

18



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CAMPUS ARAGÓN

297197

**“FUNDAMENTOS PARA EL CONTROL Y EL MANEJO
DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL”.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A :
FAUSTO FRANCISCO CEDILLO CANO**

**ASESOR:
ING. DAVID MOISÉS TERÁN PÉREZ.**

MÉXICO

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CAMPUS ARAGÓN

SECRETARÍA ACADÉMICA

Ing. **IVÁN MUÑOZ SOLÍS**
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 15 de junio del año en curso, por la que se comunica que el alumno FAUSTO FCO. CEDILLO CANO, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "FUNDAMENTOS PARA EL CONTROL Y EL MANEJO DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 15 de junio del 2001
EL SECRETARIO


Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

C p Asesor de Tesis.
C p Interesado.

AIR/RCC/vr





UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES ARAGÓN - UNAM

JEFATURA DE CARRERA DE
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

OFICIO: ENAR/JAME/180/2001.

ASUNTO: Revisión Previa de Tesis, antes de
autorizar su Impresión.

ING. DAVID MOISÉS TERÁN PÉREZ (ASESOR)
ING. IRMA VELÁZQUEZ GONZÁLEZ
ING. JOSÉ ANTONIO AVILA GARCÍA
ING. JAVIER NAVA PÉREZ
ING. RODOLFO ZARAGOZA BUCHAIN

En forma anexa le hago entrega de un ejemplar del proyecto de tesis titulado "FUNDAMENTOS PARA EL CONTROL Y EL MANEJO DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL", del alumno: CEDILLO CANO FAUSTO FRANCISCO, con Número de Cuenta: 8212100-2.

Esto con el fin de que sea revisada por usted, y nos dé su evaluación y comentarios por escrito, mismos que le pido me haga llegar a la brevedad posible.

Agradezco de antemano su colaboración y aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, Estado de México, 03 de marzo del 2001.

EL SECRETARIO TÉCNICO

ING. JOSÉ LUIS GARCÍA ESPINOSA

c.c.p. Alumno.

JLGE/mlev*



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN**

DIRECCIÓN

DUPLICADO

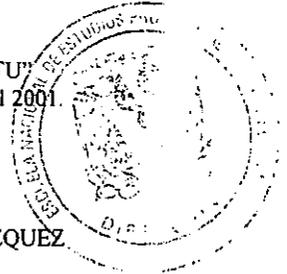
FAUSTO FCO. CEDILLO CANO
PRESENTE.

En contestación a su solicitud de fecha 8 de febrero de 1999, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. DAVID MOISÉS TERÁN PÉREZ pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado, "FUNDAMENTOS PARA EL CONTROL Y EL MANEJO DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México., 6 de febrero del 2001
EL DIRECTOR

M en R. I. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ



Nota: La aceptación del tema de tesis y asesor de la misma fue registrada en la Secretaría Académica de esta Escuela con fecha 12 de febrero de 1999.

C p Secretaría Académica.
C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica.
C p Asesor de Tesis.
CELV/AIR/RT/C/cma*

A MI ESPOSA LUPITA, POR SU COMPRESION Y CARIÑO,
A MIS HIJOS MAGDA, SERGIO, FAUSTO Y DANIEL,
A MIS PADRES MARIO Y MARIA TRINIDAD, POR SU
ESFUERZO, DEDICACION Y SACRIFICIO,
A MIS HERMANOS LAZARO, JUAN, RITA Y VICTOR,
A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS, Y A TODOS AQUELLOS
QUE ME HAN ACOMPAÑADO EN ALGUNA ETAPA DE MI VIDA.

CON MI CARIÑO, MI RESPETO Y AGRADECIMIENTO.

ING. FAUSTO FRANCISCO CEDILLO CANO.

INTRODUCCIÓN

La Contaminación Industrial es un concepto relativamente moderno en el Mundo y de una vigencia aún más escasa en lo que se refiere a los países en vías de Desarrollo (como lo es la República Mexicana); y sin embargo, pese a su todavía breve existencia, es uno de los problemas más graves que tiene que enfrentar el hombre hoy.

Cuando hace poco más de cien años comenzaron a industrializarse los países, el aire y el agua se consideraban ilimitados; y las impurezas que la incipiente Industria arrojaba a la atmósfera ó vertía al caudal de lagos, ríos ó mares se reconvertían y perdían su nocividad al ser depuradas en el inmenso laboratorio del mar y del aire.

Poco a poco la situación fue deteriorándose: El paso progresivo y masivo de las actividades agrarias a las industriales, el desplazamiento de la vida económica al sector Industrial, unido a la adopción del habitat urbano por la mayor parte de la población de el Planeta, han hecho que el aumento desmesurado y desordenado de la Industria, junto con la gran cantidad de residuos domésticos, planteen el interrogante de si no será ya demasiado alto el precio que se está pagando por el Progreso Industrial.

El gran consumo de oxígeno, la eliminación de espacios verdes, el recalentamiento continuo de la atmósfera, son secuelas implícitas al proceso de contaminación originado por la Industria.

Así pues, el problema de la contaminación ambiental es quizá el más acuciante de todos los que están planteados en la época actual, ya que ninguno puede ser más esencial que garantizar la vida física de la Tierra.

Para combatirlo, para reducirlo, en definitiva, es necesaria una acción conjunta de muchas ciencias y procedimientos: La concientización de las poblaciones, la decisión política, la instrumentación jurídica y la dotación económica, son fases del proceso que han de seguir todos los gobiernos de todos los países que, en mayor ó menor grado, estén afectados por la contaminación.

Pero cualquier tentativa sería vana si no existieran los medios técnicos para neutralizar los efectos nocivos de la Industria; es decir, la tecnificación, que ha sustentado precisamente ese alto grado de industrialización, proporciona, a la vez, los medios necesarios para combatir los efectos perniciosos de la misma.

Paralelamente a la evolución del problema de la Contaminación Industrial, se ha desarrollado una inmensa producción literaria, que va desde los términos fríamente proféticos de los científicos, a representación apocalípticas que lindan ya con la Ciencia-Ficción.

Bajo ninguno de estos epígrafes puede clasificarse el trabajo de Tesis que se presenta. Antes bien, es un texto realista sobre un problema palpitante. Un texto puramente técnico, con tratamientos técnicos, con soluciones técnicas. Junto a esta categoría de "técnico", tiene la de "práctico", como expresa su propio título: *"Fundamentos para el Control y el Manejo de la Contaminación Industrial"*.

La preocupación general de cara al problema de la contaminación está creciendo en progresión geométrica. Tal preocupación ha aparecido al saberse la amenaza que suponen para la salud y el bienestar los desechos de nuestra sociedad; el resultado ha sido, inevitablemente, la enorme presión que se está ejerciendo sobre la Industria para que disminuya la emisión de contaminantes en el aire y en las aguas que son del dominio público.

La cuestión más importante no es ya si hay que acabar ó no con la contaminación, sino cómo hacerlo. En este sentido, este texto, viene a ser un apoyo para la respuesta a ese cómo, revelándonos la Tecnología más avanzada destinada a reducir la emisión de residuos contaminantes. Con ello habrá de contribuir de forma decisiva a la divulgación de las técnicas de control y a fomentar la adopción de medidas adecuadas por parte de las Industrias para el tratamiento de dichos residuos.

La realización de un programa que de manera efectiva mejore el medio ambiente, dependerá de los esfuerzos aunados del público en general, del Gobierno y de la Industria Privada.

Es importante el presente trabajo en cuanto que es un testimonio de la creciente toma de conciencia por parte de la Industria de la necesidad de disminuir los residuos arrojados por ella al exterior, no sólo para contribuir al mantenimiento de la salud pública, sino porque, en definitiva, constituye también una sana política comercial.

OBJETIVO GENERAL

Presentar de forma específica el Problema de la Contaminación Industrial y sus posibles soluciones al respecto.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.- Conocer el Problema de la Contaminación Industrial.
- 2.- Conocer el Control de la Contaminación Producida por Residuos.
- 3.- Conocer la Organización y Planificación de un Departamento para el Control de la Contaminación.
- 4.- Conocer la Normatividad para el Control de la Contaminación Industrial.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL.

1.1.- Introducción.

Todo texto, se enfrenta con un reto que consiste en aconsejar sabiamente en algo que hay que hacer, y sobre la forma en que debe hacerse. Pero muchos textos dejan de lado el primero de esos aspectos ó dan por supuesto que existe un conocimiento general del tema que es suficiente, y de aquí que consideren innecesario abundar en él. Este tipo de textos lo que hace entonces es ir dando directrices, simplemente, con mayor ó menor detalle, sobre la forma de hacer las cosas.

Semejante punto de partida no es válido cuando se trata de la Contaminación. El determinar lo que hay que hacer exige una respuesta previa en cuanto a la razón que se tiene para hacerlo, siempre que se esté seguro de que la forma en que se va a actuar es la adecuada.

Por ejemplo, en Europa, cuando se enfrenta una crisis, se dividen en dos grupos: Los que preguntan "que hay que hacer" y los que preguntan "quién tiene que hacerlo". La gente del *qué* y la gente del *quién*. En ese sentido, los Estadounidenses no son diferentes, pero, además, se caracterizan por actuar enérgicamente prestando muy poca atención a las consecuencias futuras.

El progreso se mide más por la rapidez que por la dirección del mismo. Se dedica muy poco tiempo a determinar el por qué de las cosas. Los fundamentos pueden ser, y a menudo son, ignorados.

Ciertamente, esto ha sido lo que ha ocurrido respecto a la eliminación de la contaminación del agua, y todo parece indicar que el mismo error se repetirá en el control de la contaminación del aire.

Si se respondiese espontáneamente a la pregunta de por qué debe haber un programa de control, se diría que para eliminar la contaminación y para impedirlo en el futuro. Pero una respuesta así tiene poco contenido, porque se carece de una definición de la contaminación y también de un objetivo específico.

Existen opiniones muy diferentes e incluso encontradas sobre la contaminación. Veinte años de Legislación Federal han fracasado en lo que se refiere a dar una definición precisa. Lo que más influyó en las directrices emanadas de el Congreso Internacional sobre Contaminación, fue el contenido del Informe 2.021 del Comité de Obras Públicas (LXXXIX Congreso, Segunda Sesión). En el Capítulo encabezado con el título "¿Qué es la Contaminación del Agua?", el Informe del Comité enumeraba las diversas fuentes contaminadoras, y tipos de residuos y llegaba a la siguiente conclusión:

*"Es obvio que hay muchas fuentes de residuos que pueden ser causa de la Contaminación. Ahora bien, el que la contaminación exista depende de la Calidad que de hecho tenga el agua, ya que la contaminación consiste en un empeoramiento tal de esa Calidad que no permita dedicar el agua a los fines previstos".*¹

La Administración ha prestado poca atención a esta interpretación del Congreso contenida en el Informe del Comité de Obras Públicas, que acompañaba a la "Clean Streams Act de 1996".

¹ LUND, Herbert: Manual para el Control de la Contaminación Industrial, p. 28.

Tan poca atención le dedicó, que el Comité de Asignaciones puso de manifiesto su preocupación en el Informe de Julio de 1997, que trataba de las asignaciones en materia de Obras Públicas para 1998 y, concretamente, manifestó lo que podría ocurrir:

“Como el poder para controlar la Calidad y la cantidad del agua no solamente permite hacer y deshacer con fines comerciales ó relacionados con la agricultura, sino que también es un poder cuyas decisiones afectan a la vida entera de la Nación, no es necesario que la Administración Federal para el Control de la Contaminación del Agua, no coordine únicamente y de manera estrecha sus planes y actividades con todos sus Organismos Federales implicados, sino que lo haga también con cada uno de los estados, autoridades locales e intereses privados afectados por el programa”.²

Las restricciones y controles que se impongan sin tener en cuenta de una forma global y equitativa los diferentes intereses y los más importantes que se hallen relacionados con el suministro del agua, incluidos la prioridad de uso y los derechos de los ribereños, podrían tener graves consecuencias para varias ramas de la economía que dependen del agua para poder seguir existiendo.

Por tanto, el Comité desea subrayar la importancia que tiene la nueva Administración a la hora de acometer un programa más difícil y decisivo para el control de la contaminación del agua, que caracterizándose por un gran sentido de equilibrio y sensatez consiga que los efectos perjudiciales para la economía sean mínimos.

Aunque el Comité es consciente de la necesidad de una planificación adecuada, pone en duda la bondad de la planificación a gran escala hecha en el pasado. La mayor parte de aquélla parece haber consistido en estudios amplios y antieconómicos sobre las fuentes de contaminación.... Esto es sólo uno de los muchos aspectos que hay que tener en cuenta para desarrollar un programa efectivo para el Control de la Contaminación.

² *Idem.* p. 32.

“Es urgente acelerar la planificación necesaria para conseguir dicho control, adoptando una política que abarque a toda una cuenca fluvial. Este objetivo esencialísimo no puede lograrse al ritmo y en la forma en que se ha venido actuando en el pasado”.

Pero una vez más, los puntos de vista del Congreso no introdujeron cambios inmediatamente apreciables en los procedimientos típicos de la Administración.

Teniendo en cuenta los diversos proyectos puestos en marcha para reducir la contaminación, uno podría suponer que ya han sido respondidas, las preguntas sobre cómo se puede conseguir su eliminación. Sin embargo, a tenor de las preguntas hechas a nivel federal, estatal y local, es obvio que no hay acuerdo general ni sobre la política ni sobre las técnicas a seguir.

Esta conclusión queda reforzada cuando se examinan los programas de investigación. Las subvenciones no se han empleado en solucionar problemas a los que se concede prioridad en base a su importancia, sino que más bien han sido dedicadas a estimular ideas de cualquier tipo que responden a intereses particulares.

Esta introducción pretende seguir de cerca la evolución de la situación actual como punto de partida para tomar las decisiones que hayan de servir de base a un programa congruente, y de este modo calmar las oleadas de histeria y conseguir que las experiencias recogidas por los expertos en los diversos campos científicos puedan ser aplicadas eficazmente.

El conocimiento de las limitaciones existentes habrá de permitir emplear los medios adecuados para eliminar con éxito la contaminación ó para evitarla.

El "Problema de la Contaminación Industrial" no puede ser aislado completamente. Su misma definición depende de decisiones tomadas en otros aspectos relativos a el Control de la Calidad del Agua. Su costo, que a fin de cuentas se mide desde el ángulo comercial, repercute directamente sobre la localización y el funcionamiento de las Industrias.

El problema de la Contaminación Industrial, tiene que ser encuadrado necesariamente dentro del problema global de la contaminación del medio ambiente, y habrán de ser considerados tanto los aspectos políticos, sociales, económicos y públicos como los técnicos.

La contaminación en general, constituye un daño y no hay duda de que las actividades en las áreas industriales están perjudicando tanto la Calidad del aire que se respira como su utilización, y la de los recursos que ofrece el agua.

Necesariamente tal encuadre es decisivo. Las situaciones próximas a la histeria que se han producido, a veces, merecen una terapia positiva, y si la histeria aparece por deformación de los hechos, la única medicina es mostrar la verdad.

Si se elaborara un nuevo programa, debiera ser concebido de forma que corrigiera los errores actuales. Sólo un examen crítico puede poner de manifiesto las deficiencias que ahora existen. A falta de esto, lo mejor sería sencillamente proceder a una mera reorganización.

1.2.- Historia Legislativa.

El Congreso establece las grandes directrices respecto a la responsabilidad, el alcance de la acción y su financiación, a través de la vía legislativa.

La Administración puede elaborar y hacer efectiva su propia política tomando las pequeñas decisiones mediante disposiciones e interpretaciones propias, y así controlar el cumplimiento de las grandes directrices, la responsabilidad, el alcance de la acción y los fondos disponibles.

Retórica y realidad son, por desgracia, polos opuestos. Esto ha sido la historia de la crisis debida a la contaminación del agua, tantas veces objeto de publicaciones y, a veces, tan controvertida. Como la historia de la contaminación del aire ha seguido un curso semejante, los detalles de lo que ha ocurrido con el agua pueden tenerse como válidos para los dos.

Un resumen breve de la actividad legislativa puede servir de gran ayuda. La primera Ley Federal data de 1948 y se produjo después de una gran campaña promovida por los responsables de la limpieza de los ríos y lagos, muchos de los cuales luego no facilitarían la consolidación de los programas estatales.

Estas personas, ú otras que representaban a sus Organizaciones, aparecían periódicamente ante los Comités del Congreso, suscribiendo las propuestas en favor de competencias federales más amplias y de unos gastos federales más cuantiosos. Los éxitos obtenidos en 1956 y 1961 fueron puestos de manifiesto por las enmiendas hechas a la Ley Federal.

Cada uno de los grupos que intervino en el Congreso se hallaba de acuerdo en dos puntos: Que la situación estaba empeorando y que era fundamental un control más estrecho. Aparentemente, nadie se daba cuenta de lo ligadas que estaban ambas cuestiones, y de que a medida que el control era reforzado el problema se agravaba.

