

## 1 Quarry

La producción de cemento comienza con la extracción de las materias primas de una cantera. La materia prima principal es la **pedra caliza**, pero también puede ser arcilla, piedra marga o tiza. Los materiales rocosos tienen una **composición heterogénea** y pueden tener dimensiones de hasta **1,8 metros**. Se separan del lecho rocoso mediante explosiones. Tras la separación, se cargan con una grúa en un camión para transportarlos a la trituradora. En esta etapa, hay un **uso limitado o nulo de aire comprimido**.

## 2 Crusher

Las materias primas son los principales productos necesarios para fabricar cemento. Se transportan en un camión desde la cantera hasta una trituradora, el primer paso para la reducción mecánica del tamaño. Esta **trituradora reduce** los materiales a un tamaño de **80 mm** o menos. En esta etapa hay un **uso limitado o nulo de aire comprimido**.

## 3 Pre-homogenization

El objetivo es lograr una **composición homogénea y estable del cemento** al final del proceso de producción. De esta forma, puede clasificarse como, por ejemplo, Cemento Portland (ASTM C150). Sin embargo, las materias primas que se extraen de la naturaleza tienen una composición heterogénea. Para obtener esta composición homogénea del cemento, se deben efectuar varias fases de **homogeneización**. Una de esas fases es la de prehomogeneización, en la que los materiales entran en un gran almacén por la parte superior y se apilan **en una secuencia específica**. Esto garantiza que las materias primas se mezclen y la **mezcla sea homogénea**. Tras almacenar y aumentar la homogeneización en el gran almacén, los materiales se extraen del fondo del silo para transportarlos al molino de crudo. Al igual que en los pasos 1 y 2, en esta etapa hay un **uso limitado o nulo de aire comprimido**.

## 4 Raw mill

Las materias primas se transportan desde la fase de prehomogeneización hasta el molino de crudo. Aquí, los materiales se **muelen hasta convertirlos en polvo** con tamaños de partículas que varían entre **20 µm y 100 µm**. Este proceso puede realizarse en un **molino de rodillos vertical u horizontal**. El polvo se conoce como «**harina cruda**» o «**mezcla cruda**». El polvo generado en este proceso de molienda debe recogerse. Esto se puede hacer mediante **filtros de mangas**, que se limpian de forma discontinua mediante **la purga de dichos filtros de mangas(4D)**. Una vez que las materias primas se trituran hasta convertirlas en polvo, se transportan al silo de homogeneización, lo cual se puede hacer mediante **transporte neumático(4A)**. En esta etapa, se pueden agregar algunos aditivos al molino para limitar el uso de materiales vírgenes. Estos materiales pueden ser arena, piedra o lodo. Estas materias primas se pueden almacenar en silos verticales y transportarse mediante **transporte neumático(5A)** al molino de crudo. **Se puede utilizar la fluidización(5B)** para evitar bloqueos al extraer los materiales de los silos.

## 5 Raw mill aggregates

Las materias primas se transportan desde la fase de prehomogeneización hasta el molino de crudo. Aquí, los materiales se **muelen hasta convertirlos en polvo** con tamaños de partículas que varían entre **20 µm y 100 µm**. Este proceso puede realizarse en un **molino de rodillos vertical u horizontal**. El polvo se conoce como «**harina cruda**» o «**mezcla cruda**». El polvo generado en este proceso de molienda debe recogerse. Esto se puede hacer mediante **filtros de mangas**, que se limpian de forma discontinua mediante **la purga de dichos filtros de mangas(4D)**. Una vez que las materias primas se trituran hasta convertirlas en polvo, se transportan al silo de homogeneización, lo cual se puede hacer mediante **transporte neumático(4A)**. En esta etapa, se pueden agregar algunos aditivos al molino para limitar el uso de materiales vírgenes. Estos materiales pueden ser arena, piedra o lodo. Estas materias primas se pueden almacenar en silos verticales y transportarse mediante **transporte neumático(5A)** al molino de crudo. **Se puede utilizar la fluidización(5B)** para evitar bloqueos al extraer los materiales de los silos.

