

TESIS DE MAESTRIA.
PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.

TÍTULO:

**Mecanismo de desarrollo limpio para la
disminución de las emisiones de CO₂ en la
producción de cementos con aditivos en
Cementos Cienfuegos, S.A**

AUTOR:

Ing. Ernesto GALVEZ SUAREZ

TUTORES:

Dra. Dunia María GARCIA LORENZO

MSc. Ing. José Luis ROMERO CABRERA

CIENFUEGOS, MARZO, 2012.

“Año 54 de la Revolución”



Cementos Cienfuegos S.A.

Guabairo, Cienfuegos, 24 de marzo 2012

A: Comité Académico
Facultad de Mecánica.
Universidad de Cienfuegos
"Carlos Rafael Rodríguez"

Estimado:

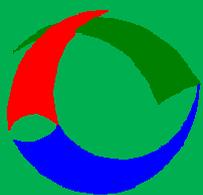
Hago constar que la Tesis de Maestría: "Mecanismo de desarrollo limpio para la disminución de las emisiones de CO₂ en la producción de cementos con aditivos en Cementos Cienfuegos, S.A.", realizada por el Ing. Ernesto Gálvez Suárez, ha sido elaborada en estrecha vinculación con la dirección de esta empresa y tutorado por la Dra. Dunia Maria Garcia Lorenzo y el MSc.Ing.: José Luis Romero Cabrera. El mismo ha cumplido el objetivo de aplicar herramientas de evaluación de proyectos para la producción de PP 350 y PZ 250 con un enfoque de mecanismo de desarrollo limpio en la fábrica de Cementos Cienfuegos, S.A, en busca de financiamiento internacional y la reducción de las emisiones de CO₂.

El Mecanismo de Desarrollo limpio es un objetivo de trabajo de la empresa en este año, por lo que su implementación es una prioridad y se le da un seguimiento al primer nivel, y además representa una valiosa contribución a la demostración ante la autoridad reguladora del CITMA de los esfuerzos de la Dirección General en el cumplimiento nuestra estrategia ambiental y la visión de mantener el liderazgo en la fabricación del cemento y una de las mejores empresas industriales de Cuba,

Para que así conste firma la presente.

Ing.: Orlando López Torres.
Vice Director General.





DEDICATORIA.

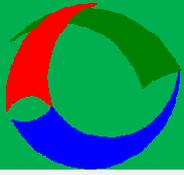


“Salvaguardar el medio ambiente. . .
Es un principio rector de todo nuestro trabajo
en el apoyo del desarrollo sostenible;
es un componente esencial en la erradicación
de la pobreza y uno de los cimientos de la paz.”



Dedicatoria.

A mis padres, hermanos, mi esposa e hijos por su incondicional apoyo en todo momento.



AGRADECIMIENTOS.



"La naturaleza hace grandes obra sin esperar recompensa alguna."



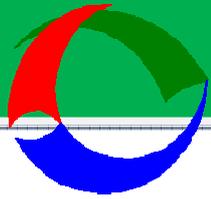
Agradecimientos.

A todos los que de una forma u otra hicieron posible la realización de este trabajo, en especial a Dunia y su familia por toda la dedicación y apoyo que me brindó.

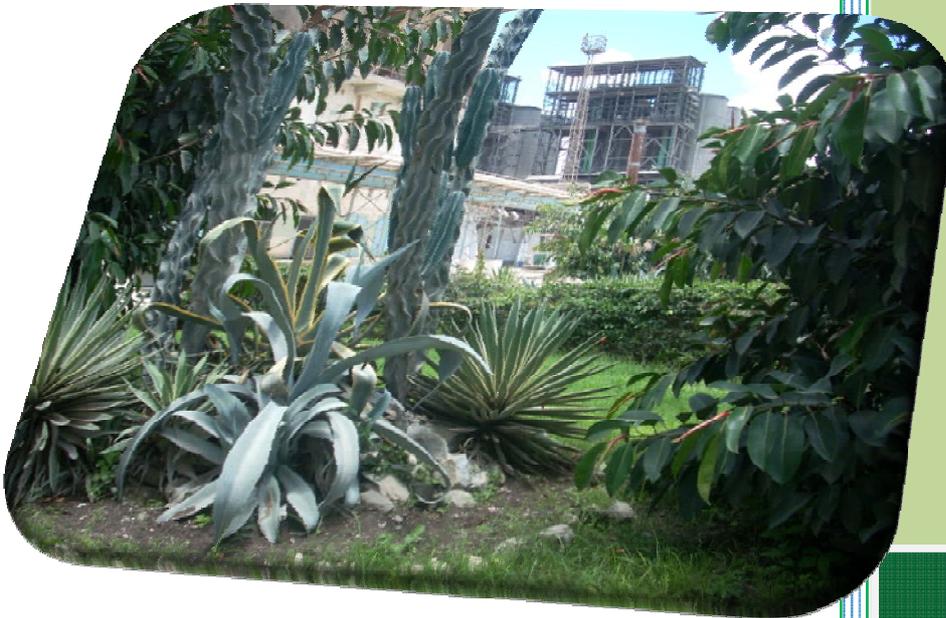
A Coquito por su apoyo incondicional que me brindó.

A mis compañeros de Planta de Cementos Cienfuegos S.A.

A toda mi familia.



RESUMEN.



Es increíble que la naturaleza pida a gritos ayuda, pero más increíble es que nadie la escuche.



Resumen.

El trabajo con título “Mecanismo de desarrollo limpio para la disminución de las emisiones de CO₂ en la producción de cementos con aditivos en Cementos Cienfuegos, SA”, tiene como objetivo: aplicar herramientas de elaboración de proyectos para la producción de PP 350 y PZ 250 con un enfoque de mecanismo de desarrollo limpio en busca de financiamiento internacional y la reducción de las emisiones de CO₂

Las opciones de producción más limpia (P+L) aplicadas en Cementos Cienfuegos S.A., son parte de una estrategia ambiental preventiva a sus procesos y productos, con el objetivo de aumentar la eficiencia y al mismo tiempo reducir o mitigar los riesgos a los trabajadores y al ambiente.

Para la empresa, las acciones de P+L, están dirigidas fundamentalmente a la disminución del consumo de materias primas, combustibles, agua y energía; eliminación de los desechos tóxicos y peligrosos; y la reducción de las emisiones de polvo durante el proceso de producción.

En el presente trabajo se expone una síntesis de las principales acciones de P+L aplicadas así como sus implicaciones ambientales y efecto económico.

Además utiliza la Metodología ACM 5 para la evaluación de proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y tiene como resultados: que la producción del PP 350 y PZ 250 se gestiona como decisión de la entidad en desarrollar cementos con alto grado de adición con variantes de producción y comercialización más ventajosas, solo con el financiamiento de las ventas de los bonos de carbono por utilizar el MDL para obtener financiamiento en los proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en la producción de cemento en Cuba.

Summary.

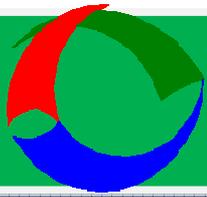
The work titled "Clean Development Mechanism for the reduction of CO2 emissions in the production of cement with additives in Cementos Cienfuegos SA", aims to apply tools for project development, in the production of PP 350 and PZ 250 focused on clean development mechanism, in order to find international financing and to reduce CO2 emissions

The options for cleaner production (CP) applied in Cementos Cienfuegos SA, are part of a preventive environmental strategy to it's processes and products, in order to increase efficiency while reducing or mitigating the risks to workers and the environment .

For the company, CP actions are primarily aimed to reduce consumption of raw materials, fuel, water and energy, to eliminate toxic and dangerous waste and to reduce dust emissions during the production process.

This work presents a synthesis of the main CP actions applied, their environmental implications and economic impact.

This Work uses ACM5 Methodology for Clean Development Mechanism (CDM) project evaluation and its results are: the production of PP 350 and PZ250 are managed as an entity's decision to develop cements with a high grade of additives, with production variants and more commercialization, using funding from the sales of carbon credits for using CDM, to obtain funding for projects to reduce emissions of greenhouse gases in the production of cement in Cuba.



ÍNDICE.

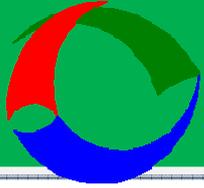


Ni la sociedad, ni el hombre, ni ninguna otra cosa deben sobrepasar para ser buenos los límites establecidos por la naturaleza.”

Hipócrates



INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I: Generalidades teóricas y estudios documentales.....	7
1.1 Producción más limpia. Conceptos y características.....	7
1.1.1 Las producciones más limpias y su relación con el efecto invernadero y el calentamiento global.....	11
1.1.2 Las producciones más limpias y el mecanismo de desarrollo limpio	15
1.2 Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Conceptos, antecedentes, clasificaciones ...	16
1.2.1 El MDL y su relación con el desarrollo sostenible.....	17
1.3 MDL como mecanismo de financiamiento.....	18
1.4 Proyectos de MDL. Tipos y metodologías para la evaluación de proyectos	21
1.4.1 Relación de proyectos según países.....	24
1.5 Proyectos de MDL en Cuba.....	26
Conclusiones Parciales.....	29
CAPITULO II: Caracterización y diagnóstico del objeto de estudio Fábrica de Cementos Cienfuegos S.A.....	30
2.1 Caracterización del objeto de estudio: Industria del Cemento en Cienfuegos.	30
2.2 Diagnóstico y situación actual. Evaluación Medio Ambiental Preliminar	38
2.2.1 Descripción del proceso productivo	38
2.2.2 Composición química de las materias primas	39
2.2.3 Focos contaminantes potenciales y latentes de la fábrica.....	41
Conclusiones Parciales.....	55
CAPÍTULO III: Metodología y aplicación para la determinación de la línea base en función del diseño del proyecto (MDL PDD).....	56
3.1 Metodología de estudio para la determinación de la línea base	56
3.2 Aplicación de la metodología para la obtención de la línea base	57
3.3 Evaluación de la adicionalidad del proyecto según metodología ACM5.....	84
3.4 Análisis de resultados	88
Conclusiones Parciales.....	95
CONCLUSIONES GENERALES	96
RECOMENDACIONES.....	97
BIBLIOGRAFÍA	98
ANEXOS	



INTRODUCCIÓN.



"La tierra no es una herencia de nuestros padres,
sino un préstamo de nuestros hijos."
Antiguo refrán indio.



Introducción.

Cuba se destaca entre los primeros países en vías de desarrollo que asumió un crecimiento de su industria del cemento. Aunque la producción de cemento se remonta al siglo XIX, el verdadero desarrollo de esta industria en el país comenzó con el proceso revolucionario, a partir de 1959. En 1980 existía ya una capacidad de producción por encima de las 4 millones de toneladas anuales, distribuida en 6 grandes plantas productoras. La crisis energética de los años 1990 deprimió la producción de cemento, que poco a poco ha vuelto a acercarse a sus niveles históricos.

El alto consumo energético y los grandes volúmenes de emisiones de gases de efecto invernadero se convierten en amenazas a la sostenibilidad de la producción de este aglomerante en los próximos años. El sostenido incremento del precio de los combustibles fósiles a corto plazo, el reforzamiento a escala global de las políticas impositivas a productos o producciones que contribuyan al calentamiento global (impuestos ecológicos), harán que el incremento de costos de la producción llegue a niveles prohibitivos para la industria. Se precisa, entonces, delinear estrategias para poder contribuir a resolver este problema a mediano plazo (Hendriks C.A, et al 1998).

El Programa Ecológico de la industria del cemento hoy, es un aspecto vital para su promoción en el mercado aunque choca con que la reducción posible de emisiones de CO₂, es absorbida por el incremento necesario de la producción. Para poder mantener los niveles de consumo energético y emisiones del presente en 10 años, la industria del cemento necesita reducir las emisiones en más del 50%. Este reto implica, de forma inobjetable, un cambio de paradigmas en la producción y utilización del cemento Portland, que permita una adecuación a las exigencias ambientales actuales. Cualquier solución al problema pasa por la reducción del contenido de clinker puro en los materiales aglomerantes.

Cementos Cienfuegos, S.A es una empresa productora y comercializadora de clinker y cemento con un alto compromiso con la calidad, el medio ambiente y la

seguridad y salud de los trabajadores demostrada en el mantenimiento de la certificación de estos sistemas.

En tal sentido se ejecutan un conjunto de acciones dirigidas a disminuir sus impactos ambientales negativos fundamentalmente en el uso de los recursos y el control de emisiones.

El estudio de Ciclo de vida del producto ha confirmado que estos dos aspectos constituyen el 95% al efecto de cambio climático global de nuestras operaciones.

Una de las vías para reducir sus emisiones de CO₂, es el uso de cementos con aditivos PP 350 y PZ 250 como alternativas a los P 350 y PP 250 producidos tradicionalmente, con la finalidad de disminuir la cantidad del clinker presente en su composición, y responsable mayoritario de dicha emisión, debido al proceso de des carbonatación de la caliza y a la quema del combustible fósil (carbón, petcoke y diesel), contribuyendo de manera doble al desarrollo sostenible y al respeto ambiental.

En la actualidad no hay el financiamiento requerido para ejecutar este proyecto, por cuanto las inversiones del país están limitadas por el estado, atendiendo a los escasos recursos de la economía en general. Es por ello que sólo bajo las condiciones de un proyecto de Mecanismo Desarrollo Limpio (MDL), podrá ser ejecutado y por tanto lograrse los efectos de la reducción estimada en las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Por otro lado los Certificados de Reducción de Emisiones (CRE) que se obtengan por el proyecto, constituirán un elemento esencial en su financiamiento.

Formulación del Problema:

Cementos Cienfuegos S.A. no cuenta en la actualidad con una herramienta para evaluar sus actividades de proyecto con un enfoque de Mecanismo de Desarrollo Limpio.

En correspondencia con el problema se propone como posible solución o hipótesis que:

La producción de los cementos PP 350 y PZ 250 pueden ser ejecutadas con capital internacional bajo el enfoque de Mecanismo de Desarrollo Limpio lo que genera un financiamiento internacional y la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera

Para poder llevar a vías de hecho dicha posible solución se pretende alcanzar como propósito u **Objetivo General:**

Aplicar herramientas de evaluación de proyectos para la producción de PP 350 y PZ 250 con un enfoque de mecanismo de desarrollo limpio en la fábrica de Cementos Cienfuegos S.A en busca de financiamiento internacional y la reducción de las emisiones de CO₂

Los Objetivos Específicos estarían expresados en:

1. Estudio documental y bibliográfico crítico en la materia a fin que se trata
2. Diagnosticar la situación actual de la entidad particularizando en el estudio de su producto, cemento.
3. Aplicar herramientas de evaluación de proyectos con un enfoque de mecanismo de desarrollo limpio que a su vez se desdobra en:
 - Identificar alternativas de producción a la actividad de proyecto compatibles con las leyes y reglamentos vigentes.
 - Analizar la factibilidad de la inversión que demuestre que esta actividad no es económicamente o financieramente viable, sin los ingresos de la venta de Reducciones Certificadas de Emisiones (RCE).
 - Realizar un análisis de barreras para demostrar que la actividad de proyecto se enfrenta a barreras que previenen su aplicación.
 - Realizar el análisis de la práctica común, para determinar la medida en que el proyecto propuesto ya se ha difundido en el sector del país.
 - Desarrollar el método de evaluación de la línea base de emisión de CO₂

- Desarrollar el método de evaluación de las estimaciones de reducción de CO₂
- Definir el sistema de control de calidad de los parámetros de cálculo.
- Calcular las reducciones de emisión.

Justificación de la investigación.

La utilización de zeolita como aditivo en la producción de cementos constituye una de las medidas de sustentabilidad económica y ambiental de la industria cementera cubana, que ha tenido que postergarse continuamente debido a dificultades económicas y al hecho de que no existe una cultura entre los constructores en el empleo de estos tipos de cemento por lo que no resulta competitiva para el país, en comparación con los tipos de cementos tradicionalmente empleados.

En los últimos años, el estado cubano ha hecho esfuerzos dirigidos a la producción y comercialización de los cementos con alta adición, por sus implicaciones para el desarrollo sostenible del sector cementero del país y dentro de estas, ha impulsado la divulgación de los cementos tipo PP 350, por las ventajas en el ahorro de los recursos energéticos y la disminución de las emisiones de CO₂.

La producción del PP 350 y PZ 250 se gestiona como resultado de la decisión de la Dirección de Cementos Cienfuegos S.A. en desarrollar los cementos con alto grado de adición para determinar las variantes de producción y comercialización más ventajosas para la empresa y el país en general.

Solo con el financiamiento de las ventas de los bonos de carbono puede ser financiado este proyecto.

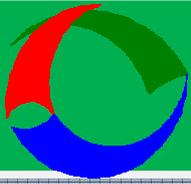
Aporte y novedad científica.

Utilizar los Mecanismos de Desarrollo Limpio para obtener financiamiento en los proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en la producción de Cemento en Cuba.

Tareas de investigación.

1. Estudio documental.
2. Determinación de las variantes de adición de los cementos y sus volúmenes de producción.
3. Definición de las fronteras del proyecto
4. Identificación del escenario de línea base.
5. Demostración de la adicionalidad del proyecto
6. Establecer las relaciones de cálculo para las emisiones.

El trabajo se estructura en tres grandes capítulos un Capítulo I con título Generalidades teóricas y estudios documentales que parte del estudio bibliográfico de las temáticas y técnicas afines con la investigación. Un Capítulo II: Caracterización y diagnóstico del objeto de estudio: Fábrica de Cementos Cienfuegos S.A., que además de caracterizar el objeto de estudio, valora su situación actual aplicando técnicas de producción más limpia, detectando y fundamentando el problema de la investigación que en el mismo se ejecuta. El Capítulo III: Metodología y aplicación para la determinación de la línea base en función del diseño del proyecto (MDL PDD) en la Fábrica de Cementos Cienfuegos, SA hace una descripción de la metodología a emplear y luego la aplica a la entidad para la definición de la línea base según diseño de proyecto en el objeto de estudio y su análisis de resultados en fase en que se encuentra.



CAPÍTULO I.



Todo lo que el ser humano añade a la naturaleza, está de más, incluido el mismo.



Capítulo 1 – Generalidades teóricas y estudios documentales

1.1 – Producción más limpia. Conceptos y características

Uno de los conceptos de más connotación por sus resultados en el mundo moderno es la producción más limpia, que por su decir, genera ideas pero no precisas del concepto como tal, por lo que requiere su estudio.

La Producción más Limpia es un término general, que describe un enfoque de medidas preventivas para la actividad industrial. Este se aplica de igual manera al sector de servicio, a los sistemas de transporte y a la agricultura. No se trata de una definición legal ni científica que pueda ser sometida a exámenes minuciosos, análisis o disputas sin sentido.

Es un término muy amplio que abarca lo que algunos países llaman minimización de desechos, elución de desechos, prevención de contaminación y otros nombres parecidos, pero también incluye algo más.

Otras definiciones que pueden ser citadas son:

Un proceso de fabricación, o una tecnología integrada en el proceso de producción, concebida para reducir durante el propio proceso, la generación de residuos contaminantes.

El método de fabricar productos en el que las materias primas y la energía son utilizadas en la forma más racional e integrada en el ciclo de vida materias primas-producción-consumo-recursos secundarios, de manera que el impacto sobre el medio ambiente sea mínimo.

La integración de los objetivos ambientales en un proceso de producción o servicio con el fin de reducir los desperdicios y emisiones en términos de cantidad y toxicidad y por tanto reducir los costos.

Además de lograr un nivel más bajo de contaminación y de riesgos ambientales, la producción más limpia es, con frecuencia, una buena propuesta de negocios. El uso más eficiente de los materiales y la optimización

de los procesos dan como resultado menos desechos y costos operativos más bajos

La primera definición de la producción más limpia (P+L) su concepto, fue desarrollado en una reunión del Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1989, como: La forma de producir que requiere, conceptualmente y en el procedimiento para llevarla a cabo, sean consideradas todas las fases del ciclo de vida de un producto o proceso con el objetivo de prevenir o minimizar el riesgo, a corto y largo plazo, para los humanos y el medio ambiente

En un seminario organizado por el PNUMA en Oxford en 1996 se definía como: La aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva, integrada en los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eco eficiencia y reducir el riesgo para los humanos y el medio ambiente

Existe una conciencia cada vez más generalizada de que el actual sistema de producción y las pautas de consumo no son sostenibles en el futuro. Ello es más evidente, a medida que muchos países en desarrollo se van incorporando progresivamente a los modelos de los países más industrializados, sin que estos hayan dejado de crecer desde el punto de vista cuantitativo.

Los problemas que hay que afrontar son a escala global, regional y local. Junto con la dimensión geográfica hay una dimensión del riesgo implicado que es necesario evaluar. Algunos de estos riesgos derivados del sistema productivo alcanzan el eco ambiente en general. Otros afectan específicamente a la especie humana, como son la exposición de los operarios al ambiente del puesto de trabajo o a los contaminantes del agua de beber.

El óptimo económico se consigue con una combinación adecuada de P+L y tratamientos de depuración, determinada por una evaluación económica de las alternativas. La innovación y el desarrollo tecnológico deben contribuir a que la proporción P+L aumente en la combinación óptima.

La Producción más Limpia de bienes y servicios es esencial para que el concepto de desarrollo sostenible se vuelva realidad.

En la mayoría de los casos, la Producción más Limpia tiene una ventaja tanto económica, como ecológica sobre los métodos tradicionales de control ambiental.

Características de algunos instrumentos paralelos a las P+L

1.-Minimizacion de residuos

Es el esfuerzo organizado, sistemático, abarcador y continuado, para reducir la generación de residuos peligrosos sin la necesidad de tratamiento final de los mismos, mediante, el diseño de nuevos procesos productivos o modificación de los existentes o reutilizando los residuos en el propio proceso o en otro.

2.-Prevención de la contaminación

Es cualquier práctica que reduce la cantidad de cualquier sustancia peligrosa o contaminante que entra en cualquier corriente o bien, es emitida al ambiente antes de su reciclado, tratamiento o disposición.

3.-Ecoeficiencia

La eficiencia en el empleo de los recursos que se alcanza mediante la reducción paulatina del consumo de las materias primas renovables y no renovables y la energía; el desarrollo de procedimientos ecológicamente y económicamente eficientes; la minimización de la contaminación del agua, el suelo y el aire y la optimización de la prevención de riesgos.

4.-Ecología ambiental

La búsqueda de un balance desde el punto de vista ambiental, de los productos, procesos y servicios de manera que los residuos producidos por un sistema, puedan ser utilizados por otro como fuentes de materia prima y energía.

5.-Factor 4

La manera de corregir las ineficiencias existentes en la forma actual de utilizar los recursos, de modo que esta pueda cuadruplicarse, extrayendo más riquezas por unidad de recursos naturales utilizada.

6.-Contaminación 0 (Factor 0)

El rediseño de los procesos industriales, desde la selección de la materia prima hasta el consumo de productos, de manera que aplicando modelos de transformación total, de entrada y salida y de agrupación industrial, identificando nuevas tecnologías y diseñando políticas industriales, la contaminación se aproxime a cero (0)

7.-Metabolismo industrial

Conjunto integrado y completo de procesos físicos aplicable en el ámbito de nación, región o entidades, donde el control estabilizante es dado por el componente humano, mediante balance de suministros, demanda de productos y mano de obra y mecanismos de precios.

8.-Análisis de ciclo de vida

Un proceso objetivo que evalúa las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando tanto el uso de materia y energía, como las emisiones al entorno, para determinar el impacto de ese uso de recursos y esas emisiones y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental.

La P+L se ha desarrollado en paralelo con otros conceptos e instrumentos de gestión ambiental, algunos muy relacionados con ella. No es extraño que se haga un uso confuso de los distintos conceptos, siendo una de las causas principales el que las definiciones pretenden ser muy amplias y fácilmente se solapan unas con otras.

La evaluación de P+L como herramienta

En toda evaluación de P+L se persigue una optimización integral del proceso que se consolida en un beneficio ambiental y económico. Este beneficio puede, además, dar como resultado una disminución de los riesgos, peligros y

responsabilidades, igualmente de interés para la empresa, pero que son a veces de difícil valoración económica.

Por todo ello, las mejoras promovidas por la P+L pueden requerir realizar cambios en las materias de partida, en las variables controladas o en las etapas del proceso, cambios en los equipos, sus componentes o los materiales con que se han construido, así como en la forma de uso, y cambios en la organización, el control de la fabricación u otros aspectos de la gestión.

Incentivos que una empresa tiene para aplicar la P+L

- El cumplimiento de la legislación presente o previsible en un futuro próximo
- Obtener ventajas adicionales en la obtención de renovaciones de los permisos de fabricación cuando la administración sigue una política incentivadora de P+L y aplica medidas tales como poder acogerse a trámites más simplificados
- Lograr beneficios en la explotación y aumento de la competitividad
- Mejora de la imagen empresarial y, asociada con ella, establecimiento de mejores relaciones con los clientes, vecinos y sociedad en general
- Una reducción de las posibles responsabilidades civiles y penales
- Asegurar mejores condiciones de trabajo en cuanto a higiene y seguridad
- La reducción de la necesidad de tratamiento de efluentes, dejando capacidad disponible en las instalaciones para futuros proyectos de ampliación y reduciendo la inversión que sería necesaria.

1.1.1 Las producciones más limpias y su relación con el efecto invernadero y el calentamiento global

Al hablar de cambio climático es preciso tener en cuenta que existen numerosos factores que inciden positiva o negativamente sobre el calentamiento del planeta, aunque pueden agruparse en dos grandes tipos: naturales y antropogénicos. Estos últimos, debidos a acciones realizadas por el ser humano, pueden subdividirse a su vez en procesos productivos y actividades de consumo, por un

lado, y cambios de usos del suelo, por otro. Las actividades antropogénicas, originan un incremento de la concentración en la atmósfera de gases de efecto invernadero, que son compuestos que contribuyen al calentamiento del planeta: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Aunque también emiten otros compuestos, como los aerosoles, que pueden reducir el calentamiento. Las actividades que generan todas esas emisiones son las ligadas a procesos productivos como la generación de energía a partir de combustibles fósiles o la industria, y actividades de consumo como el transporte.

La creciente industrialización, el incremento de emisiones generadas por la quema de combustibles fósiles, los cambios en el uso de la tierra y la deforestación tienen una influencia fundamental en la composición de la atmósfera. La creciente concentración de los gases que emiten esas actividades provoca cambios drásticos en el clima de la Tierra, con efectos potencialmente devastadores en las próximas décadas. Si no se detiene la tendencia actual de emisiones, se estima que para el año 2030 la temperatura de la Tierra aumentará 3°C. Esos cambios bruscos podrían provocar incrementos en el nivel del mar entre 15 y 95 cm, migraciones de zonas agrícolas, derretimiento de las capas polares, migración de enfermedades, sequías, huracanes, tormentas, incendios forestales y un aumento de la incidencia de fenómenos naturales tales como El Niño (IPCC, 1995).

Las economías latinoamericanas son especialmente vulnerables a los cambios del clima, debido en parte al papel predominante que tiene en ellas la agricultura.

Alrededor del 30% ó 40% de la población activa de América Latina se dedica a la agricultura. Y en las naciones más pequeñas y pobres de la región, el sector agrícola es la base de la subsistencia económica y el principal sector exportador (Baethgen 1994).

La respuesta política de la comunidad internacional a estas predicciones alarmantes llegó primero con la firma de la Convención Marco de Cambio Climático en 1992, bajo la cual los países industrializados se comprometieron a reducir voluntariamente para el año 2000, las concentraciones de gases de efecto

invernadero (GEI) dentro de sus fronteras, a los niveles registrados en 1990. Los países en desarrollo no asumieron compromisos de mitigación similares, debido al principio de “responsabilidad común pero diferenciada” (Art.3.1). Según este principio, las naciones más comprometidas en caudal de emisiones serán las que deberán asumir la mayor carga de la reducción.

El primer informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) hizo ver que los países industrializados no habían cumplido con sus compromisos de reducción (IPCC, 1990). El informe advertía que aún si hubieran cumplido, el esfuerzo no hubiera logrado estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera. En 1995, la Primera Conferencia de las Partes adscritas a la Convención emitió el Mandato de Berlín.¹ El documento instó a la comunidad de naciones a negociar un instrumento legal que obligara a los países industrializados a mayores esfuerzos de reducción, esta vez con carácter legalmente vinculante.

En diciembre de 1997, 158 países firmaron el Protocolo de Kyoto, bajo el cual 38 naciones industrializadas se comprometieron a reducir las emisiones de seis gases en un 5,2% para el período 2008-2012. Las reducciones acordadas en el Protocolo serán vinculantes una vez que entre en vigencia. Las naciones del Sur no asumieron compromisos obligatorios de reducción.

El Protocolo de Kyoto establece tres Mecanismos de Flexibilidad para facilitar a los Países del Anexo I de la Convención (países desarrollados y con economías en transición de mercado) la consecución de sus objetivos de reducción y limitación de emisiones de gases de efecto invernadero.

Los tres Mecanismos son: el Comercio de Emisiones (Art.17), el Mecanismo de Desarrollo Limpio (Art. 12) y el Mecanismo de Aplicación Conjunta (Art.6).

Los dos últimos, son los denominados mecanismos basados en proyectos, debido a que las unidades de reducción de las emisiones resultan de la inversión en proyectos, adicionales ambientalmente, encaminados a reducir las emisiones antropógenas por las fuentes, o a incrementar la absorción antropógena por los sumideros de los gases de efecto invernadero.

Estos Mecanismos son instrumentos de carácter complementario a las medidas y políticas internas que constituyen la base fundamental del cumplimiento de los compromisos bajo el Protocolo de Kyoto

La justificación de su inclusión en el Protocolo de Kyoto, tiene su base en el carácter global que supone el reto del cambio climático y, por lo tanto, el efecto, independiente de su origen, que tienen las reducciones de emisiones sobre el sistema climático. De esta forma, se permite que los países con objetivos de reducción y limitación de emisiones que consideren particularmente oneroso reducir las emisiones en su propio país, puedan optar por pagar un precio más económico para reducir las emisiones en otros.

El objetivo que se persigue con la introducción de estos Mecanismos en el Protocolo de Kyoto , es un objetivo doble: Por un lado, con carácter general, buscan facilitar a los países del Anexo I del Protocolo (Países desarrollados y Países con economías en transición de mercado), el cumplimiento de sus compromisos de reducción y limitación de emisiones, y por otro lado, también persiguen apoyar el desarrollo sostenible de los países en desarrollo, países no incluidos en el Anexo I, a través de la transferencia de tecnologías limpias

Los principios rectores de los Mecanismos se definieron en el Acuerdo de Bonn, de 2001, y se recogen en los textos legales de Marrakech. Estos principios son:

- El principio que establece que los Mecanismos del Protocolo de Kyoto no presuponen la creación, para las Partes del Anexo I, de ningún tipo de derecho o título de emisión.
- El principio de complementariedad cualitativo, por el que la utilización de los Mecanismos ha de ser complementaria a las medidas internas para la reducción o limitación de emisiones de gases de efecto invernadero. Este principio responde a la preocupación de evitar que los Mecanismos se convirtieran en un instrumento para la no adopción de políticas y medidas nacionales de lucha frente al cambio climático.

- El principio de abstenerse de utilizar la energía nuclear en proyectos desarrollados bajo el arco del Mecanismo de Desarrollo Limpio y de la Aplicación Conjunta.
- El principio de equidad, al establecerse que, las Partes del Anexo I, adoptarán políticas y medidas de reducción de emisiones de manera que disminuyan las desigualdades por habitante entre los países en desarrollo, y las de los países desarrollados.

