

16
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

"PROCESO DE FABRICACION DEL CEMENTO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

Ruperto Avendaño Melgoza

MEXICO, D. F.

1988



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

PROCESO DE FABRICACION DEL CEMENTO

	PAG
1.- INTRODUCCION	1
2.- PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS	3
3.- DISTINTOS PROCESOS DE ELABORACION	8
4.- PROCESO DE VIA SECA	13
4.1. EXPLOTACION Y TRANSPORTE	15
4.2. TRITURACION	17
4.3. DOSIFICACION	24
4.4. MOLIENDA DE CRUDO	27
4.5. HOMOGENEIZACION	36
4.6. CALCINACION	42
4.7. ALMACENAMIENTO DE CLINKER	48
4.8. MOLIENDA DE CEMENTO	51
4.9. ENVASE Y EMBARQUE	64
5.- CONTROL DE CALIDAD	73
6.- CONTROL DEL MEDIO AMBIENTE	78
7.- PRINCIPALES TIPOS DE CEMENTO Y SU APLICACION EN LA CONSTRUCCION	81
8.- CONCLUSIONES	85
9.- BIBLIOGRAFIA	86

I N T R O D U C C I O N

Las notas que integran este texto tienen como objetivo primordial proporcionar información básica sobre el proceso de Fabricación del Cemento, que sirva como herramienta de consulta para el profesionista que utiliza - este producto como elemento básico en la industria de la construcción.

Se exponen las propiedades físicas y químicas, para dar una idea general de los componentes que lo integran, con el objeto de conocer las características del producto, el como manejarlo y mejorar se aplicación

Considerando la tendencia de los fabricantes de equipo y maquinaria para el desarrollo tecnológico del proceso de elaboración por vía seca en la industria cementera, este estudio se enfoca a dicho proceso, detallando cada una de las etapas de manufactura el flujo y la transformación de materia prima, así como los equipos principales que componen cada departamento siguiendo cuidadosamente la línea de producción. Es importante denotar que este tipo de industria, y dada la situación económica - actual, se ha preocupado por optimizar al máximo el rendimiento de sus equipos, buscando elevar la producción y aumentar la calidad del producto, con una inversión - mínima para realizar estas modificaciones a las plantas actuales.

El conocimiento de los diferentes tipos de cemento que existen en el mercado sus propiedades y su aplicación en el proceso constructivo es un tema de suma importancia, ya que con ésta información el consumidor tiene - más alternativas de selección para adquirir el producto que requiere la obra que va a desarrollar. Actualmente se fabrica una amplia gama de tipos de cemento para usos específicos, que permiten obtener mejores resultados en la construcción de complejas estructuras de acero y --

hormigón, que realizan los ingenieros y arquitectos -
mexicanos

La contaminación del medio ambiente en nuestro país es -
un grave problema que se vive hoy en día, y por ésta ra-
zón la industria del cemento se ha preocupado por incor-
porar en sus instalaciones, equipos sofisticados y costo-
sos, que disminuyan considerablemente la emisión de pol-
vos y aguas residuales que alteren la ecología de las zo-
nas en donde están ubicadas.

El conocimiento Industrial descrito en estas notas, pre-
tende de alguna forma ampliar el interés del profesion
ta para profundizar en el estudio del proceso de fabrica-
ción del cemento y será una gran satisfacción el que sea
de utilidad práctica en el desarrollo de sus estudios o
actividades.

2.- PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS:

Comunmente cualquier constituyente de la mezcla alimentada al horno estará presente en más de una de las materias primas. - Por ejemplo, una típica caliza o una pizarra podrían contener las substancias enlistadas en la tabla No.1 y en las cantidades mostradas.

(TABLA No. 1)

COMPOSICION TIPICA DE MATERIAS PRIMAS.

MATERIA PRIMA.	PORCENTAJES.					
	CaO	SiO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	P. al R
PIEDRA CALIZA	52.0	5.7	0.8	0.3	0.4	40.4
PIEDRA CALIZA DE ALTA SILICA	33.6	36.8	1.8	0.6	0.5	26.4
ROCA PARA CEMENTO	40.0	18.0	5.0	1.5	2.0	32.0
ESCORIA DE HORNO	35.5	33.1	9.1	0.9	16.4	2.1
PIZARRA	3.2	53.8	18.9	7.7	2.2	13.1
ARENA	0.8	70.0	15.0	5.0	0.2	8.6
BARRO	0.5	61.0	16.9	12.4	0.4	7.8
MINERAL DE HIERRO	- -	6.7	1.4	49.7	0.4	0.2
LAMINA DE ACERO MOLIDA	- -	2.5	1.1	89.9	- -	4.0

NOTA: P. al R. Quiere decir pérdida al rojo.

La alimentación cruda contiene un cierto número de impurezas. - el óxido de magnesio (MgO) está presente en grados variables. - El óxido de magnesio actúa como un fundente a alta temperatura, lo cual da como resultado una gran facilidad para la clinkerización. Sin embargo, una alimentación rica en óxido de magnesio - tiende fácilmente a formar bolas en la zona de clinkerización, - por lo tanto el efecto total es indeseable. Un exceso de MgO - en el producto final es nocivo ya que daría por resultado un - - concreto defectuoso.

Los óxidos potasio y de sodio (K_2O y Na_2O), aunque es más común al referirse a ellos como los álcalis, se encuentran usualmente en la arena y el barro. A pesar de que el porcentaje de estos óxidos en la mayoría de los cementos es menor del 1 %, pueden jugar un importante y nocivo papel en el horno, debido a que son los mayores causantes de los molestos anillos. Si se presentan en el producto final, conducen a fallas y expansiones internas del concreto, cuando se usa ciertos reactivos agregados.

A partir de las diversas materias primas, se hace una mezcla que se alimenta al horno de tal forma que después de la calcinación dé un buen clinker, que de ser posible consista de 64 % CaO , 22 % SiO_2 , 3.5 % Al_2O_3 y de 3.0 Fe_2O_3 .

La composición varía para diferentes molindas y tipos de cemento, pero esencialmente los compuestos principales son como se muestran. Hay pequeñas cantidades de otros constituyentes, algunos de los cuales tienen un efecto marcado en el cemento, o en el concreto que se hace con el cemento. La composición típica del cemento tipo II se muestra en la tabla No.2, la cual indica que el cemento portland es una mezcla compleja de un número de componentes, Sin embargo, cuatro de estos componentes, registrados en los análisis de óxidos de cemento, abarcan casi todos los cementos. Estos componentes o fases con sus abreviaciones comunmente aceptadas, son:

Silicato tricálcico	$3CaO.SiO_2$	=	C3S
Silicato dicálcico	$2CaO.SiO_2$	=	C2S
Aluminato tricálcico	$3CaO.Al_2O_3$	=	C3A
Ferroaluminato tetracálcico	$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$	=	C4AF.

La composición de los compuestos se determina de análisis químicos como sigue:

C3S	=	4.07 CaO	-	(7.60SiO ₂ + 6.72Al ₂ O ₃ + 1.43Fe ₂ O ₃ + 2.8SO ₃)
C2S	=	2.87 SiO ₂	-	0.754C3S
C3A	=	2.65 Al ₂ O ₃	-	1.69Fe ₂ O ₃
C4AF	=	3.04 Fe ₂ O ₃		

El silicato tricálcico es un constituyente importante ya que es el principal responsable del desarrollo de la resistencia en -- morteros y concretos. La alimentación regular al horno de cemento portland usualmente tiene un C₃S potencial de 52 a 62 % . La alimentación al horno como un potencial arriba del 65 % es extremadamente difícil de clinkerizar y tiene la característica - de formar una costra muy pobre.

(TABLA No. 2)

COMPOSICION TIPICA DEL CEMENTO.

COMPUESTOS	PORCENTAJE.
CaO	64.4
SiO ₂	22.2
Al ₂ O ₃	3.5
Fe ₂ O ₃	2.9
MgO	2.2
SO ₃	2.0
Pérdida al Rojo (P. al R)	1.4
Residuo insoluble	0.1
Total de álcalis como Na ₂ O	0.45
Cal libre (CaO)	0.9
C ₃ A	6.8
C ₃ S	54.0
C ₂ S	22.9
C ₄ AF	8.8

CARACTERISTICAS FISICAS.

Superficie específica (Blaine)	3400 cm ² /g
Expansión en autoclave	0.02 %
Tiempo inicial de fraguado	4 Horas
Tiempo final de fraguado	6.5 Horas
Resistencia a la compresión en cubos de 2" (5.08 cm) ;	
1 Día	85 kg/cm ²
7 Días	257 kg/cm ²
28 Días	401 kg/cm ²

La cantidad del silicato dicálcico en el clinker es de aproximadamente 22%. Esto indica que no necesariamente el clinker tiene la misma composición que el potencial de la alimentación registrada. Los porcentajes indicados de C₃S y de C₂S estarán presentes en el clinker sólo en caso que éste haya sido clinkerizado a 2642°F (1470°C). Las temperaturas en la zona de clinkerización, sin embargo, en ocasiones pueden variar mucho y esto altera los porcentajes de C₃S y de C₂S. Debido a que se requiere una temperatura mayor para formar el C₃S que para formar el C₂S, una temperatura de clinkerización deficiente daría por resultado un contenido mayor de C₂S y un contenido menor de C₃S.

El aluminato tricálcico es el responsable de la trabajabilidad del mortero. El contenido alto de C₃A, le da alta plasticidad (trabajabilidad) a los morteros. Esto explica el por que la alimentación del horno para los llamados cementos plásticos tienen un alto potencial de C₃A a diferencia de los cementos regulares en los cuales la cantidad de C₃A varía del 6 al 8 % en el clinker. El concreto que contenga cemento alto en C₃A no es tan resistente al ataque por la exposición a los sulfatos en tierra o en agua -- como lo es el concreto bajo en C₃A.

El ferroaluminato tetracálcico le da el color al cemento. El contenido alto de C₄AF en el clinker, oscurece el cemento. Esto no se recomienda porque la mayoría de los usuarios unánimemente prefieren un color claro en el cemento. El fierro tiene la propiedad, muy deseable, de actuar como un fundente en el horno facilitando la formación de otros componentes del cemento a una temperatura un poco más baja que la ordinaria.

Es obvio completamente la necesidad de tener un continuo análisis del material que entra al horno si es que se quiere tener un adecuado control del producto que sale del horno. Es responsabilidad del químico de la planta determinar la composición de esos materiales, su proporcionamiento para producir una alimentación de -- horno que asegure la uniformidad y la alta calidad del clinker, -- así como una buena aptitud de cocción del crudo. Tener una composición uniforme en la alimentación del horno es de gran importancia para una adecuada operación del horno.

Son varios los sistemas empleados para introducir la alimentación dentro del horno dependiendo de si se está usando un proceso húmedo o uno seco. Todos los sistemas sirven para el mismo propósito, es decir, que la alimentación del horno sea constante y de proporción uniforme con la fluctuación lo más pequeña posible, lo que significa que cada material crudo debe ser cuidadosamente medido y bien proporcionado.

Pasando a través de las diferentes etapas de la calcinación, la alimentación del horno pierde parte su peso original. Esto se conoce como pérdidas por ignición y en el análisis de un laboratorio como pérdida al rojo (P.al R.). Por esta razón se requieren aproximadamente de 250 a 272 kg de alimentación al horno par producir un barril de clinker (170.5 kg). De esta forma, no se puede decir que el horno producirá 500 ton. de clinker porque la alimentación fué de 500 ton de material en un -- cierto periodo de tiempo.

Otro punto importante es el factor que nos determina que la -- composición de la alimentación del horno no es idéntica a la -- composición de un cemento hecho con esa alimentación. El químico puede determinar estas diferencias y de esta manera poder -- registrar la composición necesaria de la alimentación para dar un cemento adecuado. Por ejemplo, prácticamente todo el SO_3 -- del cemento procede del yeso agregado en la molienda final. -- Las pérdidas por ignición de la alimentación del horno son comúnmente alrededor del 30 al 35 % mientras que el cemento tiene una pérdida de menos del 2%. Debido a que parte de los álcalis presentes son transportados dentro de la corriente de gas durante la clinkerización en el horno junto con polvo, por -- consiguiente más alta que la correspondiente al cemento.

La cal, a pesar de que puede considerarse que esté 100% libre en la alimentación del horno, se combina con los otros óxidos durante la clinkerización de tal forma que la cal libre en el cemento producido, considerando que el clinker fué debidamente calcinado, es de 0.5 a 1.0 %. La cal libre en el cemento es -- CaO (óxido de calcio) que no pudo combinarse con la sílica, la alúmina y el fierro dentro del horno.

3.- DISTINTOS PROCESOS DE ELABORACION.

Generalmente hablando, el proceso de fabricación del clinker que se utiliza en los hornos rotatorios se puede dividir en húmedo, semiseco y seco.

3.1. PROCESO HUMEDO

Este grupo lo forman todos los procesos en los que la alimentación al horno entra en forma de pasta aguada con un contenido de humedad de 30 a 40 %. En comparación con el proceso seco en un horno de las mismas dimensiones, el horno de proceso húmedo necesita una zona adicional para expulsar el agua de la alimentación, por lo cual deberá ser considerablemente más grande a modo de alcanzar el mismo valor de producción.

Para producir una cantidad equivalente de clinker, un horno de proceso húmedo requiere teóricamente más combustible que un horno de proceso seco por el calor extra necesario para evaporar el agua. Sin embargo, la operación actual de un horno este factor fundamental no siempre tiene validez completamente.

Las ventajas de un horno de proceso húmedo son : la alimentación es mezclada más uniformemente que el proceso seco, las pérdidas de polvo son normalmente más pequeñas y, en regiones de clima húmedo, el proceso húmedo del material es más adecuado que el seco ya que la humedad está presente en los materiales mezclados.

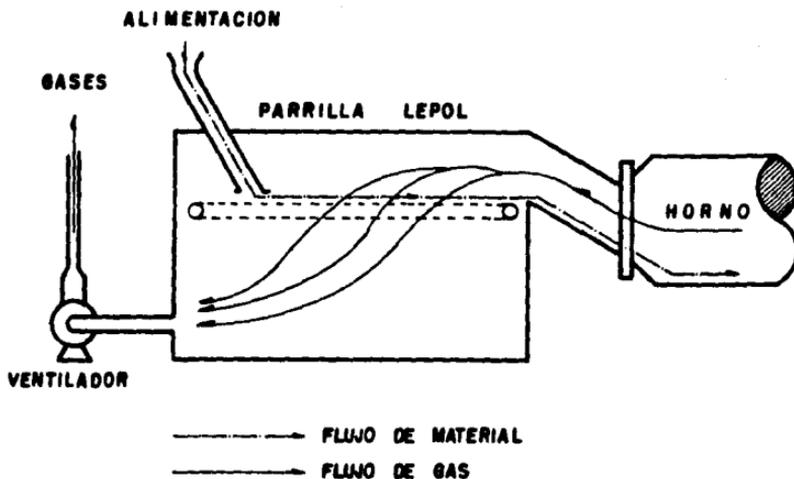
3.2. PROCESO SEMI-SECO:

Esta forma, en el grupo de los hornos rotatorios, es también ampliamente conocida bajo el término "horno de proceso bajo-parrilla". En este grupo se incluyen los hornos Polysius y Lepol. El horno más económico, considerando el consumo de combustible por unidad de clinker producido, se puede encontrar en este grupo.

En el proceso de parrilla, la alimentación pulveriza y seca primero se noduliza adicionando el 10 a 15 % de agua, luego

se alimenta a través de una parrilla donde se calcina parcialmente antes de entrar al horno rotatorio. El calentamiento de los nódulos se realiza con los gases de salida del horno; los gases que pasan a través del material (cama) son jalados hacia abajo, a través de la parrilla, por medio de un ventilador. - El material parcialmente calcinado cae a un ducto que descarga dentro del horno rotatorio donde tiene lugar la calcinación finalmente. Como la alimentación al horno está ya parcialmente calcinada antes de que entre, el horno mismo es únicamente la tercera parte de su longitud normal. La figura No.3 muestra el diagrama esquemático del flujo de gases y de material a través de un precalentador Lepol de parrilla.

(FIGURA No. 3)



Una ventaja de los hornos de proceso de parrilla es el tamaño uniforme del clinker que sale del horno; un factor que es decididamente benéfico para la molienda del clinker. Sin embargo, existen algunos rasgos que no se encuentran en los hornos rotatorios convencionales y que necesitan mayor atención, por ejemplo: producción de los nódulos y control del espesor de la cama de alimentación sobre el emparrillado. Por lo tanto, el horno necesita normalmente de un control estrecho para atender la platna granuladora.

