

**PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA
EMPRESA CEMENTOS TEQUENDAMA**

MARIA ALEJANDRA SANABRIA RAMIREZ

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ALTERNATIVA VISITA TÉCNICA INTERNACIONAL
BOGOTÁ
2018**

**PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA
EMPRESA CEMENTOS TEQUENDAMA**

MARIA ALEJANDRA SANABRIA RAMIREZ

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Industrial**

**Director
Alberto González Achury
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ALTERNATIVA VISITA TÉCNICA INTERNACIONAL
BOGOTÁ
2018**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)
Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:

Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Activ
Ve a C

Nota de Aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, 26, Noviembre, 2018

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
1. GENERALIDADES	12
1.1. ANTECEDENTES	12
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.3. OBJETIVOS	14
1.4 JUSTIFICACIÓN	14
1.5 DELIMITACIÓN	15
1.6 MARCO REFERENCIAL	15
1.7. METODOLOGÍA	23
2. DIAGNOSTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CEMENTO EN CEMENTERA TEQUENDAMA	24
2.1 CONTEXTO DE LA PRODUCCIÓN DE CEMENTO	24
2.2 PROCESO PRODUCTIVO – CEMENTOS TEQUENDAMA	36
2.3 COMPORTAMIENTO DE FACTORES DE PLANTA EN EL PROCESO	42
2.4 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LOS CEMENTOS	44
2.5 FLUJO DE MATERIALES EN EL PROCESO	47
3. PRACTICAS DE GESTION AMBIENTAL AMIGABLES DE CEMEX	48
3.1 PRÁCTICAS AMBIENTALES AMIGABLES	48
3.2 GESTIÓN AMBIENTAL CEMEX COLOMBIA	53
3.3 GESTION AMBIENTAL CEMENTOS TEQUENDAMA	55
4. PLAN DE MEJORA PARA CEMENTOS TEQUENDAMA	61
4.1 PLAN DE GESTIÓN SOSTENIBLE CEMENTOS TEQUENDAMA 2019	61
4.2 COMITÉ DE SOSTENIBILIDAD	62
4.3 PRIORIDADES EN MATERIA DE SOSTENIBILIDAD 2019	62
4.4 CLAVES CON LAS CUALES CEMENTOS TEQUENDAMA BUSCA MEJORAR LOS RESULTADOS PARA EL 2020	64

4.5 COMPROMISO A OPERAR DE MANERA SOSTENIBLE	64
4.6 REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LAS OPERACIONES DE CEMENTOS TEQUENDAMA	65
4.7 GESTIÓN DEL AGUA CEMENTOS TEQUENDAMA	66
4.8 PROTECCIÓN Y MEJORA DE LA BIODIVERSIDAD EN SUESCA CUNDINAMARCA	66
5. CONCLUSIONES	68
6. RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXO A	72
ANEXO B	73

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Tipos de cemento Tequendama	20
Figura 2. Puente Fabricio	24
Figura 3. Puente Fabricio actualizado	25
Figura 4. Fábrica de Cementos Samper	26
Figura 5. Cementos Argos	27
Figura 6. Primera Fabrica Cementos Argos	27
Figura 7. Planta Yumbo Argos	28
Figura 8. Planta Nare	28
Figura 9. Planta Cairo	29
Figura 10. Planta ToluViejo	29
Figura 11. Planta Col Clinker	29
Figura 12. Planta Rio Claro	30
Figura 13. Cementos Paz del Rio	30
Figura 14. Domo circular Cementos Tequendama	37
Figura 15. Banda transportadora Cementos Tequendama	37
Figura 16. Banda dosificadora Minerales	37
Figura 17. Triple Clapeta	38
Figura 18. Torre de precalentamiento	38
Figura 19. Horno Horizontal	39
Figura 20. Desaglomerador	39
Figura 21. Empacadora de Cementos	40
Figura 22. Diagrama de proceso productivo de cemento	41
Figura 23. Piedra Caliza	43
Figura 24. Arcilla	44
Figura 25. Yeso	44
Figura 26. Escoria y Puzolana	45
Figura 27. Flujo de Materiales	50

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Normas Generales Cementos	16
Cuadro 2. Componentes de los cementos	45
Cuadro 3. Componentes de los cementos y sus reacciones	46
Cuadro 4. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos	49
Cuadro 5. Prácticas Ambientales Amigables	52
Cuadro 6. Clasificación de Residuos	57
Cuadro 7. Practicas Medio Ambientales Cemex VS Tequendama	59
Cuadro 8. Matriz ambiental Cementos Tequendama	63
Cuadro 9. Claves para mejora de Cementos Tequendama 2020	64

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A - Diagrama del Proceso Productivo	72
Anexo B – Matriz de Leopold Cementos Tequendama	73

RESUMEN

Teniendo en cuenta que el cemento es uno de los principales productos industriales más utilizados a nivel mundial, aumentando notablemente su producción desde la década de los 60 hasta la fecha de hoy.

El cemento se considera una materia prima de bajo costo con alta versatilidad cuyas utilidades principales se dirigen al sector de la construcción y obras civiles. Sin él, el concepto de bienestar no se entendería.

A continuación, se dará a conocer por medio de este proyecto una propuesta de adaptación del Plan de Gestión Sostenible de la Cementera Cemex en Cementos Tequendama, a través de diagnósticos que buscan como resultado final la mejora de la producción del cemento sin afectar su calidad y disminuyendo el impacto ambiental generado por su elaboración, para que de esta forma siga siendo considerado el factor principal en las construcciones y propulsor de nuevas obras que ayudaran al crecimiento del país.

Palabras clave: Clinker, Pre homogenización, NTC 121, Cemento.

INTRODUCCIÓN

El cemento es un material aglomerante que tiene propiedades de adherencia y cohesión, así mismo este producto es una de las materias primas de la construcción más popular, material patentado en 1824, el cual ha contribuido al bienestar de la sociedad y al crecimiento económico por generaciones.

Es un producto de origen mineral, que al mezclarlo con agua, genera una masa que fragua y mantiene sus propiedades de dureza, impermeabilidad, resistencia y capacidad para adoptar distintas formas.

Tiene diversas aplicaciones como en la unión de arena y grava con cemento para formar hormigón, pegar superficies de distintos materiales o para revestimientos de superficies con el fin de protegerlas de sustancias químicas.

Los cementos pueden recibir el nombre de componentes principales, como por ejemplo, el cemento Calcáreo que contiene Oxido de Silíceo en su fórmula o el cemento Epoxiaco que contiene resina, así mismo como el de la característica principal que es el Hidráulico, es por esta razón que los ingenieros o arquitectos deciden y especifican el tipo de cemento a emplear en la obra.

A partir de lo anterior, el proyecto abordara temas específicos, tales como la definición del cemento, su proceso de fabricación, sus características, sus propiedades y el impacto ambiental generado por su producción; cotejando los procesos productivos de las Cementeras Cemex y Tequendama, con el fin de mejorar en el producto final y las practicas amigables dentro del proceso.

El primer objetivo del proyecto es la realización del diagnóstico de producción de Cementos Tequendama, que inicia desde la extracción de la piedra en la cantera hasta su distribución. Intentando entender el funcionamiento de este tipo de plantas, la maquinaria que interviene en el proceso, la función que cumple cada proceso y las etapas de la línea de fabricación.

Del mismo modo, se dará a conocer las practicas medio ambientales de cementos Cemex en Colombia, para que a partir de las mismas se puedan desarrollar planes de implementación y de este modo mejorar el proceso productivo de cementos Tequendama, con el fin de llevar a cabo una valoración en el sector del cemento, vigilar sus sistemas de producción y reducir los impactos ambientales.

1. GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

La industria cementera en Colombia se inició en el año 1905, cuando inversiones Samper S.A. crea la primera planta de cemento en Colombia, la cual inicia su producción en el año 1909, posteriormente entraron al mercado nuevas empresas productoras de cemento con el fin de suplir la demanda creciente en el país, estas industrias se crearon en todo el territorio nacional, generando así una gran diversidad de procesos y materias primas para la elaboración del cemento cumpliendo con los estándares mínimos de calidad.¹

Los estudios tienen un gran aporte por la referencia que hacen en las variables que usan, y que justificadamente determinan el consumo del cemento. Como se puede apreciar, todos los artículos indagan el comportamiento nacional y en su gran mayoría con modelos simples de regresión lineal, esto hace pensar que es de gran importancia realizar un estudio más a fondo, en el sentido de usar un método econométrico más fundamentado; como es el de Datos Panel, y a un mayor detalle (departamental).

A partir de esto, “Cementos Tequendama inicio como proyecto a mediados del año 2000, cuando comenzó con un estudio de pre factibilidad dentro de la industria cementera colombiana, hacia el año 2002 empezó la construcción del taller en Bogotá, exactamente en el barrio Ingles, en este mismo empiezan pruebas de cemento y de procesos químicos inherentes al mismo. Una vez obtenidos los resultados, comenzó la búsqueda de una zona adecuada para las pruebas piloto. Hacia el año 2006, inicio la segunda fase del proyecto, allí se emprendió la consolidación del trabajo calificado y la iniciación del montaje de la planta; en el año 2008 la industria, inicia operaciones con el convencimiento de lanzar al mercado un producto que cumpla con los más altos estándares de calidad, gracias a la tecnología de punta y al mejor equipo de expertos.

En el año 2014, la cementera inauguro el nuevo horno, poniendo en funcionamiento la línea de producción de Clinker más moderna del país.”²

Por otra parte, Cemex industria hidalgo en el norte de México, a lo largo de su trayectoria y con dificultades en el crecimiento de la industria debido a la Revolución Mexicana, Reanuda su producción total en el año 1921 en la planta de

¹DEFINICION Y ELABORACION DEL CEMENTO. Bogotá, [21 de Agosto, 2018], Disponible en Internet URL: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/def-y-elaboracion-cemento.pdf>

² CEMENTOS TEQUENDAMA, HISTORIA. Bogotá [12 de Septiembre 2018], Disponible en Internet < URL: <http://www.cetesa.com.co/historia/>>

cementos hidalgo. Para el año 1931 cementos hidalgo y cementos portland en monterrey se fusionan y forman cementos mexicanos S.A.

En el año 1966 Cemex adquiere la planta de Cementos Maya en Mérida y continúa abasteciendo la demanda de sur de México a través de la marca de cemento portland maya, 23 años después Cemex se convierte en el productor más grande de México. En el año 1994 inicia su estrategia de lanzar al mercado un producto que cumpla con los más altos estándares de calidad y Samper en Colombia.

Por otro lado, Cemex como industria cementera fundada en 1906, a partir de la apertura de la planta de Cementos Hidalgo en el norte de México.

A lo largo del trayecto, con dificultades en el crecimiento de la industria debido a la Revolución Mexicana, en febrero de 1921 reanuda su producción total en la Planta de Cementos Hidalgo. Hacia 1931, Cementos Hidalgo y Cementos Portland Monterrey, se fusionaron para formar Cementos Mexicanos SA.

Hacia 1966 Cemex, adquiere la planta de Cementos Maya en Mérida, y continúa abasteciendo la demanda del sur de México, a través de la marca Cemento Portland Maya.

23 años después, Cemex se convierte en una de las diez compañías cementeras más grandes del mundo al adquirir Cementos Tolteca, el segundo productor más grande de México.

En 1994 Cemex, inicia su estrategia de uso de combustibles alternos utilizando coque de petróleo en sus plantas, dos años después la cementera se convierte en la tercera compañía más grande del mundo al adquirir Cementos Diamante y Samper en Colombia.³

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la producción de obras civiles y de construcciones, la materia prima utilizada es el concreto el cual debe cumplir con especificaciones para la construcción. Estos concretos deben cumplir unas características mínimas según la NTC 121, la cual hace referencia a la calidad del producto en su resistencia y durabilidad, en torno al uso del mismo la problemática principal surge a partir de la calidad y el manejo del producto, el cual es un factor para la definición y estabilidad del proyecto.

³CEMEX, 110 AÑOS DE HISTORIA. Bogotá [12 Septiembre, 2018], Disponible en Internet <URL: <http://www2.cemex.com/es/AcercaCemex/NuestraHistoria.aspx>>

Minor y Milanés (2001) identifican causas en la deficiencia del material en las construcciones, debido al mal manejo de las materias primas y el exceso de agua en las mezclas, lo que hace de estos procesos, aspectos primordiales para determinar la calidad final de las estructuras, este argumento justifica la necesidad de analizar y determinar los procedimientos en la producción de las materias primas para determinar e identificar la calidad del producto final, esta calidad se relaciona con la necesidad de evitar el aumento de daños y reparaciones en las estructuras que no cumplen con las especificaciones de la norma establecida.

Actualmente en Colombia se cuenta con cuatro (4) cementeras en el mercado las cuales son Cementos Tequendama S.A., Holcim y Cemex donde sus sedes principales se encuentran ubicadas en la ciudad de Bogotá D.C. y en Medellín encontramos la sede principal de Cementos Argos, ellas suplen la demanda en el país. Cada una de ellas tiene su propia fábrica y maneja su proceso industrial con materias primas diferenciadoras.

Los factores de emisión son muy variables, ya que dependen del proceso elegido, del diseño de la planta, de las materias primas utilizadas, de la energía disponible, del mantenimiento de la instalación y de la operación de la misma.

1.2.1 Formulación del problema. ¿Qué prácticas de gestión podrían ser replicadas de la producción de la empresa Cemex México a Cementos Tequendama?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general. Elaborar una propuesta de mejora en el proceso de fabricación de cemento en Cementera Tequendama.

1.3.2 Objetivos específicos. Los objetivos específicos son:

- ✓ Realizar un diagnóstico del proceso de producción de cemento en Cementera Tequendama
- ✓ Describir las prácticas de gestión ambiental amigables reconocidas en el proceso de fabricación de cemento en Cemex México.
- ✓ Documentar las mejoras aplicables al proceso de producción de cemento para Cementera Tequendama.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Varios investigadores se han enfocado en realizar diversos estudios con otros minerales, sustituyendo parcialmente los componentes que hacen parte de la transformación de la materia prima validando la calidad del producto final, teniendo en cuenta los elementos que lo condicionan y las oportunidades potenciales de mejora.

La importancia de este proyecto tiene como propósito el plantear un plan de mejoramiento que tenga como objetivo conseguir de manera eficaz, rápida y segura el producto con un valor agregado al proceso sin alterar su terminado.

Debido a la fuerte demanda del cemento, que se ha ido incrementando por el aumento de construcciones a nivel nacional, principalmente en Bogotá y teniendo en cuenta la complejidad del proceso de producción del mismo, es necesario realizar mejoras dentro de este proceso, para cumplir a cabalidad los requerimientos del mercado.

Adicionalmente este proyecto se establece como una base de conocimiento que se puede utilizar con el fin de proponer investigaciones de mayor alcance y profundidad, lo cual se convierte en un marco de referencia para plantear estudios de productividad y competitividad del sector.

Se utiliza como método el diseño de un análisis de mejoramiento para identificar aquellas fases dentro del proceso que no generan valor al mismo, con el propósito de realizar un plan de mejora para el producto final.

1.5 DELIMITACIÓN

1.5.1 Espacio. El desarrollo del proyecto se realiza en la Ciudad de Bogotá, basado en el proceso de producción de Cemento de la Empresa Tequendama, ubicada en la sede Carrera.11 No.75 -19 en la ciudad de Bogotá D.C.

1.5.4 Alcance. Para cumplir con el proyecto, se planea conocer la etapa para la producción de cemento con combustibles alternativos, basado en estudios de factibilidad, calidad de los productos, así como la fase de pruebas industriales. Esto con el fin de proponer la disminución del impacto ambiental y generar alianzas con los proveedores de las materias primas.

