

MINERÍA DE CAMPO

Evaluación de la calidad química de las Pilas de Alto Carbonato, entregadas a la Planta II de la Empresa CSC Venezolanas de Cemento S.A.C.A del Estado Anzoátegui “Pertigalete”, conformadas durante el Plan de Explotación del año 2017

INFORME PRESENTADO ANTE LA
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA DE LA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA POR:

Br. Mistage Caldera Oscar Eduardo

PARA OPTAR A LA ASIGNATURA:

MINERIA DE CAMPO (3230)

Caracas, julio del 2018.

MINERÍA DE CAMPO

***Evaluación de la calidad química de las Pilas de Alto Carbonato, entregadas a la Planta
II de la Empresa CSC Venezolanas de Cemento S.A.C.A del Estado Anzoátegui
“Pertigalete”, conformadas durante el Plan de Explotación del año 2017***

TUTORA ACADÉMICA: Ing. Katherine Silva

TUTORA INDUSTRIAL: Ing. Edward Bolívar

Caracas, julio del 2018.

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS PILAS DE ALTO CARBONATO,
ENTREGADAS A LA PLANTA II DE LA EMPRESA CSC VENEZOLANAS DE
CEMENTO S.A.C.A DEL ESTADO ANZOÁTEGUI “PERTIGALETE”,
CONFORMADAS DURANTE EL PLAN DE EXPLOTACIÓN DEL AÑO 2017**

*Autor: Br. Oscar Mistage**
*Tutora académica: Ing. Katherine Silva**
*Tutora Industrial: Ing. Edward Bolívar***

* Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Caracas 1020A, Venezuela. Correo: oscarmistage@gmail.com. Correo: katherinelilian.silva@gmail.com.

**CSC, Venezolana de Cementos, S.A.C.A, Guanta, Venezuela. Correo: edward28vera@gmail.com.

Palabras claves: Parámetros de Calidad de las Pilas, Materia prima de alto carbonato (Caliza), Plan de Explotación, Pilas de Materia Prima (apilados).

RESUMEN

El siguiente estudio se basó en la Evaluación de la Calidad de las Pilas de Material con Alto porcentaje de Carbonato de Calcio, entregadas a la Planta II, conformadas durante el Plan de Explotación del año 2017. Las variaciones porcentuales de los compuestos químicos de las Pilas de la Planta de Pertigalete, son un parámetro de gran relevancia para la fabricación del clinker que posteriormente se usara como materia prima para la elaboración del cemento, es por ello que se realiza un análisis a todas las pilas. Para realizar la evaluación de la calidad, en primer lugar, se ubicaron los datos químicos en el Departamento de Cantera, los cuales permitieron crear gráficos comparativos, para establecer los meses donde se cumplía o no con los estándares químicos de calidad del material de las pilas. Se revisó la planificación a corto, mediano y largo plazo. Los resultados de este trabajo permitieron efectuar una comparación de los metros cúbicos explotados y la generación de las pilas con los estándares químicos adecuados. Estableciendo que los meses que no cumplían con los parámetros de calidad fueron el mes de Enero, Febrero y Agosto que tienen un bajo %CaCO₃) y alto %SiO₂, de igual forma se identificó los frentes explotados en esos meses que servirán para estudios posteriores.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios y a mi familia por brindarme todo lo que tengo y servirme como un gran apoyo para poder realizar mis estudios.

Sin duda alguna a la Universidad Central de Venezuela por darme la oportunidad de ingresar en tan prestigiosa casa de estudio y formar académicamente gran parte de mi conocimiento.

A la empresa CSC, Venezolana de Cementos, S.A.C.A, por darme la oportunidad de realizar este trabajo, a mi tutor industrial el Ingeniero Edward Bolívar por toda su colaboración y paciencia, además de orientarme e impartirme sus conocimientos, a los Señores William González, Luis Morán y el Ingeniero Luis Ramos que me transmitieron información importante por toda su experiencia laboral.

Finalmente, un agradecimiento especial a mi tutora académica Katherine Silva por prestarme todo su apoyo y servirme como guía durante este período de entrenamiento profesional; y a todos los que colaboraron de una u otra forma muchísimas gracias.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: CSC, Venezolana de Cementos, S.A.C.A, Planta de Pertigalete	2
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	2
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	2
RESEÑA HISTÓRICA	3
VISIÓN.....	4
MISIÓN	4
OBJETIVO	4
ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	5
GERENCIA DE CANTERAS	6
CAPÍTULO II: Planteamiento de actividades realizadas	7
ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO	7
OBJETIVO GENERAL	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
CAPÍTULO III: Marco teórico.....	9
GEOLOGÍA	9
FORMACIÓN GEOLÓGICA BARRANQUÍN	9
FORMACIÓN GEOLÓGICA EL CANTIL	10
FORMACIÓN GEOLÓGICA QUERECUAL.....	10
FORMACIÓN GEOLÓGICA CHIMADA.....	11
GEOLOGÍA LOCAL	11
MANEJO DE MATERIAL	12
APILADORES	12
PREHOMOGENIZACIÓN (Chevron).....	14

GENERALIDADES DE LA FABRICACIÓN DEL CEMENTO DE LA EMPRESA...	15
OBTENCIÓN DEL CLINKER	17
MATERIALES CORRECTORES Y ADICIONES.....	18
▪ Correctores de Hierro.....	18
▪ Correctores de Aluminio.....	19
▪ Correctores de Sílice	19
▪ Adiciones	20
ESQUEMA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO	21
FASE DE MINERÍA	21
TIPOS DE TRITURADORAS.....	22
▪ Trituradora #5:	22
▪ Trituradora #5a:	23
▪ Trituradora #3:	23
OPERACIÓN DE CARGA Y ACARREO	23
CAPÍTULO IV: Metodología.....	26
CAPÍTULO V: Resultados y Análisis.....	28
CAPÍTULO VI: Discusión del aprendizaje.....	35
CAPÍTULO VII: Conclusiones	36
CAPÍTULO VIII: Recomendaciones	37
CAPÍTULO IX: Referencias Bibliográficas.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1. Vista desde Planta de CSC Venezolanas de Cemento, Pertigalete.....	2
Figura N°2. Estructura organizacional de CSC, Venezolana de Cemento S.A.C.A.	5
Figura N°3. Diagrama de la Gerencia de Cantera de CSC, Venezolana de Cemento S.A.C.A	6
Figura N°4. Extensión geográfica de la Formación Barranquín.	9
Figura N°5. Extensión geográfica de la Formación Cantil.....	10
Figura N°6. Extensión geográfica de la Formación Querecual.	10
Figura N°7. Extensión geográfica de la Formación Chimana.	11
Figura N°8. Apilador del Patio de Almacenamiento de Caliza.....	13
Figura N°9. Estratos de la Pilas Tipo Chevron.....	14
Figura N°10. Apilador del Patio de Almacenamiento de Caliza.	14
Figura N°11. Vista Isométrica de una Pila formada por el Método Chevron	15
Figura N°12. Esquema del proceso de fabricación del cemento.	21
Figura N°13. Diagrama de proceso de Operaciones Mineras.	22
Figura N°14. Diagrama de cantera, trituración, almacén y pre-homogeneización.	24
Figura N°15. Diagrama de flujo Planta II.	25
Figura N°16. Gráfica de la Variación de %CaCO ₃ de las Pilas de Alto Carbonato Mensuales	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Zona Detalla de Venezolana de Cementos, Planta Pertigalete	2
Tabla N°2. Cronogramas de Actividades.	8
Tabla N°3. Características de las Canteras.	11
Tabla N°4. Etapas para la fabricación del cemento en Venezolana de Cemento S.A.C.A. .	16
Tabla N°5. Correctores de hierro para diferente Compuesto Químico.	19
Tabla N°6. Pilas de Alto Carbonato del mes de enero.	28
Tabla N°7. Pilas de Alto Carbonato del mes de febrero.....	28
Tabla N°8. Pilas de Alto Carbonato del mes de marzo.	29
Tabla N°9. Pilas de Alto Carbonato del mes de abril.....	29
Tabla N°10. Pilas de Alto Carbonato del mes de mayo.	29
Tabla N°11. Pilas de Alto Carbonato del mes de junio.....	29
Tabla N°12. Pilas de Alto Carbonato del mes de julio.....	30
Tabla N°13. Pilas de Alto Carbonato del mes de agosto.....	30
Tabla N°14. Pilas de Alto Carbonato del mes de septiembre.....	30
Tabla N°15. Pilas de Alto Carbonato del mes de octubre.	31
Tabla N°16. Pilas de Alto Carbonato del mes de noviembre.	31
Tabla N°17. Parámetros Establecidos en el Plan de Explotación.	31
Tabla N°18. Parámetros establecidos en el Plan de Explotación año de 2017.....	31
Tabla N°19. Parámetros Establecidos por Planta II.	32
Tabla N°20. Composición Química Mensual de las Pilas de Alto Carbonato.	32

NOMENCLATURA, ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje
°C	Grados centígrados
mm	Milímetros
tm	Tonelada métrica
t	Tonelada
h	Hora
m	Metros
"	Pulgadas
Hp	Caballos de fuerza
#	Número
kw	Kilovatios
Amp	Amperio
\$	Dólares
%CaCO ₃	Carbonato de Calcio
%SiO ₂	Oxido de Sílice
%Al ₂ O ₃	Alúmina
%Fe ₂ O ₃	Óxido de Hierro
%MgO	Óxido de Magnesio
%SO ₃	Óxido de Azufre
%Na ₂ O	Oxido de Sodio
%K ₂ O	Óxido de Potasio

INTRODUCCIÓN

La caracterización química y mineralógica de las materias primas utilizada en la fabricación del cemento se realizan a través de electrónica de barrido con EDX o difracción de rayos X, permiten determinar el grado de cristalización de los compuestos minerales que forman las rocas, y por lo tanto son útiles en determinar la aptitud de los materiales. Mientras mayor sea el grado de cristalización de los minerales que forman estas rocas, menos reactivos serán y más difícil será descomponerlos y combinarlos, y por tanto más energía será necesario consumir para ello, tanto en la molienda como en el horno. En la práctica, normalmente los estudios mineralógicos, se desarrollan junto con los estudios de evaluación cualitativa y cuantitativa de los yacimientos para la selección de los equipos de la Planta. Aunque normalmente, durante las prospecciones geológicas, se seleccionan los materiales que por su naturaleza sean, en lo posible, más homogéneos y más fácilmente procesables.

La variabilidad de calidad de las pilas de alto carbonato es observada al realizar los gráficos de los diferentes compuestos químicos, con respecto a los parámetros establecido en el plan de explotación del año 2017. Sin embargo, esta investigación se lleva a cabo para demostrar si las pilas de alto carbonato cumplieron con los parámetros establecidos por Planta II para la fabricación del cemento.

Se tiene como objetivo general evaluar la calidad de las pilas de alto carbonato conformadas durante el plan de explotación del año 2017, teniendo como objetivos específicos identificar los parámetros establecidos por planta II, comprobar la base de datos de calidad de dichas pilas, elaborar y analizar los gráficos de los componentes químicos.

CAPÍTULO I: CSC, Venezolana de Cementos, S.A.C.A, Planta de Pertigalete

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En el presente capítulo se van a mencionar brevemente las facultades y características principales que tiene la Empresa CSC, Venezolana de Cementos, S.A.C.A, entre las cuales están su ubicación geográfica, la geología de la zona, su reseña histórica, la misión que tiene comprometida con el país, la adscripción que tiene con el Estado, el objetivo principal y el organigrama respectivo.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La empresa Venezolana de Cementos S.A.C.A planta Pertigalete, se localiza en el valle del Sector Pertigalete, en el Km. 6 de la carretera Nacional Guanta-Cumaná. El área forma parte del municipio Guanta, Parroquia Guanta del Estado Anzoátegui, se encuentra entre las siguientes coordenadas geográficas: Latitud $10^{\circ}13'$ - $10^{\circ}15'$ y Longitud: $64^{\circ}32'$ - $64^{\circ}34'$.

