



## **Laboratorio Central LafargeHolcim: cómo obtener recursos de residuos**

*Una aproximación a los combustibles y materias primas alternativas, su imprescindible control y conocimiento como contribución del sector cementero a la construcción de una sociedad fundamentada en la economía circular.*

### **1. Introducción**

El inicio del siglo XXI está transformando el mundo en el que vivimos. La revolución tecnológica e industrial que se está viviendo a escala global demanda crecientemente una cantidad de recursos para la fabricación de bienes y la prestación de servicios que, por el modelo de civilización existente a día de hoy basado en fuentes de energía y materias primas no renovables, en un tiempo podríamos llegar a agotar.

Con el modelo de economía lineal utilizado desde la primera revolución industrial, cualquier riqueza generada se sustenta sobre la extracción de materias primas, su transformación para darles un valor económico mayor y su posterior desecho tras la utilización; lo que está generando cada vez mayores cantidades de desechos de difícil gestión, que son acumulados en vertederos o, en el peor de los casos, vertidos de manera incontrolada a la naturaleza.

Ante estos hechos, desde hace algunos años es creciente el uso de **combustibles y materias primas alternativas** (AFRs – Alternative Fuels and Raw materials) en el sector industrial; siendo el sector cementero pionero en su utilización para contribuir a la construcción de una economía circular más eficiente en el uso de recursos y más respetuosa con el medio ambiente.

La utilización de este tipo de materiales precisa de un esfuerzo adicional en **control y seguridad** por parte de las compañías si lo comparamos con los combustibles tradicionales, ya que, en el mejor de los casos, se trata de combustibles clasificados como no peligrosos (neumáticos, serrín, combustible derivado de residuos – CDR, etc.), pero también hay un buen número de ocasiones en que los combustibles alternativos entrañan un mayor riesgo para su gestión por tratarse de residuos de actividades humanas con un mayor contenido en elementos o sustancias peligrosas.



Con este fin de aumentar el control y la seguridad en el empleo y manipulación de estos materiales, en 2015 se puso en marcha en el Laboratorio Central de Calidad un área



dedicada exclusivamente a AFRs para incrementar el conocimiento sobre estos materiales, la eficacia en el análisis de las muestras para su control y mejorar en la eficiencia de los controles y la seguridad.

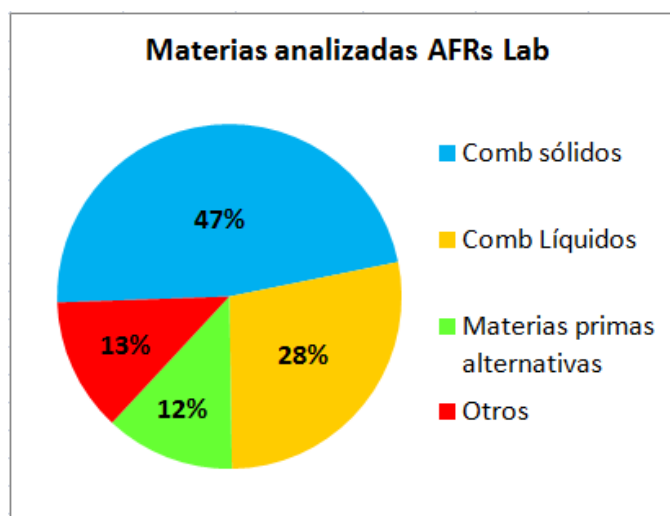
## 2. Combustibles y materiales alternativos (AFRs) en el sector cementero



Como ya se publicó en el informe de sostenibilidad de la compañía del año 2015, gracias al uso de AFRs en nuestras fábricas, se ha trabajado en favor de la contribución al medio natural, la economía circular y el clima, evitando la emisión a la atmósfera de casi 140.000 toneladas de CO<sub>2</sub> con el uso de biomasa, y dando salida a casi 270.000 t de residuos, procedentes de otras industrias, gracias a su valorización como combustibles. **Un 35% de la energía térmica empleada procedió de combustibles alternativos.**

Estos combustibles alternativos han sustituido principalmente al coque de petróleo empleado para la fabricación del clinker, combustible que originalmente sustituyó al carbón mineral, al fuel-oil o el gas.

La gama de combustibles alternativos que se utiliza en las plantas cementeras actualmente es muy amplia y engloba desde combustibles sólidos como el CDR- Combustible Derivado de Residuos que es el que más se utiliza y analiza, en el que se clasifican prácticamente todos los residuos de naturaleza no metálica o térrea (plásticos, tela, papel, madera, etc.), pasando por neumáticos, hasta combustibles líquidos procedentes de residuos industriales (aceites usados, disolventes, pinturas, etc.).



del uso en plantas. Huella del carbono.

