



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA UNA PLANTA
PROCESADORA DE CEMENTO A INSTALARSE EN LA ALDEA TIERRA
BLANCA, MUNICIPIO DE GUASTATOYA DEL DEPARTAMENTO EL
PROGRESO.**

Arnoldo Castrillo Martínez
Asesorado por Ing. Francisco Arturo Hernández

Guatemala, mayo de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA UNA PLANTA
PROCESADORA DE CEMENTO A INSTALARSE EN LA ALDEA TIERRA
BLANCA, MUNICIPIO DE GUASTATOYA DEL DEPARTAMENTO EL
PROGRESO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ARNOLDO CASTRILLO MARTÍNEZ

ASESORADO POR ING. FRANCISCO ARTURO HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	ING. Murhpy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	LIC. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	ING. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	BR. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	BR. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	ING. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. Sydney Alexander Samuels Milson.
EXAMINADOR	ING. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	ING. Carlos Roberto Gutiérrez Quintana
EXAMINADORA	INGA. Paula Vanesa Ayerdi Bardales
SECRETARIO	ING. Pedro Antonio Aguilar.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA UNA PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO A INSTALARSE EN LA ALDEA TIERRA BLANCA, MUNICIPIO DE GUASTATOYA DEL DEPARTAMENTO EL PROGRESO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 10 de noviembre de 2002.

ARNOLDO CASTRILLO MARTINEZ

DEDICATORIA

A MIS HIJOS

Jossie y Alexandra, por ser la inspiración que me motivó en todo momento a escalar, para alcanzar este peldaño en nuestra vida.

A MI ESPOSA

Wendy, por su apoyo incondicional y su comprensión en el trayecto del camino recorrido.

A MIS PADRES

Dr. Luis Adolfo Castrillo y sra. Cecilia Elizabeth Martínez, por ser los seres que cimentaron las bases, sobre las cuales se construyeron los valores que he podido cultivar, gracias a sus enseñanzas.

A MIS HERMANOS

Luis y Sara, por su apoyo y comprensión.

A MIS SUEGROS

Sr. Manuel Fajardo y Sra. Loida Ventura, por su comprensión y paciencia.

A MI CUÑADA

Mimi, por su apoyo en mi desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Porque con su infinita misericordia, nos permite ser muestra fiel de su perfección.

A MI ASESOR

Ing. Francisco Arturo Hernández, por su guía, en la elaboración y desarrollo de este trabajo de graduación.

A INDUSTRIA MINERA SAN ANTONIO

Por permitirme realizar este estudio, y recibir apoyo en todo momento de su propietario, Sr. Guillermo Ortega.

A MIS AMIGOS

Axel Hernández, Eduardo Arcia, Ernesto Velásquez, Joaquín Alvarez, Nubia Polanco, Walter Chicas, Byron Valenzuela y Ottoniel Arias; porque con su apoyo me han enseñado que la amistad si existe. Y todos los que de una u otra manera han enriquecido mi desarrollo personal.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VI
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	VIII
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
1. DATOS GENERALES E INTRODUCTORIOS	
1.1. Nombre de la persona promotora del proyecto o actividad.....	1
1.2. Nombre del representante legal.....	1
1.3. Actividad principal de la persona.....	1
1.4. Dirección para recibir notificaciones.....	1
1.5. Identificación comercial.....	2
1.6. Base legal.....	2
1.7. Ubicación geográfica del proyecto.....	3
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	
2.1. Descripción técnica.....	7
2.1.1. Naturaleza de la empresa.....	7
2.1.2. Área del proyecto y área de influencia.....	8
2.1.3. Fases del desarrollo.....	9
2.1.4. Programa de trabajo.....	10
2.1.5. Diseño de las instalaciones.....	13
2.1.6. Origen, fuentes y demanda de energía y combustible.....	13
2.1.7. Impacto del proyecto en el flujo de tráfico.....	14
2.1.8. Mano de obra requerida.....	15