Marco regulador de los Mecanismos de Flexibilidad:

- El Protocolo de Kyoto en sus artículos 6, 12 y 17, donde se definen, respectivamente, el Mecanismo de Aplicación Conjunta, el Mecanismo de Desarrollo Limpio, y el Comercio de Emisiones.
- El Acuerdo Político de Bonn, resultado de la COP 6-bis, Julio de 2001, que estipula los principios y las líneas generales para la utilización de los Mecanismos.
- Los Acuerdos de Marrakech, de la COP 7, Noviembre 2001, formados por cuatro decisiones: una, común, sobre el ámbito y los principios generales de los Mecanismos de Flexibilidad (Decisión 15/CP7); las otras tres, relativas a las reglas de funcionamiento de los Mecanismos de Aplicación Conjunta (Decisión 16/CP7), Desarrollo Limpio (Decisión 17/CP7) y Comercio de Emisiones (Decisión 18/CP7), respectivamente.
- Las Decisiones y recomendaciones de la Junta Ejecutiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio.
- Las decisiones subsiguientes adoptadas por la COP/MOP.

1.1.2 Las producciones más limpias y el mecanismo de desarrollo limpio

En resumen, atendiendo a todos los estudios anteriormente expuestos y otros no escritos pero revisados se puede decir que existen varias opciones para implantar PML, dígase:

- ✓ Reducción en el origen: (cambios en el proceso – gestión, operación, insumos, tecnología – cambios en los productos – diseños, mayor vida útil)

- ✓ Reuso y reciclaje
- ✓ Pre tratamiento y tratamiento
- ✓ Disposición, destrucción, remediación

La PML puede aplicarse para atacar la contaminación local o la global, reducir la contaminación por gases con efecto invernadero, es un problema de contaminación global

El Protocolo de Kyoto busca mitigar el deterioro atmosférico global provocado por los gases de efecto invernadero, y todo lo cual incida en las prácticas actuales para su aplicación oportuna y precisa en consecuencia con el desarrollo sostenible

Los MDL son derechos de emisión en mercados globales, donde los derechos están representados por Reducciones Certificadas de las Emisiones (RCE), donde los países en desarrollo permiten a los países del Anexo I del Protocolo de Kyoto, cumplir sus metas de reducción de emisiones de GEI.

Las emisiones de GEI y por tanto las posibilidades de beneficiarse con los MDL se producen, entre otros, en los sectores industriales y de transporte.

1.2 –Mecanismo de desarrollo limpio (MDL). Conceptos, antecedentes, clasificaciones.

Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL): Es uno de los mecanismos del Protocolo de Kyoto (PK) cuyos propósitos son: asistir a los países en desarrollo para que logren un desarrollo sostenible; y asistir a los países industrializados, firmantes del PK, para lograr el cumplimiento de sus compromisos de limitación y reducción de emisión

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) contenido en el Artículo 12 (Apéndice A) del Protocolo de Kyoto, es un mecanismo por medio del cual, una entidad o gobierno de un país industrializado, país "A" (Identificación, Formulación, Inversión en Proyecto de Desarrollo Limpio en País B), invierte en un proyecto de reducción de emisiones en un país en desarrollo, país "B" (Proyecto Aprobado, Implementado y Controlado). En compensación, el país "A" recibe certificados de reducción de emisiones (CRE) basado en el rendimiento del proyecto.

Para que los países puedan participar en proyectos MDL, deben de cumplir con los tres criterios siguientes:

- Participación voluntaria de cada país en el MDL.
- Establecimiento de una autoridad con el propósito de MDL; y
- Ratificación del Protocolo de Kioto

1.2.1 El MDL y su relación con el desarrollo sostenible.

Este Mecanismo permite la inversión de un País Anexo I en un País no incluido en el Anexo I, en proyectos de reducción de emisiones o de fijación de carbono. El país Anexo I recibe los créditos de reducción del proyecto, que utiliza para alcanzar sus compromisos dimanantes del Protocolo.

Este Mecanismo cumple con un triple objetivo: Por un lado, el país inversor, hará uso de las RCEs para alcanzar los objetivos de reducción y limitación de emisiones y, por otro lado, el país receptor de la inversión consigue un desarrollo sostenible a través de la transferencia de tecnologías limpias y, a su vez, contribuye a alcanzar el objetivo último de la Convención de Cambio Climático.

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) puede ser usado como un mecanismo efectivo por países en desarrollo y países desarrollados. Para compañías de países en el anexo 1, proyectos MDL pueden ayudarles a alcanzar sus metas de reducción de emisión de gases del efecto invernadero. De igual manera, el mecanismo provee a las compañías con una oportunidad para expandirse en mercados nuevos. Para países en desarrollo, los proyectos MDL, pueden contribuir a los objetivos de desarrollo sustentable del país así como también, proveer inversión económica

El MDL promueve en general el desarrollo sostenible mediante:

- ✓ La transferencia de tecnología y recursos financieros a los países en vías de desarrollo.
- ✓ La utilización de tecnologías más limpias e innovadoras.
- ✓ El incremento en la eficiencia energética y producción de energía sostenible.

- ✓ La reducción de la contaminación ambiental.
- ✓ La reducción de la dependencia de combustibles fósiles, que alivia la carga presupuestaria en la importación de los mismos.
- ✓ La contribución económica al país mediante el pago de impuestos.
- ✓ El desarrollo de capacidades humanas y tecnológicas en los sectores público y privado.
- ✓ El alivio de la pobreza y mejoramiento de las condiciones de equidad como resultado de la generación de nuevas fuentes de ingreso y empleo.
- ✓ La contribución al desarrollo rural mediante el acceso a fuentes de energía en zonas rurales, centros de educación y salud.

1.3 MDL como mecanismo de financiamiento.

Los bonos de carbono (CER) son un mecanismo internacional de descontaminación para reducir las emisiones contaminantes al medio ambiente; es uno de los tres mecanismos propuestos en el Protocolo de Kyoto para la reducción de emisiones causantes del calentamiento global o efecto invernadero (GEI o gases de efecto invernadero).

Inicialmente fue una propuesta lanzada por la economista argentina Graciela Chichilnisky en 1993 y finalmente fue incluida dentro de los mecanismos de desarrollo limpio del protocolo de Kyoto en 1997.

El sistema ofrece incentivos económicos para que empresas privadas contribuyan a la mejora de la calidad ambiental y se consiga regular la emisión generada por sus procesos productivos, considerando el derecho a emitir CO₂ como un bien canjeable y con un precio establecido en el mercado. La transacción de los bonos de carbono (CER) —un bono de carbono representa el derecho a emitir una tonelada de dióxido de carbono— permite mitigar la generación de gases invernadero, beneficiando a las empresas que no emiten o disminuyen la emisión y haciendo pagar a las que emiten más de lo permitido.

Las reducciones de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) se miden en toneladas de CO₂ equivalente, y se traducen en Certificados de Emisiones Reducidas (CER). Un CER equivale a una tonelada de CO₂, que se deja de emitir

a la atmósfera, y puede ser vendido en el mercado de carbono a países Anexo I (industrializados de acuerdo a la nomenclatura del protocolo de Kyoto). Los tipos de proyecto que pueden aplicar a una certificación son, por ejemplo, generación de energía renovable, mejoramiento de eficiencia energética de procesos, forestación, limpieza de lagos y ríos.

En un esfuerzo por reducir las emisiones que provocan el cambio climático en el planeta, como el calentamiento global o efecto invernadero, los principales países industrializados -a excepción de Estados Unidos- han establecido un acuerdo que establece metas cuantificadas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para el 2012: el Protocolo de Kyoto. Para cumplir se están financiando proyectos de captura o abatimiento de estos gases en países en vías de desarrollo, acreditando tales disminuciones y considerándolas como si hubiesen sido hechas en su territorio.

Sin embargo, los críticos del sistema de venta de bonos o permisos de emisión, argumentan que la implementación de estos mecanismos tendientes a reducir las emisiones de CO₂, no tendrá el efecto deseado de reducir la concentración de CO₂ en la atmósfera, como tampoco de reducir o retardar la subida de la temperatura. Según el estudio de Wigley, 1999, la implantación del Tratado de Kyoto cumplido por todos los países del mundo, incluido los Estados Unidos, causará una reducción de 28 partes por millón (ppm) para 2050, o reducirá la temperatura predicha para ese año en 0,06 °C o, si no, retrasará la fecha en que debería cumplirse el aumento dicho en 16 años.

Se pueden identificar tres modelos de financiamiento para proyectos MDL:

Financiación por promotores locales. Los promotores colocan recursos propios, que complementan generalmente con deuda interna o externa para poner el proyecto en operación. Su beneficio es la generación de ingresos adicionales por la venta de CER.

Financiación por compradores de CER. Las empresas de los países industrializados que requieren los bonos de carbono pactan con los promotores locales su participación en el proyecto, ya sea aportando capital de riesgo, o

concediendo préstamos para la implementación del proyecto o ayudas de tipo tecnológico, a cambio de recibir los CER generados por el proyecto.

Socios Financieros. Son empresas privadas corredores de bolsa o brokers, consultores técnicos, negociadores y comercializadores de CER o traders, etc.) u organismos externos para quienes los proyectos MDL constituyen una oportunidad de inversión. Los socios financieros cobran sus servicios de los ingresos generados por la venta de los CER.

¿Cuáles son algunas fuentes de financiamiento?

La canalización de recursos a proyectos con características MDL se ha venido realizando fundamentalmente a través de:

- 1 Fondos de Carbono constituidos para la compra de CER. Sus aportaciones vienen de organismos multilaterales, de los gobiernos y agencias gubernamentales de países industrializados y de empresas privadas de estos países.
- 2 Algunos organismos multilaterales:
 - ✓ Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE).
 - ✓ Banco Mundial (BM) mediante:
 - La Unidad de Financiamiento de Carbono del Banco Mundial (cuenta con diversos fondos de carbono).
 - La Corporación Financiera Internacional.
 - ✓ El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) mediante:
 - La Corporación Interamericana de Inversiones (CII).
 - El Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN).
 - ✓ Banco Europeo de Inversiones (BEI).
 - Gobiernos de los países industrializados (financiamiento bilateral).
- 3 Fondos Privados. Estos pueden venir de empresas consultoras, la banca comercial y de fondos propios.

1.4 Proyectos de MDL. Tipos y metodologías para la elaboración de proyectos.

Existen tres criterios de elegibilidad que los proyectos MDL deben de cumplir.

- Asistir entidades que no pertenecen al Anexo 1 en alcanzar el desarrollo sostenible y en contribuir al objetivo último de la Convención;
- Que sea real, medible, y que provea beneficios de largo plazo en relación con la mitigación del cambio climático; y
- Proveer reducción de emisiones que sean adicionales a las que se producirían en ausencia de la actividad del proyecto certificado.

Según la forma de evitar la emisión de GEI, los proyectos MDL pueden ser de dos tipos:

- i) de captura o absorción de CO₂ de la atmósfera y
- ii) de reducción de emisiones.

Durante el primer periodo de compromisos 2008-2012, los proyectos de captura de CO₂, se limitan a proyectos de forestación y reforestación, y se rigen por una reglamentación distinta a la que regula las actividades de reducción de emisiones en el MDL. El papel que jugarán los proyectos de uso del suelo y conservación de los bosques más allá de 2012, se decidirá en las próximas negociaciones para un segundo periodo de compromisos.

Estos sectores se pueden agrupar en siete categorías:

- ✓ Proyectos energéticos (energía renovable y no renovable): industria energética, distribución de energía y demanda de energía.
- ✓ Proyectos industriales: manufacturera, química, construcción, minera, producción de metales.
- ✓ Transporte.
- ✓ Agropecuarios: silvicultura y agricultura.
- ✓ Forestales.
- ✓ Manejo y eliminación de residuos.

- ✓ Emisiones fugitivas de combustibles (sólidos, petróleo, gas); emisiones fugitivas de la producción y consumo de halo carbonos (HFC y PFC) y hexafluorido de azufre (SF₆).

Proyectos y tecnologías para el MDL

- ✓ Proyectos de captura de CO₂ mediante el uso del suelo, cambio en el uso del suelo y silvicultura en tierras en donde ha habido intervención humana desde 1990.

Tecnología: Plantaciones forestales: industriales, energéticas, rehabilitación de áreas degradadas, sistemas agroforestales.

- ✓ Proyectos de reducción de emisiones.

Tecnologías: Hidroeléctricas, parques eólicos, energía geotérmica, energía solar, biomasa como combustible (biocombustibles, bagazo). La biomasa puede ser residuos agrícolas y forestales, cultivos energéticos, residuos de industrias, animales y sólidos urbanos, aguas residuales urbanas. Cambio de carbón, petróleo o sus derivados a gas natural. Captura de metano en relleno sanitarios, en lagunas o depósitos de residuos animales. Destrucción de Flurocarbono (HFC) en la industria de refrigeración, Destrucción de N₂O en la industria de fertilizantes y explosivos y reducción de emisiones de SF₆ en su uso como aislante de equipos eléctricos.

Tipos de Proyectos MDL:

a. Proyectos de pequeña escala

Proyectos energéticos de pequeña escala:

- Actividades de proyectos de energía renovable con una capacidad máxima de producción equivalente a 15 MW.
- Proyectos de mejora de la eficiencia energética que reduzcan el consumo de energía, por el lado de la oferta y/o demanda, con un máximo equivalente a 15 GW/año.

b. Proyectos de gran escala:

- Actividades de proyecto con reducciones de emisión mayor de 60 000 ton CO₂e/a.
- Proyectos de mejora de la eficiencia energética que reduzcan el consumo de energía, por el lado de la oferta y/o demanda mayor a 15 GW/año.

El ciclo del Proyecto MDL

Fase previa - Acreditación de las Entidades Operacionales por la Junta Ejecutiva. Designación formal por la Conferencia de las Partes en calidad de Reunión de las Partes (CP/CRP).

1ª Fase - Diseño del proyecto

- ✓ Elaboración del Documento Diseño del Proyecto por el participante en el proyecto. Contenido:
- ✓ Descripción general del proyecto
- ✓ Metodología para la base de referencia
- ✓ Descripción de la adicionalidad: cómo se reducen las emisiones o se absorbe el carbono
- ✓ Duración del proyecto /periodo de acreditación
- ✓ Análisis de las repercusiones ambientales
- ✓ Fuentes de financiación públicas
- ✓ Observaciones de los interesados
- ✓ Plan y metodología de vigilancia y su justificación
- ✓ Validación del proyecto por la Entidad Operacional: es la evaluación independiente del proyecto para comprobar si se ajusta a los requisitos del MDL.
- ✓ Registro del proyecto por la Junta Ejecutiva: es la aceptación oficial del proyecto.

2ª Fase - Ejecución del proyecto

- ✓ Ejecución del plan de vigilancia por el promotor del proyecto.
- ✓ Verificación y certificación de las emisiones por la Entidad Operacional.

- ✓ Emisión por el administrador del registro MDL de las unidades de reducción resultantes del proyecto (RCEs), o absorciones de carbono.

Para la evaluación de proyectos de MDL es común el uso de la Approved Calculation Methodology o Metodología del Cálculo Aprobado (ACM 005) la cual fue aprobada por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) y es la que se aborda para el estudio:

La misma cuenta con cuatro grandes fases:

- I. Fuentes y Aplicabilidad: es aquella donde se define de donde viene, cuál es el enfoque, definiciones, así como la aplicabilidad del mismo
- II. Metodología de Línea Base: en esta fase se definen las fronteras del proyecto, los procedimientos para estimar la línea base que se refiera y además se estima la adicionalidad que puede generar, emisiones de línea base, emisiones de proyecto, fugas, reducciones de emisiones, datos y parámetros que no son objeto de monitoreo
- III. Metodología de Monitoreo: datos y parámetros monitoreados (descripción, fuente, procedimiento, frecuencia, comentarios)
- IV. Referencias y otras informaciones

Como se observa según las normas de evaluación de proyectos de inversión y en correspondencia con el ciclo de los proyectos, estos refieren en su etapa de pre-inversión o proceso ex antes, tres grandes pasos: identificación de las ideas, análisis de pre factibilidad y estudio de factibilidad, en los cuales está presente el objeto de estudio del trabajo, es decir, la evaluación económico financiera del proyecto en cuestión. Estos pasos según esta metodología se trabajan con integración a los estudios de mercado y técnicos en las cuatro fases de la misma.

1.4.1 Relación de proyectos según países

En esta sección se ofrece una visión general de los proyectos MDL en América Latina y el Caribe (LAC). Se muestra el número acumulativo de los proyectos MDL en las tres fases del proyecto para los países de América Latina y el Caribe: Validación, Solicitud de Inscripción y Registro. El desenvolvimiento a partir de

2006 a octubre de 2010 se muestra junto con el resumen de números para la región. Brasil y México son los dos países con mayor número de proyectos MDL en la región y Bahamas, Cuba, Guyana, Jamaica y Paraguay siendo los menos representados por el MDL.

Proyectos MDL sometidos a consideración durante los últimos dos meses en LAC

La siguiente tabla muestra el tipo de proyectos MDL presentados para validación desde el primero de agosto, 2010 provenientes de América Latina y el Caribe. Vale la pena notar que de los 23 proyectos MDL presentados en este período, 11 son proyectos hidroeléctricos y 10 proyectos ubicados en Brasil.

Tipo de Proyecto presentado el 1ro de agosto, 2010 País

Hídrico (Run of river)	Brasil, Panamá, Guatemala
Hídrico (Represa nueva)	República Dominicana , Panamá
Energía de biomasa (Residuos agrícolas: otros)	México
Energía de biomasa (Bagazo)	Brasil
Metano evitado(desperdicio de agua)	Brasil
Gas de rellenos sanitarios (energía)	Chile
Eólica	Chile
EE oferta (ciclo simple y ciclo combinado)	Cuba
Distribución de energía (conexión de red aislada)	Brasil
Transporte (Ómnibus Rápido)	México
Reforestación	Colombia

Colombia

- ✓ CEMEX Colombia. Blended cement project. Clinker replacement/ACM5

República Dominicana

- ✓ CEMEX Dominicana. Blended cement project. Klinker replacement/ACM5

Jamaica

- ✓ Blend increasing in the cement production of Caribbean Cement Company Ltd. Klinker replacement/ACM5

1.5 MDL en Cuba

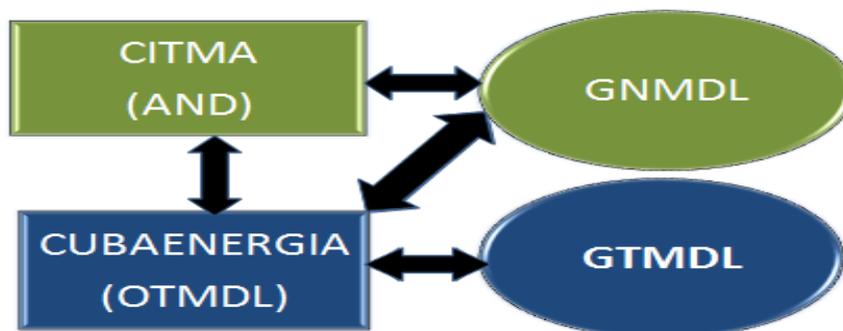
Cuba es parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre El Cambio Climático desde el 5 de enero de 1994 y ratificó el protocolo de Kyoto el 30 de abril de 2002.

Acuerdo No.4604 del CECM del 20.11.2002.

Se define el CITMA como autoridad responsable de la dirección e implementación nacional del MDL. Indica constituir el Grupo Nacional para la implementación del MDL, se definen su composición y funciones.

Institucionalidad del MDL en Cuba.

MARCO INSTITUCIONAL DEL MDL EN CUBA



Hasta la fecha son poco comunes los proyectos de MDL en el país, sin embargo y de acuerdo con la línea de pensamiento en función del desarrollo sostenible se proyecta la incorporación a ellos de varios sectores, como parte de las estrategias trazadas.

No obstante han sido aprobados los siguientes:

- 1 **Proyecto 0918:** Energas Varadero Conversión de Ciclo Abierto a Ciclo Combinado.

País Receptor: Cuba (MINBAS, ENERGAS S.A.)

Partes Interesadas: Asuntos Exteriores de Canadá. Participante autorizado Sherritt International Corporation.

Fecha de Registro: 22 de junio 2007

Importe de las Reducciones: 342,235 tCO₂e/año. **1ra emisión CER 3/10/08**

DOE: Validador (DNV, Noruega) **Verificador** (SGS, Reino Unido). Ver Anexo E

- 2 **Proyecto 2260:** Captura y Destrucción de Metano en el vertedero de calle 100 en la Ciudad de la Habana y el vertedero Gascon en Santiago de Cuba.

País Receptor: Cuba (MEP/Participante autorizado BIOGASES del SUR S.A. BIONERSIS S.A.)

Partes Interesadas: Ministerio de Ecología, de Energía,,, República de Francia. Participante autorizado Bionersis S.A; La Global Carbon Trading Company Limited; Sociedad para el desarrollo limpio en América Latina.

Fecha de Registro: 27 de febrero 2009

Importe de las Reducciones: 123,162 tCO₂e/año. **1ra emisión CER 00/00/00**

DOE: Validador (SGS, Reino Unido) Ver Anexo

PIN PRESENTADOS POR MINBAS

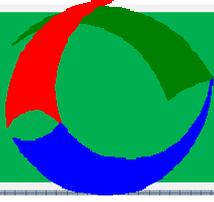
1. Construcción y Rehabilitación de Pequeñas Centrales, Hidroeléctricas en 7 provincias de Cuba.
2. Sustitución de lámparas en el sector público de Cuba.
3. Central Eléctrica de Biomasa Forestal "La Melvis" I.J.
4. Parque Eólico de Punta de Ganado en Camagüey.
5. Parque Eólico Gibara 2.

PIN PRESENTADOS POR MINAZ

6. Generación de energía a partir del biogás en el Ministerio de la Industria Azucarera de Cuba.
7. Generación de energía a partir del bagazo y los residuos de cosechas en la empresa azucarera Antonio Guiteras Holmes en la provincia de las Tunas.
8. Generación de energía a partir del bagazo y los residuos de cosechas en la empresa azucarera Héctor Molina en la provincia de la Habana.

Conclusiones Parciales:

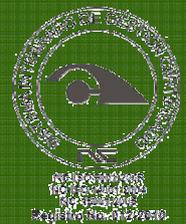
1. El MDL es un mecanismo de flexibilidad establecido a raíz del protocolo de Kyoto para que los países en vías de desarrollo (no anexo I) ayuden a los países industrializados (anexo I) a cumplir con las reducciones de emisiones de GEI establecidos en dicho protocolo.
2. El MDL es un mecanismo de mercado que facilita el financiamiento a proyectos que impliquen reducciones de emisiones de GEI en países en vías de desarrollo y además ayudan a las transferencia tecnológica hacia estos países.
3. El desarrollo de un proyecto de MDL es un proceso complejo y costoso, que solo puede ser aplicado a aquellas actividades de proyecto que garanticen el retorno de la inversión con la venta de los CER.



CAPÍTULO II.



*"El mundo es un lugar peligroso.
No por causa de los que hacen el mal,
sino por aquellos que no hacen nada por evitarlo."*



Capítulo II: Caracterización y diagnóstico del objeto de estudio Fábrica de Cementos Cienfuegos, SA.

2.1 Caracterización del objeto de estudio

Industria del Cemento en Cienfuegos.

La Producción de cemento en la Provincia Cienfuegos comienza con el triunfo de la Revolución cubana. En el mes de Junio de 1975, se confeccionó el expediente de Tarea de Inversión para la Fábrica de Cemento de Cienfuegos, donde se planteó la localización del lugar destinado para la construcción de las instalaciones, la red de comunicación vial necesaria, las fuentes de abasto de agua y las soluciones a gestionar para la fábrica. También fueron analizados los indicadores tales como los requerimientos de abastecimiento de materias primas y factores socio - económicos para la ejecución y puesta en marcha de la industria.

El 8 de marzo de 1980 comienza la explotación del primero de los tres hornos de la Fábrica de Cemento de Cienfuegos, lo cual permitió un aumento considerable en la producción nacional de este renglón. La Fábrica de Cementos “Karl Marx”, fue inaugurada por el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz y el presidente de la RDA “Eric Honeker”. La Fábrica la conformaban tres líneas paralelas de producción con una capacidad instalada de 1 500 000 ton/año de clinker (tres Hornos rotatorios de 500 000 ton/año de clinker), con tecnología de producción de vía seca que se mantiene hasta hoy.

Después de 21 años de explotación., en el año 2001 se decide la constitución de las Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A. que comienza con un proceso de mantenimiento general a la línea 1, continuando con la rehabilitación y modernización de la línea 3, para restablecer su capacidad productiva y alcanzar su capacidad de diseño. En noviembre del 2004 se realiza la puesta en servicio de la línea 3.

El comportamiento productivo de la Fábrica ha ido en ascenso. El año 2007 cerró con una producción superior al millón de toneladas de clinker y se implantaron nuevos record históricos de producción para un mes. En el año 2009 se alcanzó la

mayor producción registrada desde su reestructuración llegando al millón ciento seis mil toneladas de clinker.

Ubicación, extensión y límites.

Cementos Cienfuegos S.A es una empresa mixta, perteneciente al Ministerio de la Construcción, destinada a la producción y comercialización de clinker y cemento consignados a clientes nacionales y extranjeros. En la actualidad su sistema de gestión integrado sobre las normas, NC-ISO 14001: 2004, NC- 18001: 2005 y los de NC- ISO 9001: 2008 está certificado por la ONN.

Se ubica en el Municipio Cienfuegos, extendida sobre áreas de la Llanura de Cienfuegos a los 220 09´ 20” de Latitud Norte y los 800 15´ 19” de Longitud Oeste. Esta instalación industrial, la mayor en Cuba y una de las más grandes de Latinoamérica, se encuentra muy cercana a asentamientos poblacionales tanto urbanos como rurales, entre los que se destacan:

- Al Norte, viviendas rurales dispersas, cultivo de cañas y potreros.
- Al Este, los asentamientos, Dolores, Codicia y Cumanayagua.
- Al Sur, los asentamientos, Guaos, Pepito Tey y las instalaciones del Jardín Botánico
- Al Oeste, los asentamientos, Lagunillas, La Josefa y la ciudad de Cienfuegos, ubicada aproximadamente a 14 Km de la fábrica.

Su Misión: Nuestro propósito es ser una empresa productora de clinker y cemento para el desarrollo de las personas, la empresa y la sociedad.

Su Visión 2015: Somos líderes en la fabricación de cemento y una de las mejores empresas industriales de Cuba con índices de seguridad industrial, medio ambiente, calidad, eficiencia, productividad y rentabilidad a nivel internacional; con una gestión de excelencia y un equipo de trabajo comprometido con la satisfacción de nuestro personal, proveedores, clientes, accionistas y el entorno.

Su Política: Producimos y comercializamos clinker y cemento para el servicio de nuestros clientes, priorizando nuestro capital humano, conservando el medio

ambiente, mejorando continuamente nuestros procesos y creando valor para las partes interesadas”

Cementos Cienfuegos SA cuenta con un total de 370 trabajadores distribuidos de la siguiente forma por categoría ocupacional según plantilla aprobada 2011.

Tabla II.1. Composición de la fuerza de trabajo de Cementos Cienfuegos SA

Categoría Ocupacional	Total
Obreros	245
Técnicos	57
Servicio	9
Dirigentes	43
Administrativos	16
Total	370

Principales clientes:

La producción de cemento es destinada íntegramente a la Unidad de Base Empresarial Comercializadora de Cemento (UBECOCEM); y el clinker se comercializa con Hansen Holding S.A por convenio entre las partes.

Principales Proveedores:

Geominera; Empresa de Asistencia y Servicio Cienfuegos; Empresa de Mantenimiento Cemento Vidrio; Acueducto y Alcantarillado Cienfuegos; Unidad Básica Empresarial Eléctrica Cienfuegos; CUBALUB, REFRACTECNIC, UDECAM, CUBIZA, IZAJE, SEPSA; CEDAI; COMETAL; MIMVEX; TRASMETRO; Ferrocarriles; Empresa de Transporte (ETEP); Cubana de Aviación; Cuba Control; SERVITALLE; MAMBISA; AGR; Centro Nacional para la Certificación Industrial (CNCI).

Descripción del entorno medio ambiental y socioeconómico.

Geología y geomorfología.

La constitución geológica del terreno donde está emplazada la fábrica, de manera predominante es de rocas carbonatadas de la Formación Cantabria, compuesta por margas de color cremoso amarillento, calizas, calcarenitas, conglomerados. El relieve del área está formado por una extensa llanura de origen fluvial, denudativa erosiva, asociada al río Caonao, con manifestaciones acumulativas y ondulaciones de alturas variables desde 60 hasta 100 m sobre el nivel medio del mar. En esta zona no se aprecian manifestaciones cársticas evidentes.

Es recomendable que una fábrica de cemento esté situada lo más próxima posible a las canteras para reducir los costes de aportación de materias primas. Cementos Cienfuegos S.A responde a esta circunstancia, con canteras de margas arcillosas y calizas que se refieren posteriormente.

Hidrología.

La instalación se localiza en los límites de las cuencas subterráneas CF 6, Cienfuegos y CF 7, Cumanayagua, estas cuencas tienen una profundidad de yacencia de las aguas entre 5 a 10 m, pudiendo oscilar hasta 2 m con el ciclo hidrogeológico. En ambas cuencas existen reservas de aguas subterráneas.

En las áreas del molino del carbón y el secador los niveles de agua subterránea se mantienen estables a 3m y de 3.5 – 4m respectivamente. Esto no interfiere con los niveles de cimentación. Con respecto a la clasificadora los niveles de agua están 8.55m por lo que la cimentación del objeto no está influida por las aguas subterráneas. (Fuente: Estudio Geotécnico para el molino, secador y clasificadora. ENIA No. 9 abril 2002)

Sobre áreas de la cuenca hidrográfica Caonao, se encuentra la mayor cantidad de instalaciones de producción y apoyo a la producción de la fábrica, constituyendo esta cuenca la de mayor incidencia ambiental negativa, sobre el medio natural y el medio social, provocadas por la elaboración del cemento, aunque es necesario señalar, que también se notan afectaciones en áreas muy cercanas a la fábrica y que se localizan sobre la cuenca del río Arimao.

Clima.

Desde el punto de vista climático, la fábrica se confina en una zona tropical poco húmeda de valle, que se caracteriza por ser caliente y lluviosa, más seca en los meses de Noviembre a Abril y húmeda de Mayo a Octubre. La zona es afectada por los sistemas de vientos locales: las brisas de valle y una débil influencia de la brisa marina. Los vientos de mayor persistencia son los Alisios con componente ENE, predominante, en el área de interés.

Los factores climatológicos inciden en el comportamiento de la distribución del contaminante, en particular por las emisiones de gases y partículas de polvo que se generan en el proceso. Para la determinación del radio de protección sanitario de la entidad se tiene en cuenta el factor eólico, incluyendo dentro de sus parámetros la velocidad media anual del viento por rumbos, la frecuencia promedio anual del viento por rumbos.

La calidad del aire en toda la zona y fundamentalmente en las direcciones W-S, se ve influenciada por el alto aporte de contaminación generada por la propia fábrica, la cual emite a la atmósfera sólidos sedimentables y en suspensión en cantidades considerables aunque por debajo de las normas permisibles, que son trasladados por los vientos, incidiendo en la calidad de vida, tanto en núcleos poblacionales como en la población dispersa y en todas las actividades de desarrollo socio- económico de los alrededores y el entorno de la instalación analizado.