Tabla N°1. Zona Detalla de Venezolana de Cementos, Planta Pertigalete

Estado: Anzoátegui	Municipio: Guanta	Parroquia: Guanta	Sector: Pertigalete
---------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------------

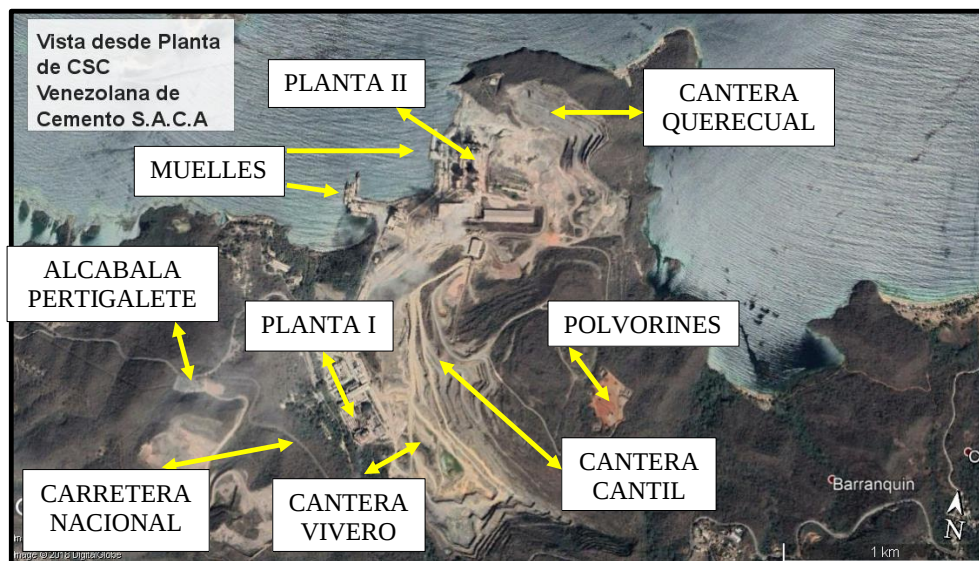


Figura N°1. Vista desde Planta de CSC Venezolanas de Cemento, Pertigalete.

Fuente: Elaboración Propia

RESEÑA HISTÓRICA

El 23 de septiembre de 1943 se funda y constituye, en la ciudad de Caracas, C.A. Venezolana de Cementos por un grupo de empresarios liderados por Eugenio Mendoza. Se elaboran los proyectos y se realizan exploraciones en las distintas regiones del país para localizar los yacimientos de materias primas. Adicionalmente, se realizan los trámites para la adquisición de las maquinarias y equipos necesarios para la fabricación de cemento y se determinan los sitios donde estarán ubicadas las plantas.

En el mes de octubre de 1945 arranca la planta de Vencemos Lara, ubicada a cinco kilómetros de la ciudad de Barquisimeto, con una capacidad de producción de 50 toneladas por día. En noviembre de 1947 se inaugura la planta de Vencemos Mara, con una producción de 300 toneladas por día. En sus principios estaba ubicada al sur de Maracaibo, Edo. Zulia en el Caserío El Perú de la población de San Francisco y a orillas del Lago de Maracaibo, estando actualmente dentro de la propia ciudad.

El 18 de noviembre de 1949 arranca la tercera planta, Vencemos Pertigalete, con una producción de 300 toneladas por día y ubicada entre las playas de Conoma y Pertigalete, Estado Anzoátegui; con lo cual quedó concluido el proyecto inicial de instalación de las tres plantas.

En el año de 1956 inicia actividades productivas la Planta de Yeso en Pertigalete con seis tipos de yeso calcinado, además se inician operaciones en el Terminal Marítimo Catia La Mar con el despacho de Cemento Gris Tipo I. En 1999 se comienzan operaciones para envasado de Yeso Tipo I - 5Kg y en el 2004, comienza el ensacado y despacho de Cemento Gris Tipo II.

En 1967 se constituye la empresa Cementos Guayana S.A. para producir Cemento de Escoria, en la Planta “Los Caribes” con participación accionaria por igual de la Corporación Venezolana de Guayana, C.A. Venezolana de Cementos, C.A. Fábrica Nacional de Cementos y Consolidada de Cementos C.A. (25 % cada una).

En 1973 es puesta en marcha la Planta Pertigalete II con un Horno Polysius de proceso seco de 2.700 toneladas diarias de Clinker, inaugurándose oficialmente el 18 de febrero de 1974. A principios de 1994, la Corporación Vencemos es adquirida por Cementos Mexicanos (CEMEX), uno de los grupos cementeros más grandes en el ámbito mundial.

A partir del año 2008 la empresa pasa a formar parte del Estado Venezolano estando en transición al gobierno de la República Bolivariana de Venezuela hasta marzo de 2012, cuando se formaliza su conformación como Empresa del Estado, cambiando su razón social a Venezolana de Cementos S.A.C.A. El 7 de enero de 2015 Venezolana de Cementos S.A.C.A. cambia su figura jurídica de empresa privada a institución del Estado, haciendo efectivo el nuevo el Registro Único de Información Fiscal (RIF).

VISIÓN

Venezolana de Cementos S.A.C.A. es la empresa productora y comercializadora de cementos más grande del país, entre sus productos está el cemento, yeso, Clinker, morteros y agregados. Su visión es apoyar el desarrollo de la nación, que tiene como prioridad realizar sus operaciones en armonía con la naturaleza. Por ello asume la gestión ambiental como parte integral del proceso productivo y acepta la responsabilidad de mejorar continuamente su desempeño en esta área.

MISIÓN

Satisfacer las necesidades de las ciudadanas y ciudadanos y la de nuestros clientes. Para ello contamos con un sistema de gestión de calidad que garantiza los recursos necesarios para optimizar los procesos y con un personal altamente capacitado, comprometido en cumplir los requerimientos del cliente; las ciudadanas y ciudadanos y normas exigidas, orientadas a mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión.

OBJETIVO

La empresa venezolana de cementos S.A.C.A, es una importante organización industrial dedicada tradicionalmente a la fabricación comercialización y transporte de clinker, cemento, yeso calcinado, concreto y sus agregados y cumple con una mística empresarial y un alto

nivel de excelencia, tanto en la calidad de sus productos, así como en el profesionalismo de sus recursos humanos, lo que le ha permitido ser una empresa productiva y rentable, ejemplo de desarrollo integral en armonía con lo medio ambiente. El prestigio que se ha ganado la empresa en tantos años, la ha llevado a convertirse en la actualidad en el principal productor en el ámbito nacional y en el primer exportador de cemento y clinker de alta calidad hacia el mercado Norte Americano y del Caribe.

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

A continuación, se presenta un organigrama de Venezolana de Cementos S.A.C.A, Planta Pertigalete, el cual se inicia a partir la dirección general y dirección de operaciones de Plata Pertigalete.

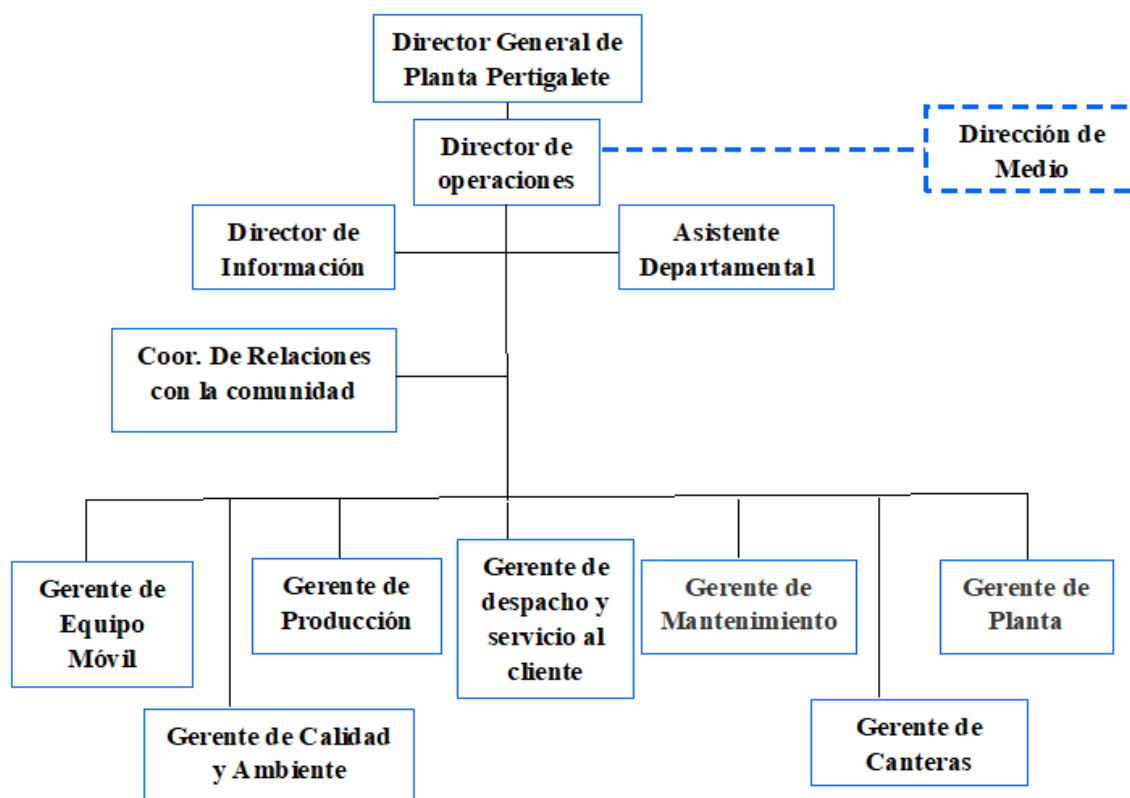


Figura N°2. Estructura organizacional de CSC, Venezolana de Cemento S.A.C.A.

Fuente: CSC, Venezolana de Cemento S.A.C.A.

GERENCIA DE CANTERAS

Se encarga de coordinar, realizar y supervisar las explotaciones de las canteras, así como el acarreo y trituración de la materia prima, siguiendo y respetando las políticas establecidas con el objetivo de garantizar la calidad y cantidad necesarias para alcanzar las metas de producción y el presupuesto de las operaciones.

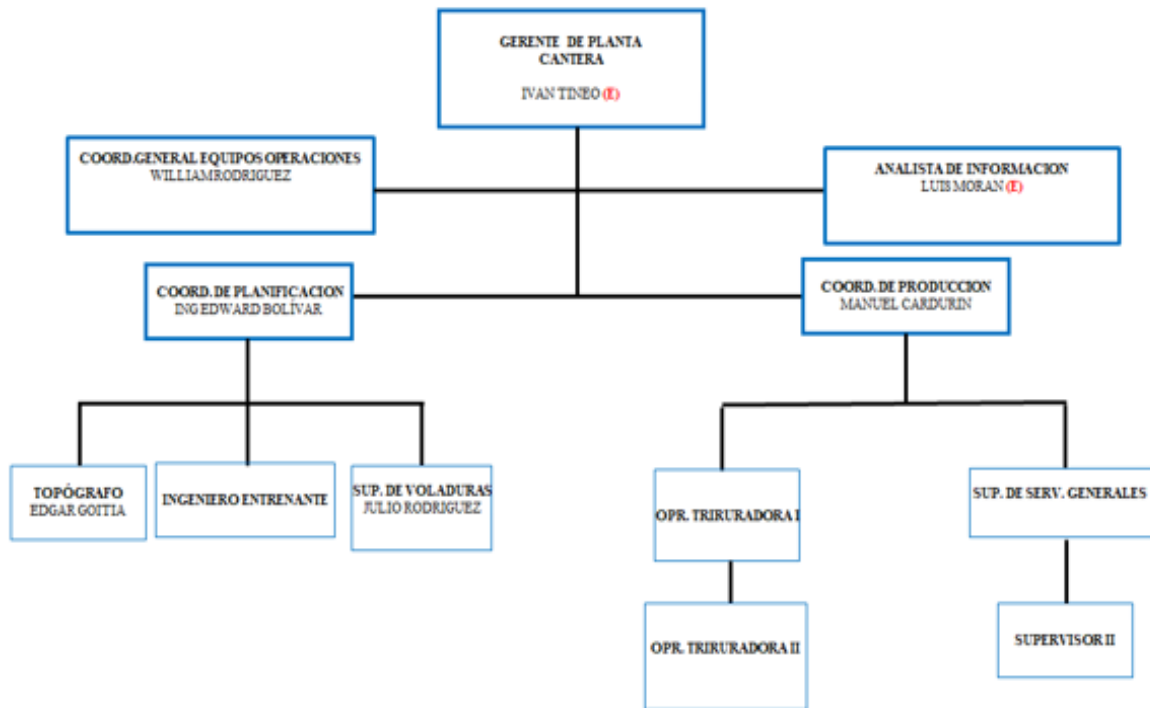


Figura N°3. Diagrama de la Gerencia de Cantera de CSC, Venezolana de Cemento S.A.C.A Fuente: CSC, Venezolana de Cemento S.A.C.A.

