óxidos de nitrógeno.

Ahora bien, lo que habría que contemplar es cuales son nuestras necesidades de eliminación, a la vista de la propuesta del directivo de la Comunidad. Por ejemplo, por tomar un valor de referencia, puesto que en este momento en la legislación española no existe límite para la labor de emisión de óxidos de nitrógeno cualquiera que sea el proceso de combustión no existe

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

problema.

La propuesta de la Comunidad supone aproximadamente una reducción del orden del 50 % de los valores de emisión actuales, de manera que nosotros consideramos que reduciendo la temperatura de combustión en centrales de fuel-oil y centrales de carbón, se está dentro del valor de la normativa. De manera que no estamos hablando de valores como en el caso del SO2 donde hay que reducir valores del orden del 90%, es decir, que con una reducción del 50% puede ser suficiente. Entonces a nuestro juicio, eso se puede enfocar de las dos maneras siguientes:

En primer lugar, mediante modificaciones de no una elevada inversión, dentro de la propia caldera, siempre que la caldera no haya sido concebida en origen, que ya muchas lo están con aire segundario y con quemadores diseñados exprofeso y luego con incluso adición de aire segundario bastante más por encima de la planta propiamente dicha de quemados.

En segundo lugar, la ubicación de una unidad de desulfuración propiamente dicha, ya supondría también a nuestro juicio la posibilidad de cumplir perfectamente con esos límites.

Pero siguen siendo gases nitrosos sin duda ninguna, una unidad de sulfúrico por ejemplo, tu puedes poner una planta de ácido sulfúrico y al final en los gases chimenea el 50% aproximadamente de los gases nitrosos que entran, salen por la chimenea.

Eso es, estoy hablando de que hace falta una reducción del 50% de manera que una unidad de desulfuración puede tener sensíblemente una eficacia del 50% que son de los órdenes de magnitud en que nos estamos moviendo. Lo que yo quiero decir es que con el marco legal que se avecina no es necesario, a nuestro

BIBLIOTECA GENERAL

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

juicio, una unidad de denitrificación de gases de combustión específica, como se está poniendo en práctica en Japón en este momento. Unidades que son de varios tipos vía catalítica, vía selectiva, selectivas catalíticas, selectivas-no catalíticas. En fin hay una gama bastante amplia en el mercado y hay algunas unidades incluso ya puestas en funcionamiento para plantas por ejemplo de gases nitrosos, en plantas de ácido nítrico que son en cierto modo, trasladables a esta acción, aunque con unas ciertas salvedades, porque estamos hablando de concentraciones en ese segundo caso del orden de 8, 5, 10 órdenes magnitud superior.

Respecto a la segunda pregunta, respecto al tema de las cenizas volantes, en una Isla.

Bueno, a mí no me gustaría ceñirme, como caso particular, a este que tenemos aquí presente que estamos todos pensando. Sencillamente por la razón de que yo no conozco suficientemente bien el problema local. Si quería recordar, sin que eso sirva de ninguna forma de patrón ni de toma de posturas previamente, que el mayor número de centrales de carbón en Europa estén en una isla en el Reino Unido, y que tiene una altísima densidad de población.

De todas maneras, creo que cada caso particular merece un estudio.

Las disponibilidades de terreno es un factor que yo he comentado anteriormente y que me parece que es vital, que es fundamental porque siempre vamos a necesitar un vertedero para esas cenizas.

¿Qué se está haciendo?. Bueno, en el Reino Unido, la

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

CGB tiene prácticamente colocadas todas las cenizas en aplicaciones a obras públicas, a la construcción, a la recuperación de algunos metales, etc. Y la tiene, prácticamente, colocada casi toda.

En España se está trabajando en ese terreno y se está produciendo ya las aplicaciones de muchas cenizas volantes que hay en distintas centrales de carbón en la Península. Pero el diseño que hoy en día tenemos es que cualquier tipo de central necesita forzosamente dispones de un vertedero, un vertedero para que esa ceniza tenga un sitio para poderla depositar, pero a la vez y como comentaba ahora en el pasillo brevemente con algunos compañeros de aquí, a la vez de debe procurar que ese vertedero dure el mayor tiempo posible. Es decir, procurar que simultáneamente al vertedero existan contratos de uso de cenizas volantes.