3.3. PROCESO SECO:

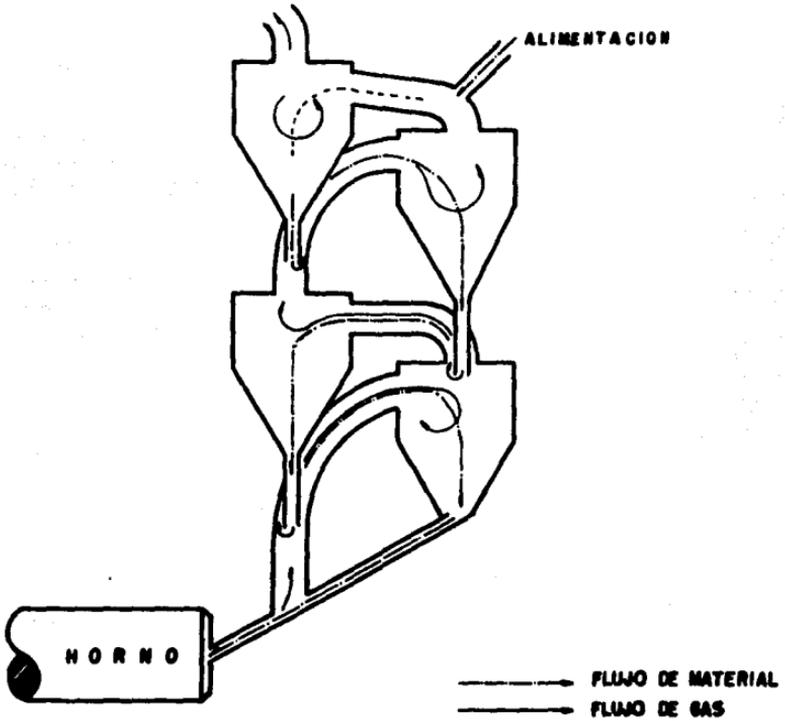
Como su nombre lo indica, en este proceso la alimentación al horno entra en forma de polvo seco. Actualmente se utilizan gran número de diseños de hornos de este proceso; la mayoría vienen acondicionados para recuperar parte de la gran cantidad de calor de los gases de salida, los que en otros son una pérdida. Estos se pueden dividir en los siguientes grupos:

- Hornos con precalentador por suspensión de gases
- Hornos con cambiadores internos de calor
- Hornos con unidades recuperadoras de calor para la generación de energía.

En el horno con precalentador por suspensión de gases, la alimentación seca se precalienta y calcina parcialmente en una serie de ciclones o etapas intercambiadoras de calor entre el gas y el material en los ciclones se realiza mientras ambos están en suspensión. Aunque existen muchos diseños distintos de hornos con precalentador, uno de los más ampliamente utilizados es el Humboldt (Figura No. 4)

Otro sistema de recuperación de calor, en la parte posterior del horno, es por medio de cadenas, casi igual a aquellas usadas en los hornos de ciclones, las cadenas son prácticas en hornos largos y grandes, que entraron en uso desde 1950. Estos cambiadores de calor internos, por su simpleza y fácil operación, son populares para los operadores.

(FIG. No. 4 PRECALENTADOR POR SUSPENSION)



El gas llega a las cadenas a una temperatura de aproximadamente 1500 °F (815°C) y sale del horno a 850°F (450°C) aproximadamente. En flujo a contracorriente, el material llega a las cadenas con una temperatura de 120°F (50°C) y sale de la sección de cadenas con una temperatura de 1350°F (750°C).

En el último grupo están los sistemas de hornos de proceso seco en los cuales las altas temperaturas de los gases de salida se utilizan para producir vapor para la generación de energía. A causa de la elevación del costo de obra y a la tendencia de elevarse las tarifas de la electricidad, este tipo de sistema en años recientes ha caído en desuso en la industria del cemento. Estos sistemas se han sustituido por eficientes y económicos hornos con precalentador o bien en hornos con precalentadores internos.

En un periodo aproximado de 80 años, los hornos rotatorios han desarrollado amplios cambios. En una área única, por ejemplo la eficiencia del combustible, se han realizado grandes mejoras y el combustible y el equipo han empezado a aprovecharse mejor. Los diseños de las máquinas han cambiado considerablemente y los medios por los cuales se controlan los hornos han mantenido el paso con la modernización. En años recientes, la tendencia ha sido hacia la automatización y mejores y más refinados instrumentos se han incorporado al sistema del horno. Muchos hornos rotatorios están actualmente bajo control automático total por medio de computadora.

A pesar de todas las mejoras hechas en los últimos años, la realidad indica que aún cuando los hornos son operados correctamente, toda vía se trabaja a una baja eficiencia cuando se compara con los procesos de fabricación de otras industrias. Más allá de cualquier duda, la última palabra en diseño de hornos rotatorios no se ha dicho aún. Existen muchas áreas por estudiar en el sistema del horno en donde tarde o temprano se tendrán que mejorar a modo de reducir la gran cantidad de pérdida de calor.

4. PROCESO DE VIA SECA

Esencialmente la única diferencia significativa entre un horno de proceso húmedo y uno de proceso seco es de que la alimentación en éste último es en forma de polvo seco, Antes - que se desgaste dentro del horno a través del tubo de alimentación (de 65 a 85% pasa a través de un tamiz x/° 200) - pasa por un alimentador de peso exacto que regula el porcentaje de alimentación al horno. Una vez dentro del horno, la alimentación pasa primeramente por una sección de cadenas - similares a los de un proceso húmedo, el objetivo de las cadenas es el actuar como un intercambiador de calor para incrementar rápidamente la temperatura de la alimentación y recuperar parte del calor de salida, los cuales son más calientes que un horno de proceso húmedo. Debido a la temperatura alta de la alimentación que ha pasado por las cadenas - normalmente entre (565 y 705°C la alimentación queda parcialmente calcinada antes de entrar a la próxima zona.

Aunque la temperatura de los gases de salida de un horno de proceso seco es más alta que los de un horno de proceso húmedo, el horno de proceso seco requiere menos calor por unidad de cemento producidos. Es comun un valor de (1034 Kca/Kg.) que es una ventaja significativa cuando se considera el costo del cemento producido. El horno de proceso húmedo ofrece las ventajas de proveer de una alimentación más uniforme y de pérdidas menores por arrastre de polvo en la zona de alimentación del mismo.

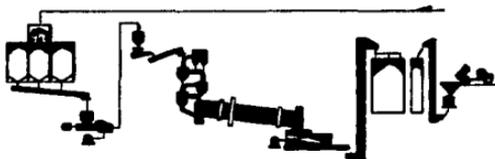
PROCESO DE FABRICACION DEL CEMENTO . =



Se **EXTRAEN** de los canchales las materias Primas (caliza, arcilla, sílice y hematita) se **TRITURAN** y se **ALMACENAN** separadamente.



Los materiales se **DOSIFICAN**, se **SECAN** y se **MUELEN** hasta obtener un polvo fino.



Uniformemente **DISTRIBUIDA** la mezcla, **CALCINADA** a unos 1500 °C, se convierte en un **CLINKER** gaseoso semivitrificado.



La adición de **YESO** (como coque) y una **MOLIENDA FINAL** convierte el **CLINKER** en **CEMENTO PORTLAND**, se **ALMACENA** en silos y posteriormente se **EMBARCA** en sacos de papel o a granel y se **EMBARCA**.

4.1. EXPLOTACION Y TRANSPORTE

Los procedimientos para la explotación de canteras son determinados, en gran medida, por las condiciones locales, es decir, por las características de la materia prima y las condiciones climatológicas su explotación, se hace a cielo abierto siendo la que se efectúe en galerías o bancos de 25 a 30 metros de altura. La diferencia es que la pizarra en su estado físico es menos duro, y su manejo se hace más fácil. Sin embargo, existen partes donde no es posible "desgarrar" el terreno y es necesario hacer pequeñas voladuras. - Para cumplir este aspecto operacional, se utiliza una serie de pasos:

- a) Perforación
- b) Carga de explosivos y voladuras
- c) Carga de material y transporte al departamento de Trituración.

El objeto de esta técnica radica, en el suministro del material con tamaño adecuado al original de yacimiento, ya que éste, está formado por una serie de capas estrechamente y es necesario reducir el material a un tamaño mínimo considerado para su acarreo

Sin olvidar el aspecto estratégico, el personal de laboratorio químico (Control de Calidad), supervisa los sitios de explotación constando el criterio que se refiere a la explotación selectiva o no se selectiva.

Formando así, el aspecto operacional que ofrece la explotación tanto en calidad volumen y la fragmentación en cantera.

PROCEDIMIENTO

A lo largo del corte se efectúa una serie de barrenos, utilizando una plantilla o separación predeterminada, que dependerá del diámetro de barrenación, del material a explotar y la fragmentación que se desee.

La profundidad de los barrenos deberá de ser igual a al altura del corte más una subperforación.

Para mejorar resultados de la voladura se hace una barrenación horizontal en la parte inferior del corte (ras del piso) estos se van intercalando a la barrenación vertical.

Posteriormente a estos trabajos de avances, se procede a una carga con material explosivo. Para todo esto se utilizará máquinas como perforadas y compresores portátiles. Este último proporciona movimientos mecánico tanto de rotación del barreno como de avance.

Una vez que se tiene lista la barrenación se cargan con el material explosivo de alta densidad, que se deposita en el fondo del barreno y la baja densidad aproximadamente a la mitad de la profundidad del barreno, en la parte superior se agrega tierra fina para formar el tapón denominado "Taco" que tiene como función no dejar que la explosión se escape por la parte libre del barreno en el momento de la detonación ya que se trata de una violenta reacción química provoca altas presiones en las paredes de las rocas hasta que las rompen.

Para iniciar la explosión se utiliza una fulminante que se amarra fuertemente al cordón detonante. El calor que necesita el fulminante lo proporciona una mecha o cañuela que es un cordón con un núcleo de pólvora que se enciende por un extremo y la chispa a lo largo de la misma a una velocidad lenta aproximadamente de un metro por minuto.

Al llegar al calor fulminante, estalla.

El transporte de la materia prima de la cantera a la trituration es el primer problema de manejo de material en la producción de Cemento en línea. Dicho transporte suele hacerse a través de camiones, trailers o por tren, también se emplean bandas transportadoras o funiculares, todo depende de escoger el sistema basado en condiciones económicas y la distancia entre la fábrica y la cantera; las propiedades y cantidades del material son factores importantes también

4.2. TRITURACION

Después de que las materias primas han sido extraídas de sus canteras, se someten a la operación de trituración que consisten en reducir el tamaño original de las rocas hasta obtener un producto menor a tres cuartos de pulgada, de las cuatro materias primas con que se fabrica el cemento, generalmente dos de ellas son las que se someten a esta operación: la caliza y la pizarra, la hematita se recibe en la planta ya triturada debido a que es un sub producto de otros procesos como son la fundición del fierro y el beneficio de los materiales de cobre, la sílice generalmente llega en estado natural en forma de partículas finas y no necesita triturarse.

La operación de trituración se divide en dos categorías: - Trituración primaria y Trituración secundaria, dependiendo del tamaño de las partículas sometidas a la operación si la reducción se efectúa en las rocas tal como vienen de los frentes hasta obtener un producto de cuatro pulgadas y menor, la operación se llama trituración primaria. La trituración secundaria reduce los materiales desde cuatro hasta tres cuartos de pulgada, que es el tamaño adecuado para continuar con la siguiente etapa del proceso de fabricación de cemento la molienda de crudo.

Las unidades de transporte cargadas con caliza descargan el material en la tolva alimentadora, donde es tomada por un alimentador de oruga y llevada al impactor; este equipo gira a altas velocidades y merced a su gran masa golpea a los trozos de caliza con gran fuerza, proyectándolos contra una serie de placas resistentes al impacto; en esta forma, las rocas, son trituradas completamente obteniéndose una mezcla de partículas que van desde cuatro pulgadas hasta polvo fino, una serie de bandas transportadoras llevan este material hasta las cribas vibratorias donde tiene lugar la separación de las partículas menores a tres cuartos de pulgada, esta porción es transportada por medio de bandas hasta los almacenes y constituye el producto final de trituración secundaria, la porción gruesa de material que no alcanzó estas dimensiones

alimenta a los quebradores de materiales para someterla a una nueva operación de triturado y recircular nuevamente a las cribas para su clasificación.

El equipo auxiliar instalado en el departamento de trituración de caliza incluye lo siguiente:

Una rompedora neumática instalada en la tolva receptora de caliza que facilita en gran medida la operación de trituración primaria, al romper las rocas de gran tamaño.

Dos colectores de polvo que consisten en una serie de ciclos conectados por medio de ductos a los puntos generadores de polvo como son las descargas de los impactores de los quebradores de martillos y de las cribas.

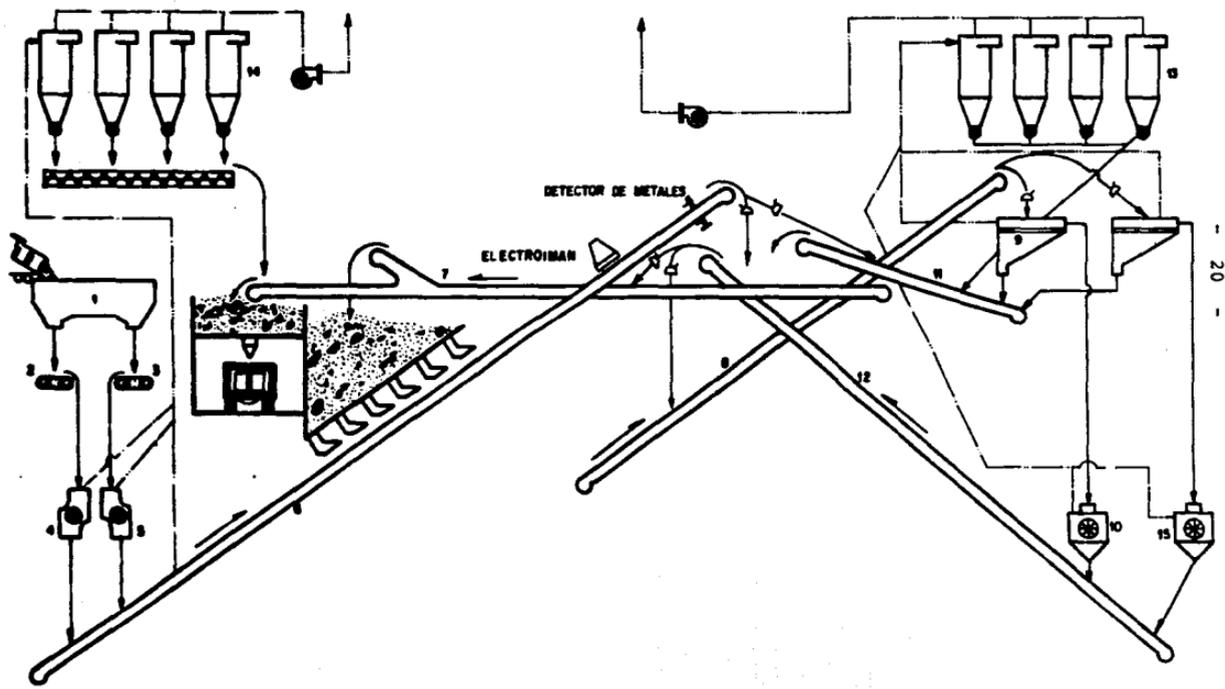
Un sistema de captación de polvo figitivo que consta de bomba, tubería válvulas y toberas, que atomizan una solución especial para captar el polvo fino generado principalmente en los puntos de descarga de material, ya sea de un equipo de trituración a una banda ó entre una banda y otra.

Un detector de metales que separa del sistema los trozos de metales extraños que pueden ocasionar serios daños al equipo de trituración secundaria.

La trituración primaria tiene por objeto reducir el tamaño de las rocas que fueron extraídas en la cantera mediante -- voladuras hasta dejarlas con un tamaño inferior a tres cuartos de pulgada. Aquí las operaciones de trituración primaria y secundaria de pizarra se llevará a cabo en un solo paso.

Una vez que las materias primas han sido sometidas a las operaciones de trituración primaria y secundaria, están -- listas para ser almacenadas en los depósitos generales de donde serán tomadas para continuar con las siguiente operación del proceso de fabricación del cemento que viene a ser la molienda de crudo.

