

# LA ELIMINACIÓN DE CLORUROS EN LOS COMBUSTIBLES ALTERNOS LÍQUIDOS PARA HORNOS CEMENTEROS

*Hace algún tiempo un buen cliente nuestro, una importante empresa cementera latinoamericana, nos contrató para analizar y proponer una solución para el problema de pegaduras y atoros que se presentaban en los ciclones del precalentador, desde que sustituyeron parte del carbón pulverizado que utilizaban como combustible, por un aceite residual de variada procedencia, con fines económicos y ecológicos. Después del análisis completo del aceite, su caracterización como combustible y la evaluación operativa del horno, concluimos que la razón de los problemas era la formación de un ciclo de cloruros entre el precalentador y el horno, introducidos con el aceite residual.*

*Nuestra recomendación fue clara, directa y definitiva: Eliminar los cloruros en el aceite mediante centrifugación, basados en experiencias anteriores en plantas de generación termoeléctrica que utilizan estos sistemas.*

*“Muerto el perro se acabó la rabia”; implementado el sistema, nunca más se produjeron problemas y se recuperó el excelente rendimiento anteriormente conseguido.*

## Incinerador del futuro, oportunidad del presente

El horno cementero es el incinerador de basura del futuro por razones ecológicas, pero por razones económicas ya debería utilizar combustibles alternativos de bajo costo. Los gases residuales tienen pocas posibilidades de transportarse en forma económica y los sólidos requieren complicadas y costosas operaciones de precombustión.

Los combustibles alternativos líquidos representan la gran oportunidad del presente debido a su facilidad de manipuleo y considerable poder calorífico por tratarse principalmente de hidrocarburos.

En el horno cementero se puede quemar cualquier cosa y el clínker puede asimilar cualquier residuo o ceniza, pero existe un solo elemento que resulta demasiado complicado al ingresar al sistema : **los cloruros**.

El problema de los cloruros consiste en que ingresan al proceso pero no salen, formando circuitos cerrados que se enriquecen hasta alterar las condiciones del material en proceso, provocando pegaduras y taponamientos.

Al llegar a la zona crítica se volatilizan en un 100% y al alcanzar menores temperaturas en el precalentador (~800) se depositan en el crudo.

La presencia de más de 0.015% (150 ppm) en el crudo, obligará a instalar un by-pass para eliminar gases y polvo de la cámara de enlace o sufrir las consecuencias.

Los aceites lubricantes usados no presentan mayores inconvenientes, pero existe un importante volumen de aceites residuales de la industria química que presentan cloruros en su contenido.

En este caso, constituye un gran error introducirlos al horno porque resulta muy fácil eliminarlos en la forma que se propone en este artículo.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEITES USADOS

Las propiedades de los aceites usados dependen prioritariamente de las propiedades de las bases lubricantes de las cuales se derivan, de los aditivos adicionados para mejorar la viscosidad, el poder detergente y la resistencia a altas temperaturas.

Además, como resultado del servicio prestado, contiene sólidos, metales y productos orgánicos. Análisis realizados por Lahcorp<sup>1</sup>, así como por Lupien Rosenberg et Associates, demuestran que los aceites usados presentan como características típicas, las señaladas en la tabla 1.

| CARACTERÍSTICAS               | AUTOMOTOR     | INDUSTRIAL    |
|-------------------------------|---------------|---------------|
| Viscosidad a 40°C, SSU        | 97-120        | 143-330       |
| Gravedad 15.6°C, °API         | 19-22         | 25.7-26.2     |
| Peso Especifico a 15.6°C      | 0.9396-0.8692 | 0.9002-0.8972 |
| Agua, % Vol.                  | 0.2-33.8      | 0.1-4.6       |
| Sedimentos, %Vol.             | 0.1-4.2       | 0.0           |
| Insolubles en Benceno, % peso | 0.56-33.3     | 0.0           |
| Solubles en gasolina, % vol.  | 2.0-9.7       | 0.0           |
| Punto de ignición, °C         | 78-220        | 157-179       |
| Poder Calorífico, MJ/kg       | 31.560-44.880 | 40.120-41840  |

Los bifenoles policlorados también conocidos como PCB's son unos compuestos químicos que presentan alta resistencia a la descomposición química, biológica y térmica; son considerados buenos conductores de calor y aislantes térmicos lo cual los cataloga como sustancias atractivas para uso industrial. Al mismo tiempo, son reconocidos como una amenaza para la salud y el medio ambiente, a tal punto que algunas organizaciones internacionales han tomado acciones severas para manejar estas sustancias.

Afortunadamente, estudios y pruebas de laboratorio realizados en nuestro país, no muestran presencia significativa de PCB's en los aceites usados de circulación nacional.

## **PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO**

A la luz del estudio efectuado, se esboza a continuación una propuesta de actualización tecnológica para el sector industrial, que considera la adecuación del aceite usado previamente a su utilización como componente en mezcla con otros combustibles para consumo industrial.

Dicha propuesta, incluye la selección de las mejores tecnologías de tratamiento disponibles, presenta un diseño conceptual para una planta típica justificando su tamaño con base en las cifras de mercado y plantea un esquema de gestión para la conformación de un comité interinstitucional que se encargue de atender el desarrollo del proyecto aquí propuesto.