1.6 MARCO REFERENCIAL

1.6.1 Marco teórico. A continuación, el marco teórico:

Cuadro 1. Normas Generales Cementos

LEYES, DECRETOS Y RESOLUCIONES	
NORMAS GENERALES:	
Ley 99 de 1993	Obliga a tener una licencia ambiental para la ejecución de obras, establecimientos de industrias o el desarrollo de cualquier actividad que afecten a los recursos naturales...
Decreto Ley 2811 de 1974	Establece el Código de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente y las normas y condiciones para uso y aprovechamiento de los recursos naturales.
Decreto Ley 1753 de 1994	Establece las competencias y el procedimiento de licenciamiento ambiental para los proyectos, obras o actividades nuevas y la transición para los existentes a través de la aprobación de un plan de manejo de recuperación o restauración ambiental, solicitado por la autoridad ambiental competente mediante resolución motivada.
Resolución 1173 de 1999	Impone los términos de referencia para el Plan de Manejo Ambiental, documento MIN 070, para Minería de Materias Primas y/o Procesos para la Fabricación de Cemento.
NORMAS ESPECÍFICAS	
AIRE:	
Decreto Ley 02 de 1982	El Ministerio de Salud determina normas de emisión y de inmisión y procedimientos de muestreo para la industria cementera.
Decreto ley 948 de 1995	Protección y control de la calidad del aire.
Decreto Ley 1619 de 1995	Establece la presentación del Informe de Estado de Emisiones (IE-1) para las cementeras.
Decreto Ley 1224 de 1996	Modifica el Artículo 19 de la Ley 91 de 1995 sobre calidad de combustibles.
Resolución 19622 de 1985	El Ministerio de Salud establece el procedimiento para el análisis de la calidad del aire.
Resolución 898 de 1995	Determina los criterios ambientales de la calidad de combustibles líquidos y sólidos.
Resolución 619 de 1997	Establece los parámetros a partir de los cuales se requiere permiso de emisiones atmosféricas.
Resolución 415 de 1998:	Establece los casos en los cuales se permite la combustión de los aceites de desecho y las condiciones técnicas para realizar la misma.
Cuadro 1. (Continuación)	

AGUA:

Ley 373 de 1997	Impone obligaciones a quienes administren el recurso agua y a quienes lo usan, para racionalizar su consumo.
Decreto Ley 1541 de 1978	El Ministerio de Salud establece lo relativo al permiso de aprovechamiento o concesión de agua y las normas específicas para los diferentes usos.
Decreto Ley 1594 de 1984	El Ministerio de Salud determina los criterios de calidad del agua para diferentes consumos, los permisos de vertimiento y las descargas a cuerpos de agua, reglamenta los sistemas de tratamiento.
Decreto Ley 901 de 1997	Impone el cobro de tasas retributivas para vertimiento de aguas residuales, con el objeto de reducir a mediano y largo plazo la contaminación hídrica.
Decreto Ley 475 de 1998	Norma del Ministerio de Salud, sobre potabilización de agua.

RESIDUOS SÓLIDOS:

Decreto Ley 2104 de 1983	El Ministerio de Salud establece las normas, prestación de servicios públicos de aseo.
Decreto Ley 605 de 1996	El Ministerio de Desarrollo establece las normas para la prestación de servicios públicos de aseo.
Resolución 2309 de 1986	El Ministerio de Salud, establece la clasificación de residuos especiales.
Resolución 541 de 1994	Establece el manejo integral de residuos sólidos.

MINERÍA:

Decreto Ley 1449 de 1979	El Ministerio de Agricultura determina las obligaciones ambientales de los propietarios de los predios.
Decreto Ley 2222 de 1993	El Ministerio de Minas establece el Reglamento de higiene y seguridad en las labores mineras a cielo abierto.
Decreto Ley 1356 de 1984	El Ministerio de Minas establece el Reglamento de higiene y seguridad en las labores mineras subterráneas.

NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS (NTC):

NTC ISO 124	Ingeniería Civil y Arquitectura Cemento Portland, Especificaciones Físicas y Mecánicas.
NTC ISO 9001	Sistemas de Gestión de la Calidad, Requisitos.
NTC ISO 14001	Sistemas de Gestión Ambiental, Requisitos con Orientación para su Uso.

1.6.1.1 El Cemento. El cemento se puede definir como un material con propiedades adhesivas y cohesivas, las cuales le dan la capacidad de unir fragmentos sólidos, para formar un material resistente y duradero.

El cemento es una mezcla homogénea formada a partir de caliza y arcilla calcinadas y luego molidas que tienen como propiedad endurecerse al contacto con el agua. El producto de la molienda de estas rocas es llamado Clinker, lo que se convierte en Cemento cuando se le añade Yeso, lo que se convierte en un factor fundamental para endurecerse.

Esta definición incluye gran cantidad de materiales cementales como cales, asfaltos, entre otros. Sin embargo, la producción del cemento tiene propiedades hidráulicas, las cuales cumplen su función de fraguado y resistencia cuando se encuentran en presencia de agua.

1.6.1.2 Tipos de Cemento. Cementos Portland: El Cemento en Colombia según la (NTC 31), es un " producto que se obtiene por la pulverización conjunta del Clinker Portland con la adición de una o más formas de sulfato de calcio". Todos los productos adicionados deben ser pulverizados y son admitidos siempre y cuando no cambien las propiedades del cemento resultante. Este cemento es utilizado en construcciones, cuando la exposición a suelos corrosivos o aguas subterráneas es casi nula.

Cementos con Adiciones: La NTC 31 Cemento- Definiciones, contempla otros tipos de cementos como: Cemento Portland de escoria de alto horno, el Cemento Siderúrgico o Supersulfatado, Cemento Portland Puzolánicos, Cemento de albañería y cemento luminoso.

Cemento Portland Puzolánico: Lo define la NTC 31 como " producto que se obtiene por la pulverización conjunta de Clinker Portland y puzolana o de una mezcla íntima y uniforme de cemento Portland y puzolana con adición de sulfato de calcio.

Cemento de Escoria de Alto Horno: "Producto que se obtiene por la pulverización conjunta del Clinker y escoria granulada finamente dividida, con adición de una o más formas de sulfato de calcio" según la NTC 31

Cemento Siderúrgico o Supersulfatado: "producto que se obtiene de la pulverización conjunta de escoria granulada de alto horno con pequeñas cantidades de Clinker Portland, cemento Portland y cal hidratada o con una combinación de estos materiales y cantidades apreciables de sulfato de calcio. El contenido de escoria debe ser superior al 70% en masa de la masa total" según la NTC 31.

Cemento Aluminoso: también llamado fundido, se obtiene por la fusión completa

de una mezcla en proporciones convenientes de materiales calcáreos y aluminosos y su posterior pulverización. Las materias primas más usadas para su elaboración son la caliza y la bauxita.

Clinker es el material granular, resultado de la cocción a una temperatura de 1.400°C, de materias primas de naturaleza calcárea y arcilla, previamente pulverizada, proporcionadas y homogeneizadas. Principalmente el Clinker está compuesto por silicatos, aluminatos y alumenoferritos de calcio.

En la industria del cemento se consumen altos niveles de energía, siendo el principal factor de costo a la hora de su producción. En el proceso de fabricación se da emisiones del horno de cemento que provienen, primero de las reacciones físicas y químicas de las materias primas y segundo de la incineración de los Combustibles Fósiles.⁴

La Norma NTC 121, *Especificación de desempeño para cemento hidráulico*, actualizada en el año 2014, describe seis tipos de cemento los cuales se clasifican por desempeño y donde el objetivo primordial es garantizar la durabilidad del concreto y la versatilidad de manejo en las obras, además de ser mucho más amigable con el medio ambiente.

La NTC 121 permite las adiciones activas al cemento, las cuales pueden ser: puzolanas naturales y artificiales como las cenizas volantes o escorias de alto horno. Cada una le confiere diferentes características al cemento, pero en general, permiten que las mezclas sean más densas, más impermeables y que tengan mejores desempeños en estructuras sometidas a cargas exigentes en términos de durabilidad.⁵

Figura 1. Tipos de cemento Tequendama

⁴ CEMENTO. Definición y elaboración del cemento. Bogotá, [19 de agosto, 2018] [En línea] Disponible en Internet. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/def-y-elaboracion-cemento.pdf>

⁵ NTC 121. Tipos de cementos y características según NTC 121 Bogotá, [19 de Agosto, 2018] Disponible en Internet. <http://www.cetesa.com.co/tipos-de-cementos-y-caracteristicas-segun-ntc-121/>



Fuente. Cementos Tequendama, Productos. [En línea], 18/Octubre/2015, [Citado 18/ Octubre/2018], Disponible en Internet:
<http://www.cetesa.com.co/cemento-gris-tipo-ug/>

El cemento hidráulico tipo UG (Usos Generales) producido y comercializado por Cementos Tequendama, es utilizado en concreto y Morteros, prefabricado, pisos y Reparaciones

El cemento hidráulico tipo ART (Alta Resistencia Temprana) producido y comercializado por Cementos Tequendama, es utilizado en concreteras, prefabricados, concretos pretensados y postensados y concretos de muy alto desempeño

Cementos Conmemorativos para Cementos Tequendama el esfuerzo ha valido la pena, y la compañía trabaja arduamente para que el esfuerzo del día a día de los maestros, ferreteros y constructores colombianos también valga la pena. Por eso celebran el nuevo año con una edición especial de su empaque.

1.6.1.3 Fabricación. El cemento se fabrica generalmente a partir de materiales minerales calcáreos, tales como la caliza, y por alúmina y sílice, que se encuentran como arcilla en la naturaleza. En ocasiones es necesario agregar otros productos para mejorar la composición química de las materias primas principales; el más común es el óxido de hierro.

Las Calizas, que afortunadamente se presentan con frecuencia en la naturaleza, están compuestas en un alto porcentaje (más de 60%), de carbonato de calcio o calcita, (CaCO_3 , Cuando se calcina da lugar a óxido de calcio, CaO), e impurezas tales como arcillas, Sílice y dolomita, entre otras. Hay diferentes tipos de caliza y prácticamente todas pueden servir para la producción de cemento, con la condición de que no tengan cantidades del límite permitido, el concreto producido con el aumenta de volumen con el tiempo, generando fisuras y por lo tanto perdidas de resistencia.

Pizarra: Se les llama “pizarra” a las arcillas constituidas principalmente por óxidos de silicio de un 45 a 65%, por óxidos de aluminio de 10 al 15%, por óxidos de hierro de 6 a 12% y por cantidades variables de óxido de calcio de 4 a 10%.

La pizarra representa aproximadamente el 15% de la materia prima que formara el Clinker. Como estos minerales son relativamente suaves, el sistema de extracción es similar al de la caliza, solo que la barrenación es de menor diámetro y más espaciada, además requiere explosivos con menor potencia.

La arcilla que se emplea para la producción de cemento está constituida por un silicato hidratado complejo de aluminio, con porcentajes menores de hierro y otros elementos.

El yeso, sulfato de calcio hidratado, es un producto regulador del fraguado, que es un proceso de endurecimiento que del cemento, y lo que el yeso hace es retardar el proceso para que dé tiempo de agregarlo al final del proceso de producción.⁶

1.6.1.4 Transporte. La caliza una vez extraída y triturada se procede a su apilamiento para la pre homogenización mediante bandas transportadoras.

1.6.1.5 Pre homogenización. Este proceso permite reducir variaciones de composición química de las materias primas dentro del proceso.

1.6.1.6 Molienda y Formación del Crudo. El proceso continúa cuando la caliza es molida junto con la arcilla, arena ferrosa creando un polvo muy fino llamado crudo en el tamaño de partícula está en el orden de los 90 um. Al salir el crudo se almacena y se homogeniza en silos de concreto.

En la zona de clinkerización el crudo se calienta hasta 1450°C. Gracias a este calentamiento, el material sufre una transformación fisicoquímica y gracias a la temperatura se logra una fase líquida, la cual agiliza la reacción dando como resultado el Clinker. Este es el principal componente del cemento ya que le da sus características hidráulicas.

El Clinker que se obtiene a la salida del enfriador se muele junto con otros aditivos minerales como yeso y materiales puzolánicos. Estos materiales son la puzolana y la escoria extraída de las canteras. De esta manera se obtiene el cemento.

1.6.1.7 Normativas y Control de Calidad. Las normativas y el control son:

⁶ CEMENTO. Producción de cemento. Bogotá [25 de Septiembre, 2018] [En línea] Disponible en Internet. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/def-y-elaboracion-cemento.pdf>

✓ Control de la Calidad. Constan de un laboratorio que supervisa y monitorea constantemente el cemento que se produce desde la extracción de la caliza hasta su almacenamiento y envasado.

✓ Normas de Calidad. Cementos Tequendama recibió por parte el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación –ICONTEC- el Sello de Calidad NTC 121, un valioso respaldo a la calidad y seguridad de sus productos y una garantía para el consumidor final. La compañía recibió este reconocimiento por su absoluto cumplimiento de altos estándares de fabricación y control, lo que evidencia su utilización de sistemas eficaces y confiables.⁷

1.6.2 Marco conceptual. El siguiente es el marco conceptual:

1.6.2.1 Piedra caliza. Roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio.

1.6.2.2 Sílice. Material muy duro, que se encuentra en casi todas las rocas.

1.6.2.3 Hermatita. Mineral compuesto de óxido férrico.

1.6.2.4 Pizarra. Roca metamórfica

1.6.2.5 Clinker. Mezcla mineralógica sometida a altas temperaturas.

1.6.2.6 Ahorro de recursos. Al recuperar energía de los residuos, los CA ahorran combustibles fósiles convencionales y no renovables, contribuyendo así a la sustentabilidad de nuestro mundo.

1.6.2.7 Manejo de residuos. Los CA ofrecen a las comunidades y gobiernos locales una solución ordenada, final y ecológicamente responsable para disponer de residuos, evitando de forma efectiva el uso de los rellenos sanitarios y los retos higiénicos que los mismos plantean.

1.6.2.8 Desarrollo económico local. En muchos casos, la actividad económica relacionada con el desarrollo de la cadena de suministro de los CA fomenta la creación de valor y el empleo.

1.6.2.9 Mitigación del cambio climático. Los CA, en especial los combustibles derivados de la biomasa y la fracción del mismo que corresponde a los residuos domésticos, ayudan a reducir nuestra huella de CO₂ y a eliminar la emisión de este importante gas invernadero.

⁷ CEMENTOS TEQUENDAMA. Certificaciones cementos Tequendama. Bogotá [18 de Octubre, 2018], [En línea], Disponible en Internet. <http://www.cetesa.com.co/certificaciones/>

1.6.2.10 Posibles beneficios ambientales a nivel local. Muchos CA han demostrado que reducen también otras emisiones de los hornos, especialmente el óxido de nitrógeno (NOx), mejorando así la calidad del aire local.

1.7. METODOLOGÍA

1.7.1. Tipo de estudio. Metodología exploratoria; señala el estado actual de la producción del cemento en Cementos Tequendama, y sus posibles impactos en cuanto al poco uso de Combustibles Alternos. A través de este método se busca establecer el registro del impacto y el resultado actual de la producción del Cemento.

Además, en el desarrollo de la investigación, se valida el mejoramiento del impacto con la optimización en la producción del mismo. El enfoque metodológico de la investigación está basado en el método exploratorio, buscando alternativas para la mayor producción en tiempos óptimos de aprovechamiento de los recursos.

Este método cualitativo, amplía el campo de investigación, que permite comparar la producción del cemento actual, respecto a la adaptación para mejoras en sus procesos.