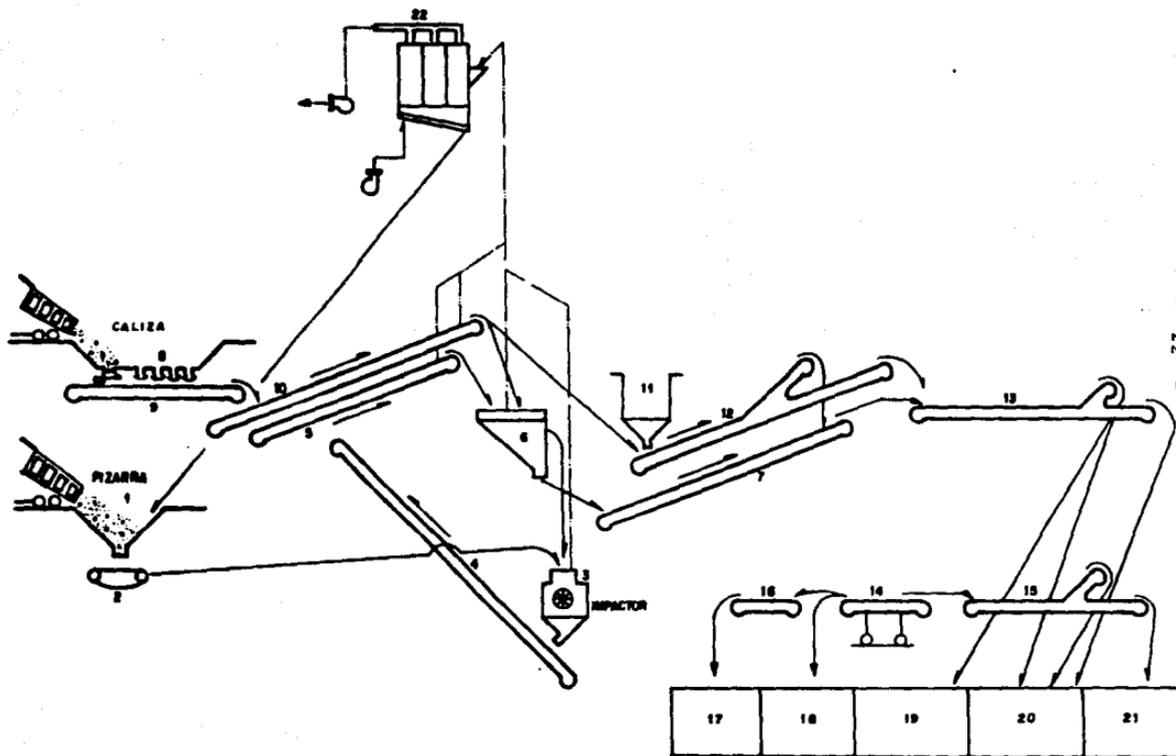
TRITURACION PRIMARIA SECUNDARIA



TRITURACION PRIMARIA

- 1 TOLVA RECEPTORA
- 2 ALIMENTADOR CEDARRAIDS
- 3 ALIMENTADOR NICO
- 4 IMPACTOR HAZEMAG No.1
- 5 IMPACTOR HAZEMAG No.2
- 6 BANDA No.1 ANCHO 30"
- 7 BANDA No.2 ANCHO 30"
- 8 BANDA No.3 ANCHO 36"
- 9 CRIBAS VIBRATORIAS
- 10 HAMMER MILL PETTIBONE
- 11 BANDA No.4 ANCHO 30"
- 12 BANDA No.5 ANCHO 24"
- 13 COLECTOR DE POLVO
- 14 COLECTOR DE POLVO
- 15 HAMMER MILL PETTIBONE

TRITURACION PIZARRA. SISTEMA DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS



**TRITURACION PIZARRA, SISTEMA DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO
DE MATERIAS PRIMAS.**

- 1.- TOLVA RECEPTORA DE PIZARRA
- 2.- ALIMENTADOR
- 3.- TRITURADORA WILLIAMS
- 4.- BANDA No.3 ANCHO 24"
- 5.- BANDA No.2 "A" ANCHO 24"
- 6.- CRIBA VIBRATORIA
- 7.- BANDA No.4 ANCHO 24"
- 8.- TOLVA RECEPTORA DE CALIZA No.1
- 9.- BANDA No.1 ANCHO 36"
- 10.- BANDA No.2 ANCHO 24"
- 11.- TOLVA RECEPTORA DE CALIZA No.2
- 12.- BANDA No.4 "A" ANCHO 24"
- 13.- BANDA DE CALIZA ANCHO 24"
- 14.- BANDA No.5 "A" (REVERSIBLE) 24"
- 15.- BANDA No.5 "B" ANCHO 24"
- 16.- BANDA No.4 "B" ANCHO 24"
- 17.- TOLVA No.1 P/ALMACEN DE PIZARRA
- 18.- TOLVA No.2 P/ALMACEN DE PIZARRA
- 19.- TOLVA No.3 P/ALMACEN DE CALIZA
- 20.- TOLVA No.4 P/ALMACEN DE CALIZA
- 21.- TOLVA No.5 P/ALMACEN DE SILICA
- 22.- COLECTOR DE POLVO

4.3 DOSIFICACION

El cemento portland es un producto que está formulado por la mezcla debidamente proporcionada de compuestos químicos Silicatos de Calcio, Aluminatos de Calcio, Ferroaluminatos de Calcio y otros componentes en mínima proporción, de los cuales los silicatos tienen propiedades hidráulicas, por lo que al mezclarse con el agua se hidratan, se cristalizan y dan a la masa de concreto que los contenga resistencia mecánica, formando una verdadera roca artificial. En su elaboración en las fábricas de cemento se emplea como materias primas las siguientes:

<u>MATERIA PRIMA</u>	<u>% APROXIMADO</u>	<u>PRINCIPALES OXIDOS QUE AFORNA</u>
Caliza	74.0	CaO (oxido de Calcio)
Pizarra	22.0	SiO (Oxido de Silicio) Al ₂ O ₃ (Oxido de Aluminio)
Hematita	2.0	Fe ₂ O ₃ (Oxido de Hierro)
Silice	2.0	SiO ₂ (Oxido de Silicio)

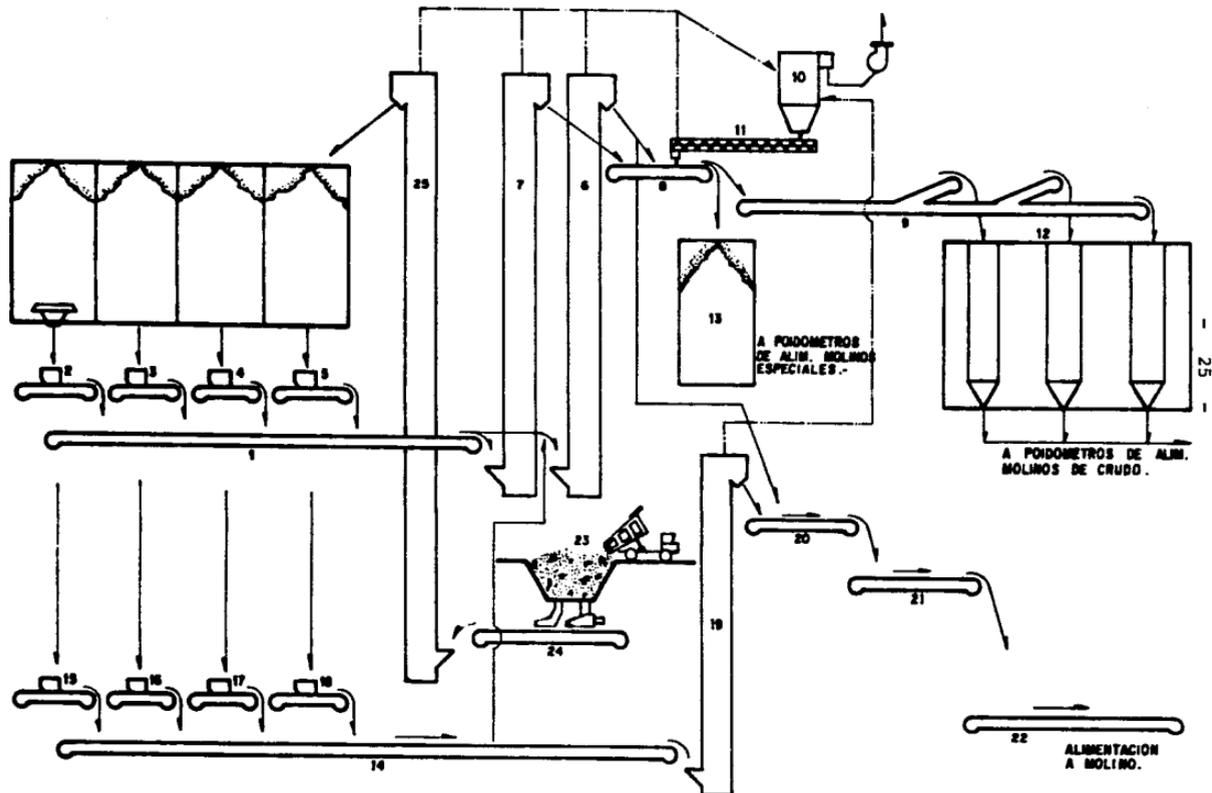
El proporcionamiento (que es controlado por el laboratorio Químico) tiene por objeto obtener la composición adecuada de alguno de los diversos tipos de cemento portland y en forma que sus componentes están dentro de los límites señalados por las normas de calidad vigentes.

El fabricante de cemento, debe dar al consumidor un producto de calidad uniforme, es decir, con las mínimas variaciones posibles, tanto en lo referente a su composición química como a sus propiedades físicas. Para que esto - pueda ser posible se necesita:

- a) Uniformidad de composición en las materias primas.
- b) Uniformidad durante todo el proceso de fabricación.

Como consecuencia, se obtendrá para beneficio del consumidor un producto de calidad uniforme y, para el fabricante, una operación eficiente y a bajos costos de producción.

SISTEMA DE TRANSPORTE Y DOSIFICACION PARA MOLINOS DE CRUDO



SISTEMA DE TRANSPORTE Y DOSIFICACION PARA MOLINOS DE CRUDO

- 1.- BANDA No.6 ANCHO 24"
- 2.- POIDOMETRO DE PIZARRA BANDA 24"
- 3.- POIDOMETRO DE CALIZA BANDA 48"
- 4.- POIDOMETRO DE SILICA BANDA 24"
- 5.- POIDOMETRO DE HEMATITA BANDA 24"
- 6.- ELEVADOR No.2 DE CANGILONES
- 7.- ELEVADOR No.3 DE CANGILONES
- 8.- BANDA No.8 ANCHO 24"
- 9.- BANDA No.13 ANCHO 24"
- 10.- COLECTOR DE POLVO
- 11.- GUSANO DESCARGA COLECTOR
- 12.- TOLVAS DE ALIMENTACION A MOLINOS 1,2 y 3
- 13.- TOLVA DE ALIMENTACION A MOLINOS ESPECIALES
- 14.- BANDA No.9 ANCHO 24"
- 15.- POIDOMETRO DE PIZARRA BANDA No.24"
- 16.- POIDOMETRO DE CALIZA BANDA 30"
- 17.- POIDOMETRO DE SILICA BANDA 24"
- 18.- POIDOMETRO DE HEMATITA BANDA 24"
- 19.- ELEVADOR No.1 DE CANGILONES
- 20.- BANDA No.3 ANCHO 18"
- 21.- BANDA No.2 ANCHO 18"
- 22.- BANDA No.1 ANCHO 18"
- 23.- TOLVA DE HEMATITA
- 24.- BANDA DE HEMATITA 18"
- 25.- ELEVADOR DE HEMATITA

4.4. **MOLIENDA DE CRUDO:**

El objetivo de este departamento, consiste en reducir las partículas de caliza, pizarra, hematita y en algunas ocasiones silice previamente dosificadas a un tamaño de partículas tal que se cumplan con los requerimientos indicados por el laboratorio de control en lo que respecta a finura y porcentaje de humedad.

Es necesario que las materias de la mezcla cruda en nuestro caso: Caliza, Pizarra, Silice y Hematita no sólo estén correctamente proporcionadas sino que es muy importante que tanto la estructura física (Finura), con la composición química tengan en el caso ideal las mismas características. En la práctica esto no es posible debido principalmente a que las materias primas como se presentan en la naturaleza tienen estructuras y composiciones variables dentro de cierto límite.

Para poder efectuar la molienda de crudo se cuenta con equipo adecuado a la función que se va a realizar y a las características propias para llevarla a cabo en lo que denominamos en circuito cerrado ; estos equipos son:

Poidómetros, bandas transportadoras, elevador, separador, calefactor, filtro electrostático, molino, compresor y bomba fuller, de los que a continuación se dará una breve descripción de su principio de operación.

POIDOMETROS:

El objetivo de los poidómetros consiste en controlar y dosificar la cantidad de kilogramos por hora de cada uno de los materiales, caliza, pizarra, silice y hematita que forman la alimentación de los molinos.

Su operación consiste en que cada uno de ellos mantenga -- constante ciertos pesos por metro lineal de su banda; para lograrlo cuenta con un sistema de balanza que por medio de mecanismos abre o cierra una compuerta, para aumentar o disminuir la cantidad de material.

Cada poidómetro esta calibrado para trabajar con cierto grado de capacidad en kilogramos por hora que corresponde a diferentes velocidades. Estos poidómetros están situados -- abajo de las tolvas de materias primas conectadas por un -- ducto de alimentación con caída a su banda. Si por algún -- motivo llegara a faltar material, cuentan con un interrup-- tor de agotamiento localizado en una varilla que va sobre -- el material activado o desconectando también a los demás -- poidómetros que estén en operación.

BANDAS TRANSPORTADORAS:

El transportador de banda consiste en un banda sin fin con - poleas de cabeza o pie sirviendo una u otra como polea mo-- triz, con rodillos que funcionan como soporte, montados so-- bre una mesa. Las bandas alimentadoras deben tener una ali-- mentación regulada y la carga debe ponerse sobre la banda de modo que su impacto sea lo más suave posible.

ELEVADORES:

Los elevadores de cangilones comprenden los bastidores, poleas de transmisión o de pie y una cadena sin fin en la cual van sujetos los cangilones para elevar los materiales en una trayectoria vertical.

La operación del elevador dentro de la molienda de circuito cerrado consiste en recibir el material dosificado de la banda alimentadora además del material que pasa a través del molino para -- elevarlo a un separador centrifugado en donde el producto alcanza la finura deseada, en caso de no ser así, el material vuelve nuevamente al molino.

SEPARADOR STURTEVANT DE AIRE:

Operación: Es un equipo cuya función consiste en separar el material fino del grueso, mediante el aprovechamiento de 3 fuerzas: - LA CENTRIFUGA, DE GRAVEDAD Y LA NEUMÁTICA.

La primera se produce por el giro de un plato dispersor que proyecta el material hacia una pared de forma circular con emplacado de tipo resistente a efectos abrasivos.

La segunda o fuerza de gravedad es consecuencia del propio peso - de las partículas por cuyo efecto tienden a caer.

La fuerza Neumática es una fuerza ascendente de aire que se genera internamente por medio de un ventilador que tiende a levantar las partículas más finas, actuando contra la acción de las fuerzas centrifugas y de gravedad.

La densidad del material, la velocidad de proyección de éste -- hacia la pared de choque y la corriente de aire ascendente tienen una función determinante en el aspecto de separación del material fino del grueso, este regresa al molino y el fino al sistema de - transporte.

En nuestro caso, el separador de aire opera como la parte vital integrante en una molienda de circuito cerrado.

La alimentación al separador es a través de una boquilla de entrada de donde cae al cono receptor que lo deposita en el disco-distribuidor inferior éste es un alimentador giratorio que produce la fuerza centrífuga para la acción selectora que origina que las partículas en movimiento de rotación se alejen del centro -- de giro, proyectándose hacia la zona de separación entre dicho plato inferior y uno superior.

La intensidad de la fuerza centrífuga aumenta en proporción directa a su peso y velocidad de rotación, siendo esta proporción al cuadrado de su velocidad; es decir que mientras más pesada es la partícula la fuerza centrífuga es mayor. Por otro lado, a medida que las partículas se desplazan hacia un radio mayor su fuerza centrífuga disminuye.

La separación se realiza en la forma siguiente:

Las partículas de mayor tamaño y peso son lanzadas a mayor distancia del centro de rotación, pierden fuerza y caen por la acción de la gravedad, en la cámara de materiales gruesos con retorno al molino.

Las partículas más ligeras o finas tienen una menor fuerza centrífuga y son arrastradas por la corriente de aire ascendente producida por el ventilador principal llenándolas como consecuencia de ello, a la cámara de materiales finos para caer por ella hasta la tolva de una bomba fuller mediante un tubo de descarga.

El ventilador principal produce una continua circulación de aire en forma espiral ascendente en la zona de separación, y posteriormente en forma descendente en la cámara de finos, introduciéndose nuevamente por los canales fijos de retorno de aire hacia la parte baja de la zona de separación pasando a través de la cascada de material que se precipita hacia la cámara de retorno.

Deberá quedar, en consecuencia, perfectamente aclarado que sobre los materiales que recibe el plato dispersor actúan tres fuerzas:

La fuerza centrífuga que produce una separación inicial.

La gravedad la cual atrae los materiales hacia el fondo del separador.

La corriente de aire ascendente que tiende a levantar las partículas llevándolas a la cámara de finos.