CAPÍTULO II: Planteamiento de actividades realizadas

ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO

A través de un conjunto de datos aportados por la empresa y analizados en la Planta de Pertigalete, Guanta estado Anzoátegui, se llegan a las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la Calidad Química de las Pilas de Alto Carbonato, entregadas a la Planta II de la Empresa CSC Venezolanas de Cemento S.A.C.A del Estado Anzoátegui “Pertigalete”, conformadas durante el Plan de Explotación del año 2017.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar el Plan de Explotación del año 2017 de la Empresa CSC Venezolanas de Cemento S.A.C.A del Estado Anzoátegui, suministrado por el Departamento de Materiales.
- Identificar los Parámetros Químicos establecidos por la Planta II de acuerdo al Departamento de Gestión y Aseguramiento de Calidad para el análisis de la calidad de las pilas.
- Comprobar la base de Datos de Calidad de las pilas de alto carbonato almacenada en el año 2017 provista por el Departamento de Cantera.
- Analizar los gráficos mensuales de la variabilidad de los compuestos químicos de las pilas de Caliza almacenadas durante el año 2017.

Para el logro de los objetivos específicos se va a llevar a cabo el siguiente cronograma con sus respectivas actividades y tareas específicas:

Tabla N°2. Cronogramas de Actividades.

SEMANA:	FECHAS	ACTIVIDAD
I	07/02 al 09/02	Proceso de Inducción y Recorrido por las instalaciones de la empresa de la Empresa Venezolanas de Cemento S.A.S.A del Estado Anzoátegui “Pertigalete”, Adjudicado al Departamento de Cantera con el Tutor Ing de Minas Edward Bolívar encargado del Área de Planificación.
II	14/02 al 16/02	Visitar y Observar los avances en las diferentes canteras pertenecientes a la Corporación.
III	19/02 al 23/02	Conocer las diferentes actividades asignadas a cada personal del departamento de cantera.
IV	26/02 al 02/03	Recopilación de Información de las actividades realizadas en el Departamento de Cantera en los manuales digitales (Norma de Control) encontrados en la red interna de la Empresa Venezolanas de Cemento S.A.C.A.
V	05/03 al 09/03	Interpretación del Plan de Explotación y la base de datos de los compuestos químicos de las pilas de alto carbonato del año 2017.
VI	12/03 al 16/03	Elaboración de gráficos mensuales de la variabilidad de los compuestos químicos de la materia prima de alto carbonato almacenadas en el año 2017.
VII	19/03 al 23/03	Obtención de un análisis para determinar cuáles fueron los meses que no cumplieron con los parámetros químicos del plan de explotación del año 2017.
VIII	02/04 al 06/04	Elaboración de informe de pasantías

CAPÍTULO III: Marco teórico

GEOLOGÍA

En el sector de Pertigalete aflora toda la sección geológica del cretáceo inferior y parte del cretáceo superior desde la Formación Geológica de Barranquín, hasta la Formación Geológica de Querecual, cuyos caracteres lito-estratigráficos distintivos son consecuencia de la trasgresión marina que se produjo en toda la región de Venezuela Oriental. Como resultado las facies mantienen un predominio de areniscas, tanto en la parte inferior como en la parte superior de la columna sedimentaria, con desarrollos de potentes capas de calizas que constituyen importantes yacimientos.

FORMACIÓN GEOLÓGICA BARRANQUÍN

La Formación Geológica Barranquín está constituida básicamente por areniscas cuarcíticas. Las rocas de la Formación Barranquín están dispuestas en potentes estratos, formando en ocasiones pliegues, fallas y diaclasas estratificadas con lutitas de colores oscuros, las calizas que afloran son gris azuladas, macizas y a veces se pueden interestratificar con areniscas y lutitas. Sobre esta Formación predominan procesos geomorfológicos que permiten la formación de suelos y masa vegetal que existe sobre estas áreas, cuando no han sido intervenidas, es más densa debido a la presencia de suelos arcillo-arenosos que mantienen mejores condiciones de humedad. Se puede apreciar en la (Figura n°4).

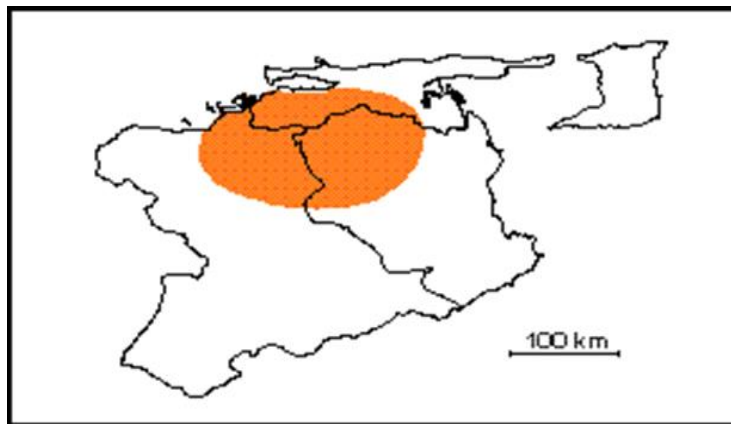


Figura N°4. Extensión geográfica de la Formación Barranquín.

Fuente: <https://lev.desarrollominero.gob.ve>

FORMACIÓN GEOLÓGICA EL CANTIL

Esta Formación contiene calizas, con intercalaciones de lutitas y areniscas. En el área de las canteras en Pertigalete, los bancos en explotación exhiben estratos de calizas macizas de color gris azulado, potente, de alta pureza, en capas de hasta 1,2 m de espesor, observándose un nivel de caliza dolomítica interestratificado en la parte superior de la secuencia litológica. En las áreas intervenidas no existe suelo, solo acumulaciones de material fino, particularmente en las posiciones más bajas de la zona, resultando del arrastre de sedimentos por efecto de las aguas de lluvia. Se aprecia en la (Figura N°5).

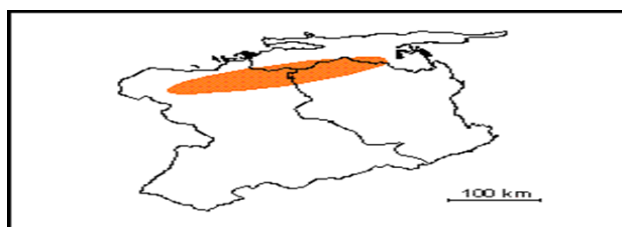


Figura N°5. Extensión geográfica de la Formación Cantil.

Fuente: <https://lev.desarrollominero.gob.ve>

FORMACIÓN GEOLÓGICA QUERECUAL

Está formada por rocas donde predominan las calizas silíceas y lutitas calcáreas, las lutitas presentan colores grises oscuros, de laminación ondulada y en ocasiones con nódulos calcáreos de diversos tamaños, así como láminas de yeso y calcita. Las calizas son silíceas y de colores oscuros, de aspecto masivo, con frecuentes nódulos de pirita e intercalaciones de yeso y calcita. De manera tradicional las calizas de la Formación Querecual son denominadas en lenguaje coloquial “esquistos”, haciendo referencia a la textura algo similar al de las rocas metamórficas de este nombre. Se observa en la (Figura N°6).

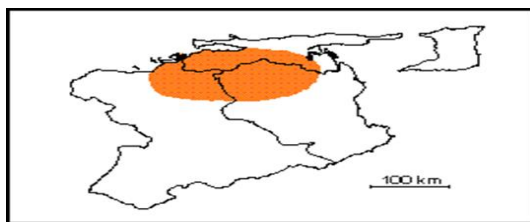


Figura N°6. Extensión geográfica de la Formación Querecual.

Fuente: <https://lev.desarrollominero.gob.ve>

FORMACIÓN GEOLÓGICA CHIMADA

Esta Formación geológica está ubicada en el contacto superior de la Formación Cantil y por debajo de la Formación Geológica Querecual. Compuesta por lutitas, arcillas y areniscas, la localidad tipo se encuentra en la Isla Chimana Grande donde predominan las lutitas, pero a medida que se avanza hacia el Sur las areniscas se van incrementando paulatinamente. Podemos observarla en la (Figura N°7).

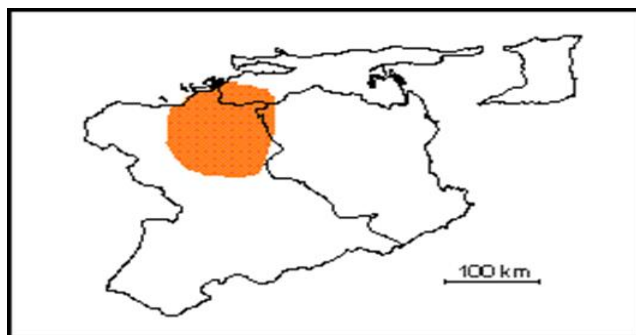


Figura N°7. Extensión geográfica de la Formación Chimana.

Fuente: <https://lev.desarrollominero.gob.ve>

GEOLOGÍA LOCAL

Las canteras de Planta Pertigalete, se caracterizan por presentar materiales de características diferentes, en función de la formación geológica que la conforman, con capacidad de suministrar las materias primas principales requeridas para la fabricación de cemento; calizas, lutitas y arcillas. La información disponible es resultado de estudios de geología de superficie y datos de sondeos exploratorios realizados con sistema de recuperación reversa.

Tabla N°3. Características de las Canteras.

Canteras	Formación	Características
Cantil	Cantil y Barranquín	Calizas entre 92 y 74%CaCO ₃ , representa la principal materia prima requerida para la fabricación de cemento
Vivero	Chimana	Arcillas, material corrector
Querecual	Querecual	Lutitas calcáreas, material corrector
San José	Querecual	Lutitas calcáreas, material corrector

Fuente: Elaboración Propia.

MANEJO DE MATERIAL

El manejo de materiales es el arte y la ciencia de mover, guardar, proteger y controlar el material. Esto quiere decir que es toda clase de actividad que realicen con el material.

La definición de manejo de material según el Instituto Americano de Manejo de Material es la siguiente: “*Manejo de materiales significa proporcionar la cantidad correcta de material correcto, en el lugar correcto, en la posición correcta, en la secuencia correcta, y mediante el costo correcto y los métodos correctos*”. Esta definición nos indica que las actividades que se realicen con el material deben ser de forma correcta adicionando el costo y los métodos.

Un sistema de manejo de materiales es el componente de flujo que provee el movimiento del material y genera una utilidad extra, pues al tener el material en el momento adecuado y en el lugar adecuado se producen utilidades para la empresa, ya que no se pierde tiempo por retrasos en la producción ni por almacenamiento excesivo. El manejo de materiales es el proveedor de movimiento para asegurar que los materiales sean localizados donde y cuando son requeridos.