Mientras tanto, tenía lugar una actividad concurrente dentro de los estados. Al final de la Segunda Guerra Mundial, pocos estados tenían leyes efectivas. Si se tomaban medidas en este sentido eran el resultado de alguna queja por perjuicios causados ó de que algún funcionario celoso de su oficio habría alegado una razón, una responsabilidad y defendía un programa.

Literalmente, no existían presupuestos. Felizmente, el despertar de la opinión pública, que ya había promovido la Legislación Federal ante la amenaza que suponía la contaminación, fue también lo que puso en marcha la Legislación Estatal que establecería los Organismos específicamente encargados del control de la contaminación.

1.3.- Pero el Destino Intervino.

Ninguna planificación para el futuro puede prever lo que pueda deberse puramente al azar. Así aunque éste era el plan y las expectativas de los artífices de la Ley, existía un factor no previsto con anterioridad que introdujo cambios que alteraron el resultado final.

“Las Autoridades a cargo de las cuales corría la ejecución del plan insistían en que éste debía atenerse a lo que se había hecho en el pasado. Una mayor independencia de este Organismo del control directo del Congreso a través de un Comité específico fue posible por un decreto del día 28 de Febrero de 1996, que transfería este Organismo de el Departamento de Sanidad al del Interior.

El Comité de Obras Públicas ha sido el patrocinador en el Congreso, tanto del Cuerpo de Técnicos como de las autorizaciones para poner en marcha el Control de la Contaminación del Agua. El Comité del Interior ha sido el patrocinador de los programas del Ministerio del Interior.

Los Senadores pertenecientes al Comité del Interior dieron la batalla en favor de una reorganización de los Organismos Ejecutivos que transformasen el Departamento del Interior en un Departamento de Recursos Naturales. A este nuevo Organismo se incorporaría el Cuerpo de Técnicos, el Servicio de Conservación del Suelo y el de Control de la Contaminación del Agua. La Legislación sobre la reorganización propuesta, también otorgaría competencia al Ministro para controlar la planificación de los recursos hidráulicos, que sería sometida al Congreso antes de su ejecución”.³

³ *Ídem.* p.p. 44-45.

Así, el Decreto que autorizaba la reorganización estaba en línea con lo que se acaba de decir (los argumentos a favor de la coordinación de los Organismos relacionados con el agua eran realmente acertados). Se expuso detalladamente al Congreso, que existían treinta y ocho Organismos Federales que se ocupaban del agua y muchos de ellos tenían funciones y responsabilidades superpuestas.

El Ministerio del Interior era el responsable de la pesca y de la vida salvaje animal en general, de los estudios geológicos, de las minas, de los parques de recreo y de la desalinización, atendiendo en las reclamaciones que puedan producirse; de esta forma existía cierta razón para aprobar el encuadre del programa de control de la contaminación en el marco de las competencias de este Ministerio.

La reorganización destacó una serie de especulaciones. Éstas fueron acentuadas por una propuesta de la Administración en 1996 para enmendar, una vez más, la Ley de Control de la Contaminación, de forma que se concedía al Ministro del Interior competencia para proponer programas para el desarrollo de las cuencas fluviales.

El Senado aprobó la idea, pero la Cámara se dio cuenta de que el Ministro tendría efectivamente, el control de los recursos naturales, ya que solamente los planes aprobados por el Ministro serían sometidos a la consideración del Congreso. La propuesta de concesión de competencia había sido defendida por los Senadores. Si se hubiera accedido a ello, el nuevo Organismo hubiera perfeccionado por un decreto ulterior.

Las especulaciones también se vieron agudizadas por el hecho de que costosísimo presupuesto del Organismo para el Control de la Contaminación del Agua, le garantizaba autonomía suficiente con respecto a cualquier Organismo del Ministerio del Interior.

Por otra parte, había una sección de relaciones públicas muy bien montada, y existía un historial de conversaciones personales con las Oficinas de los miembros del Congreso, y con el personal de los Comités, e incluso, se había trabajado en común y muy estrechamente. A otros grupos del Ministerio del Interior se les prohibía, de hecho, hacer una cosa semejante.

Los Comités del Congreso se resistían a ceder parte de sus competencias; así, al Comité de Obras Públicas no le interesaba perder el control del programa de contaminación. Sin embargo, al Comité del Interior no le preocupó demasiado la perspectiva de una cédula dentro del Ministerio con un presupuesto que podría permitirle controlar otras actividades. Y esto fue lo que pasó.

El presupuesto para investigaciones, que se elevaba a 100 millones de dólares para un período de tres años, sólo era inferior en importancia al presupuesto para la construcción.

Con la Guerra de Vietnam, que impuso restricciones a las investigaciones consideradas como no esenciales desde el punto de vista político, las que se referían a el Control de la Contaminación del Agua no se vieron sin embargo afectadas, y de aquí que los demás Organismos pretendieran participar en el presupuesto de el Organismo de Control de la Contaminación del Agua, para que sus proyectos no se fueran a pique.

Se hicieron concesiones en materia de jurisdicción y de vigilancia. Pero el efecto más destacado fue el silenciamiento de los Organismos Federales, antaño orgullosos de sus conocimientos y de su responsabilidad, una vez que se produjeron las declaraciones de los portavoces del Control de la Contaminación.

Encuadrada dentro de el Departamento del Interior, en Mayo de 1996, la Administración de el Control de la Contaminación publicó unas "directrices" para que fuesen observadas por los Estados a la hora de determinar si los patrones eran aceptables ó no. La Ley entró en vigor en Octubre de 1995 y los patrones debían ser sometidos a aprobación el 30 de Junio de 1997.

De hecho, las "directrices" ampliaban la competencia del Ministro más allá de lo que había sido previsto por la Ley. Por ejemplo, exigían que los Patrones tuvieran en cuenta todas las conclusiones adoptadas por el Ministro tras conversaciones previas.

También un mínimo de tratamiento secundario por parte de los Municipios y lo mismo por parte de las Industrias, a no ser que se demostrase que bastaba con un grado de tratamiento menor. Conforme a lo anterior, las "directrices" transformaron el Programa, que si bien antes contenía sólo patrones para corrientes fluviales, ahora pasaba a contenerlos también para los líquidos evacuados.

El grado de tratamiento de los residuos era el criterio imperante, no la protección de la corriente fluvial. Las "directrices" hicieron aún más hincapié sobre ello al declarar que todos los residuos susceptibles de tratamiento deberían ser tratados incluso si no contravenían los patrones de Calidad del Agua.

Estas "directrices" habían sido publicadas cuando la Cámara celebró su sesión en 1996 para debatir el Proyecto de Ley que proponía otorgar competencia al Ministro para la planificación de las cuencas. El Informe 2.01, elaborado por el Comité de Obras Públicas, bajo la dirección conjunta de John Blatnik y William Cramer, intentó colocar las cosas en su sitio.

Ofreció no sólo la definición de Contaminación que se ha señalado más arriba, sino también una valoración de los objetivos, y recomendó los aspectos poco conocidos sobre los que merecía la pena investigar. Ello proporcionaba una primera aproximación en lo que se refiere a el Control de la Contaminación.

Lo acertado de este informe fue ratificado por una serie de informes de un Subcomité de Ciencia y Astronáutica, presidido por Emilio Daddario. Estos informes sobre el grado de conocimientos en materia de control del aire y del agua, en lo que se refiere a la eliminación de los residuos sólidos, subrayaron las deficiencias y alentaron la acción donde ésta podía ser efectiva. Los informes de este Subcomité merecen más atención de la que han recibido.

Subyacente a esta situación se encuentran las diferentes filosofías de dos Escuelas de Pensamiento:

1.- La que postula que el agua y el aire con los que contamos como fuentes de recursos deben ser utilizados en base a estudios técnicos apoyados en datos y en base a estudios económicos de costos y de beneficios, ó aquella para la que, por el contrario, basta con que sean disposiciones administrativas y contratados los que regulen su utilización;

2.- Es decir, ó lo que se busca es el aprovechamiento, tanto la capacidad física como la económica, de asimilación del aire y del agua, ó lo que se hace es aplicar sencillamente el sistema de tratamiento más eficaz del que se disponga.

De hecho, la segunda es la que se plasma en la realidad con más frecuencia, pero realmente los argumentos no son más que una pantalla de los de la primera.

Es mediante una decisión como se determina si los estudios técnicos ó la Ley, los datos ó los compromisos legales, los objetivos concretos ó aquellos que tienen en cuenta situaciones cambiantes, va a ser lo que constituya nuestra forma de vida.

Las dudas que puedan surgir se desvanecen si se compara el progreso conseguido en el Control de la Contaminación en las zonas estrictamente bajo el dominio del Estado y el logrado en aquellas en las que ha sido preciso que se celebraran Conferencias Federales para establecer los objetivos.

Cuando hay puntos de vista diferentes, aparecen antagonismos, y lo que es más, la exageración provoca ruidosas manifestaciones de protesta. Por ejemplo, uno de los argumentos que a menudo esgrimen aquellos que pretenden que las corrientes se mantengan limpias, es que mientras las técnicas sanitarias recomiendan la utilización al máximo de la capacidad asimiladora de una corriente, con lo que ésta estará siempre tremendamente sucia, ellos pretenden que dicha corriente se mantenga siempre lo más limpia posible. Pensar que estos antagonistas son como el anverso y el reverso de una misma moneda, es simplificar demasiado la cuestión.

“La utilización de la capacidad asimiladora significa que los residuos han de ser tratados antes de ser expulsados y/o se habrá de controlar su expulsión de manera que sea separada cualquier sustancia ó propiedad contaminadora que pueda producir un empeoramiento de la Calidad de la corriente receptora, de tal naturaleza que se verían perjudicados otros usos del agua de interés general. Pero un tratamiento que fuera más allá realmente no beneficiaría a nadie, resultaría muy costoso y no estaría justificado. Tampoco se trata de permitir un grado máximo de suciedad al agua. Esto equivale a una ausencia absoluta de tratamiento. Pero en otro sentido implicaría determinar qué cantidad de residuos se pueden tolerar que no causen daño. La gente que piensa que el agua debe estar lo más limpia posible no tiene idea de lo que es la Calidad natural del agua”.⁴

-17-

⁴ SENN. James: Sistemas de Información para la Administración. p. 285.

Extremando las cosas, si se tuviera que tomar al pie de la letra lo que dicen aquellos que abogan por que las aguas estén limpias, sería preciso destilar todas las aguas residuales. Se puede hacer; pero el agua esterilizada, desprovista de sólidos en suspensión y de sustancias orgánicas, mataría a los peces y, además, este tipo de agua no existe en la Naturaleza.

Sin embargo, el tratamiento no es más que un aspecto de la utilización de la capacidad asimilativa. El otro consiste en la dispersión. No es en la cantidad expulsada en lo que reside el control, sino en la concentración de la corriente receptora. Para la utilización de la capacidad de esta corriente, la dispersión es una condición *sine qua non*.

Y lo que es más: Si se produce una dispersión adecuada, se minimizarán los efectos estéticamente visibles. Cuando el contenido de las cloacas es vertido en la superficie de las corrientes receptoras, el agua más templada tiende a flotar, cosa que a menudo se aprecia si se mira desde arriba. Si las aguas residuales vertidas son de color diferente, bien porque estén limpias ó porque estén decoloradas, el efecto que se produce es todavía más perceptible.

Cuando las alcantarillas conducen concentraciones altas de sales nutritivas y/o inestables, las aguas más templadas provocan un gran crecimiento de algas si la descarga se queda estratificada en la parte superior de la corriente receptora hasta donde llega la luz solar. Esto también ocurre en los Puertos. Y el mismo efecto se produce cuando las corrientes más cálidas de ríos turbulentos desembocan en un lago. Para conseguir una mejor dispersión de los desagües no basta pues, con aplicar el control únicamente en las cloacas.

La Comisión de Obras Públicas se pronunció sobre la cuestión de la capacidad asimiladora en los siguientes términos:

“La Comisión también entiende que los estudios globales han puesto de manifiesto que es deseable disponer de técnicas más eficaces para valorar la capacidad asimiladora de las corrientes y así poder determinar mejor los efectos de una utilización creciente de las misma por parte de la población, la agricultura y la industria. La Comisión cree que, puesto que la utilización en forma correcta de tal capacidad es tanto una fuente de riqueza como uno de los elementos que influyen en la determinación de los patrones de calidad del agua, es deseable que se lleven a cabo experimentos que permitan encontrar técnicas prácticas de control”.⁵

La cuestión consiste, pues, en determinar si estaría justificada la existencia de algún límite arbitrario entre el absurdo de no usar el agua y el establecimiento de un nivel de calidad aceptable para la misma definido por los técnicos sanitarios y por los biólogos.

La importancia de tal decisión se pone de manifiesto al examinar los costos de tratamiento de las aguas residuales que se producen en los distintos procesos. A menudo no se presta la suficiente atención a los costos de mantenimiento y de funcionamiento (que son los costos continuos que dependen del tipo de planta de tratamiento que se instale). Por término medio, estos tres costos de tratamiento son:

- 0.10 dólares por 1 000 galones⁶ para el tratamiento primario.
- 0.20 dólares por 1 000 galones, para el tratamiento secundario.
- 0.40 dólares por 1 000 galones, para el tratamiento superior.

Así, el momento del costo anual variará entre los 370 millones de dólares, si el tratamiento es mínimo, y, 1 740 millones de dólares, si se necesita tratamiento secundario y refrigeración. Este costo se eleva a 2500 millones de dólares anuales si la industria tiene que eliminar al máximo los residuos “para hacer que el agua esté lo más limpia posible”.

⁵ LUND. *Op. Cit.* p. 48.

⁶ Se ha respetado la medida de un Galón es de 4.5 litros aproximadamente.

Como en muchos casos el tratamiento primario no es suficiente, el costo efectivo variará anualmente entre 370 y 1 800 millones de dólares, según el patrón que se haya seleccionado.

Se puede encontrar una solución en la formación de fundaciones dedicadas a la conservación en las cuencas de los ríos o en parte de ella. Podrían estar integradas por condados, ciudades e industrias y ser financiadas por aportaciones voluntarias del Gobierno y de las industrias. Si esto se estableciera por un período de tiempo definido (entre tres y cinco años), proporcionaría el mecanismo mediante el cual se podría poner en marcha un esfuerzo unificado y, al mismo tiempo, se desarrollarían las bases de una organización permanente.

Tal Organización se encontraría ya con una política en marcha, de forma que quien se opusiera a su existencia tendría que demostrar que la política que justificó el establecimiento de la Organización no sirve de interés público. Permitiría realizar un esfuerzo conjunto con un costo mínimo, en caso de que la Organización estuviese bien dirigida. El establecimiento por la vía democrática a nivel local de las alternativas, los costos y los beneficios saldría bien parado ante la revisión de cualquier tribunal.

Este tipo de organismo local puede ser constituido sin necesidad de resolución previa por parte de los poderes fiscales, ni de revisiones complicadas o de procedimientos de control. Todo ellos se podría llevar a cabo mientras durase el juicio, siempre que fuera deseable.

Sin embargo, si la gente que vive en una región es capaz de comprender las distintas alternativas de que disponen para resolver el problema de la administración de los recursos naturales, entre los que se incluye el control de la contaminación, y si se dan cuenta de que los medios financieros que entran en juego cuando se trata de elegir una solución son cuantiosísimos, se refuerzan las posibilidades de llegar a una decisión local.

CAPÍTULO II

CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN PRODUCIDA POR RESIDUOS.

II.1.- Introducción.

Es prácticamente imposible imaginar una solución que permita poder eliminar completamente el problema que plantean los contaminantes del aire y los residuos sólidos, tales como basuras y desperdicios, cuando se trata de un país de 200 millones de habitantes. Durante muchos años se ha supuesto que las posibilidades de la atmósfera eran ilimitadas, que los lagos, ríos y océanos del planeta admitirían cualquier tipos de residuos que se vertieran en ellos y que se podría solucionar arrojándolos a los vastos espacios de territorio no poblado.

En los últimos diez años un pequeño grupo de personas ha empezado a mostrar cierta preocupación debido a la impresionante velocidad a la que se deterioraban estas posibilidades aparentemente ilimitadas. Esta preocupación se ha extendido y ahora el problema de la contaminación, ya sea del aire, del agua, del suelo, térmica o acústica, se ha transformado en un problema de interés nacional, hasta tal punto que en 1968 los dos partidos políticos de los Estados Unidos de América hicieron declaraciones de principio acerca de su postura en lo tocante a la contaminación.

Ahora se empieza a dar cuenta la Sociedad que a las generaciones que vengan en el futuro tendrán que respirar el aire, beber el agua y vivir en la tierra que se había pensado que ofrecerían siempre posibilidades sin fin. Para comprender mejor la totalidad del problema, quizá se deba definir, en primer lugar, lo que se entienda por cada clase de contaminación.

II.1.1.- Contaminación Atmosférica.

La contaminación atmosférica se produce por la liberación de gases residuales o de olores, procedentes de procesos químicos o biológicos, que contengan sustancias que puedan considerarse dañinas para el hombre, bien porque reduzcan el oxígeno disponible para el mantenimiento de la vida o porque no sean deseables desde el punto de vista estético.