1.7.2. Fuentes de información. Dos tipos de fuentes informativas dan apoyo al proyecto:

1.7.2.1. Primarias. Documentos internos, estudios realizados, entrevistas con directivos y administrativos

1.7.2.2. Secundarias. Documentos y publicaciones relacionadas con producción cementera, textos y artículos de interés enfocados a mejoras en los procesos de producción

2. DIAGNOSTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CEMENTO EN CEMENTERA TEQUENDAMA

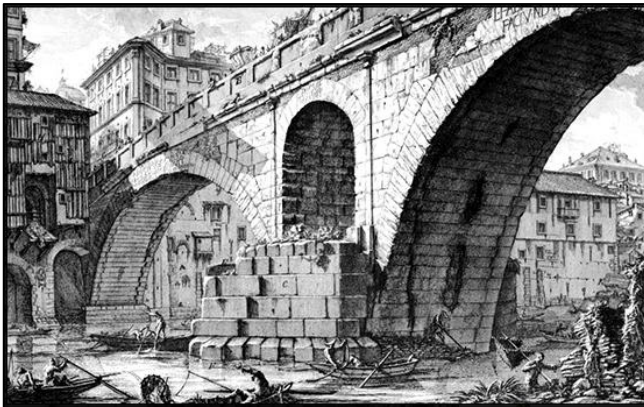
2.1 CONTEXTO DE LA PRODUCCIÓN DE CEMENTO

Antes de hablar sobre el comienzo del cemento en Colombia se deben conocer sus orígenes en la historia, para eso es necesario remontarse a los romanos, que en los registros históricos fueron los primeros en utilizar el primer concreto el cual estaba echo de ladrillo embutido el cual combinaban con una mezcla de masilla de cal con polvo de ladrillo o ceniza volcánica.

A la hora de cimentar, incorporaban piedra y concreto para construir caminos, acueductos, templos y palacios, adicionalmente los romanos antiguos utilizaban losas de concreto para grandes estructuras públicas como por ejemplo el coliseo y el Partenón. A partir de esto los romanos empezaron a utilizar nuevas técnicas innovadoras para manejar el peso del concreto, aligerando las estructuras de mayor tamaño, para esto encajaban a menudo tarros de barro vacíos en las paredes o de lo contrario utilizaban barras de metal como refuerzos en el concreto, esto se realizaba cuando hacían techos estrechos sobre los callejones.

Se puede observar que hay estructuras de la antigua roma que conservan su estado original desde su creación hasta la actualidad, por ejemplo, El puente de Fabricio siendo el más antiguo de Roma y el que mejor se conserva desde la época del Imperio Romano.

Figura 2. Puente Fabricio



Fuente. MYROUTE. La Ciudad del Imperio. Bogotá, [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet <
[URL:https://www.google.com/search?q=puente+fabricio+roma&source>](https://www.google.com/search?q=puente+fabricio+roma&source>)

Figura 3. Puente Fabricio actualizado



Fuente. Blog Víctor Yepes. El puente romano más antiguo de Roma. Bogotá, [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet: <https://www.google.com/search?q=puente+fabricio+roma&source>

A partir de ese momento se emprendieron innumerables avances por los que pasaría este material y para las industrias que lo producen, por eso no es de extrañar que en la actualidad siga siendo utilizado este material por la industria de la construcción y se considere uno de los materiales más duradero ya que puede perdurar más de 100 años.

Los expertos aseguran que el material es resistente al fuego, al viento, a la corrosión, a las plagas y no se pudre, lo que garantiza su durabilidad y disminuye la necesidad de reemplazarlo, lo cual genera menos desechos y menos contaminación.

A pesar de que la historia del cemento es muy antigua, en Colombia se empezó a hacer uso por primera vez del cemento hasta el año 1910, después de que se inaugurara la primera fábrica cementera en el país en 1909 la cual sería conocida como Cementos Samper. La edificación fue conmemorativa de la exposición industrial de ese año ya que fue la primera fábrica en ser construida con ese material.

Figura 4. Fábrica de Cementos Samper



Fuente. ELESPECTADOR. Fábrica de Cementos Samper. Bogotá, [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet:

<https://www.google.com/search?q=fabrica+de+cementos+samper&source=>

Para producir el cemento se realizaron las primeras explotaciones de caliza en la región de Siberia – Occidente de Bogotá D.C., en esta época se empleaban herramientas tales como: el pico, la pala, la pólvora y el azadón, ya que era las únicas que se utilizaban en el momento; con el tiempo, el desarrollo de las obras en la infraestructura de Colombia fue aumentando, así mismo como la industria cementera la cual empezó a importar mercancía dentro del país y a crear maquinarias especiales para dar respuesta a la evolución que en ese momento el país estaba viviendo.

El impacto fue tan grande que treinta (30) años después de que se fundara la primera fábrica de cemento, la demanda de este producto empezó a aumentar, así mismo como el gremio cementero del país y a partir de ese momento nuevas plantas abrieron sus puertas, empezando por Cementos Argos el cual hizo su aparición en 1936, creando una sede en Antioquia; Al principio su fábrica contaba con una capacidad instalada de apenas 950 toneladas al día.⁸

⁸ELTIEMPO. USO DEL CEMENTO EN COLOMBIA. Bogotá, 20 Septiembre 2018, [En línea], Disponible en Internet: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-4116999>

Figura 5. Cementos Argos



Fuente. ARGOS. Historia cementos Argos. Bogotá, [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet: <https://www.google.com/search?q=Surge+la+Compa%C3%B1a+de+Cementos+Argos&source>

Figura 6. Primera Fabrica Cementos Argos



Fuente. ARGOS. Historia cementos Argos. Bogotá, [18 de Octubre de 2018], [En línea], Disponible en Internet: <https://www.google.com/search?q=primera+fabrica+cementos+argos&source>

Argos extendió su iniciativa industrial a lo largo de Colombia en los siguientes años, fundando en la década de los años 30 en sociedad con empresarios locales, a cementos del valle y cementos del caribe.

Figura 7. Planta Yumbo Argos



Fuente. ARGOS. Evolución de Argos. Planta Yumbo. Bogotá, [18 de Octubre de 2018], [En línea], Disponible en Internet: <https://www.google.com/search?biw=1242&bih=597&tbm=isch&sa=1&ei=LrCxW9XIAcyVzwL99JnYDw&q=planta+yumbo+argos&oq>

Luego adquirió y fundo otras empresas cementeras como Cementos el Cairo, Cementos Nare, Col Clinker, Tol cemento, Cementos Rio claro y Cementos Paz del Rio, para finalmente hacer una fusión de todas ellas en el año 2005, bajo la etiqueta de Cementos Argos.

Figura 8. Planta Nare



Fuente. ARGOS. Comercialización primer saco de Cemento. La Planta Nare, Bogotá, [18 de Octubre de 2018], [En línea], Disponible en Internet: <https://www.google.com/search?biw=1242&bih=597&tbm=isch&sa=1&ei=ILGxW5uqGo21zwKu7Lq4Bw&q=sacos+de+cemento+argos&oq>

Figura 9. Planta Cairo



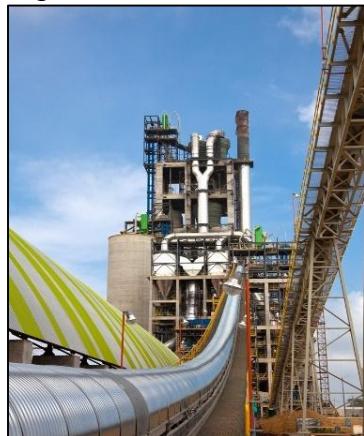
Fuente. FOURSQUARE. Argos, precursor del mercado Cementero. Bogotá, [18 de Octubre de 2018], [En línea], Disponible en Internet: <https://www.google.com/search?q=planta+cairo&source=>

Figura 10. Planta ToluViejo



Fuente. ARGOS. Viabilidad técnica del uso del carbón. [18 de Octubre de 2018], [En línea], Disponible en Internet: <https://www.google.com/search?biw=1242&bih=553&tbm=isch&sa=1&ei=rbKxWrlKevL5gLfqKOADQ&q=planta+toluviejo&oq=>

Figura 11. Planta Col Clinker



Fuente, ARGOS. Planta Col Clinker. [18 de Octubre de 2018], [En línea], Disponible en Internet: <https://www.google.com/search?q=planta+col+clinker&source=>

Figura 12. Planta Rio Claro



Fuente, ARGOS. Argos hará cementos con llantas usadas. [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet: <https://www.google.com/search?biw=1242&bih=553&tbm=isch&sa=1&ei=rbKxW-rIKevL5gLfqKOADQ&q=planta+rioclaro&oq>

Figura 13. Cementos Paz del Rio



Fuente. ARGOS. Se adquiere Cementos Paz del Río. [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet.: <https://www.google.com/search?biw=1242&bih=597&tbm=isch&sa=1&ei=GTTRW8X5LOOg5wLC9ralCA&q=cementos+paz+del+rio&oq>

Pero Cementos Argos no fue la única que inicio en el mercado, Cementos del Valle S.A. se posiciono en el mercado el año 1941, y en el año 1943 se crearon las Cementeras Mármoles y Cementos Nare S.A., ese mismo año en Bucaramanga se abrió una sede llamada Cementos Portland Diamante, luego en Barranquilla se fundó Cementos del Caribe S.A., y también estaba en el mercado Cementos Hércules S.A., entre otras.

Para el año 1947 era tan alta la demanda del cemento en las construcciones que Cementos Samper importo un inmenso horno desde Dinamarca, el cual era capaz de procesar 500 toneladas de cemento diarias. Tan importante fue la llegada de esa máquina en Colombia que la Asociación Colombiana de la Industria del concreto (Asocreto) registra el esfuerzo que implico transportar esa maquinaria al interior del país. Según los registros de la misma, se utilizó un transbordador

especial que tuvo que navegar el río Magdalena y numerosos puentes del país tuvieron que ser reforzados para que aguantaran tanto peso; de esta forma fue creciendo y se iba marcando historia gracias al concreto en el país, por ejemplo, varios pueblos como Apulo (Cundinamarca) crecieron circundando a las compañías cementeras.

En el año 1955 se fundó y empezó a funcionar Cementos Boyacá también conocidos como Holcim de Colombia, siendo actualmente una de las empresas especializadas y líderes a nivel mundial. Las industrias del cemento siguieron multiplicándose al mismo tiempo que crecían las construcciones en el país, Iniciando en el mercado Cementos Especiales LTDA., en el año 1958, seguidos por Cementos Caldas S.A., en el año 1961 iniciando con una capacidad de producción de 10 toneladas diarias y más o menos 3.650 toneladas anuales, que con el tiempo alcanzó una producción de 1.746.000 Toneladas anuales para la década de los 60.

A partir de la década de los 80 se divide la historia del cemento, Según Charlie Dewilde, gerente de producción de Cemex Colombia y uno de sus funcionarios más antiguos en la compañía, comenta que todavía recuerda el día en el que, de los hornos de la empresa (En ese entonces Cementos Samper) salió la primera pepa de Clinker. Eso fue el día 2 de abril del año 1982 siendo las 8:30 p.m., Dewilde llevaba muchos meses de experimentación y casi 48 horas sin dormir. Gracias a este hallazgo se cambia completamente la forma de producir cemento, Dewilde comenta “Antes se fabricaba por vía húmeda y pudimos hacerlo en seco; así logramos consumir menos energía térmica, generar menos emisiones contaminantes y crear un producto más duradero que los anteriores”. Y asegura que “Colombia ha hecho un avance muy importante en esto y por eso el cemento colombiano, hoy supera a los europeos en resistencia. Nosotros, la industria colombiana en general, hacemos cementos mejores que el corriente”.

Por eso, no es de extrañar que hoy empresas como Cemex, que en Colombia tiene una capacidad de producción anual de 4.8 millones de toneladas de cemento, tenga clientes en América, Europa, África, Medio Oriente y Asia. Al igual que otras industrias nacionales como Argos que se fue expandiendo hasta convertirse hoy en día en el cuarto productor de cemento más grande en América Latina y con inversiones en Panamá, Haití y República Dominicana, así mismo, es el sexto productor de concreto más grande en los Estados Unidos. No podemos olvidarnos de Holcim, que, por su parte, es la primera compañía a nivel mundial que provee de materiales básicos para la construcción a 70 países. En Colombia cuenta con una planta de cemento, 12 de concreto y 2 de agregados.

Ahora surge la pregunta ¿cómo fue que Cemex logro posicionarse en los primeros puestos de las industrias cementeras a nivel mundial? Para dar respuesta a lo anterior, se tiene que empezar desde sus orígenes en el año 1906 cuando Cemex es fundado con la apertura de la planta de cementos Hidalgo en el norte de

México, duplicando su capacidad de producción en la misma planta hasta alcanzar las 66.000 toneladas anuales en el año 1909, gracias a la revolución mexicana en el año 1912 Cemex suspende la producción por la falta de energía eléctrica, vías de comunicación y recursos humanos impidiendo que la compañía continúe con su distribución de cemento.

En el año 1919 Cemex reinicia la producción parcial en la planta de Cementos Hidalgo a pesar del ambiente político y económico por el que pasaba México en ese momento, ya para el año 1920 Cementos Portland Monterrey inicia operaciones de producción anual de 20.000 toneladas. Utilizando el primer Horno en la planta, de tipo largo de un solo paso y de proceso seco, este horno utilizaba la tecnología más moderna de esa época, esta marca de cemento satisfacía la demanda del Noreste de México.

En febrero del año 1921 Cemex reanuda completamente su producción total en la planta de cementos Hidalgo. En el año 1930 instalan el segundo horno en la planta de Monterrey incrementando en un 100% su capacidad de producción para satisfacer la demanda del Noreste de México. En el año 1931 Cementos Hidalgo y Cementos Portland Monterrey se fusionan para formar Cementos Mexicanos S.A.

En el año 1943 La planta de monterrey de Cemex aumenta su capacidad de producción a 250 toneladas, en el año 1948 Cemex logra su capacidad de producción de 124.000 toneladas, cuadruplicando la cantidad de cemento que producía en el año 1906, en el año 1951 la planta de monterrey ya con una capacidad de 300 toneladas diarias inicia operaciones con el cuarto horno.

En el año 1956 Cemex conmemora 50 años de impulsar la industria de la construcción en México; se expande la planta de Monterrey en el año 1959 vendiendo 230.420 toneladas de cemento gris y 14.692 toneladas de cemento blanco en el año. En el año 1960 la planta de Monterrey de Cemex incrementa su capacidad diaria a 500 toneladas diarias, Cemex adquiere la planta de cementos Maya en Mérida en el año 1966 satisfaciendo la demanda del sur de México a través de la marca de cemento Portland Maya.

En ese mismo año Cemex inicia producciones en su nueva plata Valles, la cual atiende las necesidades de la región Huasteca en México con la marca de Cemento Portland Valles, en el año 1967 inicia producciones con su nueva planta de cemento Torreón a través de las marcas de Cemento Portland Puzolana Monterrey y Cementos Portland Monterrey para satisfacer la creciente demanda en el noreste de México. La planta Torreón de Cemex inicia producciones con su segundo horno en el año 1971, este horno cuenta con un precalentador de dos etapas tiene una capacidad diaria de producción de 1.250 toneladas.

Las plantas de Monterrey y Mérida de Cemex inician producciones en sus nuevos hornos en el año 1972, estos hornos cuentan con precalentador de dos etapas y

cada uno produce aproximadamente 1.250 toneladas diarias de cemento, Cemex adquiere la planta de Cementos Portland del Bajío en la región central de México en el año 1973, en el año 1974 la planta de Monterrey de Cemex inicia producciones en su octavo horno, con una capacidad instalada de 1.300 toneladas diarias, este horno presenta un precalentador de cuatro etapas y un precipitador electroestático.