APILADORES

Se puede definir apiladores como una maquinaria fiable y confiable utilizada para apilar grandes volúmenes de materiales triturados de manera eficiente y uniforme, como se muestra en la figura n°8.

Están diseñadas básicamente para alimentar material en la pila y distribuirlo de manera controlada. Existen apiladores de diferentes patrones, como el de apilamiento de cono y el de apilamiento tipo Chevron, donde el apilador se desplaza a lo largo de la pila de acumulación añadiendo capa sobre capa de material como se puede observar en la figura n°9.

Los apiladores realizan un movimiento vertical, además que utilizan un mecanismo con alambre metálico o de cilindros hidráulicos. Este se mueve sobre vía férrea, lo que le permite

moverse por el patio de almacenamiento según sea necesario. Puede ser controlado de forma remota o de forma manual en una cabina del equipo.

Es importante señalar que el apilador puede girar alrededor de su eje central para alinear o colocar el material donde se requiera. Esto funciona principalmente por un piñón giratorio que gira alrededor de una base de giro. Este tipo de ensamblaje de engranajes se llama engranaje planetario. Los ejes pueden ser múltiples y son accionados por motores de eje propulsados por corriente continua que se transmiten a través de engranajes cónicos o helicoidales.

Las cintas transportadoras utilizadas en los apiladores pueden estar hechas de tela o alambre de metal, dependiendo del material a manipular. La mayoría de los apiladores se alimentan eléctricamente por medio de un cable posterior.

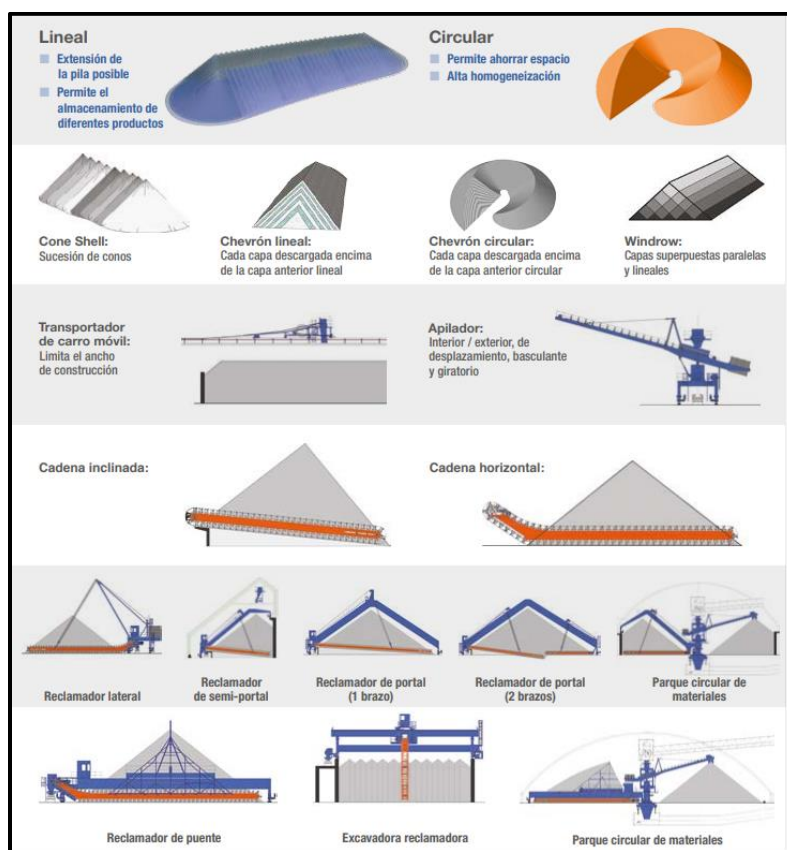


Figura N°8. Apilador del Patio de Almacenamiento de Caliza. Fuente:

<http://www.claudiuspeters.com/es-ES/documents/361/3cp-stock0907-spanish-es.pdf>

PREHOMOGENIZACIÓN (Chevron)

Es un método que consiste en descargar material sobre la pila formando capas o estratos (ver figura n°9), cada uno con diferentes características de ley y/o granulometría en cantidades previamente definidas por la mezcla. Se alimenta mediante un apilador (ver figura n°10) que descarga el material basculando a una velocidad constante de ida y vuelta a lo largo de la longitud de la pila, tomando en consideración que a medida que aumenta la altura de la pila, el espesor de las capas disminuye (ver figura n°11).

Posteriormente después de haber almacenado el material se usa el recuperador de manera cruzada para lograr de forma más eficiente la homogenización del material que va ser enviado a la planta beneficiadora.

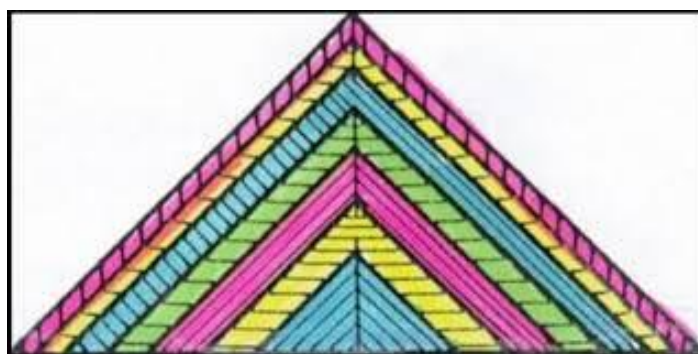


Figura N°9. Estratos de la Pilas Tipo Chevron. Fuente: <https://vdocuments.mx/politicas-de-manejo-de-stock-y-mezcla-de-materialesfinal.html>.



Figura N°10. Apilador del Patio de Almacenamiento de Caliza.

Fuente: CSC, Venezolana de Cementos, S.A.C.A.

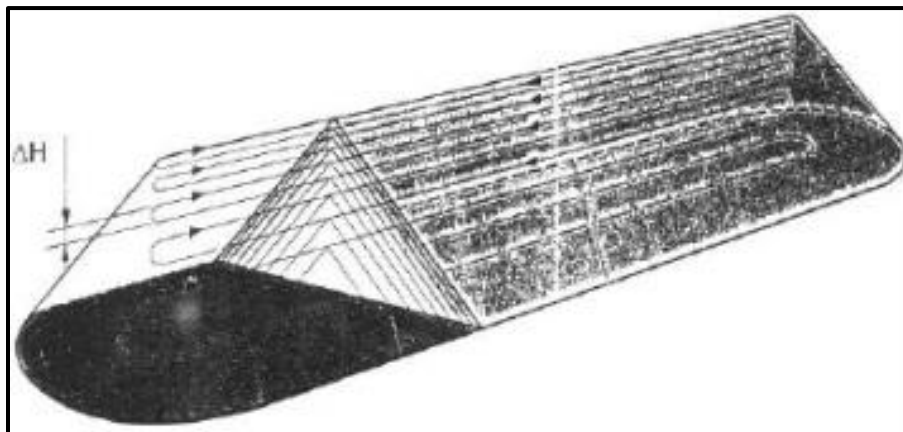


Figura N°11. Vista Isométrica de una Pila formada por el Método Chevron. Fuente: <https://vdocuments.mx/politicas-de-manejo-de-stock-y-mezcla-de-materialesfinal.html>.

GENERALIDADES DE LA FABRICACIÓN DEL CEMENTO DE LA EMPRESA

Durante el proceso de fabricación de cemento, las materias primas principales y las correctivas son combinadas para formar minerales sintéticos, que a su vez forman el clinker. El Clinker del cemento Portland está formado por más de 70% de silicatos de calcio, siendo el restante aluminatos y ferro-aluminatos de calcio. Los elementos principales del clinker: calcio, silicio, aluminio y hierro, requieren ser proporcionados por las materias primas usadas, y para ello se deben de seleccionar las más adecuadas, sin olvidar que éstas pueden contener otros elementos minoritarios que pueden aportar un comportamiento perjudicial para el proceso o la calidad.

Generalmente, la mezcla cruda se prepara con las materias primas principales, que consisten de un componente calcáreo y un componente arcilloso. Aunque idealmente, las más propicias serían aquellas materias primas a las que la naturaleza ha dado una composición química próxima a la del clinker, por su mejor comportamiento reactivo, ya que en ellas preexiste ya una mezcla homogénea de componentes de estructura cristalina fina. Como componente calcáreo, los materiales utilizados comúnmente son los diferentes tipos de calizas, y como componente arcilloso, se utilizan una variedad de materiales como pueden ser lutitas, arcillas, suelos, rocas volcánicas, etc. Cuando no es posible alcanzar la composición química deseada para el crudo con los dos componentes antes mencionados, es necesario añadir pequeñas cantidades de otras materias primas correctoras. Estas deben contener concentraciones

relativamente altas de los óxidos necesarios, que servirán así para ajustar la composición química del crudo y mejorar su aptitud para la sinterización. Los materiales más comúnmente utilizados son las bauxitas, el caolín, la arena silícica y compuestos minerales de hierro.

Sin embargo, no sólo es decisiva la composición global del crudo, sino también la finura y la homogeneidad de las materias primas y de su mezcla, dado que las reacciones durante el proceso de cocción en los hornos transcurren entre las fases individuales presentes en dicho material crudo. Otra materia prima indispensable para producir cemento es el mineral de yeso, el cual es añadido como una materia prima a la molienda del cemento, con la función específica de retardar el fraguado y facilitar su uso.

El proceso general de fabricación de cemento se puede subdividir en las siguientes etapas:

Tabla N°4. Etapas para la fabricación del cemento en Venezolana de Cemento S.A.C.A.

ETAPA	DESCRIPCION
Extracción y trituración de materia prima	El proceso de extracción y trituración de materias primas se realiza en las instalaciones industriales de Planta PTG. La materia prima requerida para la fabricación de clinker y cemento está compuesta por materias naturales tales como: caliza, arcilla, yeso, arena, mineral de hierro y lutitas calcáreas. En Canteras Pertigalete, se extraen calizas, arcillas y arena. En la etapa de extracción de materia prima se realiza el siguiente programa operacional: • Perforación: Se hace por medio de perforadoras verticales que trabajan a rotoperCUSión. La profundidad de los pozos oscila entre 10 y 13 m, el diámetro de 10,2 a 12,7 cm (4 a 5 pulgadas) y la distancia entre pozos de 2 a 3 m. • Voladuras: Una vez perforado los pozos se procede a colocar materiales explosivos en cada uno de ellos. Las mechas se unen a retardadores donde se empalman al magneto expulsor por medio de cables eléctricos allí se hace la detonación. • Carga y acarreo: Realizada la voladura, los materiales son cargados con palas mecánicas y/o cargadores frontales a los camiones con capacidad entre 20 y 45 toneladas para transportar el material removido a las trituradoras.

Almacenamiento de Materia Prima	Se disponen de dos (2) patios de almacenamiento de materia prima, vía húmeda (Planta I). Los materiales provienen de las trituradoras y son almacenados individualmente en los patios, formando pilas en forma piramidal. La recuperación de estos materiales se lleva a cabo por medio de un túnel en cuyo interior está instalado un sistema de bandas transportadoras que lo recorren longitudinalmente. En vía seca (Planta II) recibe el nombre de prehomogenización que consiste en preparar una mezcla de varios o un material que poseen características químicas variables, a fin de tener un producto con una composición igual a la deseada de manera uniforme.
Homogenización	Se refiere a la mezcla de los diferentes materiales triturados de composición variable, a fin de obtener un producto de composición deseada de manera uniforme.
Molienda de Crudo	Los materiales procedentes de la homogeneización, son transportados como materia prima hacia el molino de crudo. Allí son combinados y dosificados con otros materiales tales como arcillas, arena e hierro. En el caso de la vía húmeda también se adiciona agua dentro de esta etapa.
Cocción	El proceso de cocción comprende tres etapas: alimentación de pasta cruda o harina cruda, horno rotatorio para la cocción de los materiales y enfriamiento del producto generado en esta etapa (clinker).
Molienda de cemento	El material generado luego de su enfriamiento, es almacenado temporalmente en patios o silos. Este material se transporta hacia molinos de bolas y se le adiciona entre un 3 a 5 % de yeso natural. Estas unidades trituran el clinker por medio de bolas de acero y fricción por rotación, hasta convertirlo en polvo muy fino llamado cemento, el cual es transportado hacia los respectivos silos de almacenamiento.
Ensacado y despacho de cemento	Desde los silos de cemento se procede a enviar este material neumáticamente, hasta las tolvas de recepción para el despacho a granel vía terrestre o marítima (cisternas o barcos), o para la alimentación de las máquinas ensacadoras.