La transformación del aceite usado a energético, requiere la aplicación de un tratamiento tendiente a adecuar las condiciones del aceite a las características propias del proceso de combustión, consistente básicamente en la aplicación de dos etapas así:

a) adecuación del aceite usado mediante procesos de filtración para retirar partículas gruesas y b) remoción de partículas finas, mediante procesos de sedimentación y centrifugación.

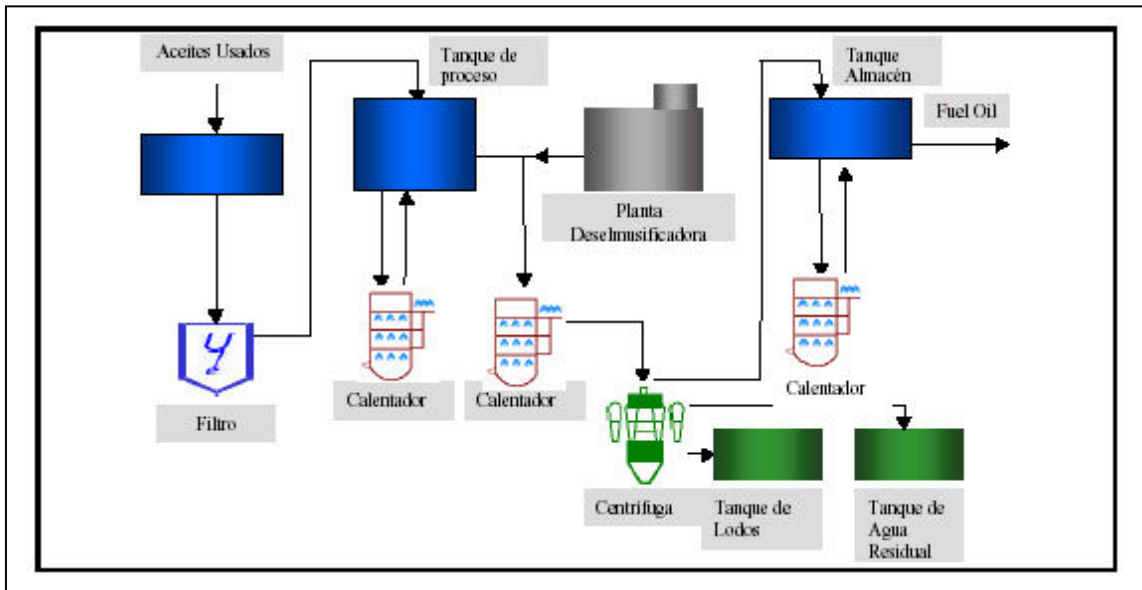
Estas etapas involucran la adición de desemulsificantes, para el rompimiento de las emulsiones formadas con el agua. Una vez recuperadas las características del aceite, con el fin de lograr un combustible limpio de contaminantes, podrá utilizarse como energético en mezclas simples, de acuerdo con proporciones establecidas, tal y como se aprecia en la figura 2.

Luego de realizada la operación de separación, se origina un desecho o lodo con alto contenido de metales pesados, el cual debe ser dispuesto de forma tal que asegure de cualquier manera que estos metales no serán absorbidos por los seres vivos.

La búsqueda de información sobre el tema y las prácticas comunes de países donde se utilizan los aceites usados tratados, llevó a establecer 4 opciones posibles para tratar estos lodos, así: Incineración, encapsulamiento en clinker, vitrificación o ceramizado y relleno en las vías durante la elaboración de capa asfáltica.

Evaluadas estas 4 posibilidades a la luz de las condiciones colombianas, la alternativa más adecuada para la disposición de lodos es el encapsulamiento en clinker para la producción de cemento; industria que ha mostrado un constante

interés en participar en este tipo de investigaciones y de hecho en algunas plantas se han realizados algunas pruebas.



Se identificó igualmente, la cantidad de contaminantes presentes en los aceites usados y las concentraciones residuales de estos, una vez el aceite usado ha sido sometido a tratamiento de centrifugación (óptimo para separación de partículas finas), instante en el cual deja de ser un residuo peligroso, para convertirse en una opción que puede ser aprovechada. Ver tabla 4.

| CONTAMINANTES             |           |         |
|---------------------------|-----------|---------|
| TRATAMIENTO DE SEPARACION |           |         |
| CONTAMINANTES             | ANTES     | DESPUÉS |
| Cloro, %w                 | 0.17-0.47 | 0       |
| S., %w                    | 0.17-1.09 | 0       |
| Zn, ppm                   | 260-1787  | Trazas  |
| Ca, ppm                   | 211-2291  | Trazas  |
| Ba, ppm                   | 9-3906    | Trazas  |
| P, ppm                    | 319-1550  | 0       |
| Pb, ppm                   | 85-21676  | Trazas  |
| Al, ppm                   | 0.6-758   | 0       |
| Fe, ppm                   | 97-2411   | Trazas  |

Una vez el residuo es transformado, puede producir distintos combustibles industriales al mezclarse con los energéticos tradicionales y comúnmente empleados en la industria en general como son el ACPM y el combustóleo, cumpliendo igualmente con las especificaciones establecidas por la ASTM 396 (Standard for Testing Methods),