Cemex inicia su cotización en la bolsa Mexicana de Valores y con la adquisición de cementos Guadalajara, se convierte en el principal productor de cemento en México en el año 1976. Las plantas Monterrey y Mérida de Cemex inician producciones con su noveno y segundo horno respectivamente en el año 1978, gracias a los hornos se cuenta con una capacidad de 1.300 toneladas diarias, ayudando a cumplir con la creciente demanda en las regiones del Sur y Noreste de México, en el año de 1979 las plantas Torreón y Ensenada de Cemex inician producciones en su tercer horno, con una capacidad instalada de 1.300 toneladas por día, cada horno usa un precalentador de cuatro etapas.

Con una capacidad de producción instalada de 2.200 toneladas por día, un nuevo horno inicia operaciones en la planta Valles de Cemex en el año 1981, en el año 1982 las plantas Torreón y Monterrey de Cemex inician producciones de su décimo y cuarto horno, correspondientemente, este año representa un importante avance tecnológico para la compañía gracias a los precalentadores de cuatro etapas y los precalcinadores de estos hornos, ya que facilitan la descarbonatación de hasta un 90% de la materia prima y una reducción en la dimensión del horno, permitiendo un ahorro en las instalaciones y refacciones, cada planta cuenta con una capacidad de producción de 2.200 toneladas diarias.

La planta de Guadalajara de Cemex inicia operaciones con su cuarto horno en el año de 1983, este horno tiene una capacidad de producción instalada de 2.200 toneladas diarias y cuenta con precalentador de cuatro etapas y precalcinador, en el año 1985 por primera vez, las ventas de Cemex exceden los 6.7 millones de toneladas de cemento y Clinker y el millón de toneladas en tres de sus plantas Cementera las cuales son: Monterrey, Guadalajara y Torreón; En ese mismo año Cemex decide desinvertir en activos no relacionados con la industria cementera y decide enfocarse en la cadena de valor del cemento; así mismo en ese año Cemex alcanza en exportaciones anuales, las 574 mil toneladas de cemento y Clinker.

La planta Huichapan inicia operaciones en el año 1986, con la más avanzada tecnología cementera, esta planta distribuye cemento a constructores en la región central de México, contando con una capacidad de producción anual de más de 1 millón de toneladas de cemento. Ese mismo año Cemex consolida sus esfuerzos de exportación mediante conversaciones con empresas cementeras norteamericanas, en el año 1987 Cemex adquiere Cementos Anáhuac y envía sus primeros equipos de integración post-adquisición para consolidar las nuevas

operaciones; también en ese mismo año Cemex implementa su sistema satelital de comunicaciones CEMEXNet, con el fin de conectar todas las instalaciones de la compañía.

En el año 1989 Cemex se convierte en una de las diez compañías cementera más grandes del mundo al adquirir Cementos Tolteca, el segundo productor más grande México. Ya para el año 1992 Cemex inicia su expansión en el mercado europeo con la adquisición de Valencia y Sansón, las dos compañías cementeras más grandes de España y ese mismo año Cemex establece a Neoris anteriormente conocido como Cemtec, proveedor interno de servicios de tecnología de información.

En el año 1994 Cemex inicia operaciones en Sudamérica al adquirir Vencemos, la compañía cementera más grande de Venezuela, también inicia operaciones en Centroamérica al adquirir Cemento Bayano en Panamá, Cemex expande sus operaciones al adquirir Balcones, una cementera en Estados Unidos, ese mismo año inicia su estrategia de uso de combustibles alternos utilizando coque de petróleo en sus plantas, así mismo establece formalmente su programa de eco eficiencia, piedra angular de su estrategia para el desarrollo sustentable.

En el año 1995 se establece en la región del caribe al adquirir Cementos Nacionales, la compañía cementera líder en República Dominicana. En el año 1996 Cemex se convierte en la tercera compañía cementera más grande del mundo al adquirir Cementos Diamante y Cementos Samper en Colombia. En el año 1997 Cemex inicia operaciones en Asia con la adquisición de Rizal Cement en Filipinas, en 1999 adquiere APO Cement en Filipinas e incrementa su inversión en Rizal Cement.

Ese mismo año empiezan las operaciones en África al adquirir Assiut Cement Company, uno de los productores líder de cemento en Egipto, así mismo Cemex refuerza su presencia en Centroamérica y el caribe al adquirir Cementos del pacífico, la cementera más grande de Costa Rica. Ese mismo año inicia la cotización de Cemex en la Bolsa de Valores de New York bajo el símbolo de pizarra "CX".

Ya para el año 2000 se convierte en el productor de cemento más grande de Norteamérica al adquirir Southdown Inc, en los Estados Unidos. Adicionalmente la compañía lanza CEMEX Way, siendo una iniciativa para identificar, incorporar y ejecutar en forma estandarizada las mejores prácticas a través de toda la organización. Cemex en el año 2001 incrementa su presencia en Centroamérica iniciando operaciones en Nicaragua, así mismo Cemex fortalece su presencia en el mercado asiático al adquirir Saraburi Cement Company en Tailandia. Cemex empieza a incorporar el servicio al cliente en línea, permitiéndoles hacer pedidos, comprar productos y tener acceso a diversos servicios electrónicamente.

Para el año 2002 Cemex consolida su posición en el Caribe al adquirir el Puerto Rican Cement Company. En el 2003 establece su proceso de abastecimiento global y abre una oficina para negociaciones internacionales, en el 2005 duplica su tamaño con la adquisición de RMC, sumando operaciones en 20 países adicionales, principalmente en Europa. En el 2012 Cemex Colombia cambia su enfoque de compañía pasando de ofrecer solo productos para la construcción, a poner en el mercado soluciones integrales, entre las que se encuentra un completo portafolio de productos enfocados en usos bajo la marca Cemex, ese mismo año lanza al mercado la oferta de acciones que subsidiara Cemex Latam Holdings S.A., que comienza a cotizar en la bolsa de valores de Colombia el 16 de noviembre del mismo año.

Por otra parte Cementos Tequendama es una marca colombiana de cementos, que inicio en el mercado a mediados del año 2000 cuando emprendió la realización de estudios de pre factibilidad, el cual consistió en realizar una breve investigación sobre el marco de factores que podían llegar a afectar su proyecto y los aspectos legales dentro de la industria cementera del país. Ya para el año 2002 empezaron hacer pruebas de cementos y procesos químicos, una vez obtuvieron los resultados esperados buscaron terrenos que cumplieran con las características requeridas para hacer pruebas piloto, en el año 2006 definieron los recursos de la compañía para encontrar el mejor equipo industrial e iniciar con la segunda fase del proyecto, que, con la ayuda de un gran equipo de trabajo se iniciaría con el montaje de la planta.

Hacia el año 2008 Cementos Tequendama inicia operaciones con la confianza de llevar al mercado colombiano un producto que cumpliera con los más altos estándares de calidad, en el 2014 cemento Tequendama inaugura el nuevo horno, poniendo en funcionamiento la línea de producción de Clinker más moderna del país y una de las más innovadoras de latino América, gracias a este horno se aumentó la producción de cemento en Colombia.

En el año 2015 la compañía presenta la renovación de la imagen e invita a sus clientes a ser parte de la construcción, en el año 2016 gracias a los avances de esta cementera cien por ciento colombiana en tan poco tiempo, recibió el sello de calidad, lo cual es un valioso respaldo a la calidad, a la seguridad de sus proyectos y a la garantía para el consumo final, por parte del instituto colombiano de normas técnicas y certificación, Icontec.

En el año 2017 cementos Tequendama enmarca dentro del proceso de mejora continua la certificación en ISO 9001 e ISO 18001

2.2 PROCESO PRODUCTIVO – CEMENTOS TEQUENDAMA

El proceso de producción nace a partir del consumo de agua y sus extracciones de este recurso hídrico realizadas cerca del nacimiento del río Bogotá, así mismo la extracción de la piedra caliza que obtienen en minas ubicadas en Cundinamarca y Boyacá, con extracción técnica que controla emisiones de ruido y son llevadas a una trituradora que las adapta para transportar a la planta de producción, al llegar al patio de almacenamiento, las materias primas son sometidas a un proceso riguroso de control de calidad, que utiliza filtros auto limpiantes mediante tecnologías para mezclar de forma proporcional todos los materiales en un proceso de pre homogenización, allí las calizas y demás elementos se almacenan continuamente por capas con una capacidad de 15 mil toneladas, esto depende de la uniformidad del material.

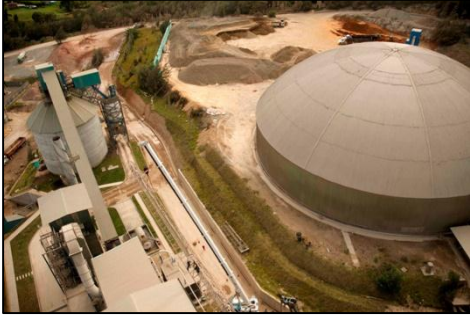
Con la molienda de harina empieza la fase de producción allí se dosifican los materiales a moler de acuerdo con las características químicas, posteriormente son molidos reduciendo su tamaño y procediendo a secarlos para conseguir la harina negra con tamaño adecuado para el proceso de homogenización, utilizan un dosificador coriolis para dosificar la harina negra que se va a alimentar en el horno, luego va a un amasador donde le agregan 12% a 14% de agua, que le permite en el plato nodulizador hacer nódulos con diámetros de 5 a 10 mm, con los que se alimenta el horno para la clinkerización.

El Clinker entra en proceso de molienda, donde se mezcla con yeso, caliza y otros materiales hasta obtener el cemento conocido como portland, por su similitud al cemento endurecido parecido a una piedra londinense con el mismo nombre. La producción finaliza con el empaque del cemento en bolsas de 50 kg o despachado en camiones cisterna para despacharlo a empresas comercializadoras de materiales para construcción. Estricto control al ruido a través de 26 silenciadores, cuentan con eficiente manejo de residuos sólidos y líquidos

La calidad es prioridad contando con personal de alta calidad para inspeccionar las MP, el material en proceso y el producto terminado. Un equipo de fluorescencia de rayos x para hacer el análisis químico, un serigrafo que controla la distribución granulométrica del cemento, y un microscopio, para establecer la composición mineralógica del cemento, etc.

Cementos Tequendama maneja el siguiente proceso de producción; primero se empieza por una pre homogenización en un domo circular de 60 metros de diámetro, el cual contiene un sistema integral que almacena el material, lo apila y mezcla los diferentes tipos de caliza, de este modo que garantiza la uniformidad de contenido en el producto final (véase la Figura 14).

Figura 14. Domo circular Cementos Tequendama



Fuente. CEMENTOS TEQUENDAMA. Domo circular de cementos Tequendama [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet: <http://www.cetesa.com.co/nuestra-tecnologia/>

A continuación, el material pasa por la banda transportadora en donde se traslada gracias a las bandas que posee, haciendo esto se optimizan los tiempos y movimientos, con el fin de continuar a la siguiente etapa, la cual es el dosificador de materias primas, él material se conducen al gammametrix que tiene por función evaluar la composición química de la materias primas esto se calcula cada minuto y cada cinco minutos realiza las correcciones, recalculando la velocidad de cada una de las bandas transportadoras del dosificador de materias primas (véase la Figura 15).

Figura 15. Banda transportadora Cementos Tequendama



Fuente. CETESA. Banda transportadora de cementos Tequendama [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet: <http://www.cetesa.com.co/nuestra-tecnologia/>

Figura 16. Banda dosificadora Minerales



Fuente. CETESA. Banda dosificadora minerales de hierro de cementos Tequendama [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet: <http://www.cetesa.com.co/nuestra-tecnologia/>

A continuación, se pasa a la molienda de crudo, en esta fase se muele, se seca, se clasifica por tamaño y se homogeniza las materias primas del material que se va a transformar en Clinker, este material es cargado y dosificado a través de un alimentador de sello triple clapeta (véase la Figura 17).

Figura 17. Triple Clapeta



Fuente. CETESA. Triple clapeta de cementos Tequendama. [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet: <http://www.cetesa.com.co/nuestra-tecnologia/>

Posteriormente, se pasa a la torre de precalentamiento, en esta fase los materiales van ascendiendo hasta llegar al calcinador, en donde se alcanza una temperatura cercana a los 900 grados centígrados, para luego pasar al ciclo y de allí pasar al horno rotatorio horizontal (véase la Figura 18).

Figura 18. Torre de precalentamiento



Fuente. CETESA. Torre de precalentamiento de cementos Tequendama [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet: <http://www.cetesa.com.co/nuestra-tecnologia/>

Para elaborar el Clinker, el material ingresa a un horno horizontal de 36 metros de longitud por 3.15 metros de diámetro, donde se calienta a una temperatura de 1.400 grados centígrados, gracias a esto se completa el proceso de obtención de Clinker (véase la Figura 19).

Figura 19. Horno Horizontal



Fuente. CETESA. Horno horizontal de 36 mts de longitud x 3.15 mts de diámetro [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet: <http://www.cetesa.com.co/nuestra-tecnologia/>

Para la molienda de cemento se pasa por dos fases, la primera es una pre molienda la cual pasa por el roller press y el desaglomerador, lo cual sirve para compactar el material por medio de dos rodillos de los cuales uno es fijo. Ya en la molienda el material fino desaglomerador va al molino de bolas, entrando a la primera cámara por medio de un dispositivo en forma de espiral para realizar la

acción de trituración del material, posteriormente, pasa a la segunda cámara por acción de las bolas y placas en forma de onda para convertirse en polvo (véase la Figura 20).

Figura 20. Desaglomerador



Fuente. CETESA. Desaglomerador de cementos Tequendama [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet: <http://www.cetesa.com.co/nuestra-tecnologia/>

Por ultimo para empacar el cemento se pasa el material por medio de la empacadora el cual ya tiene incorporados los sacos vacíos en una de las ocho boquillas de cada empacadora, la cual suministra la cantidad de cemento requerida, cuando la cantidad se alcanza la maquina suelta el saco a una banda transportadora que lo lleva a un vibrador con el fin de eliminar el aire contenido, se verifica nuevamente el peso, en caso tal de que no cumpla con lo requerido el saco ingresa por el descarta sacos, de lo contrario continua para ser marcado con la fecha de vencimiento y enviado a la línea de cargue (véase la Figura 21).

Figura 21. Empacadora de Cementos



Fuente. CETESA. Empacadora de cementos Tequendama [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet: <http://www.cetesa.com.co/nuestra-tecnologia/>

De manera general se presenta a continuación el diagrama de proceso, el cual resume las etapas y actividades principales que hacen parte del cumplimiento para el producto final.

El cemento es la base productiva, es fabricado a partir del área de operaciones para la venta directa a sus respectivos clientes o el uso del mismo en áreas como Concreto Premezclado y Proyectos Especiales (véase la Figura 21).

Figura 22. Diagrama de proceso productivo de cemento

Fuente. El Autor

2.3 COMPORTAMIENTO DE FACTORES DE PLANTA EN EL PROCESO

Los insumos más determinantes en el proceso de la producción del cemento son Gas, Carbón, ACPM, energía eléctrica, capital de trabajo, repuestos y flete (transporte de materia prima y producto terminado). El constante incremento del sector petrolero está afectando los insumos primordiales para la producción del cemento, por tanto el sector genera un constante incremento en los precios del producto final.

2.3.1. Factor material. Las materias primas para la elaboración del cemento son:

2.3.1.1 Caliza. La cual es una piedra que se extrae por explotación controlada en minas. Estas rocas son posteriormente molidas hasta llegar al tamaño requerido. Es la principal materia prima para la elaboración del cemento (véase la Figura 23).

Figura 23. Piedra caliza



Fuente. GEBR. Producción simultánea de polvo de piedra caliza y granos, Disponible en: <https://www.gebr-pfeiffer.com/es/aplicaciones/piedra-caliza/>

2.3.1.2 Arcilla. Producto natural que proviene de la descomposición de minerales de aluminio. Tiene una participación pequeña en el proceso, sobre todo en los costos, pero su explotación es importante (véase la Figura 24).