2.1.9. Procesos de producción.....	16
2.1.9.1. Extracción de materia prima.....	21
2.1.9.2. Trituración y prehomogenización.....	21
2.1.9.3. Molienda de harina cruda.....	21
2.1.9.4. <i>Clinkerización</i>	22
2.1.9.5. Molienda de cemento.....	22
2.1.9.6. Empaque y despacho.....	22
2.1.10. Tecnología de producción.....	23
2.1.10.1. Operación de la cantera.....	24
2.1.10.2. Molido y premezclado.....	24
2.1.10.3. Molienda en crudo.....	25
2.1.10.4. Alimentado del homogenizador y precalentador.....	26
2.1.10.5. Manejo de combustibles y sistema de fuego.....	26
2.1.10.6. Selección y diseño del piroequipo.....	27
2.1.10.7. Precalentador.....	28
2.1.10.8. Horno rotativo y almacén enfriador.....	29
2.1.10.9. Manejo y almacenamiento de escoria.....	29
2.1.10.10. Sistema adicional de manejo.....	30
2.1.10.11. Granulado final y almacenamiento.....	30
2.1.10.12. Cargado y empacado del producto.....	30
2.1.10.13. Sistema para el polvo.....	31
2.1.11. Materias primas a utilizar.....	31
2.1.12. Utilización de los recursos naturales.....	32
2.1.12.1. Reservas de roca de cal.....	32
2.1.12.1.1. Reservas comprobadas.....	32
2.1.12.1.2. Reservas probables.....	33
2.1.12.2. Reservas de yeso.....	33
2.1.12.3. Reservas de arena de río.....	33
2.1.12.4. Reservas de mineral de hierro.....	34
2.1.12.5. Análisis de la mezcla cruda.....	34

2.1.13.	Productos, subproductos, emisiones, desechos líquidos y sólidos, ruidos y vibraciones.....	36
3.	IDENTIFICACIÓN DEL AREA DE INFLUENCIA	
3.1.	Definición y justificación del área de influencia.....	39
3.2.	Situación ambiental del área de influencia.....	41
3.2.1.	Planes y programas de desarrollo.....	41
3.2.2.	Legislación ambiental.....	41
3.2.3.	Limites político-administrativo del área.....	42
3.2.4.	Sistema biótico.....	42
3.2.5.	Sistema hídrico.....	44
3.2.6.	Sistema lítico y edáfico.....	46
3.2.7.	Cambio de usos del suelo.....	47
3.2.8.	Sistema atmosférico.....	47
3.2.9.	Actividad socioeconómica.....	48
3.2.10.	Areas protegidas.....	49
3.2.11.	Otros ecosistemas.....	49
3.2.12.	Factores de contaminación ambiental.....	49
4.	IDENTIFICACIÓN Y VALORIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE	
4.1.	Análisis de los impactos ambientales.....	51
4.1.1.	Identificación de los impactos ambientales y socioeconómicos.....	51
4.1.2.	Valoración de los impactos.....	55
4.1.3.	Interpretación de los impactos.....	57

5. MEDIDAS DE MITIGACION

5.1.	Identificación de riesgos y amenazas.....	59
5.1.1.	Amenazas naturales.....	59
5.1.2.	Amenazas sísmicas.....	59
5.1.3.	Amenazas volcánicas.....	59
5.1.4.	Sismo.....	59
5.1.5.	Inundación.....	59
5.1.6.	Fugas, incendios y explosiones.....	60
5.1.7.	Derrames y otros.....	61
5.2.	Plan de contingencia.....	61
5.2.1.	Plan de contingencia para riesgos y amenazas naturales.....	62
5.2.2.	Plan de contingencia para riesgos y amenazas de tipo industrial.....	62
5.3.	Plan para la salud humana.....	63
5.4.	Plan de seguridad y manejo ambiental.....	63
5.5.	Plan de seguridad industrial.....	64
5.6.	Análisis de alternativas.....	64
5.7.	Plan de recuperación ambiental en caso de abandono..	69
5.8.	Ejecutor de las medidas de mitigación.....	69
5.9.	Cronograma de ejecución.....	70
5.10.	Programa de monitoreo ambiental.....	70
5.10.1.	Tipo de proyecto y actividad o proceso objeto del monitoreo.....	71
5.10.2.	Frecuencia del monitoreo.....	71
5.10.3.	Entidades responsables de la realización de los análisis de calidad.....	72