Canteras en explotación.

Las materias primas empleadas para la elaboración del cemento son fundamentalmente de origen calcáreo: piedra caliza, margas y yeso; además de Zeolita y Perdigón. Cerca de la fábrica, se encuentran la mayoría de estos yacimientos.

Yacimiento Cantabria. Se encuentra al Este de la fábrica, en el municipio Cienfuegos, a una distancia aproximada de 2.0 km. Está constituido por calizas margosas y margas calcáreas, aporta Oxido de Calcio a la mezcla de cemento y se utiliza en un 70 %. Este yacimiento posee una reserva concesionada de

226.61 millones de toneladas y se encuentra en una zona donde el relieve está formado por medianas alturas de hasta 120 m sobre el nivel medio del mar. El material es trasladado hasta la fábrica por camiones y esteras transportadoras.

Yacimiento Las Pailas. Se encuentra al Noroeste de la fábrica, en el municipio Cienfuegos, a una distancia de aproximadamente 1.0 km. Está constituido por margas calcáreas y margas, aporta a la mezcla de cemento: sílice, aluminio, hierro y calcio y se utiliza en un 25 % aproximadamente. El yacimiento posee una reserva concesionada de 55.07 millones de toneladas, se encuentra en una zona llana, donde las cotas son de 90 m sobre el nivel medio del mar. Este material es trasladado hasta el lugar del proceso por camiones.

Yacimiento Carolina. Se encuentra en el municipio Cienfuegos, está constituido por tobas litoplásticas, zeolitizadas, volcánicas, se utiliza como aditivo en la mezcla de cemento y para construcciones que no requieran de alta resistencia, bloques, repellos y pisos; este material aumenta el volumen de la mezcla. El yacimiento posee una reserva de 141.68 millones de toneladas y el material se traslada por camiones hasta la fábrica.

Las arcillas y perdigones de limonita se encuentran en el municipio Rodas en el Yacimiento Palanquete, aportan a la mezcla óxido de hierro y óxido de aluminio y se utiliza de un 3 a un 5 %. Posee una reserva concesionada de 19.82 millones de toneladas. El material es trasladado hasta la fábrica al igual que el yeso consumido en el proceso que proviene de la provincia de Matanzas, del yacimiento Canasí y de Punta Alegre en Ciego de Ávila. Aporta a la mezcla más menos un 5 % y se utiliza como regulador para el tiempo de fraguado del cemento, el yeso es trasladado hasta la fábrica por ferrocarril y por camiones.

Estos yacimientos poseen Certificación de Derecho de Concesión Minera, para un período de explotación de 25 años, en ningún caso se ha llegado al nivel de explotación mínima, por lo cual todos los yacimientos poseen considerables reservas actualmente.

Los métodos de explotación más utilizados en los yacimientos son: extracción a cielo abierto, con desbroce utilizando buldócer y perforación con voladuras.

Caracterización biótica.

La flora del territorio está compuesta por residuos de bosque semicaducifolio sobre caliza degradado, cultivos agrícolas, áreas de pastos y residuos de palmares, siendo además, característico, que aparezcan árboles frutales y maderables en grupos o individuos aislados en casi todo el territorio. Hay importantes especies afectadas, tanto por ser abundantes, frutales, maderables, o por su incidencia ecológica.

Atendiendo a la sensibilidad de las especies y a los contaminantes que emite la fábrica, las afectaciones pueden llegar a ser, en muchos casos, irreversibles. Entre las especies faunísticas autóctonas más importantes están los peces Lisa (Mujil curema), Biajaca (*Cychlasoma tetracantha*) y Mapo (*Dormitator maculatus*); los reptiles Majá de Sta. María (*Epicrates angulifer*) y Jubo Criollo (*Alsophis cantherigerus*); las aves Pedorrera (*Todus multicolor*), Zunzún (*Chlorostilbon ricordii*) y Gavilán de Monte (*Buteo jamaicensis*); y los mamíferos Venado (*Odocoileus virginianus*) y Murciélago Frutero (*Artibeus jamaicensis*).

Caracterización socio - demográfica del entorno de la fábrica. Población expuesta.

El entorno socioeconómico de la fábrica se caracteriza por la presencia de un sistema de asentamientos, desarrollado sobre la base de la presencia de núcleos, tanto urbanos, como rurales, así como la existencia, de pequeños núcleos de población dispersa. La población residente, posee en la zona varias fuentes de empleo, destacándose las actividades, agrícolas, pecuarias, industriales, científico - educativas, turísticas y sociales.

La tenencia de la tierra está muy relacionada con su uso, cultivos varios, frutales, viandas y hortalizas, otras con presencia de ganado, uso industrial con instalaciones como Planta de Asfalto, Calera, Granja Agropecuaria "Pepito Tey" y la propia Fábrica de Cemento, áreas como el Jardín Botánico de interés científico - educativo y la Facultad de Agronomía de "La Colmena", donde se conjugan las actividades de investigación de la ecología y la biodiversidad, con objetivos educativos, turísticos y de interés para la comunidad. Es de destacar también, la reciente creación del Área Protegida de Guanarooca, la cual se encuentra dentro

del área de influencia de la fábrica y donde predominan los bosques naturales con diferentes tipos de vegetación, flora y fauna asociadas. Que pueden ser impactados por las emisiones de polvos que se generan.

Las partículas de polvo que salen calientes flotan en el aire mucho más por el día, debido a las corrientes ascendentes, siendo mayor su dispersión. La mayor deposición por área se produce en horas de la noche, debido a la disminución de las temperaturas y el aumento de la humedad.

Se sitúan dentro de los factores más afectados los que se relacionan a continuación en orden descendente: salud, productividad de los cultivos, mantenimiento y belleza del entorno.

En visitas de terreno y entrevistas al personal técnico-administrativo de las zonas aledañas. Es evidente que hay una afectación sobre la productividad en biomasa vegetal, aunque no se conoce su dimensión.

El sistema de asentamientos humanos acoge a la población y a su vez a la fuerza de trabajo que aporta el desarrollo de las actividades socio - económicas del territorio, Guabairo, Guaos, Pepito Tey, Lagunillas, Loma Abreu, El Rosario (zona más afectada por la contaminación), San Antón, el Sanatorio del SIDA (ubicado en el Km 141/2 de la Carretera de Cumanayagua, en el asentamiento Lajitas y aproximadamente a 3 Km de la Fábrica de Cemento) y la ciudad de Cienfuegos. En los puntos de monitoreo de los alrededores de la fábrica el CITMA reporta valores elevados de las deposiciones, principalmente en los tres puntos más cercanos: Guabairo, Patio de Carbón, Entrada de la Fábrica. Para las estaciones más alejadas: Sanatorio, Guaos, Caonao y Jardín Botánico, los valores determinados son muy similares entre sí, con bajos niveles de deposición. La población de donde se han recibido más reclamaciones al respecto es aquella más cercana al perímetro de la fábrica.

La exposición a agentes tóxicos generados por el proceso productivo de la planta es mínima. Las patologías atendidas con más frecuencia en consulta son las Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA) con períodos de altas y bajas que se corresponden con la población en general.

Los más afectados son los órganos respiratorios y a la piel, las afecciones cutáneas se corresponden con la micosis superficial seguida de la dermatosis por otras causas, además de conjuntivitis alérgica, dichos agentes se incorporan al organismo por vía tópica o inhalatoria, por lo que es necesario tener un control epidemiológico sobre ello.

2.2 Diagnóstico y situación actual. Evaluación Medioambiental Preliminar.

2.2.1 Descripción del proceso productivo.

Para la producción de cemento Portland se requiere del empleo de las materias primas fundamentales (caliza, marga y arcilla o correctores), que dan origen al clínker y el uso posterior de aditivos (yeso y puzolana, toba), las cuales al triturarse y molturarse con éste resultan en el producto final, cemento, el cual puede ser de varios tipos, según la resistencia a la compresión. Existiendo así, cemento de resistencia normal, media y cemento de alta resistencia. Se muestra grafico de proceso simplificado de producción de cemento, Ver Anexo A.

La caliza y la marga son los materiales que se utilizan en mayor cantidad y contienen un alto por ciento de Carbonato de Calcio, además Oxido de Alúmina, sílice, potasio, sodio. Para producir el cemento se necesita una composición química que los elementos de la marga y la caliza, por sí solos no poseen en la cuantía porcentual exigida, lo cual obliga a tener que introducir una materia prima adicional, la arcilla; que incorpora la alúmina, la sílice y el óxido férrico deficitarios en los primeros para el completamiento de dicha composición.

La caliza es extraída por explosivos, transportada, triturada y almacenada. La marga también es extraída a voladura, posteriormente transportadas, trituradas, secadas, almacenadas y finalmente dosificadas. Los correctores se extraen con Buldozer (generalmente) y son transportados a la fábrica siguiendo el mismo curso que la marga. Estos son los procesos que a continuación manejaremos como Cantera y Trituración y secado.

Una vez establecidas las proporciones, los materiales son dosificados, triturados, molturados y secados a fin de eliminar la humedad residual, en lo que se denominará, proceso de Preparación del crudo.

De los silos de almacenaje, este crudo para clinker es conducido a la parte superior del precalentador, donde comienza a ponerse en contacto con los gases calientes provenientes de la combustión del Petcoke. El calor suministrado provoca la descarbonatación del Carbonato de Calcio, que se descompone en CaO y CO₂; y la elevación de las temperaturas hasta los 1 450 °C aproximadamente provoca la pérdida de agua de constitución de la arcilla que proporciona la alúmina y sílice; la zeolita aporta el aluminio, la fundición de óxidos de hierro. Alcanzadas estas condiciones, los óxidos se combinan en distintas formas entre sí, con lo cual se obtiene el clinker, como producto final a la salida del horno. Todo este conjunto de operaciones se nombra en la fábrica Piroproceso.

El clinker producido en el horno se muele y mezcla, normalmente en molinos de bola, junto con yeso para la obtención del cemento. Es usual agregar otros componentes a la mezcla tales como tobas puzolanicas, o calizas, consideradas como adiciones activas.

Además de la molienda del clinker y demás componentes del cemento, en el proceso se realizan otras operaciones de reducción de tamaño: la caliza, marga, perdigón, yeso y combustibles sólidos son desmenuzados por distintos tipos de trituradoras. Las mezclas de las materias primas se muelen en molinos horizontales de bolas y los combustibles sólidos en un molino vertical de rodillos.

2.2.2 Composición química de las Materias Primas.

Esta información aparece organizada en la tabla II.2.

Combustible tecnológico: Petcoke. De procedencia Venezuela. Es un residuo del proceso de refinación del petróleo y sustituye la utilización de crudo Cubano. Ver tabla II.3

Tabla II.2: Composición química de las Materias Primas Principales.

Materia Prima	COMPOSICIÓN QUÍMICA					
	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₃	Pérdidas por ignición (PPI)
Caliza	49,25	5,52	1,09	2,06	0,42	41,27
Marga	28,71	34,61	2,36	4,35	-	-
Perdigón	0,41	39,57	27,76	15,78	-	-
Yeso	26,75	9,23	2,47	2,59	36,65	20,09
Toba	6.95	52.71	6.44	11.48	-	-

Tabla II.3: Composición química del Petcoke.

Parámetro	Valor típico
Humedad % máx.	8,91
Carbón fijado % (base seca)	85,1
Cenizas %	1,00
Material volátil %	1,90
Azufre %	4,5
Poder calórico neto (Kcal/Kg)	8506

Combustible Gas Oíl (Diesel). Combustible utilizado como recurso auxiliar en los hornos para el precalentamiento. El consumo es aproximadamente durante 10 horas a partir del arranque.

Las características de este combustible, según las especificaciones de CUPET, se muestran en la tabla II.4.

Tabla II.4: Características físico- química del diesel utilizado.

Parámetro	Valor Típico
Densidad a 15 0C	0.8592 (g/cm3)
BSW	< 0.05 (% v/v)
Azufre	0.68 (% m/m)
Corrosión al Cu	3:18
Viscosidad a 40 0C	3.74 (mm2/g)
Cenizas (% m/m)	0.006 (% m/m)
Valor calórico inferior de trabajo	10 120.5 Kcal/kg.

2.2.3 Focos contaminantes potenciales y latentes de la Fábrica. Ecosistema

Las fábricas de cemento, necesitan materias primas que se encuentran a flor de tierra, por lo que al extraerlas no se pueden evitar interferencias en el paisaje circundante, afectando a los recursos naturales, geología y relieve principalmente.

Emisiones de gases de la combustión (SO_x, NO_x y CO₂).

Durante la extracción y trituración de las materias primas del cemento, cal y yeso, realizadas normalmente en canteras, no se producen gases de escape.

Las materias primas del cemento se suelen secar al mismo tiempo de su preparación y molienda, por lo que la humedad presente se desprende en forma de vapor de agua inocuo. Durante la cocción de las materias primas, u obtención del cemento, tiene lugar, por desprendimiento del dióxido de carbono (CO₂) contenido en la piedra caliza, por la transformación de carbonato cálcico y de magnesio en óxido de calcio y magnesio, proceso conocido como des carbonatación. Así pues, las emisiones gaseosas de la cocción están formadas por el CO₂ de la des carbonatación, los gases de escape de los combustibles y

también vapor de agua en pequeña cantidad. En el gas desprendido pueden aparecer también compuestos de azufre (generalmente en forma de SO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_x). Las emisiones de vapor se evitan en el proceso normal por adsorción de los contaminantes en el producto combustible.

Las emisiones de vapor de agua y de CO_2 son inherentes al proceso, mientras que la aparición de compuestos de azufre ha sido reducida drásticamente con el uso de materias primas y combustibles adecuados y el control del proceso de combustión. La contribución del dióxido de carbono (CO_2) en el calentamiento global se sitúa entre el 98,8% y el 100% del total, es decir, es el principal causante del mismo, lo cual justifica que la producción de cemento sea una fuente relevante de CO_2 , y por lo tanto, del efecto invernadero.

Aguas residuales

Las fábricas de cemento son a veces grandes consumidores de agua, pero el proceso tecnológico no produce contaminación del agua. La mayor parte de esta agua se encuentra en circulación, por lo que sólo hay que reponer las pérdidas. En las instalaciones que trabajan con el método seco, que es el caso que se analiza, también se consume agua para la refrigeración de los gases de escape de los hornos, pudiéndose calcular un consumo neto aproximado de $0,4 \text{ m}^3$ de agua por tonelada de cemento.

El abasto del agua industrial a la fábrica se realiza del río Arimao, por medio de una estación de bombeo ubicada en las márgenes del río, a través de una conductora de agua con una longitud de 9.2 Km y un caudal de 60.0 l/s. Al llegar a la fábrica es almacenada en dos tanques de $2\,500 \text{ m}^3$ cada uno, el agua pasa por la planta de tratamiento, donde se efectúa la coagulación, sedimentación, filtración y suavización por intercambio iónico. El caudal nominal de esta planta es de $93 \text{ m}^3/\text{h}$. además de que cada área potencialmente peligrosa cuenta con un sistema de tratamiento, Trampa de hidrocarburos, Fosa séptica.

Para el tratamiento final de los sistemas de los residuales líquidos se utiliza una laguna de oxidación ubicada en las coordenadas N 220 09 465' W 800 19 306,

asociada a la Cuenca Caonao. Los efluentes se disponen a las aguas superficiales. Ver Anexo B

Desechos sólidos (basura). Desechos sólidos peligrosos.

En la planta de cemento la tecnología y el proceso son muy apropiados para la reutilización o destrucción de una variedad de materiales residuales, incluyendo desperdicios peligrosos, manejando así sus propios desechos sólidos y enviando lo que puede ser reciclable a materias primas. Ver Anexo C.

Ruido

Las fábricas de cemento ocasionan impacto sonoro. En la extracción de materias primas pueden producirse durante corto tiempo molestias de ruido a causa de explosiones y las consiguientes sacudidas. Durante la preparación surgen ruidos molestos producidos, por ejemplo, por quebrantadoras de impacto y molinos para el desmenuzamiento de materiales duros. La mayor parte de molinos de materias primas y de cemento producen un ruido intenso por lo que no hay puestos de trabajos permanentes. Las instalaciones de cocción necesitan numerosos ventiladores de gran tamaño que originan ruidos muy penetrantes, por lo que se han tomado medidas contra el ruido, como medios de protección y exámenes médicos periódicos específicos para este riesgo (Profilactorio Nacional). Además del tráfico pesado que este tipo de instalaciones generan.

Con el objetivo de juzgar cuantitativamente este impacto se realizaron mediciones de los niveles de ruido en las distintas zonas de trabajo de la fábrica con la respectiva comparación con las Normas Cubanas Vigentes. Ver Anexo D

Emisión de polvo

Durante la obtención y elaboración de cemento, el proceso produce polvo en diferentes fases de trabajo incluyendo el transporte de materiales polvorientos o pulverizados desde la cantera de piedra caliza, hasta el embarque del producto terminado para envío. Las partículas son la causa más importante del impacto ambiental negativo. En el cemento este polvo es una mezcla de piedra caliza, óxido cálcico, minerales del cemento y a veces también cemento totalmente

cocido. El control del polvo que resulta del transporte de los materiales es uno de los desafíos más difíciles; las bandas transportadoras, pilas de acopio, y caminos de la planta, pueden ser causas más importantes de degradación de la calidad del aire, que las emisiones del molino y el horno. Se emplean recolectores mecánicos de polvo donde es práctico, por ejemplo, en los trituradores, transportadores y el sistema de carga.

Por los valores actuales de las emisiones comparados con las normas de Calidad del Aire el polvo no resulta nocivo, pero si genera afectaciones para la salud, productividad de los cultivos, mantenimiento y belleza del entorno y cría de animales, además de ser muy molesto. Se pudo comprobar que el polvo llega a cubrir gran parte de la superficie foliar de las plantas. El contacto con el rocío y los aumentos de humedad relativa, seguidos del calentamiento luego de la salida del Sol, conducen a la formación de una capa sólida que cubre la cara expuesta de las hojas, las yemas terminales y las flores. Esto afecta el proceso de fotosíntesis, ocasiona la muerte del tejido en las yemas y flores; abortando la fructificación y el crecimiento de las plantas. El polvo, además, obstruye los estomas, afectando el proceso de transpiración, lo cual, por tratarse de un área tan extensa puede tener repercusión en el clima de la localidad y provocar, a largo plazo, transformaciones en la composición de la vegetación, con aparición de elementos xeromórficos.

Entre las mayores fuentes de la fábrica están: ver Anexo E.

- Molienda y mezclado de la materia prima,
- Cocción de la harina cruda,
- Molienda del cemento

Con el uso adecuado de instalaciones de aspiración y grupos separadores de polvo eficaces, como precipitadores electrostáticos, filtros textiles, y, frecuentemente combinados con estos últimos, ciclones se ha garantizado que las partículas emitidas se reduzcan a niveles no significativos logrando una gestión apropiada de la fábrica y evitando que los costos por desgaste de las máquinas asciendan drásticamente, al tiempo que el alto porcentaje de polvo que afecta a los puestos de trabajo y supone también una pérdida de producción se mantenga

controlado. La mayor parte del polvo separado se reconduce al proceso teniéndose una media de 230 841. 45 ton recuperadas por el sistema de desempolvado.

Estos filtros de alta calidad permiten actualmente en la industria del cemento, obtener aire de escape con un contenido de polvo inferior a 25 mg/Nm³.

Cumpliendo con la obligatoriedad de unidades filtrantes y un control riguroso del nivel de emisión los resultados respecto a las emisiones de polvo se presentan en la tabla II.5 y el gráfico 2.1.

Tabla II.5: Emisiones de polvo en las diferentes fases de fabricación del cemento

Emisiones de Polvo	Toneladas	g/t de clinker
Materia Prima	61.29613807	59.90098425
Preparación de crudo	162.8258832	159.1198234
Piroproceso	117.0076782	114.3444809
Silos de clinker	4.076217	3.983438729
Molino carbón	14.6610243	14.18007194
Molinos cemento (g/t cemento)	31.91805	59.80646032

Fuente: Estudios realizados por el CEAC

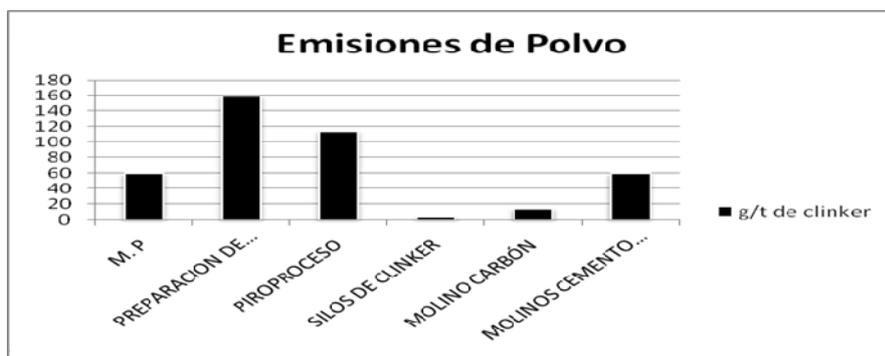


Gráfico 2.1: Emisiones de polvo por área productiva.

El polvo que se genera en las canteras es importante pero no se ha contabilizado porque no se puede hacer ningún tipo de control puesto que se produce en grandes espacios al aire y la mayor parte se vuelve a depositar dentro del sitio de la cantera.

En la tabla II.6 se muestran los porcentos de consumos de Materias Primas para las dos calidades de cemento que en este momento se fabrica.

Tabla II.6: Consumo de Materias Primas.

Materiales	Crudo para Clínter	Cemento PP250	Cemento P350
Caliza	75%		
Marga	20.7%	Clínter 75%	Clínter 89%
Perdigón	2%		
Zeolita	2.3%		
Yeso		5%	5%
Puzolana		20%	6%

En la tabla II.7 se muestran los consumos de recursos auxiliares por tonelada de clínter.

Tabla II.7: Consumo de Recursos Auxiliares por tonelada de clínter.

Recursos Auxiliares	UM	Real	Índice
Agua	m³	412640	0.403247952
Ladrillo refractario	kg	2046582	2
SENATEL	kg	453050.2	0.27
Grasas	kg	5249482.83	5.13
Lubricantes	kg	920961.9	0.9

En la tabla II.8 se muestran los consumos de Materias Primas por toneladas de clinker.

Tabla II.8: Consumo de Materias Primas por tonelada de clinker.

Materiales	UM	Cantidad Real	Índice (t/t de clinker)	kg/t clinker
Caliza	ton	1231562	1.204	1203.531
Marga	ton	368672	0.360	360.281
Perdigón	ton	33354	0.033	32.595
Zeolita	ton	37442	0.037	36.590
Harina Homogenizada	ton	1641024	1.604	1603.673

La variación de la relación: toneladas de crudo consumidas para fabricar 1 tonelada de clinker oscila entre el 1,6 - 1,62 t crudo /t clinker.

Recursos Energéticos:

Por lo que respecta al consumo energético, cabe distinguir entre energía eléctrica (kWh) y térmica. La energía térmica corresponde principalmente a la utilizada en el secador de materias primas y en los hornos de fabricación del clinker. Suelen emplearse recursos fósiles no renovables: diesel para el calentamiento y Petcoke, este último es un residuo del proceso de refinación del petróleo compuesto por 85% carbón, con un contenido de azufre de 4.5% , de manera que el combustible resultante tiene un poder calorífico de 8506 Kcal/kg. Los datos del consumo energético del Horno han sido proporcionados por el departamento de control de producción de la planta. (Véase tabla II.9).

Tabla II.9: Consumo térmico del quemador del horno.

Quemador del Horno	Petcoke (ton/ton de clínker)	Diesel (kg/ton de clínker)	Kcal/kg de clínker
Línea 3	0.1013	0.4132	785
Línea 1	0.1282		1000

Así pues, de la misma forma que se ha hecho con el consumo de recursos materiales, a partir de los datos iniciales se han obtenido los valores del consumo energético de las áreas productivas referenciado en la unidad 1 tonelada de clínker que puede verse en el Anexo F.

A partir de la tabla del Anexo F datos de consumo eléctrico por áreas productivas, tomando los valores medios se ha configurado el gráfico 2.2, donde se aprecia que de todas las fases, las que más consumen (de forma diferenciada) son las de la preparación del crudo, Horno y Molinos de cemento, debido al elevado consumo eléctrico de las instalaciones del molino de crudo, horno y los molino de cemento respectivamente.

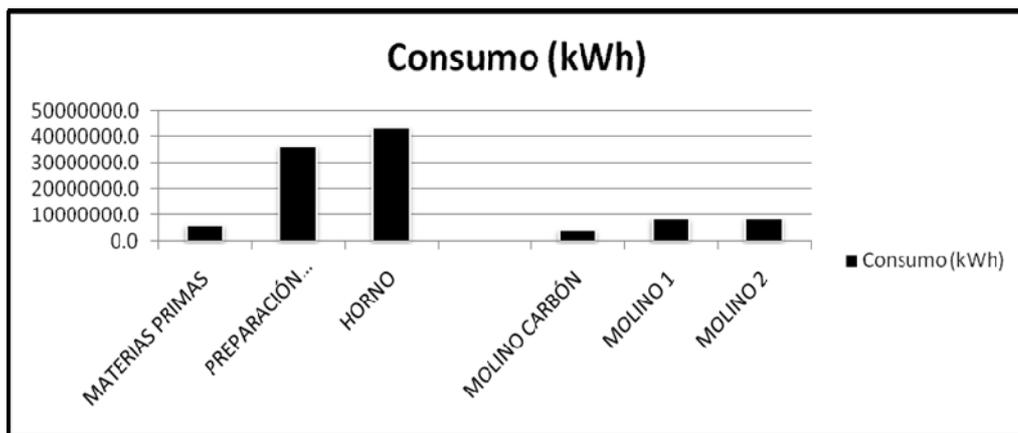


Gráfico 2.2: Consumos eléctricos por área productiva.

Emisiones.

Las emisiones de gases y compuestos, en general, se producen básicamente por dos factores:

1. El consumo de combustible en equipos de transporte, en los hornos y operación del secador de materias primas.
2. Las reacciones químicas que sufren las materias primas y el combustible, principalmente cuando se encuentran dentro del horno, durante la clinkerización. En particular, la descarbonatación de la caliza.

Este último genera una producción de 1.01 ton de CO₂ por tonelada de clinker, entre otros gases, correspondiendo el 40 % al combustible y el 60 % a la descomposición de la materia prima, lo que da una producción aproximada de 978 000 ton de CO₂ al año.

No se consideran otras fuentes de emisión tales como los combustibles utilizados en cantera durante la extracción de los áridos o los utilizados en los transportes internos, ni el ruido en las instalaciones porque sus niveles son relativamente bajos.

Los compuestos liberados son capaces de causar impactos ambientales en mayor o menor grado, según la cantidad que se haya emitido. El criterio seguido en el momento de escoger los que se van a tener en cuenta en el presente estudio es el siguiente: se ha escogido el CO₂ por su importante influencia en el efecto invernadero (cambio climático) y el carácter global del mismo, NO_x y SO_x por su influencia en la acidificación y eutrofización, y la contaminación del aire por partículas debido a su importante repercusión visual y directa sobre la imagen y salud del entorno y sus habitantes. Conociendo que proverbialmente, en los estudios sobre la fabricación del cemento siempre se han considerado como principales el CO₂, los NO_x y los SO_x básicamente por dos razones:

La primera porque son los gases que se emiten en mayor cantidad absoluta a la atmósfera. Pero éste es un criterio discutible (ante todo por lo que respecta a los NO_x y al SO_x, ya que las emisiones de CO₂ sí son comparativamente muy altas) puesto que las cantidades absolutas de dos compuestos diferentes no se pueden comparar. La emisión de un compuesto más tóxico que otro puede ser más

perjudicial aunque se liberen menos gramos por metro cúbico. Como ejemplo se puede citar el CH_4 , que produce un efecto invernadero a 20 años 35 veces superior al del CO_2 , a igualdad de masa.

La segunda razón es la falta de datos. Como la normativa existente hasta ahora sólo ha limitado las emisiones de SO_x , de NO_x y las de partículas, además del CO_2 regulado como convenio en el Protocolo de Kyoto, tan solo se han controlado éstas.

Emisiones durante las reacciones químicas en el horno.

Los gases que salen del horno de cemento contienen principalmente nitrógeno N_2 , dióxido de carbono CO_2 , oxígeno O_2 y vapor de agua H_2O . Además, pueden contener pequeñas cantidades de compuestos de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO , NO_2), monóxido de carbono (CO) y ácido sulfhídrico (H_2S). (Labahn et al., 1985)

El azufre que contienen las materias primas y el combustible se oxida en forma de SO_2 a temperaturas por encima de $1000\text{ }^\circ\text{C}$, en presencia de exceso de aire. Este compuesto reacciona con los álcalis del crudo que se volatilizan simultáneamente formando sulfatos alcalinos, con menos volatilidad y que se descargan del horno con el clinker o las partículas de polvo. Si existe un exceso de álcalis, una alta proporción del azufre total (88-100%) introducido en el sistema del horno se combina con el clinker del cemento y el polvo del horno, de modo que en tal caso sólo una pequeña proporción (menos del 12%) se emite como SO_2 . (Labahn et al., 1985)

El monóxido de carbono CO y el sulfuro de hidrógeno H_2S se forman únicamente en condiciones de combustión incompleta, con todo, en pequeñas cantidades. Con exceso de aire se pueden formar óxidos de nitrógeno, especialmente el NO y el NO_2 , en una proporción volumétrica de 90 y 10%, respectivamente.

Los datos relacionados a las emisiones, correspondientes a las reacciones químicas en la fábrica en estudio, y los cálculos convenientes a la emisión de CO_2 por des carbonatación de la caliza, como los de NO_x y SO_x se han realizado

estequiométricamente, o sea, mediante la reacción de equilibrio químico, ver Anexo G

El control real de las emisiones liberadas por los gases del horno se hace, en la práctica, mediante mediciones constantes (on line) de la concentración a través de analizadores de gases. Es importante puntualizar que este control es parcial, ya que tan solo se controlan determinados compuestos.

En las tablas II.10 y el gráfico 2.3, se presentan las emisiones de los parámetros citados, en cantidad real año 2010 y con respecto a la fabricación de 1 ton de clinker. De acuerdo a las etapas de Reacción química en el horno de obtención de clinker y Combustión de los combustibles en Horno y Secador.