Figura 24. Arcilla



Fuente. ARKIPLUS. Arcilla, [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet. URL<
<<http://www.arkiplus.com/arcilla>>

2.3.1.3 Yeso. Es un mineral muy común compuesto de sulfato de calcio deshidratado, también una roca sedimentaria de origen químico. La función primordial del yeso es controlar el tiempo de fraguado, esto es un factor importante para la calidad del cemento. Se extrae de una piedra natural, mediante deshidratación (véase la Figura 25).

Figura 25. Yeso



Fuente. WORDPRESS. Yeso, [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet:
<https://materialesyaplicaciones.wordpress.com/yeso/>

2.3.1.4 Escoria y Puzolana. Son materiales que constituyen el principal aditivo en el proceso de fabricación, sus cualidades (hidráulicas y conglomerantes) hacen que al mezclarse con el Clinker haya una reacción física que infliere en el volumen, lo que aumenta la capacidad de producción de las plantas cementeras (véase la Figura 26).

Figura 26. Escoria y Puzolana



Fuente. Cementos Hidráulicos Adicionales, [18 de Octubre de 2018], Disponible en Internet: <http://notasdeconcretos.blogspot.com/2011/04/cementos-hidraulicos-adicionales.html>

2.4 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LOS CEMENTOS

Dentro del cemento, existen dos tipos de componentes en su composición normalizada, el principal compuesto por material inorgánico, seleccionado a partir de la denominación del cemento, y el minoritario, que es cualquier componente usado en el proceso con proporción inferior al 5% en masa, respecto a la suma de todos los componentes principales y minoritarios, a partir de esto, se muestran las materias primas y los componentes del cemento (véase el Cuadro 2).

El Cemento y el Clinker están compuestos por:

2.4.1 Clinker (K). Material hidráulico que se obtiene por medio de una mezcla de materias primas. Tiene las siguientes especificaciones:







- ✓ $(CaO)/(SiO_2) \geq 2,0$
- ✓ $MgO \leq 5,0\%$
- ✓ $3CaO.SiO_2 + 2CaO.SiO_2 \geq \frac{2}{3}$

Cuadro 2. Componentes de los cementos

COMPONENTES	PORCENTAJE	FUNCIÓN
Óxido de silicio (SiO₂) 		Es un compuesto de silicio y oxígeno, llamado comúnmente sílice. Es uno de los componentes de la arena, le da forma natural como cuarzo
Silicato tricálcico	De 40% a 60%	Da altas resistencias iniciales al cemento y después presenta una elevación de la misma muy lenta.
Silicato bicálcico	De 20% a 30%	Da pocas resistencias al cemento en los primeros días, pero luego las va desarrollando progresivamente hasta alcanzar al silicato tricálcico.
Alúmina (Al₂O₃) 		El óxido de aluminio existe en la naturaleza en forma natural de corindón (Mineral compuesto de óxido de aluminio, de color variable y extraordinaria dureza) y de esmeril (Mineral muy duro usado para hacer polvo abrasivo).
Aluminato tricálcico	De 7% a 14%	Confiere resistencia, aumenta la temperatura de maduración y absorbe el agua.
Óxido de hierro (Fe₂O₃) 		También conocido como Óxido férrico o trióxido de hierro, aparece en el metal tras su exposición al aire durante un tiempo.
Ferrito aluminato tetracálcico	De 5% a 12%	Actúa como fundente, adicional se debe realizar una mezcla homogénea entre el cemento y el óxido de hierro, para evitar problemas como levantamiento de la pasta luego de aplicada
Óxido de calcio (CaO) 		Conocida también como cal viva o simplemente cal. Este producto se obtiene a partir de la calcinación de las rocas caliza o dolomías.
Carbonato de calcio (CaCO ₃)	De 10% a 35%	Se activa al agregar agua, se convierte en una masa de alta resistencia que al secar toma una consistencia muy dura.
Óxido de Azufre (SO₃) 		En condiciones normales es un sólido incoloro de textura fibrosa, pero en condiciones estándar (25°C y 1 atm) es un gas, en el Clinker es un componente minoritario ya que al llegar a la zona de sinterización dicho sulfato se descompone dando Cao y SO ₃ , cuando vuelve a entrar en el circuito de los gases, una parte de CaSO ₄ sale con el Clinker.
Sulfato de calcio (CaSO ₄)	De 2% a 10%	De 2% a 4%: si su valor es menor el fraguado es más rápido, si su valor es mayor es más lento el fraguado.
		De 6% a 10%: su valor es igual, inhibe en el proceso de fraguado.
		De 4% al 4.5%: si su valor es mayor, no produce el efecto de expansión en el SO ₃ , de acuerdo a la finura del cemento.

Fuente. El Autor

Cuadro 3. Componentes de los cementos y sus reacciones

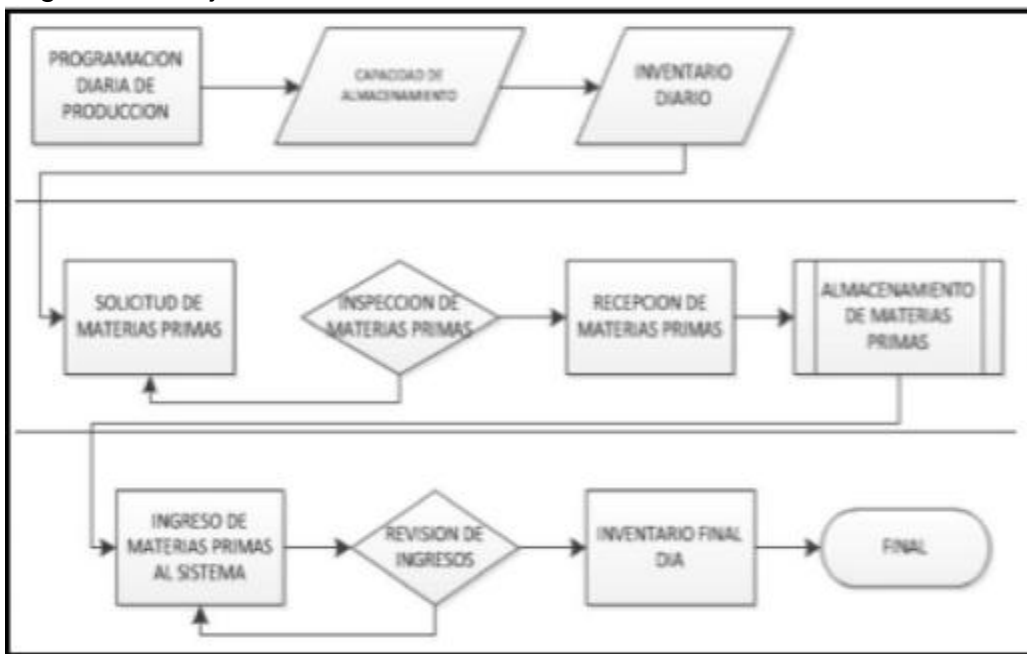
COMPONENTES	PORCENTAJE	FUNCIÓN
Oxido de magnesio (MgO)		Se forma por la reacción redox en una pila alcalina: $2 \text{MnO}_2 + \text{ZnO} \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{ZnO}$
Trióxido de magnesio 	De 3% a 5%	No tiene un significado especial en las propiedades del cemento, salvo en su colaboración, que tiende a ser marrón si su valor en % pasa el 3%, pero si se pasa del 5% disminuye su resistencia a largo plazo.
Reacción de Alcalis (Na₂O, K₂O)  		Se manifiesta en el concreto cuando los álcalis (sodio y potasio) presentes en el cemento o de forma externa reaccionan con ciertos agregados reactivos silíceos. Dependiendo del tiempo, la temperatura y tamaño de las partículas, empiezan a atacar a los minerales silíceos en el agregado de los hidróxidos alcalinos, derivados del álcalis en el cemento, formando un gel de álcalis y silicato que altera el entorno en el agregado. Este gel empieza a hincharse absorbiendo agua e incrementando su volumen, la expansión provoca deterioro en la pasta de cemento en la parte externa y probables daños internos, donde se verán afectados y comprometidos los elementos estructurales debido a su desarrollo de presiones internas. Como resultado de la reacción química, se producirá una propagación de microfisuras en un periodo de tiempo de un mes a dos meses, empeorando la situación del concreto en un año. Se han reconocido cuatro formas de reacción las cuales son:
 potasio		<ul style="list-style-type: none"> ❖ REACCIÓN ÁLCALI-SÍLICE: Se da en el concreto cuando los álcalis del cemento o de alguna forma externa, reaccionan con la sílice presente en ciertos agregados formando así un gel álcali-sílice. ❖ REACCIÓN ÁLCALI-SILICATO: Tiene la misma similitud en comparación con la reacción del primer punto, con la diferencia de que los constituyentes reactivos del agregado ya no están en forma de sílice libre; sino que se encuentra presente en combinaciones de filosilicatos. ❖ REACCIÓN ÁLCALI-CARBONATO: Esta reacción se da en el concreto de igual manera que con los álcalis del cemento o de alguna forma externa, con ciertas piedras limosas dolomíticas contenidas en la arcilla. ❖ OTRAS REACCIONES ÁLCALI-AGREGADOS: Existen otras reacciones en los agregados por ejemplo: La disponibilidad del agua no evaporada, la humedad y las altas temperaturas aceleran la reacción, por lo que los factores físicos y químicos hacen de esta una reacción compleja.
Oxido de titanio (III) 	De 0.1% a 2%	De 0.1% a 0.4%: Por lo general siempre está presente esta pequeña cantidad en el cemento. De 1.5% a 2%: Cuando se excede este %, se obtienen las siguientes reacciones: Disminuye el contenido de C3S y aumenta de igual medida el C2S. Reduce la viscosidad y la tensión superficial en la fase líquida mejorando la actitud en la cocción del crudo. Reduce los granos de alita y de velita. El fraguado es más lento y resistencias iniciales más bajas. El color del Clinker es más oscuro.
Fosfato (P₂O₅) 	De 0.5% a 0.25%	Se encuentra en las materias primas naturales, es muy bajo su uso, si se aumenta el %, provoca disminución de la resistencia inicial, debido a una velocidad de endurecimiento más lento.

Fuente. El Autor

2.5 FLUJO DE MATERIALES EN EL PROCESO

Para realizar la producción diaria de Cemento hay factores fundamentales del proceso, el más importante es la disponibilidad de materiales en la planta, teniendo en cuenta la demanda de la producción frente a las solicitudes de los clientes, y así mismo la capacidad de almacenamiento de la planta, en la requisición de materiales se hace por un lado al equipo de agregados y por otro al de logística de cementos, en el transcurso del día, se realiza la recepción y almacenamiento de materias primas con el fin de no sobrepasar la capacidad de almacenamiento tanto de acopios como en silos de cemento.

Figura 27. Flujo de Materiales



Fuente. El Autor

3. PRACTICAS DE GESTION AMBIENTAL AMIGABLES DE CEMEX







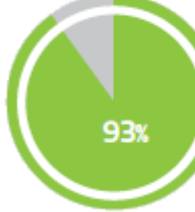





3.1 PRÁCTICAS AMBIENTALES AMIGABLES

Evitando que el daño sea más grande se han creado normas ambientales a nivel mundial, por ejemplo en Colombia se pueden encontrar las siguientes normas las cuales van aplicadas a la industria del cemento mencionado en el numeral 1.6.1.

Las cuales se cumplen con ayuda de los empresarios con el fin de mitigar el impacto ambiental que traen consigo sus actividades, es por eso que Cemex Colombia utiliza el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) como su principal herramienta para evaluar la forma en la que operan sus plantas, gracias a este sistema se puede facilitar la implementación de gestión de riesgos, promover el acercamiento con los grupos de interés, mejorar el intercambio de buenas prácticas y mejorar la calidad del producto final, al realizar una gestión integral y sistemática, da cumplimiento a las normas ambientales y mejorar sus procesos para mitigar el CO₂ y utilizar de manera más eficiente los residuos.

Para convertirse en la primera cementera amigable con el medio ambiente a nivel mundial, creó el siguiente Plan de Gestión Integral de Residuos sólidos (véase Cuadro 4)

Cuadro 4. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos

GESTIONAR	MONITOREAR	PRESERVAR	MITIGAR
 <p>Plantas de cemento que operan con el SGA CEMEX</p>	 <p>Operaciones que tienen una herramienta para medir emisiones de CO2 en sus productos</p>	 <p>Hornos de Clinker que consumen combustibles alternativos</p>	 <p>Hornos de Clinker que opera un proyecto MDL del protocolo de Kioto</p>
 <p>Plantas de cemento certificadas ISO 14001</p>	 <p>Monitoreo de emisiones mayores en la producción de Clinker</p>	 <p>Sitios de operación que cuentan con plantas de reciclaje de agua</p>	 <p>Operaciones de cemento y agregados que cuentan con planes de rehabilitación de canteras</p>
 <p>Plantas de cemento certificadas ISO 9001</p>	 <p>Monitoreo de emisiones menores en la producción de Clinker</p>	 <p>Implementación de Planes de Acción para la Biodiversidad</p>	 <p>Incidentes ambientales categoría uno - anuales</p>

Fuente. El Autor

Cemex consume energía de manera más limpia y eficiente, la planta Santa Rosa abastece el 100% de sus necesidades de energía eléctrica de las plantas hidroeléctricas, las plantas Sueva I y Sueva II son gestionadas por la unidad de negocios especializada en el mercado energético, la planta Bucaramanga cubre el 30% de sus requerimientos con energía hidroeléctrica, por último, las plantas Caracolito y Clemencia cuentan con equipos de autogeneración de energía de alta eficiencia la cual utiliza tecnología que consume gas natural, cubriendo el 100% y 65% de sus requerimientos respectivamente.

Adicionalmente, Cemex busca aprovechar fuentes de energía renovable implementando proyectos de eficiencia a lo largo de sus procesos productivos los cuales ayudarán a reducir el consumo, gracias a la inclusión de nuevas y mejores tecnologías que se beneficiaran de luz natural, por otra parte, implementan iluminación LED en las instalaciones, para asegurar los niveles adecuados de carga y capacidad de los equipos.

Por otra parte aprovechan otros materiales cementantes en la producción de Clinker, se sabe que el Clinker es el principal componente del cemento pero es el mayor generador de CO₂ que resulta de la descomposición química de la piedra caliza en cal y de la quema del combustible requerido para lograr temperaturas superiores a los 1.450°C en los hornos rotatorios.

Usando materiales cementantes alternativos al Clinker, así como producirlos con mayor reactividad y ampliando el portafolio de productos, se va a dar como resultado un menor factor de Clinker en la mezcla, gracias a esto se disminuirá las emisiones de CO₂ a la atmósfera y se reducirá el consumo de recursos naturales, incluyendo la energía necesaria para extraer el material de las canteras.

Del mismo modo cuando se le da el valor a los residuos y se busca convertirlos en combustibles alternativos se ayudará a la disminución de lixiviados, malos olores, vectores, entre otros factores que afectan el medio ambiente y la calidad de vida de las personas, Cemex busca aprovechar estos residuos y descomponerlos por medio de los hornos rotatorios, que cuentan con las condiciones necesarias y las temperaturas de hasta 1.450°C, al hacer este proceso se pueden procesar los residuos y subproductos en el proceso de Clinker, trayendo consigo distintos beneficios:

Ofrece a las comunidades una mejor alternativa para la disposición de los residuos en los rellenos Sanitarios.




Promueve la actividad económica relacionada con el desarrollo de nuevas cadenas de suministro de los combustibles alternativos.