6. OPINIÓN DE LA POBLACIÓN CON REFERENCIA AL PROYECTO

6.1.	Encuestas.....	73
6.2.	Tabulación de la información.....	75

CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS... ..	83
BIBLIOGRAFÍA.....	84

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Plano de ubicación de la aldea Tierra Blanca	5
2	Cronograma de ejecución general (ruta crítica)	12
3	Diagrama resumido de operaciones del proceso	18
4	Diagrama resumido de flujo del proceso	19
5	Diagrama general de recorrido del proceso	20
6	Matriz Interactiva de Leopold (Valoración de impactos)	56
7	Matriz Interactiva de Leopold (Interpretación de impactos)	58
8	Gráfica de las respuestas de la pregunta 1 de la encuesta	76
9	Gráfica de las respuestas de la pregunta 2 de la encuesta	76
10	Gráfica de las respuestas de la pregunta 3 de la encuesta	77
11	Gráfica de las respuestas de la pregunta 4 de la encuesta	77
12	Gráfica de las respuestas de la pregunta 5 de la encuesta	78

TABLAS

I	Tabla del programa de trabajo	10
II	Tabla de la mezcla cruda No. 1	34
III	Tabla de la mezcla cruda No. 2	35
IV	Tabla de ruido y vibración	36
V	Tabla comparativa de análisis de alternativas	65

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentaje
+	Positivo
-	Negativo
=	Igual a
°	Grado
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INE	Instituto Nacional de Estadística
IMSA	Industria Minera San Antonio
INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología Hidrología
Km.	Kilómetro
Mts.	Metros
MARN	Ministerio de ambiente y recursos naturales
MWHR	Mega-watt-hora
PEA	Población económicamente activa
SNM	Sobre el nivel del mar
TM	Tonelada métrica

GLOSARIO

Área de influencia	Es el espacio sobre el cual inciden los impactos directos e indirectos de un proyecto o actividad.
Contaminación	Es el deterioro, alteración, contagio, desequilibrio y toda otra alteración que afecta negativamente la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales y culturales.
Desecho	Es cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento; cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.
Efectos primarios	Aquellos efectos directos sobre el ambiente y la salud pública causados por acciones que coinciden en tiempo y espacio.
Efectos secundarios	Aquellos efectos indirectos sobre el ambiente y la salud pública.
Emergencia	Acto, condición o situación imprevista e inesperada de índole social, económica, ambiental o de otra.

Escoria	Es la base para la fabricación del cemento formado por caliza, arcilla y minerales que se trituran y prehomogenizan, pero sin llegar a la molienda ni la <i>clinkerización</i> .
Evaluación de impacto ambiental	Instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones formado por un conjunto de procesos capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación que se efectúe un examen sistemático.
Impacto acumulativo	Es aquel en que cuyos efectos vienen a sumarse sobre el ambiente, como resultado de una serie de acciones pasadas, presentes o futuras de origen independientes o común.
Impacto ambiental	Es cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.
Impacto directo	Es la alteración que sufre un elemento del ambiente en alguno de sus atributos por la acción directa del hombre o la naturaleza.
Impacto extensivo	Es aquel que se propaga mas allá del sitio donde ocurrió la acción que lo ha causado.

Magnitud del impacto

Es la dimensión en términos absolutos, de un impacto ambiental, definida como la medida cuantitativa o cualitativa de la alteración causada en el factor o parámetro ambiental.

Medida de mitigación

Es aquella destinada a prevenir o reducir la magnitud de los impactos negativos que no puedan ser evitados.