II.1.2.- Contaminación del Agua.

La contaminación del agua es consecuencia de arrojar en sus fuentes, o en la red de suministro público, sustancias que sean nocivas, por su toxicidad, porque reducen el nivel de oxígeno contenido en el agua o porque estéticamente resultan desagradables.

II.1.3.- Contaminación del Suelo.

La contaminación del suelo se debe a una utilización equivocada de éste, de tal forma que lo deje en malas condiciones para atender a las necesidades futuras de el Hombre en lo que se refiere a la posibilidad de construir sobre él edificios, de cultivar las plantas que han de servir de alimento o de obtener otros productos que el Hombre necesita en su vida diaria.

De esa mala utilización puede derivarse, además, una peligrosa contaminación tóxica de los recursos atmosféricos y del agua, o un olor, un sabor o un aspecto desagradable de la misma.

“Cuatro etapas hay que recorrer si se quiere resolver completamente el problema de la contaminación:

1.- La primera, consistirá en el reconocimiento y la definición del problema, atendiendo al tipo de contaminación de que se trate, a las sustancias que la originan y a sus efectos sobre la vida humana.

2.- En la segunda, habrá que determinar los niveles máximos o mínimos para los cuales los contaminantes no constituyen un peligro para la vida humana, animal o vegetal.

3.- La tercera, perseguirá el desarrollo de métodos de tratamiento de estas sustancias que permitan mantenerlas dentro de unos límites de seguridad que las haga totalmente tolerables.

4.- La cuarta, consistirá en encontrar métodos adecuados para eliminar las sustancias que no interesen desde el punto de vista económico someter a tratamiento, las que no puedan ser tratadas o las que después de haberlo sido, dejen residuos de los que sea preciso deshacerse”.⁷

El propósito de capítulo es discutir la cuarta fase; o sea, la eliminación de las sustancias residuales de naturaleza gaseosa, líquida y sólida, de forma tal que no contaminen en la atmósfera, ni el agua, ni el suelo.

Es difícil trazar una línea de demarcación que señale dónde acaba exactamente la fase de tratamiento y dónde comienza la eliminación. La palabra eliminación hace referencia a la forma en que de manera definitiva es posible desembarazarse de las sustancias residuales, bien sea antes o después de la aplicación de un método de tratamiento e incluso en muchos casos cuando no se emplee ninguno.

⁷ LUND, *Op. Cit.* p. 186.

Por ejemplo, un gas residual puede ser tratado sustrayéndole las partículas de materia que contiene, utilizando un aparato de separación mecánica o de un depurador húmedo, haciéndole salir a continuación por una chimenea, o también se le puede dejar salir por la chimenea sin aplicarle ningún tratamiento previo y, a pesar de ello, conseguir que la concentración de las partículas en la atmósfera a nivel del suelo se encuentren dentro de los límites aceptables.

De forma semejante, los residuos líquidos que consisten, fundamentalmente, en agua pueden contener varios cientos de partes por millón de un contaminante orgánico o inorgánico cuya separación se consigue aplicando un tratamiento químico o biológico, o bien, bombeándolo hasta donde exista una gran cantidad de agua para allí ser diluido hasta que alcance niveles que sean tolerables. Se está, pues, en condiciones de apreciar ya claramente que el término "eliminación" tiene un valor relativo según el proceso de que se trate.

II. 1.4.- Contaminación de los Recursos entre sí.

Otro problema que aparece en lo que se refiere al control de la contaminación consiste en diferenciar los distintos tipos de contaminación. Muchos problemas de la contaminación del aire pueden ser resueltos haciendo pasar el contaminante desde el aire hasta un medio depurador, como el agua. Pero con ello se produciría la contaminación de ésta. Muchas instalaciones para eliminar los residuos sólidos, que en sí no ofrecen peligro y funcionan satisfactoriamente, pueden ocasionar la contaminación del agua debido a la filtración subterránea de las sustancias tóxicas contenidas en dichos residuos. Tanto los residuos sólidos como los líquidos pueden emitir olores fuertes causados por la descomposición biológica, que contaminará de esta forma el aire.

Una incineración de residuos sólidos o líquidos hecha en malas condiciones puede dar lugar a humos y partículas sólidas que escapan a la atmósfera. Así, pues, no basta con solucionar el problema de la contaminación del aire, del agua o del suelo por separado. Se debe también, tener en cuenta la propagación de la contaminación de un campo a otro. Muchas de las instalaciones de tratamiento y de eliminación que se consideran como peligrosas, sencillamente, lo que han hecho ha sido trasladar el problema a otro lugar. En muchas ocasiones el remedio ha sido pero que la enfermedad.

Si bien el período de tiempo durante el que se han venido buscando soluciones a los trastornos causados por la contaminación es todavía corto, ha habido una tendencia constante a discutir cada problema por separado (el problema del aire, del agua o del suelo, por ejemplo), en lugar de hacerlo de manera global, lo que ha conducido al hallazgo de soluciones parciales que, a menudo, han tenido como consecuencia la aparición de situaciones mucho peores bajo otros aspectos.

II.2.- Eliminación de los Recursos Gaseosos.

La eliminación de los residuos gaseosos es más un problema de índole cuantitativa que cualitativa. La mayor parte de los residuos gaseosos pueden ser tratados de manera fácil, química o biológicamente. Contienen contaminantes conocidos que pueden ser absorbidos, oxidados, separados o eliminados de cualquier otra forma por los métodos convencionales existentes. De aquí, que no sean tanto el tipo de contaminante como la cantidad total de gas que debe ser tratada lo que dificulta la eliminación de los residuos gaseosos.

Por ejemplo, una sola caldera que admita 100 000 libras/hora, que no es demasiado según los modelos de hoy en día, pueden emitir entre 40 000 y 50 000 *scfm*⁸ de gas residual procedente de la combustión. Si por razones económicas es necesario que esta caldera funcione a base de carbón o "fuel-oil" residual que contenga azufre y que, por lo tanto, hay que eliminar, entonces el costo del aparato para el tratamiento vendrá determinado no por la cantidad de azufre que contenga el gas procedente de la combustión, sino más bien por el volumen total de este gas que debe ser tratado.

Este tipo de problemas aparece en casi todos los sistemas de tratamiento de residuos gaseosos. Es decir, la cantidad de contaminante es pequeña, pero la cantidad de gas conductor no tóxico (generalmente aire y gases inertes) es comparativamente enormemente alta. Un ejemplo similar se encuentra en el depurador que se necesita cuando se trata de incineradores municipales.

⁸ *scfm*: del inglés *slag cubic foot/minute* = 20.5576 m³/segundo.

Un buen incinerador municipal deberá emitir una cantidad mínima de partículas en suspensión, pero el tamaño del depurador no se puede calcular teniendo en cuenta esa cantidad, sino más bien la cantidad total del gas que debe pasar por él, y lo mismo ocurrirá con los diseños que habrán de hacerse pensando más en el volumen de la corriente de gas residual que en la cantidad de materia contaminante contenida en ella.

Se ha traído a colación estos dos ejemplos por una única razón, que es la de señalar al lector, que una reducción en la emisión de gas residual, sean cual sea la forma en que se consiga, tiene como resultado un ahorro mucho mayor que el que se derivaría de la disminución de la cantidad de contaminante arrastrada por el gas residual, siempre y cuando ambas corrientes de gas, independientemente de su volumen, sean tratadas de la misma forma.

Una vez que un gas residual procedente de una estufa, de un horno, de una caldera, de un incinerador, de un proceso químico, de un triturador o de cualquiera de los cientos de sistemas posibles, haya sido recogido en un conducto, en una chimenea o en algún contenedor similar, sólo existirán varios procesos de tratamiento que le puedan ser aplicados antes de que se proceda a su eliminación final, liberándolo en la atmósfera.

Lo primero que hay que considerar es la posibilidad de separar mecánicamente las partículas de materia contenidas en el gas residual, porque cualquier gas puede ser tratado más fácilmente en su estado puro que cuando se presenta como una combinación de gas y sólidos, ya que en el primer caso se pueden aplicar métodos de eliminación final. Las partículas de materia en suspensión se pueden separar, normalmente, por medio de un filtro o de un separador de arrastre, un ciclón, un precipitador electrostático, una inyección de aire, un colector a base de bolsas de tela de algún otro de los muchos tipos de depuradores húmedos que existen.

Las partículas sólidas se recogen en forma seca en los sistemas mecánicos y en forma de cieno o barrillo en los depuradores húmedos. El residuo resultante estará entonces en condiciones de que le sea aplicado un método de eliminación. En este momento se impone que se conozca una serie de cosas acerca del gas:

- 1.- La temperatura.
- 2.- El volumen.
- 3.- Los componentes químicos.
- 4.- El punto de condensación.
- 5.- Los niveles de tolerancia atmosférica para los componentes del gas.

Teniendo ya estos datos se puede seleccionar el método más conveniente para la eliminación final de los residuos. Durante muchos años, a lo que se dedicó atención preferentemente no fue al problema de la contaminación atmosférica, sino simplemente a la forma de desembarazarse de los residuos gaseosos arrojándolos en la atmósfera a través de chimeneas, con la esperanza de que los residuos no descendieran sobre la zona de que se tratara.

Naturalmente, hoy en día casi nadie acepta este método; sin embargo, no deja de ser útil e incluso, en muchos casos, posibilita la expulsión a través de altas chimeneas materias tóxicas, tales como el bióxido de azufre; es posible cuando se presentan en pequeñas cantidades y, además, se pueden mantener concentraciones a nivel del suelo que son peligrosas.

Pero, las chimeneas muy elevadas son caras y puesto que sin lugar a dudas, la Legislación en Materia de Contaminación Atmosférica será más estricta en el futuro, hay que tener cuidado con este método de eliminación. Si el gas residual contiene sustancias orgánicas combustibles, en ese caso es conveniente la incineración como método de eliminación final.

La cremación directa y la oxidación térmica catalítica de tales residuos puede dar lugar a la producción de bióxido de carbono, de nitrógeno y de vapor de agua, residuales que pueden ser expulsados sin ningún peligro a la atmósfera. También son decisiones las consideraciones de índole económica en la selección de los sistemas de incineración, debido a los altos costos que impone el combustible cuando las concentraciones de los componentes orgánicos son bajas.

Si el gas residual contiene sustancias orgánicas en concentraciones relativamente elevadas, entonces la adsorción de los elementos en estado de vapor mediante carbono activado puede ser una forma de recuperar los disolventes más valiosos y de eliminar al mismo tiempo los contaminantes del aire con costos muy bajos.

II.2.1.- Incineración del Gas Residual.

Supóngase que se ha escogido la incineración como el mejor método de eliminación de una gas residual debido a que éste contiene compuestos orgánicos que se oxidan rápidamente a elevadas temperaturas. Entonces se debe determinar qué tipo de incineración es la que mejor conviene para solucionar el problema. Existen tres tipos básicos de sistemas de incineración de gases residuales:

1.- Cremación por Aplicación Directa de Llama.- *“La incineración directa es uno de los métodos de que se dispone para eliminar gases residuales. Normalmente se emplea cuando se trata de sustancias que tienen escasa capacidad de combustión cuando se mezcla con el aire. También se utiliza cuando el gas residual constituye una mezcla combustible a la que no es necesario añadir aire”.⁹*

⁹ LUND. *Op. Cit.* p. 190.

En un aparato de combustión de los que existen en el mercado o en un quemador, bien diseñados ambos, los gases que tienen un poder calorífico pequeño, del orden de las 100 BTU/pie³, se pueden quemar sin necesidad de ningún combustible auxiliar. Los gases que incluso tienen un poder calorífico menor y que son precalentados hasta alcanzar temperaturas de 600 ó 700°F, a menudo, mantendrán la combustión sin ayuda tampoco de combustible auxiliar. El gas procedente de los altos hornos es un ejemplo de un combustible de poco contenido calorífico que hace posible, sin embargo, la combustión.

Aquí se está hablando, por tanto, de cremación directa como proceso diferenciado de la combustión, y aunque ambas operaciones son en realidad combustión, en un caso se quema combustible para aprovechar el calor en él contenido, mientras que en el otro lado lo que se persigue es destruir ciertas sustancias tóxicas del gas.

El ácido sulfhídrico es un buen ejemplo de un gas residual que tiene un poder calorífico lo suficientemente elevado como para sostener la combustión cuando se presenta en forma pura y se le mezcla con aire o que cuando menos libera una cantidad de calor importante cuando se presenta en concentraciones menores.

Aunque la cremación del ácido sulfhídrico no soluciona enteramente el problema de la contaminación atmosférica porque según la cual sea la temperatura final dará lugar a la aparición de bióxido o de trióxido de azufre; sin embargo, es indudable que constituye un paso más en la solución del problema.

El ácido cianhídrico, que es un gas sumamente tóxico, puede ser quemado en el aire. El monóxido de carbono, que también es un gas letal y que suele aparecer como subproducto en muchas reacciones en las que la combustión es sólo parcial, también puede ser quemado de esta forma.

Los vapores de los disolventes mezclados es una porción elevada con el aire pueden producir una mezcla explosiva o combustible susceptible de ser quemado en un sistema convencional de combustión que funcione a base de aire inyectado.

Cuando la cantidad de sustancia combustible contenida en la mezcla se encuentra por debajo del límite inferior de combustión puede resultar necesaria la adición de pequeñas cantidades de gas natural o de otro combustible auxiliar para mantener la combustión en el quemador. Por, en cualquier caso, ya arda la sustancia con o sin ayuda de un combustible auxiliar, la combustión se produce a temperaturas muy altas, por encima de los 2 500°F, consiguiéndose la mezcla óptima con el oxígeno contenido en el aire y derivándose de dicha combustión bióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua.

En este caso, el contaminante, ya se trate de vapores de disolventes o de un gas puro, se utiliza como parte del combustible que se necesita. Se está contribuyendo así, de forma importante, a producir el calor total que requiere el sistema, y de esta forma la combustión puede tener lugar suministrando un mínimo de combustible adicional, y siendo, por tanto, también mínimos los costos de funcionamiento.

Únicamente, debe emplearse la cremación directa cuando la cantidad de combustible adicional para mantener la combustión es baja y en el caso de que el contaminante proporcione al menos 50% de la necesidad de combustible de la mezcla.

El equipo que se puede emplear en la cremación directa puede consistir en un aparato de combustión o quemador convencional, así como en una cámara de combustión, que funcionarían a base de una corriente de aire inyectada o inducida; o se puede emplear también un quemador de llama del tipo de los que se utilizan en muchas refinerías de petróleo y plantas petroquímicas. Los quemadores de llama son básicamente de dos tipos: de llama a nivel del suelo y de llama elevada, que se suelen llamar, entonces, torres de cremación.

2.- Incineración Térmica.- "La mayor parte de los problemas de incineración de gases residuales los plantean las mezclas de sustancias orgánicas y aire en las que la cantidad de esas sustancias es muy pequeña. Esto significa que si la mezcla fuera inyectada en un quemador junto con un combustible auxiliar, como, por ejemplo, gas natural, la cantidad del mismo que sería preciso para conseguir una combustión completa sería muy elevada. La mayoría de los quemadores industriales exigen temperatura de 2 000°F o incluso superiores, para mantener la combustión, cuando la incineración térmica puede conseguirse a temperaturas mucho más bajas, que, a veces, son de 90°F, pero, generalmente, oscilan entre 1 000 y 1 500°F".¹⁰

Estas mezclas con escasez de sustancia orgánica suelen necesitar una gran cantidad de calor para su combustión, por se muy poco el que ellas contienen, y que oscila entre 1 y 20 BTU/pie³. Los casos más corrientes son los de las estufas de desecación, de las que salen vapores de disolventes o de sustancias plastificantes que contienen concentraciones bajas de aire, o las estufas utilizadas en litografía, o en cualquier otro proceso de desecación.

En estos casos lo que resulta más económico es calentar una cámara de combustión utilizando alguno de los combustibles convencionales que se emplean en los quemadores industriales e inyectar en ella el aire contaminado por debajo de la llama del quemador o directamente en ella.

Por lo general, el gas residual se compone esencialmente de aire, y por lo tanto, contiene suficiente oxígeno como para que pueda producir la combustión de la sustancia orgánica contaminante arrastrada por el gas. Pero, en algunos casos, cuando no existe suficiente cantidad de oxígeno en el humo que se desprende, se le puede añadir por medio de un ventilador o de un fuelle, bine sea mezclándolo previamente con el humo o inyectándolo en la cámara de combustión secundaria al mismo tiempo que éste.

¹⁰ *Ídem.* p. 192.

En tales casos, es importante que se respeten las tres "T" que hacen que una combustión sea buena: tiempo, temperatura y turbulencia. Hay que tener en cuenta que estas tres condiciones han de ser óptimas para que se pueda decir que un sistema de combustión es bueno. La temperatura debe ser lo suficientemente alta como para permitir la oxidación de la sustancia orgánica contaminante. Esto sucede, concretamente, a temperaturas superiores a la de autoignición del contaminante puro, y por razones prácticas, generalmente, en estos sistemas de incineración ello se produce a varios cientos de grados por encima de la temperatura de autoignición.