- Ventajas de AFRs



Con la utilización de **combustibles alternativos** en las plantas cementeras del grupo LafargeHolcim es posible, no solo reducir la cantidad de CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera al cambiar los combustibles tradicionales por otros alternativos con menor contenido en carbono (reducciones de más del 40% de CO<sub>2</sub> emitido gracias a algunos combustibles), sino también reducir la cantidad de desechos que generamos al aprovechar dichos materiales y reintroducirlos en el ciclo económico en lugar de enviarlos a vertedero.

En el caso de las **materias primas alternativas** (materias de las que puede llegar formar parte el propio cemento en forma de Residuos de Construcción y Demolición-RCDs) se reduce el impacto ambiental derivado de la explotación de canteras de extracción de materiales naturales y el consumo de reservas de estos materiales no renovables, adicionalmente a que con su utilización como materias primas se evita la llegada de más desechos al medio natural.

Además, el proceso de fabricación del cemento posee un valor añadido a este uso frente a industrias de otros sectores, y es que la mayoría de las sustancias contaminantes contenidas en los AFRs se pueden fijar dentro de la red mineral del cemento inertizándolas; sustancias que, en caso de llegar al medio natural en forma de subproductos de origen antrópico, pueden acumularse y llegar a causar daños medioambientales y/o de salud pública.

### 3. Control de los residuos para su aprovechamiento como recursos (AFRs).

Los residuos son susceptibles de contener una gran cantidad de sustancias minerales y valor energético, pero para su transformación de desecho a materia prima es necesario conocer a la perfección su composición físico-química y su potencial comportamiento.



En la sección de AFRs del Laboratorio Central de Calidad del grupo LafargeHolcim, trabajamos para identificar y caracterizar detalladamente los AFRs que nos llegan o puedan llegar a nuestras plantas, ya sean generados por la sociedad civil o por la industria, para convertirlos en una fuente de energía y de los compuestos químicos básicos necesarios para la fabricación del cemento, aprovechando así al máximo el potencial de esos antiguos desechos como materia prima para introducirlos de nuevo en el ciclo económico, contribuyendo a la creación de una sociedad basada en la economía circular.

Dentro de tal ciclo de economía circular, nuestro laboratorio de AFRs cubre la necesidad fundamental de permitir cuantificar el valor económico de los materiales en cuanto a su



potencial aporte energético (en el caso de los combustibles) y como sustitutivo de materias primas minerales de origen natural (en el caso de las materias primas alternativas).

De otro lado, con los análisis a que se somete a cada material, cubrimos la necesidad de garantizar la seguridad del conjunto sociedad-empresa durante la manipulación, transporte y utilización de estos materiales, caracterizando cada material de forma individualizada y detallada para conocer todos los riesgos y limitaciones que de su uso puedan derivar.

Este tipo de materiales, por su naturaleza, presentan nuevos retos desde el punto de vista científico si se comparan con los combustibles tradicionales, pues se trata de materiales de los que no se dispone de un conocimiento amplio y sus características intrínsecas (ligadas al rango tan amplio de orígenes y naturalezas de cada material) presentan algunas dificultades técnicas para su análisis.

Para conocer a fondo todas las cualidades y composición de los AFRs, nuestro laboratorio cuenta con tecnologías vanguardistas exclusivas para la preparación de las muestras, lo que nos permite solventar de manera eficaz el principal problema que plantean los AFRs, como es realizar análisis representativos de cada uno de los materiales que recibimos y poder incorporarlos al proceso industrial sin renunciar a garantizar la seguridad y la calidad del proceso y del producto final.



*Sala de preparación de AFRs*

## **a. Representatividad de la muestra**

El problema de la representatividad de la muestra para análisis, cuando se trata de materiales muy heterogéneos como son algunos de los AFRs, es el de mayor importancia, pues, a través de una muestra de unos pocos gramos, debemos ser capaces de averiguar de manera lo más acertada posible la composición de una cantidad de material mucho mayor (en ocasiones un camión de CDR, en otras ocasiones varias



toneladas de stock) que será utilizado industrialmente afectando a nuestro producto (el cemento) y con unos costes económicos que deben ser cuantificados.

El aspecto general de las muestras más heterogéneas es el de un mix de materiales de diferente naturaleza, color, consistencia, etc.

*Ejemplo de una muestra de CDR troceado en origen.*



Tras una primera toma de muestra del producto en el stock del proveedor o a su llegada a la planta se obtiene en torno a unos 4-5 kg de muestra para el laboratorio; donde tras un cuarteo se obtendrá una submuestra de laboratorio de menos de un kilo generalmente.