Existe un ventilador selector consistente en una serie de paletas de material resistente a la abrasión, montadas sobre el plato de distribución, el cual tiene dos funciones principales:

Es un clasificador rotatorio a través del cual todas las partículas que pueden considerarse finas pasan a la cámara de finos, -- tomando en cuenta que la dimensión de las partículas está controlado por el número y tamaño de la abertura o espacios por los -- cuales debe pasar el material con estas variables de control; velocidad, número y tamaño de las aberturas, se obtienen amplios rangos de selección de finos.

Este ventilador colector también imparte un efecto adicional de fuerza centrífuga, en forma que las partículas que pueden considerarse gruesas son proyectadas hacia fuera de la acción de la corriente ascendente de aire, mientras que las partículas finas son succionadas por el ventilador selector para precipitarlas a la cámara de finos.

Un separador sturtevant de 16 o 18 pies de diámetro tiene 16 válvulas de control, localizadas entre el ventilador principal y el ventilador selector, estas válvulas pueden moverse hacia dentro y fuera en forma horizontal y su acción variará la abertura en el lado de entrada del ventilador principal y con ello se obtendrán diferentes rangos de finura.

CALEFACTOR COEN:

El calefactor coen proporciona el aire caliente que servirá para expulsar la humedad de los materiales alimentados al separador.

Los gases calientes que provienen del calefactor, llegan al separador por unos ductos forrados interiormente con concreto refractario aislante situado en su parte inferior.

El secado del material que va al molino está en contacto con la corriente ascendente de gases calientes, lo que produce - el calentamiento del material y en consecuencia la expulsión de la humedad del mismo.

El aire para secado del material se calienta con gas natural que se quema en el hogar del calefactor coen; los gases de - esta combustión, se diluyen con el aire que proporciona un - ventilador, la temperatura de esta mezcla se regula con la - cantidad de gas suministrado.

La combustión del gas debe ser completa, ya que la presencia del monóxido de carbono (CO_2) en los gases que llegan al -- filtro electrostático pueden originar una explosión con sus -- consecuentes efectos destructivos. Es por esta razón que el proceso de la combustión se controla cuidadosamente con una -- serie de instrumentos de seguridad.

MOLINOS:

Los molinos son cilindros de acero rotatorios en donde se -- realiza el desmenuzamiento del material por el movimiento de -- cuerpos molidores.

Los cuerpos molidores son bolas de acero aleado especial de -- diferentes diámetros, desde: 3 - 1/2"; 2 - 1/2"; 2 - 1/4", -- para una molienda preliminar, y 1 - 1/2", 1", 7/8" y 3/4", -- para molienda fina, pudiendo ser variables estos tamaños de -- acuerdo a la dureza del material.

El inteiro del molino lleva instalado un diafragma con ranuras que sirven de separación entre los compartimientos, permitiendo así el paso únicamente de materia tamizada e impidiendo la salida de los cuerpos molidores.

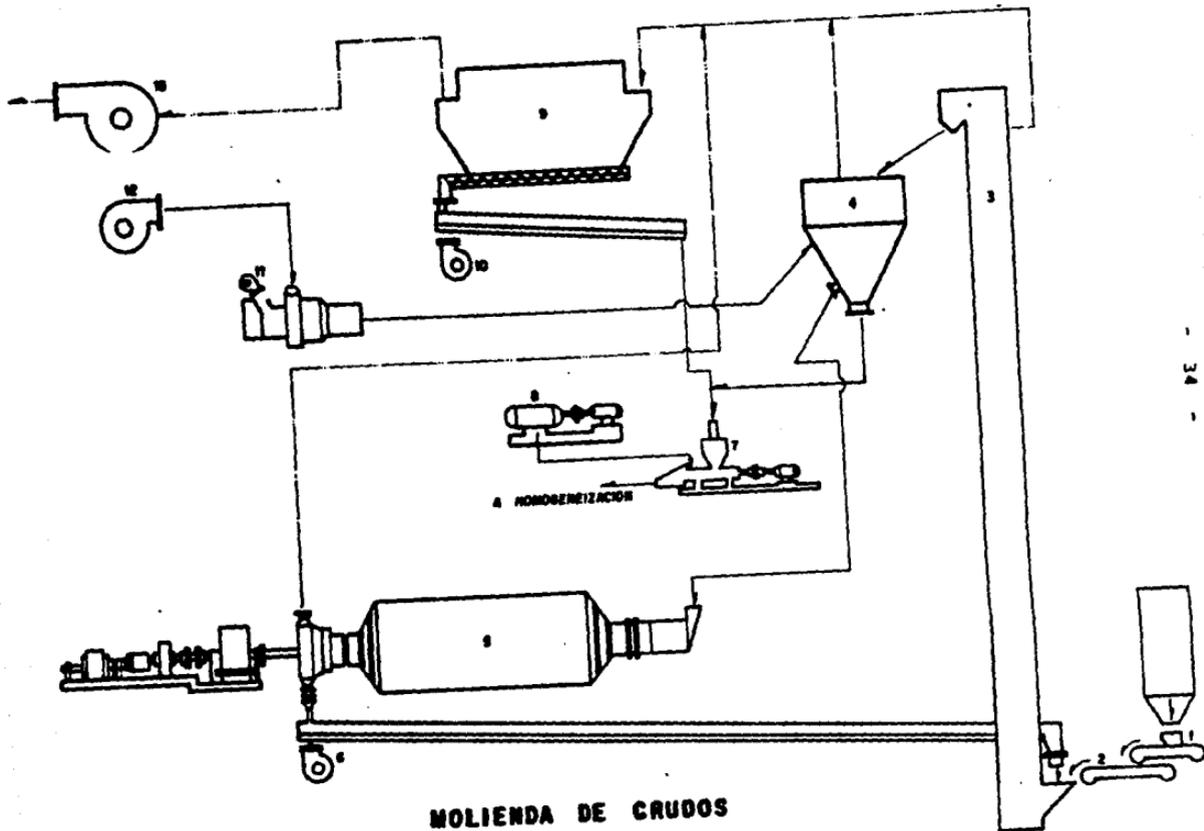
FILTRO ELECTROSTATICO:

Un ventilador exhuastor instalado después del filtro produce - en todo el circuito un aire de barrido que facilita la acción -- de la molienda con gran cantidad de material suspendido, para -- capturarlo se tiene instalado un filtro electrostático.

SISTEMA NEUMATICO DE TRANSPORTE:

El material que ha sido molido a la finura especificada es enviado a los silos de homogeneización, por medio de tubería a través de un sistema neumático.

El aire necesario para el transporte está suministrado por un compresor fuller de tipo rotatorio mientras que el sistema inyector está formado por una bomba fuller rotatoria del tipo de gusano. - El principio físico que es aprovechando para realizar este transporte, es el de fluidizar un material sólido, finalmente dividido por la acción del aire suministrado por el compresor fuller, el cual a la velocidad que circula en la tubería del transporte, man tiene en suspensión y arrastra el polvo que es inyectado por la bomba fuller.



MOLIENDA DE CRUDOS

- 1.- POIDOMETRO DE ALIMENTACION.
- 2.- BANDA DE ALIMENTACION.
- 3.- ELEVADOR DE CANGILONES.
- 4.- SEPARADOR STURTEVANT.
- 5.- MOLINO DE CRUDO.
- 6.- VENTILADOR, DESLIZADOR.
- 7.- BOMBA FULLER.
- 8.- COMPRESOR FULLER.
- 9.- FILTRO ELECTROSTATICO.
- 10.- VENTILADOR DESLIZADOR.
- 11.- VENTILADOR AIRE PRIMARIO CALEFACTOR COEN.
- 12.- VENTILADOR AIRE DILUENTE CALEFACTOR COEN.
- 13.- VENTILADOR DE SECADO.

4.5 HOMOGENEIZACION:

Para elaborar un cemento portland cuyas características de calidad sean buenas y uniformes es necesario obtener un clinker de composición HOMOGNEA dentro de ciertos parámetros químicos establecidos. Y para lograr este clinker, es necesario que los componentes de la mezcla cruda químicamente dosificados tengan también una estructura física con características HOMOGNEAS en su tamaño de partícula.

En la práctica a nivel Industrial; para obtener y mantener una mezcla cruda uniforme, se aprecian dificultades cuyo origen está en función de las características químicas y físicas variables, que presentan durante su explotación, las materias primas involucradas.

Por lo tanto, para minimizar las variaciones en la composición de la mezcla cruda es necesario sujetarla a un proceso físico de HOMOGNEIZADO.

EQUIPO DE OPERACION:

A través de la historia de esta industria, las necesidades de HOMOGNEIZAR la mezcla cruda, se ha resuelto mediante dos sistemas, los cuales han dictado la manera a seguir en el proceso de fabricación.

- a).- Proceso por vía húmeda.
- b).- Proceso por vía seca.

PROCESO POR VIA HUMEDA:

Fue el primer sistema utilizado, para la producción organizada del Cemento Portland. Para la homogeneización, se usaba como agente dispersante al agua, que se añadía junto con las materias primas dosificadas a los molinos de CRUDO, formando así, una sustancia pastosa cruda cuyo contenido de humedad ascendía hasta un 40 %.

Comparando este sistema, con el actual por vía seca, resultan las siguientes características:

- a).- La inversión es mayor de un 10 a 20 %.
- b).- El agua utilizada, generalmente es de ríos cuyos sólidos insolubles y sales solubles pueden contaminar la composición de la mezcla cruda.
- c).- La pasta cruda formada tiene en promedio 40 % de agua, -- 60 % de mezcla cruda, densidad de 1600 kgr/m³, viscosidad de 1500 centipoises (CENTIPUAS).
- d).- Necesita de tanques homogenizadores con gran capacidad, con descarga al fondo por gravedad y agitación neumática intermitente.
- e).- Necesita canales, fosas receptoras, tamices y bombas rotativas aspirante impelente utilizadas para el llenado de los tanques de almacenamiento, recirculación y alimentación de hornos.
- f).- Utiliza para el transporte de la pasta, tubería de 8 pulgadas de diámetro, con gran número de válvulas de operación manual.
- g).- El consumo de energía para el bombeo y aire a presión es aproximadamente de 2.5 KWH/ton. de pasta húmeda, que equivale a 4.18 KWH/tons. de pasta seca.
- h).- En los grandes tanques de almacenamiento el efecto de la gravedad sobre las partículas sólidas de la pasta húmeda, es considerable, por lo cual, es necesario que estén equipados con grandes agitadores mecánicos y neumáticos de acción continua.
- i).- El consumo de energía utilizado en los hornos para el secado y evaporación del agua, se incrementa hasta un 17 % y su longitud hasta un 30 % para una misma capacidad.

PROCESO POR VIA SECA.

Cuando los avances técnicos hicieron posible utilizar como agente dispersante en la homogeneización al aire seco, la industria Cementera Mundial fué revolucionando al implementarse el sistema por "Vía Seca", que constituye el actual fundamento de los avances económicos y técnicos en el proceso de fabricación.

Las características principales de esta homogeneización, son las siguientes:

- a).- Menor costo de inversión.
- b).- El aire utilizado para homogeneizar, es aire comprimido caliente que al enfriarlo condensa la humedad la humedad contenida, la cual posteriormente se filtra.
Su densidad media es de 1.2 kgr/m^3 .
- c).- La masa aire-polvo, está formada por 21 % de aire y 79 % de polvo crudo y una densidad media de 0.96 kgr/m^3 .
- d).- Requiere silos homogeneizadores de menor volumen, con -- descarga por derrame al nivel del material en reposo.
- e).- La agitación es continua, y conforme el ciclo correspondiente a cada cuadrante, se puede regular automáticamente con turbulencia media o máxima, lo que permite lograr que la homogeneización sea lo más completa posible, misma que con el mecanismo pulsante puede incrementar la -- turbulencia para lograr una dispersión más eficaz de las partículas sólidas.
- f).- El transporte de la mezcla cruda se efectúa mediante deslizador accionados con motores de bajo potencia o mediante bombas neumáticas a través de tuberías, aprovechando la gravedad y la fluidez de la mezcla aire-polvo o el efecto de la presión del aire sobre el polvo, permitiéndolo transportarlo a alturas considerables.
- g).- El consumo de energía total incluyendo homogeneización - transporte recirculación y alimentación a hornos, es de 2 KWH/ton.

OPERACION DEL EQUIPO HOMOGENEIZADOR POR VIA SECA:

Introducción: La homogeneización neumática de la mezcla cruda, se efectúa utilizando fuertes corrientes de aire seco. Se basa en el principio de la fluidización de la misma, la cual sugiere que el polvo sometido a una corriente ascendente de aire seco, adquiere propiedades físicas semejantes a las de un líquido, considerando que, la presión de aire que envuelve a cada -

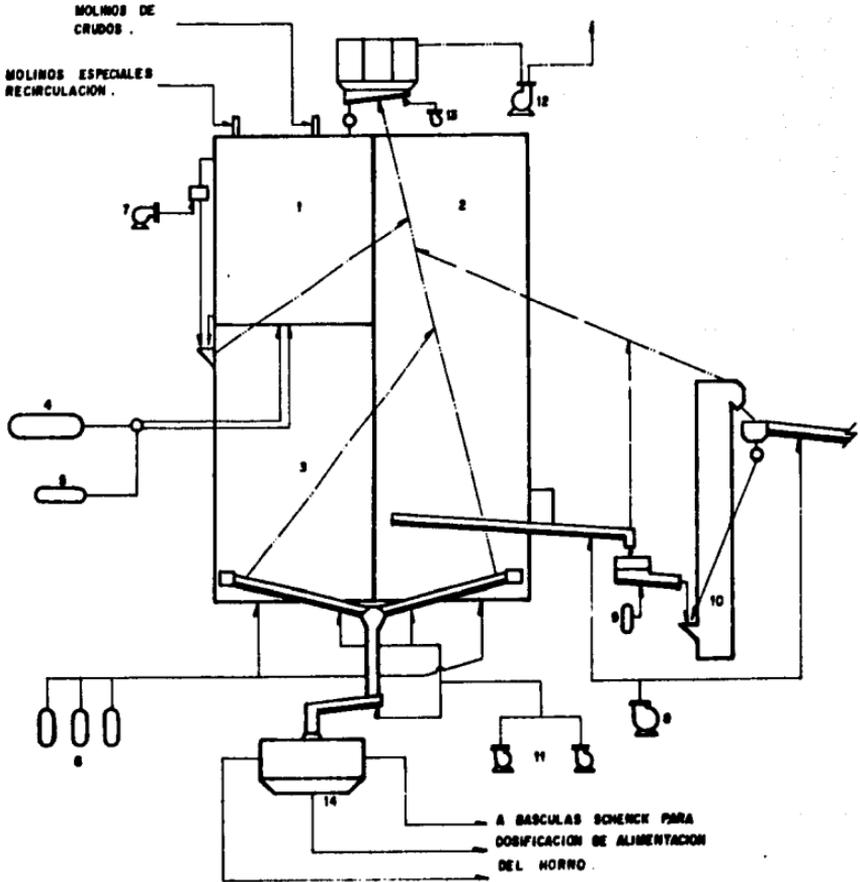
a cada partícula, hace disminuir sensiblemente el roce entre ellas.

Para efectuar la homogeneización, se utiliza un gran depósito de concreto denominado " silo homogeneizador " en cuyo interior, dispone de cajas metálicas presurizadas, cubiertas de -- una membrana micro porosa, cuya función es el permitir el paso del aire, formando finísimas corrientes ascendentes en el seno de la mezcla cruda, evitando su retroceso hacia el sistema -- presurizador.

El aire aplicado hacia el interior del silo, se divide en dos clases:

- a).- **DE ASPIRACION:** de tipo continuo y con presión de 1.2 - - kgr/cm².

HOMOGENEIZACION



HOMOGENEIZACION

- 1.- SILO DE HOMOGENEIZACION
- 2.- SILO No. 1 DE ALMACENAMIENTO
- 3.- SILO No. 2 DE ALMACENAMIENTO
- 4.- COMPRESOR DE HOMOG. C-225
- 5.- COMPRESOR DE AEREACION C-100
- 6.- SOPLADORES SUTORBILT T-7 MV-B
- 7.- SOPLADOR DE AEREACION P/CAJA REPARTIDORA T-5 M
- 8.- VENTILADOR DESLIZADOR ALIMENTADOR H-7 N-21P
- 9.- SOPLADOR PARA CAJA CONSTANTE DE NIVEL T-2LV
- 10.- ELEVADOR DE CANGILONES
- 11.- VENTILADOR DE DESLIZADORES A LIM. H-8 TNI9P
- 12.- VENTILADOR DE COLECTOR DE POLVO
- 13.- VENTILADOR DEL DESLIZADOR DEL COLECTOR DE POLVO
- 14.- TOLVA DE NIVEL CONSTANTE

4.6 CALCINACION :

El término se emplea comúnmente en la industria del cemento para designar el proceso que tiene lugar dentro del horno y que da lugar a la formación del clinker de Cemento Portland. Realmente, calcinación significa formación de cal y constituye solamente una etapa en el proceso que sigue la mezcla cruda desde que se alimenta al precalentador que sale del enfriador en forma de nódulos verdosos los suficientemente fríos para ser manejados, constituyendo la materia prima -- principal para fabricar cemento. Se considera a la calcinación como el proceso principal que tiene lugar en una planta química destinada a la obtención de Cemento Portland.