El tiempo es el período que debe permanecer el gas residual en la cámara de combustión, Este tiempo puede variar en función de la temperatura y de la turbulencia entre un cuarto de segundo y un segundo para la mayoría de los residuos gaseosos. La turbulencia es el grado de mezcla conseguido entre el contaminante y el aire, de forma que las moléculas de oxígeno se unan a cada una de las moléculas de la sustancia orgánica dentro de la cámara de combustión, y ello en las condiciones adecuadas de temperatura.

Se puede comprobar fácilmente que si la temperatura es elevada bastará una turbulencia y un tiempo de permanencia menores. Si la temperatura es baja, ocurrirá precisamente lo contrario. Aunque se puede calcular la velocidad de reacción de la mayor parte de los compuestos químicos con el oxígeno, son mucho más fiables los datos obtenidos como resultado de los experimentos realizados con diversas sustancias.

Como el proporcionar a los sistemas de combustión una turbulencia y una capacidad de mezcla adecuadas es de los tres factores el más fácil y el barato de conseguir, es el que se suele considerar como más primordial. La estancia prolongada del gas en un incinerador obliga a que éste tenga que ser mayor y, por tanto, más costoso y a que utilice más combustible auxiliar para obtener temperaturas más elevadas, todo lo cual se traduce en unos costos de funcionamiento superiores.

3.- Incineración Catalítica.- “Este tipo de incineración se aplica a los residuos gaseosos que contienen sustancias combustibles y aire en concentraciones bajas. Generalmente, los agentes catalíticos suelen ser metales nobles tales como el platino y el paladio. Un catalizador se define como una sustancia que provoca una reacción sin participar en ella. El catalizador ni se transforma, ni se desgasta”.¹¹

Estos catalizadores deben estar colocados en medio de la corriente caliente de gas residual, de tal manera que ofrezcan a la misma la mayor superficie de contacto, para que así la reacción de combustión tenga lugar sobre dicha superficie y se produzcan afluentes gaseosos no tóxicos de bióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua.

Las formas en las que se encuentran los catalizadores en el mercado son muy distintas, pero cuatro de ellas son las que se utilizan con mayor frecuencia:

1.- La primera, es la del tamiz alámbrico de Nichrome. El alambre se recubre de un metal preciosos y el tamiz generalmente de tramado irregular, se coloca directamente en el trayecto seguido por el gas afluente.

2.- La segunda, consiste en unas varillas de aluminio, de forma aerodinámica, sobre las que se deposita el metal noble catalizador, y por encima de las cuales se hace pasar al gas residual.

3.- Una tercera forma puede ser un lecho de esferas o gránulos que haya sido recubierto por el agente catalizador.

4.- Y, por último, la cuarta es una rejilla de aluminio, sobre la que se deposita el catalizador. En todos los casos, el área libre que queda en el catalizador es grande, aproximadamente del 90%, y la pérdida de presión al atravesar el catalizador es bastante pequeña, del orden de varias decenas de pulgadas.

¹¹ *Ídem.* p. 194.

Como la mayor parte de los gases residuales que se desprenden de los procesos industriales ordinarios se encuentran a temperaturas bajas, de unos 300°F, se necesita un quemador de precalentamiento para que dichos gases alcancen la temperatura de reacción.

La ventaja de los catalizadores consiste en que la temperatura de reacción en los sistemas catalíticos es más baja que en los sistemas térmicos, porque el catalizador provoca la reacción a temperaturas inferiores. La mayor parte de las reacciones catalíticas se pueden realizar después de un calentamiento previo, en el que se alcanzan unas temperaturas que oscilan entre 600 y 1 000°F.

Naturalmente, de ello se deriva un ahorro de combustible, sobre todo si se compara este sistema con los térmicos, pero ello exige una inversión inicial más elevada, debido al costo del catalizador. Los incineradores catalíticos, generalmente, funcionan a un 25% o menos por debajo del Límite Inferior de Explosión (LIE) de la sustancia orgánica contenida en el gas residual y por debajo de la temperatura normal de oxidación del contaminante.

Sin embargo, hay que tener precaución al analizar el residuo que va a ser sometido a incineración catalítica, para comprobar que el gas residual contiene una concentración de contaminante orgánico suficientemente baja como para que no se queme el catalizador. La mayor parte de los catalizadores valen para actuar a temperaturas comprendidas entre 1 500 y 1 600°F.

Una concentración elevada de sustancia contaminante en el gas residual, incluso con un calentamiento mínimo previo, puede liberar suficiente calor sobre la superficie del catalizador como para producir la cremación catalítica. Por ello, los sistemas catalíticos sirven mejor para aquellos casos en los que las concentraciones de contaminantes son bajas, en los que la elevación de temperatura al pasar por el catalizador es únicamente de unos cientos de grados.

Los sistemas catalíticos se han empleado con gran profusión en la oxidación de los disolventes de pintura, de los olores que resultan de la elaboración de sustancias químicas o de la preparación de alimentos, de los que salen de las estufas de esmaltado de alambres, de las estufas utilizadas en litografía y de las que se emplean en aplicaciones similares.

La apariencia externa de estos sistemas puede ser muy parecida a la de los de incineración térmica directa, excepto la sección ocupada por el catalizador. El agente catalizador se distribuye a partir de la zona en la que el gas es calentado mediante un quemador. La mezcla que se produce pasa a través del catalizador, que generalmente tiene sólo una profundidad de unos pocos pies, y después sale a la atmósfera. La sección transversal del catalizador puede ser circular, rectangular o cuadrada, dependiendo del tipo de catalizador de que se trate y de las limitaciones físicas del sistema.

II.2.2.- Control de Olores.

Los olores que se producen en la eliminación de los gases residuales deben ser, lógicamente, objeto de tratamiento. Ya se ha indicado que la incineración ofrece la posibilidad de eliminar las sustancias tóxicas por oxidación, y lo mismo puede hacerse con los no tóxicos que resultan molestos por su olor.

Si se utilizan tales sustancias en un proceso del cual puedan escapar y pasar a la atmósfera en pequeñas cantidades, el olor de ellas se desprende se expande por la zona adyacente. La expansión de este olor se puede limitar a la planta donde se realiza el proceso o puede extenderse a las inmediaciones de dicha planta y afectar a las zonas residenciales o industriales vecinas.

Si la sustancia residual es de naturaleza tóxica, resulta absolutamente necesario proceder a su incineración o a su depuración, pero cuando el olor no es tóxico o aparece poco concentrado, la solución puede consistir en su neutralización. La neutralización de un olor se basa en el hecho de que dos o más sustancias olorosas se pueden anular mutuamente, lo que significa que si se las mezcla de forma correcta produce un gas inodoro.

Para determinar la utilización adecuada de los métodos de neutralización de olores, lo primero que hay que hacer es clasificar los olores e identificar los compuestos que los producen. Existen seis categorías fundamentales que se han usado para describir los olores: especias, frutos, resinas, flores, descomposición y cremación.

El olor a especias sugiere el olor a clavo, a pimienta, a espliego o posiblemente a alcanfor o a algún otro compuesto orgánico cíclico similar. Las sustancias de tipo de los acetaldehídos se suelen describir como dotadas de olor a fruta. Los olores resinosos son los que se desprenden del asfalto, de la brea, etcétera. Los olores a flores u otros olores dulces son los que se desprenden de sustancias como el éter etílico o la acetona. El olor a descomposición es el que se desprende de las operaciones de mezcla de basuras caseras pulverizadas y fangos activados de aguas negras y alcantarillas y en las de nivelación de terrenos.

No existe un neutralizante universal de olores. Cada fórmula neutralizante está concebida para unos olores específicos o para ciertos grupos de olores. El neutralizante tampoco está concebido para insensibilizar el olfato humano. Sin olfato, un individuo podría verse sometido a los peligros que suponen los olores de los compuestos tóxicos, que sería incapaz de identificar. A pesar de que la pulverización de los neutralizantes de olores es un método normal de dispersión en la atmósfera.

Sin embargo, muchas lagunas destinadas a la ventilación de líquidos residuales emiten olores que son perceptibles de un tratamiento más efectivo o mediante la mezcla del neutralizante con un aceite de parafina ligeramente básico que, extendida sobre la superficie, forme una película muy delgada.

Una solución semejante se aplica cuando se trata de residuos sólidos, particularmente en operaciones de movimientos de tierra. En efecto, se pulveriza el neutralizante sobre la superficie del suelo y se contrarrestan así los olores de la descomposición. Inmediatamente se puede apreciar que los métodos de neutralización de olores son aplicables a la eliminación final de gases malolientes no tóxicos.

11.3.- Eliminación de Residuos Líquidos.

Cuando se examinó la eliminación de los residuos industriales gaseosos, se recalcó que el problema más importante consistía en el gran volumen de residuos que había que tratar en contraste con la cantidad de contaminantes contenidos en ellos.

Sin embargo, los residuos líquidos, por lo general, presentan un problema diferente. Aunque los residuos líquidos industriales pueden ser importantes y la proporción de contaminantes pequeña, la mayor dificultad consiste en la eliminación de la gran variedad que es propia de los mismos.

La industria se ha caracterizado en el pasado por la tendencia a hacer confluir todos sus residuos en una zona única, donde se combinan y se les somete a un tratamiento común. En la actualidad aún persiste esta filosofía en muchos complejos industriales.

Probablemente esto ocurre porque se asigna la eliminación de los residuos de las plantas industriales a técnicos sanitarios familiarizados con los sistemas municipales de alcantarillado. Como éstos reciben todos los residuos domésticos y los conducen a instalaciones centrales de tratamiento, también se concibió espontáneamente una solución semejante para las instalaciones industriales.

El resultado es que al someter a los residuos industriales a este sistema de tratamiento se está cometiendo una gran equivocación. En efecto, se junta una gran cantidad de residuos que si fueran tratados por separado no ofrecerían grandes dificultades en su eliminación, pero que combinados crean, a menudo, un problema insoluble, incluso a nivel de técnicos sanitarios.

Como ocurría con los residuos gaseosos, lo primero que hay que determinar es qué se entiende por sistemas de eliminación y qué se entiende por sistemas de tratamiento, no estando la línea de demarcación suficientemente clara. El técnico que intenta acometer la solución de un problema de residuos se encuentra con una gran gama de alternativas posibles. Algunas pueden ser consideradas como formas de eliminación; otras, como formas de tratamiento.

Procede, pues, que se analice, en primer lugar, el problema en su totalidad. Supóngase que se trata de un líquido residual que contiene sólidos, sustancias inorgánicas u orgánicas tóxicas, y que por todas o por alguna de estas razones no puede ser vertido en la alcantarilla o corriente más próxima. Existen ciertos métodos de tratamiento que pueden ser aplicados para mejorar las características de estos residuos, de manera que, finalmente, se pueda desembarazarse de ellos fácil y satisfactoriamente.

La máxima atención debe concederse, en primer lugar, a la separación de las sustancias sólidas, lo cual se puede conseguir, normalmente, empleando algún aparato o sistema de filtración o de centrifugación.

Los sólidos centrifugados o filtrados pueden, entonces, ser tratados como residuos sólidos y, por tanto, ser enterrados, quemados o recuperados. El líquido que resulta se puede concentrar para separar los sólidos disueltos en un cristalizador o se puede destilar para separar una cierta parte de los mismos.

También se puede utilizar para separar ciertos compuestos la extracción o adsorción líquido-líquido. Si el líquido contiene gran cantidad de sustancias biodegradables se pueden utilizar los sistemas normales de tratamiento de los residuos domésticos. La neutralización mediante ácido u otra sustancia cáustica puede hacer que el pH alcance niveles aceptables.

El intercambio de iones permite que los contaminantes metálicos puedan ser separados y recuperados para ser utilizados nuevamente. Cuando un líquido residual ha sido finalmente sometido a uno o a varios de estos métodos de tratamiento resultará que, o bien ya estará en condiciones de volver a la fuente de suministro de agua a la planta, o bien puede ser evacuado sin que cause perjuicio alguno ni a la vida de las plantas ni a la de los animales. De aquí que sean varios los métodos de eliminación final que pueden ser considerados como adecuados, siendo utilizados todos ellos en la actualidad. Son los siguientes:

1.- Incineración.- *“Es una de las posibilidades con las que cuenta el Hombre para proceder a la destrucción de los líquidos residuales. Un equipo diseñado adecuadamente permitirá conseguir un afluente tan limpio que se ajustará totalmente a las disposiciones en materia de contaminación del aire. Puede parecer redundante clasificar los líquidos residuales, desde el punto de vista de su combustión en dos tipos: 1) Líquidos combustibles, y 2) Líquidos parcialmente combustibles.*

Es evidente que los líquidos no combustibles no pueden ser tratados ni eliminados por incineración. La primera categoría la integran aquellos líquidos en los que todas las sustancias contenidas en los mismos tienen un poder calorífico suficiente como para mantener la combustión de un aparato de combustión tradicional, en un quemador o en cualquier otro aparato, produciendo al quemarse bióxido de carbono.

La segunda categoría estaría integrada por los líquidos en los que las sustancias contenidas no puedan mantener la combustión sin la presencia de un combustible adicional por la elevada proporción de elementos incombustibles que les caracteriza, como, por ejemplo, el agua. Un residuo parcialmente combustible también puede contener sustancias disueltas en su fase líquida, ya que si fueran de naturaleza inorgánica formarían un óxido inorgánico al producirse la combustión y habría que utilizar luego el aparato para su recogida”.¹²

¹² *Idem.* p.p. 216-217.

Hay que suponer que cualquiera de estos tipos de residuos es de naturaleza fundamentalmente orgánica, incluso si la cantidad de esta materia es pequeña. La incineración de tales sustancias se convierte esencialmente en un problema de combustión directa en la que el aire tiene que ser mezclado con el combustible a cierta temperatura por encima de la de ignición, originándose una oxidación rápida y el desprendimiento de bióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua.

Al igual que ocurría en la combustión de los gases residuales, hay que tener también aquí muy en cuenta las tres "T" para que se produzca una buena combustión. Como lo que va a ser objeto de combustión es un líquido residual y no un gas, habrá de ser suministrado el calor necesario para la evaporación de aquél además de conseguir que se produzca la temperatura de ignición.

Como los líquidos se evaporan y reaccionan con mayor rapidez cuando se encuentran en forma pulverizada finamente divididos, generalmente se utilizan atomizadores para inyectar los residuos líquidos en el equipo de incineración, siempre que el grado de viscosidad de los residuos permita su atomización.

Existen muchos residuos que se pueden clasificar como líquidos y que apenas tienen tal naturaleza. Los cienos, los lodos y otras sustancias de gran viscosidad pueden ser sometidos a sistemas de tratamiento por incineración, pero tales sistemas requieren unas características especiales que serán examinadas más adelante.

2.- Eliminación Mediante inyección en una Capa Geológica.- *"Hay muchos líquidos residuales producidos en los procesos industriales que no se prestan a ningún tipo de tratamiento normal, ni tampoco pueden ser incinerados, porque la totalidad, o bien la mayor parte, de los contaminantes que contienen son sustancias inorgánicas.*

*Se examinará, por ejemplo, un ácido débil procedente de un proceso y que aparece en cantidades relativamente elevadas. Los afluentes ácidos pueden ser siempre neutralizados mediante sosa cáustica o cal viva, pero la simple neutralización no elimina la posibilidad de que el agua se contamine".*¹³

La neutralización de un ácido débil como el ácido clorhídrico, utilizando hidróxidos de sodio o de calcio da origen a la formación de cloruros solubles de sodio y de calcio, cuya descarga en una masa de agua potable no es más deseable que las del ácido originario, consistiendo la única ventaja en que su pH es casi neutro. El ácido residual presenta los mismos problemas, si bien en este caso el sulfato cálcico tiende a precipitarse, debido a su escasa solubilidad en el agua.

Una práctica normal durante muchos años en la industria petrolífera, la de inyección de los residuos a gran profundidad, sugirió un método para la eliminación de los residuos de que se viene hablando. Durante muchos años, grandes masas de agua salada, un subproducto no aprovechable de la industria petrolífera, se devolvieron a las capas inferiores de la superficie terrestre aprovechando los viejos pozos de perforación ya secos.

Si se hubiera permitido la acumulación de estas masas de agua salada sobre la superficie terrestre, se hubiera producido la aniquilación de la vida vegetal terrestre en las zonas afectadas, mientras que haciéndolas volver al seno de la tierra se utilizaba un método bastante razonable para su eliminación. En la actualidad, se estima que existen en los Estados Unidos de América unos 40 000 pozos profundos para la eliminación de las aguas salinas, pero de ellos solamente unos 100 se utilizan para la eliminación de residuos industriales. En realidad no se trata de un método de eliminación, a no ser que se considere que las cosas por no verse han dejado de existir. Es más razonable considerarlo como un método de almacenamiento, aprovechándose lugares adecuados que se espera que durante muchos años no será necesario utilizar con otra finalidad.