Tabla II.10: Emisiones de gases en las diferentes fases de fabricación del cemento

HORNO	COMBUSTIÓN				DES	
	PETCOKE		DIESEL		CARBONATACIÓN	
	REAL	(t/t de clinker)	REAL	(t/t de clinker)	REAL	(t/t de clinker)
CO2 (t)	396942.33	0.387	873986.66	0.854	565511.53	0.552
SOX (t)	9743.13	0.009	5243.92	0.00512		
NOX (t)	33.59 ton		3.28277E-05 (t/t de clinker)			

SECADOR	COMBUSTIÓN			
	PETCKE		DIESEL	
	REAL	(t/t de material)	REAL	(t/t de material)
CO2 (t)	14424.66	0.009	727210	0.435
SOX (t)	354.06	0.00021	4363.26	0.0026

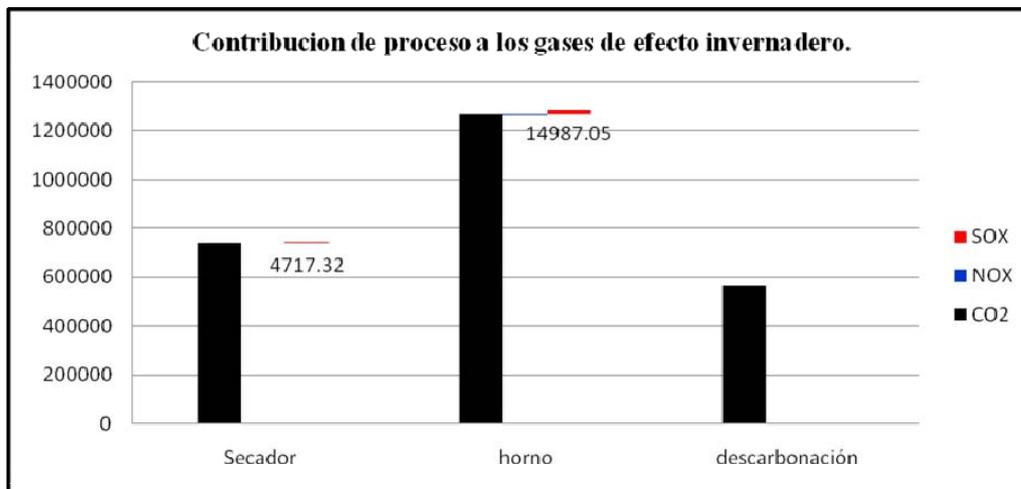


Gráfico 2.3 Procesos que contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero.

Otros compuestos también son liberados al agua, a la atmósfera y al suelo, es necesario advertir que no son mencionados por su poca relevancia, ya sea por la exigua toxicidad de la sustancia o porque se emite una cantidad ínfima.

Es evidente después de este análisis que la clinkerización proceso que ocurre en el horno es la fase clave; es la fase en la que se produce un consumo energético mayor y en la que tienen lugar las emisiones principales del proceso. Así, el porcentaje de clinker que contiene el cemento pasa a ser el factor decisivo en lo que respecta a su impacto ambiental, será la llave para conocer en qué grado se consume energía o se liberan compuestos por tonelada de cemento.

Un aspecto interesante a señalar es la magnitud de consumo de caliza, el cual se sitúa alrededor de 1.2 ton/ tonelada de clinker. Este factor es importante, dado que la emisión de CO₂ está influenciada principalmente por la cantidad de caliza que se transforma en la fabricación del clinker.

El estudio de Ciclo de vida del producto ha confirmado que las emisiones de CO₂ constituyen el 95% al efecto de cambio climático de nuestras operaciones. Ver gráfico 2.4

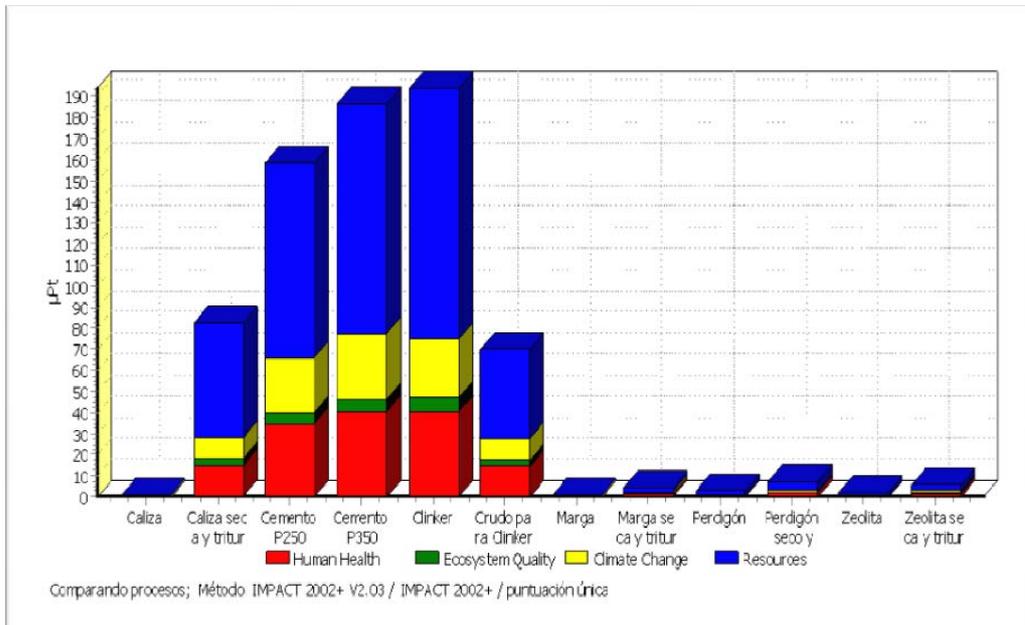


Gráfico 2.4 : Comparación del proceso de producción de cemento según Método Eco-Speed

De este se demuestra que el efecto de cambio climático (emisión de gases de GEI) constituye la fuente principal de daño después de la utilización de recursos naturales.

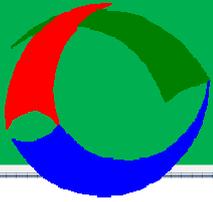
Una de las vías para reducir nuestras emisiones de CO₂ es el uso de cementos con mayor contenido de adición, con la finalidad de disminuir la cantidad de clinker responsable mayoritario de dicha emisión debido al proceso de descarbonatación de la caliza y a la quema del combustible fósil (carbón, petcoke y diesel), contribuyendo de manera doble al desarrollo sostenible y al respeto ambiental. El proyecto propuesto pretende implementar la producción de cementos con aditivos PP 350 y PZ 250 como alternativas a los P 350 y PP250 producidos tradicionalmente

En la actualidad no hay el financiamiento requerido para ejecutar este proyecto, por cuanto las inversiones del país están limitadas por el estado. Es por ello que sólo bajo las condiciones de un proyecto de Mecanismo Desarrollo Limpio (MDL), podrá ser ejecutado y por tanto lograrse los efectos de la reducción estimada en las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Por otro lado los

Certificados de Reducción de Emisiones (CRE) que se obtengan por el proyecto, constituirán un elemento esencial en su financiamiento.

Conclusiones Parciales:

1. Se genera una producción de 1.01 ton de CO₂ por tonelada de clinker, correspondiendo el 40 % al combustible y el 60 % a la descomposición de la materia prima, lo que da una producción aproximada de 978 000 ton de CO₂ al año.
2. El estudio de Ciclo de vida del producto ha confirmado que las emisiones de CO₂ constituyen el 95% al efecto de cambio climático de nuestras operaciones.



CAPÍTULO III.



Quien no quiera entender las reglas
de la naturaleza no sólo es un necio,
es alguien que reniega de su propia especie...
que es el símbolo más claro de la naturaleza.



Capítulo III: Metodología y aplicación para la determinación de la línea base en función del diseño del proyecto (MDL PDD) en la Fábrica de CEMENTOS Cienfuegos, SA

En consecuencia con la situación detectada en la fábrica en función de su diagnóstico y situación actual a partir de las técnicas de producción más limpia, resultados del análisis de ciclo de vida y de diagnóstico ambiental en general se decide para la mejora optar por un proyecto de mecanismo de desarrollo limpio para la reducción de CO₂, aplicando el protocolo de Kyoto que Cuba firmó, aspecto de propuesta que se aborda en este capítulo en correspondencia con metodología, su aplicación para la determinación de la línea base sugerente; así como el análisis de sus resultados.

3.1 Metodología de estudio para la determinación de la línea base en proyectos de MDL de este tipo

Para el cálculo de la línea base de emisión y la reducción de emisión se adoptó un método internacionalmente reconocido el IPCC (Intergovernmental Panel from the Climate Changes) ACM 005 Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) y es la que se aborda para el estudio:

La misma cuenta con cuatro grandes fases:

I. Fuentes y Aplicabilidad: es aquella donde se define de donde viene, cuál es el enfoque, definiciones, así como la aplicabilidad del mismo

II. Metodología de Línea Base: en esta fase se definen las fronteras del proyecto, los procedimientos para estimar la línea base que se refiera y además se estima la adicionalidad que puede generar, emisiones de línea base, emisiones de proyecto, fugas, reducciones de emisiones, datos y parámetros que no son objeto de monitoreo

III. Metodología de Monitoreo: datos y parámetros monitoreados (descripción, fuente, procedimiento, frecuencia, QA/QC, comentarios)

IV. Referencias y otras informaciones

Como se observa según las normas de evaluación de proyectos de inversión y en correspondencia con el ciclo de los proyectos, estos refieren en su etapa de pre-inversión o proceso ex antes, tres grandes pasos: identificación de las ideas, análisis de pre factibilidad y estudio de factibilidad, en los cuales está presente el objeto de estudio del trabajo, es decir, la evaluación económico financiera del proyecto en cuestión. Estos pasos según esta metodología se trabajan con integración a los estudios de mercado y técnicos en la fase I y II de la misma.

Para facilitar vínculos con el proyecto elaborado y del cual solo se muestran los capítulos referidos, se utilizan consecutivos con letras y cajetines de la misma forma que se solicita en el formato indicado por el IPCC, al igual que los anexos se muestran con la numeración indicada en el proyecto.

3.2 Aplicación de la metodología para la obtención de la línea base según proyecto de diseño MDL en la Fábrica de Cementos Cienfuegos, SA

I. Fuentes y Aplicabilidad: Esta metodología es aplicable a proyectos que incrementen la proporción de aditivos (es decir, reducen la proporción de clinker) en la producción de tipos de cemento más allá de las prácticas actuales en el país.

Los aditivos son definidos como materiales mezclados con clinker para producir tipos de cemento y mezcla e incluyen las cenizas volantes, yeso, escoria, tobas zeolitizadas,

La metodología es aplicable bajo las siguientes condiciones:

- No hay escasez de aditivos en relación con la falta de materiales de fusión: Los participantes del Proyecto deben demostrar que no existe una asignación alternativa o uso para la cantidad adicional de aditivos utilizados en la actividad de proyecto. Si el excedente disponible de aditivos no es significativo, el proyecto de reducción de emisión (RE) no es sustentable y debe ser rechazado por baja sobrevida;
- Esta metodología es aplicable a la venta nacional producida por la actividad de proyecto y excluye las exportaciones de cemento mezclado;

- Los datos necesarios estén disponibles en el mercado para tipos de cemento.

II. Metodología de Línea Base:

Fronteras del proyecto.

El ámbito del proyecto incluye la planta de cemento y la generación de energía en la red, el proyecto tendrá en cuenta las siguientes fuentes de emisión:

Las emisiones directas de la fábrica de cemento debido a la quema de combustibles:

- Hornos (incluidos los combustibles utilizados en el precalentamiento)
- Procesamiento (incluyendo el secado) de los combustibles sólidos, materias primas y la zeolita;
- La piedra caliza (las emisiones asociadas con la calcinación de carbonato de calcio y magnesio presentes en el crudo);

Las emisiones indirectas de la combustión de combustibles fósiles en plantas de energía que contribuyen a la red de donde se consume la electricidad:

- Trituración y molienda de las materias primas utilizadas para la producción de clinker;
- El funcionamiento del horno y ventiladores;
- Molienda final de cemento.
- Tratamiento de los aditivos.

Las emisiones indirectas se determinan considerando la red (y sus pérdidas) de donde la planta de cemento compra la electricidad. Serán incluidas en las emisiones relacionadas con la actividad del proyecto todas las emisiones asociadas con el transporte hasta la entrega adicional de aditivos. Las reducciones en las emisiones del transporte de las materias primas para la producción de clinker no son tomados en cuenta como una simplificación conservadora.

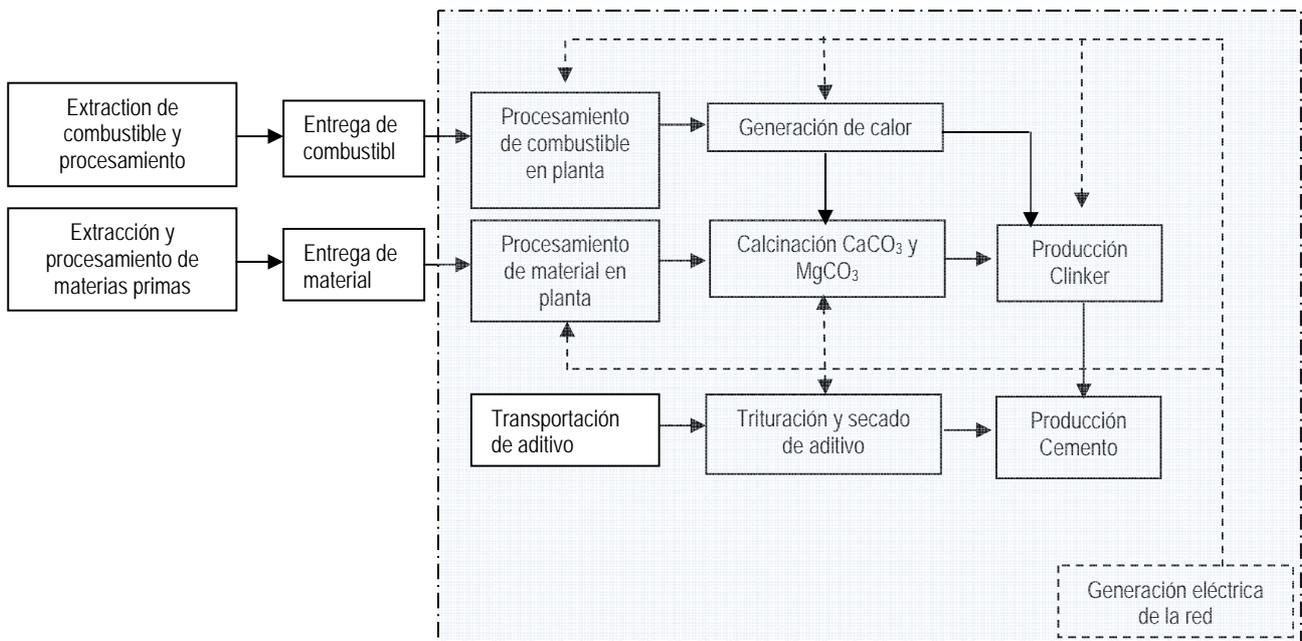


Fig.B.4-1 Fronteras del proyecto.

B.4. Descripción de cómo se define el escenario de línea base y la descripción del escenario de línea base:

1. Identificar las alternativas posibles para la actividad de proyecto.

Como es requerido por la metodología, los participantes del proyecto tienen que identificar el escenario más plausible entre todas las alternativas realistas y creíbles para el tipo de cemento relevante que estaban a su disposición en la ausencia de la actividad del proyecto y que son compatibles con las normas y reglamentos vigentes.

Fueron identificadas, las siguientes alternativas plausibles para la actividad del proyecto:

- a. Implementación de la actividad de proyecto no realizada como actividad de proyecto de MDL;

Esta alternativa corresponde a la actividad de proyecto propuesta y se asocia con una reducción del contenido de clinker (promedio de 93,0% en los últimos tres años a 81,0% al final del período de acreditación) por el aumento de la adición de zeolita en la producción de cemento. Este escenario reduce las emisiones de CO₂ asociadas a la combustión de combustibles fósiles, calcinación de piedra caliza y el consumo de electricidad necesaria para producir el cemento. En ausencia de la actividad de proyecto del MDL se enfrenta barreras para su implementación. Por lo tanto, esta alternativa no es un escenario probable de referencia. Esto se discute en la sección B.5 (evaluación de la adicionalidad). Esta alternativa cumple con todos los marcos legales y reglamentarios aplicables (NC-95: 2001¹, NC - 96:2001²).

- b. Continuación de la práctica actual.

Esta alternativa está en el cumplimiento de todos los marcos legales y reglamentarios aplicables, y se considera el escenario de referencia más probable, ya que no se enfrenta a las barreras. La continuación de la actual estructura de producción de cemento mantendrá el mismo contenido de clinker o incluso aumentará, debido a la calidad del cemento que demanda el mercado nacional, lo que se espera un aumento en los niveles de consumo de electricidad y de combustible que originarán mayores emisiones de GEI por tonelada de cemento.

La línea de base que describe el contexto del proyecto es la continuación de la actual estructura de producción de cemento en Cuba.

2. Evaluar alternativas para el cumplimiento de la normativa aplicable.

La producción de cemento P350 y PP250 se lleva a cabo de plena conformidad con los requisitos de licencias de explotación, las regulaciones aplicables ambientales y de calidad nacional del cemento, no existiendo

ningún requisito legal que impide la continuación de la producción de estos tipos de cemento.

Punto de referencia para las emisiones de línea base.

Para el cálculo de las emisiones de referencia, se requiere establecer la línea base con respecto al porcentaje de clinker en el cemento mezclado. Como exigido por la metodología, el porcentaje de clinker se calcula como el valor más bajo entre los siguientes:

- i) El promedio (ponderado por la producción) del porcentaje en masa de clinker para las marcas de cemento con mayor porcentaje de mezcla para el tipo de cemento relevantes en la región, o
- ii) La producción media ponderada del porcentaje de masa de clinker en el cemento tipo relevante en el 20% (en términos de participación de los aditivos) de la producción total de la mezcla de cemento en la región, o
- iii) El porcentaje de masa de clinker en el tipo de cemento relevante producido en la planta de la actividad del proyecto propuesta, antes de la puesta en práctica de la actividad de proyecto del MDL.

Para determinar el porcentaje de clinker para las opciones i) y ii) GECEM (Grupo Empresarial del Cemento) ha proporcionado datos oficiales sobre el porcentaje de clinker y los datos de producción de cemento en el mercado de cemento en Cuba. (Véase la tabla III.1, III.2 y III.3 del anexo H).

La evaluación comparativa de las emisiones de referencia se define como el valor más bajo entre los siguientes:

- (i) El promedio (ponderado por la producción) del porcentaje en masa de clinker para el tipo relevante de cemento en Cuba es: 88,43%
- (ii) La producción promedio ponderado de porcentaje de masa de clinker en el 20% (en términos de participación de los aditivos) de la producción total del tipo de mezcla de cemento en Cuba es: 88,65%

(iii) El porcentaje de masa de clinker en el tipo de cemento producido en Cementos Cienfuegos S.A. antes de la puesta en práctica de la actividad de proyecto del MDL es: 88%

El menor porcentaje de clinker es la opción iii), que es del 88% y se considera como punto de referencia.

B.5. Descripción de cómo las emisiones de las fuentes antropogénicas de GEI son reducidas por debajo de aquellas que pudieran ocurrir en ausencia de la actividad de proyecto registrada como MDL (valoración y demostración de adicionalidad):

>> Sin la realización de la actividad del proyecto la producción de cemento en CUBA se mantendría sobre la base de los cementos tipo P350 y PP250. Una disminución del 13% del volumen de clinker producido equivale a una disminución estimada de emisión de CO₂ del 10%, teniendo en cuenta las emisiones adicionales asociados con el transporte del volumen adicional de aditivos (zeolita).

Adicionalidad.

Evidencia de que el incentivo del MDL fue seriamente considerado en la decisión de continuar con la actividad del proyecto:

Como parte de su estrategia de gestión, Cementos Cienfuegos SA ha logrado reducir los portadores energéticos y la emisión de gases de efecto invernadero. Desde la concepción del proyecto para la rehabilitación de sus líneas de producción las mejoras tecnológicas se destinaron principalmente a la sustitución de combustibles y reducción del factor de clinkerización.

En el 2008 se inició la implementación de Sistema Integrado de Calidad, Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente, expresando públicamente su Política de compromiso con la conservación del medio ambiente mediante la reducción gradual de sus emisiones; en tal sentido la ejecución de la actividad de proyecto constituye una de las acciones para su cumplimiento.

Por otra parte, el Gobierno de la República de Cuba declaró su compromiso con la mitigación del cambio climático como un miembro de la CMNUCC en 1994. El 30 de abril 2000 ratificó el Protocolo de Kioto de la CMNUCC, la identificación de los Mecanismos de Desarrollo Limpio y su contribución al desarrollo sostenible en el Acuerdo 4604 del Consejo de Ministros.

Paso 1: Identificación de alternativas a la actividad de acuerdo con las leyes y reglamentos vigentes.

Paso 1a: Se identificaron las siguientes alternativas plausibles para la actividad del proyecto:

Todos los escenarios reales han sido desarrollados en la Sección B.4. Estas alternativas son:

- a. Proyecto de ejecución de la actividad no realizada como actividad de proyecto del MDL;
- b. Continuación de la práctica actual.

Paso 1 (a) 1 - Identificar alternativas realistas y creíbles (s) a disposición de los participantes del proyecto o similares desarrolladores de proyectos que ofrecen productos o servicios comparables con la actividad de proyecto del MDL propuesta.

Cementos Cienfuegos SA fue creada con el fin de producir y comercializar clinker y cemento, la producción de cementos de alta adición, a pesar de estar incluido en el objeto social no se considera una alternativa realista y creíble por las siguientes razones:

- a. No hay una fuente de suministro de aditivos en las proximidades de la actividad del proyecto (cantera de zeolita es de 30 km de distancia), lo que aumenta los costos por los precios de transporte,

b. No hay medios técnicos para la dosificación adicional de la zeolita (Básculas dosificadoras)

c. No hay capacidad de almacenamiento para estos tipos de cemento.

El resultado del análisis de estas causas no considera este, un proyecto viable sin el beneficio de los ingresos del MDL a pesar de los beneficios económicos y ambientales que esto traerá para el país.

Paso 1 (b) 2 - Mostrar que la actividad del proyecto y las alternativas identificadas en el paso 1a se cumple con todas las los requisitos aplicables del país anfitrión legales y reglamentarias.

La producción de cemento mezclado está sujeta a la especificación estándar cubana: NC-96: 2001. Las dos alternativas posibles están en conformidad con las leyes y reglamentos vigentes.

Los participantes en el proyecto han solicitado y recibido las autorizaciones necesarias del Ministerio de la Construcción, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de la República de Cuba, según lo dispuesto en el artículo 11 del capítulo 11 de la Resolución 168/95.

La actividad de proyecto tiene concesiones mineras en todos los depósitos de materias primas y los permisos ambientales para su funcionamiento. La actividad del proyecto no contradice ninguna legislación aplicable a sus operaciones.

Las producciones de cemento con alta adición se hacen en correspondencia con los estándares de calidad establecidos y han sido analizadas por los órganos de Cuba para asegurar el cumplimiento.

B.6. Reducción de emisión:

B.6.1. Explicación de la metodología seleccionada:

Los valores que se utilizarán en las siguientes fórmulas relacionadas con la producción de clinker, el consumo de combustibles fósiles y el consumo de electricidad se obtienen del control de la operación de la planta antes de la actividad del proyecto.

La información de la línea base de la red fue proporcionada por la Unión Nacional Eléctrica (UNE).

La línea base de emisión ($BE_{BC,y}$) es calculada utilizando las siguientes expresiones:

$$BE_{BC,y} = [BE_{clinker} * BB_{lend,y}] + BE_{ele_ADD_BC} \quad (1)$$

Donde:

$BE_{BC,y}$	Emisión de línea base de CO ₂ por tonelada de cemento (BC).	[t CO ₂ /t BC]
$BE_{clinker}$	Emisiones de línea base por tonelada de clinker debido a la calcinación de carbonato de calcio y carbonato de magnesio.	[t CO ₂ /t clinker]
$B_{Blend,y}$	Línea base de referencia de partes de clinker por tonelada de cemento (BC) actualizado año y	[t clinker/t BC]
$B_{Eele_ADD_BC}$	Emisión de línea Base eléctrica para la molienda y preparación de aditivos	[t CO ₂ /t BC]

Las emisiones de línea base de CO₂ por tonelada de clinker en la actividad de proyecto se calculan:

$$BE_{clinker} = BE_{calcin} + B_{Efosil_fuel} + B_{Eele_grid_CLNK} + B_{Eele_sg_CLNK} \quad (1.1)$$

Donde:

$BE_{clinker}$	Emisión de línea base de CO ₂ por tonelada de clinker en la actividad de proyecto.	[tCO ₂ /t linker]
BE_{calcin}	Emisiones de línea base por tonelada de clinker debido a la calcinación de	[tCO ₂ /t clinker]

	carbonato de calcio y carbonato de magnesio.	
B_{Efossil_fuel}	Línea base de emisión por tonelada de clinker debido a la combustión de combustible fósil para producir clinker.	[tCO ₂ /t clinker]
B_{Eele_grid_CLNK}	Emisión de línea base de la red eléctrica para la producción de clinker.	[tCO ₂ /t clinker]
B_{Eele_sg_CLNK}	Emisión de línea base para la autogeneración eléctrica para la producción de clinker.	[tCO ₂ /t clinker]

$$\mathbf{BE_{calcin} = [0.785*(OutCaO - InCaO) + 1.092*(OutMgO - InMgO)] / [CLNK_{BSL} * 1000]} \quad (1.1.1)$$

Donde:

BE_{calcin}	Las emisiones de línea base por tonelada de clinker debido a la calcinación de carbonato de calcio y carbonato de magnesio.	[tCO ₂ /t clinker]
0.785	Factor estequiométrico de emisión para el CaO.	[t CO ₂ /t CaO]
1.092	Factor estequiométrico de emisión para el MgO.	[t CO ₂ /t MgO]
InCaO	(Contenido en % CaO en la harina)*(cantidad de harina).	[t]
OutCaO	(Contenido en % CaO en el clinker)*(cantidad de clinker).	[t]
InMgO	(Contenido en % MgO en la harina)*(cantidad de harina).	[t]
OutMgO	(Contenido en % MgO en el clinker)*(cantidad de clinker).	[t]
CLNK_{BSL}	Producción anual de clinker en el año base.	[kt de clinker]

$$\mathbf{BE_{fossil_fuel} = [\sum FF_{i_BSL} * EFF_i] / [CLNK_{BSL} * 1000]} \quad (1.1.2)$$

Donde:

FF_{i_BSL}	Combustible fósil i consumido en la producción de clinker en la línea base.	[t comb]
EFF_i	Factor de emisión para el combustible fósil i.	[tCO ₂ /t omb]

$$\mathbf{BE_{ele_grid_CLNK} = [BELE_{grid_CLNK} * EF_{grid_BSL}] / CLNK_{BSL} * 1000} \quad (1.1.3)$$

Donde:

BELE_{grid_CLNK}	Consumo de energía eléctrica de la red para	[MWh]
---------------------------------	---	-------

la producción de clinker en la línea base.

EF_{grid_BSL} Línea base del factor de emisión de la red eléctrica. [t O₂/MWh]

$$\mathbf{BE_{elec_sg_CLNK} = [BELE_{sg_CLNK} * EF_{sg_BSL}] / [CLNK_{BSL} * 1000]}$$

(1.1.4)

Donde:

BELE_{sg_CLNK} Consumo de energía eléctrica de la autogeneración eléctrica para la producción de clinker en la línea base. [MWh]

EF_{sg_BSL} Línea base del factor de emisión de la autogeneración eléctrica. [t CO₂/MWh]

$$\mathbf{BE_{ele_ADD_BC} = BE_{ele_grid_BC} + BE_{ele_sg_BC} + BE_{ele_grid_ADD} + BE_{ele_sg_ADD}}$$

(1.2)

Donde:

BE_{ele_grid_BC} Línea base de emisión de la red eléctrica para la molienda de BC.

BE_{ele_sg_BC} Línea base de emisión de autogeneración eléctrica para la molienda de BC.

BE_{ele_grid_ADD} Línea base de emisión de la red eléctrica para la preparación de aditivos. [tCO₂/t BC]

BE_{ele_sg_ADD} Línea base de emisión de autogeneración eléctrica para la preparación de aditivos.

$$\mathbf{E_{ele_grid_BC} = [BELE_{grid_BC} * EF_{grid_BSL}] / [BC_{BSL} * 1000]}$$

(1.2.1)

Donde:

BELE_{grid_BC} Consumo de energía eléctrica de la red para la molienda de cemento BC en la línea base. [MWh]

EF_{grid_BSL} Línea base del factor de emisión de la red eléctrica [t CO₂/MWh]

BC_{BSL} Producción anual de BC en el año base [kt de BC]

$$\mathbf{BE_{elec_sg_BC} = [BELE_{sg_BC} * EF_{sg_BSL}] / [BC_{BSL} * 1000]}$$

(1.2.2)

Donde:

- BELE_{sg_BC}** Consumo de energía eléctrica de la autogeneración para la molienda de cemento BC en la línea base. [MWh]
- EF_{sg_BSL}** Línea base del factor de emisión de la autogeneración eléctrica. [t CO₂/MWh]

$$\mathbf{BE_{elec_grid_ADD} = [BELE_{grid_ADD} * EF_{grid_BSL}] / [BC_{BSL} * 1000]}$$

(1.2.3)

Donde:

- BELE_{grid_ADD}** Consumo de energía eléctrica de la red para la molienda de aditivos en la línea base. [MWh]
- EF_{grid_BSL}** Línea base del factor de emisión de la red eléctrica [t CO₂/MWh]

$$\mathbf{BE_{elec_sg_ADD} = [BELE_{sg_ADD} * EF_{sg_BSL}] / [BC_{BSL} * 1000]}$$

(1.2.4)

Donde:

- BELE_{sg_ADD}** Consumo de energía eléctrica de autogeneración para la molienda de aditivos en la línea base. [MWh]
- EF_{sg_BSL}** Línea base del factor de emisión de la autogeneración eléctrica. [t CO₂/MWh]

Las emisiones relacionadas con el transporte de aditivo son calculadas como:

$$\mathbf{L_{add_trans} = [(TF_{cons} * D_{add_source} * TEF) * 1/Q_{add} * 1/1000 + (ELE_{conveyor_ADD} * EF_{grid,y}) * 1/ADD_y]}$$

(2)

Donde:

- L_{add_trans}** Emisión del transporte por tonelada de aditivos [tCO₂/t aditivo]
- TF_{cons}** Consumo de combustible por kilómetro [t]
- D_{add_source}** Distancia entre la fuente de aditivos y la actividad de proyecto [km]
- TEF** Factor de emisión del transporte [kgCO₂/kgcomb]
- ELE_{conveyor_ADD}** Consumo anual de electricidad de la transportadora aditivos [MWh]
- EF_{grid,y}** Factor de emisión de la red en el año y [t CO₂ /MWh]
- Q_{add}** Capacidad de carga del vehículo para el aditivo [t aditivo]
- ADD_y** Consumo anual de aditivo en el año y [t aditivo]

Para ser conservador, en la metodología no se considera las emisiones relacionadas con el transporte de materias primas y combustibles.

Emisiones de la Actividad del Proyecto

Las emisiones de la actividad del proyecto ($PE_{BC, y}$) se calcula de la siguiente manera. En la actividad de proyecto las emisiones de la planta se calcularán por unidad de clinker o cemento (BC) considerando:

- (I) Las emisiones de calcinación de piedra caliza;
- (II) Las emisiones de la combustión de combustibles fósiles y la electricidad para la producción de clinker y procesamiento de materia prima;
- (III) Las emisiones de la electricidad utilizada para la preparación de los aditivos y la molienda de cemento.

Las reducciones de emisiones.

