

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

**Gerardo Avendaño**

Universidad EAN, Bogotá, Colombia, gavendanop@ean.edu.co

**Nelson Lopez**

Universidad EAN, Bogotá, Colombia, nelson.lopezindustria@gmail.com

## **RESUMEN**

El presente trabajo definió el alcance del análisis de rendimiento para el horno rotatorio para producción de Clinker vía seca, por ser el equipo de mayor consumo de materias primas, energía eléctrica y térmica de la fabricación de cemento. Los análisis finales permitieron establecer 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.

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

## **ABSTRACT**

This work defined the scope of performance analysis for the rotary kiln for dry process clinker production, as the team increased consumption of raw materials, power and thermal cement. Final analyzes allowed to establish the following relationships that are the foundation for improving the performance of the rotary kiln. Degree of filling of the oven: relationship between fed tons and speed. Heat consumption or the relationship between the heat energy supplied with the fuel and furnace yield in tons. Combustion air: Air required to ensure accurate stoichiometric combustion.

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

## **1. INTRODUCTION**

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. En una operación cementera el equipo principal es el horno de cemento el cual está influenciado por muchas variables, en este estudio en particular podemos citar las siguientes: Horas de operación, horas de parada no programada, alimentación de combustible, relación de alimentación de combustible entre precalcinador y quemador principal, relación de distribución de harina entre precalcinador y horno rotatorio, consumo específico de energía térmica en Mj/t y eléctrica en kwh/t, temperatura de ingreso de alimentación de harina, temperatura de salida de gases y Clinker o producto terminado, presión de vacío del ventilador de tiro, porcentaje de O<sub>2</sub> en la torre y entrada horno, análisis químico de la materia prima, consumo de corriente de los motores principales del horno, carga térmica del horno, consumos de aire primario y secundario, perfiles de temperatura, presión y Oxígeno en el sistema, consumo de aire de enfriamiento. La modificación ya sea voluntaria o de manera natural dan como resultado el aumento o disminución del rendimiento diario del equipo.

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 obligan a que el análisis de los datos sea una labor diaria y como no es posible mover todas las variables a la vez, se debe encontrar la principal o principales entradas que generan el mejor resultado en el proceso. Para agilidad del estudio y recolección de la información es necesario que el proceso esté en alto grado de automatización de lo contrario es casi imposible la recolección de los datos y el análisis de las pruebas de campo

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso para la fabricación del cemento se puede observar de manera esquemática en la figura 1.

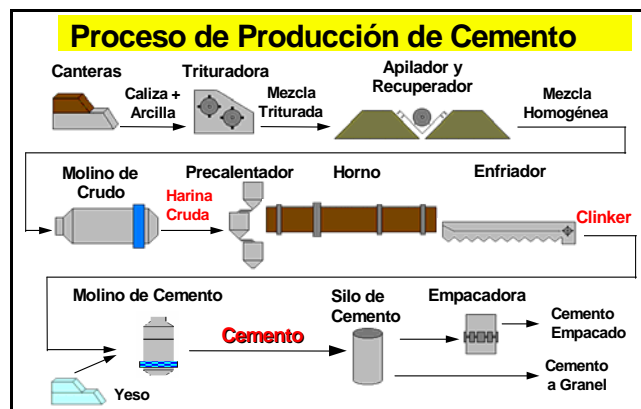


Figura 1. Proceso Producción de cemento.

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 metros. 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. 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

## REFERENCES

- Alsop, P. (2007). Cement International Review The Cement Plant Operations Handbook. Fifth edition... Tradeship Publication
- Friday, J. (2001). Oxygen enrichment for cement kiln firing," in Cement Industry Technical Conference, IEEE-IAS/PCA
- Universidad Nacional de Colombia-Cementos ARGOS, Medellín, Colombia 2009."Estudio teórico y experimental de la combustión del gas pobre para su uso en el proceso de Calcinación en la Industria Cementera,"
- Directorate-General for Energy and CIMPOR Cimentos de Portugal E.P. (1989). Energy Efficiency in the Cement Industry. Proceeding of seminar Organized by the Commissioning of European Communities, Oporto Portugal
- Walter, D. (1977). Manual tecnológico del cemento. Editores técnicos asociados. Barcelona
- López, N. (2012). Apuntes de clase MBA-40. Universidad Externado.

### ***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.*