¹³ *Idem.* p.p. 228-229.

3.- Eliminación de los Residuos Mezclándolos con la Tierra.-

"Muchas aguas residuales industriales contienen compuestos que tienen una NQO¹⁴ elevada, pero no son tóxicos. La mezcla con la Tierra de tales residuos puede resultar aceptable como método de eliminación. La eliminación de los residuos tóxicos domésticos por este procedimiento se ha venido practicando durante miles de años en los arrozales de Oriente.

Tal método se ha hecho poco popular en los Estados Unidos de América por razones de estética y porque, a menudo, resulta difícil controlar el olor, pero, a pesar de ello, es un medio viable para eliminar ciertos residuos. Si la Tierra se puede utilizar para la deshidratación y la oxidación del cieno residual de las alcantarillas, también se puede hacer lo mismo cuando se trata de residuos industriales que contengan sustancias biodegradables o sustancias inorgánicas que puedan convertirse en sustancias nutritivas del suelo".¹⁵

Los residuos de las industrias de productos alimenticios y del papel frecuentemente son eliminados gracias a este método. Estas aguas residuales pueden nebulizarse sobre los campos mediante camiones cisterna o utilizando algún sistema de irrigación, o incluso una red de tuberías que descargan los residuos en los surcos de terreno. Como no es conveniente que el contenido en sólidos sea elevado cuando se utiliza esta técnica de eliminación, a menudo se emplean métodos previos de filtración o de sedimentación. Una Empresa de Papel en Ohio (EUA) trata tres millones de galones por día separando los sólidos (la mayor parte de ellos arcilla y fibras de madera) en un clasificador primario, pulverizando el líquido que queda sobre una ladera boscosa de unos 30 acres.

El líquido residual se pulveriza mediante atomizadores situados a cierta altura sobre la copa de los árboles, de forma que se produce una cierta absorción de agua antes de que lleguen al suelo. Esto evita la erosión y las corrientes de agua.

¹⁴ NQO = Necesidad Química de Oxígeno.

¹⁵ *idem.* p.p. 236-237.

Este método se puede aplicar a los campos cultivados y puede resultar beneficioso para la cosecha, ya que añade sustancias nutritivas al suelo y al mismo tiempo facilita la eliminación del agua residual al disminuir considerablemente su NQO.

Los costos del sistema pueden oscilar según los casos, dependiendo de la cantidad de agua residual y de la distancia a la que haya de ser bombeada o transportada.

Existen ciertas limitaciones en la utilización de este tipo de eliminación, sobre todo cuando se trata de climas fríos. Durante el invierno se pueden producir heladas, y la reducción de la NQO es menor en tiempo frío que en tiempo cálido. Sin embargo, en muchos casos se puede conseguir una reducción del 60% de la NQO antes de que el agua llegue al suelo.

La cantidad de agua residual que se puede mezclar con la tierra utilizando la técnica de la irrigación varía entre 10 000 y 100 000 galones por día/acre, pero la NQO debe mantenerse por debajo de las 200 libras/día/acre.

4.- Eliminación de los Residuos Mediante Depósitos en los Desniveles del Terreno y Posterior Recubrimiento Superficial de los Mismos.- *“Es éste uno de los métodos de eliminación que está siendo objeto en la actualidad de una mayor publicidad. Durante muchos años los vertederos al aire libre se hallaban emplazados en lugares inservibles para otros menesteres.*

Pero a medida que la población crece, se ha ido dado cuenta de que cualquier espacio abierto de terreno puede ser utilizado en un momento determinado de alguna forma. Al mismo tiempo se ve que no se puede quemar todo el residuo sólido en los incineradores municipales y que en muchos casos no está permitido quemar los residuos en los vertederos al aire libre.

*La situación se complica aún más en cuanto que estos vertederos al aire libre ya no resultan aceptables por razones estéticas y de higiene. La nivelación del terreno rellenando las depresiones del mismo con basuras y desperdicios y cubriéndolos luego con una capa de tierra de unas seis u ocho pulgadas de grosor, dejando a la naturaleza que haga el resto, se ha convertido en un método de eliminación".*¹⁶

Las operaciones de nivelación del terreno mediante la eliminación de residuos, que han sido concebidas adecuadamente, pueden resultar muy ventajosas. Las zonas bajas y pantanosas, preferentemente las que se hallan próximas a los complejos industriales y que no estén siendo utilizadas como reservas para la fauna, se pueden rellenar y nivelar con los residuos de origen doméstico.

Generalmente, se puede excavar en la tierra y retirarla mediante máquinas excavadoras y explanadoras, arrojando a continuación en el desnivel los residuos que habrán sido transportados hasta allí en camiones. La explanadora distribuye los residuos por toda la zona, los apisona y los cubre con una capa de tierra de unas seis u ocho pulgadas. Arrojar más residuos, cubriéndolos de la misma forma, hasta que el terreno haya alcanzado el nivel adecuado para que se puedan levantar edificios u otras construcciones.

Estas operaciones de movimiento de tierras pueden ser enfocadas; sin embargo, con un criterio erróneo, lo que conviene evitar por todos los medios. En primer lugar, la nivelación del terreno no debe perseguir exclusivamente la eliminación de grandes cantidades de residuos sólidos, sino la forma de rescatar con el tiempo tierras bajas en zonas que pueden ser de gran valor. Los materiales aprisionados permiten una nivelación del terreno mucho mejor que los no apisonados y pueden evitar problemas posteriores de erosión, cubriendo la capa de tierra un sustrato poroso formado por los residuos que han sido arrojados en los desniveles.

¹⁶ *Idem.* p.p. 247-248.

Pero es conveniente que los residuos tengan la mayor homogeneidad posible y que contengan sustancias biodegradables que puedan acabar convirtiéndose en tierra. Si los residuos con los que se va a nivelar el terreno no contienen sustancias orgánicas, por lo menos deberían conservar su forma original y no ser comprimidos demasiado. Los envases de plástico y recipientes similares constituyen a este respecto un verdadero problema.

La Tierra normalmente no puede ser utilizada hasta pasados varios años desde la terminación de las operaciones de nivelación, para que pueda producirse entretanto la degradación de las últimas sustancias residuales. Es necesario aprisionar la superficie para tener la seguridad de que el suelo reunirá las condiciones adecuadas antes de que empiece a construir. El propio proceso de transformación del suelo es un factor importante a considerar en las operaciones de nivelación.

También habrá de ser considerada la posibilidad de que puedan ser contaminadas las fuentes de agua que se encuentren en los alrededores. Los residuos que se utilizan para la nivelación del suelo y que son solubles en el agua pueden ser arrastrados por el agua de lluvia y acabar contaminando los arroyos y las corrientes de agua vecinas, inutilizándolas. En algunos casos los residuos pueden contener también sustancias tóxicas contaminadoras y ser arrastrados, igualmente, al cabo del tiempo. Hay que poner el máximo cuidado en que los residuos empleados en la nivelación no planteen en el futuro semejantes problemas.

Siempre existirá la posibilidad de que con la nivelación del terreno aparezcan roedores y gusanos, porque la mayoría de los materiales empleados son desechos domésticos con los que los roedores se suelen alimentar. También será necesario subsanar los problemas que plantee el mal olor de los residuos cubriéndolos adecuadamente.

Quizá con lo que haya que tener más cuidado en las operaciones de nivelación sea con la conservación de la fauna y de los recursos naturales. De la misma forma que se puede destruir los recursos naturales procediendo a la inyección de residuos en capas profundas de forma indiscriminada, también se puede destruir algunas capas superficiales de la Tierra que son de sumo valor para los pájaros y los animales rellenando las zonas pantanosas y las marismas e incluso las canteras abandonadas que sirven como lugares de refugio a esa fauna.

Naturalmente, es preciso recuperar terreno para la raza humana, pero también hay que pensar en la contribución de esta fauna a la vida de el Hombre, de aquí que deba hacerse todo lo posible para proteger su supervivencia.

Las ventajas globales de los métodos de nivelación del terreno o de enterramiento de residuos se ven afectados por varios factores. El primero de ellos es el de los costos de transporte desde la fuente hasta el lugar de enterramiento. El segundo es el del costo de la tierra, y el tercero consiste en el costo de las propias operaciones de nivelación del terreno. El tercero es el que tiene menos importancia de los tres, ya que generalmente no se necesitan más que un par de aplanadoras con el personal que las opere, trabajando a razón de ocho horas diarias.

Los residuos, sin embargo, deben ser llevados hasta el lugar indicado y allí ser prensados. Como el costo del transporte y el de la tierra están aumentando en forma alarmante, este método va a resultar rápidamente menos atractivo de lo que era al principio. Aunque se han hecho muchas estimaciones cuantitativas para varias operaciones de nivelación, hay pocas que hayan resultado exactas para un período de cinco años. Un pequeño municipio estimó que una cantera abandonada tendría capacidad suficiente para que en ella se enterrasen los residuos normalmente producidos durante diez años. Solamente dos años después de esta predicción se descubrió que no podrían ser enterrados más que los producidos durante cuatro años si se quería usar la tierra de forma adecuada y selectivamente.

CAPÍTULO III

ORGANIZACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE UN DEPARTAMENTO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN.

III.1.- Organización.

“El Programa de Control de la Contaminación Industrial tiene como cometido la eliminación y el control de los contaminantes activos generados por la interacción de los diversos procesos en los que intervienen hombres, máquinas, materias primas y métodos. Su objetivo es la reducción de los efectos de la contaminación a niveles no perjudiciales, lo que se consigue identificando, midiendo, informando y controlando la fuente de contaminación”.¹⁷

La organización y la gestión de los programas de control de la contaminación industrial está dando cada día mejores frutos y su aplicación es cada vez más amplia. Estos programas tienen como resultado la creación de instalaciones de recogida de contaminantes y de tratamiento de los mismos. Su complejidad puede ser mayor o menor, así como su tamaño y su objetivo es proteger el medio ambiente.

La gestión de estos programas está influida por la “*Water Quality Act*” (Ley sobre la Calidad del Agua), de 1985, que entró en vigor para hacer posible el establecimiento de la calidad del agua, tuvo en cuenta los tres aspectos siguientes:

-50-

¹⁷ GRIMALDI y SIMONDS: La Seguridad Industrial, p. 274.

1.- La determinación del uso que recibirá una masa de agua determinada.

2.- La elección de los criterios sobre la calidad del agua que habrán de ser observados al dedicar la masa de agua a aquellos usos previamente decididos.

3.- La elaboración de un plan que permita alcanzar y mantener estos criterios. Fundamentalmente, perseguirá la mejora de la calidad de las aguas contaminadas y la protección de las aguas limpias.

Un programa destinado al control de un contaminante del aire habrá de tener básicamente en cuenta lo siguiente:

1.- El contaminante que pueda saturar el aire del medio ambiente industrial, ya sea sólido, líquido o gaseoso.

2.- Las características de la zona industrial en donde se experimenta la formación del contaminante y los efectos del mismo, cambios químicos o fotoquímica y sus repercusiones económicas.

3.- La capacidad de la industria en cuestión general para contaminantes del aire, teniendo en cuenta los tipos, la velocidad de emisión y las reacciones atmosféricas.

Los contaminantes del aire pueden ser básicamente de dos clases:

1.- Los que ensucian y corroen, cuya emisión resulta perjudicial para las personas o para las cosas.

2.- Las partículas adhesivas, que pueden producir molestias fisiológicas, y las tóxicas, cancerígenas y radiactivas. Inmediatamente se aprecia que la ciencia y la ley se tienen que contemplar en lo que se refiere a las actividades de control de la contaminación industrial porque existen problemas legales y de entrada en vigor de normas tanto como problemas de análisis científicos de la contaminación.

La metodología para alcanzar tales objetivos requieren un órgano de gestión que:

1.- Organice sistemáticamente las actividades, examine los datos, introduzca cambios en las actividades cuando sea necesario y vaya almacenando esos datos.

2.- Lleve a cabo un estudio empírico de todos los contaminantes, sus fuentes y comportamiento, y ellos de forma sistemática para descubrir los criterios que permitan aplicar la tecnología más adecuada.

3.- Elaborar los objetivos del programa, expresados en términos cuantitativos para poder medir los logros habidos y facilitar la Toma de Decisión respecto de los objetivos a alcanzar. (Ver Figura III.1).

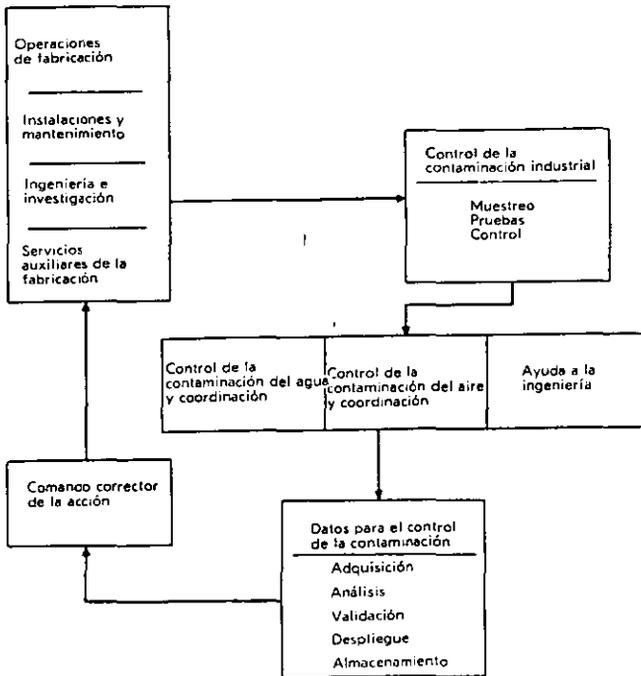


Figura III.1.- Diagrama del Curso de la Organización del Control de la Contaminación.

III.2.- Funciones.

1.- Mantener contacto entre las distintas operaciones de investigación, de producción, de mantenimiento, de las instalaciones y del equipo, así como entre los distintos procesos, tanto nuevos como revisados.

2.- Investigar en torno a esas diferentes operaciones, antes de su puesta en marcha, para poder recomendar la adopción de las salvaguardias para la eliminación y el control de los contaminantes.

3.- Revisar y aprobar o desaprobado las operaciones de investigación y de producción, así como el funcionamiento de las instalaciones en las que se llevan a cabo actividades que puedan generar contaminantes.

4.- Iniciar o reforzar la utilización de procesos nuevos o revisados que respondan mejor a operaciones también nuevas o modificadas.

5.- Controlar estas operaciones para, a su vez, ajustarlas a los planes de control de la contaminación industrial.

6.- Identificar los contaminantes en la fuente, medir la cantidad de ellos que se producen en los procesos y la cantidad que hay en el ambiente como consecuencia de su emisión y, finalmente, llevar a cabo las normas de los organismos competentes en materia de contaminación.

7.- Iniciar una actividad correctora allí donde las operaciones o las zonas no respondan a las normas contra la contaminación.

8.- Informar de las actividades del plan de control de la contaminación industrial al órgano gestor, así como de los datos exigidos por los organismos de control.

Las responsabilidades están en función de lo siguiente:

1.- Evitar, de acuerdo con las autoridades de control, la liberación de toda sustancia que contenga contaminantes.

2.- Revisar los procedimientos administrativos y laborales sobre el uso del equipo productor de contaminación.

3.- Certificar la instalación de instrumentos de control y la realización de pruebas de control de los contaminantes en todos los medios ambientes afectados e informar sobre los resultados.

En cuanto a la Autoridad, se tiene lo siguiente:

1.- Dirigir, en la forma autorizada por los estatutos orgánicos de la compañía, la eliminación y el control de todos los contaminantes que puedan violar las ordenanzas locales, estatales o federales sobre contaminación.

2.- Aprobar todas las operaciones y prácticas que dentro de la empresa impliquen la producción de contaminantes.

3.- Identificar todo el equipo y la fuente específica que emite contaminantes y determinar si el equipo necesita un permiso especial del organismo responsable del control de la contaminación para poder funcionar.

4.- Obtener los permisos necesarios de funcionamiento de los organismos de control cuando así se exija.

III.3.- Evaluación de los Procesos.

*“Hay que establecer un procedimiento para evaluar y certificar que los procesos y el equipo de la instalación de que se trate se ajusten a las regulaciones sobre el control de la contaminación. Los documentos sobre los procesos de fabricación generalmente contienen una lista de todas las sustancias utilizadas, entre las que se incluyen partidas tales como detergentes y disolventes con una nota para las sustancias peligrosas, acompañada de otra lista sobre medidas de seguridad. El equipo masa, generalmente, está incorporado a un lista separada, así como los aparatos auxiliares dedicados a su servicio”.*¹⁸

En algunos estados es necesario registrar todas las fuentes de contaminación e identificar el equipo relacionado con ellas. El plan para el control de la contaminación industrial debe compilar los datos de forma suficientemente detallada para hacer posible su análisis y revisión técnica, de forma que se pueda sopesar la contaminación potencial, comparándola con las disposiciones vigentes. Los datos tienen que hacer referencia al equipo de que se trate, localización, cuando influya en la emisión de contaminantes. Tienen, además, que incluir información técnica sobre la descripción de los procesos, velocidad de emisión, volumen y composición de los afluentes, todo lo cual tiene gran relevancia para determinar la contaminación potencial.