Recurso natural

Es el elemento natural susceptible de ser aprovechado por el ser humano.

RESUMEN

La presente investigación consta de 6 capítulos que comprenden el contenido para el presente estudio de evaluación de impacto ambiental. En el primer capítulo se detalla toda la información correspondiente a la empresa y su propietario así como la ubicación y base legal que lo sustenta.

En el segundo se encuentra la descripción del proceso, fases de desarrollo, procesos de producción y la tecnología a utilizar como también el manejo de desechos, ruidos, polvo, vibraciones y transportes.

En el siguiente se identifica el área de influencia, describiendo clara y plenamente la situación actual de la comunidad.

El cuarto capítulo, identifica valoriza e interpreta todos los impactos que pueda generar esta planta en su etapa de operación de acuerdo a las acciones que la misma requiera.

El penúltimo muestra las medidas establecidas a través de planes de acción detalladas que se han de seguir para contrarrestar y mitigar los efectos causados por los impactos identificados.

Finalmente, el último capítulo detalla las opiniones vertidas por la población de la comunidad, con respecto a la realización de este proyecto.

OBJETIVOS

General

Determinar a través de la realización de un estudio de evaluación de impacto ambiental, si la puesta en operación de una planta procesadora de cemento generará un impacto positivo o negativo, tanto al ambiente como al nivel socioeconómico de la comunidad de la aldea Tierra Blanca, de el departamento El Progreso.

Específicos

- 1.- Realizar un balance entre beneficios y adversidades que pueda generar una planta procesadora de cemento a la aldea Tierra Blanca.
- 2.- Establecer los parámetros dentro de los cuales se debe mantener, tanto el diseño de las instalaciones como el proceso de producción de dicha planta.
- 3.- Determinar las características ambientales y socioeconómicas del área de influencia.
- 4.- Analizar los riesgos y amenazas tanto naturales como industriales.

- 5.- Identificar, valorar e interpretar los impactos mediante herramientas adecuadas y aceptadas para este tipo de estudios.
- 6.- Generar un plan de acción de control y monitoreo ambiental para el área, tanto en la situación actual como al materializarse el proyecto.
- 7.- Evidenciar la importancia que tiene el hecho de incluir un estudio de evaluación de impacto ambiental en la fase de preinversión de cualquier tipo de proyecto.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la legislación guatemalteca ya se encuentra normado que todo proyecto o actividad de cualquier tipo o naturaleza, elabore y presente un estudio de evaluación de impacto ambiental ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, esto, con el objetivo de identificar y determinar los impactos generados por el mismo, tanto al ambiente como a la socioeconomía del área de influencia.

El presente estudio evalúa los impactos generados al poner en operación una planta procesadora de cemento a ubicarse en la aldea Tierra Blanca del departamento El Progreso, ubicada a 70 kilómetros de la ciudad capital sobre la carretera Interoceánica que conduce al oriente de la República. Este se basa en información técnica-científica que permite identificar este estudio como no significativo y, el cual se enmarca dentro de los términos de referencia para la elaboración de un EIA exigidos por el MARN.

El área de influencia para el presente proyecto se encuentra ubicada en el departamento El Progreso, mismo que por sus características líticas posee la riqueza natural para proporcionar la materia prima adecuada para la fabricación de cemento tipo Pórtland.

Inicialmente, se presenta una descripción general del proyecto mediante aspectos técnicos, luego se detalla la situación actual de la comunidad desde los puntos de vista ambiental y socioeconómico, seguidamente, se identifican, valorizan e interpretan los impactos generados por la planta, a su vez se presenta las medidas de mitigación respectivas y, algo muy importante, es que al final se presentan los resultados de las encuestas efectuadas a una muestra de la población de la aldea con el fin de conocer los comentarios de dichas personas al respecto de este proyecto.

1. DATOS GENERALES E INTRODUCTORIOS

1.1. Nombre de la persona promotora del proyecto o actividad

Industria Minera San Antonio (IMSA).