Reduce las emisiones totales de CO₂, al recuperar la energía almacenada en los residuos y evitando que en su etapa de descomposición se genere emisiones de metano (Gas invernadero 25 veces más nocivo para la atmósfera que el CO₂).

Reduce costos de operación y la dependencia de los combustibles fósiles en el proceso de producción de Clinker.

Cemex realiza sus actividades de manera sostenible asegurando los recursos naturales para que se utilicen de forma óptima, aprovechando procesos productivos o subproductos de otras industrias, adicionalmente procesan los residuos e impulsan el reciclaje, es por esto que se muestra a continuación las actividades ambientalmente amigables por parte de Cemex (véase Cuadro 5)

Cuadro 5. Prácticas Ambientales Amigables

Aprovechar subproductos de otras industrias	Coprocesar combustibles alternativos	Reciclar residuos de construcción
<p>Hay materiales alternativos que Cemex aprovecha en la elaboración de cemento en los que se encuentran la puzolana, escoria de altos hornos y la caliza de adición.</p> <p>Realizan acuerdos con diferentes termoeléctricas para consumir la cenizas volantes las cuales generan un subproducto con características semejantes que puede derivar en pasivos ambientales en caso de no ser gestionado correctamente.</p> <p>Buscan a partir de la ecología industrial, la sinergias que permitirán a futuro aprovechar este subproducto y, al mismo tiempo, reducir el factor de de clinker en la producción de cemento.</p> <p>Sustituyen el Clinker de acuerdo a la disponibilidad de los materiales alternativos así mismo, de acuerdo a la demanda y los distintos tipos de cemento que realizan, sin olvidar los límites técnicos específicos para su fabricación.</p>	<p>Utilizan combustibles alternativos en los hornos de cemento tales como la cascarilla de arroz, maní y café, también utilizan alimento para animales sedimentos de agua residuales y lodos procedentes de sistemas de tratamiento, así como residuos dentro de sus mismas operaciones.</p> <p>A si mismo utilizan residuos o subproductos de procesos industriales, domésticos, agrícolas y forestales como por ejemplo llantas usadas, solventes gastados, aceites residuales y residuos sólidos municipales procesados.</p> <p>Al hacer esto se reduce el consumo de carbón y contribuye a solucionar la problemática que genera la inadecuada disposición de estos materiales alternativos.</p>	<p>En las construcciones y demoliciones se reincorporan los materiales de construcción reciclados o de lo contrario se realiza lo estipulado en las normas oficiales.</p> <p>Esto permite maximizar el uso de los materiales de construcción, cumplir con la normas ambientales y también generar el uso de puntos LEED en los proyectos.</p> <p>Al realizar todo este procedimiento, El Plan de Manejo Ambiental y Registro en el Instituto de Desarrollo Urbano, permite que Cemex Colombia, emita certificados que avalan la adecuada disposición de RCD.</p>
		

Fuente. El Autor

3.2 GESTIÓN AMBIENTAL CEMEX COLOMBIA

Actualmente en todas las planta de concreto y de cemento Cemex, cuentan con un sistema de gestión ambiental.

El 95% de las operaciones de concreto y el 75% de las operaciones de cemento cuentan con un sistema de reciclaje o recirculación de agua y 90% del Clinker producido en los hornos cuenta con un sistema de monitoreo continuo de emisiones principales las cuales son Polvo, NOx y SOx.

Para minimizar los impactos ambientales generados por esta actividad, Cemex cuenta con una ruta de mejora continua la cual consiste en una Estrategia de Carbono, Recuperación de Canteras, Gestión del Agua, Biodiversidad y Certificaciones ambientales de la NTC, ICONTEC ISO 14001.

3.2.1 Estrategia de carbono Esta estrategia ayuda a desarrollar soluciones a largo plazo para generar una considerable reducción de emisiones de carbono, a través del uso de materias primas, combustibles alternativos.

Para esta estrategia Cemex maneja dos estrategias las cuales son:

3.2.1.1 Combustibles alternos Es un programa que empezó a desarrollarse en el 2005, sustituyendo los combustibles fósiles por combustibles alternativos.

Gracias a esto se empezó a utilizar biomasas las cuales mitigan el impacto ambiental, esto es posible al desplazamiento de fuentes no renovables, disminuyendo las emisiones de CO 2.

Un ejemplo de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), se puede observar en la planta de cemento, Caracolito en Ibagué Colombia, la cual sustituye parcialmente el carbón por biomasas. En este caso la cascarilla de arroz que se utiliza en el proceso de Clinker convirtiéndose en el principal insumo para la fabricación del cemento. Gracias a este proyecto se generaron los siguientes beneficios:

- ✓ Reducción en la emisión de CO 2 en sus operaciones.
- ✓ Sustitución del 10.7% de la mezcla total de combustible por biomasas.
- ✓ 139.691 toneladas de emisiones de CO 2 que ya no afectan a la atmósfera.
- ✓ Nuevas fuentes de empleo directas e indirectas para el manejo y transporte de residuos de biomasas que antes no existían. En el 2010 se presentó un nuevo proyecto para seguir reduciendo las emisiones, en planta de cemento Los Patios en Cúcuta Colombia.

Sustituyendo los combustibles fósiles por residuos Agroindustriales como la cascarilla de arroz y café.

3.2.1.2 Estrategias alternativas El utilizar fuentes de energía renovables, como por ejemplo las generadas a través de las hidroeléctricas, se convirtieron en una prioridad para cementos CEMEX Colombia, la cual buscó incrementar el porcentaje de energía generada a través de este tipo de fuentes.

Este proceso consiste en el aprovechamiento de la energía que genera el agua en movimiento, puede ser agua lluvia o el agua de deshielo, las cuales normalmente proceden de colinas y montañas.

Las corrientes de agua que se generan pasan por una central hidroeléctrica con compuertas que pueden abrirse y cerrarse para controlar el paso de la misma, a continuación, pasan a un depósito para su almacenaje.

El agua que hay detrás de la presa fluye a través de una entrada y hace presión contra las palas de la turbina, haciendo girar el generador que producirá la energía, hay que tener en cuenta que la cantidad que puede producir depende de la cantidad de agua almacenada y del movimiento de la misma por el sistema.

Actualmente Cemex cuenta con tres hidroeléctricas las cuales son: Sueva I, Sueva II y Bucaramanga, generando energía limpia para abastecer las plantas de producción de cemento.

Ya para el 2010 pusieron en marcha el proyecto de rehabilitación, operación y mantenimiento de la hidroeléctrica La naveta la cual está ubicada en predios cercanos a la mina de agregados en la población de Apulo en Cundinamarca Colombia.

3.2.2 Recuperación de Canteras En la producción de cemento y concreto hay una alta demanda de recursos provenientes de entornos naturales, en los cuales a la hora de su explotación pueden generar impactos ambientales los cuales deben gestionarse de manera adecuada, para evitar un riesgo ambiental Cemex está trabajando en la reconfiguración y reconstrucción de los suelos, de igual manera en la conservación de los ecosistemas en las zonas de influencia.

3.2.2.1 Chingaza Tras el cierre del ciclo minero y en cumplimiento con el plan de Recuperación y Rehabilitación Ambiental de la mina Palacio, Cemex Colombia dona los terrenos recuperados ambientalmente al Estado colombiano, en inmediaciones de los municipios de La Calera, Fómeque y Guasca en el Departamento de Cundinamarca. La donación se realizó a través de la Dirección de Parques Nacionales Naturales de Colombia, esto permitirá fortalecer el ecosistema hídrico del parque el cual provee agua potable a los habitantes de Bogotá y sus alrededores, convirtiéndose en un espacio idóneo para la protección de especies animales y vegetales de la zona.

3.2.2.2 Fiscala Cemex Colombia continúa con los trabajos de reconfiguración en la antigua mina La Fiscala ubicada en el sector de Tunjuelito al sur Bogotá, la cual terminó operaciones en el 2004, el proyecto incluye la rehabilitación ambiental del antigua área de operación minera, incluyendo la reconfiguración morfológica del terreno. De esta forma se preservan las especies naturales que se pueden encontrar en la zona, por ejemplo las 31 especies de aves que habitan el lugar permanentemente y otras tantas de migración.

3.2.3 Gestión del agua Funciones del agua en la producción del cemento en Cemex Colombia, Representa el 19% del volumen de la mezcla, se utiliza para la

refrigeración en la producción de cemento, se utiliza para el lavado de los agregados y, en la limpieza de plantas y equipos, incluidos los camiones mezcladores de concreto.

Por lo tanto Cementos Cemex Colombia implementó medidas para el uso eficiente de este recurso y poder re-utilizarlo en la medida de lo posible. Actualmente el 95% de sus operaciones en la producción de concreto, reciclan el agua a través de sistemas de recirculación y desarenadores, por otro lado, en las plantas de cemento el 75% de sus operaciones cuentan con sistemas de recirculación de agua, evitando de esta forma el uso de agua potable que deriva del acueducto y reducción de vertimientos a cuerpos de agua. En el 2011 iniciaron con la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas en las operaciones de concreto, las cuales se utilizan posteriormente para el riego de zonas verdes. Este proyecto se dio en las principales plantas cerca de Bogotá, las cuales son Planta Sur y Planta 240. Adicionalmente en la planta de Concretos Morato ubicada en la ciudad de Bogotá, se dio inicio en conjunto con la empresa Meals de Colombia S.A. un proyecto el cual permite reciclar el agua que proviene de esa empresa y aprovecharla, de forma regulada, para las actividades de soporte y fabricación del cemento.

3.3 GESTION AMBIENTAL CEMENTOS TEQUENDAMA

Cementos Tequendama es una cementera comprometida con el cuidado del entorno en el que actúa, verificando permanente el cumplimiento de las normas medio ambientales a las que están regidas las cementeras en el país, analizando la gestión ambiental de sus proyectos actuales y los que van a desarrollar a futuro, todo esto para estar un paso más adelante de la normatividad y con la ventaja de crear soluciones técnicas y administrativas en cuanto se encuentra alguna mínima desviación.

Actualmente la cementera Tequendama está enfocada a la implementación de la norma ISO 14001 del año 2015, desarrollando auditorías internas de diagnóstico con el fin de identificar los planes de acción que permitirá dar cumplimiento a los requisitos de la norma.

Para minimizar los impactos ambientales generados por esta actividad, Cementos Tequendama cuenta con la siguiente gestión ambiental que consiste en, consumo energético, control del aire, manejo de residuos y recurso hídrico.

3.3.1 Consumo energético. Para minimizar el consumo de energía, Cementos Tequendama cuenta con un horno que posee la tecnología más avanzada, lo cual permite reducir el consumo de energía ya sea por consumo térmico a base de carbón mineral (Carbón fósil, bituminoso de color negro, formado en épocas geológicas pasadas por la descomposición parcial de materias vegetales, fuera del acceso del aire y bajo la acción de la humedad, aumento de presión y en muchas ocasiones temperatura) y el consumo de energía eléctrica.

3.3.2 Control del aire. Las actividades de Cementos Tequendama para controlar las emisiones atmosféricas y la calidad de aire, están cubiertas por los siguientes permisos y autorizaciones ambientales:

3.3.2.1 Permiso de emisiones atmosféricas para Fuentes Fijas de la Planta Suesca. En el año 2014 entró en operación el Horno No, 4 de Clinker, con precalentador, precalcinador y enfriador de parrillas generando la salida de operaciones de los hornos de Clinker No. 1, 2 y 3 de tipo vertical. En la actualidad se cuenta con siete (7) fuentes fijas, también se cuenta con permisos de emisiones de fuentes móviles incluidos en la Licencia Ambiental de los títulos mineros de caliza.

3.3.2.2 Licencia ambiental de los títulos mineros. Una licencia que obliga a la cementera, realizar los correspondientes monitores y seguimientos ambientales para el cumplimiento de las obligaciones de las Resoluciones 909 del año 2008 que trata de emisiones y la Resolución 610 del año 2010 que trata de calidad del aire.

La planta Suesca cuenta con un centro de acopio para el manejo y separación de todos los residuos Ordinarios, reciclables, especiales y peligrosos.

Para transportar los materiales especiales y peligrosos se contrata con operadores especializados y autorizados para que le den su disposición final y generar los certificados correspondientes sobre su manejo, a partir de esto, se muestra su clasificación de Residuos (véase Cuadro 6)

Cuadro 6. Clasificación de Residuos

RESIDUOS RECICLABLES	RESIDUOS ORDINARIOS	RESIDUOS PELIGROSOS
 <p>PAPEL Y CARTÓN</p>	 <p>RESTOS DE COMIDA ¡LOS ORGÁNICOS TAMBIÉN SON APROVECHABLES!</p>	<p>¿QUÉ HACER ANTES DE RECICLAR?</p>  PILAS  BATERÍAS  DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS
 <p>EMPAQUES Y PAQUETES</p>	 <p>RESIDUOS SANITARIOS Y PELIGROSOS</p>	 ACEITE MINERAL  INSECTICIDAS  QUÍMICOS Y DISOLVENTES
 <p>ENVASES DE TETRA-PAK</p>	 <p>ELEMENTOS DE ICOPOR</p>	 TÓNER  FLUORESCENTES  FILTROS
 <p>VIDRIO</p>	 <p>RESIDUOS DE BARRIDO</p>	 AEROSOLES  AMIANTO  PINTURAS
 <p>METAL</p>	 <p>COLILLAS DE CIGARRILLO</p>	
 <p>PLÁSTICOS Y CD</p>	 <p>ESPONJAS</p>	
 <p>TELAS Y BOTAS DE CAUCHO</p>	 <p>PORCELANA</p>	
 <p>ELEMENTOS DESECHABLES CON UN PRELAVADO SENCILLO</p>		

 <p>Bombillas</p>	 <p>Aparatos eléctricos y electrónicos</p>	 <p>Medicamentos de uso veterinario y humano</p>	 <p>llantas</p>	 <p>Pilas AA, AAA, C, D, de 6 y 9 voltios</p>	 <p>Envases y empaques de agroquímicos</p>
--	---	---	---	--	---

Fuente. El Autor

3.3.2.3 Recurso hídrico. En su Planta de Suesca Cementos Tequendama cuenta con una concesión de agua para consumo doméstico e industrial. Para el control y desarrollo de la concesión, se cuenta con medidores de consumo de agua la cual se toma del río Bogotá para dar un reporte trimestral con fines de cobro de la tasa de uso, adicionalmente se realiza un seguimiento periódico de la calidad de las aguas de la planta de potabilización.

Las actividades mineras no requieren de concesión de aguas, ya que el proceso de explotación, trituración y acopio de caliza no requieren agua, para el uso doméstico y los sistemas de riego de vías se contrata con proveedores autorizados.

3.3.2.4 Proyecto MDL de cementos Tequendama. Cementos Tequendama comenzó con La iniciativa Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), este proyecto comprende el uso de aguas residuales del proceso de extracción de aceite, que se tratan para obtener gas, el cual es conducido por un filtro biológico para retirar el azufre que queda en la mezcla y luego pasa a un gran condensador donde se aparta el agua y de esa forma transportarlo a dos generadores de biogás con capacidad de producir 750 kilovatios de electricidad, el agua resultante es conducida a los cultivos de palma para irrigar 70 hectáreas.

El lodo que se obtiene de este proceso se usa para abonar los plantíos, la inversión de este plan asciende a 8 millones de pesos y la puesta del mismo tomo más de dos años y se está trabajando en la construcción de una iniciativa similar en el clúster agroindustrial San Francisco, dentro de la Zona Franca de la Américas, propiedad del Grupo Daabo, lo que invita a otras industrias a replicar un plan de generación de energía.

