

# Nuevo sello en Molino de bolas horizontal

## De Seal Plus



**Una solución funcional y eficiente para la industria del cemento y la minería.**

Motofrenos, compañía establecida en Colombia – Sur América fundada en 1978, se especializa en el diseño y la fabricación de sellos de laminillas externas para la alimentación y descarga de hornos, secadores y enfriadores rotatorios. Con el único fin de reducir el ingreso de aire falso.

Actualmente contamos con presencia en 21 países, con más de 200 instalaciones de sellos en 27 compañías del sector del cemento y la minería, nuestros actuales clientes hablan de la idoneidad de los sellos Seal Plus fabricados por Motofrenos y de su aceptación en el mercado.

Hoy nuestro nuevo tipo de sello es una verdadera solución integral en tan importante etapa del proceso como es la molienda. Este sello promete ser una alternativa de gran desempeño para la productividad de las plantas de cemento y la industria en general que operan con dichos equipos.

El sello en el molino horizontal de bolas nos permite además la preservación del ambiente ya que las pérdidas de carbón como combustible alterno, materias primas y producto final tienen un alto impacto en él.



# Nuevo sello en Molino de bolas horizontal



## Sello de Molino, un nuevo reto para nuestra área de proyectos

Nuestro primer diseño de sello fue instalado en un molino de crudo marca FLS, fabricado en 1.992, sus medidas son de 2.500 milímetros de diámetro y 12.400 milímetros de longitud. El sello instalado por Motofrenos opera desde el pasado mes de noviembre en la planta Rio Claro en Colombia, la cual pertenece a Cementos Argos, una de las principales organizaciones multilaterales del sector del cemento y principal actor en la industria cementera colombiana.

Para el área de proyectos de Motofrenos, los últimos 3 años han sido un verdadero reto porque nos propusimos desarrollar un sello novedoso y confiable. El gran desafío consistía en pasar de diseñar sellos para hornos y secadores rotatorios con una velocidad entre 3 y 5 RPM a construir uno para molino que alcanzara una velocidad hasta 15 veces mayor, como es la velocidad de un molino con un giro de 55 RPM, donde está instalado el sello actualmente.

El estudio de aceros y componentes en el aspecto térmico y coeficiente de fricción fue parte vital en la investigación desarrollada por nuestro equipo en Motofrenos, porque pudimos comprobar que los materiales toleraban eficientemente las exigencias de la operación del molino. Estos materiales recibieron continuas pruebas durante más de dos años en simuladores y reconocidos laboratorios de análisis químico y metalográfico que brindaran la confiabilidad de la operación del sello. En esto fue fundamental además la confianza en nuestra Compañía que demostró la planta Rio Claro teniendo en cuenta que por esa época sus silos estaban por debajo de lo presupuestado. Y si el sello hubiese presentado fatigas o desgaste prematuro, la caída en la productividad de la planta, debido al aumento de aire falso, hubiese sido muy representativa.

El factor seguridad frente a la nueva velocidad del molino fue siempre nuestra mayor preocupación. El diseño del sello de molino no podía convertirse en una copia del sello para horno rotatorio, del cual se cuenta con alta experiencia. El peso y la densidad de las partes eran fundamentales para el ensamble del sello, el desprendimiento o fatiga de alguna de estas partes, por la alta velocidad, era un riesgo por lo cual adelantamos todos los protocolos de seguridad requeridos.

## Planeación y ejecución del montaje.

Cada que se va a realizar un montaje de sellos, nuestro personal del área de diseño procede a tomar medidas en campo semanas antes de la fecha prevista de instalación, a partir de allí, se elabora un diseño y solución específica para el cliente. En este caso gracias a dicho trabajo pudimos determinar que el chute rectangular de alimentación y la tapa del molino no cumplían con la tolerancia geométrica de paralelismo, aspecto que nos alertó sobre las diferencias existentes entre nuestras mediciones y la información de planos suministrada por el cliente.

# Nuevo sello en Molino de bolas horizontal



Esto es normal porque conocíamos que los equipos por su desgaste y la variación en la temperatura pueden afectar considerablemente sus medidas originales.

La escotilla para colocar los levantadores en la tapa del molino, fue otro elemento que significó un reto en el montaje y requirió ser removida. Igualmente la gran descentricidad que presentaba el codo respecto a la tapa del molino hizo de este montaje todo un desafío.

Esta experiencia nos sirvió para definir dentro de nuestros procedimientos que en adelante vamos a utilizar el principio básico del torno. Es decir, teniendo en cuenta la circunferencia aparente sobre la que van dispuestas las bases de la sobre virola, colocar un marcador de metales sobre una torreta adecuadamente dispuesta y trazar el punto donde se fijarían dichas bases. Luego al soldar las bases y colocar la sobre virola esta tendrá la más adecuada tolerancia geométrica de concéntrica que puede alcanzarse porque de esta forma eliminamos en gran medida la excentricidad del molino.



**Los resultados productivos y mecánicos, después de 100 días de constante operación, han sido:**

- Aumento del rendimiento del Molino en 4% TPH promedio.
- Reducción de un 20% en la entrada de aire falso al molino por el sello de alimentación.
- Reducción de 7% en el consumo de energía del ventilador de tiro del Molino.

Se pudo observar el aumento en la producción del molino, el cual actualmente alcanza promedios entre un 11% y 7% mayor al que venía trabajando; también se observa que debido al montaje del sello, esa producción se está logrando con un 7% menos de potencia del ventilador de tiro.

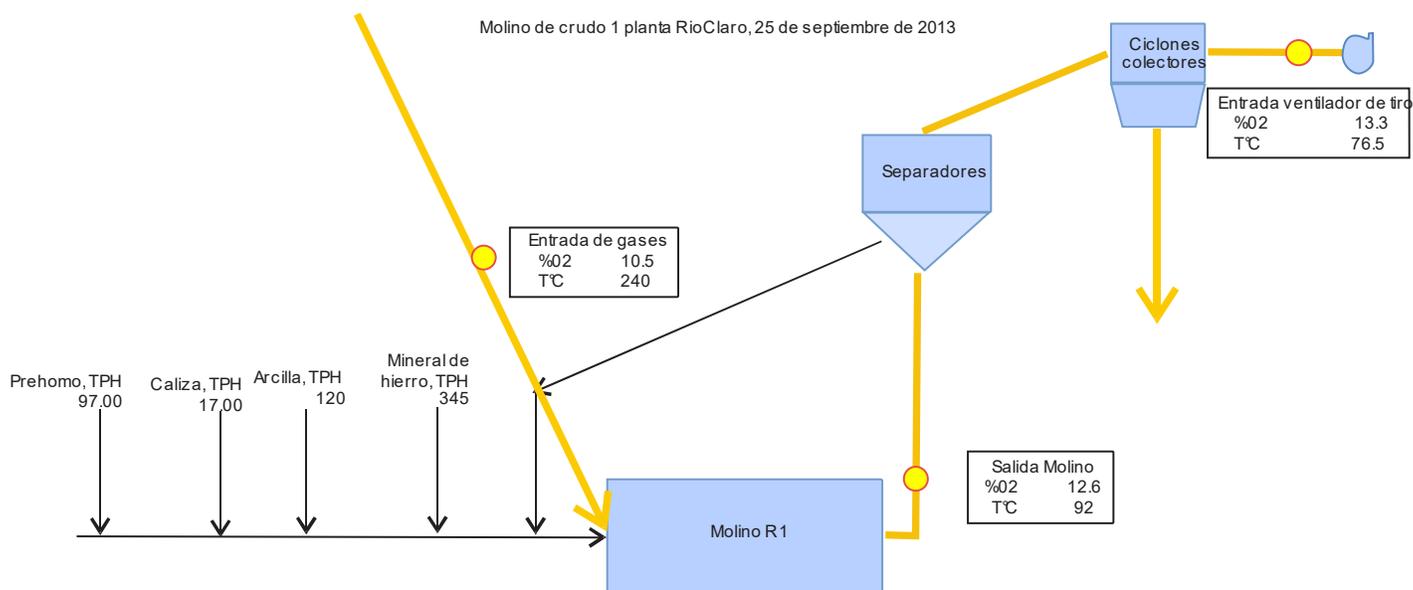
En la siguiente gráfica se puede visualizar el registro de rendimiento día de noviembre y diciembre, donde se identifica que el promedio de producción día en noviembre se incremento en un 11%.

Se anexa medida de oxígeno a la entrada y a la salida de crudo 1 antes del montaje del sello del molino y después de dicho montaje.

# Nuevo sello en Molino de bolas horizontal



## Antes del montaje

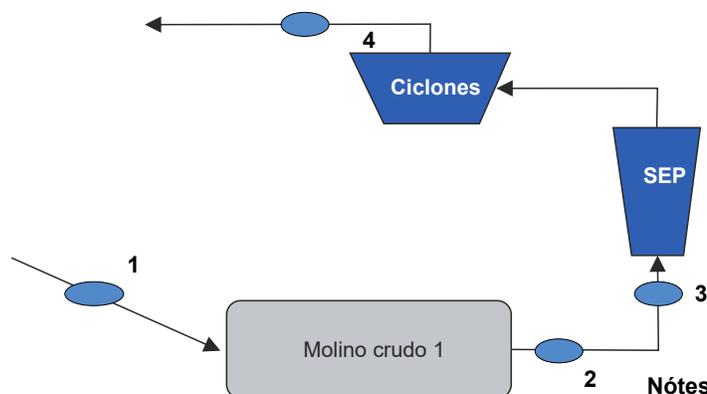


## Después del montaje del sello

	Perfil Oxígeno Crudo 1	%O <sub>2</sub>
1	Entrada al molino	11.35
2	Salida molino (paso muerto)	11.68
3	Salida molino (debajo del separador)	*12.1
4	Ducto Salida Ciclones	12.81

### NOTA:

\*Este valor puede estar afectado por el tamaño del punto de muestreo que es grande, permitiendo entrada de aire mientras se realiza la medición, por lo tanto el valor puede ser menor.



Nótese como baja el aire falso un 20% aproximadamente con dicho sello.

# Nuevo sello en Molino de bolas horizontal



## **Impacto en el proceso cuando se reduce el aire falso.**

En el proceso de molienda de crudo, uno de los objetivos fundamentales es reducir el contenido de humedad lo más pronto posible, pues el efecto de molienda sólo comienza a realizarse cuando se logra bajar la humedad por debajo del 1%. Por esa razón, algunos diseños de molinos de crudo cuentan con una cámara de secado, anterior a las cámaras de molienda.

El secado de la materia prima se realiza por la entrada al molino de gases calientes provenientes del enfriador de clinker. La entrada de aire falso al molino de crudo disminuye la cantidad de estos gases calientes que son succionados al molino y por lo tanto, disminuye la cantidad de calor aportada, y el secado de la materia prima toma más tiempo, o incluso no se logra alcanzar en forma completa antes de entrar a las cámaras de molienda, en molinos con cámara de secado.

Ese menor secado alcanzado influye negativamente en el proceso de molienda, pues se estima que un 1% de humedad, puede generar una disminución de hasta el 10% en la capacidad de molienda.

Los resultados obtenidos en la instalación de Rio Claro confirman justamente lo que arriba se menciona. El haber logrado disminuir el aire falso, generó un mayor secado, y por lo tanto un aumento en la capacidad de producción.

La recuperación de la inversión en la instalación de sellos de laminillas en molinos horizontales de bolas para molienda de crudo se alcanza muy rápidamente con esa mayor producción alcanzada y el menor consumo específico de energía.

## **Inspección preventiva del sello**

Parte del proyecto está basado en el seguimiento continuo sobre la operación del sello, se han efectuado inspecciones que generan resultados positivos en cuanto a la fatiga prematura de las partes de desgaste.

Estas evaluaciones han permitido al área de investigación y desarrollo de Motofrenos analizar las diferentes partes del sello, su estado, dureza y fatigas. Se ha notado un óptimo comportamiento en las partes de alto peso que no están sometidas al desgaste, teniendo en cuenta que estas pueden sufrir cambios en su estructura debido a altas temperaturas o derrames inesperados en el proceso.

# Nuevo sello en Molino de bolas horizontal



Esta imagen detalla la continua inspección que realizamos a cada una de las 320 laminillas que conforman la totalidad del sello verificando su estado. Tomando muy cuenta la velocidad del molino, la variación de la temperatura en el proceso al momento de alimentar el molino y la deformidad radial del mismo.

La siguiente imagen nos muestra otra de las pruebas superadas, el estado de la pista de sacrificio, este elemento esta en contacto permanente con las laminillas, la calidad y formulación del acero cumplió con las expectativas esperadas, el desgaste después de 4 meses de operación constante fue 3% tomando en cuenta que la pista de sacrificio cuenta con un espesor de 10 milímetros.

Queremos concluir haciendo un reconocimiento a todas las personas de Cementos Argos en Colombia que intervinieron en la ejecución de este proyecto, gracias a ellos que creyeron en nosotros hoy tenemos un producto que hace un gran aporte a la industria, va para ellos nuestro más sincero agradecimiento.





## Nuestros Clientes

### **BRASIL**

Cimentos Votorantim  
Holcim  
Inter cement  
CSN Cimentos

### **USA**

Cemex  
Ash Grove  
Calgon Carbon

### **MEXICO**

Cemex  
Cimentos Cruz Azul

### **GUATEMALA**

Cimentos Progreso

### **HONDURAS**

Lafarge

### **PERU**

Unacem  
Cimentos del Sur  
Cimentos Yura

### **PUERTO RICO**

Esrocc

### **CHILE**

Holcim  
Cimentos Melon  
Xstrata Copper

### **NICARAGUA**

Cemex

### **ARGENTINA**

Holcim  
Cimentos Loma Negra  
Cimentos Avellaneda

### **ESPAÑA**

Cemex  
Cimentos Votorantim

### **CROACIA**

Cemex

### **COSTA RICA**

Cemex

### **PANAMA**

Cemex  
Cimentos Panamá

### **BOLIVIA**

Soboce

### **REPUBLICA DOMINICANA**

Cemex  
Cimentos Cibao

### **BARBADOS**

Arawak Cement

### **EL SALVADOR**

Holcim

### **COLOMBIA**

Cimentos Argos  
Cemex  
Holcim  
Cimentos San Marcos  
BHP Billiton / CerroMatoso  
Monomeros

### **ECUADOR**

Lafarge  
Cimentos Guapan  
Hormicreto  
Cimentos Chimborazo



**Teléfono: (57+4) 232-1704 - Dirección: Cra 52 # 32 - 53 – Medellín – Colombia**

**motofrenos@motofrenos.com.co / www.motofrenos.com**