El equipo para la fabricación a escala industrial del clinker de Cemento Portland ha pasado lógicamente por varias -- etapas, empezando por los hornos verticales antiguos, luego los hornos rotatorios largos que todavía tienden a desaparecer dejando su lugar a los hornos cortos con precalentador que hacen su aparición después de la segunda Guerra Mundial. Básicamente, un horno rotatorio está constituido por un tubo de gran diámetro y longitud que varía en dimensiones según su capacidad; los hay de 2 hasta 8 metros de diámetro y longitudes que oscilan entre los 30 y 200 metros, su velocidad de rotación va desde 60 hasta 120 revoluciones por hora y el accionamiento esta formado por un par-motor-reductor que actúa sobre el piñón y la corona para hacer girar al -- horno. A lo largo del horno y a distancia convenientes va -- ceñidas las llantas, apoyadas sobre rodillos giratorios; estos elementos son los que permiten al horno girar sin problemas durante su operación normal.

Si este horno giratorio procesa la mezcla cruda sin la ayuda de algún equipo de precalentamiento, se llama horno largo. -- Hoy en día, la unidad de calcinación más empleada para fabricar Clinker Portland es el horno corto con precalentador por suspensión en gases, provisto de cuatro etapas de precalentamiento. Básicamente, el precalentador por suspensión -- en gases consiste en una serie de ductos y ciclones cuya -- función principal es la de permitir un intercambio de calor

entre los gases calientes procedentes del horno y el crudo alimentando a la torre. Un ventilador exhaustor es el responsable de proporcionar la succión necesaria para que los gases calientes fluyan a través de los ductos y ciclones - del precalentador, a sí como suspender el polvo crudo dentro de los gases en su recorrido por los ductos. Las etapas de un precalentador por suspensión en gases constan de ductos y ciclones, y dependiendo de su capacidad, una torre de precalentamiento puede ser sencilla, si consta de un solo ciclón por etapa, o gemela, si son dobles generalmente las torres de precalentamiento con capacidades para procesar crudo arriba de 1,000 tons. de clinker por día son gemelas. Formando parte de una unidad de calcinación, se encuentran algunos auxiliares entre los que mencionaremos los siguientes:

Una torre de enfriamiento que tiene como función enfriar y humidificar los gases procedentes del precalentador para que la captación de polvo en el colector electrostático sea más eficiente.

Un colector electrostático en cuyo interior se encuentran dos tipos de electrodos, elementos responsables de la captación del polvo fino arrastrado por los gases.

Un enfriador de parrilla cuya función consiste en enfriar el clinker descargado por el horno desde 1375°C. aproximadamente hasta alcanzar los 90 a 100°C. en el punto de descarga a los transportadores. El enfriamiento se logra inyectando aire a la temperatura ambiente por medio de ventiladores.

La instalación cuenta generalmente con uno o más transportadores que llevan al clinker frío desde el enfriador hasta los almacenes.

Un tablero de control, considerando como el cerebro desde donde se supervisa y controla toda la unidad de calcinación.

En él se localizan todos los instrumentos de medición y control de las variables principales del proceso, tales como -

temperaturas, presiones, flujos, e tc. Una cámara de televisión permite al operador observar desde el tablero las condiciones en el interior del horno, precisamente en la zona más importante: LA CLINKERIZACION.

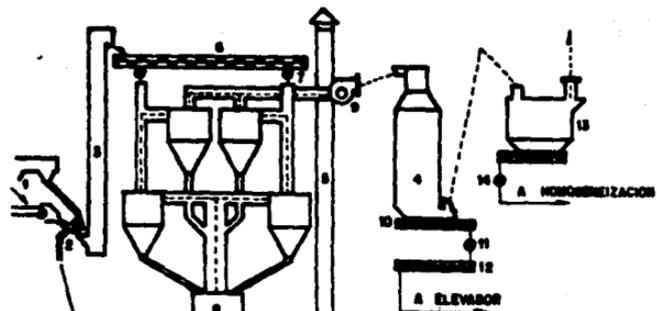
La mezcla cruda va a ser procesada en una unidad de calcinación dotada de precalentador para transformarse en clinker, es alimentada en el ducto superior que conecta a la segunda con la primera etapa de precalentamiento, siendo la temperatura de la mezcla cruda alimentada alrededor de 60° C. esta mezcla va aumentando su temperatura a medida que atraviesa las siguientes etapas de precalentamiento hasta que finalmente es alimentada al horno a una temperatura que oscila alrededor de 800°C. Los gases calientes del horno entran al precalentador por el ducto de conexión interior, a una temperatura aproximada de 1,000 ° C. y van cediendo calor al material a medida que fluyen por ductos y ciclones en dirección de la parte superior del precalentador, succionados por el ventilador exhaustor. La eficiencia del precalentador por suspensión en gases puede visualizarse fácilmente si consideramos que las partículas de materia van envueltas por gases durante la suspensión que tiene lugar en los ductos y en la separación de gases y material dentro de los ciclones de cada etapa del precalentador. Para el control de la operación del precalentador se ha previsto un sistema -- completo de medición de temperaturas y presiones tanto de los gases como de material. La mezcla cruda, después de haber intercambiado calor con los gases calientes en el precalentador es alimentada al horno rotatorio de este equipo en dirección a la descarga al enfriador debido a que el cilindro tiene una inclinación moderada, y al empuje por el movimiento de rotación del horno.

La temperatura de la mezcla alimentada al horno es de 800°C aproximadamente continúa elevando su temperatura a medida que viaja hacia la descarga debido a que, a su paso, va encontrando gases cada vez más calientes. Cuando la mezcla -- cruda alcanza los 950°C. se termina la descarbonatación de las partículas de caliza, transformándose en cal y en bióxido de carbono, gas que continúa viajando junto a los gases--

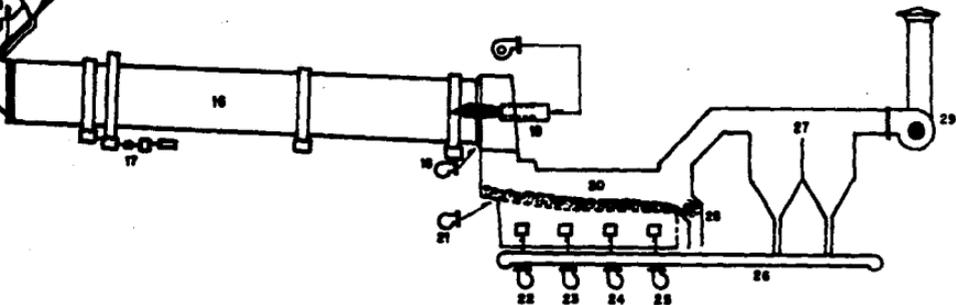
de combustión. Una porción de la mezcla cruda se funde cuando su temperatura alcanza los 1,200 ° C., se inicia la formación de la llamada fase líquida, factor muy importante porque va a favorecer a las reacciones químicas que dan lugar a la formación de los compuestos del clinker de cemento portland.

Alrededor de los 1,500 °C. tiene lugar las últimas reacciones químicas para formar el clinker el cual consiste en una serie de compuestos denominados ferroaluminatos y silicatos de calcio que son los responsables de las propiedades del cemento portland, tales como fraguado y resistencia. El clinker toma la forma de nódulos incandescentes en el interior del horno debido al movimiento de rotación de este equipo y a la presencia de fase líquida dentro del magma sujeto a proceso.

Finalmente los nódulos de clinker caen al enfriador donde intercambian calor con el aire inyectado por los ventiladores: se enfría lo suficientemente para poder manejarse con los transportadores y se almacena en naves especiales o en silos antes de ser sometido a las últimas operaciones de fabricación del cemento.



UNIDAD DE CALCINACION



UNIDAD DE CALCEACION.

- 1.- ALIMENTADOR AUXILIAR.
- 2.- VALVULA DE 2 VIAS.
- 3.- ELEVADOR No. 3
- 4.- TORRE DE ENFRIAMIENTO
- 5.- CHIMENEA AUXILIAR.
- 6.- GUSANO DE ALIMENTACION
- 7.- EXCLUSAS DE ALIMENTACION
- 8.- ETAPAS PRECALENTADOR
- 9.- VENTILADOR EXHAUSTOR
- 10.- GUSANO BAJO TORRE DE ENFRIAMIENTO.
- 11.- EXCLUSA BAJO GUSANO TORRE DE ENFRIAMIENTO
- 12.- GUSANO TRANSPORTADOR
- 13.- FILTRO ELECTROSTATICO
- 14.- EXCLUSA BAJO GUSANO DEL FILTRO
- 15.- COMPUERTAS PREC. Y DESVIACION
- 16.- HORNO ROTATORIO
- 17.- TRANSMISION DEL HORNO MOTOR
- 18.- VENTILADOR ENF. PLACAS NARIZ
- 19.- CARATULA HORNO
- 20.- ENFRIADOR
- 21.- VENT. COMPARTIMIENTO No. 1
- 22.- VENT. COMPARTIMIENTO No. 2
- 23.- VENT. COMPARTIMIENTO No. 3
- 24.- VENT. COMPARTIMIENTO No. 4
- 25.- VENT. COMPARTIMIENTO No. 5
- 26.- RAJERA BAJO ENFRIADOR

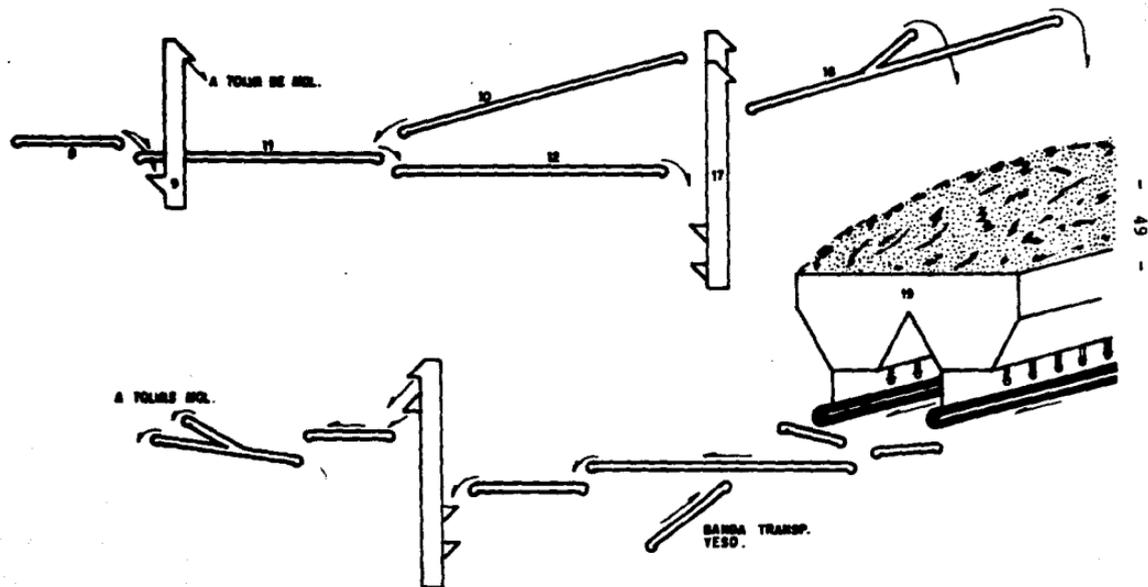
4.7. ALMACENAMIENTO DE CLINKER

Contrario al erróneo concepto popular, el proceso de la formación del clinker no ha determinado cuando el material pasa el área más caliente de la zona de clinkerización, porque debido a la manera de como se enfríe el clinker se afecta su calidad enormemente, una vez que la formación de los componentes del clinker ha sido completa y el clinker ha llegado a una temperatura de aproximadamente 1370°C, parte de los componentes están en estado líquido y otros en estado sólido. El enfriamiento puede ser lento o rápido debido al tiempo -- que el clinker permanece en el horno después de que ha sido calcinado, la velocidad de enfriamiento, es decir el tiempo que tarda en solidificarse todo el clinker líquido, es muy importante. Se acepta generalmente que un enfriamiento rápido beneficia la calidad del clinker, dando por resultado una mejor molturabilidad o facilidad de molienda, después de que el clinker ha pasado por el horno este debiera enfriarse para lo cual se cuenta con enfriadores de parrilla, que enfrían eficientemente, pero son muy sensibles al cambio de tamaño -- en las partículas del clinker. Requieren un alto grado de capacitación en el personal para operarlos y un buen sistema -- de control.

El siguiente paso es transportar el clinker al depósito de almacenamiento, el clinker tiene usualmente una forma modular con un tamaño de 30 mm. aproximadamente.

El Clinker es transportado hacia el almacén por medio de cadenas transportadoras, bandas de hule, elevadores de cangilones y transportadores vibratorios, el clinker es un material muy abrasivo y el equipo trabajando las 24 horas del día -- está sujeto a un severo desgaste

TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE CLINKER



TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE CLINKER

- 1.- RASTRA INTERMEDIO No. 1
- 2.- RASTRA ELEVADA No. 1
- 3.- RASTRA INTERMEDIA No. 2
- 4.- RASTRA ELEVADA No. 2
- 5.- ELEVADOR DE CANGILONES No. 1 y 2
- 6.- ELEVADOR DE CANGILONES
- 7.- TRANSPORTADOR VIBRATORIO
- 8.- BANDA No. 6
- 9.- ELEVADOR No.3
- 10.- BANDA No. 1
- 11.- BANDA No. 2
- 12.- BANDA No. 3
- 13.- ELEVADORES DE CANGILONES
- 14.- RASTRA ELEVADA
- 15.- ELEVADORES DE CANGILONES
- 16.- TRANSPORTADORES VIBRATORIOS
- 17.- ELEVADORES DE CANGILONES
- 18.- BANDA No.4
- 19.- ALMACEN GENERAL DE CLINKER

4.8 MOLIEDA DEL CEMENTO

El objeto de este departamento es:

Moler y reducir a partículas finas el clinker y el yeso previamente dosificado hasta alcanzar la superficie específica o la distribución de tamaños que son características de la finura para obtener físicamente las propiedades cementantes requeridas en el Cemento Portland.

En el caso de molienda de cemento, debe buscarse el -- punto óptimo tanto en el aspecto de costo de producción como en el aspecto de calidad, lo cual debe significar tanto para el técnico como para el operador de molinos, conocer hasta que punto resultaría innecesaria y antieconómica una molienda excesiva si como consecuencia de ella no se va a lograr mejor calidad.

En este punto es muy importante hacer observar que ninguna máquina es más perfecta que la mente humana, -- puesto que ha sido el hombre con su inteligencia, su sa ber y su dedicación quien ha creado tales máquinas: de tal forma que la operación adecuada para un buen rendimiento y calidad, depende de gran parte de las acciones y decisiones del personal que los opera y lo mismo se - podría afirmar con los equipos de producción automatiza dos, los cuales solo fueron concebidos para simplificar o reducir el esfuerzo físico y mental, más nunca deberá constituir un límite a su inteligencia que se traduzca falta de cuidado y observación de todos y cada uno de los equipos que constituyen una instalación como la que se tiene en cada planta.

EQUIPO PARA MOLIEDA DE CEMENTO:

a).- POIDOMETRO:

El objeto principal de los poidómetros, es controlar y dosificar la cantidad del clinker y del yeso que forman la alimentación al molino. Estos mantienen un peso constante de acuerdo a la dosificación indicada siempre que los materiales tengan el tamaño adecuado para el que fueron diseñados dichos poidómetros, a efecto de que no se presenten variaciones -- por esta causa.

b).- OIDO ELECTRICO:

Para un mayor control de la alimentación, se dispone de un micrófono colocado cerca del casco del molino para que por medio del sonido que se provoca con el golpe de las bolas y el casco, se pueda controlar la alimentación.

c).- BANDA ALIMENTADORA:

Tiene como función transportar el material dosificado a la entrada de alimentación del molino.

d).- MOLINO DE CEMENTO:

Es la máquina principal del departamento y consta de un casco de acero cilíndrico revestido en su parte interior por placas de acero manganeso onduladas (fijas al casco por tornillos) que protegen al casco y actúan como elementos de levante de cuerpos moleadores o bolsas; estos molinos están divididos en su interior por un diafragma seccionado y ranurado que constituye lo que se denomina primer y segundo compartimientos, además en la descarga cuenta con otro diafragma con ranuras también de 4 a 6 mm. a efecto de que el tamaño de las partículas del material a la salida del molino, no sea demasiado grande.