Fuente: Elaboración Propia

OBTENCIÓN DEL CLINKER

Para la obtención del clinker es necesario contar con la materia prima que tenga principalmente los siguientes compuestos: CaCO_3 , SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 .

Las materias básicas utilizadas son las siguientes:

- Materiales calcáreos: estos materiales aportan el CaCO_3 , generalmente se utilizan calizas.

- Materiales arcillosos: estos son los que aportan sílice, alúmina y hierro.
- Impurezas presentes en el material: aportan Mg, Na, K, P, etc.

Los factores determinantes para la selección de estos materiales son:

- Composición química y mineralógica.
- Influencia sobre el proceso de quemado.
- Influencia sobre la calidad del cemento.
- Posibilidad económica de suministro.

La mezcla de estas materias primas (silícico-calcáreas) en proporciones definidas debidamente dosificadas y finalmente molidas es sometida a temperaturas de 1400 a 1600 °C para la obtención del clinker.

Material Calcáreo + Material arcilloso + 1450°C = CLINKER

Durante el proceso de calcinación, los óxidos del material crudo reaccionan entre sí y dan lugar a la formación de los compuestos potenciales del clinker.

MATERIALES CORRECTORES Y ADICIONES

Se llaman correctores de Aluminio, Hierro y Sílice puesto que estos elementos normalmente ya se encuentran en algunos de los dos componentes principales, especialmente las arcillas, por lo cual, para tener los niveles deseados de éstos en crudo, sólo son necesarias pequeñas cantidades de materiales ricos en estos elementos.

▪ **Correctores de Hierro**

Como correctores de Hierro en su forma Óxidos o Carbonatos, la naturaleza presenta una alta gama de minerales: Hematita (Fe_2O_3), Limolita ($\text{FeO}(\text{OH})$), Magnetita (Fe_3O_4), Siderita (FeCO_3). En algún caso como lo son en Molinos Verticales, algunos de estos productos como la Magnetita puede ser capturados masivamente en los imanes que estas instalaciones presentan para evitar la entrada de metales a la mesa de molienda. Como correctores de hierro, el compuesto industrial mayormente utilizado es la escoria de fundición, en la cual se tendrá

especial cuidado en su granulometría y su abrasividad. También pueden ser usadas las cenizas de pirita, dependiendo de su disponibilidad, (comúnmente en el sector cementero conocidas como piritas).

Tabla N°5. Correctores de hierro para diferente Compuesto Químico.

Material	Pirita	Hematita	Escoria de Fundición	Magnetita
Corrector	Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
SiO ₂	6.6 – 25	20 - 25	11 - 22	5 – 7
Al ₂ O ₃	2 - 16	3 - 9	3 – 14	0.4 – 1
Fe ₂ O ₃	62 – 87	45 – 60	54 – 69	90 – 95
CaO	0.7 – 0.9	0.5 – 2.5	1 – 9	1 – 2
MgO	0.2 – 2.0	1.5 – 7	0.5 – 2.5	0.4 – 1
SO ₃	0.8 – 8	0.3 – 6	0.2 – 2.5	0 – 0.1
Na ₂ O ₃	*		*	2.5 – 3-5
K ₂ O	*		*	0- 1
PxI	*	5 - 12	5.15	*

Fuente: TEG Edward Bolívar (2016).

▪ **Correctores de Aluminio**

Salvo que sea para la fabricación de cementos especiales con alto contenido de alúmina, el alto contenido de este elemento en algunos de los componentes mayoritarios, hace poco frecuente el uso de estos correctores, siendo el más común el Caolín, sin embargo, este tipo de materiales suele ser muy caros. Se pueden utilizar rocas ígneas y materiales productos de su alteración como la bauxita o incluso suelos lateríticos (suelo residual).

Como valorización de residuos ajustadores de alúmina está la escoria blanca (Paval), procedente de la industria del aluminio, con un especial cuidado a su contenido en cloruros.

▪ **Correctores de Sílice**

El más comúnmente utilizado es la Arena Sílica, que son depósitos aluviales productos de la descomposición de rocas ricas en cuarzo. Por su alto contenido de este mineral, su uso queda restringido al de un corrector, debido a su alta dureza y abrasividad, así como a su escasa quemabilidad. En ocasiones también se pueden utilizar areniscas ricas en cuarzo y materiales producto de la alteración hidrotermal de rocas volcánicas, como el caolín o algunos tipos de sílice amorfa (cristales grandes difíciles de moler). Las diatomitas también pueden ser usadas.

▪ **Adiciones**

Los materiales adicionados más utilizados son el yeso y las puzolanas. El Yeso es una roca sedimentaria química denominada evaporitas (depósitos generados por la evaporación del agua) y es una adición esencial en la fabricación del cemento para la regulación del fraguado.

Está formada principalmente por sulfato de calcio di-hidratado, y por lo general se utiliza aquel que tenga el mayor contenido de este compuesto y la menor proporción de residuo insoluble. Una variedad del sulfato de calcio es la anhidrita, que como su nombre lo indica no contiene moléculas de agua, por lo cual no es muy recomendable su uso ya que genera fraguado falso en el cemento, sin embargo, es difícil encontrar yeso sin éste. El yeso normalmente se encuentra asociado con calizas, sales, dolomitas y arcillas que en este caso representan las impurezas de los depósitos de este mineral.

Las puzolanas son de origen volcánico como las tobas o cenizas volcánicas, de composición generalmente vítrea por su carácter extrusivo, que tienden a ser reactivas con la cal libre del cemento generando propiedades hidráulicas que son beneficiosas para las resistencias de los cementos. Así mismo los basaltos amigdaloides (Basaltos porosos) que contienen zeolitas (minerales altamente reactivos como adición de cemento) son excelentes puzolanas. En la selección de las puzolanas debe considerarse su actividad, molturabilidad, la ausencia de arcilla (compuesto no deseable), ya que estas últimas ocasionan un consumo mayor de agua en el concreto, y el contenido de conglomerados de rocas inertes que no generan aportación a las resistencias del cemento.

Algunos productos de origen industrial, como las escorias granuladas de altos hornos y las cenizas volantes, presentan propiedades hidráulicas y por lo tanto son utilizadas como puzolanas si el costo es adecuado.

ESQUEMA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO

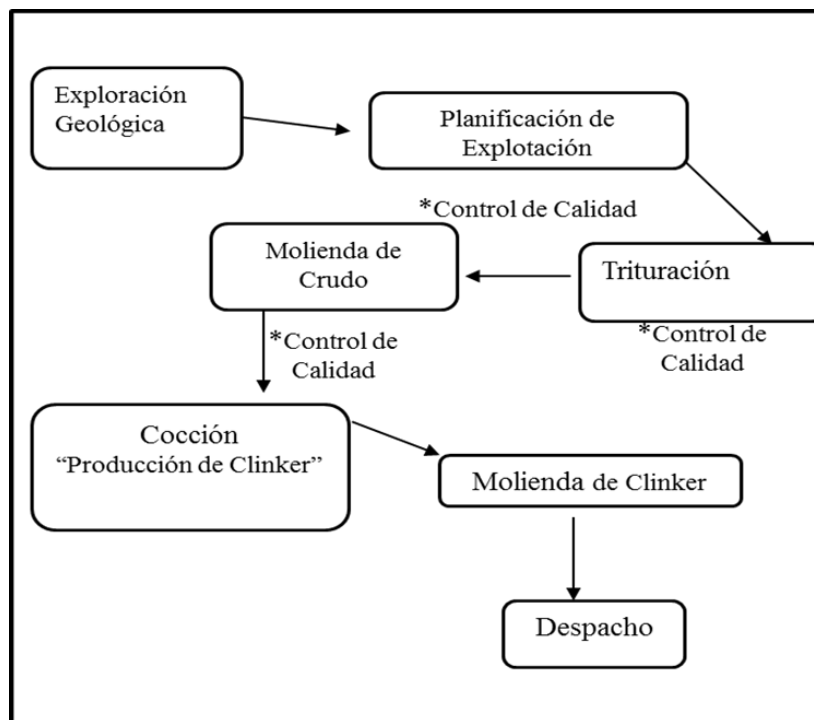


Figura N°12. Esquema del proceso de fabricación del cemento.

Fuente: Elaboración Propia

FASE DE MINERÍA

La minería que se realiza en Planta Pertigalete es a cielo abierto, las actividades preparatorias y de desarrollo minero, previas a la producción misma de las canteras con el objeto de habilitar nuevos frentes de explotación, se contemplan por: apertura de picas, levantamiento topográfico, estudios geológicos, estudios mineros y ambientales, deforestación, construcción de accesos y apertura de frentes.

Seguidamente se presentan las actividades relacionadas con el proceso directo de producción, en la cual se contemplan un conjunto de operaciones inherentes al método de explotación minera, dentro de las cuales se plantea entre otras cosas un avance general de la excavación en sentido descendente, explotando prioritariamente los bancos superiores de manera combinada hasta su agotamiento.

Las actividades en la fase de minería son: Perforación, Voladuras, Carga, Acarreo, Trituración, Transporte, **Almacenamiento de materias primas** y Servicios auxiliares, como se indica en la figura N°9.

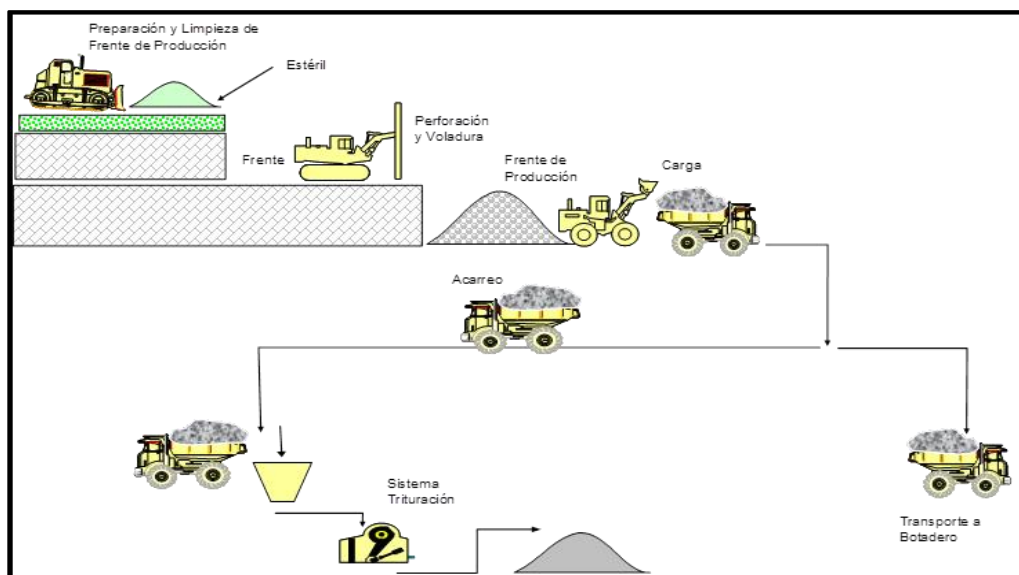


Figura N°13. Diagrama de proceso de Operaciones Mineras.

Fuente: Manual del Departamento de Cantera de la Empresa.