La actividad del proyecto reduce principalmente las emisiones de CO_2 mediante la sustitución de clinker en el cemento por materiales de mezcla. La reducción de emisiones en el año y : es la diferencia en las emisiones de CO_2 por tonelada de cemento (BC) en la línea de base y en la actividad de proyecto, multiplicado por la producción de cemento (BC) en el año y . Las reducciones de emisiones son reducidas para el porcentaje de aditivos para los que la disponibilidad de excedentes no esté justificada.

$$(3) \quad ER_y = \{ [BE_{BC,y} - PE_{BC,y}] * BC_y + L_y \} * (1 - \alpha_y)$$

Donde:

ER_y = Reducción de emisiones en el año y debido a la actividad de proyecto [kt CO_2].

$BE_{BC,y}$ = Línea base de emisión por tonelada de cemento (BC) [t CO_2 /t de cemento (BC)].

$PE_{BC,y}$ = Emisiones del proyecto por tonelada de cemento (BC) [t CO_2 /t de cemento (BC)].

BC_y = Producción de cemento (BC) en el año y . [kt de cemento (BC)].

α_y = Reducción factor

$$\alpha_y = \frac{\text{t de aditivo en el año } y}{\text{total aditivo adicional utilizado en el año } y} \quad (4)$$

En la actividad de proyecto las emisiones debido a la transportación de los aditivos se incrementan. Esta emisión será considerada como emisión de fuga y será determinada como:

$$L_y = L_{\text{add_trans}} * [\text{Ablend}_{,y} \cdot \text{Pblend}_{,y}] * \text{BC}_y \quad (5)$$

Donde:

L_y	Perdida de emisión del transporte por tonelada de aditivos	[kt CO ₂]
BC_y	Producción de cemento (BC) en año y	[kt de cemento (BC)]
$\text{Ablend}_{,y}$	Mejor dosificación de aditivo por tonelada de BC actualizado para el año y	[t aditivo/t cemento (BC)]
$\text{Pblend}_{,y}$	Dosificación de aditivo por tonelada de BC en el año y	[t aditivo/t cemento (BC)]

B.6.3. Cálculo ex-ante de la reducción de emisiones:

Línea de base de emisión.

Para la determinación de las emisiones de línea base, los datos fueron tomados como los promedios de la producción en tres años 2008, 2009 y 2010 (almacenada en la Base de Datos Históricas de la Planta).

Paso 1.

Determinación de la emisión de línea base para la calcinación de piedra caliza:

OutCaO: el cálculo se realizó multiplicando el valor promedio mensual de CaO en el clinker (determinado por las mediciones de laboratorio) por el volumen de clinker procesados en el mismo mes. Del mismo modo se determinó OutMgO.

El promedio anual de clinker en tres años (2008, 2009 y 2010) se muestran en la tabla III.4 del Anexo I.

El valor promedio de CaO y MgO contenido de clinker en tres años (2008, 2009 y 2010) se muestran en la tabla III.5 del Anexo J.

$$BE_{\text{calcin}} = [0,785 \cdot (648303) + 1.092 \cdot (15830,4)] / [993,336 \cdot 1000]$$

BE_{calcin} = 0.53 [t CO₂/t clinker]

Paso 2.

Determinación de la línea base de emisión de CO₂ por tonelada de clinker debido a la combustión del combustible fósil para la producción de clinker.

$$EFF_{\text{fossil fuel } i} = EF_{\text{CO}_2, \text{ fossil fuel } i} \cdot NCV_{\text{fossil fuel}}$$

Tabla B.6.3-1 Resultados.

Tipo de combustible	Factor de emisión [tCO ₂ /t comb. fósil]
Diesel	3.21
Petcoke	4.09
Carbón	2.93
Crudo oíl	3.28

$$BE_{\text{fossil_fuel}} = [(3.21 \cdot 566,81) + (4,09 \cdot 107251.70) + (2,93 \cdot 2066,99) + (3,28 \cdot 7,73)] / [993.336 \cdot 1000]$$

BE_{fossil_fuel} = 0,45 [t CO₂/t clinker]

Paso 3

Determinación de la línea base de emisión de CO₂ eléctrica de la red para la producción de clinker:

$$BE_{LE_{\text{grid_CLNK}}} = 40415.63 \text{ [MWh]}$$

$$EF_{\text{grid_BSL}} = 0.744 \text{ [t CO}_2\text{/MWh]} \text{ (según reporte de la UNE).}$$

$$BE_{Ee_{\text{grid_CLNK}}} = (40415.63 \cdot 0.744) / (993.336 \cdot 1000)$$

BE_{Ee_grid_CLNK} = 0.030 [t CO₂/t clinker]

Paso 4.

Determinación de la línea base de emisión de CO₂ para la autogeneración en la producción de clinker:

BE_{Eelec_sg_CLNK} = 0 No hay autogeneración para la producción de clinker

Paso 5.

Determinación de la línea base de emisión de CO₂ para la actividad de proyecto.

$$BE_{\text{clinker}} = 0.53 + 0.44 + 0.033 + 0$$

BEclinker = 1,01 [t CO₂/t clinker].

Paso 6.

Determinación de la línea base de emisión de CO₂ para la molienda de cemento (BC) y la preparación de aditivo.

$$BC_{BSL} = 539.77567 \text{ [kt de cemento]}$$

$$BELE_{ele_grid_BC} = 739.338 \text{ [MWh]}$$

$$BE_{ele_grid_BC} = (739.338 * 0.744) / (539.77567 * 1000)$$

$$\mathbf{BE_{ele_grid_BC} = 0.01 \text{ [t CO}_2\text{/t de cemento]}}$$

$$\mathbf{BELE_{ele_sg_BC} = 0}$$

$$BELE_{ele_grid_ADD} = 55.69 \text{ [MWh]}$$

$$BE_{ele_grid_ADD} = (55.69 * 0.744) / (539.77567 * 1000)$$

$$\mathbf{BE_{ele_grid_ADD} = 7.67 \cdot 10^{-5} \text{ [t CO}_2\text{/t de cemento]}}$$

$$BELE_{ele_sg_ADD} = 0$$

$$BE_{ele_ADD_BC} = 0.01 + 0 + 7.67 \cdot 10^{-5} + 0$$

$$\mathbf{BE_{ele_ADD_BC} = 0.01 \text{ [t CO}_2\text{/t de cemento].}}$$

Paso 7.

Determinación de las emisiones de CO₂ asociadas a la transportación de aditivo.

$$TF_{cons} = 0,43 \text{ [kg de combustible/km].}$$

$$D_{add_source} = 30 \text{ [km].}$$

$$TEF = 3,14 \text{ [kg CO}_2\text{/kg de combustible].}$$

$$Q_{add} = 22 \text{ [t de zeolita].}$$

$$ADD_{BSL} = 37597.57 \text{ [t de zeolita]}$$

$$L_{add_trans} = (0.43 * 30 * 3.14) * (1/22) * (1/1000)$$

$$\mathbf{L_{add_trans} = 0.0018 \text{ [t CO}_2\text{/t of additive].}}$$

Paso 8.

Determinación de la línea base de emisión de CO₂:

$$\mathbf{BE_{CO_2} \text{ ADD}_{BSL} = [BE_{clinker} * CLINK] + [BE_{ele_ADD_BC} * BC_{BSL}] + [L_{add_trans} *$$

$$BE_{CO_2} = (1.01 * 993336) + (0.01 * 539775.67) + (0.002 * 37597.67)$$

$$\mathbf{BE_{CO_2} = 1008742,312 \text{ t CO}_2 \text{ el año.}}$$

Paso. 9

Consumo estimado de clinker y zeolita en la actividad de proyecto.

Las emisiones del proyecto se calcula teniendo en cuenta una estructura de producción de cemento correspondiente al 10% de P350 y un 90% PP250 en comparación con el promedio de producción de P350

En los últimos tres años antes de la actividad de proyecto y el 50% de PP250 y el 50% PZ250 comparado con el promedio producción de PP 250.

En la tabla III.6 del Anexo K (INFORMACIÓN línea de base) muestra la estructura de producción utilizada.

Las emisiones anuales de CO₂ del proyecto fueron estimadas utilizando la siguiente ecuación.

$$PE_{CO_2} = [PE_{clinker} * CLINK_y] + [PE_{ele_ADD_BC} * BC_y] + [L_{add_trans} * ADD_y].$$

(B 6.3-1)

Tabla B 6.3-2 Resultados del cálculo utilizando la fórmula B 6.3-1.

Año	CLINK _y	BC _y	ADD _y	BE _{CO2}
	[t]			[tCO ₂ e/año]
LINEA BASE	993336	539775,7	37597,67	1008742,312
				PE_{CO2}
				[tCO₂ e/año]
1	982448,0	539775,7	45024,58	997751,3
2	966940,2	539775,7	60532,39	982116,3
3	951432,4	539775,7	83108,65	966481,4
4	923158,6	539775,7	104313,98	937975,7
5	923158,6	539775,7	104313,98	937975,7
6	923158,6	539775,7	104313,98	937975,7
7	923158,6	539775,7	104313,98	937975,7

B.6.4 Resumen de la estimación ex-ante de las reducciones de emisiones:

Tabla B.6.4-1 Emisiones del proyecto, la línea base y la reducción de emisiones.

Año	Emisión de línea base (BEy) (tCO₂ e)	Emisiones del proyecto (PEy) (tCO₂ e)	Reducción de Emisiones (ERy) (tCO₂ e)
Feb 2012 a ene 2013	1008742,312	997751,3	10991,0
Feb 2013 a ene 2014	1008742,312	982116,3	26626,0
Feb 2014 a ene 2015	1008742,312	966481,4	42260,9
Feb 2015 a ene 2016	1008742,312	937975,7	70766,6
Feb 2016 a ene 2017	1008742,312	937975,7	70766,6
Feb 2017 a ene 2018	1008742,312	937975,7	70766,6
Feb 2018 a ene 2019	1008742,312	937975,7	70766,6

III. Metodología de Monitoreo:

B.7.2. Descripción del plan de monitoreo:

Generalidades.

El proyecto cumple con los criterios de aplicabilidad en la metodología aprobada de monitoreo ACM0005 versión 04 ("Metodología de Seguimiento Consolidado para Incrementar la Producción de Cemento de Mezcla").

El plan de monitoreo de este proyecto garantiza la recogida de datos necesarios para determinar y verificar las reducciones de emisiones esperadas.

Los datos generados durante el monitoreo del proyecto estarán sujetos al sistema de Gestión de Calidad, gestionados de acuerdo con el procedimiento de registro y de archivo durante toda la vida de la actividad del proyecto (se espera que sea mayor de 20 años).

La producción de cemento en Cementos Cienfuegos S.A. se realiza a partir del clinker producido en sus dos hornos instalados en las línea I y III, con una capacidad de 62,5 t de clinker/h y 130 t clinker / h, respectivamente, la zeolita se utiliza como aditivo y es contabilizada en las básculas dosificadoras de las tolvas de almacenamiento, donde se mezcla con el clinker y el yeso de los silos de almacenamiento.

El uso de altas dosis de aditivos puede mantener la producción de cemento con menos clinker (aproximadamente 1 tonelada de clinker se sustituye por una tonelada de zeolita), con una reducción de las emisiones de CO₂ debido a la calcinación y la combustión por tener que utilizar una menor cantidad de harina.

Objetivo.

Este programa de monitoreo tiene por objeto proporcionar el método para calcular la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera debido a la producción de cemento con alta adición de (PP350 y PZ250).

Datos de origen.

Los valores de los datos utilizados en el cálculo tiene un enfoque conservador y fueron proporcionados por:

- IPCC, Panel Intergubernamental de Cambio Climático.
- UNE-Unión Nacional de Eléctrica de CUBA.
- CUPET Unión del Petróleo de Cuba
- GECEM-Grupo Empresarial del Cemento.
- Cementos Cienfuegos, S. A.

Fig. B.7.2-1 El siguiente diagrama describe la estructura operativa y de gestión para supervisar la reducción de las emisiones generadas por la ejecución de la actividad del proyecto.

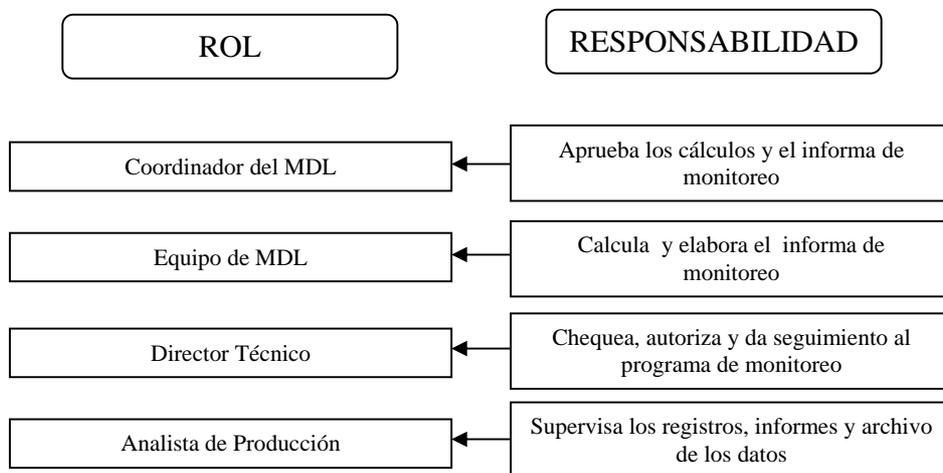


Tabla B.7.2-1 Responsabilidades de gestión para la mitigación, monitoreo y capacitación.

Actividad/Componente	Descripción	Responsabilidad
Operación de Mitigación		
Desechos Líquidos	Lubricantes y grasas contaminadas	Gerente de Planta.
Calidad del aire.	Asegurar que todos los procesos están funcionando correctamente para reducir al mínimo los contaminantes del aire.	Director Técnico
Respuesta de Emergencia.	Plan de dirección y mitigación de situaciones de emergencia.	Director General
Seguridad y Salud Ocupacional.	Exposición al polvo, ruido y seguridad contra incendio.	Director Técnico Gerente RRHH
Línea Transmisión	Reparación y mantenimiento	UNE
Procedimiento de Monitoreo y Cálculo		

Fuentes y recolección de los datos	Los datos son tomados de los registros de la planta (Base de Datos Histórico de Planta, Base de Datos del Laboratorio)	Equipo de MDL
	Todos los datos estarán disponibles y archivados de según el procedimiento de gestión de datos.	Analista de Producción
Capacitación del personal		
	Los datos son controlados por una persona asignada que es responsable de la correcta gestión de todos los datos operativos de la planta. Todos los datos son revisados por el Director Técnico.	Analista de Producción
	Frequency of data is based on data management system.	Gerente de procesos
Compilación de los datos	Centralización de todos los datos de las áreas	Analista de Producción
	Transmisión de los datos al equipo de MDL	Analista de Producción
Cálculo de emisión y reporte de monitoreo.	El cálculo de las emisiones se realiza anualmente a partir de los datos colectados diariamente, mensualmente o anualmente, dependiendo	Equipo de MDL

	de la naturaleza del dato.	
	Cálculo de los datos utilizando tablas de cálculo de Microsoft Excel	Equipo de MDL
	Preparación del reporte de monitoreo	Equipo de MDL
Emisión de datos, revisión y aprobación.	Revisión y aprobación de los cálculos y reporte de emisiones	Coordinador de MDL
Conservación de los registros.	Conservación de los registros	Analista de Producción

Otros Monitoreos.		
Calidad del aire.	Monitoreo del emplazamiento	Laboratorio Ambiental de Cienfuegos
Desechos.	Reciclado, remoción o deposición de desechos.	Gerente de Mantenimiento

Tabla B.7.2-1 Responsabilidades de gestión para la mitigación, monitoreo y capacitación. Cont...

Actividad/Componente	Descripción	Responsabilidad
Equipo de entrenamiento.		
Respuesta de Emergencia.	Selección del equipo de entrenamiento de respuesta de emergencia	Director Técnico
Seguridad y Salud.	Charlas de seguridad semanal en turnos de operación.	Gerente de RRHH
En el puesto de trabajo.	Respuesta a derrames, la protección general del medio ambiente	Director Técnico, Gerente de RRHH

Indicadores Ambientales:

Se mantendrá un control sobre los cambios en los indicadores de calidad del aire, la calidad de las aguas residuales, generación de ruido y gestión de residuos a través del programa de vigilancia ambiental aprobado por el regulador de medio ambiente cubano y requisito licencia ambiental desde el inicio de las operaciones de Cementos Cienfuegos SA, que se mantendrá durante la vida del proyecto.

Indicadores socio-económicos:

Hay factores socio-económicos que se verán influenciados por la actividad del proyecto y se vigilará su cumplimiento, según las condiciones lo permitan.

Generación de empleo:

La ejecución de la inversión asociada a la actividad de proyecto requiere de mano de obra calificada que será contratada a empresas de la zona y una vez que inicia sus operaciones el volumen de aditivos adicionales necesarios también se contratará a empresas de transporte de Cuba. Esto asegura ingresos a la economía local y nacional.

La producción de cementos con alta adición reduce significativamente los costos de las obras de construcción que utilizan estos tipos de cementos, debido a las diferencias de precios que tienen en el mercado tradicional.

La alta fiabilidad de Cementos Cienfuegos SA, garantiza la rápida restauración de las afectaciones en la producción de cemento después de fenómenos meteorológicos adversos (huracanes, inundaciones) y el suministro estable de diversos tipos de cemento en el país para la reparación de los daños.

Método de monitoreo:

El método para determinar la reducción de las emisiones totales de CO₂ se describe a continuación.

Inicio:

Recolección de datos, asegurando la confiabilidad y exactitud: Se cuenta con un sistema de gestión de datos y registros, con el objetivo de recoger y preservar los valores obtenidos de los equipo de medición instalados en el proceso, referente al consumo de la energía eléctrica, el combustible, consumos de materias primas y la producción de clinker y cemento, así como los resultados de los ensayos de laboratorio (contenido de CaO y MgO en el clinker, PPI).

Descripción de las técnicas de medición:

La reducción de las emisiones de CO₂ se calcula utilizando la metodología de ACM 0005.

1. El consumo de energía.

Para determinar el consumo total de energía de la red la subestación principal está equipado con medidores propiedad de la UNE (tipos WAT-410-CIR-60C-00SCP UT5C y LOGIT-Ion Power 7350) con registro continuo, estos medidores tienen una precisión de 0,6%. El operador de la subestación registra el consumo diario en una base de datos digitales y las envía al Analista de Producción para su inclusión en la Base de datos Históricas de Planta

Para la determinación del consumo de electricidad en los principales consumidores y las áreas se utilizan metros contadores (CIPROTEC, CEPAM y Mod PAFAL SWIDNIA) que se encuentran en los centros de control en las subestaciones ubicadas dentro de la planta, las lecturas se toman diariamente por el especialista en energía y se registra en una base de datos digital y las envía al Analista de Producción para su inclusión en la Base de datos Históricas de Planta.

El Analista de Producción es responsable de actualizar la base de datos de consumo y emisión de la información solicitada para el cálculo de la reducción de emisiones de CO₂. Los contadores se verifican y se calibran anualmente por la Oficina Técnica de Normalización de Cienfuegos.

2. Consumo de combustible

Asociados con el secado de las materias primas: La instalación de secado de las materias primas utiliza tres tipos de combustible, el combustible diesel para el encendido de la instalación se mide directamente con un medidor de flujo a la entrada del quemador y mediciones paralelas cada 12 horas de la altura del combustible en el tanque, para comprobar el consumo de diesel se utiliza la tabla de aforo del tanque.

La alimentación de petcoke y/o carbón se determina por los alimentadores tipo Pfister instalados en el secador, con registro digital continuo en la sala de control del área de Materias Primas.

El consumo de combustible en el horno: En los hornos se utiliza el diesel para el calentamiento inicial, el que es continuamente medio por flujómetros en las líneas de alimentación de los quemadores, estas lecturas se comparan con las mediciones directas (cada 12 horas) de la altura de combustible en el tanque para determinar el consumo, utilizando las tablas de aforo del tanque.

La alimentación de petcoke y/o carbón se determina por los alimentadores tipo Pfister instalados en el molino de petcoke, con registro digital continuo en la sala de control.

Los resultados se registran a diario en la base de datos digital en la sala de control del secador y hornos y se envían al Analista de Producción para su inclusión en la Base de Datos Histórico de Planta.

El Analista de Producción es responsable de actualizar la Base de Datos Histórico de Planta y emisión de la información solicitada para el cálculo de la reducción de emisiones de CO₂.

Los Pfisters son calibrados por Cementos Cienfuegos S.A., usando estándares de 1, 2,5, 5 y 10 kg, certificados por la Oficina de Técnica de Normalización de Cienfuegos

El medidor de flujo es calibrado anualmente por la Oficina de Técnica Normalización.

3. Determinación del consumo de harina cruda en los hornos.

El consumo de harina cruda en la línea III se determina por los registros de los alimentadores Pfister instalados a la salida de los silos de almacenamiento, estas mediciones se registran continuamente en la sala de control. Cada 12 horas se realiza un cierre del consumo total y se anota en el reporte de producción.

En el caso de la línea I el consumo se determina por las básculas dosificadoras y se registraron de forma continua en la sala de control. Cada 12 horas se realiza un cierre del consumo total y se anota en el reporte de producción.

Los resultados se registran a diario en la base de datos digital en la sala de control del horno y se envía al Analista de Producción para su inclusión en la Base de Datos Histórico de Planta.

El Analista de Producción es responsable de actualizar la Base de Datos Histórico de Planta y emisión de la información solicitada para el cálculo de la reducción de emisiones de CO₂.

Las básculas y Pfister son calibrados por Cementos Cienfuegos SA usando estándares de 1, 2,5, 5 y 10 kg certificado por la Oficina Técnica de Normalización de Cienfuegos.

4. Determinación del contenido de CaO y MgO en la harina cruda.

El calcio y magnesio en las materias primas están en forma de CaCO_3 y MgCO_3 (No hay MgO o CaO).

5. Determinación del contenido de CaO y MgO en el clinker;

El contenido de CaO y MgO presente en el clinker se determina por las mediciones (cada 2 horas) de las muestras tomadas a la salida de cada enfriador del horno, utilizando equipos de fluorescencia rayos X. Los resultados se anotan en el registro QCXL04 (informe de control clinker).

El valor anual utilizado se calcula como el valor promedio (ponderado por la producción) de los valores mensuales registrados en la base de datos (formato digital) "composición química del clinker" en el laboratorio.

El Jefe del Laboratorio es responsable de emitir la información solicitada para el cálculo de la reducción de emisiones de CO_2 .

El equipo modelo *XRD BRAND TWIN CUBIX Philip* se comprueba en días alternos con patrón tipo k y mensualmente es calibrado con el monitor certificado por PanAlitical.

6. La cantidad de clinker producido se determina por la cantidad de crudo alimentado al horno, dividido por el factor de clinkerización. Adicionalmente cada 12 h los inventarios de clinker producido se comprueban por las mediciones directas en los silos, anotándose (formato digital) en el reporte diario de operación del horno y se envían al Analista de Producción para su inclusión en la Base de Datos Histórico de Planta.

El Factor de clinkerización se obtiene a partir de las especificaciones del proyecto para cada horno y revisado por los valores anuales de PPI. La determinación del PPI (pérdida por calcinación) se realiza cada 6 horas utilizando una balanza analítica y mufla y se registra en el QCXL05 (informe de control harina caliente). La balanza analítica (Sartorius CP64) está sujeta al programa de calibración y verificación.

El Jefe del Laboratorio es responsable de emitir la información solicitada para el cálculo de la reducción de emisiones de CO₂.

El Analista de Producción es responsable de actualizar la Base de Datos Histórico de Planta y entregar el valor de la producción anual de clinker para el cálculo de la reducción de emisiones de CO₂.

7. La cantidad de aditivos utilizados en la producción de cemento se determina por los medidores (básculas dosificadoras) instalados en las bandas de alimentación molino de cemento, los valores se registran continuamente en la sala de control. Cada 12 h se registra la cantidad de aditivos y se entrega en el reporte de operación (formato digital) y es enviado al Analista de Producción para su inclusión en la Base de Datos Histórico de Planta.

El valor utilizado es el acumulado anual, registrado en la Base de Datos Histórico de Planta.

Las básculas y Pfister son calibrados por Cementos Cienfuegos SA usando estándares de 1, 2,5, 5 y 10 kg certificado por la Oficina Técnica de Normalización de Cienfuegos

8. La capacidad de carga de transporte utilizado para la transferencia de los aditivos a Cementos Cienfuegos S.A. se obtiene de la hoja de transporte, además de esto se comprueba con las balanzas certificadas para el comercio internacional.

3.3 Evaluación de la adicionalidad del proyecto según metodología ACM5.

Premisas para la misma.

Adicionalidad del proyecto MDL

La ejecución de esta actividad de proyecto está limitada por los siguientes obstáculos:

- ✓ Barreras de inversión:

En la actualidad no existe el financiamiento requerido para ejecutar este proyecto, por cuanto las inversiones del país están limitadas por el estado. Es por ello que

sólo bajo las condiciones de un proyecto de Mecanismo Desarrollo Limpio (MDL), podrá ser ejecutado y por tanto lograrse los efectos de la reducción estimada en las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Por otro lado los Certificados de Reducción de Emisiones (CRE) que se obtengan por el proyecto, constituirán un elemento esencial en su financiamiento.

✓ Barreras tecnológicas:

La ejecución del proyecto requiere el acondicionamiento de la infraestructura de las instalaciones de producción de cemento: rehabilitación de silos, sistemas de desempolvado y el transporte para el acarreo de las cantidades adicionales de aditivos (puede ser muy cara debido a la elevación de los costos de fletes).

Las empresas consumidoras de este tipo de cemento no cuentan con las capacidades de almacenamiento necesarias.

En nuestro país no existe una cultura en la utilización de estos tipos de cementos con alto contenido de adición pues solo se producen y comercializan el P 350 y PP 250 por lo que es necesario realizar una campaña de marketing para concientizar a los clientes de las propiedades y ventajas ambientales de los cementos con altos con altos valores de aditivos.

✓ Barreras "Primero en su especie".

Finalmente la actividad de proyecto propuesta es el "primero de su especie", ya que hasta la fecha nuestro país no produce este tipo de cemento.

Estas fases en correspondencia con el estudio de pre factibilidad ejecutado definieron los siguientes resultados que a continuación se muestran para su análisis:

En esta primera fase se hizo una recopilación de datos de producción de los últimos tres años de la fábrica 2008, 2009, y 2010, cuyo análisis facilitó el diseño de la nueva estructura de producción que incluye los nuevos tipos de cementos con alta adición y que constituye la base para la realización de la actividad de proyecto de MDL; la nueva estructura de producción se muestra en el Anexo K Tabla III.6.

Los volúmenes de cemento PP350 en el año Y de la actividad de proyecto corresponden al 90% de la producción media total de P350 producida en los años de referencia. De igual forma el volumen de PZ250 es el 50% de la producción media total de PP250 producida en igual período.

Los volúmenes clinker de exportación se mantendrán constantes e igual al promedio de los años de referencia, solo existirá diferencia en el total de clinker producido, por cuanto el volumen de clinker necesario para producir la misma cantidad de cemento es menor en el año y debido al aumento de la adición en los nuevos tipos de cemento.

El volumen de clinker dejado de producir anualmente estará en correspondencia con la cantidad de zeolita utilizada.

Tabla.III.6 Estructura de producción para la actividad de proyecto

PRODUCTION STRUCTURE					
average years-2008,2009 and 2010 [tons]	P-350	PP-350	PP-250	PZ-250	total
	Addition %				
	5.0	20.0	20.0	30.0	
	[tons]				[tons]
clinker produced					993,336.0
clinker export					487,696.9
Cement	471,229.7	0.0	68,546.0	0.0	539,775.7
clinker	447,668.2	0.0	54,836.8	0.0	502,505.0
zeolite	23,561.5	0.0	13,709.2	0.0	37,597.7
PROYECT ACTIVITY					
year- y	Fraction of production				total
	0.1	0.9	0.5	0.5	
[tons]				[tons]	
clinker produced					923,158.6
clinker export					487,696.9
Cement	47,123.0	424,106.7	34,273.0	34,273.0	539,775.7
clinker	44,766.8	339,285.4	27,418.4	23,991.1	435,461.7
zeolite	2,356.1	84,821.3	6,854.6	10,281.9	104,314.0
				Additional zeolite	66,716.3
VOLUME OF CLINKER REPLACED					66,716.3

Toneladas de CO₂ = [Cantidad de toneladas de Clinker dejadas de producir]*[Factor o Coeficiente de Reducción de CO₂ a la atmósfera (cálculo definido en la línea base por des carbonatación, combustión y energía eléctrica de la red)]

$$66,716.3 \times 0.93 = 62,046.16$$

En la actividad de proyecto se estiman 62,046.16 ton de CO₂ dejadas de emitir a la atmósfera.

El coeficiente de Reducción de CO₂ a la atmósfera de 0.93, se desglosa en 0.56 de la des carbonatación del carbonato de calcio y magnesio, 0.34 de la quema de los combustibles petcoke y diesel, y 0.03 de la energía de la red, la mayor cantidad el 60% del CO₂ es producto de la des carbonatación.

Para la demostración de adicionalidad en la evaluación de la actividad de Proyecto de MDL en la Fábrica de Cemento de Cienfuegos, S.A. se definieron las premisas bases para la evaluación sin financiamiento ,que se corresponderían con la evaluación con financiamiento con la diferencia de la variable de financiación añadida como tal, a partir de la fuente de financiamiento definida.

Premisas para el cálculo de la evaluación económica sin financiamiento: Según Anexo L

1. Se promedió la producción de cemento obtenida en los últimos 3 años de la planta.
2. Se estimó la producción por calidades de cemento (PP 350 y PZ 250) para los próximos 10 años, incluyendo 2011, año propuesto de prueba.
3. Se tomaron los precios de venta de cemento del año 2010 para el cálculo de los ingresos por ventas.
4. Los gastos de materia prima se calcularon partiendo de las toneladas de clinker necesario para los niveles de producción previstos, al costo unitario de producción de la tonelada según experiencia real, así como las toneladas de aditivo necesarias según el % de adición de cada cemento al costo real.

5. Los energéticos incluyen el índice de consumo de energía eléctrica en el área de molienda de cemento, ya que dentro del costo de la materia prima está incluida la energía consumida en los procesos que anteceden la molienda de cemento.
6. Los salarios e impuesto de la fuerza de trabajo del personal directo a la producción (operadores, mecánicos, eléctricos, instrumentistas y otros)
7. Los costos fijos de mantenimiento se explican en el cálculo del costo simple
8. Los costos de depreciación se calcularon en base a la tasa anual de depreciación de las Báscula dosificadora, Sistema de desempolvado y Equipo (Camiones).
9. Para el cálculo de los costos de comercialización se hace un cálculo de los ingresos de ventas por un 3% para promocionar dicho cemento en un año, y se observa el porcentaje de la situación actual del mercado del cemento en el mundo y se calcula una situación de mercado para un año.
10. Las utilidades brutas para el primer año dan negativas pero a partir del segundo empiezan a dar ganancias por lo que se calcula un 5% a partir de los ingresos.

3.4 Análisis del resultado

Se realiza un análisis del costo simple para ver los resultados de este proyecto.

Como primer paso se crea una lista de mejoras de opciones: en el estudio la opción es la producción de cemento con alta adición, cuyo costo total de inversión es 1, 426,326.00 USD, sin los costos de capital de trabajo por mano de obra, alquileres, etc.

Cálculo de los Beneficios:

- Beneficios Anuales por la venta de los bonos = [Cantidad de toneladas de Clinker dejadas de producir] * [Factor o Coeficiente de Emisión de CO₂ a la atmósfera (cálculo definido en la línea base por des carbonatación, combustión y energía eléctrica de la red)] * [Precio de los Certificados de Reducción de CO₂ en euros] * [Tasa de cambio del euro respecto al USD]

se calculan estos indicadores con resultados favorables, se puede poner en marcha el proyecto.

Para poder llegar a su evaluación se refieren el procesamiento de los datos en el Anexo L de las tablas III.7 Análisis de Mercado para la Producción de Cementos, III.8 Costos de Inversión, III.9 Costos de Operaciones, III.10 Costos de Personal, III.11 Evaluación Financiera sin Financiamiento, III.12 Financiamiento y III.13 Evaluación Financiera con Financiamiento respectivamente.

Los ingresos y egresos por la venta de estos nuevos tipos de cemento el PP350 y el PZ250 y descontando el valor de la inversión, en el análisis del Valor Actual Neto nos proporciona un resultado negativo sin el financiamiento para ello y no es viable dicha ejecución, el período de recuperación es de 16 años y 2 meses. Según se muestra a continuación:

Evaluación Económica sin Financiamiento		
VALOR ACTUALIZADO NETO	-1.013,0	MUSD
TASA INTERNA DE RETORNO	3,7	%
PERIODO DE RECUPERACION	16,2	Años

Tenemos una segunda opción y es que se ejecute en consecuencia del uso de la venta de los bonos de carbono como fuente de financiamiento para el proyecto, lo cual al evaluarse define un resultado factible para el proyecto:

Si los ingresos y egresos por la venta de los nuevos tipos de cemento y la venta de los bonos de carbono le descontamos el valor de la inversión obtenemos un financiamiento valioso para aplicar este proyecto es por ellos que el valor actual neto nos da mayor que cero.

Si analizamos la tasa Interna de Rendimiento se obtiene un resultado mayor a la tasa de interés, el rendimiento que obtendrá el inversionista es positivo, es decir,

conviene realizar dicho proyecto, además el período de recuperación es de 6 años y 23 meses.

Evaluación Económica con Financiamiento		
VALOR ACTUALIZADO NETO	1,577.89	MUSD
TASA INTERNA DE RETORNO	29.10	%
PERIODO DE RECUPERACION	6.23	Años

Se aprueba el proyecto al calcular el VAN porque es mayor que cero, 1,577.89 MUSD, no es más que los flujos netos efectivos desembolsados al costo capital apropiado, el costo de la inversión.

Plazo de Recuperación de la Inversión (PRI).

Seis años y veintitrés meses es lo que necesita la empresa para recuperar el capital invertido y es el momento donde los flujos netos de caja equivalen a la suma de la inversión.

Tasa de Rendimiento de la Inversión (TRI).

El 29.10 % es la tasa de rendimiento que supera la tasa de interés del préstamo, por la que el proyecto se acepta.

Ventajas que ofrece el proyecto

- ✓ El proyecto propuesto pretende implementar la producción de cementos con aditivos PP 350 y PZ 250 como alternativas a los P 350 y PP250 producidos tradicionalmente,
- ✓ Se prevé una disminución de la emisiones de CO₂ cercana a las 63 000 ton anuales.

Con lo que:

- a) Se puede activar una nueva fuente de financiamiento para la empresa con la venta de bonos de carbono.

- b) Mejora sustancialmente el medio ambiente con la disminución de CO₂ hacia la atmósfera, así como la situación económica y la calidad de vida de los trabajadores beneficiados y la de sus familias en la comunidad.
- c) Permite una reducción significativa en el consumo de combustibles no renovables: petcoke, diesel y energía eléctrica

De esta manera, ese proyecto constituye la búsqueda de soluciones frente a problemas ligados a necesidades sentidas por diferentes grupos sociales. Se crea la iniciativa de poder introducir nuevos productos en el mercado de gran importancia, cementos PP350 y PZ250. La empresa obtiene un mayor impacto económico al introducir en el mercado un nuevo producto que actualmente no se produce en el país y logrando expandir sus producciones dentro y fuera de la provincia y el país. El proyecto propone lograr la eficiencia del producto y la equidad en su impacto hacia la comunidad. Una de las desventajas que tiene el proyecto es que no existe un financiamiento para ejecutar dicha inversión

Solo se lograría bajo condiciones de mecanismo de desarrollo limpio y a su vez logra la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, y las reducciones certificadas de emisiones que se obtengan constituirán un elemento esencial en el financiamiento.

Contribución del proyecto al desarrollo sostenible:

La actividad de proyecto contribuye al desarrollo sostenible en un número de maneras.

✓ Reducción de emisiones a la atmósfera:

La disminución de la cantidad de clinker para producir una tonelada de cemento reduce la cantidad de combustible utilizado en los hornos de clinker, aunque el combustible es de bajo contenido de azufre (4,55%) en comparación con el de Cuba (8%) utilizado anteriormente, reduciendo SO_x y CO_x.

Por otro lado, requiere menos harina cruda lo que disminuye las emisiones de CO₂ debido a la des carbonatación.

- ✓ El uso de la zeolita como aditivo en la producción de cemento es una de las medidas de sostenibilidad económica y ambiental de la industria del cemento en Cuba, que ha tenido que continuamente ser aplazada debido a dificultades financieras y el hecho de que no exista una cultura entre los constructores, del uso de estos tipos de cemento que no es competitivo para el país en comparación con los tipos de cemento utilizados tradicionalmente.

En los últimos años, el gobierno cubano ha realizado esfuerzos para la producción y comercialización de cemento con la adición de alta, debido a sus implicaciones para el desarrollo sostenible de la industria cementera del país y dentro de estos se ha promovido la divulgación de PP350 cemento tipo, por los beneficios en ahorro de recursos energéticos y reducir las emisiones de CO₂.

- ✓ Beneficios ambientales locales:

La reducción de las necesidades para la producción de clinker disminuye la demanda de combustible en los hornos, la reducción de la cantidad de gases producidos por la combustión (reducción de la contaminación)

- ✓ Promoción de la inversión en actividades de proyectos MDL:

El desempeño de la actividad de proyecto tiene el efecto de alentar a otras compañías de cemento en el país a tomar medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la aplicación de esta u otras actividades del proyecto y su aplicación en las nuevas inversiones que se están ejecutando.

La actividad del proyecto es un paso hacia el logro del cumplimiento con el Protocolo de Kioto y los medios sostenibles. El gobierno de Cuba reconoce que la modernización del equipamiento tecnológico de Cementos Cienfuegos SA representa un avance significativo en la eficiencia y el desempeño ambiental de la industria del cemento.

- ✓ Mejora de en la calidad de vida:

La Reducción de las necesidades de combustible reduce el volumen de las importaciones de este portador de energía, permitiendo que el país cuente con

una mayor asignación de divisas a otras prioridades sociales como la sanidad y los servicios educativos

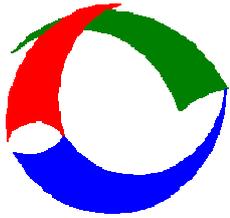
✓ El crecimiento económico:

Muchos de los beneficios sostenibles antes mencionados contribuyen a la continuación del crecimiento económico en Cuba. La actividad del proyecto puede alcanzar niveles de producción de clinker de cemento con menos de los estándares actuales de nuestro país, disminuyendo los costos por tonelada de cemento, el aumento de la competitividad en el mercado interno en términos de precio y calidad.

Sin la realización de la actividad del proyecto la producción de cemento en Cuba se mantiene sobre la base de cementos con baja adición principalmente P350, P250 y PP250. La producción de cemento con alta adición ayuda a mantener los niveles de producción de clinker y cemento para el mercado interno y externo (basado en la producción del año base -2009), una disminución del 30% del volumen de clinker producido equivale a una reducción de la disminución estimada de CO₂ del 20%, teniendo en cuenta las emisiones adicionales, asociados con el transporte del volumen adicional de aditivos (zeolita).

Conclusiones Parciales:

1. La actividad de proyecto propuesta no es una opción viable de reducción de las emisiones de CO₂, sin los beneficios de la venta de los CERs, ya que al evaluar el resultado de la inversión según el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Rendimiento, no fue factible debido a los altos costos de la inversión y los asociados a los volúmenes adicionales de la zeolita utilizada como aditivo.
2. La actividad de proyecto propuesta se enfrenta a barreras no solo financieras, sino también asociadas a la tecnología, que impiden su ejecución como alternativa a las estructuras productivas tradicionales. La incertidumbre del mercado para los cementos propuestos constituyen un riesgo potencial que solo puede ser asumido con los beneficios financieros y ambientales esperados.
3. Se demuestra la adicionalidad del proyecto a partir de la metodología propuesta para este tipo de proyectos, es decir ACM5 y el mismo podrá ser presentado ante la Junta Ejecutiva del MDL en Cuba para su aprobación y proceso de validación, lo cual conllevará a contribuir al financiamiento internacional y la reducción de los impactos negativos al medio ambiente.



CONCLUSIONES GENERALES.

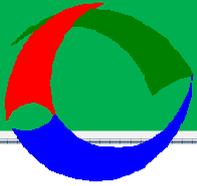


La Naturaleza es sabia, y el hombre, por mucho que lo intente, no podrá nunca superarla.

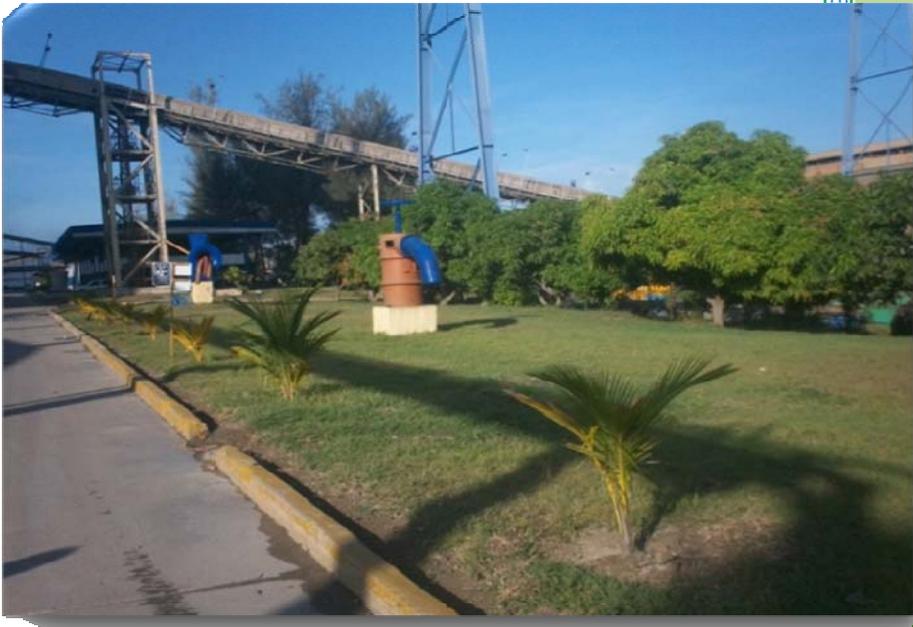


Conclusiones Generales

1. La reducción de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero - La actividad del proyecto es capaz de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la producción de cemento para el mercado cubano en más de 60 000 tCO₂e /año.
2. El beneficio económico de las ganancias de la venta de los bonos de carbono - Los ingresos por venta de bonos de carbono se utilizarán para el servicio de la deuda sobre la inversión y el mantenimiento de las instalaciones relacionadas con la actividad del proyecto.
3. La actividad del proyecto es un primer paso en la producción de cementos con alta adición y su uso en obras de construcción en Cuba. Los beneficios económicos y la compensación por el riesgo de MDL son un incentivo para el resto de los centros de producción de cemento para considerar la realización de actividades de proyectos similares, que a su vez facilitarán la transferencia de tecnología y conocimientos a Cuba.
4. Como se demuestra, la actividad del proyecto se enfrenta a las barreras que limitan su ejecución, la opción de continuar con la estructura de la producción de cemento actual no se enfrenta a estos obstáculos, por lo que la actividad del proyecto no sería una selección más probable de línea descrita como base.
5. Las importantes contribuciones a la reducción global de emisiones de gases de efecto invernadero, así como la economía social, ambiental y nacional han sido los aspectos clave en la decisión de realizar la actividad de proyecto.



RECOMENDACIONES.

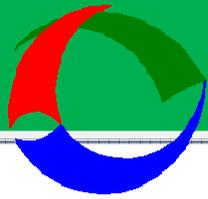


La naturaleza es una interpretación transitoria que el hombre ha dado a lo que encuentra frente a sí en su vida. A ésta, pues, como realidad radical -que incluye y preforma todas las demás- somos referidos

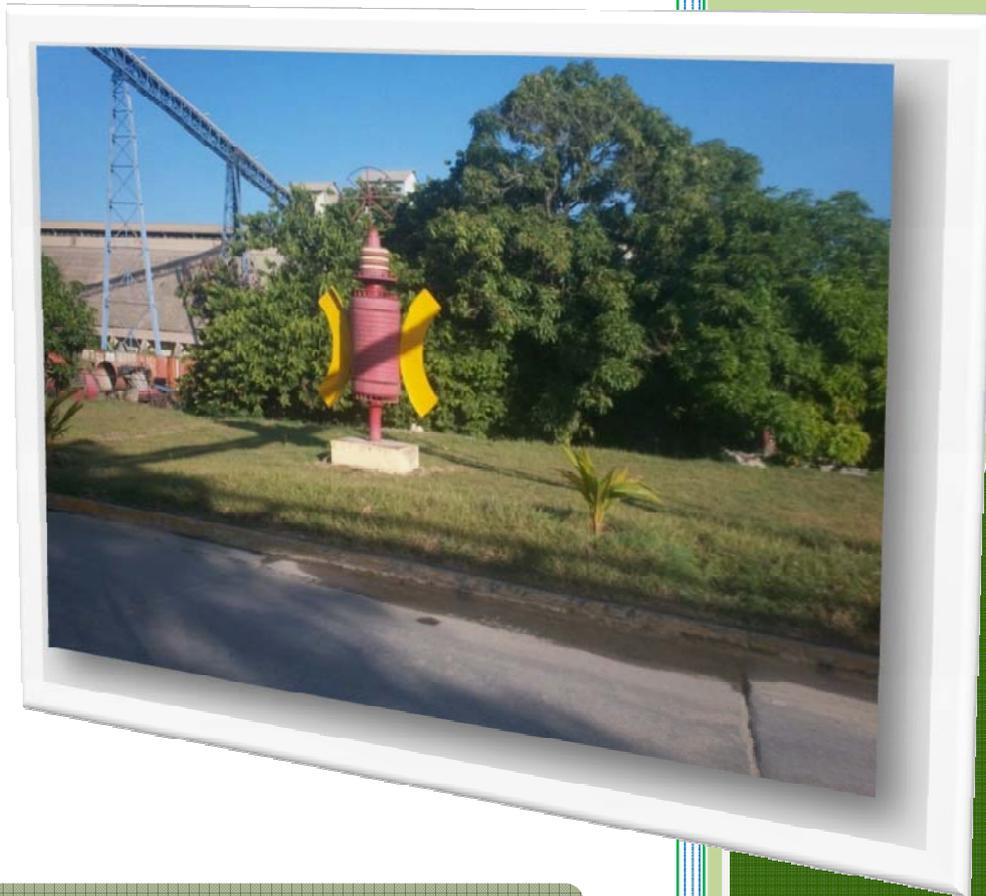


Recomendaciones

1. Se recomienda implementar este proyecto al resto de las plantas de cemento del país.



BIBLIOGRAFÍA.



La Naturaleza es sabia, y el hombre, por mucho que lo intente, no podrá nunca superarla.



Bibliografía

- AFCP - ASOCIACIÓN de FABRICANTES de CEMENTO PORTLAND ::: Available at:
<http://www.afcp.org.ar/index2.php?IDM=14> [Accessed May 24, 2010].
- Análisis de ciclo de vida -- EcoDiseño Centroamérica. Available at:
<http://www.cegesti.org/ecodiseno/ciclo.htm> [Accessed May 24, 2010].
- Analisis Del Ciclo De Vida. Available at:
<http://www.mitecnologico.com/Main/AnalisisDelCicloDeVida> [Accessed May 24, 2010].
- A Business View on Key Issues Relating to the Kyoto Mechanisms. (2002, October).
- Actualización del Portafolio de Proyectos MDL en América Latina y el Caribe. (n.d.) . Retrieved from
from
<http://www.cinu.mx/minisitio/cop16/MDL%20CDM%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe%20Oct%202010.pdf>.
- Acharya, M. (2006). Identifying and developing CMD projects. Carbón Finance Market Development Workshop.
- Biblioteca Virtual en temas de Producción Más Limpia. (n.d.) . Retrieved from
<http://175.25.0.1/fogapemi.nsf>.
- Bishop, V. (2004). Catalysing climate-friendly investment. Carbon Finance. CDM Monitor. (n.d.) . Retrieved from <http://www.pointcarbon.com/>.
- Cementos Especiales. Available at: <http://www.arqhys.com/articulos/cementos-especiales.html> [Accessed May 24, 2010].
- Centro Nacional de Producción Más Limpia. (n.d.) . Retrieved from <http://cnpml.org.sv/>.
- Centro nacional de producción más limpia. (n.d.) . Retrieved from <http://www.cnpl.cl>.
- Certificación Gold Standard. (2008, Diciembre) . Retrieved from
<http://www.cdmgoldstandard.org>.
- Conferencia de las Partes. (2001). Retrieved from <http://unfccc.int/meetings/items/2654.php>.
- Conferencia de las Partes. (n.d.) . , (9). Retrieved from <http://unfccc.int/meetings/items/2654.php>.
- Coto, O, & Morera, L. (2005). Desarrollo de estudios de caso y fortalecimiento de capacidades en Nicaragua. Nicaragua.
- Coto, O, & Morera, L. (2006). El MDL en América latina y el Caribe.
- Criterios decisorios en la evaluación de proyectos de inversión y alternativas operacionales. (n.d.) . Retrieved from

http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=176&Itemid=198.

Definición de Eutroficación - Diccionario de Medio ambiente acuático - Glosario. Available at:

<http://www.vitalis.net/Glosario.htm#Recursos%20Naturales> [Accessed May 25, 2010].

Documentos de referencia. (n.d.). . Retrieved from <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>.

Documentos de Referencia. (n.d.). . Retrieved from <http://cdm.unfccc.int/Reference/Documents>.

Efecto invernadero y calentamiento global. (2008, Diciembre). . Clarin. Retrieved from

http://www.clarin.com/diario/2005/07/06/um/calentamiento_global.jpg.

El Protocolo de Montreal. Available at: [Accessed May 25, 2010].

El Mecanismo de Desarrollo Limpio. ¿Qué es? ¿Cómo funciona? (n.d.). . Retrieved from

<http://www.fonamperu.org/general/mdl/documentos/mdl007.pdf>.

Evaluación del ciclo de vida (LCA). Available at:

http://www.scienceinthebox.com/es_ES/sustainability/lifecycleassessment_es.html#one

[Accessed May 24, 2010].

Evaluación de proyectos. (n.d.). . Retrieved from www.fca.unam.mx/capitulos/unidad8_tf.pdf.

Finnish CDM Program. (n.d.). . Retrieved from <http://global.finland.fi>.

Gallardo, Juan. (1998). Preparación y evaluación de proyectos. México: Mc Graw Hill.

Greenhouse Gas Market. (2003). IETA.

Impacto Ambiental. Available at: [Monografias.com](http://www.monografias.com) [Accessed May 26, 2010].

Impactos Ambientales y Actividades Productivas - Cemento, Cal y Yeso. Available at:

http://www.estrucplan.com.ar/Nuestros_Servicios/ISO14000.asp [Accessed May 24, 2010].

Impactos ambientales/Cemento - Wikilibros. Available at:

http://es.wikibooks.org/wiki/Impactos_ambientales/Cemento#Impactos_ambientales_potenciales [Accessed May 24, 2010].

Informando sobre cambio climático. (2004). CMNUCC.

Information on World Bank Group work on carbón finance. (n.d.). . Retrieved from

<http://carbonfinance.org>.

Internacional Standarization Organization (Tran.). (1996). Sistemas de Gestión medioambiental.

(Internacional Standarization Organization, Tran.).

Joint Implementation uartely. (2004, March). , 10.

Kioto, contra el cambio climático . Available at: ELPAÍS.com [Accessed May 25, 2010].

Kossoy, A. (2004). CMD incentives in industrialised countries – A long and winding road. LCA (Análisis de Ciclo de Vida). Available at: <http://www.setac.org/> [Accessed May 24, 2010].

Markandya, A, & Boyd, R. (1999). The Indirect Cost and Benefits of Greenhouse Gas Limitation: Mauritius Case Study. Report for the UNEP Collaborating Centre on Energy and the Environment. Denmark: Roskilde.

Mecanismo de Desarrollo Limpio. Conceptos Básicos. (n.d.). . Retrieved from <http://www.snvla.org/mm/file/Estudio%20MDL-web.pdf>.

Medio ambiente. (n.d.). . Retrieved from http://www.medioambienteonline.com/site/root/resources/feature_article/2198.html.

Métodos de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo. (n.d.). . Retrieved from <http://www.monografias.com/trabajos16/metodos-evaluacion-economica/metodos-evaluacion-economica.shtml>.

Michaelowa, Axel, Stronzik, Marcus, Eckerman, Fraucke, & Hunt, Alistair. (2003). Transaction Cost of the Kyoto Mechanisms, Climate Policy 3.

MoranoA-Espana.pdf (Objeto application/pdf). Available at: http://www.minas.upm.es/relext/Red-Cyted-XIII/web-rimin/rimin1/jornadas/01ibermac_pdf/06_Cementos/MoranoA-Espana.pdf

Oportunidades de proyectos MDL en Cuba. (n.d.). . Retrieved from http://www.undp.org/cu/eventos/mdl/informe_final.pdf.

Pinna, A. (2005). Carbon Finance at the World Bank. Workshop on CMD and África. Uganda.

Portal de producción limpia. (n.d.). . Retrieved from <http://www.produccionlimpia.com>.

Preparing and presenting proposals – a guidebook on preparing technology transfer projects for financing. (2006). Retrieved from <http://unfccc.int>.

Primera Feria de Producción Más Limpia y Consumo Sustentable en El Salvador. (n.d.). . Retrieved from <http://cnpml.org.sv/feriaPML>.

Principios y conceptos de producción más limpia. (n.d.). . Retrieved from <http://www.cpts.org/prodlimp/guias/GuiaAgralPML/cap3.pdf>.

Producción más limpia. (n.d.). . Retrieved from <http://www.redpml.cu/image/boletin2.pdf>.

Producción más limpia: Qué es y cómo promoverla. (n.d.). . Retrieved from <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4010045/Lecciones/Cap%209/9-1.htm>.

Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2008). . CMNUCC. Retrieved from <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>.

Protocolo de Kioto sobre el cambio climático - Wikipedia, la enciclopedia libre.

Questions & Answers on Emissions Trading and National Allocation Plans. (2005).

Randa Group S.A. - Análisis del Ciclo de Vida. Available at: <http://www.randagroup.es/esp/ma/acv/acv1.htm> [Accessed May 24, 2010].

Ringius, L. (2006). Finance for Sustainable Development: The Role of the World Bank in the Carbon Market. Saudi Arabia.

Rosales, L, & Pronove, G. (n.d.). A layperson's Guide to the Clean Development Mechanism.

Schmidt, K U. (2005). CDM and JI linking and the international transaction log. Spanish_Battelle_Study_brochure.pdf (Objeto application/pdf). Available at: http://www.cemex.com/espa/pdf/cc/Spanish_Battelle_Study_brochure.pdf [Accessed May 24, 2010].

State and Trends of the Carbon Market. (2008).

State and Trends of the Carbon Market. (2002). Retrieved from <http://www.prototypecarbonfund.org>.

The European Climate Exchange. (n.d.). . Retrieved from <http://www.europeanclimateexchange.com/>.

The science of climate change. Intergovernmental Panel on Climate Change Second Assessment Report. (1995). IPCC.

The scientific basis. Intergovernmental Panel on Climate Change Third Assessment Report. (2001). IPCC.

The World Bank State and Trends of the Carbon Market. (2006). IETA.

The World's commercial Banks. (n.d.). . Retrieved from <http://tfs.xproject.ru/bankwatch/eng/bnksrtd/banks.html>.

Tipos de proyectos MDL. (n.d.). . Retrieved from <http://www.iaer-group.com/contenidos/carbono/tipos-proyectos-mdl>.

Transaction costs and carbon Project viability. A Climate Change Projects Office Guide. (2005). London: CCPO.

US Small Business Administration. (n.d.). . Retrieved from <http://www.sba.gov/>.

- Van Horne, James. (2002). *Fundamentos de Administración Financiera* (11º ed.). México: Pearson Education.
- XIII.5 Cemento. Available at: <http://www.mx1.cetys.mx/Deptos/Vinc/BC/s37vf.htm> [Accessed May 25, 2010].
- Aitcin Pierre-Claude, 2000. Cements of yesterday and today. Concrete of tomorrow. In *Cement & Concrete Research Issue No. 9, Vol. 30*. pp. 1349-1359.
- Álamo, L; Gonz les, M.; Sumpsi, C., 1998. Sistemas de gestión ambiental. In *Medio ambiente y tecnología*. Universitat Politècnica de Catalunya, pp. 187-199.
- Asociación Europea de Fabricantes de Cemento - Cembureau - Project Group of Cement Technology Experts (CEMBUREAU), 1999. *Environmental Benefits of Using Alternative Fuels of Using Alternative Fuels in Cement Production*, Bruselas.
- Bakeas, S. M., 2006. *Análisis de Ciclo de Vida*. Available at: www.bakeas.org
www.compraverde.org. [Accessed May 25, 2010].
- Becker Edgardo, 2002. *Cementos Portland Puzolánico.*, Available at: www.lomanegra.com.
- C. Urcelay, 2001. “Valorización material y energética de residuos en la industria del cemento”. In *Bilbao*.
- C. Urcelay, Dtor. de Inversiones y Medio Ambiente de Cementos Lemona, “Reciclado de escombros de demolición para la fabricación de cemento”. Available at: <http://www.icce.es/icce/articulo29.htm> [Accessed May 25, 2010].
- Cardim de Carvalho Filho, A., 2001. *Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento – Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento*. Universidad Politècnica de Catalunya, Barcelona, España. Available at: <http://www.tdx.cat/TDX-0731101-125703>.
- CEMBUREAU, Activity Report 2001. Informe publicado por la Asociación Europea del Cemento. Available at: www.cembureau.ce.
- De la Cueva Toraya, Juan, 1993. *La Industria Cubana de Materiales de Construcción*. Ministerio de la Industria de Materiales de la Construcción.
- De Melgar y Oliver Manuel, *Cemento, un sector comprometido en la sostenibilidad y en la lucha contra el cambio climático*. Available at: <http://www.cinama.org/documentos/262.pdf>.

- Díaz Peña M., 2009. “Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de la producción de alcohol: ejemplo de caso ALFICSA”. Universidad de Cienfuegos Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
- Domínguez, E. R. y. G., Mireya, 2008. Modelación avanzada de Análisis de ciclo de vida. In Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida.
- Ecobilan Group, 2000. LCA applied to Building. Available at: http://ecobalance.com/service/project/proj_bld.html. [Accessed May 25, 2010].
- ESPÍ, José Antonio y SEIJAS, Eduardo, 2002. EL Análisis del Ciclo de Vida aplicado a los materiales de construcción: “El granito de la comunidad de Madrid”. Escuela T.S.I. de Minas. Universidad Politécnica de Madrid. Available at: http://www.minas.upm.es/relext/Red-Cyted-XIII/web-rimin/rimin1/jornadas/01ibermac_pdf/09_Ambiental/Espi.pdf.
- Fullana P., Puig R., 1997. Análisis del Ciclo de Vida, Barcelona: Rubes.
- Gili Gustavo, 2000. Cementos. Hormigón Armado. Available at: http://www.ingenieria rural.com/cu/search?hl=es&q=cementos+puzolanicos&btnG=Buscar&aq=o&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai= [Accessed May 24, 2010].
- Glavind, M. and Munich-Petersen, C., 2000. Concrete in Denmark. In Structural Concrete. pp. 19-25.
- Gómez Darío, Dawidowski Laura, 2004. Inventario nacional de gases de efecto invernadero sector procesos industriales.
- Gonzáles de la Cotera M., Cementos Portland Puzolánico. Tendencias actuales en la fabricación y aplicación.
- Hendriks C.A, et al, 1998. Emission reduction of greenhouse gases from the cement industry. In Interlaken,
- I. M. Sobrini, C. Martín, B. Gaite, 2006. Evaluación de impacto ambiental de una molienda de clínker y fábrica de cemento, por el método de escenarios comparados. Informes de la Construcción, 58, 504, 19-27.
- Iglesias, D. H., 2009. Relevamiento exploratorio del análisis del ciclo de vida de productos y su aplicación en el sistema agroalimentario, Available at: <http://www.eumed.net/ce/2005/dhi-acv.pdf>.

- Ing. Rodríguez Pérez, Berlan, 2007. ANÁLISIS DE DISTINTAS HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS PARA EL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA.
- ISO 14042, 2001. GESTION AMBIENTAL. ANALISIS DEL CICLO DE VIDA. EVALUACION DEL IMPACTO DEL CICLO DE VIDA.
- ISO 14001, 1996. Sistemas de gestión ambiental Especificación con orientación para su uso.
- ISO 14040, 1999. GESTION AMBIENTAL. ANALISIS DEL CICLO DE VIDA. PRINCIPIOS Y ESTRUCTURA.
- ISO 14041, 2000. GESTION AMBIENTAL. ANALISIS DEL CICLO DE VIDA. DEFINICION DEL OBJETIVO Y ALCANCE Y ANALISIS DEL INVENTARIO.
- ISO 14043, 2001. GESTION AMBIENTAL. ANALISIS DEL CICLO DE VIDA. INTERPRETACION DEL CICLO DE VIDA.
- Josa, A.; Cardim A.; Aguado, A; y Gettu, R., 1999. Considerations in the life assessment of precast concrete products. In Venezia.
- Klees, Delia R. - Coccato, Cecilia A., Ciclo de vida sostenible de los materiales de construcción. - 1º Etapa -.
- Labahn, O. y Kohlaas, H., 1985. Prontuario del cemento, Barcelona.: Editores Técnicos Asociados.
- Leiro López, Angel, Características específicas de los cementos puzolánicos y especiales - Dialnet. Available at: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=117474> [Accessed May 24, 2010].
- Lindeijer, E.; Huppes, G., 1999. Portioning economic in-and outputs to product systems.
- Lopez Hernández Ll., 2009. Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto Grupo Electrogeno de Cruces con enfoque de Análisis de Ciclo de Vida en la Empresa de Ingeniería Diseño y Arquitectura de Cienfuegos. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodriguez.
- M. Larión, C. Urcelay, J.F. Cambra, C. Gutiérrez-Cañas, “Revisión estratégica del proceso de producción del cemento Pórtland (ACV)”.
- Martirena Fernando, 2003. Una alternativa ambientalmente compatible para disminuir el consumo de aglomerantes de clínker de cemento Pórtland: el aglomerante cal-puzolana como adición mineral activa”.
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1989. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. 3º ed., Madrid.
- NORMA CUBANA 95, 2001. CEMENTO PORTLAND. ESPECIFICACIONES.

NORMA CUBANA 96, 2001. CEMENTO CON ADICION ACTIVA - ESPECIFICACIONES.

ONU- WCED, 1997. Out Common Future.

Programa Nacional de Auditoria Ambiental, 2008. Auditoria Ambiental. PROFEPA. La ley al Servicio de la Naturaleza. Available at: www.profepa.gob.mx [Accessed May 25, 2010].

Romero Rodriguez, Blanca I., 2003. El Análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental. BoletínII-E. Available at: <http://www.iie.org.mx/boletin032003/tend.pdf>.

Schmidt, M., 2002. Secondary Fuels and Raw Materials for Cement. Benefit for the environment and cost reduction. In Santa Clara. Cuba.

SETAC(Europe Working Group), 1999. Life Cycle Assessment and Conceptually Related Programmes. In p. 28.

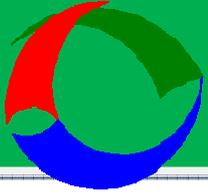
Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), 1993. A Conceptual Framework for Life-Cycle Impacts Assessment - Guidelines for Life-Cycle Assessment. In Bruselas.

Suppen, N. y. B., 2007. "Conceptos básicos del Análisis de Ciclo de Vida y su aplicación en el Ecodiseño". Available at: www.lcamexico.com [Accessed May 29, 2010].

Tocados G. Gil, Manrique Plaza A., Fernández Vozmediano J.M, Aspectos generales del cemento.

Trinius, Wolfram, 1999. Environmental Assessment in Building and Construction, Kungliga Tekniska Högskolan, Estocolmo.

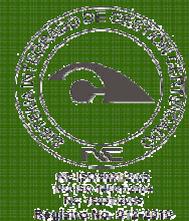
Trusty, W.B., Meil, J.K., 1999. Building Life Cycle Assessment.



ANEXOS.



Bien podría la naturaleza ser nuestro Dios...
tiene el poder de destruir y dar vida, mas no de
defenderse de su creación -el hombre-.



Anexo A: Proceso de Producción del cemento.

Obtención de materias primas



Extracción
(Voladura)

Extracción
mecánica

Suministro

Transporte
Externo

Preparación de Materias Primas



Trituración de
Materias Primas

Prehomogenización de
caliza y arcilla

Preparación de crudo



Mezcla de MP

Molienda del
crudo

Homogenización
del crudo

-Producción de Clinker-

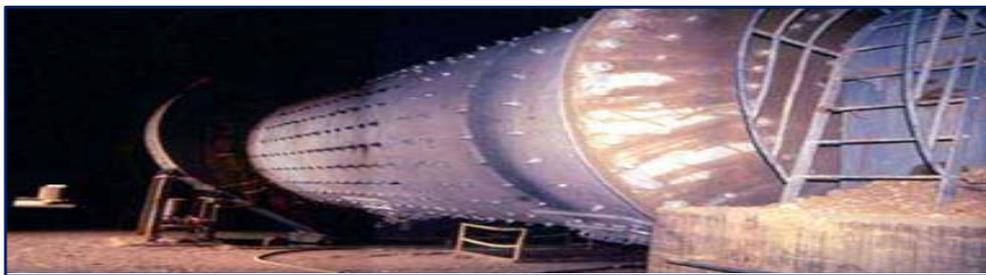


Preparación del Petcoke



Cocción del crudo

-Producción de Cemento-



Mezcla de componentes

Molienda del Cemento

-Expedición-



Almacenado

Empaquetado o carga a granel

Anexo B Tabla II.1: Caracterización actualizada (últimos dos años) de afluentes y efluentes.

Análisis de resultados de laboratorio.

Punto	pH	CE µmhos/cm	Nt mg/l	Pt mg/l	DB O5 mg/l	DQ O mg/l	ST ml/l	S. sed mg/l	STS mg/l	Grasa y aceites mg/l
Entrada de la laguna	7.47	643	<LC	0.07	42.5	<LC	393	14	53	23.2
Salida laguna	8.0	660	<LC	<LC	12.5	<LC	300	<LC	4.3	8.5
Salida laguna (kg/día)	-	-	9.66	0.07	43.4	89.2	168	-	2.41	4.77
% remoción	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	23.6	-	91.8	63.4

El sistema de tratamiento cuenta con tres lagunas de oxidación conectadas en serie:

Entrada al sistema tratamiento primera laguna / Salida del sistema tratamiento última laguna

Hora	PH	CE (µs)	Hora	PH	CE (µs)
9.00 am	7.38	609	9.00 am	7.55	504
10.00	7.37	581	10.00	7.53	502
11.00	7.38	527	11.00	7.59	500
12.00	7.35	453	12.00	7.71	489
13.00	7.45	494	13.00	7.73	477
14.00	7.36	555	14.00	7.84	474
15.00	7.32	576	15.00	7.93	467



ESTADO ACTUAL LAGUNA DE OXIDACIÓN

Testimonio bibliográfico.



Anexo C Tabla II.2: Residuos sólidos no peligrosos.

Tipo de Desecho	PROCESO Generador	Descripción	Cantidad Anual (ton)	Recuperación, Utilización		Tratamiento	Desechos acumulados (ton)	Deposición final
				¿Dónde y cómo?	Valor Econ. CUC			
Materiales ferrosos y No ferrosos	Mtto.	Metales desechados en los mantenimientos.	20	Recuperación y reinstalación en las instalaciones (R4)	5 000	Venta como chatarra clasificada a materias primas	30	Ventas a Materias Primas
Papel, cartón, plásticos	Todos los procesos	Desechos de oficinas	0.5	No	No	Quema en los hornos (D10)	No	-
Madera	Compras Producir clínker	Embalajes de equipos	2	Facilidades temporales, estructuras auxiliares	2 000	Quema en los hornos (D10)	No	-
Material de proceso	Materias Primas Clínker Cemento Despacho	Derrames y fuera de parámetros de calidad	100	Reincorporación de los derrames al proceso tecnológico	-	Envío a la escombrera	5 000	Escombrera
Desechos de la canalización fecal	Todos los procesos	Desechos provenientes de sanitarios	-	-	-	Tratamiento en laguna de oxidación (D4) y posterior Vertido a la cuenca Caonao (D6)	0	Laguna de oxidación

Tipo de Desecho	PROCESO Generador	Descripción	Cantidad Anual (ton)	Recuperación, Utilización		Tratamiento	Desechos acumulados (ton)	Deposición final
				¿Dónde y cómo?	Valor Econ. CUC			
Materiales ferrosos y No ferrosos	Mtto.	Metales desechados en los mantenimientos.	20	Recuperación y reinstalación en las instalaciones (R4)	5 000	Venta como chatarra clasificada a materias primas	30	Ventas a Materias Primas
Papel, cartón, plásticos	Todos los procesos	Desechos de oficinas	0.5	No	No	Quema en los hornos (D10)	No	-
Madera	Compras Producir clínker	Embalajes de equipos	2	Facilidades temporales, estructuras auxiliares	2 000	Quema en los hornos (D10)	No	-
Material de proceso	Materias Primas Clínker Cemento Despacho	Derrames y fuera de parámetros de calidad	100	Reincorporación de los derrames al proceso tecnológico	-	Envío a la escombrera	5 000	Escombrera
Desechos de la canalización fecal	Todos los procesos	Desechos provenientes de sanitarios	-	-	-	Tratamiento en laguna de oxidación (D4) y posterior Vertido a la cuenca Caonao (D6)	0	Laguna de oxidación

Tipo de Desecho	PROCESO Generador	Descripción	Cantidad Anual	Recuperación, Utilización		Tratamiento	Desechos acumulados	Deposición final
						Pretratamiento en fosas sépticas (materias primas, patio de carbón) y su posterior envío a la laguna	0	
Aerosoles	Materias primas, clinker Cemento Despacho	Emisiones de polvo generados en los sistemas tecnológicos	330 600	Recuperación en los sistemas de desempolvado	4500000	Separación mecánica y electrostática del polvo y los gases	0	Sistema tecnológicos
Gases de combustión y des carbonatación	Materias Primas	Combustión en secador y hornos. Des carbonatación en el precalentador y horno (L1)	-	No	-	No existe tratamiento, aunque su emisión puede optimizarse mediante el control de la combustión	-	-

Tipo	Cantidad	Requisitos de uso	Almacenamiento	Estado general de almacenamiento
Combustibles:				
Petcoke	22 000 ton	Como combustible tecnológico en los hornos y el secador después de triturado en el molino de carbón	Almacén de combustible a cielo abierto, en pilas cónicas truncadas para evitar la erosión, con sistema contra incendio (4 cañones monitores), zona inífuga de 10 m alrededor del almacén, con sistema de contención contra derrames y sistema de tratamiento de residuales de escorrentías. Se encuentra en proceso de modernización el sistema de humectación de las pilas para evitar la dispersión del combustible con el viento.	El almacén presenta buenas condiciones de almacenamiento.
Diesel				
Tanque de diesel del secador	61057 litros	Arranque del secador	Tanque cilíndrico metálico horizontal dentro de un sistema de contención, con sistema de tratamiento de residuales, presenta sistema contra incendios (extintores), Limitación de acceso	Buenas condiciones de almacenamiento
Tanque de diesel del horno Línea III		Arranque del Horno de Línea III	Tanque cilíndrico metálico horizontal dentro de un sistema de contención, situado en un local con buena ventilación, bajo la plataforma de quema de la Línea II, presenta sistema contra incendios (extintores) y buena iluminación, el acceso está limitado.	Buenas condiciones de almacenamiento

Tanque de grupo electrógeno del secador	1887 litros	Combustible del sistema de emergencia del secador	Tanque cilíndrico horizontal situado en el local del sistema de emergencia del secador, buena ventilación con sistema de extinción de incendio, el acceso está limitado.	Buenas condiciones de almacenamiento
Tanque de grupo electrógeno de planta		Combustible del sistema de emergencia de planta	Tanque cilíndrico horizontal situado en el local del sistema de emergencia de planta, buena ventilación con sistema de extinción de incendio	Buenas condiciones de almacenamiento
Crudo cubano	3200 m3	Combustible del horno Linea I actualmente no se utiliza	Tanque cilíndrico vertical situado dentro de un sistema de contención con tratamiento de residuales de drenajes, con sistema contra incendio (rociado del tanque)	Buenas condiciones de almacenamiento aunque en deshuso.
Tanque de fuel ligero		Arranque de la caldera	Tanque horizontal con sistema de contención y tratamiento de drenajes	Actualmente se usa para los arranques periódicos de la caldera.

Anexo D Tabla II.3: Niveles de ruido en las diferentes áreas.

Área de trabajo	Nivel de ruido registrados (dB)(A)	Número Trabajadores por turno	Nivel de ruido normados (dB)(A)
Área de dosificación de clínker	86	2	85
Molino de crudo, Motor y reductor.	99	2	85
Molino de impacto.	97	1	85
Área de compresores y sopladores (planta baja). Compresor #1. Compresor # 2. Compresor # 3. (planta alta). Soplador # 1. Compresor # 2. Compresor #3.	100 98 98 95 98 98	2 2 2 2 2 2	85 85 85 85 85 85
Enfriadero de clínker.(línea III) Área de ventiladores	93	1	85
Molino de cemento.(línea I) Punto #1	100	1	85
Área de empaque de bolsas de cemento.	95	3	85

Anexo E Mapas de dispersión del contaminante. Puntos de Emisión.

 <p>Ministerio de la Industria Básica</p>	 <p>Cementos Cienfuegos SA</p>	<p>GERENCIA DE CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE</p>
--	---	---

PLAN GENERAL DE UBICACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO



Ubicación geográfica	220 09' 20" de Latitud Norte
	800 15' 19" de Longitud Oeste.

Clima

Dirección predominante de los vientos

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ene	ene	ene	ene	ene	ss	ene	ene	ene	ene	ene	ene

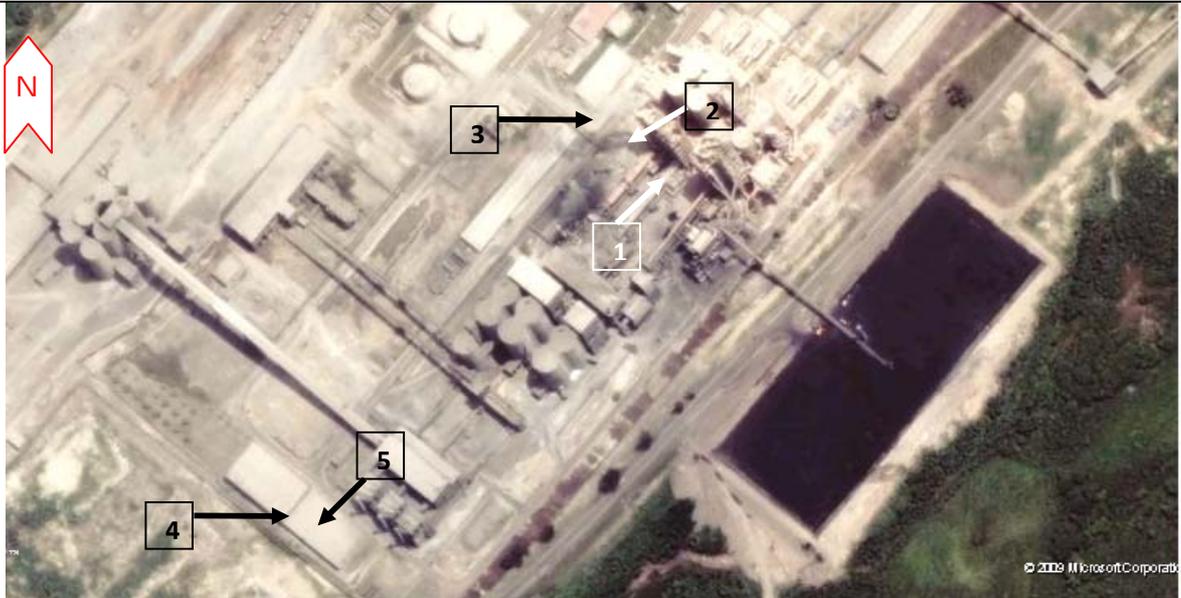
Días con rocío

29	25	29	28	28	27	29	29	28	29	29	30
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Indicadores climáticos

Temperatura media anual	24.5 0C	Humedad relativa media 1:00 pm	58%
Temperatura máxima media	30.4 0C	Humedad relativa media	78 %
Temperatura mínima media	20.0 0C	Humedad relativa máxima media	95%
Velocidad media	7.57 km/h	Humedad relativa mínima media	52%
Presión atmosférica	1014.9 hPa	Humedad relativa media 7:00 am	92%
Nubosidad media	3 octanos de cielo cubierto		
Precipitación período poco lluvioso	250 - 300 mm		
Precipitación período lluvioso	1100 - 1200 mm		
Precipitación total	1400 - 1500 mm		

FUENTES PRINCIPALES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES



Características de las fuentes de emisión

Fuente No.	1	2	3	4	5
Ubicación	Precalentadores		Molinos de Cemento		
	L III	L II	LI	L I	L II
Altura de la fuente (m)	96	80	80	37	37
Diámetro interior (m)	2.8	2.3	2.3	2.3	2.3
Temperatura de salida (0C)	150	150	150	60 - 80	60 - 80
Flujo de gases (m3/h)	540000	200000	200000	60 540	60 540
Velocidad salida de los gases (m/s)	9.03	2.00	2.00	5.86	5.86
Tipo de material	harina	harina	harina	cemento	cemento

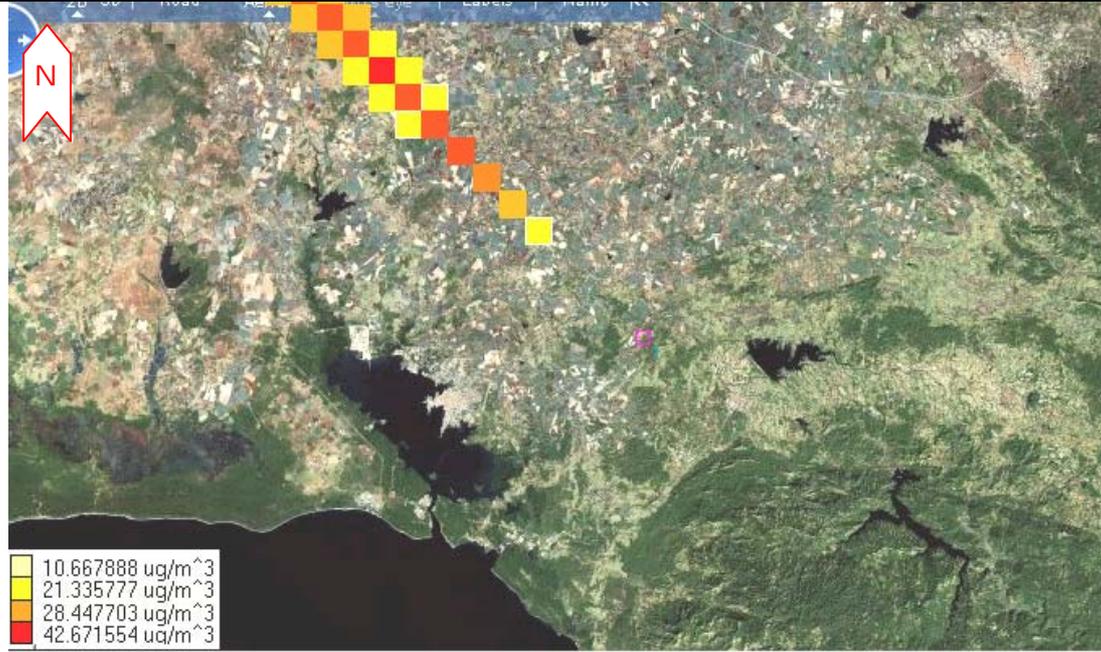
FUENTES PRINCIPALES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES



Características de las fuentes de emisión

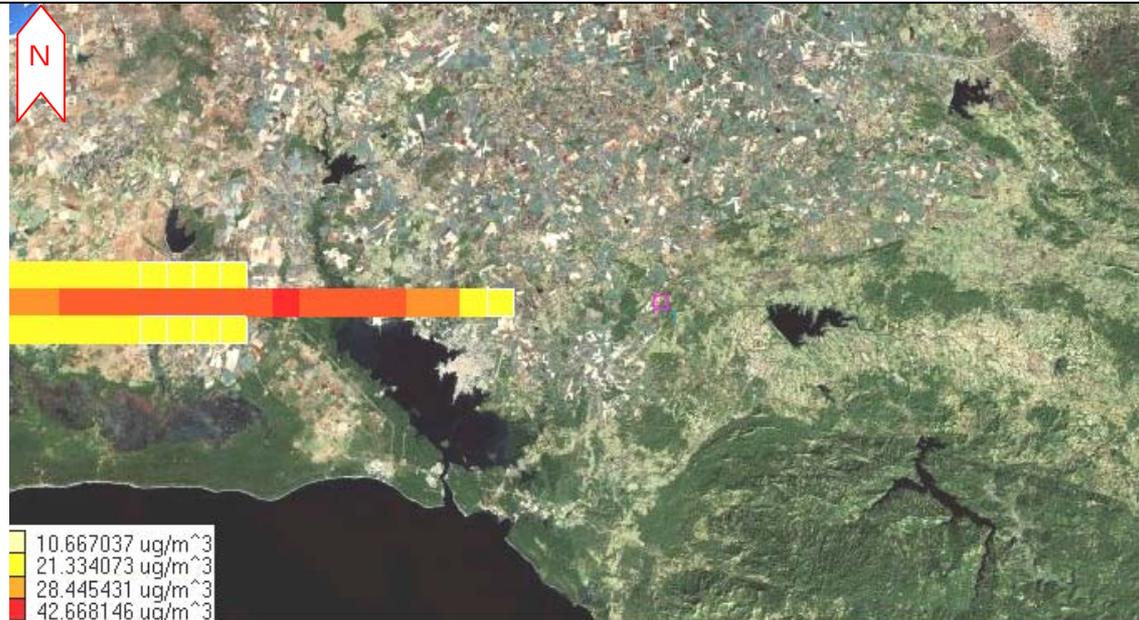
Fuente No.	6	7	8	9	10
Ubicación	Torres de Transferencias			Materias Primas	
Altura de la fuente (m)	28	28	28	13.8	36
Diámetro interior (m)	0.5	0.5	0.5	0.71	2.8
Temperatura de salida (C)	40	40	40	60	110
Flujo de gases (m ³ /h)	9608	9608	9608	15600	123060
Velocidad salida de los gases (m/s)	14	14	14	9	1.38
Tipo de material	caliza, marga, perdigón, zeolita				

MAPA DE DISPERSION DE CONTAMINANTES



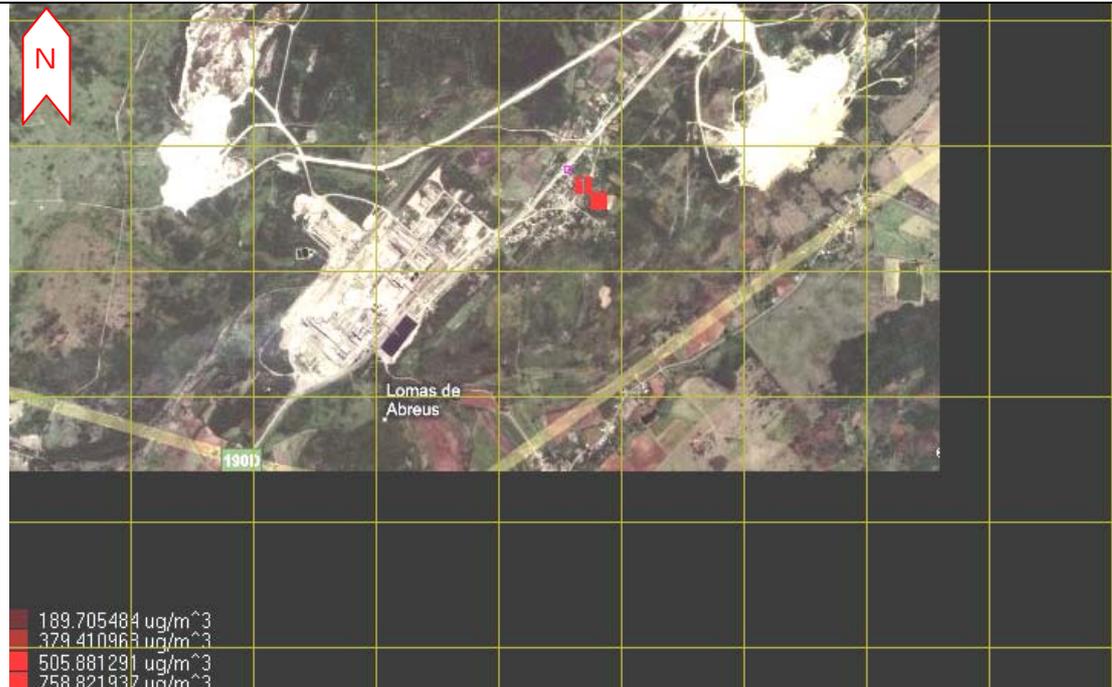
Fuente emisora	Precalentador L III Fuente No. 1		
Ancho total del eje X	30000 m	Velocidad del viento	3.5 m/s
Alto total del eje Y	22500 m	Dirección hacia la que sopla el viento	315 (ene)
Número de mallas en el eje X	80	Temperatura del aire	300 K
Parámetro de estabilidad atmosférica K de Pasquill-Gifford	4		
Altura de la capa límite desde el nivel del mar	250 m		
Altura del anemómetro desde la base de la chimenea	10 m		
Emisión de contaminantes	150 g/s		
Atmósfera rural			
Concentración máxima	42.671554 µg/m ³		
Coordenada X del punto de concentración máxima	8250.00 m		
Coordenada Y del punto de concentración máxima	16562.50 m		
Altura efectiva del penacho	98.20 m		
DOMINADO POR FLOTACION	ATMÓSFERA INESTABLE O NEUTRA		

MAPA DE DISPERSION DE CONTAMINANTES



Fuente emisora	Precalentador L III Fuente No. 1		
Ancho total del eje X	30000 m	Velocidad del viento	3.5 m/s
Alto total del eje Y	22500 m	Dirección hacia la que sopla el viento	270 (e)
Número de mallas en el eje X	80	Temperatura del aire	300 K
Parámetro de estabilidad atmosférica K de Pasquill-Gifford	4		
Emisión de contaminantes	150 g/s		
Altura de la capa límite desde el nivel del mar	250 m		
Altura del anemómetro desde la base de la chimenea	10 m		
Atmósfera rural			
Concentración máxima	42.671554 µg/m ³		
Coordenada X del punto de concentración máxima	8250.00 m		
Coordenada Y del punto de concentración máxima	10562.50 m		
Altura efectiva del penacho	98.20 m		
DOMINADO POR FLOTACION	ATMÓSFERA INESTABLE O NEUTRA		

MAPA DE DISPERSION DE CONTAMINANTES



Fuente emisora	Torres de transferencia Fuente No. 8		
Ancho total del eje X	30000 m	Velocidad del viento	2 m/s
Alto total del eje Y	40000 m	Dirección hacia la que sopla el viento	135 (oso)
Número de mallas en el eje X	80	Temperatura del aire	300 K
Parámetro de estabilidad atmosférica K de Pasquill-Gifford	4		
Emisión de contaminantes	20 g/s		
Altura de la capa límite desde el nivel del mar	250 m		
Altura del anemómetro desde la base de la chimenea	10 m		
Atmósfera rural			
Concentración máxima	758.82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Coordenada X del punto de concentración máxima	18500 m		
Coordenada Y del punto de concentración máxima	17083.33 m		
Altura efectiva del penacho	38.61 m		
DOMINADO POR MOMENTO	ATMÓSFERA INESTABLE O NEUTRA		

Anexo F Datos del consumo eléctrico por áreas productivas.

Áreas	Consumo (kWh)		Producción (t)	índice (kWh/t)	índice (kWh/t)
Caliza	4259950.426	0.037247487	1231562	3.458981705	
Marga	1603382.394	0.014019404	368672	4.349075585	
Perdigón	198530.0189	0.001735876	33354	5.952210196	
Caliza+Puz	145568.9251	0.001272803	37442	3.887851213	
Materias Primas	6207431.764	0.05427557	1671030	3.714733885	
Crudo 1	4224215.278	0.036935032	177025	23.86225267	
Crudo 2	15767989.6	0.137869678	729493	21.61499782	
Crudo 3	16483644.59	0.14412711	734506	22.44181067	
Crudo Total	36475849.47	0.318931819	1641024	22.227493	
Horno 1	6106077.713	0.053389366	98894	61.74366203	
Horno 3	37199696.36	0.325260879	924396.8261	40.24212904	
Horno Total	43305774.07	0.378650244	1023290.826	42.32010389	
Molino de Carbón	4348536.689	0.038022054	112461	38.66706404	
CLINKER					91.44
Cemento 1 P350	7626604.485	0.06668431	236901	32.19321356	
Cemento 1 P250	1018699.233	0.008907143	37839	26.92193855	
Cemento 1	8645303.718	0.075591453	274740	31.46721889	
Cemento 2 P350	7494302.371	0.065527507	218180	34.34917211	
Cemento 2 P250	1134309.151	0.009917995	40769	27.82283476	
Cemento 2	8628611.522	0.075445502	258949	33.32166381	
Cemento Total	17273915.24	0.151036954	533689	32.36700633	
CEMENTO					34.9
Despacho Granel	1490240.903	0.013030135	382907.26	3.891910806	
Despacho Bolsa	538943.6468	0.004712331	141182.66	3.817350139	
Despacho	175061.3029	0.017742466	524089.92	3.871825182	

Anexo G Cálculos relacionados con las emisiones.

Cálculos de las emisiones de CO₂ originado en la producción de clínker. Fuente generadora: Quema de combustibles fósiles en el secador de la materia prima.

Calculado con base en el peso molecular del CO₂ respecto al peso molecular del carbono [O₂ / C (44 / 12)] (C = 12; O = 16; CO₂ = 44), y los consumos del área.

$$\frac{[\text{Cantidad de Petcoke año} * 44(\text{peso molecular del CO}_2)]}{12} = \text{ton de CO}_2 \text{ emitidas en el año.}$$

$$\frac{[3934 * 44]}{12} = 14\,424.66 \text{ ton de CO}_2 \text{ emitidas en el año.}$$

$$\frac{[\text{Cantidad de Diesel año} * 44]}{12} = \text{ton de CO}_2 \text{ emitidas en el año.}$$

$$\frac{[198330 * 44]}{12} = 727.21 \text{ ton de CO}_2 \text{ emitidas en el año.}$$

Cálculos de las emisiones de SO₂ originado en la producción de clínker. Fuente generadora: Quema de combustibles fósiles en el secador de la materia prima.

Calculado con base en el peso molecular del SO₂ respecto al peso molecular del azufre

[O₂ / S (64 / 32)] (S= 32; O₂ = 16*2=32). Se toma en consideración que el Petcoke utilizado tiene un 4.5% de azufre, y la fracción en el diesel es de 1.1%, luego:

$$\text{Cantidad de Comb. utilizado en el año} * 0.045 = \text{Cantidad de Azufre del Comb.}$$

$$\frac{[\text{Cantidad de Azufre del Comb.} * 64(\text{peso molecular del SO}_2)]}{32} = \text{ton de SO}_2 \text{ emitidas en el año.}$$

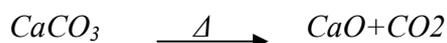
$$\frac{[3934 * 0.045 * 64]}{32} = 354.06 \text{ ton de SO}_2 \text{ emitidas en el año.}$$

*Cantidad de Comb. utilizado en el año * 0.011 = Cantidad de Azufre del Comb.*

$$\frac{[198330\text{kg} * 0.011 * 64]}{32} = 4\ 363.26\ \text{kg de SO}_2\ \text{emitidas en el año.}$$

Cálculos de las emisiones de CO₂ originado en la producción de clínker. Fuente generadora: Descarbonatación de la materia prima en la producción de clínker.

Reacción química de la descarbonatación de la caliza, que se produce liberando CO₂:



Calculado con base en el peso molecular del CO₂ respecto al peso molecular del CaO

[CO₂ / CaO (44 / 56)] (C = 12; O = 16; Ca = 40)

$$\begin{aligned} & \frac{1.6\ \text{t de crudo}}{\text{t de clínker}} * 0.785(\text{FEC}) * 0.44(\text{Fracción de CO}_2\ \text{en el CaCO}_3) \\ & * 1023291(\text{Cant. de clínker prod.}) \\ & = 565\ 511.54\ \text{ton de CO}_2\ \text{emitidas en el año.} \end{aligned}$$

Datos:

Contenido de CaCO₃ en el Crudo = 0,785

Cálculos de las emisiones de CO₂, NO_x, SO_x originado en la producción de clínker. Fuente generadora: Quema de combustibles fósiles en el horno de producción de clínker.