1.2. Nombre del representante legal

Guillermo Morales Ortega.

1.3. Actividad principal de la persona o empresa

Exploración, explotación, transformación y mercadeo de minerales no metálicos, actividades agrícolas, ganaderas y pecuarias, importación de maquinaria, repuestos e insumos en general.

IMSA cuenta con la autorización del Ministerio de Energía y Minas para la actividad antes mencionada de la cantera Juan Minero propiedad de IMSA e identificada con el expediente CT - 38 - A y dicha concesión consta en la resolución No. 21040GM de dicho Ministerio.

1.4. Dirección para recibir notificaciones

Dirección planta: Km. 70 carretera al Atlántico, Guastatoya, El Progreso.

1.5. Identificación comercial

IMSA es una entidad mercantil individual legalmente establecida:

Registro No.: 142414.

Folio: 377.

Libro: 108.

Aprobación: 25 de agosto de 1,992.

1.6. Base legal

De acuerdo al reglamento sobre Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental aprobado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, a través de Conama y legislado en el Decreto Número 68-86 del Congreso de la República, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente; en el artículo 8, establece la necesidad de que, previamente a su desarrollo, se elabore un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, para todas aquellas actividades que por sus características puedan causar deterioro al Medio Ambiente y a los Recursos Naturales y Culturales, como medida para asegurar la protección del medio ambiente en la planificación de proyectos y actividades y de esta manera lograr un desarrollo sostenible.

De igual manera, el capítulo IV del mismo Reglamento que se refiere a generalidades del Estudio de EIA en su artículo 10, menciona el Anexo 2, en el cual se detallan proyectos y actividades que necesitan un EIA; por lo cual el proyecto que genera este estudio pertenece a las dos clasificaciones siguientes:

- Explotación y exploración de minas, canteras y petróleo.
- Extracción de minerales no ferrosos.

- **Industria**

- Fabricación de productos de hormigón, piedra y otros minerales.

En lo anteriormente descrito se fundamenta la base legal, bajo la cual se desarrolla el presente estudio.

1.7. Ubicación geográfica del proyecto

La ubicación de la cantera cuya área es de 1.0635 kms. cuadrados, así como la futura localización de la planta es en la aldea Tierra Blanca, municipio de Guastatoya, departamento El Progreso; siendo la ubicación de acuerdo al diccionario geográfico¹ existente en el Instituto Geográfico Nacional, literalmente el siguiente: “Por vereda 4 kms. al entronque con la carretera Interoceánica CA - 9, que de un camino de revestimiento suelto sureste tiene 3 Km. a la cabecera, escuela 480 mts. SNM, latitud 14°51’22’’, longitud 90°06’05’’ ”. La aldea se encuentra entre los kilómetros 68 y 70 sobre la carretera interoceánica que conduce al oriente de la república.

Para efectos de explotación y extracción de caliza o materia prima cuenta con un total de 350 millones de toneladas métricas de piedra, de acuerdo a estudio geológico realizado por el ingeniero geólogo Victor D. Vaidés del Valle. Estas se encuentran en el km. 68.5 carretera al Atlántico de la aldea antes mencionada con la siguiente inscripción de dominio: Finca No. 19; Folio 19; libro 49 del Progreso.

La instalación de la planta se hará dentro del terreno antes mencionado, lo que quiere decir, que estará contigua a la cantera, específicamente a 150 mts. de la carretera interoceánica CA- 9 y a 1 Km. del casco de la aldea. A continuación se presenta un plano de ubicación de la aldea Tierra Blanca.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.1. Descripción técnica

2.1.1. Naturaleza de la empresa

Industria Minera San Antonio (IMSA) es una empresa individual, la cual desde su puesta en operación en el año de 1992 se ha dedicado fundamentalmente a la explotación de minerales no metálicos, siendo a finales de 1995 que implementa una planta pulverizadora de dichos minerales, con la finalidad de ampliarse al procesamiento de cal hidratada, así como de otros materiales que requieren un proceso adicional al de la pulverización, llegándose a la producción de cal hidratada, yeso agrícola y talco; en una cantidad aproximada de 18,000 toneladas métricas(TM) al año de cada uno de dichos productos.

Lo anteriormente descrito, se encuentra detallado en los controles de producción de esta planta y de ellos se obtiene la información que hace nacer la inquietud de analizar el mercado del cemento, siendo que se cuenta con la cantera que proporcionará la materia prima para dicho proceso. Por lo cual se inicia la respectiva investigación de mercado, misma que se encuentra en poder de IMSA y se detalló en el estudio respectivo de prefactibilidad que da la información necesaria para establecer que el mercado nacional en materia de cemento no está cubierto en su totalidad y que existe también un mercado doméstico insatisfecho, razón por la que se recurre a la importación, siendo el mayor proveedor México.

Lo anterior, se puede comprobar viendo el cuadro de la Balanza Comercial donde nos podemos dar cuenta que el saldo comercial es negativo; que si bien es cierto ha venido decreciendo, aun no existe una igualdad entre importación y exportación por este concepto.

Como un dato que nos ubique en lo anteriormente expuesto se puede referir que para el periodo 2002, según datos proporcionados por el Banco de Guatemala² reflejan que el saldo de la Balanza Comercial para dicho periodo fue de (-) 345,520 Dólares de los Estados Unidos de Norteamérica, que equivale a 6,584,993 kilos, esto incluye solo cemento blanco e incluso coloreado artificialmente.

Siendo así IMSA ha decidido, iniciar los respectivos Estudios de Preinversión con el fin de establecer la manera mas viable de poder montar dicha planta y ponerla en operación, buscando una opción nacional mas en materia de cemento generadora de mano de obra y un mejor futuro para el país.

2.1.2. Area del proyecto y área de influencia

El área de influencia es de aproximadamente 8 kms. cuadrados teniendo como centro la aldea Tierra Blanca, cuya ubicación geográfica ya ha sido detallada anteriormente. El área de la aldea es aproximadamente 4 kms. Cuadrados y cuenta con tres caseríos: El Chorro, El Llano y Manzanotal. Encontrándose esta al costado izquierdo de la carretera interoceánica CA-9 que conduce al Atlántico.

El proyecto para la instalación de la planta es exactamente en el KM 68.5, y el área de la planta será de aproximadamente 0.024 Km. cuadrados equivalente a 576 metros cuadrados de nave industrial. Es importante hacer mención que el área de explotación de la cantera puede ser ampliada; pero actualmente, dicha área es de 1.0635 kms. cuadrados; la ampliación obviamente se llevaría a cabo realizando los trámites de ley ante el Ministerio de Energía y Minas.

2.1.3. Fases de desarrollo

El desarrollo esta dividido en dos partes fundamentales:

- Preinversión: Esta etapa comprende los estudios que justifican la puesta en operación de dicha planta, a través de la preparación y formulación del proyecto en el siguiente orden:
 - Estudio de mercado.
 - Estudio de prefactibilidad.
 - Estudio de factibilidad, comprendido por:
 - Estudio técnico.
 - Estudio de la organización.
 - Estudio financiero.
 - Estudio de impacto ambiental.

- Operación: Se refiere a la puesta en marcha de la planta:
 - Obra civil.
 - Delimitación del área.
 - Caminos internos.

- Construcción de la planta.
- Capacitación de personal.
- Inicio de la operación.

2.1.4. Programa de trabajo

Esta empresa tiene establecido su programa en meses de duración por actividad, razón por la cual se presenta a continuación el detalle de actividades críticas y posteriormente el cronograma del mismo.