Dicha muestra, aún lejos de ser lo suficientemente representativa para análisis, debe ser preparada por métodos adecuados que permitan alcanzar un tamaño de partícula tal que al tomar diferentes alícuotas para análisis los resultados sean representativos del total.

Por lo tanto, es necesario poseer técnicas de preparación de muestras adecuadas.

Una de las técnicas más vanguardistas implantadas en el laboratorio de alternativos es la **molienda criogénica**.

Gracias a esta tecnología es posible tratar cantidades de muestra relativamente grandes (decenas de gramos) para ser molidas a tamaño polvo, incluso en el caso de materiales dúctiles y/o tenaces (como los plásticos o el acero) que se encuentran en la composición de los AFRs.

Las técnicas tradicionales de preparación de muestras mediante molinos cortadores de cuchillas presentan el inconveniente de que sobrecalientan la muestra y no son capaces de alcanzar un tamaño de partícula pequeño: los materiales dúctiles (plásticos por ejemplo) con el calor de la fricción se ven alterados y los más tenaces (metales) no se muelen lo suficiente.

En la siguiente fotografía se muestra la apariencia de una misma muestra sometida a diferentes procesos de preparación mediante dos molinos distintos, uno de cuchillas tradicional a la izquierda de la imagen y mediante molienda criogénica a la derecha de la imagen.



Como se puede apreciar en la imagen, de las dos preparaciones, la molienda criogénica es la única capaz de alcanzar una homogeneidad suficiente en el material para permitir realizar análisis de caracterización de la muestra fiables y representativos cuando se tomen unos pocos miligramos para análisis.



No se observan heterogeneidades por partículas de distinta naturaleza y mayor tamaño, ni aglomeraciones de materiales fibrosos, etc.

*A la izquierda, molino criogénico en funcionamiento.*

Con la ayuda de este tipo de molinos criogénicos, es posible tornar frágil cualquier material mediante su inmersión en nitrógeno líquido a aproximadamente  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante un periodo de tiempo de unos pocos minutos. Posteriormente, mediante un

sistema de impactos, la muestra es molida hasta un tamaño de partícula de menos de  $300\text{ }\mu\text{m}$ .

Una mala preparación puede desembocar en sesgos analíticos de 10 veces el valor real del parámetro que se desea determinar.



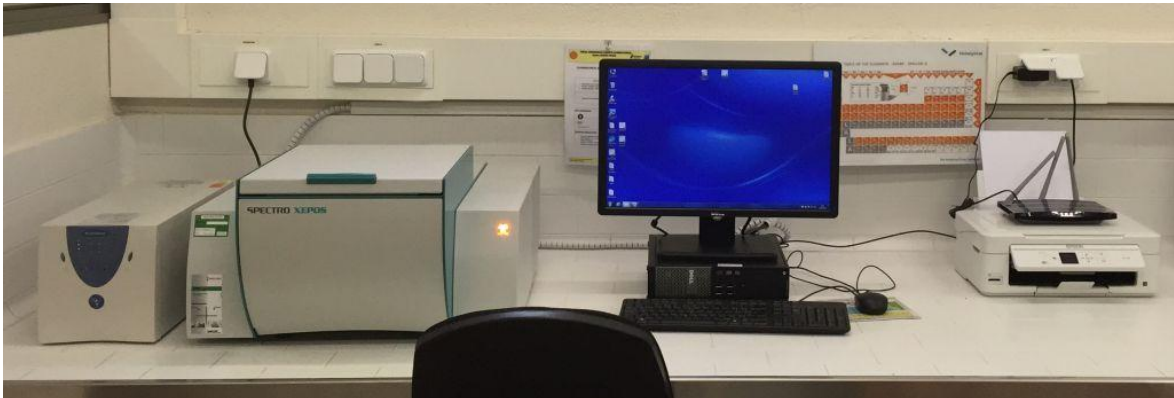
*Muestra de CDR tal cual es recibido y molido (izquierda) y muestras de combustible líquido en proceso de homogeneización.*

#### **b. Rapidez analítica**

El ritmo de consumo de AFRs es alto y se trata de materiales que como premisa deberían ser consumidos con cierta prontitud en las plantas, ya que, aunque sea posible su stock, su contenido en materia orgánica lo hace desaconsejable durante largos períodos de tiempo, por la alteración de sus propiedades y por cuestiones relativas a seguridad e higiene en las instalaciones.

La consecuencia inmediata de ello es que la frecuencia del suministro debe ser mayor que para el resto de materias utilizadas en la industria cementera y por lo tanto, el número de muestras y la necesidad de obtener análisis rápidos también juega un papel crucial.

Para cumplir con el objetivo de la obtención rápida de resultados y de una manera limpia, el laboratorio de alternativas está equipado con la técnica de Fluorescencia de Rayos X de Energía Dispersiva (ED-XRF) que permite el análisis no destructivo de muestras líquidas y sólidas para combustibles y materias primas alternativas.



Esta tecnología es la única que permite analizar la composición química general de óxidos mayoritarios y metales pesados con entre 3 y 6 gramos de muestra en menos de 20 minutos. Esa gran cantidad de material empleado en el análisis juega en favor de la representatividad de la técnica, frente a los pocos miligramos que se emplean en técnicas alternativas a esta ( $\approx 10$  mg para ICP, Absorción Atómica, etc.) para medición de metales pesados; técnicas que son más costosas desde el punto de vista económico y técnico, que precisan de preparaciones más especializadas y que son menos adecuadas para el fin perseguido pese a que alcanzan límites de cuantificación menores.

Técnicas rápidas y limpias como estas hacen posible dar respuestas analíticas fiables en menos de 90 minutos a las necesidades analíticas de nuestras plantas y de cualquier cliente de manera eficaz a la par que aumentar la eficiencia en el uso de nuestros recursos.

**En combustibles alternativos y materias primas alternativas el problema de la representatividad es decisivo. Una técnica de preparación de muestras adecuada junto con técnicas de análisis que minimicen el inconveniente de la representatividad, permitirán caracterizar correctamente los residuos que generamos en la sociedad para convertirlos en valiosos recursos para la industria cementera y ampliar su conocimiento.**

#### **4. Responsabilidad ambiental**

Dentro de la cadena de uso y generación de residuos, LafargeHolcim, a través del uso de alternativos cumple con un compromiso ambiental de reducción de emisiones y desechos que también se traslada al laboratorio de alternativos como parte fundamental de la empresa

Como en toda actividad, el laboratorio también genera residuos procedentes de análisis y contramuestras que deben volver a introducirse en el ciclo de economía circular. Este hecho, está previsto desde el diseño del laboratorio, y nos compromete a gestionar los residuos generados de manera adecuada y responsable. Poniendo además especial





énfasis en la seguridad en el manejo de todas las sustancias y en el desempeño de nuestras actividades.



## ¿CÓMO RECICLAR NUESTROS RESIDUOS DE MANERA SEGURA?

<p><b>MATERIAL TEXTIL Y NO TEXTIL</b> LER 150202</p> <p>Todo tipo de material sólido contaminado o no CDR</p> <p>Plásticos Guantes usados Papel contaminado Papeles y cartones desechables Madera / Caucho / NFU / Etc.</p>	<p><b>ENVASES DE VIDRIO CONTAMINADO</b> LER 150110</p> <p>Todo tipo de envases de vidrio contaminado</p> <p>Envases de reactivos vacíos</p>	<p><b>DISOLVENTE ORGÁNICO NO HALOGENADO</b> LER 030110/030112/140602/070704</p> <p>Muestras desechadas de combustibles líquidos <b>CON ENVASE</b></p> <p>Nafta Escófos Disolventes Lodos líquidos</p> <p><b>UN 1993</b></p>
<p><b>ENVASES PLÁSTICOS</b> LER 150110</p> <p>ENVASES DE VIDRIO CONTAMINADO LER 150110</p> <p>Envases de plástico contaminados Envases de reactivos vacíos Envases de muestras vacíos</p>	<p><b>RESIDUOS INORGÁNICOS DE LABORATORIO</b> LER 150504/150505</p> <p>ENVASES DE VIDRIO CONTAMINADO LER 150110</p> <p>Reactivos cubiertos Productos obsoletos de laboratorio Recambios de filtros de máscaras</p>	<p><b>TIERRAS CONTAMINADAS CON HIDROCARBUROS</b> LER 170503</p> <p>ENVASES DE VIDRIO CONTAMINADO LER 150110</p> <p>Lodos sólidos Tierras contaminadas</p>



## 5. Conclusiones

Para que un modelo de economía circular bien fundamentado funcione de modo fiable y seguro en todos los puntos del mismo es fundamental tener herramientas que permitan realizar un control riguroso de todos los elementos que lo conforman (productores, residuos, actividades, etc.).

Un pilar fundamental, dentro del ciclo, es el control de los materiales, que se consigue esencialmente a través de una alta fiabilidad analítica, eficiencia y eficacia en los ensayos destinados al control de los mismos para cumplir con las leyes y autorizaciones ambientales integradas de nuestras plantas.

Así es posible dar valor a los residuos que otros generan, crear valor para las empresas y obtener beneficios directos junto con una mayor seguridad para la sociedad, eliminando factores de riesgo medioambientales.