Actualmente hay un buen número de centrales térmicas, sobre todo aquellas que queman carbón de importación que producen unas cenizas de una gran calidad que las están vendiendo al sector de hormigoneros y cementeros, con un adecuado control de calidad. Esas cenizas son vendidas, lógicamente hay alguna central por ejemplo la de Los Barrios que la conocemos bien, que tiene con tratada la producción de cenizas hasta el año 90. Hacia el año 90 se las quitan, y además le pagan por ello 1500 pta por tonela da. Entonces ese contrato hasta el año 90 está motivando que el gran vertedero que tienen Los Barrios preparado para sus cenizas volantes no se esté utilizando ahora mismo, se esté ganando tiempo respecto al tema, evidentemente se va a seguir, pero ese vertedero tiene que existir porque si para la planta de cemento o si paran los hormigoneros o hay algún problema con las

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

cenizas volantes , algo hay que hacer con ellas porque de lo contrario la central tendría que parar. De manera que todo lo que se está haciendo en buscar terreno disponible para esas cenizas, para poderlas verter, pero simultáneamente aplicaciones de las cenizas volantes. Eso ha motivado entre otras cosas, que hayan crecido ahora mismo la sinéresis, que existen grupos de trabajos de cenizas volantes cuyo laboratorio básico lo tenemos nosotros en Sevilla. Ese laboratorio, al que me refería al principio, es el que está controlando la calidad y haciendo la caracterización de las cenizas volantes de 5 centrales térmicas del país ¿Por qué? porque todo el mundo está muy preocupado con las cenizas volantes.

Adicionalmente, le puedo decir que uno de los grandes temas que tiene planteado, aparte de algunos otros, la combustión en lecho fluido de oxido de cal o de carbonato de cal, es precisamente que invalida las cenizas volantes para su empleo en hormigón y cemento. Entonces hay que buscarles otro tipo de aplicaciones distintas, cuando estamos hablando de combustión en el lecho fluido al margen de otros problemas que puede tener la combustión en lecho fluido.

Pero el tema de cenizas es el tema básico, fundamental, a la hora de hablar de carbón, prácticamente requiere un diseño específico de toda la parte de residuos sólidos, muy bien meditado y muy bien estudiado para que el proyecto tenga viabilidad.

FELIPE CEBALLOS. DEPARTAMENTO DE INGENIER A DE PROCESOS.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

-¿Qué inconveniente tiene el arrojar las cenizas al mar, que problemas causa?

-Bueno, por una parte está la acidez de la propia ceniza y por otra parte (como ya me he referido antes) la presencia de metales, metales pesados, no metales que en el medio marino y por la acidez de la ceniza, puede sufrir una redisolución en el medio y hacer que aumente la concentración de metales y sobre todo de algunos metales pesados en el entorno. Eso puede motivar, evidentemente, que determinada fauna marina, los moluscos y determina do tipo de peces son especialmente sensibles a la captación de estos metales pesados, aparezca con contenidos en metales importantes. Eso lo puede invalidar para su consumo.

LUIS SICILIA. FABRICA DE TOMATES.

-¿Cual es el área de influencia de unas centrales tipo en radio de acción, aunque supongo que dependerá de las condiciones meteorológicas, pero más o menos.

-El área de influencias, te refieres a los gases difundidos en la atmósfera?. Te voy a dar números para una central muy grande. Por ejemplo : una central de 500 megavatios podemos hacer el factor de escala correspondiente. Una central de 500 megavatios desde el punto de vista de las emisiones de materia particulada que son de las que caen al suelo, aproximadamente el 80% de las partículas que salen caen en un radio aproximadamente entre 1 y 10 km. Bien, lo que ocurre es que esa velocidad de deposición para ese grupo de 500 megavatios, podemos dividir razonablemente por 10 para una central de 60 Mw, es una velocidad de deposición de 0,1 gramo/m2 y semana, es decir 100

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

miligramos por m2 y semana, dividiendo eso por 10 para el caso particular de un grupo de 60 megavatios. Estoy hablando de 10 miligramos, realmente el efecto práctico desde el punto de vista del carbón la verdad es que no tiene a nuestro juicio trascendencia suficiente, eso para el caso del carbón, evidentemente.