Cuadro 7. Practicas Medio Ambientales Cemex VS Tequendama

OBJETIVOS	CEMEX	TEQUENDAMA
SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL	SI	NO
PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS	SI	NO
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA (NTC) ISO 9001 Y 14001	SI	SI
MEDICIÓN DE OPERACIONES	SI	SI
MONITOREO DE EMISIONES	SI - CLINKER	SI
PROYECTOS MDL	LOS EXPUESTOS EN EL DIAGRAMA	LOS EXPUESTOS EN EL DIAGRAMA
REHABILITACIÓN DE CANTERAS	CHINGAZA Y FISCALA	NO
COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS	-CASCARILLA DE ARROZ, CAFÉ Y MANÍ - ALIMENTO ANIMALES -SEDIMENTO DE AGUAS RESIDUALES -LODO SISTEMAS DE TRATADO -SUB-PRODUCTOS PROCESOS INDUSTRIALES -SOLVENTES GASTADOS -LLANTAS USADAS -RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES	NO
MANEJO DE RESIDUOS	-MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN -MANEJO ADECUADO DE LOS DESECHOS -EMISIÓN DE CERTIFICADOS DE LA DISPOSICIÓN DE RCD	-SEPARA RESIDUOS EN: - ORDINARIOS - RECICLABLES - ESPECIALES - PELIGROSOS -CONTRATACIÓN DE OPERADORES ESPECIALIZADOS.

Fuente. El Autor

Cuadro 7. (Continuación)

MANEJO DEL AGUA	-REUTILIZACIÓN DEL AGUA -SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN Y DESARENADORES -TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LAS OPERACIONES DE CONCRETO, PARA DESPUÉS REGAR LAS ZONAS VERDES.	-CONCESIÓN DE AGUA DE USO DOMÉSTICO E INDUSTRIAL. -PAGO TRIMESTRAL DEL AGUA CONSUMIDA EXTRAÍDA DEL RÍO BOGOTÁ. -USO DE AGUAS RESIDUALES.
CONTROL DEL AIRE	-MANEJO DE NUEVAS ALTERNATIVAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL CO2	-PERMISOS AMBIENTALES - RESOLUCIONES: -909 DEL AÑO 2008 -610 DEL AÑO 2010
MANEJO DE ENERGÍA	- AUTOABASTECIMIENTO (GAS NATURAL). - USO DE HIDROELÉCTRICAS. -FUENTES DE ENERGÍAS RENOVABLES.	-HORNO DE ALTA TECNOLOGÍA -CONSUMO TÉRMICO A BASE DE CARBÓN MINERAL Y CONSUMO ENERGÉTICO. -PROYECTO MDL EN EL RÍO BOGOTÁ.
MANEJO DE ENERGÍA FUTURO	-LUZ NATURAL. -RESIDUOS ORGÁNICOS. -IMPLEMENTACIÓN. LUCES LEED EN TODAS LAS INSTALACIONES.	-PROYECTO MDL EN ZONA FRANCA DE LAS AMÉRICAS.
ASOCIACIONES	-MEALS COLOMBIANA -BIRDLIFE INTERNATIONAL	-CONCESIONES DE RESIDUOS

Fuente. El Autor

4. PLAN DE MEJORA PARA CEMENTOS TEQUENDAMA

Para poder desarrollar un plan de mejora con la cementera Tequendama se tiene que conocer algunas dificultades por las cuales han tenido que pasar y partiendo desde ese punto, poder implementar nuevos proyectos de desarrollo sostenible, para esto se han apoyado en algunos proyectos que ha empezado a implementar Cemex en Colombia y que han generado buenos resultados y menos contaminación en el ambiente.

Al realizar este proyecto no solo se busca beneficiar a Cementos Tequendama sino también a mejorar las prácticas que se realizan a la hora de fabricar el cemento, no es ajeno para nadie que esta actividad poco a poco está dejando huella en el medio ambiente y antes de que sea tarde y se desate una problemática ambiental y social mayor, se puedan implementar las siguientes técnicas que son amigables con el medio ambiente, pueden generar nuevos empleos y lo mejor de todo es que no afectará la calidad del producto.

Actualmente las personas están luchando por cuidar el medio ambiente y esto no es una excepción para la población del municipio de Suesca el cual se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca Colombia. Lo cierto es que en una población se pueden encontrar varios puntos de vista, están las personas que no le dan mucha importancia, las que no tienen conocimiento del tema, a las que les incomoda la situación y las que encuentran oportunidades en este tipo de proyectos, a partir de esto, se muestran los planes de mejora de Cementos Tequendama.

4.1 PLAN DE GESTIÓN SOSTENIBLE CEMENTOS TEQUENDAMA 2019

Iniciando programas a partir del 2019 la Cementera Tequendama elabora la creación de programas sociales y ambientales, cumpliendo con la normatividad del país y generando un impacto Social y ambiental que favorece a Colombia, aplicando una gran inversión para la realización de los proyectos y apoyándose de la comunidad por medio de encuestas que le ofrecerán a la compañía una mejor perspectiva para iniciar con las mejoras y recuperar parte de la biodiversidad que se ha disminuido a lo largo de los años en la realización de sus productos.

Para cumplir con el nuevo plan de Gestión Sostenible, Cementos Tequendama incorporó el reporte de ética, integridad, cumplimiento y transparencia para que todos los colaboradores revisen las nuevas políticas de la compañía y cumplan a cabalidad las nuevas actividades que se van a implementar a partir del año 2019, para la mejora de la producción y cuidado ambiental, en los cuales la participación social se va a maximizar teniendo en cuenta las problemáticas que ellas presentan para la futura tomas de decisiones.

4.2 COMITÉ DE SOSTENIBILIDAD

Para el año 2019 Cementos Tequendama va a contar con un comité de sostenibilidad los cuales van a dar reportes trimestrales de las prácticas medio ambientales que se van a implementar a partir del mismo año, a los respectivas entidades que solicitan aquella información en el País.

El comité de Sostenibilidad de Cementos Tequendama va contar con las siguientes responsabilidades:

En primer lugar, verificar el Desarrollo Sostenible y el cumplimiento de las nuevas funciones de la compañía, por otro lado apoyar a la administración y a los colaboradores de la compañía para el desarrollo de las funciones, así mismo aportar conocimientos e ideas que beneficien los proyectos, para incrementar las probabilidades de éxito de cada uno de ellos, a partir de esto, realizar el informe trimestral del desarrollo de los mismos para reconocer los puntos a mejorar y crear un plan de acción con el fin de cumplir con la meta propuesta y recolectar información de la comunidad y evaluar la efectividad de los procesos y sus resultados.

4.3 PRIORIDADES EN MATERIA DE SOSTENIBILIDAD 2019

Cementos Tequendama a lo largo de los años ha recolectado información de la población del municipio de Sueca el cual se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca Colombia, por medio de los cuatro métodos de recolección de datos que son la observación, encuestas, entrevistas y cuestionarios, los cuales aportaron gran información y fueron de gran ayuda a la hora de realizar el nuevo Plan de Gestión Sostenible.

Al escuchar e incorporar los puntos de vista de los interesados se logra dar una visión a futuro de los nuevos proyectos que se implementarán en la cementera y el Comité de Sostenibilidad evaluarán con ayuda de la comunidad los cambios ambientales y la mejora social en el municipio en donde se encuentran ubicadas sus instalaciones. Para que cementos Tequendama pueda dar una respuesta a la comunidad y al país en el año 2020 en los cuales se expondrán los resultados y las estadísticas de cada uno de los programas, van a llevar a cabo los siguientes pasos:

En primer lugar, elaboran una lista inicial de asuntos de sostenibilidad relevantes en la cementera, tomando en cuenta los informes presentados en años anteriores, las últimas tendencias en el país, los retos sociales y ambientales de la comunidad en los cuales Cementos Tequendama tiene mayor impacto, luego, en conjunto con los entes pertinentes y los comités de la compañía se realiza la reducción de la lista dejando los puntos más importantes a evaluar e implementar, a partir de esto, realizan una encuesta a todos los colaboradores, clientes, proveedores y

miembros de la comunidad de Suesca, en los cuales se toman los puntos de vista de los asuntos prioritarios para la compañía y el municipio y por último, estudian los resultados con los cuales preparan la Matriz de materia de Sostenibilidad para Cementos Tequendama y la cual se llevará a cabo en el transcurso del año 2019.

A continuación se presenta la matriz ambiental de Cementos Tequendama. A través de la cual, se muestran los Intereses de las audiencias que representan las principales inquietudes de los grupos de interés y por otro lado el Impacto potencial sobre Cementos Tequendama el cual, Representa el potencial de impacto para la compañía, es así como se evidencia que las Emisiones del Aire y la Gestión Ambiental, son el foco principal de mitigación en cuanto al impacto en su productividad.

Cuadro 8. Matriz ambiental Cementos Tequendama

INTERES DE LAS AUDIENCIAS	ALTO			
	MEDIO	- GESTION DEL AGUA - PRESERVACION DE LA BIODIVERSIDAD	- GESTION AMBIENTAL Y EMISIONES DEL AIRE - ESTRATEGIA DEL CO ₂	
	BAJO	- GESTION DE RESIDUOS	- RECICLAJE DE MATERIALES	
		BAJO	MEDIO	ALTO
IMPACTO POTENCIAL SOBRE CEMENTOS TREQUENDAMA				

Fuente. El Autor

4.4 CLAVES CON LAS CUALES CEMENTOS TEQUENDAMA BUSCA MEJORAR LOS RESULTADOS PARA EL 2020

Cementos Tequendama, establece factores clave en su desempeño para la mejora en cuanto a su productividad y sus prácticas medio ambientales, es por esto que se muestran los principales para su evolución.

Cuadro 9. Claves para mejora de Cementos Tequendama 2020

DIÁLOGO CON LA COMUNIDAD	EN BUSCA DE ALIADOS	INVOLUCRAR A LA COMUNIDAD
Trabajar con la comunidad para crear relaciones fuertes, poniendo atención a las necesidades de la comunidad y motivando a sus colaboradores que demuestren compromiso por la mejora continua de la cementera.	Iniciar diálogos y establecer alianzas con otras compañías que compartan sus valores e iniciativas por cambiar algunas actividades para el mejoramiento del medio ambiente y crecimiento del municipio.	invitar a la comunidad para que participen de manera activa en los futuros proyectos que realizará la cementera aportando conocimientos, experiencia e ideas para que mejoren cada día más.
SUMA DE VOLUNTARIOS	PUERTAS ABIERTAS	EVALUACIÓN DE RESULTADOS
Motivar a nuestros colaboradores para que se conviertan en agentes de cambio y mantengan una participación activa en la empresa y buenas relaciones entre compañeros.	Con el tiempo implementar una política de puertas abiertas que ayudará a fortalecer las relaciones con el municipio y de esa forma dar a conocer nuestros procesos de producción al público.	Recurrir a la comunidad, estudios, encuestas y diálogos con el fin de conocer la efectividad de los nuevos proyectos.

Fuente. El Autor

4.5 COMPROMISO A OPERAR DE MANERA SOSTENIBLE

Cementos Tequendama implementará sus nuevos programas de mejora en el año 2019 para enfrentar los cambios climáticos, la pérdida de la biodiversidad, la gestión de los residuos y la escasez del agua. Para cumplir con las metas que se han impuesto para el próximo año se comprometen a iniciar operaciones de maneras más sostenibles, contando con su nuevo Sistema de Gestión sin dejar

atrás la búsqueda de la excelencia en sus operaciones para medir el desempeño de la compañía y el fortalecimiento de las relaciones con la comunidad.

El trabajo en equipo es esencial, es por esta razón que cementos Tequendama busca formar alianzas con otras compañías que estén dispuestas a trabajar codo a codo aportando conocimientos y nuevas estrategias que enriquecerán los proyectos y fortalecerán la producción y las relaciones de los colaboradores dentro de las instalaciones de las mismas.

4.6 REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LAS OPERACIONES DE CEMENTOS TEQUENDAMA

Actualmente cementos Tequendama cuenta con uno de los mejores hornos a nivel nacional es por esta razón que en su búsqueda de mejora, la disminución de las emisiones del CO₂ es uno de los principales factores a desarrollar, es por esto que se comprometen a implementar en sus instalaciones luces LEED y maquinaria especializada para el ahorro de energía, por otra parte, trabajan para implementar en sus operaciones fuentes de energía renovables con el fin de hacer uso eficiente de la energía y maximizar la contribución en la planta para beneficio de la sociedad aprovechando materiales cementantes y combustibles alternativos.

Cementos Tequendama al emplear herramientas como Huella de Carbono en sus instalaciones les ayudará a cuantificar el CO₂ emitido en el proceso de producción de sus productos desde la extracción hasta la entrega, incluido el CO₂ asociado a las materias primas, el consumo de energía y el transporte, por otra parte busca firmar contratos con las nuevas plantas de energías que utilizan Biomásas, con las que cubrirá un 50% de las necesidades de electricidad de la planta complementándolo con el mantenimiento de niveles de carga y las capacidades de los equipos.

De igual modo en sus planes de mejora busca aprovechar otros materiales cementantes en la producción del cemento y reemplazar poco a poco el Clinker.

Teniendo en cuenta que es el principal componente del cemento y también es el mayor productor de dióxido de carbono (CO₂) generado por la descomposición química de la piedra caliza en cal y la quema del combustible requerido, para lograr las temperaturas superiores a los 1.450°C en los hornos rotatorios.

Incorporando materiales cementantes alternativos al Clinker, así como producirlo con mayor reactividad va a ampliar el portafolio de productos alternativos contribuirá a reducir el consumo de las emisiones y el consumo de recursos naturales, incluyendo la energía necesaria para la extracción del material en las minas. Cementos Tequendama busca adquirir, procesar, almacenar y aprovechar las condiciones especiales de sus hornos en el proceso de producción de Clinker con el fin de recuperar energías de las fuentes alternativas.

4.7 GESTIÓN DEL AGUA CEMENTOS TEQUENDAMA

En los estudios que se realizaron se determinó que el consumo de agua estaba sobrepasando los niveles adecuados de uso y las extracciones de este recurso hídrico se realizaban cerca del nacimiento del río Bogotá, lo que para las autoridades y la población era inadecuado ya que se estaba afectando un recurso no renovable y bajaba la calidad de agua que beneficia a las poblaciones aledañas, hay que mencionar también que al darle un mal uso en años anteriores y no haber buscado otras alternativas para disminuir el consumo del mismo, cuando se estableció la recuperación del Río Bogotá inmediatamente se canceló la licencia ambiental a la compañía.