La identificación y el control de todas las fuentes de contaminación exige el plan para el control de la contaminación industrial tenga en cuenta todos los procesos nuevos o revisados de fabricación que puedan alterar el nivel de contaminación del medio ambiente.

¹⁸ LUND. *Op. Cit.* p. 735.

La evaluación de estos procesos se puede llevar a cabo inmediatamente durante la fase de desarrollo del proceso de producción y antes de que la primera producción dé lugar a un nuevo proceso generador de contaminantes. El examen consistirá en hacer una evaluación de la contaminación potencial inherente a las propiedades químicas del proceso, a la ventilación del equipo y al sistema de drenaje. La revisión de los documentos que hagan referencia al proceso debe hacerse sin olvidar los efectos fisiológicos, los costos y los factores del proceso que puedan ocasionar molestias a la general contaminación por interacción.

El plan debe determinar dónde hay que utilizar un proceso y cuándo se prevé que habrá de comenzar la producción. Así mismo, debe prever la obtención de muestras del afluyente procedente del drenaje del proceso y de las emisiones de las chimeneas, las pruebas a realizar sobre la concentración y la evaluación de los resultados, comparándolos con las Normas de Control de la Contaminación.

Las características de los contaminantes y la velocidad de su emisión debe servir como base para planificar la vigilancia que se vaya a ejercer después de la certificación. Cuanto más elaborada sea la concentración de los contaminantes peligrosos, más frecuente tendrá que ser su revisión. Toda nueva fuente de contaminación deberá obtener inmediatamente la carta de permiso, habiendo de ser identificados sus contaminantes específicos.

El equipo nuevo o revisado que se necesita en el proceso generalmente se registra en el organismo de control cuando se solicita la autorización para su construcción e instalación, lo que ocurre cuando el diseño es completo y antes de que empiece a ser suministrado. Las pruebas de rendimiento del equipo suelen ser realizadas por el fabricante de acuerdo con las prácticas normales y en presencia del comprador.

La estimación del rendimiento de la "primera puesta en funcionamiento" debe ser obligatoria para tener seguridad de que el equipo, en condiciones normales de funcionamiento, se ajuste a las Normas y a las exigencias del plan para el control de la contaminación industrial. Todos los contaminantes deben ser identificados y medidos durante la prueba de la "primera puesta en marcha", Figura III.2.

CERTIFICADO DE CONTROL DE LA CONTAMINACION

Número del permiso _____ Fecha de expedición _____ Por _____
 Fecha de anulación del certificado _____ Fecha de nueva certificación _____

Este documento certifica que el equipo que aparece en la lista de abajo cumple los requisitos estatutarios y de control de la contaminación cuando funcionó en los procesos indicados más abajo.

Equipo Partida número _____ Descripción _____
 Situación _____ Departamento _____

Proceso de fabricación : _____

Número	Título	Contaminantes			Observaciones
		Agua	Líquido	Sólido	

Características de funcionamiento

Entrada de materia prima _____ Normal _____ Máximo _____
 en el proceso (libros/hora) _____ Normal _____ Máximo _____
 Producción del proceso (libros/hora) _____ Normal _____ Máximo _____
 Agua residual (GPM) _____ Contaminantes _____ PPM _____
 VENTILATION (CFM) _____ Contaminantes _____ PPM _____
 Plan de funcionamiento _____ HR/DM _____ Días semana _____ TOTAL HR _____
 Método de muestreo _____ Situación _____

Comentarios: _____

Aprobación _____ Título _____ Fecha _____

Figura III.2.- Certificado de Control de la Contaminación.

El dato de referencia planeado para cada fuente de emisión debe reflejar las condiciones normales del funcionamiento máximo de la fuente en cuestión. Por ejemplo, las emisiones de gases de escape de un proceso de chapeado deben ser medidas inicialmente en condiciones de funcionamiento máximo, es decir, cuando la superficie que se está chapeando, la densidad de la sustancia que se añoca y la temperatura son las mayores que permite el proceso.

Después de pasar revista a la documentación existente sobre todos los procesos que existen y después de establecer un procedimiento para la revisión de las primeras producciones de los futuros procesos para determinar si es necesario establecer controles para los contaminantes, hay que desarrollar métodos apropiados que sirvan para identificarlos, medirlos y controlarlos, debiendo ser incorporados a "El Manual para el Control de la Contaminación Industrial".

La capacidad y la experiencia técnicas de los analistas varía mucho. El éxito en la utilización del método recogido en el Manual dependerá no sólo de que éste se ajuste con todo detalle a los procedimientos específicos, sino también dependerá de la preparación de la experiencia y de la interpretación de quienes lo manejen. La técnica más adecuada para el control de la contaminación y que sea aplicable al proceso deberá ser registrada haciendo mención de ello en una sección especial de el "Manual de Control de la Contaminación". La decisión que resulte de la revisión del proceso se debe anotar también en el libro de registro de estas revisiones, indicando el tipo de contaminación, (Figura III.3). Por lo general, las fuentes de contaminación industrial pertenecen a alguna de estas tres categorías:

- 1.- Funcionamiento de los procesos de producción.
- 2.- Funcionamiento de la maquinaria y mantenimiento de la planta.
- 3.- Servicios auxiliares, desde los laboratorios fotográficos hasta los laboratorio para la investigación.

Registro de revistas del proceso									
Número del proceso	Nivel de la previsión	Descripción	Fecha de la revisión	Acción		Equipo		Contaminante	
				Memo-rándum	Fecha	Número	Descripción	Del agua	Del aire

Figura III.3.- Registro de Revistas de Proceso.

El programa de control de la contaminación agrupa en dos categorías a todos los procesos de fabricación que están relacionados con la contaminación, así como a los equipos auxiliares: los que necesitan autorización y los que están exentos de autorización.

Las fuentes principales de contaminación, tales como las grandes plantas industriales de energía, los incineradores y las instalaciones para el acabado de metales y los que necesitan un diseño especial, se las conoce como fuentes de contaminación "que necesitan autorización".

Entre las fuentes de contaminación "exentas de autorización", cabe citar a aquellas partes del equipo o de los procesos que actúan como fuentes menos importantes de contaminación y que están legal y administrativamente autorizadas para operar sin tener que obtener permiso de los organismos competentes en las cuestiones de control e la contaminación.

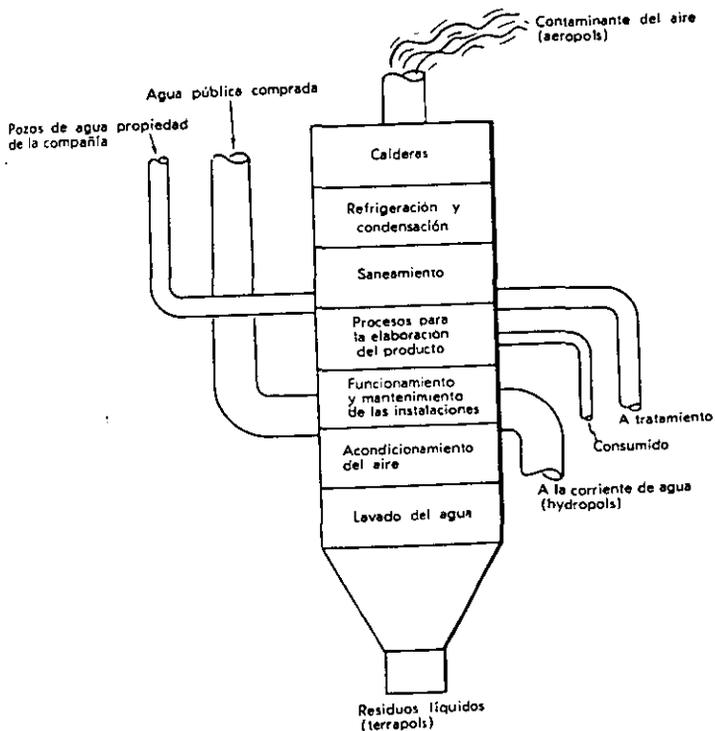


Figura III.4.- Fuentes de Contaminación Industrial.

Todas las unidades del equipo, ya sean móviles o estén inmovilizadas, tienen que haber sido revisadas, estimados los contaminantes que generan y anotados en el registro de revisiones para el control de la contaminación. El administrador de control de la contaminación debe preparar las solicitudes de autorizaciones en la forma y conforme a los requisitos preestablecidos por el organismo competente para el control de la contaminación, cuando se trate de cualquier construcción, alteración, ampliación o mantenimiento, pueda descargar o emitir un contaminante en el medio ambiente en que se encuentra la planta.

Generalmente se necesita un "permiso para construir" de acuerdo con las plantas y condiciones que hayan sido aprobadas por el organismo competente. Cuando sean cumplidas satisfactoriamente las condiciones relativas a la construcción, el organismo puede exigir un "permiso de funcionamiento", según sea el grado de ajuste a sus Normas que se haya apreciado en la prueba "de la puesta en marcha". El permiso de funcionamiento debe ser revocable en el caso de que dicho funcionamiento no se desvíe de forma continua de los criterios en vigor para el control de la contaminación.

El número del permiso debe anotarse en el certificado del control de la contaminación industrial, que se fijará en un lugar visible del equipo (Figura III.5). El certificado se colocará en todo equipo, tanto "los que necesitan autorización" como "en los exentos de ella", bajo la vigilancia del programa para el control de la contaminación industrial.

Control de la contaminación	
<u>CERTIFICADO</u>	
Equipo n.º	_____
Departamento	_____
Permiso n.º	_____
Fecha del certificado	_____
Aprobación	_____

Figura III.5.- Certificado para el Control de la Contaminación Industrial.

III.4. - Receptores de la Contaminación.

“La investigación inicial que se hace sobre la corriente receptora establece las condiciones en que se encuentra ésta antes de la activación de los procesos o de las plantas que originan los contaminantes. La investigación tiene que tener en cuenta factores tales como la NQO, las concentraciones de los sólidos, el pH, las temperaturas, el flujo, la profundidad, la flora y la fauna. Los métodos de muestreo, de prueba y de medición tienen que ser aprobados por el organismo adecuado de control o ser como los definidos por la Asociación Americana de Obras Hidráulicas en publicación: “Métodos Normalizados de Análisis del Agua y de las Aguas Residuales”.¹⁹

A continuación se da la lista, por orden de preferencia, de otros documentos en los que se pueden encontrar métodos apropiados:

- 1.- Publicaciones del Servicio de Sanidad Pública de los Estados Unidos, series WP.
- 2.- Procedimientos de Análisis del Agua y de las Aguas Residuales, de la Comisión Sanitario del Río Ohio.
- 3.- Publicación D-19 del Comité de Agua y de Aguas Residuales de la Sociedad Americana para Pruebas de Materiales.
- 4.- “Método Analítico Normalizado”, de Scott.

Las corrientes de agua y los lagos que reciben los afluentes de las plantas deberían ser generalmente examinadas cada semestre o cada año, o cuando las circunstancias así lo exijan, por ejemplo, cuando se produzcan escapes accidentales.

¹⁹ *Ídem.* p. 742.

El muestreo inicial del aire, antes de que la planta o los procesos comiencen a funcionar, determinarán de alguna manera la contaminación existente en el aire de la zona en que se orienta la planta. Los métodos de muestreo podrían ser parecidos a los que se describen en el "Manual de Operaciones de Campo", del servicio de sanidad pública de los Estados Unidos. La selección del tamaño de la muestra depende del tipo de la concentración y de la fuente de contaminante emitido.

Los contaminantes del aire deben ser disueltos en medios adecuados, y el análisis que se haga a continuación se llevará a cabo de la forma más conveniente, por ejemplo, haciendo pasar la muestra de aire a través de una solución diluida acuosa de ácido sulfúrico que contengan peróxido de hidrógeno para medir el bióxido de azufre. Para la recogida de partículas, se pueden utilizar recipientes que contengan un 50% de agua destilada. Las estaciones de muestreo deben estar situadas en las proximidades de las fuentes, así como en los límites de la finca en que se asiente la planta.

III. 5.- Entrenamiento.

“Hay que estar siempre alerta para conocer los métodos nuevos o perfeccionados de eliminación de la contaminación; se conseguirá con ello utilizar al personal del que se disponga con mayor eficacia y podrán establecerse técnicas superiores de entrenamiento y más estimulantes.

*Muchos programas para el control de la contaminación están montados con vistas al tratamiento de los residuos domésticos y de las aguas residuales. Por ello, la industria tiene que desarrollar programas de casi tratamiento que resulten adecuados a su situación particular. Frecuentemente estos programas concretos no están en armonía perfecta con un enfoque global del control de la contaminación industrial, y debido a los costos tan enormes que esto último implica no es muy probable que lo estén nunca”.*²⁰

Los manuales modernos de entrenamiento para el control de la contaminación entre los que cabe incluir el “Manual de Prácticas”, de la Federación para el Control de la Contaminación del Agua, proporcionan las mejores técnicas para encontrar soluciones y tomar decisiones sobre los problemas que pueda plantear el funcionamiento del equipo. Un Manual debe estar escrito por personas que se hallen familiarizadas con los procesos de producción y que tengan experiencia sobre el funcionamiento del equipo.

Deberán conocer los procesos destinados a la eliminación de la contaminación, el equipo, los instrumentos, tener experiencia sobre su fabricación, mantenimiento y reparación, así como en lo que se refiere a las operaciones de pruebas e interpretación de los resultados. Los cuadernos a base de hojas intercambiables pueden resultar muy útiles para anotar las revisiones e intercambiar cuando convenga las hojas correspondientes al nuevo equipo.

²⁰ *Ídem.* p. 748.

La elaboración de un Manual sobre el funcionamiento permite llevar a cabo de forma rutinaria la revisión de las operaciones más dificultosas que se pueden automatizar, quedando así el operador libre para dedicarse a actividades más provechosas, como son la realización de pruebas y los análisis. Ello ayudará, además, a eliminar la distancia entre el funcionamiento real y el teórico. La misma autoridad que aprobó el equipo puede indicar si el "Manual para el Control de la Contaminación Industrial" es adecuado, teniendo en cuenta el diseño, los planos de la instalación y las características del equipo.

Los operadores de las plantas para el control de la contaminación industrial necesitan obtener un certificado o título; ahora bien, éste debe limitarse a exigir los conocimientos que respondan a las prácticas definidas en el "Manual de Funcionamiento"; el Certificado es intransferible y de validez restringida a la planta para la que se escribió y aprobó el "Manual de Funcionamiento".

Los cursillos básicos sobre matemáticas y química que se exigen en la actualidad en la mayoría de las plantas de tratamiento de los residuos domésticos y de aguas residuales deberían constituir un requisito para obtener el certificado de operador de una planta de control de la contaminación industrial. La obtención de dicho certificado tendría que condicionar también la concesión de los "permisos de funcionamiento" en los procesos más importantes que producen contaminación industrial.

El entrenamiento del operador de control de la contaminación garantiza la exactitud y la precisión de aquél en su trabajo y la confianza de los resultados obtenidos. Pero este aprendizaje ha de incluir tanto aspectos técnicos como otros relativos a la higiene y la seguridad. Un operador bien informado comprende perfectamente la importancia y los objetivos de su trabajo, la filosofía del plan de control de la contaminación debe ser la de responsabilizar a cada individuo.

Los métodos analíticos pueden estar basados en sólidos estudios científicos y en años de experimentación, pero si se utilizan de forma inadecuada o se interpretan incorrectamente, el esfuerzo resulta estéril. Evidentemente, las instalaciones y el equipo más moderno no aseguran el éxito técnico sino se las utiliza de forma correcta. Los resultados serán más provechosos si el operador conoce los aparatos para el control de la contaminación, que si aplica simplemente en contenido del Manual como si los esquemas técnicos del mismo fueran recetas de cocina.

III.6.- Metodología de Control.

“Los programas para el control de la contaminación revisan continuamente las operaciones de fabricación y el funcionamiento de las instalaciones para tener la seguridad de que se están cumpliendo todos los requisitos. Cada revisión debe constar de un muestreo estadístico y de un análisis de aire y/o agua que resultan de las diferentes operaciones de fabricación.