TIPOS DE TRITURADORAS

En Planta Pertigalete, el área de canteras está constituida por dos sistemas compuestos por 3 trituradoras las cuales son:

- **Trituradora #5:** es una trituradora primaria constituida por un rotor provisto de barras que impactan el material y lo proyectan contra una pantalla de acero (pantalla de choque) hasta que alcanza una granulometría máxima de 8 pulgadas. Está ubicada en el nivel 102 del área de cantil sur, por lo que se emplea en la trituración primaria de roca caliza de los niveles superiores de la cantera. El material una vez triturado es conducido a un patio intermedio por medio de 3 bandas transportadoras (Bandas 1,2,3 y 4). Esta es una trituradora de impacto con barras marca Universal Engineering Corp, tiene una producción nominal de 1200 Tm/h, con un consumo nominal del motor es 75 Amp y la potencia es de 720 Kw. Actualmente la trituradora se encuentra parada por falta de cintas transportadoras.

- **Trituradora #5a:** Esta es una trituradora secundaria, provista de un rotor de impacto compuesta de 12 martillos, la cual se alimenta del material proveniente de la Trituradora 5, previamente almacenado en el patio intermedio, a través de un sistema de bandas, siendo aquél reclasificado o cernido antes de entrar a la etapa de trituración, con la finalidad de que el material por debajo $\frac{3}{4}$ " pase directo al patio de almacenamiento sin pasar por la etapa trituración, el material mayor a $\frac{3}{4}$ " pasa por la etapa de trituración y es movilizado por un sistema de bandas transportadoras hacia el patio de almacenamiento respectivo. Esta trituradora es de marca Williams, con una capacidad de producción de 600Tm/h, el consumo nominal del motor es de 75 Amp, la potencia del motor es de 720 Kw. Actualmente la trituradora se encuentra fuera de servicio.
- **Trituradora #3:** Es una trituradora primaria que posee dos etapas de trituración, el material alimentado pasa a través de un rotor de barras primario, que reduce la piedra a 6" (150 mm aproximadamente) y, posteriormente, pasa por un rotor secundario que reduce el material triturado de la primera etapa a un tamaño menor de 1" aproximadamente. Esta trituradora de doble rotor de impacto, es de marca Hazemag, con una capacidad de 100 Tm/h, el consumo nominal del rotor 1 es de 145 Amp/Potencia 1250 Kw, el consumo nominal del rotor 2 148 Amp/Potencia 1250Kw.

Las cintas transportadoras instaladas en el sistema de trituración de la cantera permiten alternar el uso de cada una de las trituradoras para los diferentes patios de almacenamiento de materia prima de línea 6 y línea 7 de planta II y el patio de planta I, en caso de que alguna de las trituradoras este en mantenimiento o parada.

OPERACIÓN DE CARGA Y ACARREO

La operación de carga y acarreo se realiza desde el frente de explotación hasta las trituradoras, variando la distancia. Se realiza mediante una flota de 5 camiones Cat-777 de 85 a 90TM para producción, un cisterna y 3 cargadores Komatsu WA800 de 11m³ de capacidad. Capacidad balde de 10.5 m³. Toda la maquinaria completa resultaría el 100% de disponibilidad mecánica.

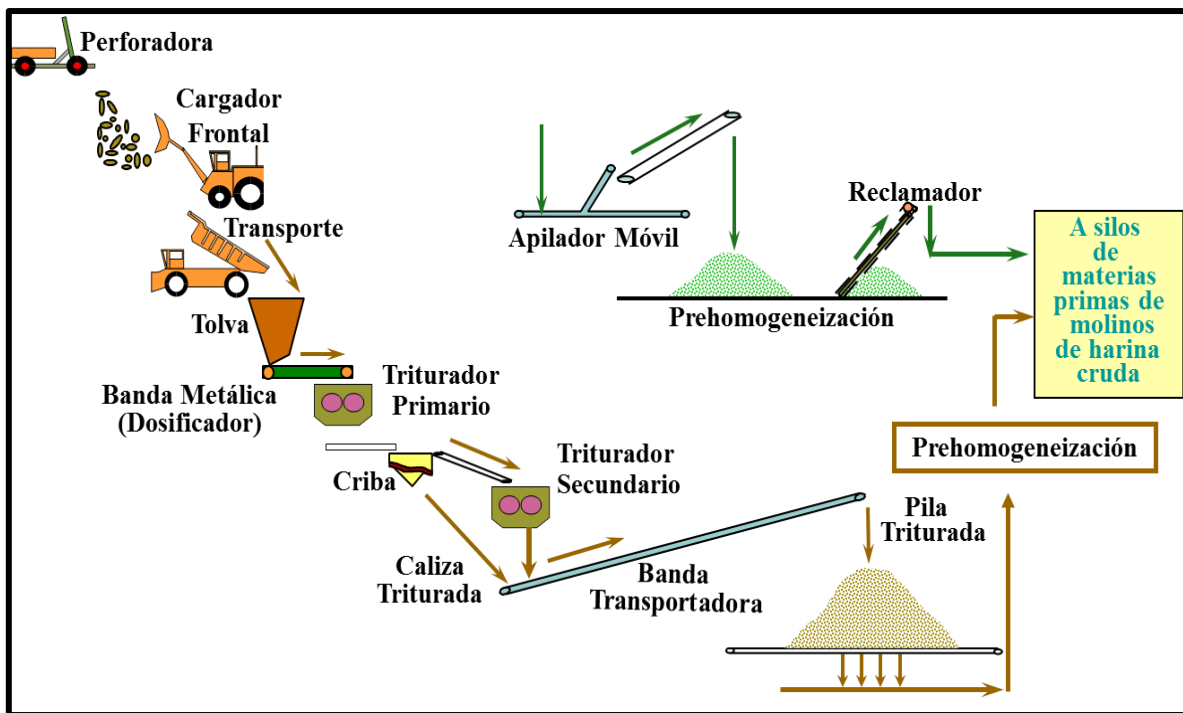


Figura N°14. Diagrama de cantera, trituración, almacén y pre-homogeneización.

Fuente: Manual del Departamento de Cantera de la Empresa.

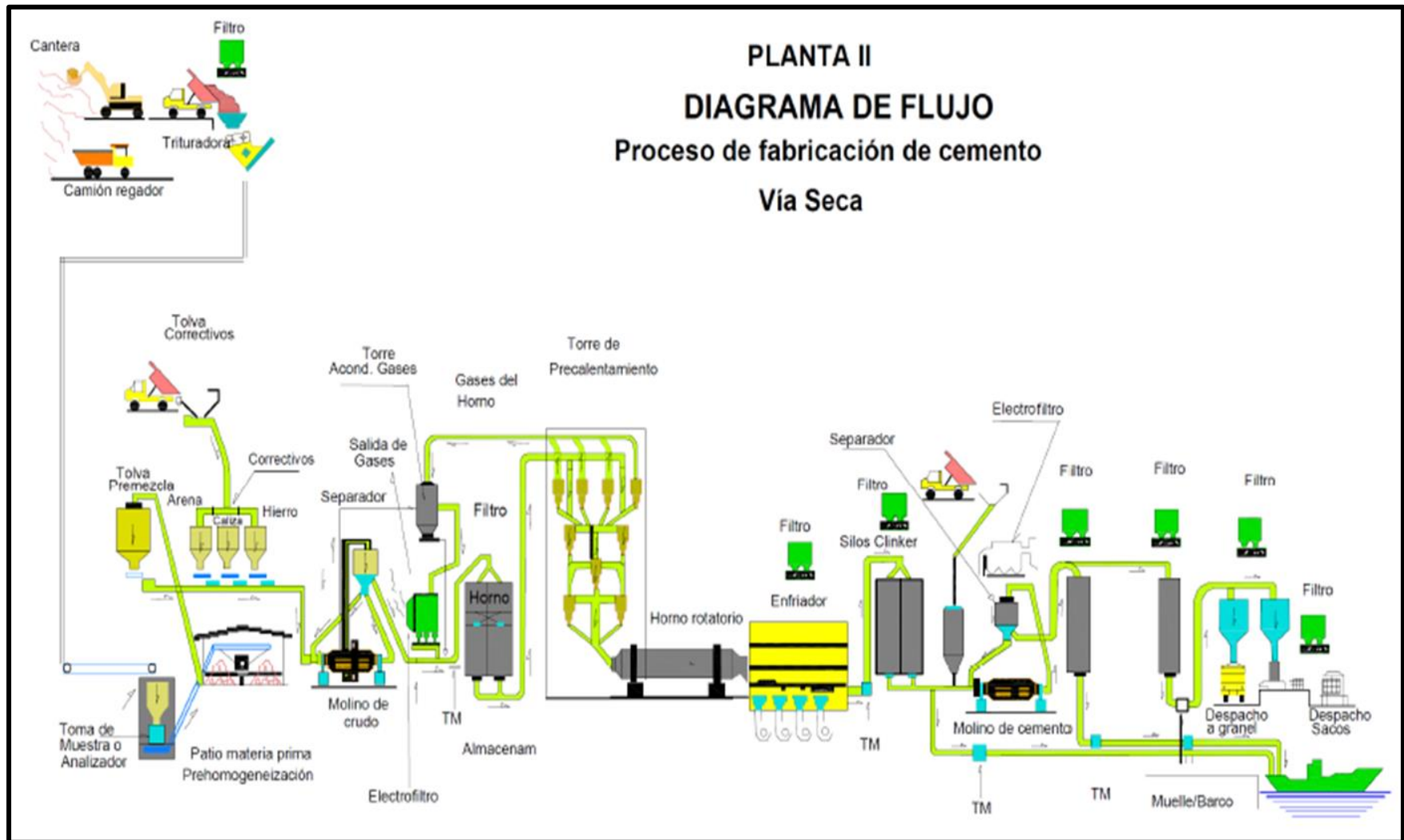


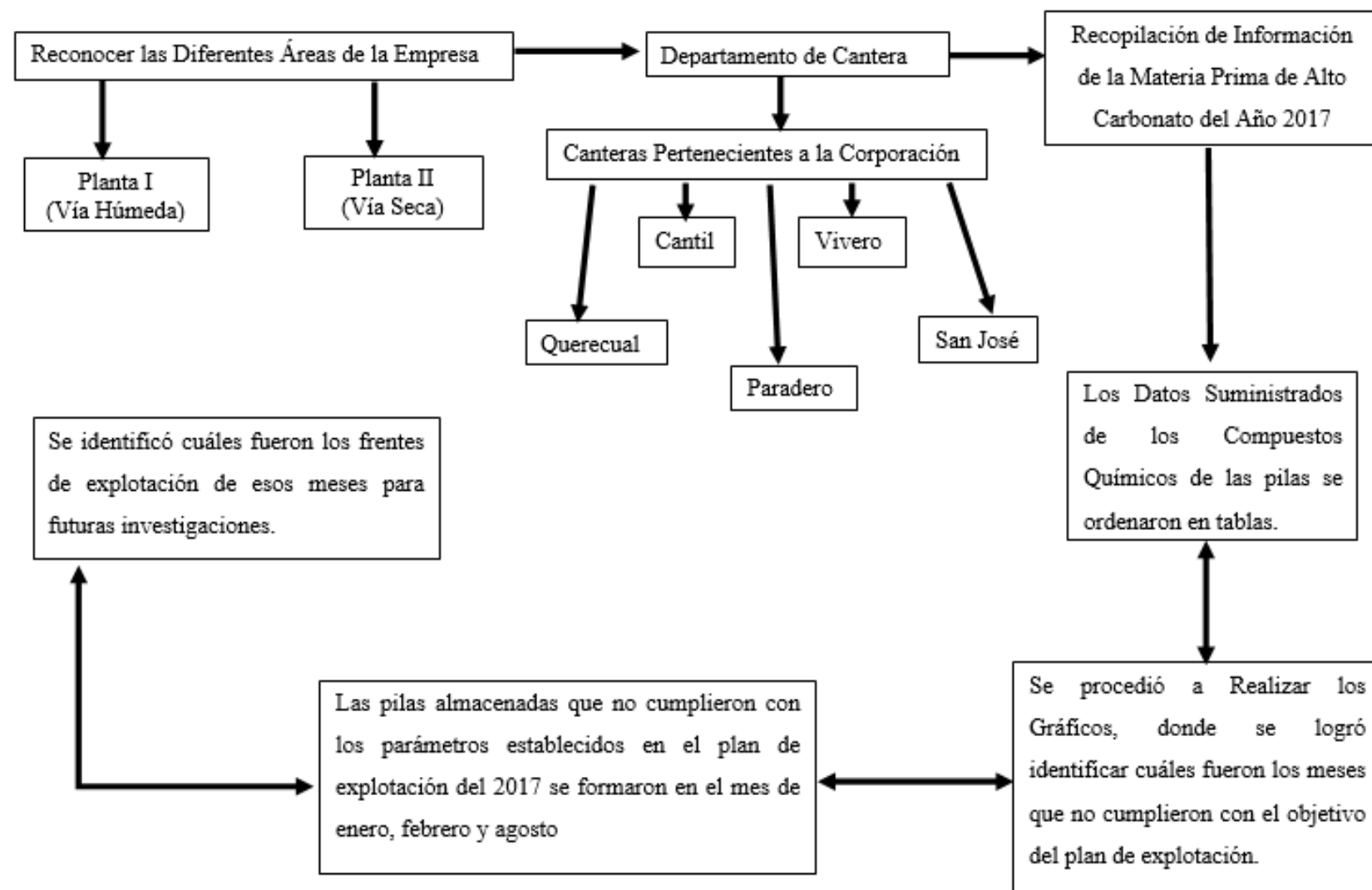
Figura N°15. Diagrama de flujo Planta II.