El molino gira sobre su eje, soportando en los extremos por muñones huecos a través de los cuales pasa la alimentación y descarga del material, tiene dos puertas de acceso para reparaciones, muestreos y carga de bola.

El molino de cemento: Aquí presentamos una breve descripción del molino de cemento conjunto a la acción de molienda dentro del mismo.

Los tres componentes más importantes de un molino de cemento son: el diafragma, las placas de blindaje y los elementos molturadores.

Un molino de cemento, consiste simplemente de un cilindro horizontal parcialmente cerrado, el cual puede girar y esta parcialmente llenado con bolas de acero.

Comunmente se utilizan ciertos términos en relación a los molinos de cemento, por lo que para facilitar las exposiciones subsecuentes, a continuación definiremos cada uno de los términos más usuales.

CORAZA: El molino básico consiste de una coraza cilíndrica rolada a partir de una placa de acero.

CABEZALES: Estos son fundiciones circulares que se ajustan a cada extremo de la coraza.

MUÑONES: Estos son cilíndricos concéntricos a la coraza y van montados en los cabezales. Proporcionan la entrada y salida para molienda continua y generalmente constituyen el soporte principal de las chumaceras del molino.

BLINDAJE: EL interior de la coraza, está protegida con placas robustas, contra la acción de las bolas; estas placas generalmente están atornilladas a la coraza. Se utilizan varias formas de placas.

CÁMARA: A los molinos de longitud mayor que su diámetro se les llama molinos de tubo y estos frecuentemente están divididos en varias cámaras.

DIAPHRAGMA: Los diafragmas son paredes verticales perforadas que dividen al molino en cámaras.

ELEMENTOS MOLTURADORES: Estos son : bolas, cilindros o cualesquiera otros cuerpos de conformación especial utilizados para moler dentro del molino.

El proceso de molienda: cuando gira un molino, las bolas son levantadas por fricción en el lado que sube del molino y luego se vuelcan unas sobre otras cuando llega a -- predominar la fuerza de gravedad. Cuando el clinker se introduce al molino, es quebrado y molido por la acción del golpe de las bolas que caen.

El movimiento de la bola tiene una considerable influencia en la eficiencia de molienda. Si el molino gira muy rápido, las bolas pueden elevarse muy alto y entonces -- cuando caen, pueden no pegar en la carga del molino sino caer sobre las placas de blindaje libres, disipando así innecesariamente la energía.

Alternativamente, el impacto puede ser excesivo, originando una sobre-molienda con la consiguiente compactación y reaglomeración del material ya molido. Para mayores velocidades, las bolas pueden centrifugarse y cesar por lo tanto la molienda.

La acción de la bola, también es afectada por el llenado del molino y la presencia del blindaje especial que causan una acción de levantamiento.

Es muy difícil definir la acción de la bola más deseable, aunque la experiencia ha demostrado la pauta general requerida y ésta se ha examinado utilizando modelos de molinos con extremos de vidrio y fotografía de cine de alta velocidad.

A pesar de todo aún hay cierto grado de incertidumbre -- sobre la combinación óptima de velocidad del molino, diseño de blindaje y llenado del molino, por lo que se requiere más investigación que relacione el trabajo de modelos con respecto a la escalera real.

Sin embargo, hay indicadores en el trabajo que al presente nos sugiere fuertemente que cuando se necesita trituración la acción deberá ser de impacto en la base de la --

carga, y esto puede efectuarse utilizando un blindaje escalonado o de mayor ondulado. Por otro lado, para molienda -- fina se aconseja menor impacto directo y mayor fricción originado por una buena acción de cascada.

Al ir el clinker pasando a lo largo del molino, tenemos que en la entrada el clinker grueso se trata con las bolas grandes. Al avanzar, el clinker se va moliendo y se va encontrando con bolas que progresivamente son más pequeñas, las cuales se utilizan para la molienda fina.

La razón de la variación en tamaños de la bola, es la necesidad de optimar la eficiencia de molienda en todas las partes del molino. En la entrada, es esencial tener bolas grandes para triturar el clinker, pero una vez efectuado esto, los impactos posteriores de las bolas grandes se desperdician debido a que ocurre una sobre molienda y por lo mismo pueden reaglomerarse algunos finos.

Esto indica por principio, que debemos tener elementos molidores de diversos tamaños de manera que la acción de -- quebrado sea justamente la suficiente para romper el fragmento más grande en cualquier parte.

TRANSMISION DEL MOLINO

El molino es accionado por un motor asincrónico con potencia - de 1,500 C.V. a 750 RPM a través de un juego de reductores, uno auxiliar y uno principal marca symetro, para dar al molino la velocidad necesaria para que la carga de bola realiza y provo- que el choque con el material y por consiguiente la reducción de tamaño decaado, del material alimentado.

ESCLUSA DE SELLO

Tiene como función principal, sellar la descarga del molino, - con el objeto de que la succión del ventilador del filtro elec- trostático, provoque una circulación de aire en el interior - del molino, que ayuda a enfriar las bolas y el cemento, arras- trado además la humedad que se llegue a desprender del mate- rial.

DESGLIZADORES

Su función es transportar el material que ya ha pasado por el proceso de molienda.

ELEVADOR DE CANGILONES

Su función en el proceso, es transportar el cemento que descar- ga el molino llevándolo al deslizador que a su vez alimenta al separador

SEPARADOR O CLASIFICADOR (STURTEVANT) DE AIRE

Es un equipo cuya función consiste en separar el material fino del grueso, que sale del molino.

EQUIPO DE TRANSPORTE NEUMATICO

El material que como antes se dijo tiene la finura especificada es enviado a cualquiera de los once silos de cemento por medio de un equipo neumático, que consiste en un compresor fuller tipo rotatorio, de aspas rectas con presión de 25 lbs./pulg² y el -- sistema inyector de cemento a la tubería formado por una bomba rotatoria del tiempo de gusano fuller.

MOSTRADOR DE CEMENTO

Tiene como objeto obtener una muestra representativa del producto final cada hora.

COLECTOR DE BOLAS

Tiene como función depurar el aire cargado de polvo aspirado de los equipos auxiliares del sistema. Con la ayuda de un ventilador, el aire es aspirado a través de la tela de las bolsas.

FILTRO ELECTROSTATICO

El objetivo fundamental de este equipo, es depurar el aire de barrido del molino, el cual va cargado de bastante polvo y debido a la alta eficiencia de precipitación y su baja resistencia al flujo, son los indicados para esta función. El polvo recuperado cae a una tolva interior y de ahí por un deslizador a la bomba fuller.

CENTRO DE CONTROL

El centro de control o de carga, contienen todas las combinaciones de cada uno de los motores existentes en el departamento, cada combinación se compone de un interruptor y arrancador con lámparas de señal color rojo que indican listas para trabajar y de color verde que indica que la máquina está trabajando.

TABLERO GRAFICO DE CONTROL

Está diseñado y adaptado para operar a control remoto y supervisión de los diferentes equipos y motores eléctricos, del departamento, cuenta con los instrumentos de medición, botones de arranque y paro, indicación luminosa en el diagrama gráfico del equipo que está operándose, se puede observar inmediatamente cualquier anomalía ayudado por medio de un sistema de alarma y controles remotos que permiten apreciar cualquier cambio de condiciones de la molienda.

OPERACION DEL EQUIPO

Transporte de clinker y yeso a tolvas de los molinos.

El clinker almacenado en el depósito de la planta de un reposo de más o menos de 15 días, pasa a través de un sistema de bandas y elevadores a las tolvas de los molinos, en la misma forma para el yeso, se utiliza parte de este sistema para llevarlo a las tolvas. Una vez en éstas, se indica el proceso denominado molienda de cemento que consiste en:

1) Dosificación: Realizada en los poidómetros proporcionado 92% de clinker y 8% de yeso, este porcentaje puede variar de acuerdo a la pureza del yeso, y en ocasiones de acuerdo a las características químicas del clinker, este material para al interior del molino.

2) Moliendas, es considerada como uno de los procesos principales y al mismo tiempo el final de las operaciones tecnológicas en la fabricación del cemento, la forma de realizar este proceso es decisiva para la calidad del cemento.

La mencionada tecnología se basa a los conocimientos siguientes:

La fracción granulométrica de 3 a 30 micras es decisiva para el desarrollo de las resistencias mecánicas del cemento, las menores de 3 micras solo contribuye a las resistencias iniciales, - las partículas por encima de 60 micras se hidratan lentamente y presentan un papel secundario en la resistencia del cemento.

En los cementos, las partículas de 3-30 micras han de estar presentes en las siguientes proporciones:

En cemento tipo I y II de 40 a 50%

En cemento de alta resistencia de 55 a 65 %

En super cementos arriba de un 70%

Esto solo sirve como datos de partida, pues para el desarrollo de las resistencias, además de la estructura granulométrica - también, el ángulo de elevación de las bolas en la molienda de distribución de la bola en sección del molino, número de choques de la bola por vuelta, número de choques de la bola contra el material, el % de llenado del molino (Fig. 5.2, 5.3, - 5.4, y 5.5. hoja 72 y 73 del Duda.

TAMAÑO DE LOS COMPARTIMIENTOS

Están calculados para que a través de su longitud, disminuya - tamaño de partículas y pueda pasar su fracción más grande a - través del diafragma que separa el primer compartimiento del - segundo y a su vez la longitud del segundo, para que sea alcan- zada al máximo porcentaje el tamaño deseado de partículas.

En el compartimiento, se logra reducir de tamaño las particu-- las grandes dejando el material como una arena fina con poco - porcentaje de granza y se logra por choque de la bola con el material

El segundo compartimiento, logra la reducción fina de tamaños prácticamente por fricción de la bola y el material más que -- por golpe, debido al diseño de las placas protectoras.

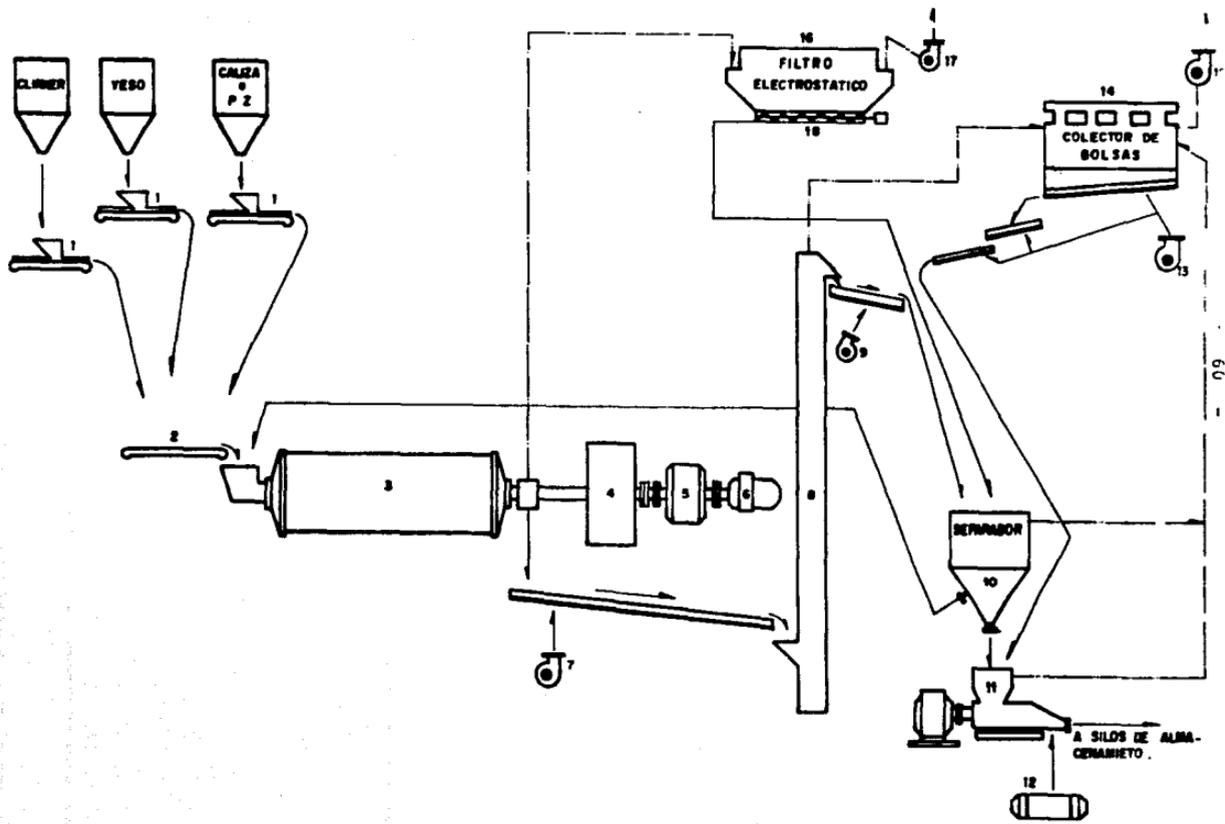
El material que descarga el molino es llevado a un separador - en donde se realiza la separación de partículas gruesas de las finas, ya que tienen las características decaídas, creándose - así el sistema de molienda en circuito cerrado ya que no salen del proceso las partículas que no tienen la finura adecuada.

Se ha instalado cuatro ductos en cada separador, que permiten renovar el aire de separación y evitar que se alcancen tempera- turas excesivas de operación dentro del mismo

Del ducto de finos, parten dos ductos de 18" de diametro que - permiten el venteo del separador, por medio del ventilador del colector de bolsas, con esto se logra también el enfriamiento del cemento que va a silos

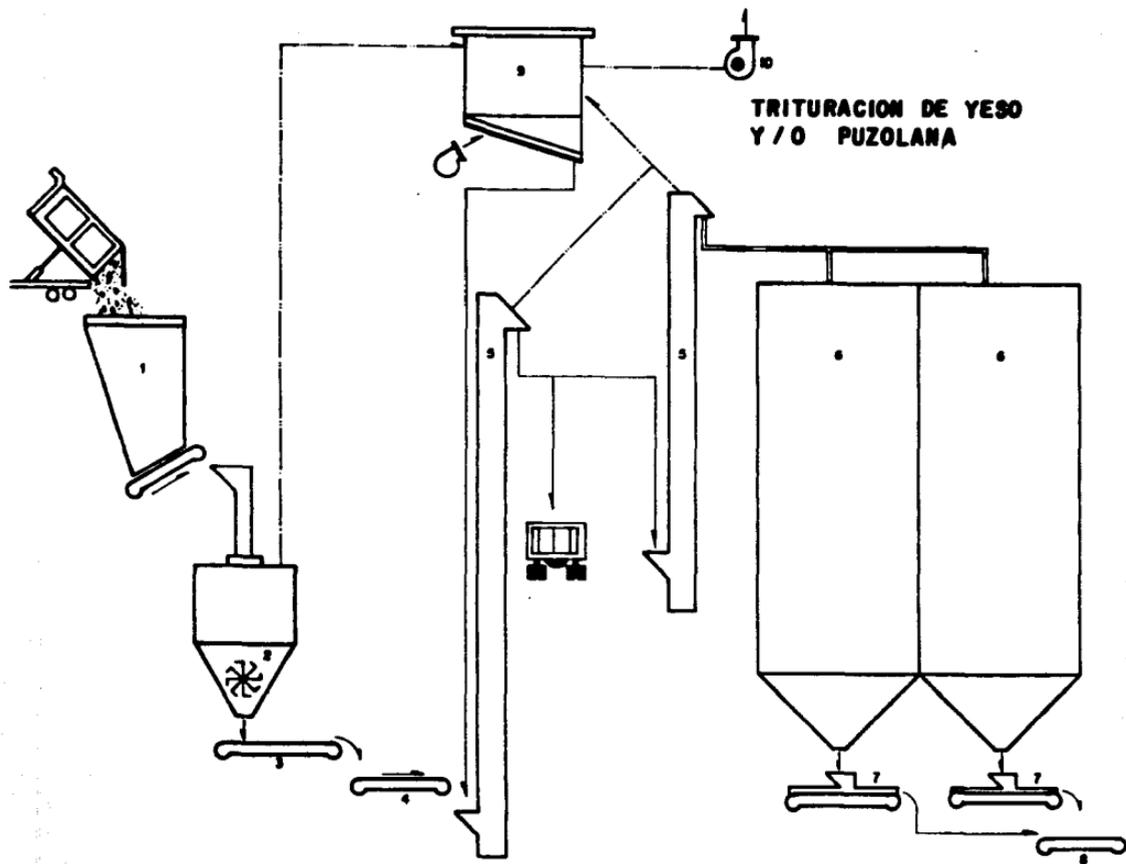
Ya se indicó que el control de la molienda tiene en el oído - eléctrico, un gran auxiliar pues el nivel de sonido para la efi- ciencia óptima una vez determinado y ajustado el rango adecuado de varición del sonido, permitirá valores de superficie especí- fica que fluctúan en forma mínima entre el valor indicado

MOLINOS DE CEMENTO



MOLINOS DE CEMENTO

- 1.- POIDOMETROS
- 2.- BANDA ALIMENTADORA
- 3.- MOLINO DE BOLAS
- 4.- REDUCTOR SYMETRO
- 5.- MOTOR MOLINO
- 6.- MOTOR MOLINO
- 7.- EXITADOR
- 8.- ELEVADOR
- 9.- ELEVADOR STURTEVANT
- 11.- BOMBA FULLER H-7
- 12.- COMPRESOR FULLER
- 13.- VENTILADOR DESLIZADOR TOLVA COLECTOR
- 14.- COLECTOR DE BOLSAS
- 15.- VENTILADOR DE VENTEO DEL COLECTOR
- 16.- FILTRO ELECTROSTATICO
- 17.- VENTILADOR FILTRO ELECTROSTATICO
- 18.- GUSANILLO BAJO FILTRO



TRITURACION DE YESO Y/O PUZOLANA

- 1.- ALIM. DE ZAPATAS PETTIBONE
- 2.- QUEBRADOR DE MARTILLOS
- 3.- BANDA No.1
- 4.- BANDA No.2
- 5.- ELEVADOR DE CANGILONES No.1 Y 2
- 6.- SILOS DE ALMACENAMIENTO
- 7.- ALIMENTADOR BAJO SILO
- 8.- BANDA DE YESO Y PUZOLANA
- 9.- COLECTOR DE POLVO
- 10.- VENTILADOR DEL COLECTOR

4.9. ENVASE Y EMBARQUE

El objetivo de este departamento, es de envasar, embarcar y distribuir nuestro producto al consumidor, a través de los Distribuidores Autorizados: constructores y público en general.

Los silos de almacenamiento; son unos recipientes cilíndricos de concreto, en su fondo se tiene instalado un sistema de deslizadores que facilita la extracción del Cemento almacenado.

Este sistema de extracción, es un conjunto de seis deslizadores abiertos con una separación entre ellos de 60° y un ancho de 8 pulgadas (0.20) y una longitud de 4.57 metros.

Un deslizador consiste en un ducto metálico rectangular - dividido en dos secciones. En la sección inferior se inyecta aire a presión proveniente de un compresor en la sección superior fluye el cemento que se requiere transportar. La división de las secciones se hace mediante una lona atornillada convenientemente.

La función que desempeña el deslizador es transportar el material que sale del silo y depositarlo en el elevador de canchales

Esta función se basa en los siguientes puntos:

- Fluidización por medio de aire comprimido
- Debido a la inclinación de 9° el cemento se desliza, ya que es un transportador de gravedad.
- El aire, al pasar a través del tejido de la lona, es descargado en forma de multitud de pequeños chiflones que -- tiene un efecto de impacto y de fluidización del material

Se facilita aún más la extracción, ya que el fondo de los silos es de forma cónica, con una inclinación de 50°

En el fondo y justamente con su descarga, cada silo cuenta con una válvula de guillotina que bloquea o permite el paso del cemento hacia el alimentador rotatorio, el que descarga

A otro deslizador externo al silo, de la pulgadas con una inclinación de 8°. Cada silo tiene instalado en el fondo, para su descarga, un alimentador rotatorio que es accionado por una transmisión, la cual transmite una velocidad conveniente para asegurar una alimentación constante y adecuada para lo requerido.

ELEVADORES

Estos equipos son transportadores, formados por una caja vertical de forma rectangular, en su interior cuenta con una cadena elevadora sin fin, montados a la misma unos cucharones, que están colocados a una distancia conveniente, para satisfacer el manejo de aproximadamente 250 ton. métricas por hora, con un densidad del cemento de 65 lbs/pies.

Los elevadores descargan por medio de ductos y deslizadores a las tolvas de alimentación de las envasadoras, previo paso por tamiz rotatorio que retiene cuerpos extraños, que pudiera afectar la fluidez del cemento a dichas tolvas. Estas tolvas tienen capacidad de 65 toneladas y una altura de 3.75 metros incluyendo la sección cónica.

Cuenta además con dos detectores de nivel, uno para el nivel bajo del material y otro para detectar alto nivel, indicación de emergencia de que el material está faltando en la tolva de la envasadora Flux.

ENVASADORA FLUX

Es una máquina combinada para envasar y pesar materiales -- pulverulentos, su exactitud en el peso satisface totalmente las diferentes exigencias impuestas por las autoridades de todos los países.

Solo se necesita un hombre para colocar los sacos o bolsas a envasar y todas las demás funciones son realizadas automáticamente.

En la envasadora se puede utilizar sacos de una capacidad de 25 a 50 KG.

Su capacidad máxima es de 120 ton/hr., lo que corresponde aproximadamente 2,400 sacos de 50 Kg. de Cemento Portland Tipo II ó III.

Para su operación se requiere de una presión de aire de 2 Kg/cm², que es suministrado por compresores de la red general de aire de la planta, el aire es del tipo comprimido no totalmente seco,

Cuenta con doce boquillas de descarga y al introducir la -- bolsa o saco a cualquiera de las boquillas, se establecen los siguientes pasos, automáticos y manuales.

LLENADO PRELIMINAR

VENTILACION

LLENADO DEFINIDO

DESCARGA

Estas operaciones son las que realiza la máquina envasadora, para efectuar en una sola rotación el llenado de un saco de cemento

SISTEMA DE CAPTACION DE POLVO EN SILOS Y EQUIPOS DE TRANSPORTE EN EL DEPARTAMENTO

En los silos así como en las envasadoras están instalados colectores de polvo que dan servicio de venteo a los once silos y todo el equipo de transporte del departamento.

El aire que debe extraerse de los silos en particular, proviene de los compresores del sistema de molienda. Estos colectores juegan un papel muy importante ya que facilita el transporte y la fluidez del cemento manejado en el departamento, evitando con esto la contaminación al medio ambiente de polvos fugitivos a la atmósfera.

SISTEMA DE ENVASE A GRANUL

Este sistema también es alimentado de los silos para su descarga a pipas.

En el tablero de mando, se selecciona el tipo de operación a realizar ya sea manual u automática, que en este caso la operación normal de este departamento.

Se coloca el pitón de descarga en la escoltilla de la pipa y se acciona un botón para bajarlo. Se pesa la unidad de transporte.

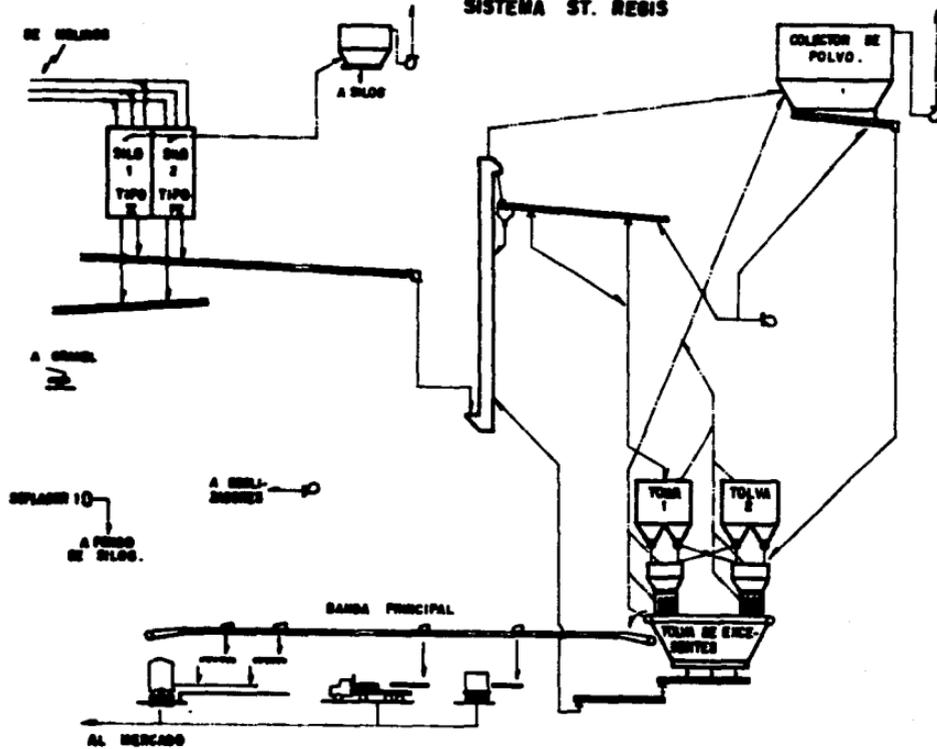
Este peso se registra y es la tara.

Se selecciona el tipo de cemento a envasar con el selector de descarga, de silos ya sea de tipo II ó tipo III y de que silo.

Se oprime el botón de "Abrir" de la válvula de seguridad y en este momento abre la válvula rotatoria, colocada al fondo de la tolva aereada y que alimenta el pitón de descarga y a la válvula de seguridad, que se localiza al final del deslizador común de todos los silos y que es el que descarga a la tolva aereadora.

Se oprime el botón de arranque del sistema en "AUTOMATICO", en este momento se ponen en operación todos los equipos que son propios de este sistema. En esta forma enviamos al Mercado, cemento en otra presentación que en un futuro será la más cómoda y segura de utilizar en las obras que se realicen en todo el País.

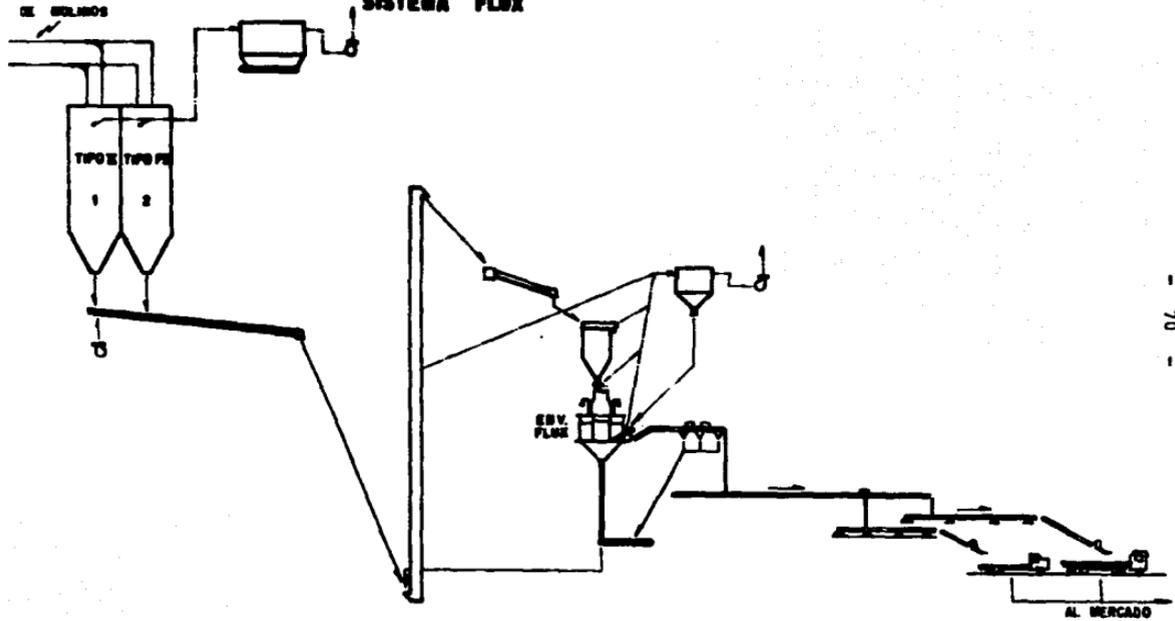
ENVASE Y EMBARQUE SISTEMA ST. REGIS



ENVASE Y EMBARQUE - SISTEMA ST. REGIS

- 1.- SILO No. 1
- 2.- SILO No. 2
- 3.- SILO No. 3
- 4.- SILO No. 4
- 5.- SILO No. 5
- 6.- SILO No. 6
- 7.- SILO No. 7
- 8.- SILO No. 8
- 9.- ELEVADOR No. 1
- 10.- ELEVADOR No. 2
- 11.- ELEVADOR No. 3
- 12.- GUSANO No. 1
- 13.- GUSANO No. 2
- 14.- GUSANO No. 3
- 15.- GUSANO No. 1
- 16.- GUSANO No. 2
- 17.- ENVASADORA ST. REGIS No. 1
- 18.- ENVASADORA ST. REGIS No. 2
- 19.- ENVASADORA ST. REGIS No. 3
- 20.- ENVASADORA ST. REGIS No. 4
- 21.- BANDA PRINCIPAL No. 1
- 22.- BANDA PRINCIPAL No. 2
- 23.- COLECTOR DE SILO 1-8
- 24.- COLECTOR DE POLVO SIST. A
- 25.- COLECTOR DE POLVO SIST. B

**ENVASE Y EMBARQUE
SISTEMA FLUX**



ENVASE Y EMBARQUE - SISTEMA FLUX

- 1.- TUBERIA DE TRANSPORTE DEL MOLINO No. 4
- 2.- TUBERIA DE TRANSPORTE DEL MOLINO No. 5
- 3.- TUBERIA DE TRANSPORTE DEL MOLINO No. 6
- 4.- VALVULA DE DOS VIAS
- 5.- SILO No. 9
- 6.- SILO No. 10
- 7.- SILO No. 11
- 8.- VALVULAS RASERAS
- 9.- ALIMENTADORES ROTATORIOS
- 10.- CAJA DE DESCARGA CIRCULAR AEREA
- 11.- ELEVADOR No. 1
- 12.- ELEVADOR No. 2
- 13.- TAMIZ DE CONTROL No. 1
- 14.- TAMIZ DE CONTROL No. 2
- 15.- TOLVA DE ALIMENTACION
- 16.- TOLVA DE ALIMENTACION
- 17.- ENSACADORA FLUX No. 1
- 18.- ENSACADORA FLUX No. 2
- 19.- GUSANO DE EXCEDENTES
- 20.- GUSANO DE EXCEDENTES
- 21.- GUSANO DE EXCEDENTES
- 22.- BANDA BF-1
- 23.- BANDA BF-2
- 24.- BANDA BF-3
- 25.- BANDA BF-4
- 26.- BANDA PRINCIPAL No. 2
- 27.- BANDA BF-6

- 28.- COLECTOR ENVASADORA FLUX 1
- 29.- COLECTOR ENVASADORA FLUX 2
- 30.- COLECTOR SOBRE SILOS 9, 10 y 11

5.-CONTROL DE CALIDAD

5.1) CEMENTOS DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL USUARIO

Cuando un comprador adquiere un material o un servicio, espera obtener una satisfacción mínima, que depende de las características del objeto principal de la compra. En el caso del cemento, se espera fabricar elementos constructivos o construcciones completas, para uso y servicio de la persona o de la comunidad, en dicho elemento se desea que:

- a) Adquiera una resistencia mecánica mínima
- b) Tenga una durabilidad razonable

en todo caso el cemento debe ser de acuerdo al tipo de construcción y al medio donde deba estar localizada. Para lo cual tenemos diferentes tipos de cementos que pueden adquirir resistencias a menor o mayor velocidad y, cementos que resistan la acción de diferentes agentes agresivos del medio: como electrólitos o sales del suelo con diferente intensidad de ataque a la construcción

Desde luego que hay técnicas de construcción para diferentes necesidades, donde se especifica desde la manera de mezclar el cemento con una determinada cantidad de agua hasta detalles sofisticados de dosificación y colocación del concreto.

5.2) OBJETIVOS DEL CONTROL DE CALIDAD

5.2.1 Aspecto Externo: Mercado.

Es importante tomar en cuenta las cualidades de los demás cementos que concurren al mercado junto con el propio, para comparar lo que estamos ofreciendo nosotros en relación con la competencia y poder proporcionar al consumidor un producto que satisfaga sus necesidades.

5.2.2 Aspecto Interno:

El control de calidad debe implementar un procedimiento para mantener unas características uniformes en cada etapa de fabricación del cemento, con lo que se mantendrán constantes, tanto las cualidades del cemento o producto final con las características de los productos intermedios, consiguiendo una mayor uniformidad en las etapas de fabricación por ejemplo; a una mezcla cruda más uniforme corresponde una operación de calcinación más uniforme. El control de calidad en coordinación con el departamento de Producción, debe de resolver problemas del proceso de fabricación, debidos a características físicas y químicas del material.

5.3)NORMAS DE CALIDAD:

Las normas de calidad son consecuencia del desarrollo industrial, ya que su implementación garantizará que un producto fabricado en gran escala satisfaga las necesidades del consumidor

5.3.1 Regulan y sirven de base a la compra venta de productos y servicios.

5.3.2 Sirgen de base para garantizar el servicio de un producto, en situaciones específicas.

5.3.2.1 Las normas de calidad son federales de asociaciones voluntarias, con reconocimiento internacional.

ASTM	E.U.A
BBS	INGLATERRA
DIN	ALEMANIA
DGN	MEXICO

Se ha tomado en cuenta los intereses de toda la comunidad, es decir, de productores y usuarios del producto y personas del gobierno y de Centros de Investigación.

En México tenemos clasificado nuestro cemento de acuerdo a las normas de las ASTM, debido a que es práctico seguir un sistema establecido y que ha demostrado ser eficiente.

La situación económica influye en los tipos de cemento a fabricar. En Europa desde hace tiempo se fabrican cementos pozolánicos y de escoria de alto horno, en E.E.U.U. con la escasez de energéticos se ha incrementado el interés por fabricar estos tipos de cemento.

La clasificación de los cementos que tenemos actualmente, se hizo en el año de 1940, de la manera siguiente.

TIPO I. Cuando no se requiere de propiedades especiales especificadas, para cualquier otro tipo.

TIPO II. Para uso general, especialmente cuando se desea una resistencia moderada a los sulfatos o de calor de hidratación moderada

TIPO III. Para usarse cuando se desea resistencia alta o rápida

TIPO IV. Para usarse cuando se desea un calor de hidratación bajo.

TIPO V. Cuando se desea una alta resistencia a los sulfatos.

Además se especifican los cementos 1-A, 2-A y 3-A, con las mismas propiedades que los tipos I, II y III respectivamente pero con la adición de un inclusor de aire, esto es con el objeto de darle mayor resistencia al concreto a la destrucción por congelamientos y deshielo.

En México, no es común que se le ponga el inclusor de aire desde la fabricación.

5.4 NORMAS DE LA DGN

DEFINICIONES Y ESPECIFICACIONES

5.4.1 Cemento Portland.

Es el conglomerante hidráulico que resulta de la pulveriza-

ción del clinker frío a un grado de finura determinado al cual se le adicionan sulfato de calcio natural, o agua y sulfatos de calcio natural. A criterio del productor pueden incorporarse además como auxiliares a la molienda o para impartir determinadas propiedades al cemento, otros materiales en proporción tal que no sean nocivos para el comportamiento posterior del producto, de acuerdo con los especificado en la Norma Oficial Mexicana, Aditivos para proceso de Elaboración del Cemento Portland, DGN - C 133, EN VIGOR.

5.4.2 CEMENTANTE HIDRAULICO

Es el material finamente pulverizado, que al agregarle agua ya sea solo o mezclado con arena, grava asbesto u otros materiales similares, tiene la propiedad de fraguar tanto en el aire como en el agua y formar una masa endurecida.

5.4.3 CLINKER

Es el mineral sintético granular, resultante de la coacción a una temperatura del orden de 1 400 °C de materias primas de naturaleza calcárea y arcilla ferruginosa, previamente trituradas, proporcionadas, mezcladas, pulverizadas y homogeneizadas. Esencialmente el clinker está constituido por silicatos, aluminatos y aluminoferritocalcio

5.4.4 SULFATO DE CALCIO NATURAL O YESO

Es el sulfato cálcico deshidratado o anhídrido

5.4.5 ESPECIFICACIONES

El cemento portland para ser utilizado en la elaboración de concretos, morteros, lechadas, producto de asbesto cemento y productos prefabricados de mortero y de concreto lo establece la NORMA OFICIAL MEXICANA DEL "CEMENTO PORTLAND" - (PORTLAND CEMENT) DGN-C-1-1980

5.4.5.1 PRUEBAS QUIMICAS

Las determinaciones químicas se deberán efectuar de acuerdo a

la Norma Oficial Mexicana, "Metodo de Prueba para la determinación del Análisis Químico del Cemento Portland"

5. 4.5.2 PRUEBAS FISICAS

La determinación de las Superficie Especifica, se deberá -- efectuar de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana, de "Metodo de Prueba para la Determinación de la Finura de los Cementos Hidráulicos. (Metodo de permeabilidad al aire)

Sanidad se deberá determinar de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana de "Metodo de Prueba para la determinación de la - Sanidad de los Cementantes Hidráulicos DGN-C-62, en vigor a excepción de que en el metodo de prueba para la determinación de la "Consistencia Normal de los Cementantes Hidráulicos", DGN-C-57, en vigor el mezclado de las pastas de cemento, deberá efectuarse durante un tiempo no menor de 3, - ni mayor de 3.5 minutos

Tiempo de Fraguado. El tiempo de fraguado se determinará de acuerdo con la Norma Oficial de "Metodo de Prueba para la Determinación del Tiempo de Fraguado de los Cementantes - Hidráulicos" (Método de Vicat), DGN-C-59, en vigor a excepción de que el método de prueba para la determinación de - la Consistencia Normal de los Cementantes Hidráulicos, DGN-C-57, en vigor el mezclado de la pasta de cemento, deberá efectuarse durante un tiempo no menor de 3, ni mayor de -- 3.5 minutos.

Resistencia a la Compresión, La Resistencia a la Compresión se determinará de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana de "Método de Prueba para la determinación de la resistencia a la compresión de los cementantes Hidráulicos", DGN-C-61, en vigor.

Expansión de Mortero, El porcentaje de expansión mediante -- barras de mortero empleado como agregado vidrio triturado de deberá efectuar de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana de - "Método de Prueba para la Determinación de la Reactividad - Silico Alcaliz (mediante barras de mortero", DGN-C-180 en vigor.

NOTA: El vidrio Triturado será el tipo Pyrex No. 7740

5.5.- MEDIOS DE CONTROL

El procedimiento de control costa de 2 aspectos fundamentales;

- a) Muestreo
- b) Pruebas

5.5.1 MUESTREO

Se planea un muestreo de manera que un porcentaje mínimo del producto satisfaga los requerimientos, lo que significará - que el volumen total producido tenga propiedades de estén - dentro de un rango determinado de variación.

Por lo anterior es importante el equipo de muestreo y su lo calización estratégica en las etapas críticas.

Son útiles los métodos estadísticos en este aspecto de muestreo.

Es necesario tener en cuenta que al hacer más eficiente un método de muestro normalmente implica un incremento bastante grande del costo del control.

5.5.2 PRUEBAS Y ANALISIS

Las pruebas y análisis sirven de simulación de una situa--- ción de trabajo de un equivalente de servicios, por lo que - las pruebas implementadas son el resultado de estudio minu-- ciso para que sean prácticas. Para lo cuál se estudia por - un lado los mecanismos de desarrollo, de resistencia de dete^urioro del concreto y por otro lado las propiedades físicas y composición química del cemento correspondiente.

5.6.- CONTROL FISICO-QUIMICO

La mezcla cruda es el polvo resultante de la molienda conjun^utamente de las diferentes materias primas en una proporción, que el conjunto satisfaga los valores de parámetros químicos, que previamente se han fijado.

6.- CONTROL DEL MEDIO AMBIENTE:

El problema más importante creado por el polvo en la Industria Cementera estriba en su captación eficiente, principalmente - como depuración de los gases de humo que salen de los hornos-giratorios.

Se ha comprobado que el polvo contenido en los gases de humo, el cual se compone de materias primas semicalcinadas, no tiene influencia nociva sobre los seres humanos o los animales.

Ahora bien, por razones estéticas e higiénicas, así como la - conveniencia de seguir manteniendo buenas relaciones con la - comunidad, es de suma importancia que los gases de humo se so metan a una depuración eficaz antes de salir al exterior por las chimeneas.

Al igual claro está, que las disposiciones legales y exigencias formuladas por parte de las Autoridades, con respecto a la cantidad máxima de polvo evacuado en la atmósfera en todo caso deberán ser observados estrictamente.

Hay que tener en cuenta también un factor económico ya que la mayoría de las veces el polvo recuperado por la purificación - se aprovecha en la fabricación, por ejemplo siendo devuelto - al horno.

Entre los muchos procedimientos existentes para la purificación de los gases de humo, uno de los sistemas que proporciona la seguridad de obtener la gran eficiencia prevista, es la captación de polvos mediante electrofiltros.

Gracias al hecho de que pueden separar incluso las partículas más finas del polvo, los electrofiltros, permiten también que se pueda conseguir un grado de limpieza muy elevado.

Que no es posible conseguir o sólo con dificultad, mediante - otros sistemas cuando se trata de la purificación de gases de humo en grandes cantidades y muchas veces bajo condiciones muy difíciles debido a que éstos gases a veces tienen una elevada temperatura con el riesgo consiguiente de que se produzcan con densación de agua y corrosiones.

Las instalaciones de electrofiltros son seguras en su funcionamiento, consumen poca energía eléctrica, tienen poca pérdida de presión y requieren un mantenimiento mínimo. -- Además el espacio ocupado por una instalación de electrofiltro comparativamente es menor que el exigido por otros sistemas de captación de polvo.

El principio de funcionamiento del electrofiltro se basa en la utilización de los esfuerzos a los que son expuestas las partículas cargadas por electricidad cuando se suspende en un gas, se encuentran entre dos electrodos conectados a una fuente de corriente eléctrica continua y de alta tensión.

El electrodo negativo se llama electrodo de emisión, tiene una superficie con un radio de ligera curvatura y se compone generalmente, de un hilo: existiendo diversas construcciones de formas diferentes con el propósito de mejorar sus características de emisión.

El electrodo positivo, que se llama electrodo de precipitación, normalmente tiene la forma de una placa.

Debido al radio de ligera curvatura de la superficie del electrodo de emisión, la alta tensión producirá un campo eléctrico alrededor del electrodo tan fuerte que los electrones se desprenden en gran número del mismo.

El desprendimiento de electrones, va acompañado de fenómenos luminosos; al efecto corona como se llama, que se puede observar como manchas luminosas de un color azulado brillante en el electrodo de emisión, así como por fenómenos acústicos que se manifiestan en forma del ruido producido por un líquido en ebullición.

Los electrones desprendidos del electrodo emisor, se lanzan a gran velocidad hacia el electrodo positivo de precipitación, bajo la acción de la gran fuerza de atracción -- del mismo.

Las partículas de polvo suspendidas en el gas, son expuestas a un bombardeo de electrones muy fuerte que en el curso de una fracción de segundo, trasmite a cada partícula una gran carga eléctrica negativa.

Bajo la acción del fuerte campo eléctrico entre los electrodos, las partículas de polvo cargadas negativamente se acercan al electrodo positivo de precipitación donde las partículas se depositan abandonando su carga eléctrica, para ser eliminadas luego de la corriente de gas por la sacudida del electrodo de precipitación.

Los iones positivos formados por el choque entre las moléculas de gas y los electrones emitidos desde el electrodo de emisión, darán cargas positivas a una pequeña parte de las partículas de polvo. Estas partículas en cantidad relativamente pequeña y cargadas positivamente, se depositarán en el electrodo de emisión desde donde se quitan sacudiendo el mismo.

7.- PRINCIPALES TIPOS DE CEMENTO Y SU APLICACION EN LA CONSTRUCCION.

El producir cemento Portland con características especiales, tiene el objeto de proporcionar a la industria de la construcción cementos apropiados para que los concretos obtengan las características requeridas, de acuerdo con la función que desempeñe y el medio en que actúen; es por ello que se fabrican diferentes tipos de cemento portland, los cuales se mencionan a continuación.

CEMENTO PORTLAND TIPO I (CEMENTO COMUN)

Se destinará para usos generales en construcciones de concreto, desarrolla alta resistencia mecánica y su calor de hidratación es alto. Se recomienda su empleo en construcciones no sujetas a ataque químico y en aquellas a las cuales es calor de hidratación no les resulta perjudicial.

CEMENTO PORTLAND TIPO II (CEMENTO MODIFICADO)

Su uso no está destinado a construcciones de concreto expuestas a una acción moderada de los sulfatos o cuando se requiere un calor de hidratación moderado.

Este tipo de cemento Portland se emplea comunmente para el revestimiento de canales, que conducen aguas sin un gran contenido de sulfatos, en general se emplea mucho en obras hidráulicas, pudiéndose usar también en obras urbanas.

CEMENTO PORTLAND TIPO III (CEMENTO DE RAPIDA RESISTENCIA MECANICA)

Al mencionar este tipo de cemento, es conveniente señalar que no se trata de un cemento de fraguado rápido como suele designarse equivocadamente.

En vista de que requiere una rápida resistencia mecánica, su empleo es recomendable para el pronto descimbrado del concreto. Su resistencia a la compresión a las 24 Hrs. -

Equivale a los tres días de los del tipo I, y su resistencia a los tres días es mayor que la de siete días de ese mismo cemento tipo I.

Por su gran finura, su uso es recomendable en inyecciones, mientras que no conviene en estructuras de espesores mayores, debido a que su calor de hidratación es muy alto

Se conoce con el nombre de fraguado rápido a la iniciación de la pérdida de plasticidad de las pastas de cemento, con un fuerte desarrollo de calor, que ocurre durante el amasado, con lo que se llega a obtener una verdadera resistencia mecánica.

Un cemento de fraguado rápido no forzosamente desarrolla una alta resistencia final.

Se puede conseguir el endurecimiento rápido del cemento -- añadiéndole cloruro de calcio, para lo que se recomienda que no sea en más del 2%

La aplicación de este cemento se hace principalmente en la obturación de conductos de agua

CEMENTO PORTLAND TIPO IV (CEMENTO DE BAJO CALOR)

Se aplica cuando se requiere un reducido calor de hidratación.

este tipo de cemento es el indicado para concreto masivo, - debido a que el desarrollo de su calor de hidratación es -- lento y muy bajo, por otra parte, su composición química y grado de finura hacen que su resistencia mecánica sea también muy baja, sobre todo en las primeras edades, lo cual es un inconveniente para el avance de la construcción.

Su uso se ha substituido con el enfriador de los agregados y el empleo de hielo en el agua de mezclado, dentro de la - elaboración del concreto, ya que en estas condiciones se -

puede emplear otro tipo de cemento, excepto el tipo III y es posible tener resistencias más altas sin elevación de temperaturas durante el colocado del concreto, lo -- que presenta muchas veces ventajas

CEMENTO PORTLAND TIPO V (CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA A LOS SULFATOS)

Indicado cuando se requiere una alta resistencia a la acción de los sulfatos, es decir, cuando se utiliza en estructuras localizadas en medios agresivos. Se considera medios agresivos a aquellos suelos que contienen sulfatos solubles en agua, expresados en SO_2 , en cantidad mayor al 0.20%, así como las aguas con más de 1000 P.P.M. Su uso resulta de gran utilidad en obras de irrigación, como en el revestimiento de canales, túneles y cimentaciones en suelos agresivos. Su empleo resulta indispensable en obras de conducción de aguas negras y en obras marítimas, aunque, en estas últimas, dependiendo de las condiciones de trabajo puede emplearse cemento tipo II.

8.- CONCLUSIONES

-El propósito de estas notas no se trata a fondo cada tema, pero si dar una idea clara de la secuencia del proceso de la fabricación del cemento.

-Se han tratado los distintos procesos de elaboración, las propiedades físicas y químicas de los materiales.

En este caso se hace una descripción del sistema por vía seca, desde su explotación pasando por cada departamento analizando sus principales equipos y la función que desempeñan hasta la obtención del producto terminado, los principales productos que existen en el mercado y su aplicación, se ha tratado que sea lo más claro posible siguiendo la secuencia del procedimiento incluyendo gráficas y dibujos.

Se vieron puntos como la contaminación y como los fabricantes estan colocando equipos especiales para tratar de controlar la emisión del polvo al ambiente y aguas residuales.

Lo que es el usuario busca al comprar un producto por lo que se habla de las Normas de Calidad.

Al estar elaborando estas notas dentro de la planta donde se realizaron estos estudios observamos que se estan utilizando nuevas tecnologías, con el propósito de bajar sus costos y aumentar su producción, y se esta obteniendo mejor calidad dado el equipo que se utiliza para el control de calidad.

Esto quiere decir que no se ha dicho todo sobre el cemento ya que se sigue investigando

BIBLIOGRAFIA

TITULO	AUTOR	EDITORIAL
1.- LA QUIMICA DE LOS CEMENTOS VOL. II	H.F.W. TAYLOR	URNO
2.- LA QUIMICA DE CEMENTOS PORTLAND - 2da. EDICION	BORGE ROBERT HERMAN	DIESSAT, S.A.
3.- PRONTUARIO DEL CEMENTO	OTTE	EDITORES TECNICOS ASOCIADOS, S.A.
4.- NORMA OFICIAL PARA CEMENTO, DIRECCION GRAL. DE NORMAS		SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
5.- THE TECHNOLOGY OF CEMENT AND CONCRETE VOL. I	ROBERT F. BLANKS AND HENRRY L. KENNEDY	JOHN WILEY & SONS INC
6.- EL CONCRETO EN LA OBRA TOMO I		INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO A.C.
7.- CARTILLA DEL CONCRETO	F.R. Mc. MILLAN Y LEWIS H. TUHIL	INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO A.C.
8.- TECNOLOGIA DEL CONCRETO TOMO 3	A.M. NEVILLE	INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO A.C.