CO₂

$$\frac{[\text{Cantidad de Petcoke} * 44]}{12} = \text{ton de CO}_2\ \text{emitidas en el año.}$$

$$\frac{[108257 * 44]}{12} = 396\ 942.33\ \text{ton de CO}_2\ \text{emitidas en el año.}$$

$$\frac{[\text{Cantidad de Diesel año} * 44]}{12} = \text{ton de CO2 emitidas en el año.}$$

$$\frac{[238360 * 44]}{12} = 873.986 \text{ ton de CO2 emitidas en el año.}$$

SOX

*Cantidad de Comb. Piroproceso * 0.045 = Cantidad de Azufre del Comb.*

$$\frac{[\text{Cantidad de Azufre del Comb.} * 64(\text{peso molecular del SO}_2)]}{32} = \text{ton de SO}_2 \text{ emitidas en el año.}$$

$$\frac{[108257 * 0.045 * 64]}{32} = 9\,743.13 \text{ ton de SO}_2 \text{ emitidas en el año.}$$

*Cantidad de Comb. utilizado en el año * 0.011 = Cantidad de Azufre del Comb.*

$$\frac{[238360 * 0.011 * 64]}{32} = 5\,243.92 \text{ ton de SO}_2 \text{ emitidas en el año.}$$

NOX

*Concentracion de NOX en el analizador de gases * gasto de aire del sistema
 * % de trabajo del ventilador * 10⁻¹²ton * 24(h)
 * 320 dias de trabajo = ton NOX emitidas en el año.*

$$900 \text{ ppm} * \frac{540000 \text{ m}^3}{\text{h}} * 0.9 * 10^{-12} \text{ ton} * 24 \text{ h} * 32 = 33.59 \text{ ton NOX emitidas en el año}$$

Anexo H Tabla III.1 Producción de cemento en Cuba entre los años 1989 – 2010.

Tipo de Cemento.	Años																					
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
TOTAL	3788,8	3302,1	1867,7	1143,9	1061,1	1135,6	1524,1	1494,2	1986,1	1796,4	1924,4	1698,3	1859,0	1970,5	1908,2	1915,1	2189,8	2331,2	2432,5	2243,4	2124,3	2003,6
Blanco (WOPC)	30,0	13,4	17,3	8,5	6,0	7,7	13,2	15,1	12,2	10,3	12,5	10,4	10,7	9,4	11,8	7,7	9,4	9,2	6,6	9,4	12,3	10
Cemento Gris	3758,8	3288,7	1850,4	1135,4	1047,1	1087,2	1456,4	1438,0	1700,6	1713,3	1781,9	1632,7	1316,5	1326,8	1345,5	1401,4	1567,0	1704,7	1805,3	1707,2	1625,7	1631,3
P-450		4,1	5,4	10,6	49,1	14,2	1,1															
P-350	1758,5	1673,8	1135,6	855,6	799,1	858,3	1115,4	958,9	1132,8	1045,2	1094,1	974,3	936,5	1090,9	1176,9	1262,1	1454,6	1613,9	1767,2	1640,2	1494	1419,1
P-350 (5%)		6,6	0,1	0,1	0,1		27,1	104,7	151,9	277,6	234,8	217,0	23,6									
P-350 (15%)	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1			6,6	9,8	11,6	15,0	4,0	0,8									
PP-250	1870,4	1510,7	702,5	265,8	198,0	197,1	291,4	344,9	392,9	368,2	430,2	434,8	354,9	235,9	168,6	139,3	112,4	90,8	38,1	67	131,7	212,2
PZ-250	96,6	71,1	6,1	3,2																		
CA-160	33,3	22,4	0,8		0,7	8,9	15,6	18,8	10,7	6,0												
CC-200						8,8	5,8	4,1														
Bajo Costo									2,5	4,7	7,8	2,6	0,7									

Fuente: Reportes estadístico del GECEM

Tabla III.2: Datos de Producción y consumo utilizados en el desarrollo de la línea base antes de comienzo de la actividad de proyecto.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2008 [toneladas]													
CEMENTO	4082	36995	43262	51065	42397	39595	56100	48349	37399	49144	57134	46225	548486
P350	40821	36995	43262	51065	42397	39595	56100	48349	32319	41211	52595	39705	524414
PP-250	0	0	0	0	0	0	0	0	5080	7933	4539	6520	24072
CLINKER	96215	68625	82930	92610	74475	39550	122271	63352	78495	79345	115380	103152	1016400
MATERIAS PRIMA TOTAL	152371	115311	129472	154226	117322	64251	200303	109893	125090	128468	187714	167309	1651730
TOTAL DE HARINA CRUDA	152060	119034	137552	156676	116390	65961	171377	137012	128655	135486	183833	172139	1676175
CONSUMO TOTAL DE CARBÓN	2230	1200	356.1	245.1	28.8	0	0	0	0	0	0	1429	5489.00
CONSUMO TOTAL DE PETCOKE	8669	6493	8026.9	10464.9	8314.2	4629	13636	7485	9141	9023	12769	10472	109123.00
CONSUMO DE CRUDO OIL	0	23.183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23.183
CONSUMO TOTAL DE ZEOLITA	2224	2154	2600	2996	2390	1862	2516	2247	2222	3921	3382	3294	31808
CLINKER EXPORTADO	41933.47	63031.420	42830.881	41452.296	21803.499	20942.816	41561.473	20909.00	41897.32	42069.112	42421.576	69815.988	490668.851
VENTAS NACIONALES DE CLINKER	18112.149	837.3	59.28	1306.42	781.20	903.68	3493.50	5464.06	1895.64	4090.72	4908.24	2112.22	43964.409
CONSUMO ELÉCTRICO	11,032,620	8,396,363	9,215,040	11,267,335	8,891,547	5,936,318	13,850,336	8,886,798	9,474,298	9,835,662	13,181,775	11,714,430	121,682,522
CONSUMO INDUSTRIAL DE DIESEL (Mlit)	63.48	29.61	49.9	62.33	45.84	89.40	88.48	123.63	143.07	116.44	123.26	121.99	1057.43
2009 [toneladas]													
CEMENTO	45609	45897	50452	44294	43745	43825	40000	38954	46130	49761	30264	54758	533689
P350	41197	38123	41035	38500	40527	37238	36160	36505	41267	39743	24899	39887	455081
PP-250	4412	7774	9417	5794	3218	6587	3840	2449	4863	10018	5365	14871	78608

CLINKER	92512	66020	91730	92580	74335	85020	78960	59241	102025	115866	68928	96074	1023291
MATERIAS PRIMA TOTAL	163812	83357	160824	157437	105598	145481	130253	104996	145631	206916	120792	145933	1671030
TOTAL DE HARINA CRUDA	150507	100813	149728	147881	121526	134964	127220	95500	165106	184502	110869	152408	1641024
CONSUMO TOTAL DE CARBÓN	0	711,98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	711,98
CONSUMO TOTAL DE PETCOKE	11174	6503	9698	9681	8445	9092	8655	6914	11344	13275	7606	9804	112191,00
CONSUMO DE CRUDO OIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0,459	0,212	0	0	0,671
CONSUMO TOTAL DE ZEOLITA	2874	3314	3839	3359	2537	3105	2587	2411	3180	2555	2420	5315	37496
CLINKER EXPORTADO	63352,023	0,000	43722,121	43317,189	42523,415	42542,040	42845,534	21015,824	42273,614	42864,922	62660,804	21750,086	468867,572
VENTAS NACIONALES DE CLINKER	1888,600	2630,300	1619,520	1679,740	3644,119	10069,708	14822,966	7385,980	6848,006	13659,856	5633,602	14763,812	84646,209
CONSUMO ELÉCTRICO	11.236.370	7.748.220	10.124.140	9.782.900	9.019.570	9.204.590	8.661.150	7.570.690	10.771.860	12.425.470	7.577.830	10.246.010	114.368.800
CONSUMO INDUSTRIAL DE DIESEL (Milit)	70,04	29,04	33,8	13,17	73,33	30,81	38,05	78,42	42,7	23,05	40,23	19,52	492,16
2010 [toneladas]													
CEMENTO	35379	30874	43711	43427	56370	36738	48132	45293	46000	49925	58445	42858	537152
P350	28900	25331	35976	35965	42672	30778	38225	37885	36117	41321	46603	34421	434194
PP-250	6479	5543	7735	7462	13698	5960	9907	7408	9883	8604	11842	8437	102958
CLINKER	72328	84277	61625	93105	82425	42325	69317	91125	83390	91375	76360	92665	940317
MATERIAS PRIMA TOTAL	132027	130127	103132	138154	155181	73082	109482	147712	131672	157997	140157	132605	1551328
TOTAL DE HARINA CRUDO	121762	132159	101488	148595	137043	65909	107956	147442	139601	148119	119514	145614	1515202
CONSUMO TOTAL DE CARBÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
CONSUMO TOTAL DE PETCOKE	7613	8877	6461	9740	8752	4462	7604	9748	9128	9830	8315	9909	100439.00
CONSUMO DE CRUDO OIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CONSUMO TOTAL DE ZEOLITA	3474	2283	3503	3091	4905	3148	4158	3545	3729	3538	4441	3674	43489

CLINKER EXPORTADO	21988.491	42843.197	20810.981	36621.989	26157.273	20627.608	20802.086	41332.812	20639.025	41518.070	20463.621	48474.668	362279.821
VENTAS NACIONALES DE CLINKER	12866.830	11156.659	6103.483	9261.700	3585.100	13295.380	10108.500	5092.600	12677.100	10442.080	12938.940	19111.280	126639.652
CONSUMO ELÉCTRICO	8,079,310	8,527,960	7,489,408	9,794,832	9,685,595	5,626,106	7,943,853	9,641,113	9,387,519	9,950,103	9,126,411	9,605,051	104,857,261
CONSUMO INDUSTRIAL DE DIESEL (Mit)	53.84	17.95	62.58	29.96	42.62	12.92	66.21	35.29	45.78	39.69	47.50	44.78	499.12

Tabla III.3 Datos utilizados en el cálculo del Benchmarking:

Planta	Producción de Cemento [kt cemento]	Promedio en peso del contenido de clinker (%)	% de la producción (%)	Acumulado del % de producción (%)
Cementos Cienfuegos S.A.	548,4	88	33,5	73,6
A	693,9	87,9	42,4	64,1
B	131,1	88,3	8,0	39,0
C	85,4	88,6	5,2	21,4
D	118,6	89	7,3	26,6
E	57,9	88,8	3,5	26,8

Fuente: Base de datos del GECEM y Cementos Cienfuegos S.A.

Anexo I Tabla III.4 Análisis Datos Históricos

Planta.	2008		2009		2010	
	Producción [kt de cemento]	% clinker	Producción [kt de cemento]	% clinker	Producción [kt de cemento]	% clinker
Cementos Cienfuegos S.A.	548,4	88	533,7	88	537,2	88,4

Fuente: Base de Datos Histórico Cementos Cienfuegos S.A.

Anexo J Tabla III.5 Valores de producción y consumo promedio utilizados en el desarrollo de la línea base.

[tonelada]	2008	2009	2010	Promedio
CEMENTO	548486	533689	537152	539775,67
P350	524414	455081	434194	471229,67
PP-250	24072	78608	102958	68546,00
CLINKER	1016400	1023291	940317	993336,00
MATERIAS PRIMA TOTAL	1676175	1671030	1551328	1632844,33
TOTAL DE HARINA CRUDA	1651730	1641024	1515202	1602652,00
CONSUMO TOTAL DE CARBÓN	5489	711,98	0	2066,99
CONSUMO TOTAL DE PETCOKE	109125,1	112191	100439	107251,70
CONSUMO DE CRUDO OIL	23,183	0,671	0	7,73
CONSUMO TOTAL DE ZEOLITA	31808	37496	43489	37597,67
CLINKER EXPORTADO	490669,081	468867,572	362279,821	440605,49
VENTAS NACIONALES DE CLINKER	439644,09	84646,209	126639,652	216976,65
CONSUMO ELÉCTRICO	1057,43	492,16	499,12	682,90

Fuente: Base de Datos Histórico Cementos Cienfuegos S.A.

Anexo K Tabla III.6 Estructura de producción en la actividad de proyecto.

ESTRUCTURA DE PRODUCCIÓN ACTUAL					
Promedio en los años-2008,2009 Y 2010	P-350	PP-350	PP-250	PZ-250	total
	Adición %				
	5,0	20,0	20,0	30,0	
	[t]				[t]
clinker producido					993336,0
clinker exportado					487696,9
Cemento	471230	0	68546	0	539776
clinker	447668	0	54837	0	502505
zeolita	23561	0	13709	0	37598
ACTIVIDAD DE PROYECTO					
año- 1	Fracción de la producción respecto a la línea base				total
	0,9	0,1	0,9	0,1	
	[t]				
clinker producido					982448,0
clinker exportado					487696,9
Cemento	424106,7	47123,0	61691,4	6854,6	539775,7
clinker	402901,4	37698,4	49353,1	4798,2	494751,1
zeolita	21205,3	9424,6	12338,3	2056,4	45024,6
Zeolita adicional					7426,9
año - 2	Fracción de la producción respecto a la línea base				total
	0,7	0,3	0,7	0,3	
	[t]				
clinker producido					966940,2138

clinker exportado					487696,9
Cemento	329860,8	141368,9	47982,2	20563,8	539775,7
clinker	313367,7	113095,1	38385,8	14394,7	479243,3
zeolita	16493,0	28273,8	9596,4	6169,1	60532,4
Zeolita adicional					22934,7
año - 3	Fracción de la producción respecto a la línea base				total
	0,5	0,5	0,5	0,5	
	[t]				
clinker producido					951432,4
clinker exportado					487696,9
Cemento	235614,8	235614,8	34273,0	34273,0	539775,7
clinker	223834,1	188491,9	27418,4	23991,1	463735,5
zeolita	11780,7	47123,0	6854,6	10281,9	76040,2
Zeolita adicional					38442,5
año - 4	Fracción de la producción respecto a la línea base				total
	0,1	0,9	0,5	0,5	
	[t]				
clinker producido					923158,6235
clinker exportado					487696,9
Cemento	47122,967	424106,703	34273	34273	539775,67
clinker	44766,81865	339285,3624	27418,4	23991,1	435461,6811
zeolita	2356,14835	84821,3406	6854,6	10281,9	104313,989
Zeolita adicional					66716,3

TABLA III.8 COSTOS DE INVERSIÓN

COSTOS DE INVERSION

	MUSD	DEPRECIACION		FINANCIAMIENTO
		%	MUSD	MUSD
CONSTRUCCION Y MONTAJE				
Transportador de bandas	300,0	6,0%	18,0	300,0
SUMINISTROS				
Bascula dosificadora	455,9	6,0%	27,4	455,9
Sistema de desempolvado	69,8	6,0%	4,2	69,8
Equipos (2 camiones ASTRAS)	377,6	20,0%	75,5	377,6
Camiones Astras	188,8			188,8
Camiones Astras	188,8			188,8
OTROS GASTOS				
Marketing	3,0			3,0
Capacitación	2,0			2,0
Propaganda	1,0			1,0
Acondicionamiento de silos de cemento	220,0			220,0
Limpieza	40,0			40,0
Rehabilitacion Interior	80,0			80,0
Sistemas auxiliares	100,0			100,0
Alquiler de mano de obra	30,2			30,2
Alquiler de equipos (Grúa y Camión)	77,1			77,1
Grúa	38,5			38,5
Camión	38,5			38,5
Ejecución del proyecto de montaje	8,0			8,0
Insumos	15,0			15,0
TOTAL	MUSD 1.556,53		125,06	1.556,53

CONTINUACIÓN

TABLA III.9 COSTOS DE OPERACIÓN

CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES PP 350

CLINKER													
INDICE CONS	0,75												
COSTO		46,09	46,56	47,02	47,49	47,97	48,45	48,93	49,42	49,91	50,41	50,92	51,43
TASA CRECIM	1,0%												
ZEOLITA													
INDICE CONS	0,2												
COSTO		3,35	3,38	3,42	3,45	3,49	3,52	3,56	3,59	3,63	3,66	3,70	3,74
TASA CRECIM	1,0%												
YESO													
INDICE CONS	0,05												
COSTO		20,05	20,25	20,45	20,66	20,86	21,07	21,28	21,50	21,71	21,93	22,15	22,37
TASA CRECIM	1,0%												

CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES PZ 250

CLINKER													
INDICE CONS	0,62												
COSTO		46,09	46,56	47,02	47,49	47,97	48,45	48,93	49,42	49,91	50,41	50,92	51,43
TASA CRECIM	1,0%												
ZEOLITA													
INDICE CONS	0,33												
COSTO		3,23	3,26	3,29	3,33	3,36	3,39	3,43	3,46	3,50	3,53	3,57	3,60
TASA CRECIM	1,0%												
YESO													
INDICE CONS	0,05												
COSTO		20,05	20,25	20,45	20,66	20,86	21,07	21,28	21,50	21,71	21,93	22,15	22,37
TASA CRECIM	1,0%												

ENERGETICOS

AGUA													
INDICE CONS	0,55												
PRECIO	0,15	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
TASA CRECIM	1,0%												

ELECTRICIDAD PP 350

INDICE CONS	34,7												
PRECIO	0,166	5,76	5,82	5,88	5,93	5,99	6,05	6,11	6,18	6,24	6,30	6,36	6,43
TASA CRECIM	1,0%												

ELECTRICIDAD PZ 250

INDICE CONS	34,7												
PRECIO	0,166	5,76	5,82	5,88	5,93	5,99	6,05	6,11	6,18	6,24	6,30	6,36	6,43
TASA CRECIM	1,0%												

COSTOS DE MANTENIMIENTO

DEL VALOR DE INVERSIÓN 1.556,53 MUSD

GATOS ADMINISTRACIÓN

(Gastos de administración, transporte de personal y comedor)
1.285,6 MUSD

TABLA III.10 COSTOS DE PERSONAL

PLANTILLA DE CARGOS Y SALARIOS

SALARIOS (EN USD)

	TURNOS	TRAB/ TURNO	TOTAL TRAB	SALAR/ TRAB	SALAR/ MES	SALAR/ AÑO
TRABAJADORES INDIRECTOS			38	541	20558	246.696,00
TRABAJADORES DIRECTOS		140	242			
PRODUCCION						
DIRIGENTES			30	719,00	21.570,00	258.840,00
SERVICIOS			5	450,00	2.250,00	27.000,00
ADMINISTRATIVOS			8	420,00	3.360,00	40.320,00
TOTAL SALARIOS			280			572,9

AÑOS **11** **12** **13** **14** **15** **16** **17** **18** **19** **20** **21** **22**

VOLUMEN PRODUCCION

38.198,31 38.198,31 38.198,31 38.198,31 38.198,31 38.198,31 38.198,31 38.198,31 38.198,31 38.198,31 38.198,31 38.198,31 38.198,31

SALARIO/AÑO

MUSD **572,9** **544,2** **544,2** **544,2** **544,2** **544,2** **544,2** **544,2** **544,2** **544,2** **544,2** **544,2**

Factor salario/productividad

0,95

TABLA III.11 EVALUACION FINANCIERA SIN FINANCIAMIENTO

**EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA INVERSIÓN
ESTADO DE RESULTADOS**

	AÑOS	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
INGRESOS POR VENTAS		2.766,5	2.766,5	2.766,5	2.766,5	2.766,5	2.766,5	2.766,5	2.766,5	2.766,5	2.766,5	2.766,5	2.766,5
GASTOS													
COSTOS DE PRODUCCION VARIABLES													
MAT PRIMAS Y MATERIALES		1368,4	1382,1	1396,0	1409,9	1424,0	1438,3	1452,6	1467,2	1481,8	1496,7	1511,6	1526,7
ENERGETICOS		220,0	220,0	220,0	220,0	220,0	220,0	220,0	220,0	220,0	220,0	220,0	220,0
SALARIOS DIRECTOS		572,9	544,2	544,2	544,2	544,2	544,2	544,2	544,2	544,2	544,2	544,2	544,2
IMP. SALAR + SEG. SOC	25%	143,2	136,1	136,1	136,1	136,1	136,1	136,1	136,1	136,1	136,1	136,1	136,1
TOTAL COST. PROD. VAR.		2304,5	2282,4	2296,2	2310,2	2324,3	2338,5	2352,9	2367,4	2382,1	2396,9	2411,9	2427,0
COSTOS DE PRODUCCION FIJOS													
MANTENIMIENTO		1556,5											
DEPRECIACION		27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4
GASTOS ADMINIST.													
TOTAL COST. PROD. FIJOS		1583,9	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4
COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN													
PROMOCIÓN (ventas 1er año)	3,0%	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0
EST. MERCADO (ventas 1er a)	2,0%	55,3	55,3	55,3	55,3	55,3	55,3	55,3	55,3	55,3	55,3	55,3	55,3
TOTAL COST. COMERCIALIZACIÓN		138,3	138,3	138,3	138,3	138,3	138,3	138,3	138,3	138,3	138,3	138,3	138,3
COSTOS FINANCIEROS													
TOTAL GASTOS		4026,7	2448,1	2461,9	2475,9	2490,0	2504,2	2518,6	2533,1	2547,8	2562,6	2577,6	2592,7
UTILIDADES BRUTAS		-1260,2	318,4	304,6	290,7	276,6	262,3	247,9	233,4	218,7	203,9	188,9	173,8
RESERVA PARA CONTINGENCIAS 5,0 % utilidades brutas (Hasta 20 % de los activos fijos)		-63,01 311,3	15,92	15,23	14,53	13,83	13,12	301,69					
UTILIDADES IMPONIBLES		-1197,2	302,5	289,4	276,1	262,7	249,2	-53,8	233,4	218,7	203,9	188,9	173,8
IMPUESTOS S/ UTILIDADES BONIFICACION	4,0%	0,0 22,9	0,0 21,8	0,0 21,8	0,0 21,8	0,0 21,8	0,0 21,8	0,0 21,8	0,0 21,8	0,0 21,8	0,0 21,8	0,0 21,8	0,0 21,8
UTILIDADES NETAS		-1220,1	280,7	267,6	254,4	241,0	227,4	-75,5	211,6	197,0	182,1	167,2	152,1
FLUJO DE CAJA	AÑOS	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
GANANCIA NETA		-1220,1	280,7	267,6	254,4	241,0	227,4	-75,5	211,6	197,0	182,1	167,2	152,1
+ RESERV P/CONTINGEN		-63,0	15,9	15,2	14,5	13,8	13,1	301,7					
+ DEPRECIACION		27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4
- INVERSION		-1556,5											
+ VALOR RESID ACT FIJOS											1228,3	-273,5	-273,5
= FLUJO NET CAPITAL		-2812,3	324,0	310,2	296,2	282,1	267,9	253,5	239,0	224,3	1437,8	-79,0	-94,1
VALOR ACTUALIZADO NETO			-1.013,0 MUSD										
TASA INTERNA DE RETORNO			3,7 %										
PERIODO DE RECUPERACION			16,2 AÑOS			4		12,2					
FLUJO NETO ACUMULADO		-2812,3	-2488,3	-2178,1	-1881,9	3438,4							

CONTINUACIÓN

TABLA III.11 EVALUACION FINANCIERA SIN FINANCIAMIENTO

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA INVERSIÓN												
ESTADO DE ORIGEN Y APLICACION DE FONDOS												
ORIGEN	AÑOS											
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
FINANCIAMIENTO	1.556,53											
INGRESOS P/VENTAS	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5
TOTAL ORIGEN	4323,1	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5	2766,5
DESTINOS												
PAGO ACTIV INVERS	1556,5											
COSTOS VARIABLES	2304,5	2282,4	2296,2	2310,2	2324,3	2338,5	2352,9	2367,4	2382,1	2396,9	2411,9	2427,0
COST FIJOS - AMORT	1556,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
COST COMERCIALIZACION	138,3	138,3	138,3	138,3	138,3	138,3	138,3	138,3	138,3	138,3	138,3	138,3
PRINC COST INVERS	0,0	123,4	220,0	330,0	94,2							
INTER COST INVERS	0,0	48,1	44,3	37,7	27,8							
BONIFICACION	22,9	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8
IMPUES S/UTILIDAD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL DESTINOS	5578,8	2614,0	2720,6	2838,0	2606,4	2498,6	2513,0	2527,5	2542,2	2557,0	2572,0	2587,1
SALDO	-1255,8	152,5	45,9	-71,5	160,1	267,9	253,5	239,0	224,3	209,5	194,5	179,4
SALDO ACUMULADO	-1255,8	-1103,3	-1057,4	-1128,8	-968,7	-700,8	-447,3	-208,3	16,0	225,5	420,1	599,5

TABLA III.12 FINANCIAMIENTO

**COSTO DE FINANCIAMIENTO
TASA DE INTERÉS
NÚMERO DE PERÍODOS**

**1556,5 MCUC
3% ANUAL
10 AÑOS**

PAGO DEL CAPITAL	1	2	3	4	5
FLUJO DE CAJA	-2393,3	186,0	892,9	888,0	885,2
INTERES 1	46,7	46,7	44,3	37,7	27,8
INTERES 2		1,4			
PAGO INTERES 1		46,7	44,3	37,7	27,8
PAGO INTERES 2		1,4			
PAGO PRINCIPAL 1		80,0	220,0	330,0	94,2
PAGO PRINCIPAL 2		43,4			
SALDO PRINCIPAL 1		1476,5	1256,5	926,5	
SALDO PRINCIPAL 2		3,3			
PAGO TOTAL		171,5	264,3	367,7	122,0
SALDO FLUJO CAJA - TOTAL PAGO		14,5	628,6	520,3	763,2
PAGO INTERESES		48,1	44,3	37,7	27,8
PAGO PRINCIPAL		123,4	220,0	330,0	94,2

TABLA III.13 EVALUACION ECONOMICA CON FINANCIAMIENTO

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA INVERSIÓN CON FINANCIAMIENTO													
ESTADO DE RESULTADOS													
	AÑOS	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
INGRESOS POR VENTAS		2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52
INGRESOS POR LAS VENTAS DE LOS BONOS DE CARBONO				1.069,06	1.069,06	1.069,06	1.069,06	1.069,06	1.069,06	1.069,06	1.069,06	1.069,06	1.069,06
TOTAL DE INGRESOS		2.766,52	2.766,52	3.835,58									
GASTOS													
COSTOS DE PRODUCCION VARIABLES													
MAT PRIMAS Y MATERIALES		1.368,45	1.382,13	1.395,96	1.409,91	1.424,01	1.438,25	1.452,64	1.467,16	1.481,83	1.496,65	1.511,62	1.526,74
ENERGETICOS		220,01	220,01	220,01	220,01	220,01	220,01	220,01	220,01	220,01	220,01	220,01	220,01
SALARIOS DIRECTOS		572,86	544,21	544,21	544,21	544,21	544,21	544,21	544,21	544,21	544,21	544,21	544,21
IMP. SALAR + SEG. SOC	25%	143,21	136,05	136,05	136,05	136,05	136,05	136,05	136,05	136,05	136,05	136,05	136,05
TOTAL COST. PROD. FIJOS		2.304,53	2.282,41	2.296,23	2.310,19	2.324,29	2.338,53	2.352,91	2.367,44	2.382,11	2.396,93	2.411,89	2.427,01
COSTOS DE PRODUCCION FIJOS													
MANTENIMIENTO		1.556,53											
DEPRECIACION		27,35	27,35	27,35	27,35	27,35	27,35	27,35	27,35	27,35	27,35	27,35	27,35
GASTOS ADMINIST.													
TOTAL COST. PROD. FIJOS		1.583,89	27,35										
COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN													
PROMOCIÓN (ventas 1er año)	3,0%	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00
EST. MERCADO (ventas 1er año)	2,0%	55,33	55,33	55,33	55,33	55,33	55,33	55,33	55,33	55,33	55,33	55,33	55,33
TOTAL COST. COMERCIALIZACIÓN		138,33	138,33	138,33	138,33	138,33	138,33	138,33	138,33	138,33	138,33	138,33	138,33
COSTOS FINANCIEROS		0,00	48,10	44,30	37,70	27,80							
TOTAL GASTOS		4.026,74	2.496,18	2.506,21	2.513,56	2.517,76	2.504,21	2.518,59	2.533,12	2.547,79	2.562,61	2.577,57	2.592,69
UTILIDADES BRUTAS		-1.260,22	270,34	1.329,37	1.322,01	1.317,81	1.331,37	1.316,99	1.302,46	1.287,79	1.272,97	1.258,00	1.242,89
RESERVA PARA CONTINGENCIAS													
5,0 % utilidades brutas		-63,01	13,52	66,47	66,10	65,89	66,57	95,77					
(Hasta 20 % de los activos fijos)		311,31											
UTILIDADES IMPONIBLES		-1.197,21	256,82	1.262,90	1.255,91	1.251,92	1.264,80	1.221,21	1.302,46	1.287,79	1.272,97	1.258,00	1.242,89
IMPUESTOS S/ UTILIDADES													
BONIFICACION	35%	-419,02	89,89	442,02	439,57	438,17	442,68	427,42	455,86	450,73	445,54	440,30	435,01
	4,0%	22,91	21,77	21,77	21,77	21,77	21,77	21,77	21,77	21,77	21,77	21,77	21,77
UTILIDADES NETAS		-801,10	145,16	799,12	794,57	791,98	800,35	772,02	824,83	815,29	805,66	795,93	786,11
FLUJO DE CAJA													
GANANCIA NETA		-801,10	145,16	799,12	794,57	791,98	800,35	772,02	824,83	815,29	805,66	795,93	786,11
+ RESERV P/CONTINGEN		-63,01	13,52	66,47	66,10	65,89	66,57	95,77					
+ DEPRECIACION		27,35	27,35	27,35	27,35	27,35	27,35	27,35	27,35	27,35	27,35	27,35	27,35
- INVERSION		-1.556,53											
+ VALOR RESID ACT FIJOS											1.283,00	-273,53	-273,53
= FLUJO NET CAPITAL		-2.393,29	186,03	892,94	888,03	885,22	894,27	895,15	852,18	842,65	2.116,02	549,75	539,93
VALOR ACTUALIZADO NETO			1.577,89 MUSD										
TASA INTERNA DE RETORNO			29,10 %										
PERIODO DE RECUPERACION			6,23 AÑOS										
			5										
			1,23										
FLUJO NETO ACUMULADO		-2.393,29	-2.207,26	-1.314,32	-426,29	458,93							

CONTINUACION

TABLA III.13 EVALUACION ECONOMICA CON FINANCIAMIENTO

ESTADO DE ORIGEN Y APLICACION DE FONDOS	AÑOS											
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
ORIGEN												
FINANCIAMIENTO	1.556,53											
INGRESOS P/VENTAS	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52
TOTAL ORIGEN	4.323,06	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52	2.766,52
DESTINOS												
PAGO ACTIV INVERS	1.556,53											
COSTOS VARIABLES	2.304,53	2.282,41	2.296,23	2.310,19	2.324,29	2.338,53	2.352,91	2.367,44	2.382,11	2.396,93	2.411,89	2.427,01
COST FIJOS - AMORT	1.556,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COST COMERCIALIZACION	138,33	138,33	138,33	138,33	138,33	138,33	138,33	138,33	138,33	138,33	138,33	138,33
PRINC COST INVERS	0,00	123,40	220,00	330,00	94,20							
INTER COST INVERS	0,00	48,10	44,30	37,70	27,80							
BONIFICACION	22,91	21,77	21,77	21,77	21,77	21,77	21,77	21,77	21,77	21,77	21,77	21,77
IMPUES S/UTILIDAD	-419,02	89,89	442,02	439,57	438,17	442,68	427,42	455,86	450,73	445,54	440,30	435,01
TOTAL DESTINOS	5.159,81	2.703,89	3.162,64	3.277,55	3.044,55	2.941,30	2.940,43	2.983,39	2.992,93	3.002,56	3.012,29	3.022,12
SALDO	-836,76	62,63	-396,12	-511,03	-278,03	-174,78	-173,91	-216,87	-226,41	-236,04	-245,77	-255,59
SALDO ACUMULADO	-836,76	-774,12	-1.170,24	-1.681,27	-1.959,30	-2.134,08	-2.307,99	-2.524,86	-2.751,27	-2.987,31	-3.233,08	-3.488,67