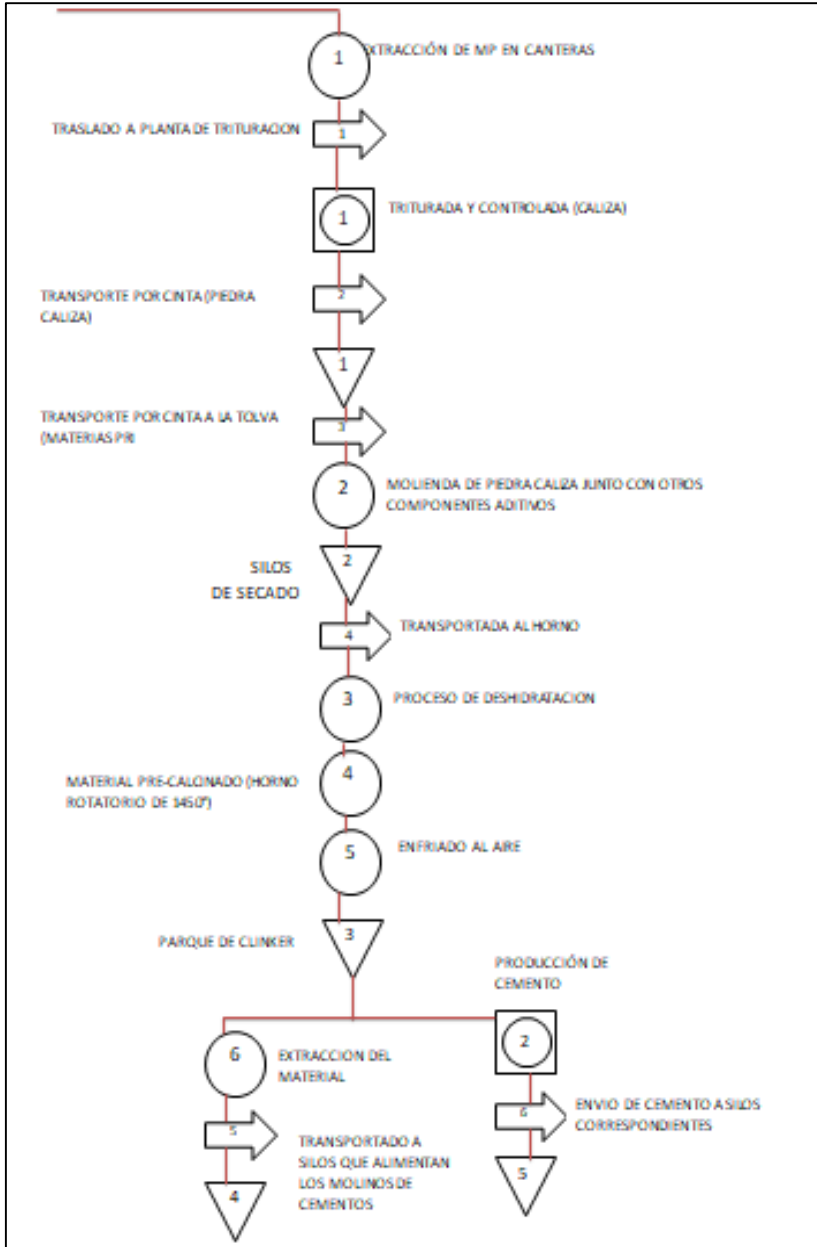
Anteriormente Cementos Tequendama contaba con una concesión a la cual se le enviaba un reporte trimestral del agua consumida y así mismo se cancelaba un valor por ese periodo de tiempo, es por esta razón que para reducir costos, mejorar las prácticas y recuperar su licencia ambiental, creó un proyecto para optimizar el consumo del agua en su planta, en la que incluye un marco de referencia para optimizar su consumo a través de la medición del desempeño, un desarrollo de acciones de relacionamiento que permitan avanzar de forma conjunta con la implementación de proyectos de conservación hídrica y se busca aprovechar las iniciativas del Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua de la compañía Cemex Colombia.

Tomando como ejemplo su proyecto se busca implementar actividades para favorecer la reducción del consumo de agua, impulsar labores de tratamiento y explorar iniciativas para aprovechar las aguas residuales de otras industrias, así mismo Cementos Tequendama implementará en su planta tecnología especializada para la reducción del agua en el proceso de molienda y reutilizarla por medio de sistemas de recirculación y desarenadores.

Así mismo busca promover acciones de conservación de los cuerpos de agua permitiendo restaurar los mantos acuíferos de las zonas de extracción, permitiendo la biodiversidad y la recuperación del área, cediendo el territorio al municipio estado natural, implementando un sistema de educación ambiental en el que se enseñará a los más jóvenes la importancia de la naturaleza y los beneficios que se pueden extraer a través de la vegetación de la zona.

4.8 PROTECCIÓN Y MEJORA DE LA BIODIVERSIDAD EN SUESCA CUNDINAMARCA

Para proteger la biodiversidad en el municipio Cementos Tequendama tiene como objetivo impulsar prácticas sostenibles en el año 2019, entre las que se encuentran las iniciativas de compensación y restauración ambiental, fortaleciendo la oferta de bienes y servicios ambientales. Gracias a esto se contribuye al desarrollo de la



localidad a través de la habilitación de espacios que tendrán como objetivo la recreación y la agricultura, instalando viveros en las zonas de extracción que permitirá impulsar las propuestas de restauración vegetal, fortalecer los ecosistemas y generar hábitats para las especies nativas.

Para hacer posible este plan de mejora, se complementará con el conteo y la clasificación de las especies que habitan el área, para después, sembrar de manera experimental distintas especies de plantas y poder monitorear su evolución en las

primeras áreas de restauración, aplicando técnicas naturales de gestión como el uso de abonos orgánicos. Adicionalmente este plan está diseñado para gestionar de forma responsable la tierra y busca proteger las especies para evitar la extinción y la sobreexplotación de estas zonas, que con el tiempo se transformarán de nuevo en áreas boscosas.

5. CONCLUSIONES

Los insumos más determinantes en el proceso de la producción del cemento en Cementos Tequendama son Gas, Carbón, ACPM, energía eléctrica. El constante incremento del sector petrolero está afectando los insumos primordiales para la producción del cemento, por tanto el sector genera un constante incremento en los precios del producto final. Es por esto, que la no adopción de productos alternos en la producción del Cemento, genera altos impactos ambientales y así mismo deficiencias en los ingresos de la compañía.

Al realizar el diagnostico entre las dos cementeras, se evidencia, que cementos Tequendama cuenta con grandes inversiones en tecnología, lo cual mejora sus procesos de producción, pero sus prácticas no contribuyen al a reducir impactos negativos en el medio ambiente. A diferencia de Cemex, quienes emplean residuos de sus materias primas en áreas de siembra y contemplan su aprovechamiento en productos derivados.

La adopción de prácticas ambientales amigables en Cementos Tequendama, es un factor influyente en su desarrollo, es por esto que, a partir de Cemex, se busca establecer prácticas de mejora para el producto final y la disminución del impacto ambiental.

6. RECOMENDACIONES

Las materias primas inmersas en el proceso de fabricación del cemento aparte de sus proporciones, deben tener factores de mejora para el medio, es por ello necesario su constante control de calidad y la viabilidad de nuevos factores para obtener un producto de buena calidad.

A partir de este proyecto, se debe continuar con la adopción de nuevas medidas de complementación del proceso a partir de otros productos similares para explotar su uso y así mismo su favorabilidad hacia el medio.

Por ello en trabajos futuros, se deberá estudiar más a fondo, las características favorables de las materias primas dentro del proceso, que no solo optimicen recursos y tiempos, sino que hagan del producto el factor principal para la industria y la construcción.

BIBLIOGRAFÍA

ARGOS. Historia de Cementos Argos [en línea] Bogotá: La Empresa [citado: 21 de agosto, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.argos.co/Acerca-de-Argos/Historia-de-Cementos-Argos>>.

CÁRDENAS R., Juan Carlos y PARRA P., Nelson. Estudio sobre el comportamiento de la demanda del cemento en Colombia (1996-2006). Proyecto de Grado. Programa MBA Executive Promoción 2003-2005. Bogotá: Universidad de los Andes, 2006

CEMENTOS TEQUENDAMA. Tipos de cementos según NTC 121 [en línea] Bogotá: La Empresa [citado: 19 de agosto, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.cetesa.com.co/tipos-de-cementos-y-caracteristicas-segun-ntc-121/>>.

CEMEX COLOMBIA. Historia de CEMEX en Colombia [en línea] Bogotá: La Empresa [citado: 21 de agosto, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.cemexcolombia.com/nuestra-empresa/acerca-de-cemex/nuestra-historia>>.

CEMEX COLOMBIA. Soluciones que impulsan el desarrollo: informe de desarrollo sostenible 2016 [en línea] Bogotá: La Empresa [citado: 21 de agosto, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.cemexcolombia.com/documents/45752949/45757628/cemex->

colombia-informe-sostenibilidad-2016.pdf/1f257a8c-a8b9-eabf-991b-bb105d9b3504>.

CEMEX MÉXICO. Combustibles alternos: postura de CEMEX [en línea] México: La Empresa [citado: 15 de agosto, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.cemex.com/documents/20143/245957/PosturaCemexCombustiblesAlternos.pdf>>.

CORTÉS GÓMEZ, Edwin Alberto y PERILLA SASTOQUE, Jorge Enrique. Estudio comparativo de las características físico-mecánicas de cuatro cementos comerciales Portland tipo I. Trabajo de grado. Ingeniero Civil. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería. Ingeniería civil, 2014. 137 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (DNP). Cemento y sus aplicaciones: documento de trabajo. Bogotá: Fedesarrollo, 2007. 41 p.

FERNÁNDEZ BERNAL, Bertha Alicia y HERNÁNDEZ SAAVEDRA, Karen Angélica. Diagnóstico de la industria del cemento en Colombia y evaluación de alternativas tecnológicas para el cumplimiento de la norma de emisión de fuentes fijas. Trabajo de grado. Ingeniero Ambiental y Sanitario. Bogotá: Universidad de La Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, 2008. 154 p.

GAGGINO, Rosana. Un nuevo desafío: construir con materiales reciclados. En: Revista Vivienda Popular, Enero-marzo, 2004, no. 14, p. 59-62.

HERNÁNDEZ, Oscar Mauricio y VALDERRAMA, Juan Camilo. Modelo de mejoramiento en plantas cementeras en Colombia [en línea] Bogotá: Universidad Sergio Arboleda [citado: 22 de septiembre, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <http://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/761/Modelo%20de%20mejoramiento%20en%20plantas%20de%20produccion%20de%20concreto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

LEOPOLD, Luna B., CLARKE, Frank E. y HANSHAW, Bruce B. (1971). A Procedure for Evaluating Environmental Impact: Geological Survey Circular 645. Washington: Geological Survey. 99 p.

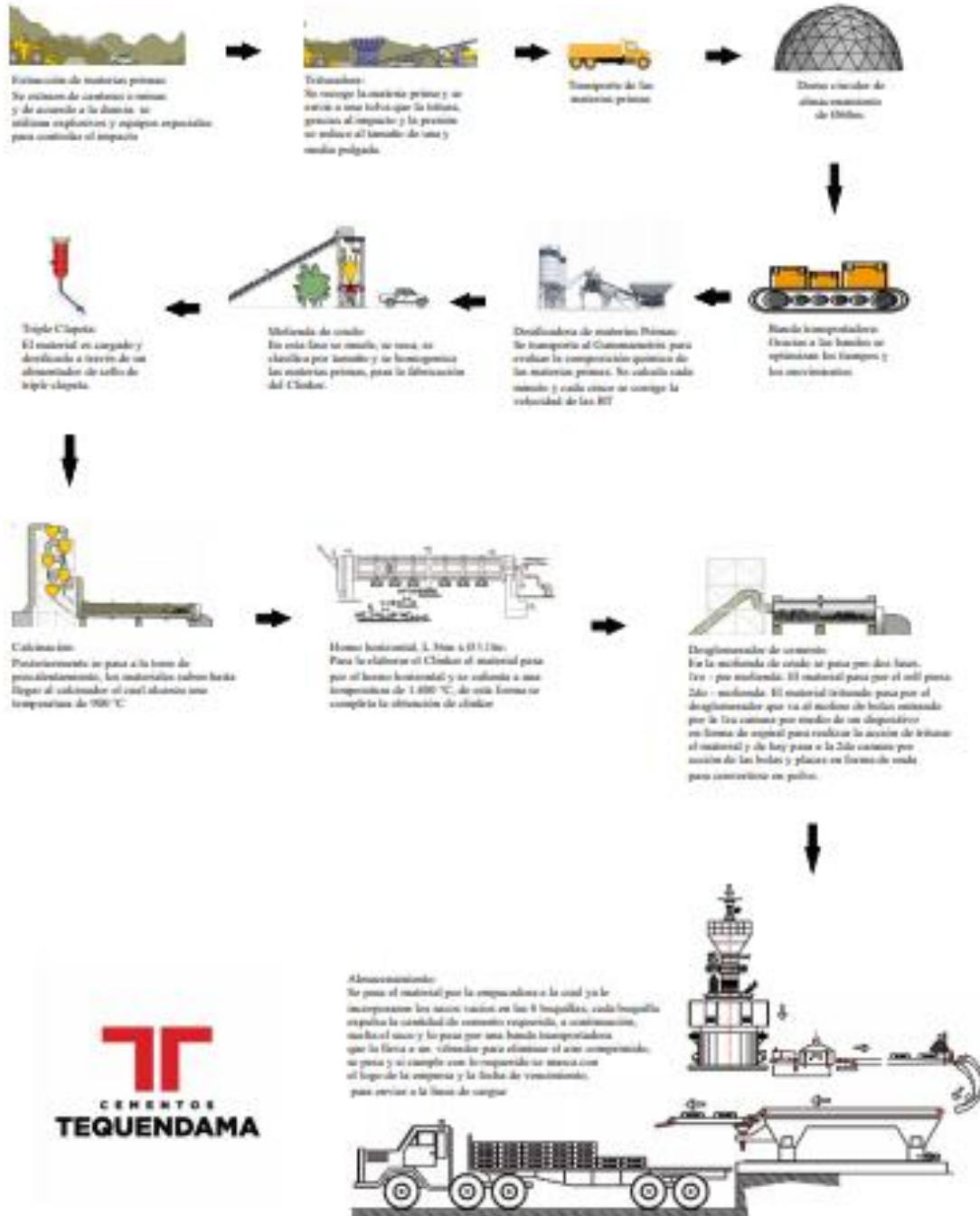
MAFLA B., Andrés. Uso de la cascarilla de arroz en proceso del cemento [en línea] Bogotá: Universidad Minuto de Dios [citado: 22 de agosto, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <http://biblioteca.uniminuto.edu/ojs/index.php/Inventum/article/viewFile/47/46>>.

NAVARRO HUDIEL, Sergio J. Definición y elaboración del cemento [en línea] [citado: 19 septiembre, 2018]. Disponible en Internet: URL: <<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/def-y-elaboracion-cemento.pdf>>.

VÁSQUEZ, Belem y CORRALES, Salvador. Industria del Cemento en México: análisis de sus determinantes [en línea] México: La Empresa [citado: 18 agosto, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301703617300068>>.

ANEXO A

Proceso de producción de Cementos Tequendama



TE
CEMENTOS
TEQUENDAMA

MATRIZ DE LEOPOLD CEMENTOS TEQUENDAMA

Matriz de Leopold, basada en el Proceso Productivo de Cementos Tequendama, a través de la cual se evidencian los factores favorables y los no favorables para el proceso, en la columna derecha se encuentran las medidas correctivas sobre las cuales debe quedar el proceso para asegurarse de que sea Óptimo.

			ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS				EVALUACIONES			
			MANEJO DE DESECHOS	REUTILIZACION DE RESIDUOS	EMISIONES DURANTE ENFRIAMIENTO DEL	GASES DE COMBUSTION				
PARAMETROS AMBIENTALES	IMPACTO GEOAMBIENTAL	TIERRA	SUELO	-8 / 3	-4 / 2				-12 / 5	
			MORFOLOGIA							
		AGUA	SUPERFICIALES	-2 / 2	-1 / 5	-2 / 2				-5 / 8
			SUBTERRANEAS		-1 / 2					-1 / 2
			CALIDAD							
		ATMOSFERA	RUIDOS							
			GASES			-5 / 2	-10 / 6			-15 / 8
			EXTRACCION	-2 / 7						-2 / 7
		PROCESOS	PREHOMOGENIZACION							
			ALMACENADO							
	MOLIENDA		-5 / 10	-1 / 2		-8 / 3			-14 / 21	
	EMPAQUE									
	ESPACIOS ABIERTOS				-4 / 1				-4 / 1	
	EMPLEO									
	USOS DEL SUELO		-8 / 8							-8 / 8
	IMPACTO SOCIO-ECONOMICO									
	EVALUACIONES			-27 / 30	-7 / 11	-11 / 5	-18 / 15			