Fuente: Manual del Departamento de Cantera de la Empresa

CAPÍTULO IV: Metodología

El procedimiento para la evaluación de las pilas de alto carbonato del año 2017 se realizó de la siguiente condición:

1. Se recopiló la información sobre la calidad química de la materia prima de alto carbonato del año 2017, encontrado en el Departamento de Cantera.
2. Los datos adquiridos de los compuestos químicos de la caliza fueron ordenados en tablas con la ayuda de la aplicación de hoja de cálculo Excel.
3. Se efectuaron gráficos con dicha hoja de cálculo, donde se logró identificar los meses del año 2017 que no cumplieron con los objetivos del plan de explotación.
4. Posteriormente, se ubicaron en la base de dato de dicho departamento cuales fueron las canteras explotadas para esos meses, sus niveles y los bloques respectivos.
5. De igual forma, se descifraron la disponibilidad de los equipos utilizados para evaluar su calidad y para almacenarlos durante el año 2017.



CAPÍTULO V: Resultados y Análisis

En el presente apartado se presentan los resultados y los análisis respectivos. Se exponen los resultados tabulados y en forma gráfica para su mayor comprensión.

El material de alto carbonato es almacenado en los patios mediante un equipo denominado apilador, este se encarga de distribuir todo el material de manera uniforme y longitudinal para conformar pilas prehomogenizadas tipo Chevron.

Para realizar los estudios de la composición química porcentual y mineralógica de dicho mineral se utiliza la difracción de rayos X. Este equipo estuvo dañado a finales del mes de julio y todo el mes de agosto del año 2017.

A continuación, se presentan las tablas de composición química porcentual de las pilas conformadas mensualmente durante el año 2017:

Tabla N°6. Pilas de Alto Carbonato del mes de enero.

PILA	TONS	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃
815	15000	77,93	11,45	3,79	1,92	0,68	0,66
816	3000	84,64	7,63	2,40	1,58	1,10	0,36
817	3000	82,93	9,25	2,20	1,83	0,90	0,23
818	3000	84,22	8,62	2,01	1,74	0,86	0,24
819	3000	77,42	11,08	3,15	2,00	0,91	0,51
TOTALES	27000	81,43	9,61	2,71	1,81	0,89	0,40

Tabla N°7. Pilas de Alto Carbonato del mes de febrero.

PILA	TONS	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃
820	18000	78,79	12,02	2,88	2,07	0,77	0,31
821	9000	80,72	10,13	3,01	1,93	0,92	0,58
822	15000	87,55	6,57	1,71	1,63	0,82	0,19
TOTALES	42000	82,35	9,57	2,53	1,88	0,84	0,36

Tabla N°8. Pilas de Alto Carbonato del mes de marzo.

PILA	TONS	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃
823	6000	77,13	11,76	4,35	2,10	0,77	0,68
824	6000	84,98	7,13	2,45	1,57	1,16	0,24
825	9000	87,52	6,46	1,73	1,31	1,20	0,26
826	12000	86,80	6,73	1,94	1,46	0,97	0,27
827	10000	80,36	11,34	2,59	2,21	0,71	0,25
828	13500	85,00	7,63	2,41	1,52	0,81	0,45
TOTALES	56500	83,63	8,51	2,58	1,70	0,94	0,36

Tabla N°9. Pilas de Alto Carbonato del mes de abril.

PILA	TONS	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃
829	16000	86,25	7,16	2,15	1,46	0,99	0,34
830	16000	86,86	7,04	1,73	1,40	0,90	0,23
831	18000	87,98	6,99	1,60	1,50	0,83	0,12
832	18.000	90,11	5,32	1,50	1,32	1,01	0,12
TOTALES	68000	87,80	6,63	1,75	1,42	0,93	0,20

Tabla N°10. Pilas de Alto Carbonato del mes de mayo.

PILA	TONS	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃
833	18.000	88,27	6,22	1,66	1,72	0,75	0,24
834	16.000	87,96	6,44	1,65	1,68	0,71	0,35
835	12.000	88,89	5,80	1,52	1,65	0,70	0,23
TOTALES	46000	88,38	6,15	1,61	1,68	0,72	0,27

Tabla N°11. Pilas de Alto Carbonato del mes de junio.

PILA	TONS	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃
836	20000	86,77	5,92	2,02	1,66	1,30	0,32
837	14000	86,27	6,66	2,12	1,52	1,32	0,34
TOTALES	34000	86,52	6,29	2,07	1,59	1,31	0,33

Tabla N°12. Pilas de Alto Carbonato del mes de julio.

PILA	TONS	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃
838	9000	81,66	9,44	3,45	1,82	0,63	0,55
839	12000	83,91	7,62	2,98	1,53	1,38	0,64
840	10000	85,51	7,82	2,32	1,46	1,25	0,45
841	12000	87,09	6,05	1,84	1,46	1,12	0,24
842	14000	86,33	6,93	1,54	1,51	1,06	0,34
TOTALES	57000	84,90	7,57	2,42	1,56	1,09	0,44

Tabla N°13. Pilas de Alto Carbonato del mes de agosto.

PILA	TONS	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO
843	18000	88,09	5,74	2,43	1,41	0,88
844	14000	84,56	7,75	2,84	1,51	1,01
845	12000	68,84	5,95	1,73	1,22	1,09
TOTALES	44000	80,50	6,48	2,33	1,38	1,00

Tabla N°14. Pilas de Alto Carbonato del mes de septiembre.

PILA	TONS	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO
846	9300	86,58	7,44	1,68	2,45	0,57
847	12000	89,81	4,35	1,22	1,75	0,64
848	14000	90,33	5,06	1,14	1,74	0,70
849	10000	84,12	8,69	2,64	1,90	0,89
850	10630	85,21	6,25	1,97	2,00	1,87
TOTALES	55930	87,21	6,36	1,73	1,97	0,93

Tabla N°15. Pilas de Alto Carbonato del mes de octubre.

PILA	TONS	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO
851	14000	87,78	5,85	2,95	2,02	0,51
852	10000	80,66	10,54	2,72	2,01	0,60
853	10000	82,97	7,72	2,37	1,49	1,42
854	11500	92,28	3,21	1,31	0,99	0,55
855	10700	88,64	5,02	1,71	1,32	0,76
856	10000	82,80	9,66	2,71	1,83	0,60
857	12000	83,53	9,19	2,39	1,75	1,04
TOTALES	78200	85,52	7,31	2,31	1,63	0,78

Tabla N°16. Pilas de Alto Carbonato del mes de noviembre.

PILA	TONS	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO
858	14000	82,99	9,43	2,09	1,85	0,91
859	16000	86,51	6,12	1,93	1,86	0,66
860	16000	84,56	7,82	2,31	1,98	0,81
861	14000	87,87	6,12	2,11	1,27	0,51
TOTALES	60000	85,48	7,37	2,11	1,74	0,72

Tabla N°17. Pilas de Alto Carbonato del mes de diciembre.

PILA	TONS	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃
862	17.200	92,41	3,96	1,52	0,96	0,66	0,29
863	18.000	89,90	4,65	1,90	1,15	0,81	0,15
864	20.000	89,78	4,25	1,95	1,12	0,86	0,40
TOTALES	55200	90,70	4,28	1,79	1,08	0,78	0,28

Adelante se presentan Las Tablas de los Parámetros de Composición Química Porcentual de las Pilas establecidos en el Plan de Explotación del año 2017 y por Planta II:

Tabla N°18. Parámetros establecidos en el Plan de Explotación año de 2017.

	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃
P EXP	85,6	7,81	2,54	1,64	0,97	0,35

Tabla N°19. Parámetros Establecidos por Planta II.

MÍNIMO %CaCO ₃	MÁXIMO %CaCO ₃	MÍNIMO %MgO	MÁXIMO %MgO
84,00	94,00	0,80	2,50

A continuación se presenta una tabla que resumen los promedios de todo el material por mes con su composición química porcentual:

Tabla N°20. Composición Química Mensual de las Pilas de Alto Carbonato.

PILA	TONS	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃
ENERO	27000	81,43	9,61	2,71	1,81	0,40	
FEBRERO	42000	82,35	9,57	2,53	1,88	0,36	
MARZO	56500	83,63	8,51	2,58	1,70	0,94	0,36
ABRIL	68000	87,80	6,63	1,75	1,42	0,93	0,20
MAYO	46000	88,38	6,15	1,61	1,68	0,72	0,27
JUNIO	34000	86,52	6,29	2,07	1,59	1,31	0,33
JULIO	57000	85,74	7,43	2,11	1,65	0,85	0,29
AGOSTO	44000	80,50	6,48	2,33	1,38	1,00	
SEPTIEMBRE	55930	87,21	6,36	1,73	1,97	0,93	
OCTUBRE	78200	85,52	7,31	2,31	1,63	0,78	
NOVIEMBRE	60000	85,48	7,37	2,11	1,74	0,72	
DICIEMBRE	55219	90,70	4,28	1,79	1,08	0,78	0,28

Se presenta en seguida los gráficos de control para CaCO₃, SiO₂ y MgO mensuales:

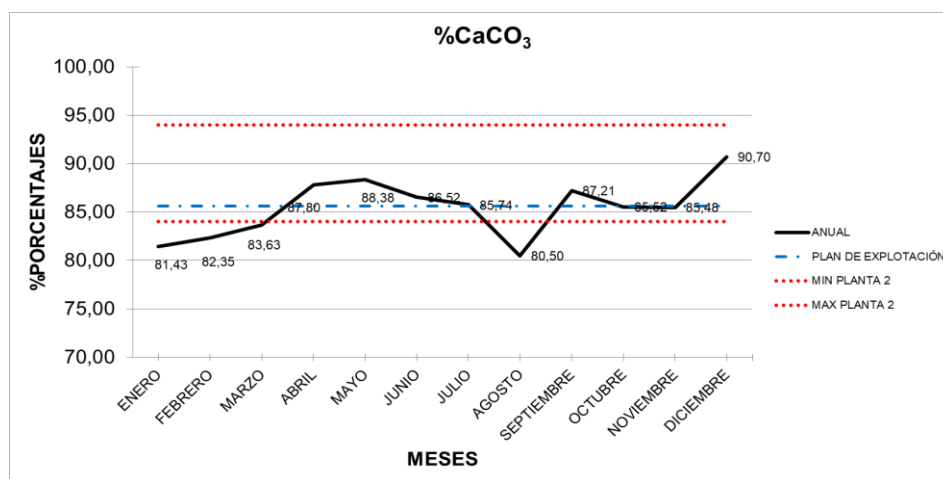


Figura N°16. Gráfica de la Variación de %CaCO₃ de las Pilas de Alto Carbonato Mensuales. Fuente: Elaboración Propia.