La revisión es una repetición periódica de la prueba de “puesta en marcha” para tener la certeza de que el equipo funciona correctamente. La forma de llevar a cabo esta revisión se indica en las instrucciones para el control de la contaminación de las propias instalaciones (Figura III.6). Puede ser que no se consiga una precisión máxima económica de tiempo y de movimientos en su realización. La preparación del programa de análisis debe de proceder, si es posible, al muestreo. Hay que aplicar criterios razonables para conseguir un muestreo efectivo”.²¹

Deben conocerse las situación exacta y los patrones de fluencia de todos los drenajes, zanjas, canales, chimeneas de escape; así como de las fuentes de residuos sólidos y también los métodos de transporte utilizados. También hay que conocer la naturaleza química y física de todos los contaminantes y su relación con el sistema que los transporta, de forma que se pueda aplicar la ciencia con realismo y conocimiento de causa. Convendrá tomar medidas cuando las operaciones de producción y funcionamiento de las instalaciones no se ajusten a los procedimientos establecidos. En estos casos se elevará un informe que sirva para proceder al control de la contaminación dirigido al Departamento que corresponda, identificando el proceso que no funcione correctamente y recomendando aquellas intervenciones que puedan enderezar los fallos existentes.

²¹ *Ídem*. p. 753.

El informe explicará detalladamente en qué consiste el mal funcionamiento y establecerá una fecha para llevar a feliz término las intervenciones debidas. Serializando los informes, mejora la continuidad y el registro de las funciones. El programa de control de la contaminación asegura una respuesta pronta y eficaz a los informes, proponiendo, las mediadas adecuadas. Si estas no se llevaran a cabo, un segundo informe determinaría la retirada del servicio del proceso o del equipo que no funcione bien hasta que se tomen las medidas correctivas oportunas.

Cuando posteriormente, vuelvan a respetarse los patrones de control, se autorizará otra vez el funcionamiento del equipo o proceso descalificado. El procedimiento de control debe estar vigilado para que cumpla todos los requisitos. Cada vez que en el Manual se haga referencia a un informe sobre un procedimiento específico de control de la contaminación, habrá que revisarlo para comprobar su exactitud y su aplicación. Si el informe no recoge procedimientos que existen en la práctica, sino que adelanta prácticas o procesos nuevos o revisados, deberán ser verificados en forma apropiada, identificándose el proceso y la razón de los cambios o de la cancelación.

Puede ser necesaria la aplicación de procedimientos de emergencia, y ello dependerá de la naturaleza y del estado crítico de los componentes específicos del sistema. El procedimiento para el control de la contaminación tiene que ser flexible si requiere que se adapte las situaciones extraordinarias y que ofrezca una respuesta rápida.

Hay que utilizar técnicas de análisis de averías en todos los casos en que se produzca alguna hasta ahora desconocida y ello para determinar el tipo de avería, sus efectos y causas, así como las medidas que sean necesarias tomar para evitar que se vuelva producir. Cada situación debe ser considerada desde el punto de vista legal y desde el técnico.

Se ha de distribuir una copia del informe a todos los afectados directamente por la situación de emergencia, los procedimientos a utilizar en estos casos habrán de perseguir evitar violaciones en el cumplimiento de los requisitos exigidos para el control de la contaminación. Así como la interferencia con las plantas de producción, estableciendo medidas correctivas y sistemas de prevención de funcionamiento defectuosos.

III.7.- Costo del Control.

“El control de la contaminación es un fenómeno multidimensional. De ahí que el costo del funcionamiento de los programas para el control de la contaminación sea de difícil estimación a efectos de planificación. En la Figura III.7 se muestra el costo estimado para conseguir los objetivos del Gobierno Federal para el tratamiento del agua”.²²

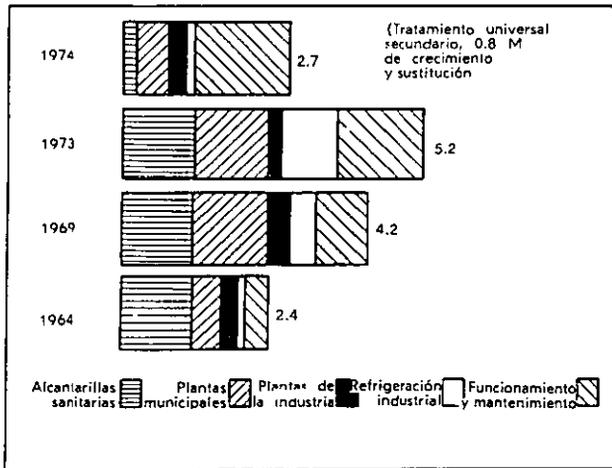


Figura III.7.- Costos de Tratamiento de Agua Residual de Origen Industrial y Doméstico para Alcanzar los Objetivos Propuestos para 1993.

²² *Idem.* p. 758.

La Figura III.8 refleja la cantidad total de residuos de origen doméstico e industrial. Se observa el crecimiento estimado siempre de los últimos. También es conveniente conocer, al expresar los costos totales como la proporción de los mismos, que viene movida por los efectos de la contaminación sobre la interacción social. En algunas ocasiones se ha estimado que el valor de un pez representado por el dinero que gasta el pescador en capturarlo oscila entre 30 y 40 dólares. El costo psicológico; es decir, de aquello que causa molestia o angustia, debe ser considerado también como parte del costo total.

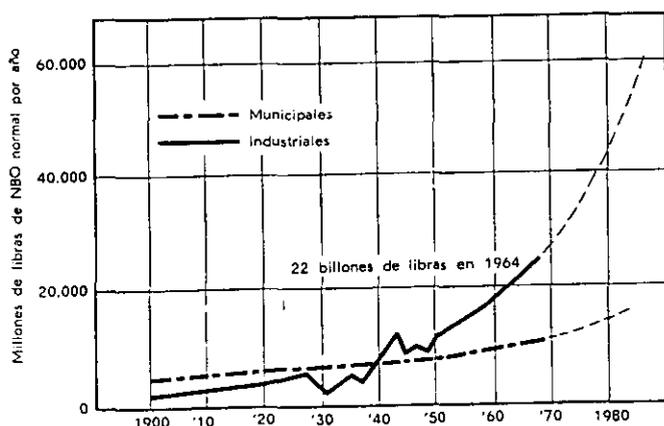


Figura III.8.- Residuos que tiene la Necesidad de Oxígeno.

El efecto de la contaminación sobre el valor de las propiedades parece que es una función lineal de la medida geométrica del coeficiente de sulfatación, según un modelo en donde queda reflejado el 20% de las variaciones en el valor de las propiedades.

El costo de control y de la eliminación de la contaminación industrial debe hallarse en relación a la eficacia que se consigue en la desaparición o control de los contaminantes. Esto se suele expresar en términos cuantitativos, por ejemplo, la cantidad en que ha sido reducida la "NQO" expresada en libras en relación con la cantidad también en libras, de producto obtenido. Otro indicador de la efectividad de l sistema de gestión consistirá en medir la frecuencia con que sea incapaz de alcanzar los patrones de calidad seleccionados. El costo de control debe estar en relación con los patrones de calidad adoptados de forma que se consiga al costo mínimo.

El funcionamiento del plan para el control de la contaminación puede simularse produciendo sintéticamente las sustancias sobre las que va actuar para obtener así los costos mensuales de funcionamiento y los costos medios anuales. La presión de que los costos del control de la contaminación crecen linealmente conforme al grado de control, hace posible la aplicación de técnicas de programación lineal a la resolución de este problema.

La obtención de la técnica óptima exige una estimación cuidadosa de los siguientes parámetros:

1.- Identidad del proceso contaminador y cantidad máxima y mínima de contaminación que puede producir; por ejemplo, en las plantas de enlatado de alimentos los desperdicios de los animales, pelos, plumas de aves, ácidos fuertes y álcalis, ciertos gases y sustancias tóxicas.

2.- Cantidad de contaminación delatada por las instalaciones de control; es decir, NQO, pH, sólidos en suspensión y necesidad de cloro.

3.- Costos del funcionamiento de cada sistema de control de la contaminación o instalación que funcione en base a la cantidad de flujo y la de los residuos, por ejemplo, las cámaras de filtros de bolsa, los post-quemadores, los depuradores y otros sistemas para el control de vapores.

4.- Situación de la corriente de agua antes de recibir el afluente de la planta y criterios de calidad que hay que aplicar a dicha corriente.

5.- Las ventajas de un sistema unificado que sirva a un cierto número de industrias situadas en la misma zona.

El nivel óptimo se consigue cuando se minimizan los costos combinados de todos los procesos para el control de la contaminación manteniendo los patrones exigidos para el afluente final que desagua en la corriente receptora.

Las plantas para el control de la contaminación industrial generalmente funcionan sin tener en cuenta la eficiencia ni las variaciones temporales o espaciales de los procesos generadores de contaminación. Una planificación sistemática del problema de trabajo puede tener como resultado una mejor utilización de personal, lo que se traducirá en una reducción de los costos. La medición del trabajo se puede llevar a cabo elaborando y aplicando patrones de rendimiento técnico. La revisión de la planificación y medición del trabajo tiene a menudo como resultado la reconsideración del equipo y las herramientas utilizadas, lo que puede significar otra reducción neta de los costos. Un buen programa de mantenimiento maximiza la disponibilidad del equipo y minimiza el deterioro del mismo durante un largo periodo de funcionamiento.

No se dispone siempre de información exacta porque los objetivos no están claramente definidos en las actividades de control de la contaminación industrial. Hay que operar con el grado de incertidumbre y de riesgo que llevan asociados las intervenciones que buscan la consecución de objetivos, y además de la utilización de una política sistemática habrá de suponer comprensión dada sus insistencia en obtener respuestas cuantitativas.

Es fundamental aprender a utilizar la información cuantitativa, complementada con la madurez, la inteligencia y la sensatez, de forma que las decisiones resultantes maximicen los beneficios para la industria.

CAPÍTULO IV

NORMATIVIDAD PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL.

IV.1.- Comparaciones de Tipo General.

Resulta muy arriesgado generalizar sobre las prácticas para el control de la contaminación cuando, como en Europa, existen tantas divisiones políticas y étnicas, ya que siempre es posible encontrar una excepción. A pesar de ello, se puede dar una idea general de aquello en lo que las prácticas Europeas se distinguen de los Estados Unidos de América. Sin embargo, téngase presente que los Europeos tratan y controlan sus contaminantes utilizando los mismos métodos básicos que los Estadounidenses.

No han desarrollado ningún "método revolucionario" para controlar la contaminación. Lo único que han hecho ha sido adoptar las distintas técnicas a su situación económica y social y han establecido relaciones más complejas de cooperación entre la industria y los organismos gubernamentales de control.

Esto se debe a que los Europeos han venido aplicando prácticas para el control de la contaminación desde hace varios años. De hecho, la mayoría de las leyes a las que se acogen en la actualidad para justificar su actuación se derivan de las antiguas disposiciones sobre el "ruido" y la "salud pública", que fueron establecidas antes o al comenzar el siglo XX.

La situación está cambiando en la mayoría de los países y se establecerá en los próximos años una nueva Legislación directamente encaminada al control de la contaminación. Esto no significa que los patrones se vayan a relajar, sino que serán más estrictos cuando ya existan, y en caso de no existir, las industrias, sobre todo las más grandes, tendrán la gran obligación moral de procurar al público la mayor protección posible.

La contaminación del aire se controla a nivel nacional. Y la del agua es controlada por las autoridades locales. El control, generalmente, se lleva a cabo mediante un sistema de permisos que tienen que ser obtenidos por las industrias antes de que puedan empezar a funcionar. Generalmente, se adopta la actitud de aplicar el medio más práctico.

Esto puede implicar alteraciones en la planta y en los métodos a medida que se va disponiendo de nuevos medios. Es raro que se apliquen sanciones legales para hacer respetar la Legislación sobre el control; su cumplimiento se consigue mediante la educación y la persuasión. Hay una excepción: en Alemania, donde la Asociación de Ingenieros Alemanes cuya comisión encargada de la limpieza del aire establece los patrones, ha adoptado "la regla técnica generalmente aceptada". Esta es una regla que ha sido ensayada y llevada a la práctica.

La industria generalmente lleva a cabo la investigación sobre el control de la contaminación, si bien en Inglaterra y Holanda el gobierno tiene laboratorios de investigación a los que la industria puede encargar trabajos de averiguación a precios de costo. Las industrias más importantes, especialmente en Alemania, tienen grandes plantillas de técnicos para la investigación del control de la contaminación, que no solamente efectúan investigaciones para la empresa, sino también para el gobierno, cuando así se lo encarga en comisión.

Estas plantillas de técnicos tienen tendencia a perfeccionar sus propios aparatos de control o a modificar el armazón del aparato para adaptarlo a algún proceso particular. También existe la tendencia a ensayar modelos a gran escala de un nuevo proceso para el control de la contaminación durante un año, por lo menos, antes de que se utilicen plenamente. A menudo, si se duda sobre las ventajas relativas de dos o más procesos se les hace funcionar bajo las mismas condiciones durante un año para obtener datos sobre su funcionamiento antes de que se realice la selección de un proceso.

Generalmente, esto tiene como resultado la introducción de algunas modificaciones en la unidad aceptada, de manera que es bastante raro encontrar un equipo al que después de su compra no se le haya introducido algún cambio.

Se ha elegido una serie de operaciones industriales como ejemplo para ilustrar las características de las prácticas Europeas para el control de la contaminación. Estos ejemplos son muy conocidas e ilustran bien las diferencias entre el funcionamiento de las técnicas americanas y las europeas. Por razones de necesidad no se ha podido incluir a todos los países, y algunos ejemplos que hubieran resultado muy prácticos han tenido que ser omitidos por diversas razones. El funcionamiento completo del control de la contaminación en la planta concreta que represente a alguna industria determinada se dará con detalle suficiente para hacer posible una comparación aceptable con una industria estadounidense similar.

IV.2.- Industria Química (Alemania).²³

1.- Bayer, Leverkusen (Alemania). Esta planta, que ocupa 45 000 empleados está considerada como un modelo de control integrado de la contaminación. Su problema con respecto al control de la contaminación es uno de los más complicados, ya que los residuos que resultan de la fabricación de varios centenares de productos químicos arrastra toda la gama de contaminantes industriales. Desde 1986 a 1997, Bayer ha invertido unos 83 millones de dólares en equipo capital para el control de la contaminación del agua y del aire.

Los costos de funcionamiento se han elevado a 35 millones de dólares. La cifra estadística más importante consiste en que tienen planteado un programa que prevé una dedicación de 6 millones anuales hasta 1994 para continuar la investigación y mejorar los equipos de control. Esto supone una inversión bastante elevada, pero solamente representa el 5% del capital total desembolsado, y desde un punto de vista económico se considera dentro de los límites viables de funcionamiento.

El aspecto más importante de las cifras no es su cuantía, sino la forma en que se han gastado, y esto se ha llevado a cabo con vistas no sólo a integrar las necesidades de la totalidad del complejo industrial, sino también las necesidades de los municipios próximos.

Tienen un centro para el control total de la contaminación; una planta muy completa y eficiente para la combustión de los residuos; una nueva planta residual para los residuos del laboratorio y que también está destinada a tratar lo que se produce en los estudios de investigación.

-79-

ESTADO DE LA CONTAMINACIÓN
INDUSTRIAL Y AMBIENTAL

²³ *Ídem*, p.p. 705-712.

Un proyecto conjunto con las autoridades gubernamentales locales para la purificación y eliminación de los residuos, y, lo que es sumamente importante, una sección separada para el control de la contaminación.

En su sección de control de la contaminación trabajan de forma fija 50 personas, de las que 10 tienen el grado de Doctor, 20 son graduados universitarios y el resto son técnicos. Este alto grado de cualificación del personal determina una Calidad muy elevada en la Organización y el Control de la Contaminación.

Bayer tiene una planta para la combustión de residuos, fue construida para eliminar los residuos químicos cuya destrucción era difícil, utilizando métodos convencionales, sin que pudieran causar algún daño.

Estos residuos se distinguen de las basuras domésticas en tres aspectos diferentes:

- 1.- No solamente son sólidos, sino también líquidos y pastosos.
- 2.- Su valor medio calorífico es 2 ó 3 veces el de las basuras municipales convencionales.
- 3.- Cuando se les quema producen más hollín, humo y olor que la basura normal.

Esta es la razón por las que Bayer construyó en 1991 una gran planta piloto para obtener los datos que le permitieran construir una planta a gran escala para la combustión de residuos en 1997.

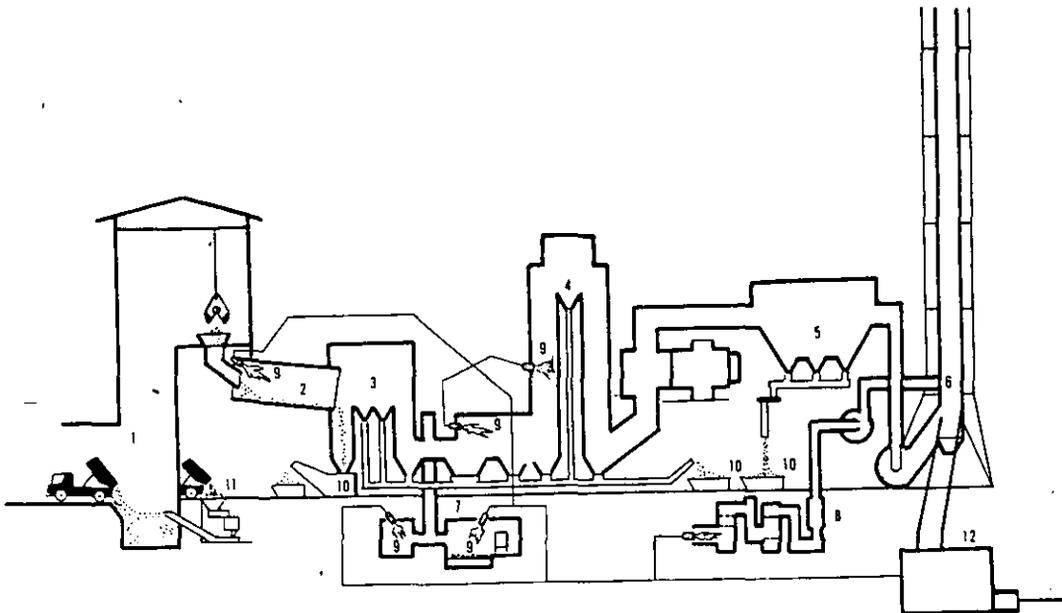


Figura IV.1.- Planta de Combustión de Residuos en Bayer-Chemical Co., Leverkusen, Alemania. 1). Receptáculo para Carbón, 2), Horno Rotativo, 3). Postquemador, 4). Caldera de Tipo La-Mont, 5). Filtro Electrostático, 6). Chimenea para Humos, 7). Hornos Accesible Mediante Vagoneta para Quemar los Combustibles en el Equipo, 8). Cámara de Combustión con Depurador, 9). Quemadores que Utilizan Residuos Líquidos, 10). Cubetas para Escorias, 11). Pulverizador por Impacto, 12). Tanque de Combustible Líquido.

IV.3.- Industria del Cemento en Suiza.²⁴

2.- Industria del Cemento en Holderbank (Suiza). La industria del cemento es una actividad que normalmente produce mucha suciedad, pero la planta de Holderbank funciona con gran limpieza y sin originar polvo y a pesar de ello, es muy competitiva.

La Sociedad Suiza de fabricantes de cemento adoptó en 1994 unos patrones muy severos sobre la emisión de polvo. Hicieron esto para evitar las quejas que producía el malestar ocasionado por el polvo, pero no había ninguna Ley que les obligara a reducir la emisión de éste. Pusieron en vigor sus patrones en el marco de la Asociación a la que pertenecían.

Los patrones no son aplicables en las nuevas instalaciones en las que la emisión de polvo no sobrepasa los 100 mg/m³, y en un plazo de 10 años estos patrones conseguirán que en las viejas plantas el nivel de emisión no supere los 150 mg/m³.

Muchas de las viejas plantas ya han conseguido el nivel que les ha sido asignado. La propia Asociación de fabricantes ha puesto en vigor estos patrones y existe una sección encargada de su cumplimiento que tiene acceso a todas las plantas. Se miden las emisiones de polvos en todas las plantas con los mismos instrumentos.

En 1994 la planta de Holderbank emitió 2 000 mg/m²/día, de los que 100 mg se alejaron hasta una milla de distancia. Esto se ha reducido a un máximo de 100 mg en las cercanías de la planta y a 50 mg a una milla de distancia, lo que es aproximadamente el nivel existente en el medio ambiente.

²⁴ *Idem*, p.p. 714-715.

Consiguieron llegar a este nivel utilizando filtros electrostáticos. Eligieron este tipo de filtros por dos razones:

1.- Permitía prescindir del elemento humano necesario para corregir las fallas de los filtros de bolsa, ya que los filtros electrostáticos tienen controles automáticos que prácticamente están a prueba de cualquier avería.

2.- Los costos de funcionamiento de este tipo de filtros son mucho menores. Se llevó a cabo una prueba durante un año colocando un filtro electrostático en un horno y un filtro de bolsas en otro y el resultado fue favorable para el primero.

Cada filtro electrostático consta de varias secciones y funciona en forma paralela, en buena medida, lo mismo que el incinerador de Munich, en Alemania.

Son raros los períodos de no funcionamiento de la distintas secciones. A efectos estadísticos cabe decir que cada sección estuvo fuera de funcionamiento durante 8 horas en un período de tres meses. La eficiencia del precipitador es del 99.5% .

El secreto de esta diferencia tan elevada reside en el cuidado que se pone en el control de la temperatura y de la velocidad del gas. La velocidad a la que se suministra el gas es de unos 200 p/m en los hornos húmedos y de 150 p/m en los secos. La temperatura de funcionamiento más efectiva en el precipitador es la que oscila entre 150 y 200°C dependiendo su valor real de las condiciones locales.

Cuando se utilizan hornos secos resulta siempre ventajoso desde el punto de vista económico refrigerar los gases calientes mediante agua pulverizada hasta alcanzar esta temperatura para disminuir su volumen. A dicha temperatura se evapora toda el agua y así no se forma cieno. Se han instalado registros de acción continua pero no han resultado satisfactoriamente.

Los costos de funcionamiento de los precipitadores oscilan entre el 8 y el 14% de los capitales, dependiendo del tamaño y de la localización de la planta.

También se ha observado que se consigue una reducción de mano de obra de 40% para la producción de una tonelada de cemento en comparación con la que se necesita en una planta similar en los Estados Unidos.

Parte del aumento de la eficiencia se debe atribuir a condiciones de trabajo superiores. La zona en torno a la planta estaba cubierta de verde. Las flores crecían a sólo 15 pies de los hornos. El piso de la planta estaba excepcionalmente limpio.

IV.4.- Industria de la Pulpa y del Papel en Morrums, Suecia. ²⁵

Cuando A. B. Monrrums Bruck decidió construir una fábrica de pulpa cerca de la ciudad sueca de Morrums próxima al Mar Báltico, sabía que el control de la contaminación sería extraordinariamente importante si quería conseguir el permiso para construirla.

Se buscó el consejo de los expertos para controlar el problema que presentaba los olores que se desprendían de un sistema diseñado por British Columbia Research Council of Vancouver (Canadá). A pesar de ello, nadie sabía con seguridad si las medidas tomadas para producir las mezclas resultarían aplicables en este caso concreto. Pero decidió seguir adelante y construir la fábrica. Esto fue una apuesta, pues el costo adicional del equipo para la contaminación era de 4 millones de dólares, o el 20% de la inversión total de capital en esta instalación industrial, que tenía una capacidad de 400 toneladas por día.

En pocas palabras, los aspectos de la contaminación son:

1.- Toma de medidas para separar de la corriente de gas los compuestos no considerables de azufre, tales como son el SH₂ y los mercaptanos. Se separan estos compuestos y el gas, que aún contiene cantidades diminutas de ellos, es mezclado entonces con bióxido de cloro y con agua clorada procedente de la sección de blanqueo de la planta de manera que se produzca una neutralización.

2.- Las corrientes de afluente se mezclan y todo el SH₂ es recuperado en forma de azufre o se le oxida. Las sustancias sólidas se depositan en un estanque de sedimentación.

²⁵ *Idem.* p.p. 715-716.

3.- Se dota a los hornos de ciclones y de un precipitador electrostático.

a). Se eliminó un evaporador de contacto directo. Esto redujo en gran medida la cantidad de ácido clorhídrico que se desprendía de esta fuente y también produjo un ahorro adicional de calor.

b). Se instaló un sistema para el control del olor que constaba de un depurador bifásico y de una torre de oxidación del líquido negro para desodorizar los gases precedentes de diversas fuentes situadas en la fábrica.

c). Las sustancias que escapan a través de la campana del lavadero se mezclan con el cloro que escapa de los procesos de blanqueo, y los lavaderos del líquido marrón utilizan un condensado contaminado.

d). El horno de recuperación se diseñó para tener una gran capacidad y un control máximo de la combustión para evitar la emisión del SH .

2

La clave de la reducción de los olores de la fábrica estriba en la torre de oxidación y en los depuradores. La torre consta de dos unidades de relleno que funcionan en serie con respecto al flujo del líquido negro y en paralelo en relación con la corriente de aire. Los gases que producen del aparato de digestión y los gases no condensables del evaporador, se mezclan con la corriente de aire que entra en las torres. Entonces estos gases entran a través de las torres de oxidación, en donde el ácido clorhídrico es absorbido por el líquido negro alcalino.

El mercaptan metílico es absorbido y oxidado hasta quedar convertido en bisulfato de metilo. Los gases de escape que contienen residuos de sulfuro y bisulfuro de metilo, van a continuación del depurador bifásico.

La primera fase del depurador contiene agua clorada procedente del aparato de lavado que lleva a cabo la operación con este tipo de agua, y los gases de escape son forzados a atravesar esta cortina de agua. El bisulfuro metílico se oxida convirtiéndose en cloruro metil-sulforil. El sulfuro metílico se transforma en sulfóxido de metilo.

En la segunda fase del depurador, los gases que contienen algo de cloro y pequeñas cantidades de ácidos se ven expuestos a una pulverización alcalina que procede de la fase de sosa cáustica fría de la planta de bloqueo.

Los gases liberados de la segunda fase son casi inoloros y huelen de forma parecida a las soluciones que se emplean para el blanqueo de la ropa interior. Las pruebas hechas con un cromatógrafo de gases muestra que el 99.9)% del bisulfuro de metilo, de sulfuro de metilo y del mercaptan metílico es separado de los gases procedentes del depurador. No existen restos detectables de ácido clorhídrico.

IV.5.- Industria del Metal (Alemania).²⁶

Siderurgia Hoesch, Huisburg en Alemania.- Hoesch tiene un laboratorio de investigación para el control de la contaminación en que trabajan más de un centenar de personas. Se ocupan de muchos problemas, pero a lo que dedican mayores esfuerzos al descubrimiento de aparatos de muestreo continuo que sean fiables. Han construido una unidad para la producción artificial de polvo para efectuar pruebas. El polvo se suministra a un inyector equipado de un quemador de aceite de donde pasa a la chimenea. Se puede montar varios instrumentos en la chimenea para medir las propiedades del polvo.

Se comprueban así diversos instrumentos de diferentes fabricantes, se les modifica y se determina si es posible introducir alguna mejora en su rendimiento. Utilizan rayos oscilantes de luz para intentar mejora el rendimiento. La relación entre el tamaño de las partículas de polvo y el valor de la luz varía según el tipo de polvo y es difícil integrar las dos funciones.

El costo de funcionamiento del equipo para el control de la contaminación del aire y del agua fue de un poco más de 6 000 dólares al mes. Ciertamente se ha comprobado que este costo está más que justificado por las mejoras que supone en las condiciones de trabajo y en las relaciones con la comunidad. Tienen un programa de eliminación del ruido que es muy efectivo. El resultado es una fundición limpia, libre de olor y poco ruidosa y muy competitiva. Una de las paredes de la fundición limita con la ciudad, y las otras, con granjas. La zona que rodea la planta está libre de polvo y apenas si hay vestigios de ruidos producidos por la misma. La zona contigua es un lugar donde la vida resulta agradable.

²⁶ *Ídem.* p.p. 719-721.

IV.6.- Refinería de Cobre (Duisburg Kupferhutte), Alemania.²⁷

La refinería Duisburg de cobre se fundó originariamente para tratar pirita destinada a la producción de ácido sulfúrico, lo que ya no se hace en la actualidad. Hoy se recibe pirita de toda Europa y se extrae de ella cobre, plata, oro, zinc, plomo, níquel, cadmio, cobalto y talio. Para conseguirlo, aplican a la pirita (después de añadir la sal de piedra) un revestimiento clorado y extraen la mayoría de las sustancias por lixiviación. Los residuos de la lixiviación forman una ganga con gran contenido de hierro y se le hace pasar por unos altos hornos de los que se extrae plata que contiene plomo.

El revestimiento clorado produce un compuesto que contiene 6 gr/m^3 de ácido clorhídrico y bióxido de azufre. Se lava el SO_2 y luego el ácido clorhídrico en torres equipadas con Anillos de Pauli. Esto origina una solución de ácido clorhídrico al 7% que se utiliza para la extracción de metales durante la lixiviación. El 60% del azufre residual de la pirita y del carbón que se convierte en sulfato de sodio. El cloruro de zinc se recupera a 85°C mediante un precipitador electrostático revestido de plástico.

Todos los metales se recuperan por etapas a partir de la solución de lixiviación y al final del proceso se descarga una solución de cloruro cálcico en el Río Rhin. Se utiliza un horno de sal para tostar el cloruro. El polvo no se recupera mediante bolsas porque no se ha encontrado ningún material que pueda resistir los gases. Se utiliza un pulverizador para la extracción y hay que limpiar semanalmente el cloruro cuproso y cúprico de la zona del extractor.

²⁷ *ídem.* p.p. 720-721.

CONCLUSIONES

Lo que se ha expuesto no es más que una pequeña porción de las prácticas de la Industria Europea. Todas las naciones de Europa las que integraban el bloque Comunista. Tienen consciencia del problema de la contaminación y están procurando atacarlo. La mayoría de los países incluida Rusia, tienen, en la práctica, criterios sobre la contaminación que son más restrictivos que los de Estados Unidos.

La persecución de los violadores es poco frecuente, pero se práctica la persuasión diplomática que es un medio mucho más efectivo. La industria considera que la adopción de los métodos anticontaminación más prácticos sin intervención del gobierno, redundan en beneficio de sus negocios y de sus intereses.

La industria lleva a cabo investigaciones por sí misma o bien comisiona a los laboratorios gubernamentales para que las realicen. Existe un intercambio general de conocimientos entre todas las industrias en lo que se refiere al campo del control de la contaminación. Dicho intercambio de conocimientos atraviesa las fronteras industriales y políticas.

Existe un espíritu general de independencia y un deseo de encontrar el mejor camino para cumplir con esta tarea. Las existencias en almacén no se consideran suficientemente buenas para su aplicación a los casos concretos. Esto desemboca en una gran cantidad de cambios en los aparatos y en los equipos. No es infrecuente que se utilicen plantas piloto para determinar si un sistema resulta adecuado y económicamente justificado. La industria Europea está llevando a cabo el control de la contaminación mediante un espíritu de progreso, y lo están cumpliendo de forma que no resulta desagradable para nadie.

BIBLIOGRAFIA

BERGTRAUN, E. M.: **"Safety Planning for Construction and Alteration Projects"**. Chemical Engineering. USA, Mc Graw-Hill, 1978.

COKS, R. E. and J.E. Rogerson: **"Organizing a Process Safety Program"**. Chemical Engineering. USA, Mc Graw-Hill, 1978.

GRIMALDI Simonds: **"La Seguridad Industrial su Administración"**. México Alfaomega, 1991.

KOHAN, D.: **"The Design of Interlocks and Alarms"**. Chemical Engineering. USA. Prentice-Hall, 1978.

KRAUS, M, N.: **"Baghouses: Separating and Collecting Industrial Dusts"**. Chemical Engineering. USA, Mc Graw-Hill, 1979.

LEAVITT, R: **"Computation of permissible Noise Exposure"**. USA, Journal of the American Industrial Hygiene Association, 1982.

LIEBICH, R. E.: **"Industrial Noise Pollution"**. USA, The Nature and Extent of The Problem. 1981

LUND, Herbert: **"Manual para el Control de la Contaminación Industrial"**. México, Mc Graw-Hill, 1994.

ÍNDICE

<u>Introducción</u>	1
<u>Objetivo General</u>	4
<u>Objetivos Particulares</u>	4
<u>CAPÍTULO I.- EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL</u>	5
I.1.- Introducción.....	5
I.2.- Historia Legislativa.....	10
I.3.- Pero el Destino Intervino.....	12
<u>CAPÍTULO II.- CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN PRODUCIDA POR RESIDUOS</u>	21
II.1.- Introducción.....	21
II.1.1.- Contaminación Atmosférica.....	23
II.1.2.- Contaminación del Agua.....	23
II.1.3.- Contaminación del Suelo.....	23
II.1.4.- Contaminación de los Recursos Entre Sí.....	25
II.2.- Eliminación de los Recursos Gaseosos.....	27
II.2.1.- Incineración del Gas Residual.....	30
II.2.2.- Control de Olores.....	37
II.3.- Eliminación de residuos líquidos.....	40

CAPÍTULO III.- ORGANIZACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE UN DEPARTAMENTO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION..... 50

III.1.- Organización.....	50
III.2.- Funciones.....	53
III.3.- Evaluación de los Procesos.....	55
III.4.- Receptores de la Contaminación.....	62
III.5.- Entrenamiento.....	64
III.6.- Metodología de Control.....	67
III.7.- Costo del Control.....	71

CAPÍTULO IV.- NORMATIVIDAD PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL..... 76

IV.1.- Comparaciones de Tipo General.....	76
IV.2.- Industria Química (Alemania).....	79
IV.3.- Industria del Cemento en Suiza.....	82
IV.4.- Industria de la Pulpa y del Papel en Morrum Suecia.....	85
IV.5.- Industria del Metal (Alemania).....	88
IV.6.- Refinería de Cobre Duisburg Kupferhotte, Alemania.....	89

<u>CONCLUSIONES</u>	90
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	91
<u>ÍNDICE</u>	92