En el caso del fuel-oil con niveles de emisión de los que estamos hablando de la legislación, el radio es razonablemente más pequeño, podemos hablar de una influencia clara del orden de 5 km. y desde luego con la existencia de equipos de depuración ese radio de impacto se multiplica por un factor enorme, es decir, que la ubicación de un equipo de depuración de materia particulada que retenga con eficacia, como así ocurre, las partículas grandes y sólo salen las pequeñas supone que la dispersión atmosférica es muchísimo mayor.

En la costa de Africa posiblemente puedan caer las partículas pequeñitas, en el caso particular del fuel, es decir que habría un radio de influencia grande para partículas pequeñas porque la retención en el caso de centrales de fuel-oil de los equipos de depuración de partículas son selectivos desde el punto de vista del tamaño ya que las que salen son las pequeñas, las grandes quedan retenidas en los filtros..

Como él se dedica al tomate. Yo quería simplemente comentarle, si no conoce el caso existente en la Península de algunas centrales térmicas que se ven obligadas (centrales térmicas de fuel-oil) a la indemnización de agricultores, concretamente naranjeros, cultivo de naranja y de mandarina, por impacto ambiental de las centrales de fuel-oil. Ya he dicho que las partículas de las centrales de fuel-oil eran tremendamente

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

agresivas, que tienen una acidez, un pH de 1 a 2, hay alguna central térmica que se ha gastado incluso en 1 año 200.000.000 pta en indemnizaciones a agricultores de la zona, en el radio precisamente de 5 km, porque la caída de partículas de un cierto tamaño grandes porque no tiene unidad de depuración y está en estos momentos estudiando porque posiblemente la unidad de depuración la va a amortizar ahorrándose el coste que se va a gastar de indemnización. La partícula de un cierto tamaño, grande, digamos del orden de la 100 micras hacia arriba, esas caen en torno a la central y en tramo que ha dicho el profesor Cortés del orden de los 5 km y ahí lógicamente el impacto sobre la piel de mandarina que es tremendamente sensible. Ese tema lo hemos estudiado nosotros conjuntamente con la central térmica de Castellón, el impacto sobre mandarinas y sobre naranjas produce una huella que ya no se borra, es decir, quema la piel y la mancha crece con el tamaño del producto lo que la invalida para la exportación. Entonces eso hace que las indemnizaciones tengan que ser anuales y que estén estudiando ya precisamente la instalación de un equipo de depuración para evitarse estas indemnizaciones.

JOSE MARIA PADRON. ALUMNO DE 6º DE QU MICA.

-La pregunta que yo quería hacer era, antes cuando ha comentado el tema del radio de acción yo lo que quería saber era bajo qué régimen de vientos se refería?.

-Sí, bueno, la verdad es que las afirmaciones genéricas tienen ese riesgo, el radio de acción, claro depende de que velocidad y dirección del viento. Estoy dando cifras promedio, digamos cuando se estudia en una zona no especialmente de fuerte

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

intensidad de viento. Ahora bien, voy a comentar un caso particular, en zona, digamos, no standard. El caso por ejemplo de la central térmica de Los Barrios ubicada en la zona de Algeciras con vientos de levante o poniente muy fuertes, ese radio es muchísimo mayor, pero lo que ocurre es que como consecuencia, evidentemente, del incremento del radio el impacto específico es menor porque la concentración de contaminantes se diluye o sea la influencia es menor.

Lo que sí es cierto y quiero aprovechar la ocasión para hacer un comentario relativo al tamaño de las partículas, antes he dicho algo. El tamaño de las partículas que salen por chimenea en el caso de la existencia de sistemas de depuración en centrales de carbón es diferente de si no hay sistema de depuración.

La distribución por tamaños original que entra en cualquier sistema de depuración en el caso de partículas tiene un pequeño pico en la distribución granulométrica, pico que se ve incrementado en el paso por el electrofiltro en términos relativos no en términos absolutos, porque se separan preferentemente las grandes, las pequeñas no se ven muy afectadas y siguen saliendo las muy pequeñas, lo que pasa es que proporcionalmente las pequeñas que salen suponen una fracción más grande de lo que suponían a la entrada de del filtro, no se si está suficientemente explicado.

Pues bien, en este momento hay una legislación que se está empezando a implantar en EE.UU. referente a que no interesa tanto limitar las partículas indiscriminádamente, porque no tienen el mismo efecto sobre la salud, en el caso particular de

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

efectos sobre los seres humanos, sea cual sea su tamaño, es decir las partículas de 200 micras son por exagerar el peñasco que puede caer encima de un coche, pero nada más.

Mientras que las partículas de 0.1-0.5-1 micra, permanecen en suspensión en la atmósfera muchísimo tiempo y eso origina dos efectos:

1) Un efecto de visibilidad, de manera que la partícula grande no altera la visibilidad, cae y se acabó, la pequeña que permanece en la atmósfera altera la visibilidad y vosotros sois conscientes de este problema de visibilidad por partículas en suspensión mucho más que nosotros en la Península.

2) Un problema desde el punto de vista de su eliminación por el ser humano. Resulta que el movimiento respiratorio a nivel de los pulmones elimina muy bien las partículas mayores de 10 micras pero las menores de 10 micras no las elimina tan bien. Y eso se traduce en que se está poniendo un límite en EE.UU. para, no ya emisiones, pero sí inmisiones. Es decir, valores a nivel de suelo para partículas menores de 10 micras, es decir, lo que se llama las partículas en suspensión.

La legislación norteamericana va precisamente limitando eso. Digamos, que eso lo añado a raíz de tu pregunta porque antes me quedó pendiente decir que la partícula que sale, a pesar de sistemas de depuración aunque ponderálmente cumple, estamos hablando de partículas que tienen un efecto en principio digamos más perjudicial.

HONORATO LOPEZ-CONSEJERIA DE INDUSTRIA.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

-¿De qué orden de magnitud estamos hablando en cuanto al porcentaje de inversión en sistemas de depuración en una central de tamaño medio, sobre la inversión total de la central?

-Eso habría que calcularlo sabiendo cual es la inversión total de la central.

Bueno yo he hablado antes de una cifra, he dado por ejemplo para multiciclones 200 pta/m3/hora eso quiere decir un multiciclón, voy a hablar de órdenes de magnitud. Una central tamaño medio 50 megavatios, 100 megavatios, pues la inversión en un multiciclón puede estar alrededor de 100.000.000 de pta.

Ahora, para un electrofiltro podemos estar hablando de 600 millones de pta.

Un filtro de mangas, un poquitín superior, 650 millones de pta.

Y una de desulfuración estamos hablando pues de valores mucho más altos, para 100 megavatios del orden de los 1.500 millones de pta.

Los de multiciclones llevan también un tiro inducido.

Además de la inversión de esos 100 millones de pta, el electrofiltro lleva un coste de energía eléctrica adicional.

Yo me estoy refiriendo exclusivamente a lo que es inversión y un filtro de mangas también debe de llevar un tiro inducido si la central no puede trabajar.

Pero el tiro inducido lleva también un coste de energía eléctrica.

Por supuesto, lo que quiero decir es que por ejemplo en el caso de un multiciclón, hay veces que depende del rango también. ¿De qué orden de magnitud? Pues depende del rango de

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

rendimiento. Porque un multiciclón forzosamente no tiene porque llevar un sistema de tiro inducido. Es decir, depende de la eficacia que le pidamos y depende de que la caldera sea una caldera de presión y que tenga presión suficiente para los gases, para vencer esa pérdida de carga. Hay algún multiciclón instalado en la Península por ejemplo que no lo lleva porque el hogar tiene presión suficiente para vencer las perdidas de presión del multiciclón, no funciona bien porque el hogar lo han forzado excesivamente y el hogar fuga algo. Pero bueno puede no ser necesario, todo depende de como esté diseñado el hogar.

HONORATO LOPEZ-CONSEJERIA DE INDUSTRIA.

-¿Qué relación hay entre la pérdida de carga de un multiciclón y un electrofiltro?

-Tremenda, un multiciclón puede tener un pérdida de carga de 150-160 mm. de columna de agua. En el electrofiltro estamos hablando de 20-30 mm.

ANTONIO CANTERO-CONSEJERIA DE INDUSTRIA

-Hiciste alusión aparte de los aditivos a la ceniza en el lecho fluido, a otros componentes negativos de ese sistema. ¿Podías alumbrar alguna que en este momento está ocurriendo?

-Bueno, no alguna, en concreto quizás hay dos temas importantes uno es el de las cenizas con dependencia de otros.

El segundo es el de la turbina de gas, sobre todo en el lecho fluido de presión.

Concretamente, hubo una exposición de proyectos de hace un par de meses en una fundación que tiene un grupo de carbón del

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

cual soy miembro y asisto a las reuniones periódicamente y en una de ellas se explicó el proyecto de combustión en lecho fluido.

En ese proyecto hubo algunas actuaciones que tuvimos alguna discusión, porque había una turbina de gas que recupera energía de los gases de combustión a 800 grados. Claro, esta turbina de gas necesita que le entre un gas limpio. Depurar un gas a 800 grados es muy complicado. Casi todos los equipos pierden eficacia con la temperatura, porque aumenta la viscosidad del gas grandemente y entonces la eficacia cae.

Entonces en el proyecto lo que había previsto eran unos ciclones de salida de la cámara de combustión, del lecho fluido y esos ciclones conseguían depurar hasta 200 miligramos/Nm3, que yo no lo creía porque eso es pedirle una eficacia del 90% a 800 grados a un multiciclón y eso no es posible, porque a temperaturas de 150 grados se le puede conseguir el 85% incluso con tubos de alta eficacia como los que hemos comentado aquí.

Entonces ¿qué ocurre? que las partículas de la turbina de gas, que es la base de los lechos fluidos de carbón reciben un gas con mucho polvo.

Entonces ¿cuál es la consecuencia?. Pues evidentemente la pregunta ante eso es ¿cual es la vida útil de la turbina?. Ese es el segundo cuello de botella importante de la combustión del carbón en lecho fluido, es la turbina de gas que recibe gas muy cargado de polvo en unas condiciones difíciles, evidentemente, se puede construir la turbina con aleaciones especiales, pero el dar más de 10.000 horas de vida a un rotor de una turbina de un lecho fluido a presión es difícil; quiere decir, que en muy poco tiempo, 3 años, y la turbina es un componente importante ese es

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

el segundo cuello de botella que es el más importante.

Adicionalmente, se está investigando actualmente un determinado filtro de mangas que utilice unos tejidos cerámicos que puedan soportar temperaturas altas. Bueno, se está hablando de que se están en el orden de los 500-600 grados, eso quiere decir que hasta que no se llegue a un tipo de material que pueda soportar los 800 grados, pues lógicamente el interés, claro si el interés está básicamente en aprovechar en una turbina de gas la energía de los gases a alta temperatura. Si resulta que tenemos que enfriarlo porque el equipo de depuración requiere ese enfriamiento para que la turbina pueda aprovechar la energía, pues lógicamente estamos perdiendo el rendimiento.

CONCLUSION

A continuación Don Antonio Gomez Gotor agradeció su exposición Don Luis Salvador y la asistencia a todos los presentes indicando se comunicaría oportunamente fecha de la próxima mesa redonda.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009

BIBL.UNIV.-LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

473736

BIG 661 COM com

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009