De la Figura N°16, el gráfico correspondiente al $\%CaCO_3$, se puede identificar que los meses de enero, febrero y agosto existen cambios relevantes que están en el orden de 5% de diferencias, saliéndose de los parámetros establecidos tanto por la plata II como en el plan de explotación del año 2017, ubicados en la tabla n°18 y n°19. De igual forma se puede observar que en los gráficos de las figuras n°17 y n°18, en los tres primeros meses se ubicó por encima del solicitado y el resto del año por debajo del valor referencial, el mes de diciembre fue el más crítico.

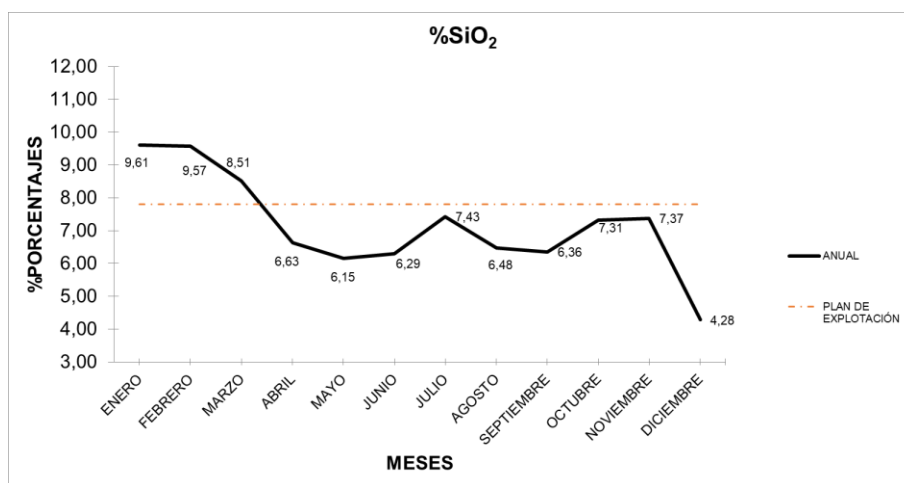


Figura N°17. Gráfica de la variación de $\%SiO_2$ de las Pilas de Alto Carbonato Mensuales.
Fuente: Elaboración Propia.

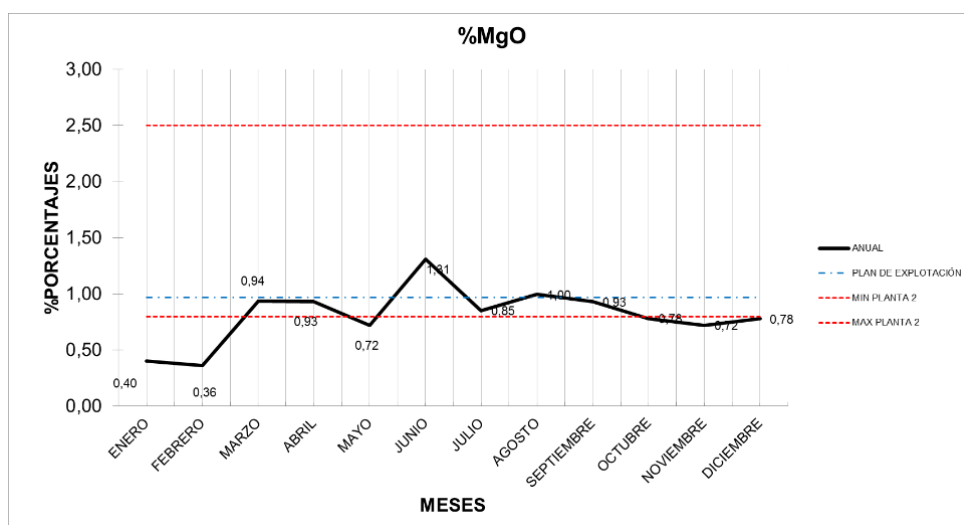


Figura N°18. Gráfica de la variación de $\%MgO$ de las Pilas de Alto Carbonato Mensuales.
Fuente: Elaboración Propia.

Una posible explicación para estas variaciones en el mes de enero, se puede atribuir a que en el mes de enero la cantera explotada fue el Vivero en el nivel 30/18 y los bloques del modelo de calidad extraídos fueron 195-106, 201-110, 201-11, 201-112 y para el nivel 18/06 los bloques explotados fueron 177-119, 178-119 y 179-119; estos fueron los bloques que afectaron la calidad de las pilas de alto carbonato conformadas.

En el mes de febrero se repite la situación el material es extraído de la cantera el Vivero el mismo nivel y los bloques que afectaron el $\%CaCO_3$ fueron 198-107, 201-109 y 201-110; además el nivel 18/06 del Vivero los bloques fueron 173-118, 172-120 y 172-121 y para la cantera Cantil en el nivel 18/06 asociada el bloque 141-142 que posee muy bajo $\%MgO$. Durante los meses siguientes hasta julio los valores se mantuvieron cercanos a los requeridos, sin embargo, para el mes de agosto hubo un cambio muy brusco en el $\%CaCO_3$ como lo ve en la gráfica de la figura n°17. En este caso las variaciones se pueden asociar a que los niveles explotados para esta fecha fue el 30/18 en Vivero con los siguientes bloques de calidad 195-106, 201-110, 201-111 y 201-112 y para el nivel 18/06 los bloques 177-119, 178-119 y 179-119.

Durante el laboreo minero es posible que la extracción del material varíe su composición química de acuerdo con Roberto Villas Bôas, si el arranque es mecánico el material tiende a ser más contaminado (diluido) que el material que es volado.

La geología de la zona también juega un papel importante, si la zona de contacto que existe en los frentes seleccionados a explotar los cuales podría ser de lutitas, arenisca, dolomita, etc, el material será contaminado y no representará la calidad deseada.

Es importante destacar que el control de calidad en las pilas es de vital importancia y si las técnicas instrumentales para esta determinación no están disponibles, puede haber una variación importante en los resultados obtenidos por otro método de análisis químico. Además, todos estos resultados dependen de cómo se realice la toma de muestra, la frecuencia y su preparación para el análisis.

CAPÍTULO VI: Discusión del aprendizaje

En este apartado se describirá de manera detallada las actividades llevadas a cabo por el departamento de cantera y el resto de la compañía, que contribuyeron al proceso de formación y experiencia durante ocho semanas.

Descripción de lo aprendido

Durante el periodo de actividades en las diversas áreas de la empresa, se logró obtener a través del personal, la mayor cantidad de conocimientos tanto prácticos como teóricos, en cuanto a la fabricación y control de calidad de la industria cementera.

La Planta Pertigalete tiene asociado cinco canteras para la extracción de la materia prima para la fabricación del clinker, Querecual y San José utilizada para la extracción de material de bajo carbonato (lutitas calcáreas), la cantera Cantil y Vivero es utilizada para la extracción de materia prima de alto carbonato (Roca Caliza).

Existe otra cantera llamada Paradero que por medio de sondeos exploratorios se identificó que es muy rica en $\%CaCO_3$ y podría ser utilizada para la extracción de la roca caliza pero esta cantera tiene un aspecto importante porque existen zonas que se encuentran con muy alto $\%MgO$ y es uno de los parámetros que no cumplen para la fabricación del cemento, sin embargo, fue utilizada por el departamento de agregado para la extracción de roca dolomítica.

Las pilas formadas en los patios de almacenamiento son de tipo Chevron (prehomogenizadas), donde el material es apilado a lo largo de la longitud de la pila en diferentes capas, dichos estratos quedan dispuestos uno encima del otro, para luego homogenizar el material mediante el equipo conocido como recuperador.

CAPÍTULO VII: Conclusiones

- En la revisión del Plan de Explotación del año 2017 de la Empresa CSC Venezolanas de Cemento S.A.C.A del Estado Anzoátegui, y cotejarlo con valores obtenidos de los parámetros de calidad química, se obtuvo que no se cumplió con el modelo de planificación de explotación del año 2017 para los meses de enero, febrero y agosto, donde el % de CaCO_3 estaba por debajo de lo requerido. Además, los niveles de las canteras El vivero y El cantil explotadas para la formación de las pilas de alto de carbonato fueron los niveles 30/18 y 18/06.
- Los parámetros químicos establecidos por la Planta II de acuerdo con el Departamento de Gestión y Aseguramiento de Calidad para el análisis de la calidad de las pilas son el porcentaje de CaCO_3 en el orden de 82-95% y el contenido de %MgO no debe superar el orden de 2,5%. Los demás componentes químicos de la roca caliza como él % FeO_3 , % AlO_3 pueden ser corregidos con adictivos.
- La variabilidad de los compuestos químicos de las pilas de Caliza almacenadas durante el año 2017, se puede explicar por el tipo de extracción del mineral en los frentes (mecánico o voladura), la mineralogía de los frentes seleccionados a explotar y los instrumentos utilizados para realizar los cálculos de la composición química porcentual.
- Al comprobar la existencia de la base de Datos de Calidad de las pilas de alto carbonato almacenada en el año 2017 provista por el Departamento de Cantera, puede entender que una buena planificación facilita las tomas de decisiones.

CAPÍTULO VIII: Recomendaciones

- Se debería solucionar el problema de las camionetas asignadas al departamento de cantera, debido a que es de gran importancia para movilizar el personal de topográfica, voladura y planificación a los frentes que estén en movimiento y así tener un mayor control y supervisión a dichas actividades. En vista de la importancia de estas labores que se realizan a diario en las canteras es transcendental realizar un adecuado plan de mantenimiento predictivo y correctivo para garantizar la movilidad del personal.
- En virtud que la eficiencia del proceso de fabricación de Clinker está basada en la calidad química de la materia prima, es fundamental actualizar, realizar o elaborar planes de mantenimiento a los equipos de toma de muestras, calibración de los instrumentos de medición, etc.
- Se propone actualizar los planes de explotaciones de corto y mediano plazo, para así buscar la solución a los problemas de forma rápida y eficiente que surgen día a día en dicha Empresa.
- Debido a que las canteras Cantil y Vivero se encuentra en etapa de cierre, es necesario avanzar con los trámites para la apertura de la cantera Paradero.

CAPÍTULO IX: Referencias Bibliográficas

- Eduardo Peláez. 1981. *Preparación y Concentración de Minerales*. Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Fueyo Luís C. (1999). “Equipos de trituración, molienda y clasificación. Tecnología, diseño y aplicación”. España.
- Hernández S., R., Fernández C., C. y Baptista L., P. (2003). Metodología de la investigación. México. Editorial McGraw-Hill.
- Cemex México. 2004. *Prontuario para el diagnóstico del proceso*. Capítulo 1 Canteras. México.
- González, W. 2008. *Proceso de Fabricación del Cemento*. Guanta, Estado Anzoátegui. 192 pág.
- Bolívar, E. 2016. *Variación de calidad en los materiales apilados de materia prima de Planta Pertigalete de la Cantera San José del mes de enero a julio del 2015*. Informe de Pasantía Ing. Universidad de Oriente de Venezuela, Núcleo de Bolívar, Escuela Ciencia de la Tierra, Departamento de Minas.
- Venezolana de Cemento S.A.CA. 2017. *Plan de Explotación Canteras*. Guanta, Estado Anzoátegui. 48 pág.
- Acosta Magda (2017). Minería de Campo. “Establecimiento de los parámetros minero-geomecánicos para el funcionamiento de los equipos de clasificación y trituración de la planta III, canteras del distrito capital”. Departamento de Minas, Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela.