

## **Estudio de la influencia de las variables de operación en el resultado del rendimiento de equipos de una planta de producción de cemento**

### **ABSTRACT**

This project reviewed through field visits operating cement production and defined the scope of performance analysis for rotary kiln for dry process clinker production. The definition of the analysis of cement kiln came to be the team with the highest consumption of raw materials, electricity and heat from cement manufacture. After detailed analysis gave the following relationships are the basis for improving the performance of the rotary kiln: Degree of filling of the oven: ratio fed tons and speed, heat rate or the ratio of the heat energy supplied to the fuel and performance in tone furnace, combustion air: air requirement for combustion ensure exact stoichiometry. The fact that environmental variables, labor, etc. quality. May modify or affect the performance of the equipment makes the improvement and optimization is a process of daily work and continuous improvement.

**Key Words:** Draft fan speed, speed oven, heat consumption, combustion stoichiometry, Clinker.

### **RESUMEN**

El presente proyecto revisó mediante visitas de campo la operación de la producción de cemento y definió el alcance del análisis de rendimiento para el horno rotatorio para producción de Clinker vía seca. La definición del análisis del horno cementero se dio por ser el equipo de mayor consumo de materias primas, energía eléctrica y térmica de la fabricación de cemento. Luego del análisis detallado se obtuvieron las siguientes relaciones que son la base para la mejora del desempeño del horno rotatorio: Grado de llenado del horno: relación entre toneladas alimentadas y velocidad de giro, Consumo Térmico o la relación entre la energía calórica alimentada con el combustible y el rendimiento del horno en toneladas, aire de combustión: Aire necesario para garantizar la combustión estequiometría exacta. El hecho que variables ambientales, de mano de obra, de calidad etc. Puedan modificar o afectar el desempeño de los equipos hace que la mejora y optimización sea un proceso de trabajo diario y mejora continua.

**Palabras Calves:** Velocidad del ventilador de tiro, velocidad de giro del horno, consumo térmico, combustión estequiometría, Clinker.

## **1. INTRODUCTION**

Antes de iniciar el estudio del proceso cementero se identificaron las materias primas, flujo de proceso, demanda energética, desempeño ambiental que permitieron el análisis e identificación de las variables que poseen un alto grado de apalancamiento de los resultados, es decir que variables tienen una alta influencia en los resultados con mínima variación porcentual. Estas actividades dedicadas al análisis del proceso se midieron y analizaron desde el inicio del proceso de investigación.

### **1.1 VISITAS DE CAMPO**

Se realizaron visitas de campo para familiarizarse e identificar los equipos críticos del proceso, como es el funcionamiento y como se monitorea el desempeño.

## **1.2 MUESTREO**

Se evaluaron los principales equipos del proceso e identificaron los de mayor consumo energético, en paralelo se han realizado entrevistas con personal operativo y de proceso con el fin de lograr el máximo de información en el análisis estadístico. Luego del proceso de muestreo en campo se definió como objeto de estudio el desempeño del horno cementero por el ser el corazón de la planta y el de mayor consumo de recursos de materiales primas y energía

## **1.3 PRUEBAS DE PROCESO PARA MEJORAR DESEMPEÑO.**

Mediante la coordinación conjunta realizar ajuste a las variables encontradas en el análisis de campo con el fin de lograr el mejor desempeño de los equipos y medir la influencia sobre los resultados generales.

## **1.4 PREPARACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN:**

Las empresas por su carácter privado son muy celosas del manejo de la información, por esta razón se ha establecido un compromiso de confidencialidad en el manejo de la información que se consideren Know How específico del proceso.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

El proceso para la fabricación del cemento se puede observar de manera esquemática en la siguiente figura.

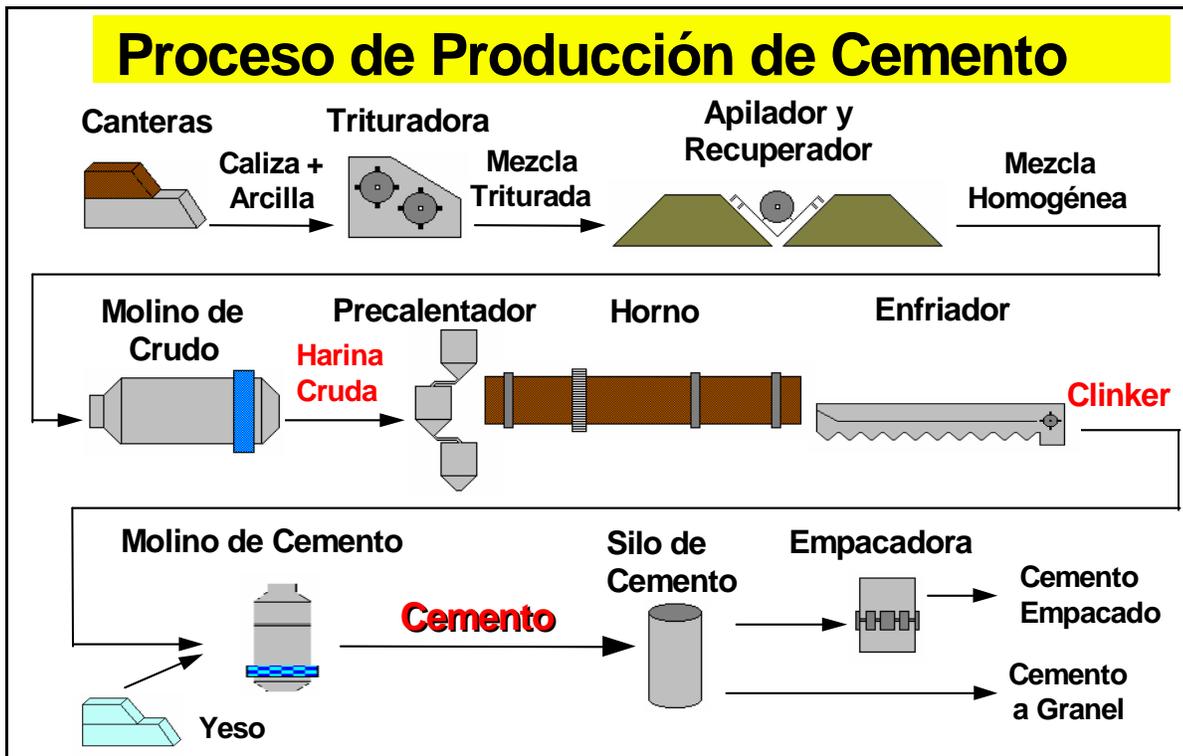


Figura 1. Proceso Producción de cemento.

Fuente: Pablo Cesar Suarez/Nelson E. López. Estudio de viabilidad económica para el manejo de cascarilla de arroz en hornos cementeros. Universidad de la Sabana 2004

En general las materias primas principales para la producción de cemento son la caliza y la arcilla. La mezcla de estos dos minerales de origen natural, sometida a altas temperaturas, da como resultado una nueva mezcla de minerales con propiedades hidráulicas-cementantes, que conforman un nuevo producto llamado "Clinker".

En el silo de crudo, la harina es almacenada y homogeneizada para ser alimentada al sistema torre -horno a una altura de 114 m. El material ingresa a la torre, la cual consta de 5 ciclones y 1 precalcinador. En este punto, se inicia la transferencia de calor de los gases al material crudo. En la medida que el material se precipita hacia la entrada del horno, va absorbiendo temperatura de los gases y estos a su vez se van enfriando. La harina cruda es alimentada en la torre a 70°C aproximadamente y al entrar al horno va con 850 °C. En general para una alimentación de 5000 toneladas / día se están necesitando 450 toneladas de carbón.

Posteriormente el material precalcinado (descarbonatado en un 95%), pasa al horno rotatorio. El tiempo de residencia del material dentro del horno es de aproximadamente 60 minutos. Allí el material alcanza

temperaturas hasta de 1,450°C, donde se funde y pasa por un enfriamiento brusco para dar origen al clinker. El Clinker es la principal materia prima para la fabricación de cemento.

Desde el almacén de clinker (silo), éste es alimentado al molino de cemento junto con las adiciones: yeso como retardador del fraguado y diversas adiciones minerales como puzolanas, escorias y/o cenizas.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En una empresa dedicada a la fabricación de cemento las variables de trabajo son múltiples y pueden favorecer o disminuir la eficiencia de los procesos, por ejemplo un clima lluvioso puede afectar los costos de producción hasta en un 20% debido a atascamientos y re trabajos operativos en el movimiento de materia prima, la energía térmica y eléctrica ocupan más del 20% de los costos de producción. Todo lo anterior se puede mejorar siempre y cuando se identifiquen, se midan y se gestionen los indicadores clave de desempeño.

Los consumos energéticos son cada día más costosos y las exigencias de presupuesto y de reducir el uso de los recursos naturales están cada día más fuertes, por esta razón es necesario que las empresas identifiquen, midan y mejoren el desempeño de los procesos. Las múltiples variables asociadas a la manufactura obligan a que exista una metodología de medida más sencilla que permita ahorrar tiempo y dinero en la optimización de los procesos.

### 4. CONCLUSIONES

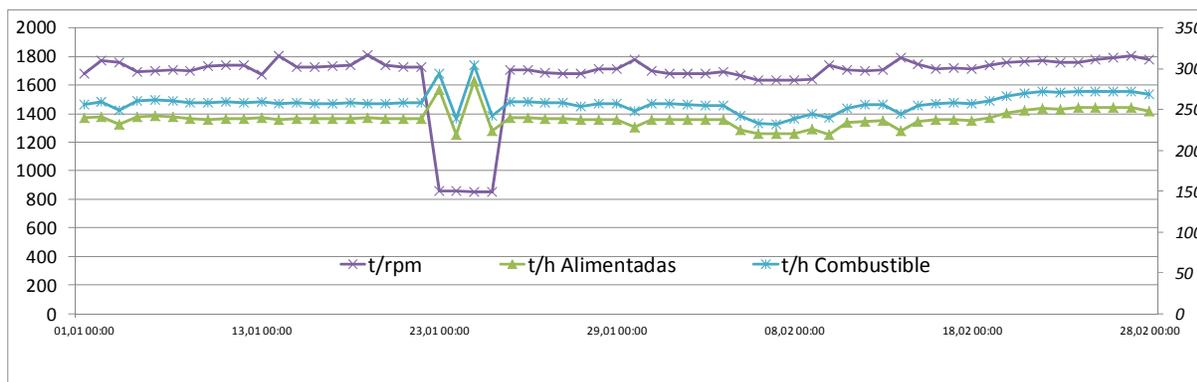
Del adecuado estudio de los equipos y variables de proceso se puede incrementar la producción de los equipos El trabajo minucioso en ingeniería de proceso y el involucramiento de todos los actores de la planta de producción impulsa la mejora continua.

El consumo de energía del proceso logró bajar en 2%

El rendimiento del equipo se incrementó en 10%

El horno cementero es el mayor consumidor de energía en una planta de producción de cemento.

Las cuatro variables de proceso que impulsan el rendimiento del horno cementero son: Tiro o succión del ventilador principal, velocidad de giro del horno, alimentación de combustible y toneladas de alimentación



**Gráfica No. 2. Relación del combustible y las revoluciones del horno sobre el rendimiento total.**

En la gráfica 2 se observa que la mejora en la alimentación y estabilidad el combustible facilita el incremento del rendimiento del horno cementero.

Aumentar el giro o succión del ventilador principal fue la variable que mejor impulso dio al aumento del rendimiento del horno.

El hecho que variables ambientales, de mano de obra, de calidad etc. Puedan modificar o afectar el desempeño de los equipos hace que la mejora y optimización sea un proceso de trabajo diario y mejora continua.

## **REFERENCIAS**

Walter D. (1987). Manual tecnológico del cemento. Editores técnicos asociados. Barcelona

López N. (2012) Apuntes de clase MBA-40. Universidad Externado. Bogotá

López N. Suarez P.. (2012). Estudio de viabilidad económica para la utilización de cascarilla de arroz como combustible alternativo en los hornos cementeros.

Manual horno. (2008).

## **Autorización y Renuncia**

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el artículo en las actas del congreso. Ni los editores ni LACCE son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresa en el documento.