## 6 Homogenization

La mezcla cruda se **transporta de forma neumática(5A)** desde el molino de crudo hasta el **silo de homogeneización**, donde se **homogeneiza aún más**. La mezcla cruda entra por la parte superior de un silo típicamente vertical, donde se almacena inicialmente en capas. Estas capas suelen tener composiciones diferentes. Aplicando una temporización específica de las válvulas de la parte inferior del silo, las capas se descomponen. La mezcla cruda más homogénea se extrae de la parte inferior del silo y se **transporta de forma neumática(6A)** al precalentador. **Se puede utilizar la fluidización (6B)** aquí también para **evitar bloqueos** durante la descarga de los silos.

## 7 Pre-heater

Al pasar por la secuencia del precalentador, el horno y el refrigerador, la mezcla cruda se convierte en **clínker**, piedras pequeñas de unos pocos centímetros o menos. La mezcla cruda entra por la parte superior del **precalentador**. El aire del horno se utiliza para **calentar** la mezcla cruda en los ciclones hasta una temperatura de **850 °C**.

## 8 Kiln

El **hornose** puede describirse mejor como un enorme **tubo inclinado y giratorio** en el que la gravedad transporta la mezcla cruda calentada desde la entrada hasta la salida. Durante el transporte, el material se calienta aún más hasta alcanzar una temperatura de **1450 °C**, **momento en el cual se sinteriza en clínker**. El calentamiento se realiza mediante una llama de **2000 °C** ubicada en la salida del horno. La llama se genera utilizando **aire de combustión(8C)** y un combustible, que puede ser **transportado** al quemador (8A).

## 9 Cooler

En una etapa final, **se utiliza aire de enfriamiento(8F)** para enfriar rápidamente los clínker a una temperatura de **100°C**. Después de enfriarse, el clínker se **transporta de forma neumática (9A)** desde el enfriador hasta el almacén.

## 10 Clinker storage

El almacén de clínker puede considerarse como una **etapa de amortiguación** en el proceso de producción continuo. La entrada y extracción de materiales del almacén se puede realizar mediante una instalación de **transporte neumático** (9A, 10A).

## 11 Mill

El **molino muele** el clínker con algunos aditivos como yeso, cenizas volantes o escoria hasta obtener en el producto final: **cemento** (con tamaños de partículas de hasta **100 µm**). Los aditivos se almacenan normalmente en silos verticales y se transportan al molino mediante una instalación de **transporte neumático** (11A). Para evitar bloqueos al descargar los silos, **se puede utilizar la fluidización** (12B). Al igual que en el proceso del molino de crudo, el polvo generado durante este paso de producción se recoge en filtros de mangas que se limpian mediante **la purga de dichos filtros de mangas** (11D). El transporte del cemento del molino hasta los almacenes se hace generalmente mediante **transporte neumático** (12A).

## 12 Mill aggregates

El **molino muele** el clínker con algunos aditivos como yeso, cenizas volantes o escoria hasta obtener en el producto final: **cemento** (con tamaños de partículas de hasta **100 µm**). Los aditivos se almacenan normalmente en silos verticales y se transportan al molino mediante una instalación de **transporte neumático** (11A). Para evitar bloqueos al descargar los silos, **se puede utilizar la fluidización** (12B). Al igual que en el proceso del molino de crudo, el polvo generado durante este paso de producción se recoge en filtros de mangas que se limpian mediante **la purga de dichos filtros de mangas** (11D). El transporte del cemento del molino hasta los almacenes se hace generalmente mediante **transporte neumático** (12A).

## 13 Storage

El producto final se **almacena** normalmente en grandes **silos verticales**. Estos silos se llenan desde la parte superior y, posteriormente, el material se carga en camiones, barcos o trenes a través de la parte inferior del silo. Aquí, **se puede utilizar la fluidización** (13B) también para evitar que el material se pegue al fondo del silo.

## 14 Loading

El producto final se **almacena** normalmente en grandes **silos verticales**. Estos silos se llenan desde la parte superior y, posteriormente, el material se carga en camiones, barcos o trenes a través de la parte inferior del silo. Aquí, **se puede utilizar la fluidización** (13B) también para evitar que el material se pegue al fondo del silo.