



300615
UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA 10
Incorporada a la U. N. A. M. *2y.*

“ El Procedimiento de la Transformación Calera ”

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS PROFESIONAL

Para obtener el Título de:
INGENIERO CIVIL

Presenta:

ERNESTO GONZALEZ ROBLES

Director de Tesis: Ing. Raúl Aburto Saldaña

México, D. F. 1989.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 esta 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:

1.- Estudio del Mercado

- a) Factibilidad Tecnica
 - a:- Localización de una zona califera
- b) Factibilidad Economica
 - b:- Medios de comunicación hacia el mercado
- c) Fenómeno de Oferta y demanda.

2.- Proceso de Fabricacion

- a) Procedimiento de Transporte
- b) Procedimiento de Extracción de la materia prima
- c) Procedimiento de Triturado y forma de proporcionar a la planta, la materia prima.
- d) Grados de terminado en sus diferentes tipos de cantidad, y calidad califera
- e) Procedimiento de Hidratado, Tiempo, Calidad y Costo.
- f) Terminado y Embasado.
- g) Laboratorios de Control de calidad, especificación y agregados.

3) Diseño de la Planta.

a) Localización de los siguientes departamentos.

- 1 La materia prima
- 2 Planta de Triturado
- 3 Planta de Procesamiento
- 4 Zona de Calcinación
- 5 Zona de Embarque
- 6 Taller de Mantenimiento.
- 7 Almacenes (Refacciones y Producción)
- 8 Oficinas Administrativas
- 9 Zona Comedor

4.- Plan de Implementación y Financiamiento.

- a) Permisos, utilidad de explosivos.
- b) Permisos a S.R.A. (sobre materiales no renovables).
- c) Tipos de Capital
- d) Financiamientos

5.- Introducción del Producto en el mercado y sus derivados.

- a) Cal viva hidratada y sus Derivados
- b) Gravas del Subproducto.
- c) En laboratorio algunos productos y su utilidad.

d) Utilidad en el campo como abonos y fertilizantes.

e) Materiales para la construcción.

6.- Conclusiones.

INTRODUCCION

El procedimiento de la transformacion calera: A tenido en el tiempo variadas modificaciones, ya que desde el año 4,000, A.C. se destaca su empleo como fue: Por los Egipcios en las antiguas piramides; Plineo en el año 450 A.C. utilizo cal en el templo de Apoloy y Elias; Asi como tambien la muralla china fue asentada en mortero de cal:

Los Ingenieros Romanos en la época de Julio Cesar: usaron y desarrollaron los diversos metodos experimentales. Asi como tambien las primeras especificaciones, utilizando la cal como un mortero, definiendola por lo tanto como: "Una pasta para enyesados: pudiendose aplicar en interiores y exteriores, la mayor contribucion por los Romanos fue el descubrimiento de la reaccion fisico/quimica de la mezcla de cal viva con agregados y cenizas volcanicas bajo el agua: esta mezcla origina el cemento romano, o cal hidratada aliterada con cal puzolanas..

(Puzolanas: sobrantes de escoria volcanicas), con esta mezcla los romanos construyeron, techos, pilares, pavimento y edificios en sus diversas generalidades.

El alto grado de adelanto en la materia, alcanzada por la humanidad, se debe en gran parte al "aprovechamiento de la cal y la caliza" En efecto el uso del estos materiales ha hecho posible la construccion de nuestros grandes edificios, presas, puentes, tuneles etc, ademas la mayoria de las

industrias los aprovechan directa o indirectamente y hasta la agricultura ha logrado mejorar sus rendimientos gracias a su empleo como abono.

La cal viva y oxido de calcio (CaO) se obtiene por calcinación de la piedra llamada caliza que se encuentra en abundancia en todas partes del mundo bajo diversas formas y en distintos grados de pureza.

A traves de las remotas epocas geologicas se fueron creando grandes montos de caliza por acumulacion de conchas, moluscos y restos de animales coraliferos que existieron hace millones de años. la acumulación de estos desechos en el fondo de los mares, las elevadas temperaturas, y presiones que despues estuvieron sometidos durante las grandes transformaciones geologicas, los consideraron y endurecieron resultado de esta metamorfosis la caliza actual.

La importancia de los mantos de caliza varia considerablemente, los hay que cubren grandes extensiones de terreno hasta de varios centenares de metros. Con frecuencia pueden observarse en la caliza, a simple vista, pequeños fósiles de conchas y caracoles de los animales prehistóricos que todos su origen en la era paleozoica.

La profundidad que suelen encontrarse los montos calcareos, varian mucho segun la calidad. Unas veces estan muy cerca de la superficie en tanto que otras se hallan a gran profundidad.

La mayoría de las canteras de donde se obtienen caliza explotan los mantos superficiales, por razones de economía sin embargo, algunos depositos, en los que el material presenta características valiosas se explota por medio de galerías subterráneas, como si se tratara de minas en ambos casos se emplea dinamita para efectuar su explotación aun cuando en muchas canteras de caliza se sigue dependiendo del esfuerzo manual.

Las explotaciones modernas son producción elevada recurren al empleo de maquinaria inclusive potentes palas mecánicas capaces de cargar grandes cantidades de la piedra en los caminos u otros medios de transporte que la conducirán hasta las trituradoras, en algunas de estas instalaciones se emplean, además números, transportadores de banda, elevadores, cribas vibratorias, lavadoras secadoras y pulverizadoras.

Su rendimiento anual llegue a elevarse hasta a decenas de millones de toneladas.

T E M A 1

Estudio del Mercado

Hoy en día todo producto, hacia el consumidor, para tener éxito tanto en producción como en calidad es de vital importancia determinar el alcance de los recursos necesarios como son: capital y materias primas. Así como también vías de comunicación que son indispensables.

Se tendrá que elaborar un análisis económico de la inversión a efectuar y la recuperación de la misma; conforme a un tiempo determinado de producción. Se investigará el crecimiento poblacional para determinar las necesidades y costumbres de una entidad con el fin de adecuarse a ellas. La "cal" como producto básico es un engrane más para el campo de la construcción, en la actualidad su empleo es muy amplia y se consume en:

Diques y terraplenes, estabilización de canales de riego, aeropistas, carreteras. En mezclas con cemento para evitar el fraguado relampago y mezcla con asfalto para evitar ascases de finos. Así mismo un Ing. Civil tomara en cuenta a la cal como un elemento primordial para cualquier construcción, su producción no pueda llevarse a cabo en una ciudad por su complejidad productiva ya que se requirieren explosivos y el ambiente estaría contaminado de polvo y desechos califeros.

El establecer el casino adecuado que determine tanto, técnicamente como económicamente la planeación y construcción de una planta calera, se tendría que determinar bajo varios aspectos primarios:

- 1.- Que lugar de la República Mexicana requiere el producto.
- 2.- Que zonas de la república Mexicana contienen la materia prima en abundancia, "Piedra Caliza"
- 3.- Que medios de comunicación hay en esa zona y cercanía con las poblaciones.
- 4.- Que medios económicos es la base vital de su desarrollo, poblacional.
- 5.- Tipo de construcción que predomina en la zona Así como industrias
- 6.- Población neta actual en esa zona.
- 7.- Ubicación de los medios Bancarios y Financieros. Determinados estos factores se justificaria la necesidad de instalar una planta calera.

Durante el primer semestre de 1977 la industria de la construcción reflejó el comportamiento poco dinámico de la inversión pública y privada.

La primera obedeció a la política de austeridad del gobierno, la segunda resintió los efectos de los aumentos en los precios de materiales así como falta de crédito.

Sin embargo a partir del tercer trimestre del año la industria empezó a mostrar señales de recuperación con la activación de proyectos públicos de inversión.

Entre 1968 y 1977 la industria del cemento ha aumentado su capacidad productiva de 7.2 millones de toneladas a 14.2 millones. Cifras que representaron el 97.2% de incremento. Durante el mismo lapso el número de plantas cementeras pasó de 26 a 29, debiéndose el aumento en capacidad sobre todo a expansiones efectuadas a las plantas ya que así mismo la producción calera a tenido el mismo reflejo productivo pero en menor escala. Estadísticamente la información no es confiable ya que existen cientos de hornos en producción por la república, estos no son constantes a excepción de las fabricas mayores como sería.

Calier S.A.	150 Ton. Diarias
Cal Beltrán S.A.	100 Ton. Diarias
Cal Mexico, S.A.	80 Ton. Diarias
Cal de Monterrey	60 Ton. Diarias
Cal Iberoamericana	50 Ton. Diarias

a Facultades Técnicas

* Instalación de una zona califera

Capacidad Instalada:

Hay diversas técnicas de producción calera. Así mismo las instalaciones son diferentes pero todas bajo el mismo principio.

De las plantas caleras de mayor importancia en México se tiene.

Desarrollo de la Industria calera

Plantas Tons. Producción

Calidra 150

Piracal 100

Maya cal 100

Oaxaca 100

Colima 100

Zacatecas 80

Cal Beltrán 80

"La Piedra Caliza"

Insuamc críticos: en México las materias primas directas "piedra caliza" la cantera que se halla en el alto de la montaña y los depósitos de caliza que se encuentran en la zona central formaban en pasadas edades geológicas los lechos del fondo de los mares. La anterior afirmación podrá extrañar si no se toman en cuenta los hechos que atestiguan. El origen oceánico de la piedra caliza. Estos hechos son tomados de las observaciones diarias y del testimonio de los animales que viven en el mar y de los fósiles.

Además se sabe que los continentes han estado bajo el agua por mas largos periodos de edad geológica que fuera del agua como tierra, estos levantamientos y hundimientos de la corteza con fenomenos de actualidad y por lo tanto evidentes si hay cierta duda acerca de la formación de la caliza en el mar pongamos por ejemplo; a la península de la Merida, caminar a lo largo de la playa, se podra ver y sacar tanto caliza en proceso de formación como se quiera.

Esta caliza es aún suave por que solamente esta parcialmente comprimida o consolidada, contiene fragmentos de concha y animales modernos que han vivido algunos años atras en los bancos de arenas cerca de allí. Si este deposito de cal, barro y conchas es enterrado bajo mas sedimentos, se consolidará en un lecho de caliza conteniendo concha fosilificadas.

Estos lodos de cal que bajo compresion formaran piedra caliza por levantamiento a traves de las edades geológicas formaran parte de la corteza terrestre.

La piedra caliza como constituyente de la corteza terrestre, es una roca de origen sedimentario que se formo del material precipitado por acción Química y organica. Por la acción del ácido carbonico y otros minerales ácidos, las rocas son desintegradas y el calcio es disuelto y llevado en las aguas de filtración que van a desembocar al mar.

La cantidad de material transportado de esta manera es tremendo se estima que el tamesis, en Inglaterra lleva hacia el mar más de 600,00 toneladas de material disuelto anualmente de los cuales aproximadamente dos terceras partes son compuestos de calcio. esto representa que en el area de filtración se remueven 100 toneladas de piedra caliza por kilómetro cuadrado. Estas aguas saturadas desembocan en el mar y se mueven a las porciones más calientes de los litorales sufriendo una evaporación, las pequeñas particulas de cal que aparentemente son invisibles cuando el agua se evapora y se depositan lentamente en el fondo del oceano para formar lodos alcalinos muy blandos.

Asi se formará un lecho de caliza cada vez mas solido y pesado conforme se depositen más sedimentos, año tras año atraves de las edades geológicas. La formación de calizas requiere grandes intervalos para su deposición. Datos geológicos y quimicos indican que se necesitan varios miles de años para que se deposite un metro cuadrado de caliza.

Hay además otros procesos fisicoquimicos que dan origen a la caliza como son los procesos de evaporacion y precipitacion alrededor de manantiales y rios que dan origen a depósitos de calcita conocidos como travertinos o tufas calcareas y por evaporacion de agua en cuevas de constitución calcarea se forman depósitos de calcita en forma de estalactitas y estalagmitas e incrustaciones.

De ninguna manera toda la cal es sacada del agua por evaporación, la mayor parte de la piedra caliza en existencia en la actualidad es de origen organico formada por los esqueletos de la vida marina. La caliza que permanece en solución es utilizada por una gran variedad de animales marinos tales como corales foraminiteros moluscos y equinodermos para formar sus conchas y esqueletos que al final se acumulan en el fondo del mar.

Los esqueletos de estos animales son en la mayoría de los casos de carbonato de calcio de gran pureza y se encuentran completamente intactos en calizas como el armol.

Pero el sedimento calcáreo formado de cualquier manera se puede llegar a contaminar durante su asentamiento con sales acrillosas, silicosas feruginosas que afectan la composición natural de la piedra caliza resultante, la contaminación por estas sales se debe a que fueron llevadas por las corrientes de los rios hacia los depósitos de cal en el fondo del oceano o por los vientos y tormentas de polvo que cavern en el mar depositandose sobre estos lechos de calizas. La cantidad y clase de impureza varia hasta en el mismo depósito y por lo tanto donde es arrastrada abundantemente arena o arcilla al oceano como en la delta de un rio o en una playa arenosa los depósitos de caliza dan lugar a piedras arenosas.

Definición y Clasificación de la Piedra Caliza:

La piedra caliza es una roca compuesta por lo mas de 90% de carbonato de calcio con porcentajes variables de impurezas. En su interpretación general, el termino incluye cualquier material calcáreo conteniendo carbonato de calcio tal como marmol, tiza, travertidas corales y margas, cada uno poseyendo propiedades fisicas distintas.

En términos generales la piedra caliza es considerada como una roca calcárea estratificada compuesta principalmente por el mineral calcita.

La piedra caliza se puede clasificar con respecto a su origen, composición fisico/química, en la cual la piedra caliza es nombrada de acuerdo con sus impurezas es de gran utilidad estas piedras se dividen primero de acuerdo con su cantidad de carbonato de magnesio: cuando esto presente en cantidades de menos de 5% la piedra lleva el nombre de "Alto contenido en calcio" cuando esta presente en cantidades de mayor cantidad de 5% es considerada caliza como "magnesiána una caliza que contenga entre el 30% y 45% de carbonato de magnesio se clasifica como dolomítica.

Si se tiene otras impurezas se clasifica con relacion a ellas como calizas silíceas, arcillosas, ferruginosas y carbonatos. Muchas veces la estructura de la piedra caliza puede dar un modo practico de clasificación para el geologo

por ejemplo la siguiente terminología compacta, conglomerada olítica cristalina fosilífero y caliza pisolítica.

La clasificación de calizas con respecto a sus formaciones geológicas es generalmente de poco valor.

Propiedades Físicas:

Las calizas varían considerablemente en sus propiedades físicas, en el color dependiendo de las impurezas presentan cambios del blanco hasta el negro.

La dureza: densidad, porosidad y estructura Así como la impureza, que generalmente consisten de óxido de hierro, sílice y aluminio varían grandemente aun en un mismo depósito.

Color: calizas de alto contenido en calcio son blancas y puras, pero en la naturaleza se encuentran comúnmente coloreadas de gris o negro por impurezas del carbonato la presencia de óxido de hierro suele manchar la piedra, en amarillo, rojo o café otros minerales tales como la pirita o siderita alteran el color de la superficie de la piedra debido a oxidación en la intemperie.

Solidez: Como material de construcción la solidez de la piedra caliza es una propiedad importante la resistencia a la compresión o demolición varía entre 98.075 kg/cm este margen es amplio y excede grandemente el margen de seguridad ya que 22 kg/cm es generalmente la mayor carga a la cual esta piedra

esta expuesta la fuerza de tensión de la caliza no es tan importante y es mas difícil de determinar varia entre 25 - 63 kg/cm.

Densidad, gravedad especifica. La densidad de la piedra caliza, es decir el peso de un metro cúbico de material solido varia con el contenido de humedad de 1940 a 2270 kg/m en condiciones de humedad la densidad puede ser de 2270 a 2910 kg/m la gravedad especifica de la piedra caliza puede ser expresada como aparente o como real, la diferencia esta en la eliminación de los poros de aire en la gravedad especifica real. la gravedad, especifica real de la piedra caliza varia entre 2.2 y 2.9.

Estructurada Porosidad: La estructura en las rocas se refiere al tamaño uniformidad, colocación de las particulas calcareas. El tamaño y forma de las particulas calcareas, junto con condiciones de presión. Temperatura y acción solvente a las cuales esta expuesta una precipitación, son factores que influyen en las características físicas de la piedra el grado de consolidación de los sedimentos calcareas varia desde un pequeño cambio como se ve en las margas y limas blandas. en las cuales las particulas que forman la estructura estan debilmente unidas. hasta la roca densa y cristalina como el marmol. Entre estos dos extremos se conocen muchos tipos de piedras calizas. El analisis por rayos X ha demostrado que las calizas tienen estructura cristalina. Casi todas las calizas son lo bastante suaves

para ser rayadas con una navaja que corresponde a una dureza de 2-3 en la escala de Mohs.

La porosidad: una propiedad muy variable en estas piedras, esta expresada como el porcentaje del espacio poroso con respecto al volumen total de la roca. En calizas comerciales esta propiedad varia de menos de .5% a 5% las calizas menos compactas tienen un alto grado de porosidad y solo pesan 1940 kg/m. rocas mas densas con un menor grado de porosidad pesa hasta 2910 kg/m.

Composicion y formacion cristalina las diferentes piedras calizas presentan las siguientes formas:

- a) Aragonita
- b) Calcita
- c) Dolomita Formadas por Carbonatos

Aragonita y Calcita: Son dos formas cristalinas compuestas de carbonato de calcio mientras que la dolomita es un carbonato doble de calcio y magnesio. Aragonita y calcio tienen el mismo porcentaje de composicion pero se distinguen por sus diferentes propiedades cristalograficas y opticas. La aragonita cristaliza en la forma prismatica mientras que la calcita cristaliza en la forma exagonal y rombocedral, y tiene mayor peso especifico. La calcita, en contraste con la aragonita, se encuentra abundantemente y forma generalmente la caliza con alto contenido en calcio.

La dolomita es una sal doble de carbonato de calcio y magnesio que cristaliza en el mismo sistema que la calcita.

El origen de esta piedra dolomítica se invierte, se cree generalmente que es formada por remplazamiento Químico directo del calcio en la piedra caliza por magnesio de agua de alto contenido en sales de magnesio. Muchos pequeños depósitos de dolomita parecen haberse originado por la coprecipitación de los dos carbonatos.

Propiedades: La composición físico/Química y las propiedades de la caliza dependen de la naturaleza de las impurezas y del grado de contaminación de la piedra original. La materia contaminante o fue depositada simultáneamente con la caliza o penetra en ella en épocas posteriores

Aluminio en combinación con la sílice esta presente en la caliza se han encontrado otros silicatos de aluminio en la forma de feldespatos y de micas cuando esta presenta a cantidades apreciables, la arcilla convierte una caliza de alto contenido en carbonato de calcio en marga o piedra arcillosa, que cuando es calcinada produce cales con propiedades hidráulicas calizas conteniendo de 5% a 10% de arcilla forman al calcinar cales poco hidráulicas mientras que las que contienen del 15% a 16% de arcilla forman al calcinar cales poco hidráulicas mientras que las que contienen del 15% al 30% producen cales altamente hidráulicas.

Materia silicosa diferente a la arcilla puede presentarse en estado libre como arena, fragmentos de cuarzo y flint y en el estado combinado como feldespatos talco, mica y serpentinas.

Pequeñas cantidades de esta impureza se pueden depreciar para la mayoría de las aplicaciones; aunque 5% mas de silice es una caliza que influye en la eficiencia de la manufactura de la cal y de su calidad. A las temperaturas de calcinación, la mayoría de la silice, particularmente la porción presenta en forma de pequeñas partículas reacciona con el CaO para producir silicatos fundidos. Estos productos vidriosos se forman dentro del horno (Especialmente en la zona de calcinación) y bloquean el paso del material através del horno este fenómeno casualmente ocurre en los hornos rotatorios formandose un anillo o contra circular de silicatos durante su rotación.

Piedra caliza: para uso químico y metalúrgico deberán contener debajo de 1% de aluminio y de 2% de silice los compuestos de fierro en una piedra son poco perjudiciales para la cal a menos de que sea requerida una cal muy pura: normalmente estan en la forma de limonita (Hidroxido Ferricos y pirita (sulfato de fierros, ocasionalmente hematita, magnetita, marcasita y otras formas de fierro son encontradas en la caliza.

En la calcinación, estos materiales con la excepción de los silicatos de fierro se descomponen en óxidos de fierro,

compuestos de sodio y potasio son raros y nos influyen en la pureza de la cal, cuando están presentes en pequeñas cantidades estas impurezas, son volatilizadas durante la calcinación, materia orgánica, esta presenta algunas veces en la caliza esta, es de poca importancia por que se quema y se pierde durante la calcinación.

Sulfuros y fosfuros (principalmente sulfatos y fosfatos) en los procesos metalúrgicos no debe exceder de .05% para sulfuros y 0.02% para fosfatos.

Muchas fábricas de cal están en condiciones de reducir estas impurezas en su cal, por medio de selección de la piedra para la calcinación como 1.000 kilos de caliza producen solamente 560 kilos de cal viva el porcentaje de impurezas en la cal y cerca del doble que en la piedra original.

Estas impurezas en la caliza, desgastan la maquinaria en proporción a su dureza y calidad, la piedra caliza pura (calcita) tiene una dureza de 3. en la escala de Mohs. el fierro tiene dureza de 5, pero la silice y flint tiene dureza de 7. naturalmente esta impureza desgastaron los platillos del molino. Estas impurezas no se pueden eliminar fácilmente de los depositos solo se podra escoger la piedra y lavarla pero en gran escala esto es incoesteable. En la practica la variacion en los componentes impurezas de la caliza cambia hasta en la misma canteras. esto se ve por la localización de

caliza de alto contenido en calcio, caliza magnésiana, Asi como dobimitica en la misma cantera.

El operador deberá examinar atentamente cada venta antes de hacer la localización exacta de la cantera la presencia de compuestos de silice en un lecho rocoso deberá ser localizada disolviendo una pequeña muestra de la roca en acción clorhidrico, por que permanecen como sedimentos lo cual es permanente como sedimentos lo cual es un aviso para evitar problemas posteriores.

B) FACTIBILIDAD ECONOMICA

El proceso constructivo de una instalación calera se puntualiza primordialmente en el número de hornos los cuales nos arrojaran las necesidades y dimensión del molion hidratador y Asi al de la fábrica misma: Características principales de la empresa como organización.

Organigrama en la Planta.

10. Extracción de materia Prima

Suministro Pobladores

- a) Materia cargadores
- Prima Destajistas de material
- Operadores: Traxcavo
- Payloder
- Transporte pala mecanica
- camiones, volteo

20.- Triturado de la materia prima

(cribado y clasificado).

Triturado

Personal Operativo

Clasificación del material

30.- Calcinación

Horno rotatorio

y verticales

A) No-1 Hornos verticales uno es un proceso.

No-2 Hornos horizontales es una técnica mas
avanzado

B) Operario de hornos (carga)

control de horarios: temperaturas
térmicos (tiempo calcinación)

Descarga de Hornos

Pruebas laboratorio

40.- Control de la cal y su clasificación

50.- Hidratación: Operario

60.- Embasado - Bolsa de 25 kg.

- A granel

- Piedra: gravas y terrenos de cal.

70.- Embarque: Almacenado.

Necesidades totales de Capital

- 1 La mina o cantera de donde se extraerá la materia prima.
- 2 Equipo de explotación "perforadoras y compresoras.
- 3 Equipo de carga y transporte
- 4 Trituradoras y tolvas de clasificado: cribas y bandas de transporte para alimentar los hornos.
- 5 Hornos (calcinación)
 - vertical
 - horizontal.
- 5-B Molino para fragmentar cal para hidratar ,
- 6 Hidratado: Proceso : vertical en caja u rotado con aspas y mezclado c/agua, en tolva 1-Ton. X 300 lts. de agua.
- 7 Molino de: bolas metálicas
 - : Desentrado
 - Pulverizador de martillos con separador de gruesos.
- 8 Equipo de EnBase

Necesidades Complementarias

- 1.- Oficinas:
- 2.- Taller:
- 3.- Depósitos de combustible (combustóleo)
- 4.- Subestación
- 5.- Almacenes.

Capital propio y Crédito

Estos son determinados propiamente de acuerdo al % del capital sano.

Así mismo los créditos son otorgados por las instituciones financieras cuando los bancos (de la materia prima) y el 50% de la inversión total son propios de la empresa calera.

Los ingresos y gastos en funcionamiento normal:

- 1.- Toneladas de cal en planta = \$ 100,700
- 1.- Tonelada de cal
costo de producción = \$ 61,421.53
Utilidad neta = \$ 39.27 x Ton:
Punto de nivelación = \$ 40,000 x Ton.

Evaluación Económica

Fenómeno de Oferta y Demanda:

Desde el punto de vista inversión es factible; el territorio nacional demanda producción calera y que son

múltiples las aplicaciones de la cal se emplea como quedó dicho en la preparación de la argamasa o mortero para obras de albañilería, en la industria vidriera y metalúrgica; en la fabricación de pinturas, barnices y plásticos en la purificación de aguas potables y en el tratamiento de las de albañal, combinado con cloro da el cloruro de cal, que es un buen desinfectante y blanqueador se usa mucho para blanquear paredes y con fines profilácticos.

En la agricultura se emplea como agente alcalino para contra restar la acidez de algunas tierras de labor, sola o mezclados con otros insecticidas se aplica en forma de aspersiones a los arboles frutales y en cultivos de hortalizas esto significa la factibilidad económica cubierta al 100% por ser un producto altamente calificado. Principales relaciones del proyecto con la economía del país región y sector.

Por ser una industria que genera empleo y cubre necesidades prioritarias para el desarrollo del país en todos los aspectos ya mencionadas.

T E M A 2

"Proceso de Fabricación"

La fabricación se inicia en la explotación de minas y canteras. La caliza es obtenida por operaciones superficiales (canteras) y bajo el suelo (minas). Las primeras se han extendido mas por tener costos de operación mucho menos, aunque no siempre tiene sus ventajas como por ejemplo.

- 1.- Pasado sobre carga de tierras y roca de inferior cantidad.
- 2.- Una pendiente de piedra que da por resultado un aumento del sobrecargo.
- 3.- Agotamiento de los depósitos superficiales. Las ventajas de las minas son las siguientes.
 - 1.- Se elimina el trabajo de remover gran cantidad de terreno de desmonte.
 - 2.- Se puede trabajar todo el año sin perjuicio del clima.
 - 3.- Bajo ciertas condiciones se encuentran mayores facilidades de almacenaje bajo tierra que en la superficie, sin deterioro del producto. La sobre producción puede almacenarse hasta que la demanda lo necesite.

- 4.- La piedra limpia que se obtiene en minas significa un mejor precio que la piedra de cantera, es un hecho que la limpieza de la piedra, en ciertos casos, es necesaria para facilitar la venta del producto, ocasionando esto gastos de consideración, además las ventas de piedra caliza en las minas no están expuestas a la acción del agua o lodo que baje a la superficie terrosa.
- 5.- Para fundición la piedra de mina es mas limpia, tanto en tamaño regular como en tamaño pequeño que la piedra de cantera. Por otro lado, hay ciertas desventajas que también deberán ser consideradas:
 - 1.- Hay necesidad de instalar sistemas de ventilación para extraer los gases de las explosiones y para suministrarles aire fresco a los trabajadores.
 - 2.- Existe el peligro de desprendimientos interiores.
 - 3.- Se produce mas polvo que en las canteras.
 - 4.- El tipo de trabajador requerido tiene que ser mas práctico y entendido y por lo tanto mas caro que el de la cantera.

5.- Los costos son mas elevados a las canteras pero la diferencia puede ser balanceada con la mejor calidad del producto.

Explotación de la cantera, para explotar una cantera serán necesarias las siguientes operaciones:

- 1.- Hacer barrenos para los explosivos
- 2.- Destruir la caliza aflojada por el explosivo
- 3.- Carga sobre los carros
- 4.- Transportar hacia las quebradoras.

Una cantera mas o menos explotada esta formada de una pared vertical y de altura regular, de 8 a 10 - mtos. de corte a altura.

Se perfora desde arriba con barreras verticales de 200 mm. a 300 mm. de diámetro hasta 70 metros de profundidad.

Por lo general los bancos o cerros que se encuentran por casi todo el pais tienen poca despalse o sea que casi no tiene tierra encima, por regla general la cantera tiene una altura de 40 metros. la explotacion de las canteras por medio de estas barreras que se llenan de dinamita ha venido a cambiar ciertas costumbres los rieles que llegaban hasta la propia cantera y que servian para cargar la piedra en vagonetas tenian que ser quitados de antemano antes de la

explosión o desescombrar posteriormente la línea para dejar paso libre.

Esto ha sido substituído en la mayoría de las canteras por camiones, la pala mecánica que carga estos vehiculos de capacidad de 10 a 40 toneladas un bulldozer dejara siempre el camino libre hacia la pala mecánica.

Técnica de la perforadora neumática, las perforadoras de mano sólo se usarán allí donde la pared no sea de mas de 5 metros de altura para volar lotes grandes y sueltos. Los Trardril movibles se usan hasta lugares de 12 mts. de altura.

Esta altura se considera como, ideal pues el tamaño de piedra conveniente para poder usar la pala mecánica en el desescombrado por lo general, una cantera mas o menos grande tiene paredes de 40 metros de altura o mas. Ahí tambien son utilizadas estas perforadoras movibles en unión con grandes máquinas perforadoras.

Las barrenas poseen coronas intercambiables en la punta, las cuales son de TUSTEGNO están recubiertas por aleaciones de metales duros tales como el carburo de Wolframio; con duración de 50 a 100 veces mas que los de acero comun y corriente, pudiendose afilar posteriormente.

El taladro mas extendido para paredes de 10 a 70 metros es el de de golpe. Este aparato especial para canteras posee de todo para movilizarse rápidamente y acelerar los trabajos.

Se moviliza sobre orugas al lugar del trabajo y ahí es fijado.

Antes se hacían perforaciones de 65 mm. ahora con estos nuevos aparatos se pueden hacer de 225 mm. a 300 mm. Hacer perforaciones más grandes no cuesta más. antes, menos. se perfora con la misma rapidez y se necesitan menos agujeros.

Además es menor el peligro de que se atasque la barrera y cargas estos agujeros con explosivo es más sencillo la forma de las coronas varían según la dureza de la piedra habiendo máquinas especiales para afilarlas. En donde la piedra está floja y la pared del agujero se desmorona y se tapa habrá que canalizar. Esto sucede casi siempre en la parte superior del terreno. El tubo es introducido en el momento de la perforación por medio de dispositivos especiales. Es posible también después de sacar el tubo ya sea por un dispositivo fijado al taladro que con el golpeteo es sacado también se pueden sacar estos tubos a la hora de la explosión teniendo que enderezarlos después para usarlos nuevamente.

Con estos perforadores solo se podrá perforar verticalmente pero también los hay de perforación oblicua u horizontal, la mayoría de las veces están contruidos de tal manera que sólo así pueden trabajar. agujeros oblicuos u horizontales utilizan más dinamita por que el material, a la hora de la explosión, no solo es empujado sino también levantado.

En estas canteras sólo se perfora verticalmente, situando los agujeros normalmente a 2 metros de distancia el uno del otro y a 5 metros del borde de la cantera. Así el peligro de accidente disminuye, existandose el trabajo en la pared de la cantera.

Será conveniente estudiar detenidamente el terreno en donde se va a perforar haciendo un bosquejo y anotando distancias y profundidades, que dependerán de las características del terreno.

En las paredes bajas se vuela en la mayoría de los casos la próxima hilera de agujeros, antes de que haya sido recogido el material de la anterior. Esto no sólo da buena demolición sino que no es necesario la limpieza de rieles y materiales entre las explosiones.

Posteriormente se llenan completamente los agujeros de dinamita cartuchos dejando mayor espacio entre agujeros o hacer cargamentos intercalados con capas de tierra. Depende de las condiciones locales, de igual manera sucede con el retardo del encendido de la mecha.

Medios sismograficos han demostrado que el menor sacudimiento se logra con el siguiente orden de 1-2-3-4-5-6 con intermedios de 25 milisegundos y en donde la pared hasta cierto punto es rebanado.

Se puede volar de otra manera según el esquema 2-1-2- 1-2-1 con 17 milésimas de segundo de intermedio entre 1 y 2 donde una mejor demolición.

Transporte y carga:

En los años 50 y 60 se utilizaban cubiles por vías; hoy en día las canteras utilizan camiones de volteo y yuclers. Esto cambia se debe al gran costo en tener las vías despejadas y moverlas a los diversos frentes, en la misma cantera, además los métodos modernos de transformación de hoy en día han dado lugar a este cambio.

Se llegó a demostrar que el rendimiento en el cargamento de piedra sube en un 30% en los vehículos que no necesitan rieles por que la pala mecánica y los camiones pueden tomar diferentes posiciones con mayor ventaja en la cantera.

Carga de camiones: La pala mecánica levanta las rocas sueltas al pie de la cantera y las descarga en los camiones, pudiendose desplazarse rapidamente a otros sitios: Así mismo se tendrá un traxcavo para aumentar la eficiencia de la carga: es necesario tener como auxilio en bulldozer para despejar la cantera en sus vías de acceso, al mantenerse libre el paso a los camiones se evita, además un mayor desgaste de las llantas.

Las rocas grandes los deposita la pala a un lado para que sean partidos en trozos mas pequeños debido a que no

pueden ser cargadas, los camiones llevan el material a la quebradora y trituradora.

Trituración:

El material se depositará en una tolva receptiva y clasificadora, la cual enviará a una quebradora primaria de cono móvil; (quebra piedra de 50 cm. a 10 cm) que esta accionada por un motor de 125 caballos:

Posteriormente de haberse triturado seguirá por una 1a. banda de 20 mts de largo y 20 de inclinación esta banda esta accionada para soportar la carga por un motor de 7.5 caballos y 1400 revoluciones esta banda descarga el material a una segunda quebradora pasando antes por una criba que separa el material de 5 mm. para abajo y que pasa a la banda # 2. El material de mayor volumen 2.5 cm. pasa a la quebradora secundaria de cono móvil, chico, pero de alta velocidad accionada por un motor de 60 caballos.

La clasificadora de materiales descarga en una acriba de doble fondo de 1 x 3 mts para clasificar el material de 5 a 2.5 cm y el de 2.5 a 0.6 cm. El material de menos de 0.6 es desperdicio y será separado. Esta criba estará accionada por un motor de 7 caballos y esta montada sobre unas tolvas que conducen a los depósitos.

El depósito puede llegar a tener mas capacidad de hasta 1,000 toneladas para piedra de 5. 2 2.5 cm. otro deposito

para piedra de 1,000 ton. que almacene el material de 2.5 cm. y otro depósito para los desperdicios.

Debajo de estos depósitos estará una banda transportadora de aprox.. 60 mts. accionado por un motor de 25. caballos de 1.450 revoluciones y con reductos de 444 revoluciones, debajo de los depósitos. Habrá cuatro alimentadores vibratorios que conducen el material a la banda de acuerdo a las necesidades de producción hacia el horno.

Antes de entrar al horno habrá otra arriba de 1. x 2.5 y de malla 0.6 cm. esta para separar cualquier polvo que haya podido quedar adherido a la piedra especialmente en el tiempo de lluvias.

Con estos dispositivos el horno será alimentado con caliza de tamaño uniforme que facilitará la calcinación y el paso de los gases a través de la piedra. Por medio del cribaje se evita la entrada de las partículas mas pequeñas al hornoc. las cuales dificultarian el paso de los gases haciendo que el tipo sea malo:

Grados de terminado en sus diferentes tipos de calidad y cantidad califera.

Para poder dar una calidad terminada; es de suma importancia determinar el tipo y forma de cohesión a la piedra caliza.

El tipo de combustible que se utiliza para calentar los hornos es el llamado combustóleo o combustible negro o del petróleo crudo se separan los componentes mas ligeros como la gasolina (NAFTA) Y LA KEROSINA. y diesel, quedando un liquido viscoso, que se diluye con gasóleo, donde el combustóleo de uso corriente para ser quemado en calderas debido a la ausencia de los aceites ligeros el utilizar el combustóleo, es mas seguros contra riesgos de encendido, el combustóleo es mas barato por que han eliminado los aceites ligeros que son vendidos a precio mucho mejor.

El carbón del cual dependian los hornos verticales antiguamente, lo substituye el combustóleo en los tiempos actuales la ventaja sobre el carbón, es la generación de calor. Asi como también su transporte es rápido y fácil; del tanque de abastecimiento al lugar del uso, el equipo es mas sencillo y fácil de operar y debido a su bajo contenido de cenizas se evita la abstracción en los quemadores y atomizadores

La composición y poder calorífico del combustóleo es mas constante que la del carbón.

Las principales propiedades del combustóleo son:

- 1.- Gravedad específica
- 2.- Poder Calorífico
- 3.- Viscosidad
- 4.- Punto de inflamación

5.- Contenido en azufre

6.- Contenido en cenizas.

En los climas frios el punto de congelación es también importante, debido a que el aceite congelado no se puede bombear através de las líneas. La gravedad específica del mismo volumen de agua es de 15°C.

Es calculado a partir de la gravedad beaume, que es medida con un hidrometro que tenga una escala ya sea en unidades decimales o en grados BEAUME.

La relación entre la gravedad específica y la gravedad Beaume adoptada por el: U.S. Bureau of standar; esto expresada por la siguiente ecuación:

$$\text{Gravedad Especifica} = \frac{140}{130 + \text{BE}}$$

Para líquidos mas ligeros que el agua

$$\text{Gravedad específica} = \frac{145}{145 - \text{BE}}$$

La gravedad específica del combustóleo varia de acuerdo con la clase de crudo y de la cantidad de constituyentes ligeros que han sido destilados.

El poder calorifico por litro esta expresado en K cal/H. a 15°C y aumenta con la gravedad específica, por que habra mayor peso por filtro.

El poder calorifico por litro de combustible esta expresado en K cal/kg. y varia inversamente con la gravedad especifica por que el aceite más ligero contiene más hidrogeno.

El poder calorifico se puede calcular conociendo el peso especifico por la sig. formula.

Poder calorifico = $22.320 - 2,780 \times (\text{gravedad especifica } 15^{\circ}\text{C})$.

La viscosidad es definida como la medida de la resistencia de flujo de un liquido, tanto mayor sea esta resistencia, tanto mayor será el tiempo para que un determinado volumen de aceite corra a través de un orificio dado.

Propiedades y Analisis del Combustoleo

Carbono	--	84.3%
Hidrogeno	--	10.82%
Azufre	--	3.41%
Nitrogeno	--	0.39%
Oxigeno	--	1.01%
Humedad	--	0.20%
Cenizas	--	0.08%

Peso especifico: determinado con el hidrometro.

P.E. = $4^{\circ}\text{BE} - \text{a } 27^{\circ}\text{F}$

El peso especifico = 1.0382

Poder calorifico = 10.450 Kcal/H

Viscosidad = 174 seg.

El combustóleo es depositado en un tanque con capacidad de 200,00 lts. el cual debe impermeabilizarse internamente para poder soportar la acción del ácido que tiene el combustóleo.

El combustible será calentado con vapor he inyectado por una caldera y bombeado a un tanque secundario con menos capacidad. Cercas del horno hay un deposito de 4,000 litros para alimantar diariamente al horno a una temperatura 60-70°C.

Esta doble instalación es debido a que nunca sea interrumpida la alimentación del combustible ya sea por por descompostura de una bomba o por la limpieza de filtros.

El combustible será inyectado através del atomizador a una temperatura de 110 - 120°C.

Los atomizadores e inyectores deben ser de mezcla interna, compuesta por: Aire primario para atomizar el combustible; sabos sea mezclan fuera de la boquilla del quemador; para posteriormente ser proyectados hacia el interior del horno.

El atomizador esta diseñado para lanzar una nube fina y uniforme de combustible que se quemará con un mínimo de exceso de aire.

La presión aplicada en el atomizador es relativamente alto para formar al combustible; a circular através de pequeños pasajes tangenciales de una placa hacia una camar donde es puesto en rotación, la fuerza centrífuga del combustible en rotación es la causa que sea desparramado en forma de nubes delgadas y cónicas conforme es abierto el grafo u boquilla.

La atomización puede tener una gran variación en su superficie pues las partículas de combustible pueden ser de un MICRON a 500 milcrones de tamaños, "/Galon de combustible atomizado en forma gruesa cubre una superficie de vaporización de 28 m y en forma fina hasta de 1,200 m.

La temperatura del combustible en el atomizador no debía bajar de 100°C.

De tal manera que la operación debe ser a alta presión (17.5 kg/cm en vez de 10 kg/cm) esta presión es referida a la que tendra en la boca del atomizador (u quemador) y no en la línea de alimentación.

El proceso preliminar lo definimos como atomización, vaporización, gasificación y combustión; tienen una finalidad que es la introducción y distribución con un mínimo de aire primario de tal manera que el resto del aire secundario, precalentado requerido para la combustión sea suficiente para enfriar la cal recobrar su calor servible totalmente si el combustible es quemado completamente por exceso de aire

primario nada de aire secundario sería aprovechable para la combustión final en la zona de calcinación y la eficiencia del horno sufriría hasta en un 35%.

Un combustible más ligero atomizado y vaporizado por la corriente del aire secundario puede ser llevado hacia el horno sin grasificación para ser quemado ahí con una llama más larga y luminosa.

El aire primario es suministrado directamente al quemador donde se mezcla con el combustible para atomizarlo y consiste de un ventilador que aspira el aire atmosférico y lo inyecta. El control del aire primado es una parte integral del quemador y la regulación de la cantidad de aire es llevada a cabo por una compuerta en la misma boca del horno o por un cambio en la velocidad del ventilador.

El aire secundario, es un enfriador y recuperador de calor. Por lo tanto la cal que viene del horno no está completamente calcinada, si no que algunos trozos han sido parcialmente expuestos al calor y por lo tanto completamente calcinada, si no que algunos trozos han sido parcialmente expuestos al calor y por lo tanto esto debe ser perfeccionado calcinado si no completamente calcinados mientras que otros trozos estarán bien calcinados.

La calcinación completa se podría obtener en la sección del horno rotatorio pero esto sería a expensas de un horno

es largo de esa alta temperatura, mayor pérdida por radiación.

De mayor economía en combustión y de menor capacidad. El propósito del recuperador es para evitar todo esto y de utilizar el calor sensible de la cal. El 10% de trabajo de la calcinación total puede ser llevado a cabo por este medio. La finalidad del recuperador es:

- 1.- Completar la calcinación al 100%
- 2.- El enfriar uniformemente; si es rápida la calcinación no se completaría, y si el esfuerzo es puesto en la calcinación el completo enfriamiento no tomará lugar de esta forma el sistema fue designado para dos periodos: Una llamada superior en donde se deja reposar o "crear" la cal y otra inferior donde se recupera por medio del aire inyectado el calor sensible de la cal. Sin embargo se presenta un inconveniente que es la estratificación del material y del flujo gaseoso, debido a las disgregaciones de los trozos de cal.

La cal en polvo impedia, por un lado, el paso del aire frío causando secciones calientes y frías bajando la eficiencia del recuperador de calor debido a un enfriamiento irregular; para evitar este problema; el sistema de enfriamiento es hecho celular, y consiste en varias pequeñas unidades por las cuales se puede controlar la descarga como la

admisión de aire independiente; el sistema es de divisiones horizontales y verticales.

Por una parte es inyectado aire através de la sección mas baja para obtener un enfriamiento completo, la mayoría de este aire es suministrado al horno sin pasar por la sección superior, para disminuir la concentración del CO_2 , y por lo tanto mejorar la calcinación secundaria, este aire es inyectado por un ventilador (A) por medio de los conductos celulares, una parte del aire precalentado es utilizado como secundario para la combustión y subira por los conductos (B) y (C) despues de dejar el polvo en al campana (D) y (E). El aire restante es succionado por el ventilador (F) pasando antes por un separador de polvos y saliendo por la chisenea: Este proceso estará operado por compuertas, para regular la distribución y tambien para regular la temperatura del aire secundario. La entrada de este aire al horno puede todavia ser regulada por otra compuerta y otro ventilador que sirve para distribuir mejor este aire. En caso de descompostura del recuperador la cal puede ser descargada directamente por el conducto (G) a la banda y será enviada al hidratador.

Con respecto a la calcinación secundaria una compuerta es regulada de tal forma que la cal pase a la sección de enfriamiento a una temperatura de $700^{\circ}C$

Los alimentadores son magneticos y se manejan desde los tableros. Es preferible que el recuperador esté aislado en

una parte subterránea donde no esté expuesto a las ineliminables del tiempo.

Recuperador eficiente el factor determinante es la cantidad de aire aprovechable para enfriar la cal, esto esta en relación con la eficiencia del recuperador, que es su facilidad del enfriar la máxima con un mínimo de aire. Si el recuperador es demasiado pequeño y la alimentación de la cal es demasiado abundante y si la distribución, del aire es interferida con cal desintegrada la cantidad de aire requerida será mayor para complementar el enfriamiento un recuperador será mas eficiente cuanto será la zona de calcinación y tanto mayor la necesidad del tiro. El suministro de calor adicional al horno sin introducción de combustible adicional: Hay una gran diferencia si se quema un combustible con aire frío que quemandolo con aire precalentado a 500°C o mas, en un espacio de combustión donde la mezcla de aire - aceite (combustible) es rapida e intima Si no importaran los problemas del refractario y el daño en la calidad de la cal debido a su fusión a esas altas temperaturas, no importaria la temperatura que tubiese el horno. Entre mas alta será mejor.

La temperatura de la llama dependerá por lo tanto del aire secundario suministrado para la combustión.

Control de la llama por medio de aire: Cuando el combustible es quemado con insuficiente aire para completar la combustión, el valor total del poder calorifico no es

liberado para uso directo, bajo estas condiciones solamente una parte del calor es aprovechable; el resto solo permanecen como potencial, si se emplea exceso de aire todo el calor posible es generado, pero el calor es desperdiciado. En elevar este exceso de aire a la temperatura de calcinación, para el combustible la cantidad de aire será de 12 m por litro por lo tanto la flama deberá ser contraria y continua lo mas posible a la zona final de calcinación del, horno rotatorio. Si la liberación del calor de la flama es en un area pequeña del cilindro, habra mayor temperatura en esa zona de tal forma que será incrementada la velocidad de transmisión del calor por unidad de superficie del cilindro que en la area extendida, la flama corta puede ser formada regulando la cantidad de aire primario de manera que sea de 40% al 60% del aire total, requerido para la combustión, de este modo la liberación del calor aumentará en su volumen ocupado por la flama y este volumen tiene su correspondiente superficie cilindrico dentro del horno en la cual mucho del calor ocurre su el volumen ocupado por la flama y este volumen tiene su correspondiente superficie cilindrico dentro del horno en la cual mucho del calor generado es transferido reduciendo la cantidad de aire primario a un 15 a 20 % usando mas aire secundario la flama podrá ser alargada mientras que la cantidad de combustible quemado por unidad de tiempo permanece igual.

Como la velocidad del combustible quemado es lo mismo en los dos casos, la velocidad de liberación de calor deberá ser

también la misma pero este calor será liberado en un mayor volumen con su correspondiente transferencia a una mayor superficie, esto significa que la temperatura en las superficies en este último caso es menor que en el primer caso.

Hay una ventaja con esto, de que con la flama larga se produzca probablemente menos cal requerida que con la flama corta y caliente.

La ventaja de la flama corta es que asegura un máximo de temperatura donde mas se necesita y además permite mayor longitud del horno para precalentar.

De manera que son todos unos problemas muy complejos que mas que la teoría solo la práctica podrá resolverlo en el caso de cada horno y experimentando con cada variable: Eficiencia de combustión y exceso de aire.

Por poder juzgar técnicamente la combustión en un proceso termico se deberá tomar en cuenta el contenido de calor de los gases de combustión a la temperatura de combustión y el contenido de los gases de salida a la temperatura de salida.

La diferencia de esta cantidad de calor sirve de garantía para calcular las perdidas en la máquina termica. Queremos indicar como eficiencia en la combustión.

Cantidad de calor introducido X cantidad de calor de salida X 100
R = Cantidad de calor introducido al sistema.

Será de notarse que cualquier temperatura abajo de la necesaria para el proceso, es inutil y solo sirve a lo mas para el precalentamiento del aire o del combustóleo o para precalentamiento de la piedra.

Se han hecho diagramas a base de estadísticas a partir de las cuales, evitan grandes calculos pudiendose ver los resultados.

Se tiene experiencias generalmente que los precalentadores en los hornos rotatorios son utiles pero se debe tener en cuenta que el precalentador no puede enfriar los gases más alla que según haya piedra aprovechable es correspondiente a la proporción de combustible: cuanto mas cal se haga, se necesitara mas piedra y por lo tanto se enfriaran mas los gases.

Los cuadrantes localizados entre el precalentador y la zona de calcinación del horno serviran para muchos propósitos, actuaran como precalunadores ayudando a la calcinación, debido a esto la perdida de calor por radiación en la parte trasera del horno será relativamente menos importante debido a esta función también a los cuadrantes se les puede llamar "Interceptores de niveles altos de calor" por que ningún calor capaz de calcinación pasará a la parte trasera del horno.

Hay muchas perdidas de calor en el horno rotatorio de la sección muy caliente y radiante (zona de calcinación) a la trasera y del precalentador, los cuadrantes aprovecharan mucho de este calor ya que tienden a mezclar los gases del horno y ayudaran a formar la combustión completamente.

Por lo consiguiente, esta unidad localizada en la unión de piedra - cal será la mas importante controlando las dos diferencias de temperatura así como la perdida de radiación.

Ventajas: La teoría de la acción de los cuadrantes, revela la obtención en parte de modelos:

- 1.- Habrá una absorción mayor y mas rápida del calor generado por la combustión.
- 2.- La superficie aprovechable de la piedra y de la cal para absorción del calor es incrementada.
- 3.- La carga del horno es incrementada y por lo tanto se aumentan las posibilidades de la transferencia de calor por conducción através de la masa.
- 4.- El sistema de cuadrantes introduce superficies para el intercambio de calor en el horno y no permite desperdiciarlo hacia el exterior como lo hacen las paredes del horno.
- 5.- Debido a los cuadrantes y la mayor mezcla intima con los gases hay menor estratificación de gas y mayor y mas rápida combustión.
- 6.- Los cuadrantes traen los gases mas calientes que ordinariamente tienden a fluir por la parte superior del horno convencional, mas cerca a la superficie de la cal debido a este factor el calor admitido por la convención es incrementada.

Zona del precalentado: todo horno requiere de esta sección (vertical, horizontal) en el horno rotatorio se requiere una longitud entra en la parte final del horno para precalentar la piedra.

Esto originó un acontecimiento a la zona critica alrededor del punto de calcinación inicial, operandose con temperatura mas altas en los gases: esto ha venido a

demostrar que aquellos hornos que prescindien del precalentador estatico son poco eficientes debido a las grandes perdidas por radiación en la parte final del horno y a la poca recuperación de calor de los gases de salida.

El precalentador tiene como función acortar la porción del horno necesario para el precalentado siendo aprovechada esta longitud estar con ventaja por la zona critica arriba y abajo del punto de calcinación inicial.

Se especifica por zona critica a la zona de menor diferencia de temperatura, entre los gases y la piedra y que esta situada entre el precalentador y la zona de calcinación por lo tanto esta al centro del horno y es muy corta de modo que requiere una temperatura innecesariamente alta de gas para hacer su trabajo.

Un alargamiento de esta zona por el uso de un precalentador permita hacer su trabajo a una temperatura mas baja. El precalentador tiene por objeto calentar la piedra por enfriamiento del gas que viene del horno toda vez que haya una operacion pobre en el horno sea cualquiera la razon el resultado será siempre una temperatura mas alta en los gases de salida de la chimenea se puede decir que temperatura alta en los gases de salida del calentador es resultado de ineficiencia. Esto es facil de controlar si el horno esta equipado con instrumentos que den la temperatura correcta de los gases de salida, ahora bien la eficiencia de un horno no solo depende del precalentado y su función de enfriar los

gases de salida si no depende de otros factores tales como aire precalentado por la cal, ahorro de calor en la parte final del horno cumbustión perfecta con 100% de aire teorico, factores que vienen a completar la función correcta del precalentado.

"Calcínación"

El precalentado estático externo.

Esta etapa inicial: Hace pasar los gases calientes del horno a través de los huecos de la caliza . Este sistema unicamente opera con un solo tamaño de piedra por ser mas sencillo el paso y distribución de los gases. En la actualidad es de gran ventaja aplicar las experiencias pudiendose determinar la técnica mas adecuada ya que la caliza se rompe a una medida adecuada y se tritura con los procedimientos mas modernos donde una molienda en un solo tamaño.

Pero todavía hay muchos productos de cal. que estan confrontados en producir tres o más tamaños de piedra para ser eficiente la explotación de la cantera este procedimiento trae como consecuencia el problema de una resistencia variable de los huecos de la piedra al paso de los gases. la eliminación de los polvos es defectuosa y se abstruye el sistema.

Suministro del material: El producto despues de pasar por la criba de la banda terciaria, es descargados a una tolva de T 200 ton; para que evite penetrar el aire frio al

horno, esta descarga se hace através de puertas metálicas que funcionan mecánicamente a contra peso: El peso propio de la piedra abre la primer puerta y luego de cerrarse se abre la segunda evitando así en la mas posible la entrada de aire. Si se llegase ha interrumpir el flujo de piedra por descompostura del precalentador se puede suministrar directamente la piedra sin precalentarla por el conducto.

Una vez ya en la tolva la piedra se desliza poco a poco al precalentador, através de rejillas triangulares, habra otras rejillas triangulares entre las cuales la piedra es empujada en una barra de alimentación el horno.

Ya estando en el horno la piedra se desplaza por gravedad a una velocidad de 1.48 pies hacia la zona de calcinado y ahi es descargado el material calcinado en el recuperador en donde es enfriado la cal y despues descargada en una banda metálica a los silos y posterior a la hidratación.

Control y Suministro de los Gases.

Los gases provenientes de la cámara de combustión se estratifican facilmente dando lugar a zonas mas activas y otras menos activas. Esto se evita con la instalación de cuadrantes al final del horno que ayudan tanto a una mejor distribución de piedra como de los gases en el horno y así un mejor intercambio de calor en esta zona acrílica: los gases que salen de esta zona llevan polvo en suspensión y se

proyectan en una pared en forma de tolva en campana situado en la cámara de polvo P el polvo se colecta en los gases siguen su curso S

Pasan por el precalentador a través de los conductos triangulares R el gas es enfriado y succionado por un ventilador U pasando por un operador de polvos y van hacia la chimenea saliendo con un temperatura de 100°C a 150°C.

Expulsión y control del tiro

Este es de gran importancia para tener una distribución de calor adecuada en el horno y tener una buena combustión.

Si se tiene cerrado la compuerta los gases salen demasiado calientes por la chimenea debido a que no haya suficiente material para precalentar. En este es recomendable abrir algo la compuerta para dar paso directamente a una parte de los gases a la chimenea; así mismo el uso de los ventiladores hace posible el mantener condiciones bien balanceadas en la boca de horno. Una presión (10) es mantenida con un gas de combustión de 3/4 % de oxígeno y 1% de CO.

Otras veces se usan el ventilador cuando las temperaturas de los gases de la chimenea causa de obstrucción en la piedra del precalentador, por polvos finos.

Producto Final.

En el mercado calero se tiene cal de baja temperatura y cal de alta temperatura o quemada sus propiedades difieren, ya que la primera es altamente porosa y su peso especifico es mas bajo y muy activa en el apagado.

La cal de alta temperatura quemada es menos porosa y por lo consiguiente de mayor peso especifico y se apaga muy lentamente esto es debido al cambio en su estructura cristalina que sufre la cal a diferentes temperaturas.

En el laboratorio se ha determinado que los cristales de CaO se unian unos a otros mientras subia la temperatura creciendo asi de tamaño por lo tanto se investiga hasta que temperatura. Se obtiene la cal porosa y a partir de que temperatura empieza a formarse la cal requerida.

Así mismo se presentan cambios fisicos en la calcinación que son los siguientes.

Se determina un peso especifico en la caliza de 2.8 en la calcinación se escapan a partir de 2.8 g de Ca CO₃ o sea a partir de 1. cm³ de caliza 1.23 g. de CO₂ y quedan 1.57 g. de CaO si se lleva la calcinación a temperatura baja, no varia mucho el volumen del trozo original, el valor 1.57 expresa el peso especifico del trozo de cal.

En la calcinación a baja temperatura no se forman huecos microscopicos visibles a pesar del escape del CO₂ se forman

poros que no son de dimensiones moleculares si no mas pequeños.

El volumen de los huecos, y por lo tanto, la porosidad se pueden calculara partir del peso especifico del trozo a determinada temperatura y del peso especifico limite del CaO o sea, 3.3.

Porosidad = $1.57 = 52.5\%$ 3.30

La porosidad se presenta hasta un 47.6% este valor da a entender que se trata de una estructura granular de particulas unidas entre si en la forma mas suelta posible como se obtiene porosidades más altas. Es de suponerse que esta cal de baja temperatura tiene además de las particulas sueltas, algunas fallas en la estructura cristlina.

Si se aumenta la temperatura sucedera que estas particulas sueltas se unen entre si para dar unas mas grandes y densas. El trozo de cal se vuelve mas denso y la prosidad disminuye esta transformacion sigue su curso con la temperatura hasta obtener la cal requemada, que es mas pesada y densa. tomando como base estos puntos va a ser necesario para aclararlos practicamente, determinar en el producto calcinado el peso especifico, la porosidad y el tamaño de las particulas de CaO. Una vez conocidos estos valores sera posible determinar la esencia de los diferentes grados de calcinacion, y las diferencias en las propiedades fisicas y quimicas del trozo de cal.

Laboratorio y Control de Calidad.

Las pruebas se llevaran a cabo como sigue:

Calzinar en una mufla trozos de caliza y despues manteniendolas a temperaturas constantes y por tiempos diferentes. Se utiliza caliza de origen devonico y de cristales finos.

El peso especifico se determino en 2.7 g. siendo una piedra densa. se trato de obtener una piedra pura para evitar impurezas siendo el analisis el siguiente:

Humedad	0.08%
Perdida por calcinación	43.26%
SiO ₂	0.89%
Al ₂ O ₃	0.09%
Fe ₂ O ₃	0.21%
CaCO ₃	97.91%
MgCO ₃	1.15%

Para la calcinación se uso una mufla con calentamiento directo a temperatura constante. con variaciones de 10°C; las calizas con un diametro de 30.40 mm. que cada trozo se sacó despues. como punto de inicio. para la medición del tiempo de se tomó aquel en que la piedra acababa de perder el CO₂ las pruebas se llevaron acabo a 800°C, 900°C 1000°C, 1100°C 1200°C 1300°C 1400°C.

El medidor termico se introdujo lo suficiente en la mufa para estar en contacto de la superficie de la piedra.

Peso Especifico: Despues del horneado se peso la piedra, luego se esparafino y se peso de nuevo y al continuacion se determino el volumen total de la cal, con la capa de parafina, al sumergirlo en un cilindro conteniendo parafina.

Porosidad: Se determino a partir del volumen total de los poros: se quema la capa de parafina y se sumerge en su recipiente conteniendo alcohol. La diferencia: el volumen total del trozo y el volumen determinado en alcohol nos da la porosidad.

Tamaño de las particulas: Se determino usando luz con longitud de onda 0.43, fue posible con una abertura de 1.45 resultados.

Peso Especifico: Esta en relacion temperatura y tiempo de calcinacion.

A 800°C contiene cal despues de 2 horas de desprendimiento de CO₂ el valcr de 1.57.

A 900°C de 1 hora desprendimiento de CO₂ es de 1.60 grafica.

H I D R A T A D O

El material ya calcinado a una temperatura de 1.500°C, bajo el cono de enfriamiento en el cual decae lentamente

la temperatura: ya estando el material blanquisco en su generalidad es transformado en "cal viva". Este requiere ser uniforme ya que si ubiese material mas calzinado, deterioraria la calidad del mismo, este proceso lleva hasta 1/2 turno para vaciar un horno de 80 Ton. a 100 ton. este material saldra desalojado por medio de una cadena metalica ya que su propia temperatura lo requiere, la descarga sera por medio de una rejilla hidraulica, este material requiere ser solido de 3/4" a 1" maximo, en un molino (de martillos y bolas metalicas) posteriormente pasará a un tanque con un diámetro aproximado de 3 mts. O en este se deposita una tonelada de cal viva para ser hidratada por medio de una regadera uniforme que vaciará 300 lts x 1. Ton. y el proceso se repetirá constantemente. El depósito de agua tendrá aproximandolo 1000 lts. el cual se lleva constantemente del tanque hidratador, se expediran los gases y vapor, estos son extraidos del hidratador por un ventilador de aspas hacia un conducto de expulsión. El material ya hidratado pasará a un tanque de reposo para generalizar homogeneamente la cal hidratada.

Posteriormente pasará al pulverizador y separador de hidratado determinado con mallas a 190 ---- 200 mallas es así como se clasifica la calidad (finura), de la cal consistente en no permitir entrar particulas en proceso de hidratación ya que causaria problemas serios en la etapa de aplanado dando mal aspecto y causando agrietado al aplanado debido a

pequeñas partículas en proceso lento de hidratado, así mismo determinamos la pureza y finura de una cal viva.

Envase

Esta etapa final consiste en el llenado de bolsas u costales de 25 kg. c/u mediante una bomba de inyección con aire al vacío cuantificando el peso aplicado al saco de 25 kg. así mismo se sellaran con hilo.

Laboratorio y Control de Calidad Especificaciones y Agregados

De acuerdo a los estatutos sobre la producción calera. La secretaria de comercio a mercado los siguientes valores:

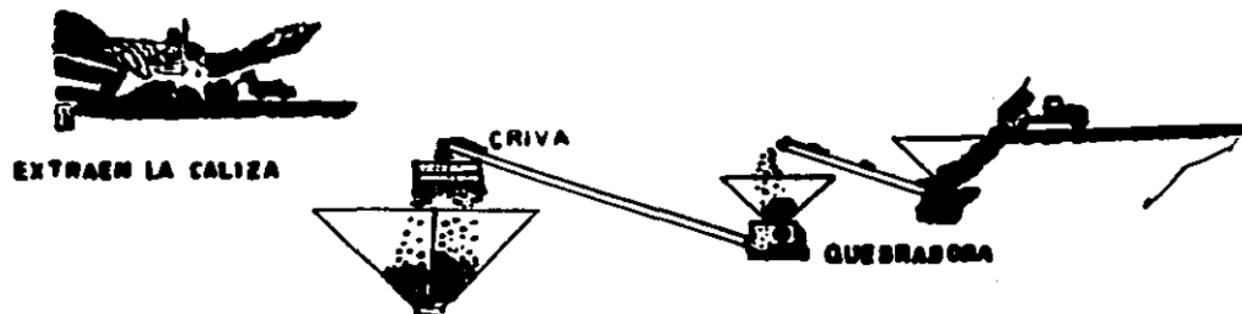
CaCO ₃	= Carbonato de Calcio =	90.2
Ro Co	= Residuo Cuarroso =	5.2
Fe y Al	= Hierro y Aluminio =	3.2
MgCo	= Carbonato de Magnesio =	44.2

Cal Hidratada de Calcio -----> Producto terminado Cal.

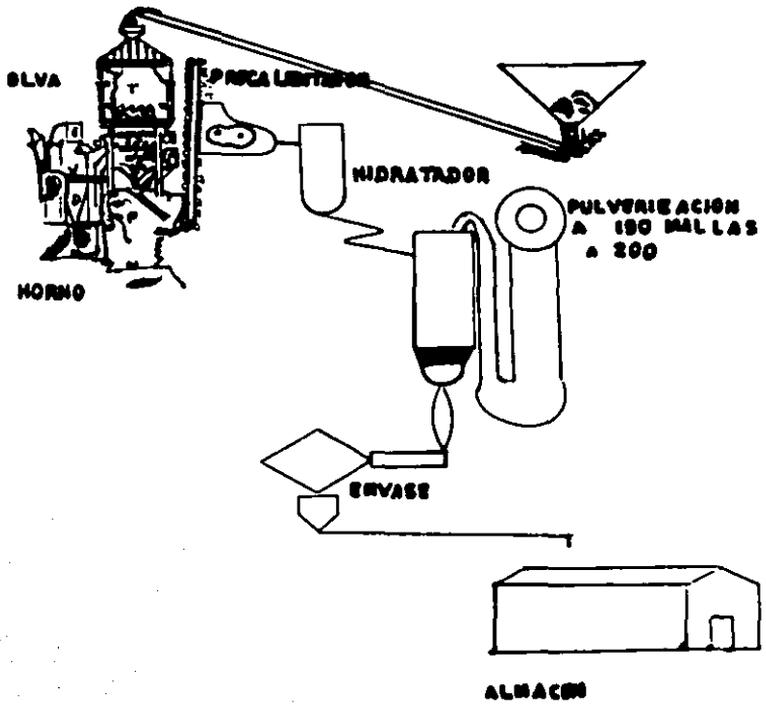
1.- Ca(OH) ₂ MgCOH ₂	= Hidroxido de Calcio y Magnesio----->	90%
2.- Ca Co	= Crudos, carbonato de Calcio	-----> 15 %
3.- Ro Co	= Residuo Cuarroso	-----> 5 %
4.- Humedad Mecánica (H ₂ O)		-----> 3 %
5.- Malla 200 = Arenilla		-----> 10 %
6.- Malla 300 = Arenilla		-----> 17 %
Cal Activa	=	45 %
Azufre	=	3 %

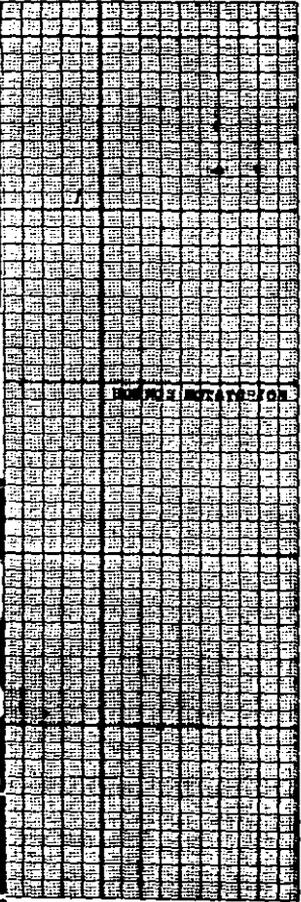
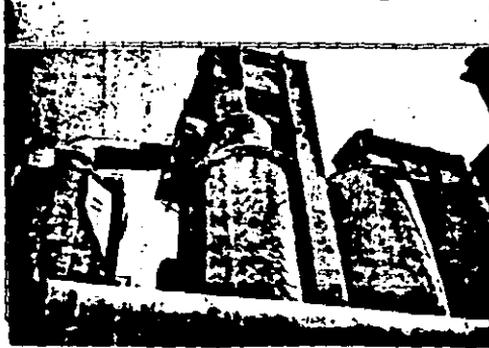
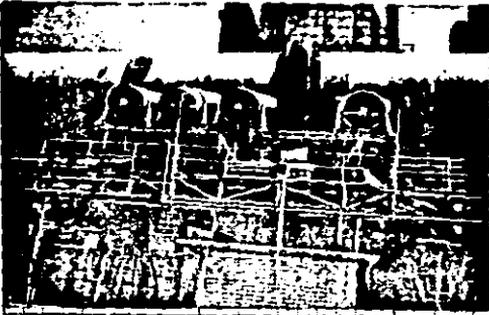
Т Е М А 3

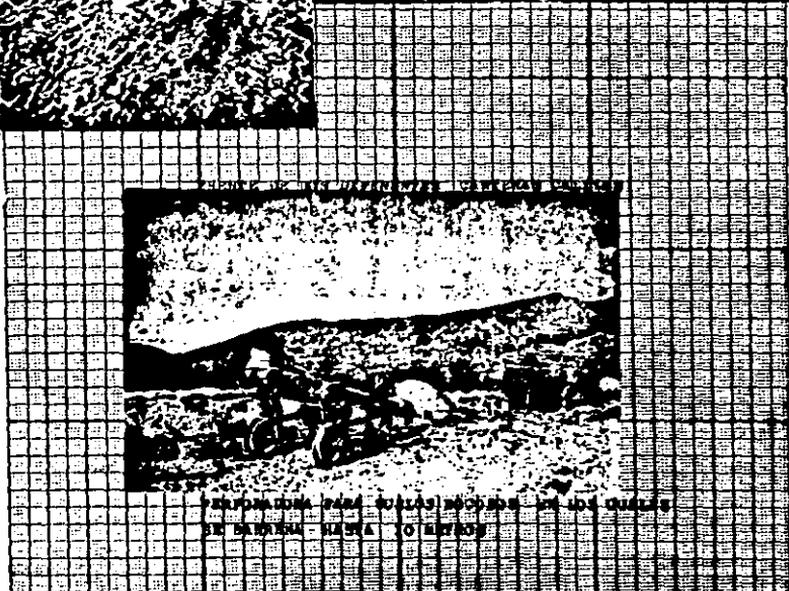
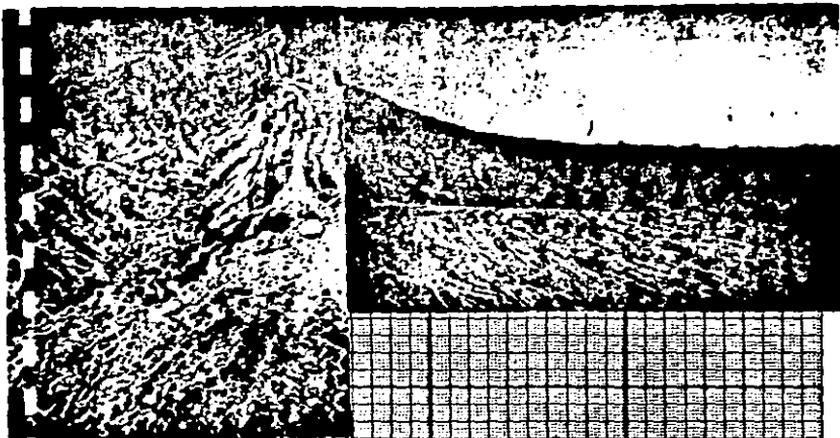
PRINCIPALES OPERACIONES PARA LA
FABRICACION DE LA CIL



PLANTA DE TRITURADO



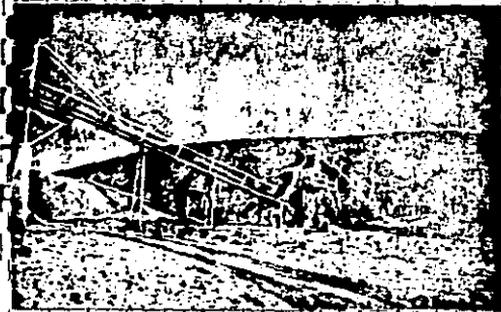




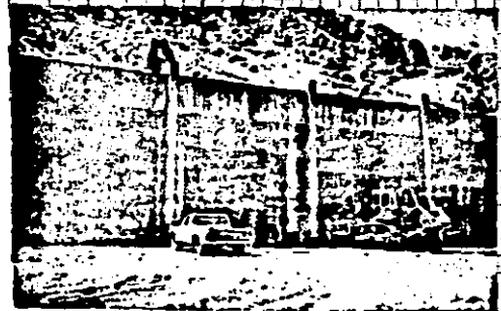
INFORMACION PARA SUZLOS MEXICANOS EN LOS CUALLES
DE BARCELONA - ALCA - O MEXICO



DESCARGA DE UN TONNE
FARMACIAS SU PROCES
SO DE COCCION ES
SIGUIENTE PASO ES EL
HIDRATA DO



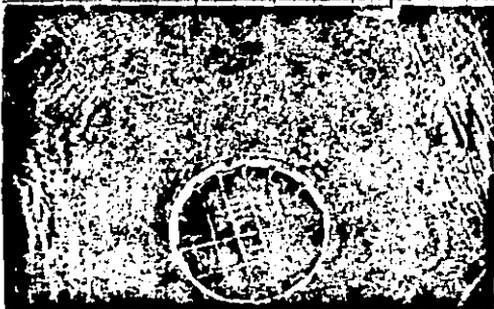
PLANTA TRINITRABOSA



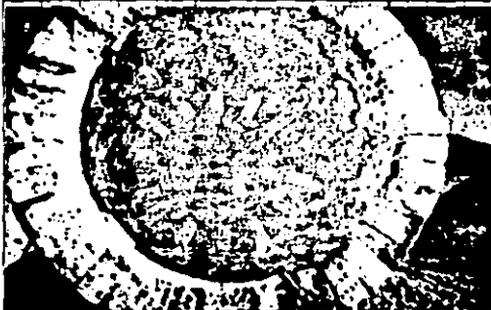
CALLEM - BARRIO



FORNOS VERTICAIS
COM ALIMENTAÇÃO DE
TORRE LEVANTE-SE



FRENTE INTERIOR DE
UM FORNO VERTICAL
ESTE SEM FORNO DE
SECTOR REFRACTARIO



FRENTE INTERIOR DE
UM FORNO HORIZONTAL
NOTA-SE A REDE COM
SU FORNO REFRACTARIO



TANQUE DE COMBUSTIBLE Y
CORREDORES Y SU CUADRO DE
BOMBAS PARA ALIMENTAR AL HORNO



LABORATORIO DE CAMPO PARA
DETERMINAR EL PORCENTAJE
CÁLSICO DE LA PIEDRA



PLANTA DE
REPARACION



SISTEMA EN EL
CONTROL DE LOS
GASES CALIENTES
Y FRIOS QUE DAN
TEMPERATURAS
ADECUADAS AL
TRATAMIENTO DE LA
CALIZA ESTE SISTEMA
SE USABA EN LA
PARTE SUPERIOR DEL
HORNO VERTICAL.



REVAJADONA
LA CUAL LLEVA
LOS SACOS DE
PAPEL SIENDO
SACOS PESADOS
EN UNA BASCULA



EXPULSION DEL
MATERIAL MAL
CALLENADO

SOLVA DE RESPO
PARA LOS PLCS



QUEBRADORA DE COMO COMPROVA INSTALADA A LAS ANTERAS
DE LA CÁMERA SEPA QUEBRADORA PONE UN MECANISMO POR
DEBIDO DE LA FALTA SUS OPERACIONES EL MATERIAL DE EL TUBO.



CALIMA S. A. PLANTA EN EL ESTADO DE MEXICO
- ANDEN PRINCIPAL DE CARGA - INTERIOR - EXTERIOR

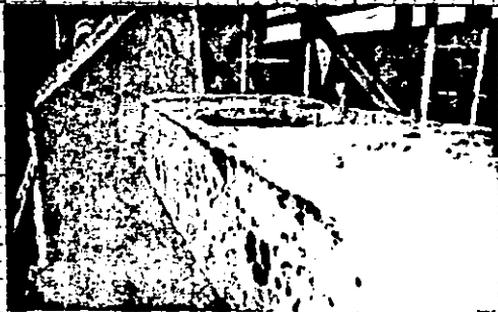




REMOVION CON ASPAS METALICAS - COMPONENTE DEL HIDRATADOR



DEPOSITO DEL POLVO HIDRATADO



SISTEMA DE HIDRATADO



ALIMENTADOR DE H₂O A LA BOGA CALIENTE YA HORNEADA

T E M A 4

Plan de Implementación y Financiamiento

La construcción de una planta calera recorre en su proceso de instalación una gran capacidad técnica: ya que son ajustes precisos debido al equipo que es extranjero en su generalidad Italiano, Alemán, y Americano; estas partes del equipo, son por ejemplo:

Horno, "Rotatorio" precalentador del combustible masa de control, sistema de gases, hidratador y embasador, descargadores hidráulicos de los hornos; sistema de triturado, y otros. No obstante en México se construyen equipos que han dado buen resultado es mas, se han perfeccionado. Las plantas caleras actuales generalmente tienen equipo Italiano, que en México han dado una buena producción, hasta de 100 ton. por horno en un turno; comparando con hace 20 años que la máxima producción fue de 50 ton. en la calera de calidra apaxco.

Hoy en día la máxima producción la esta logrando "Calnex" en Zacatecas Zac. con una producción de 100 ton. por horno en un turno, para haber llegado a esta producción han tenido que efectuar varias pruebas llegando a la conclusión de ir eliminando el H₂O en dos fases: a) en el precalentado del horno que se eleva la temperatura hasta unos 600°C desaparece el agua mecánica de la caliza que es la exterior,

b) La segunda fase, es eliminar las 2 aguas estructurales que lleva internamente la caliza, como partes quimicas.

Estos gases a 1000°C, son reciclados por un extracto en el horno; ayudando a no quemar la caliza y conservando el máximo de calcio.

- a) Los explosivos: Son utilizados para explotar la piedra; tanto a cielo abierto como en minas; estos son de gran peligro, su utilidad es responsabilidad del propietario y el mal uso amerita suspender lo. por 6 Meses posteriormente general. Las sanciones son aplicadas por la defensa nacional y unicamente ellos otorgan el permiso para poder utilizarlos.
- b) La piedra caliza no requiere permiso de la S R M para ser explotada, ya que no tiene valor como mineral.
- c) Tipo de capital para la instalación de una planta calera

El capital minimo para iniciar la planta, puede ser de hasta \$500 millones de pesos, la fábrica, podrá iniciar con un solo horno con una producción de entre 70 ton. y 100 ton. por turno.

Para obtener un credito financiero a nacional financiero es suficiente un estudio economico en el cual marque una utilidad, factible y constante, de producción así como tambien genera empleo en la zona de producción. Estos elementos son primordiales para las instituciones financieras

para otorgar un buen credito para el crecimiento de la planta calera.

T E M A 5

Introducción del Producto en el Mercado y sus Derivados.

La cal como materia prima para diversas áreas de la industria, contiene un amplio mercado de consumo y esto depende básicamente de su finura y pureza; logrando en su venta una buena imagen y aceptación, algunas cales no mantienen su calidad, esto es debido a la falta de control en calidad aceptable, se efectúan varias pruebas de laboratorio diarias; iniciándose por la piedra caliza que contenga de un 90 % al 93 % de caliza, posteriormente después de horneado, que no contenga humedad, y al mismo tiempo se haya requeñado posterior al hidratado, que justamente no contengan partículas por hidratarse, estos pasos son los mas importantes para determinar una producción aceptada por el mercado y su venta sobre pasa la demanda; esta demanda esta programada para cubrir en especial las necesidades del estado en el cual se ubique logrando este reto se considera una producción de la. calidad.

Diversas clasificaciones de la cal.

Antes de una definición de las características físicas y químicas de la cal: es apropiado de la manufactura de las calizas muchas de las siguientes definiciones son repetidas y se traslapan, pero estos terminos son empleados en la industria y entre los consumidores.

Cal para la Agricultura: Lleva granos gruesos, es una forma de cal hidratada sin refinar, es principalmente usada para neutralizar suelos ácidos y para problemas donde no sea necesario que la cal sea pura y uniforme.

Cal Aireada: Contiene proporciones variables de óxidos, hidróxidos y carbonatos de calcio y magnesio quienes resultan del prolongado contacto con el aire de la cal viva. Es una prolongada descomposición de la cal viva que ha comenzado a hidratarse y carbonatarse.

Cal de Autoclave: Es una forma especial de cal dolomitiva altamente hidratada, empleada principalmente para propósitos estructurados que ha sido hidratada bajo presión en un autoclave.

Cal disponible: Representa la totalidad de cal libre, (CaO) contenida en una cal viva o hidratada y es la parte activa de una cal. representa un intento por cuantificar la concentración de cal.

Cal para construcción, puede ser cal viva o hidratada cuyas características físicas la hacen convenientes para propósitos estructurales.

Cal - Carburo: Es un desecho de la cal hidratada, producto de la generación de acetileno del carburo de calcio y puede usarse como un lodo húmedo o polvo seco de muy variable grado de pureza y granulometría, es de color gris y posee un penetrante olor de acetileno.

Cal Quimica: Es una cal viva o hidratada que se emplea para una o mas de sus muchas aplicaciones quimicas e industriales generalmente tiene una alta pureza quimica.

Cal Hidratada: Es un polvo seco obtenido por la hidratación de la cal viva con agua hasta satisfacer su afinidad debido a su combinación quimica con esta, puede ser principalmente de calcio, magnesio, dolomítica o hidráulica.

Cal Hidráulica hidratada.- Es una forma quimicamente impura de la cal con propiedades hidráulicas de limite variable, contiene apreciables cantidades de silicato, aluminio, y generalmente algo de acero quimicamente combinado con la cal, es empleada generalmente para propósitos estructurales.

Cal: Es un termino general que implica unicamente una forma de cal, calcinada, generalmente cal viva pero puede tambien referirse a la cal hidratada o hidráulica. Puede ser de calcio de magnesio o dolomítica.

Este termino no puede ser aplicado a rocas calcareas o cualquier forma carbonatada de cal.

Lechada de Cal.- Es una forma de cal hidratada en suspension acuosa que contiene considerable agua libre.

Cal viva.- Es oxido de calcio formado por la calcinacion de calizas que libero dióxido de carbono puede ser principalmente de calcio, magnesio o dolomita.

Cal Romana.- Es sinónimo de cal hidratada pero más impura y de tipo más hidráulica.

Propiedades Físicas de la cal viva.

Color: Generalmente la cal viva es blanca son diversos grados de intensidad, dependiendo de su pureza química.

El tipo más puro de la cal viva será el más blanco, otro menos pura o inadecuadamente calcinada, puede tener un ligero color gris ceniza, piel de ante o casi amarillenta la cal viva es invariablemente blanca por derivarse de la caliza.

Olor: Tiene un débil pero característico olor que es difícil definir, excepto que es ligeramente "terroso y aroma penetrante aunque no ofensivo.

Textura: Todas las cales viva son cristalinas pero los conglomerados cristalinos varían bastante en tamaño y espacio entre sus matrices, tienen estructura cristalina.

Estructura Cristalina: La diferencia con rayos X revelan un cristal puro de óxido de calcio, en un sistema como el mostrado.

Porosidad Densidad: El grado de porosidad de una cal viva comercial varía ampliamente en porcentaje de espacios poroso de 18 a 48%, con un promedio del 35% dependiendo de la estructura de la caliza temperatura e intensidad de calcinación dolomitas inertes han disminuido su porosidad de 8 a 12%.

Dureza: La cal viva dolomítica varia entre 3 y 4 en la escala de moh. la cal viva común es variable pero generalmente entre 3 y 2 la misma amplia divergencia en la dureza y resistencia de las calizas es manifiesto en sus derivados las cales.

Diactividad Eléctrica: Han sido calculados 71×10 ohms/cm a 15°C disminuyendo a 91 ohms/cm a 1466°C la presencia de nitrógeno disminuyendo estos valores.

Luminosidad: Todos los óxidos de cal son muy luminiscentes a altas temperaturas en el intervalo de calcinación de 90°C y mas altos, de donde se origina el termino "Cal brillante"

TEMA 6

CONCLUSIONES

- 1.- La calidad de una cal, pura y fina se inicia a determinar desde la primer prueba de laboratorio efectuada en la cantera, consiguiendo determinar el área con mayor contenido de caliza de un 90 % a 93 %. Utilizando con presión la cantidad de pólvora por barreno mejor sonificadas esta prueba inicial de laboratorio es determinado.
- 2.- La materia prima es depositada en los hornos, en un espesor de 8 a 10 cm; y 2 a 5.5. cm. para hornos rotatorio, evitando que no contenga una buena atomización en los quemadores; manteniendo un control de gases estrictamente vigilados por el operador y una temperatura máxima de 1000°C
- 3.- Los hornos deberán estar trabajando constantemente, para evitar, destemples de los hornos. El suministro de material debe ser de 15 ton. por hora de caliza obteniendo un equivalente de 8.4 ton. de cal por hora, redondeando en 12 horas una producción de 100 ton. por turno.
- 4.- Los quemadores del horno deben atomizarse controlando los gases calientes estructurales y el reciclaje, con una temperatura de 120°C y la presión de 20 kg/cm . La inyección de combustóleo debe tener un 20% al 30% de

aire total como aire primario, y una presión de 63.5 mm. el restante como aire secundario precalentando a 600°C y concluyendo a 1000°C.

5.- El consumo de combustóleo depende de:

- 1) Tiempo de precalentado
- 2) El porcentaje de 2 en los gases de salida.
- 3) La limpieza de la caliza. El análisis de gas es en la salida mas conveniente.

CO₂ = 25 %

O₂ = 1.5 %

CO = 0. %

6.- Cuando las temperaturas son controladas la calcinación es perfecta.

Horno Calcinación = 1100°C 1100°C

Aire secundario = 450°C 500°C

Cámara de polvos = 750°C 300°C

Gases Chimenea = 100°C 120°C

7.- El hidratante debe ser preciso para 1 ton.-100 lbs agua

8.- El embase debe ser fino y puro conteniendo 85 a 95% de óxido y no mas del 5% de carbonato de calcio.

9.- Las pruebas de laboratorio final debe guardar los 5 marcados por la Secretaría de Comercio.

10.- El implantar un sistema calero se deberá consultar los estudios de mercado técnico/económico, así como las distancias apropiadas para el acarreo de materiales vías férreas, población y volumen del crecimiento demográfico.

Bibliografia

V. Azbe. Fuel Economy. Rock Products.

April to December 1951

D. Macine Operation of High Production Limestone Mine.
Rock Products.

May 1950 Mac Lean Hunter Publishing Corporation Chicago
Illionois.

N. Rockwood, Physical and Chemical characteristics of
fimeslone and Dolomites Rock Products

V. Azbe. Fuel Economy. Rock Production.

Bemerkungen zum Grozbor loch - Sprengen Zement -Kaik -
Gips - Mob. 1951 Herausgeber: Rodolf Schirmer Wies
baden.