Tabla I. Programa de trabajo

No.	ACTIVIDADES CRITICAS	TIEMPO(meses)
1	Estudios preliminares	3
2	Investigación de mercado	3
3	Estudio de prefactibilidad	6
4	Estudio factibilidad y evaluación de impacto ambiental	5
5	Obra civil	6
6	Construcción edificio industrial	4
7	Instalación y montaje de equipo y maquinaria	4
8	Pruebas de operación.	3
9	Preparación para inicio de operación	2

Siendo así, la planta iniciaría operaciones aproximadamente 12 meses después que inicie la obra civil, esto se puede visualizar en el cronograma de actividades que a continuación se detalla. Como se indicó anteriormente este cronograma es un resumen, ya que estas son las actividades críticas en tiempo y que, por lo tanto, marcan el tiempo de ejecución general; pero existen otras actividades que están dentro de este lapso y que en los estudios de preinversión respectivos se encuentran detallados.

Fuente: Tomado del estudio de factibilidad de Cementos San Antonio

2.1.5. Diseño de las instalaciones

El edificio industrial se tiene proyectado que sea de segunda categoría, con las siguientes especificaciones generales:

- Estructura principal de acero estructural con una combinación de concreto armado en menores cantidades.
- Cimentación de la columnas principales en forma individual y de concreto armado.
- La cubierta superior o techo será de lámina termoacústica; este será de dos aguas.
- En la parte de entrepiso, este sera de estructura metálica mas liviana.
- Ventanas de aluminio anodizado.
- El piso en área de producción será de concreto armado sin pulir; en áreas de carga y descarga el piso será de concreto reforzado.
- Parqueo para visitas y colaboradores, para aproximadamente 50 vehículos.
- Las instalaciones tendrán una área para oficinas, comedor, servicios sanitarios y clínica.
- En cuanto a la ventilación e iluminación se aprovecharan las fuentes naturales, pero también se contara con energía eléctrica para hacer funcionar aire acondicionado así como ventiladores y la iluminación artificial.

2.1.6. Origen, fuentes y demanda de energía y combustible

En la fabricación del cemento, la energía absorbe el 75% de los costos de producción, correspondiendo el 50% al petróleo y el 25% a la electricidad.

El petróleo utilizado para generar energía, luego de un proceso refinado es el *bunker* para hacer funcionar calderas y se tiene establecido adquirirlo en una de las plantas de mieles ubicadas en la costa sur. Se tiene proyectado un consumo anual de 9,900,000 galones.

La energía eléctrica será comprada al INDE (Instituto Nacional de Electrificación) específicamente a través de Deorsa quien proporcionará las líneas de transmisión de fuerza hasta llegar a la planta. El requerimiento anual aproximado será de 115,655 MWHR.

2.1.7. Impacto del proyecto en el flujo de tráfico

La carretera interoceánica CA-9 en toda su trayectoria es altamente transitada, tanto por vehículos livianos como pesados y esto se debe a que conecta la costa atlántica y sus puertos de Santo Tomas de Castilla y Barrios con el oriente de la República y la ciudad capital; ésta es una ruta que también es transitada por turistas nacionales y extranjeros.

Diariamente en esta planta circularán alrededor de 36 cabezales que transportarán aproximadamente 500 quintales de cemento con su respectiva plataforma-remolque y este será el transporte encargado de distribuir este producto a los respectivos puntos de consumo y venta; según la logística establecida para estos fines por esta empresa.

Mano de obra requerida

Según estudios realizados por esta empresa y plasmados en el estudio de factibilidad, dan cuenta que la misma generará empleo directo aproximadamente a 250 personas, tanto de personal calificado como semicalificado.

Aproximadamente la mitad del personal requerirá entrenamiento en sus respectivas áreas; teniéndose ya ofrecida dicha capacitación por parte de los proveedores del equipo mayor, en el extranjero. También, parte de la capacitación será proporcionada en el país, fundamentalmente en las áreas de mantenimiento.

El plan de contratación se tiene establecido en cuanto a la mano de obra calificada y menos calificada, seleccionarla y contratarla en las comunidades vecinas al área de la planta, aunque obviamente en el área técnica se encuentran candidatos que residen en otros lugares por lo que será necesario que se trasladen a vivir en las cercanías de la planta. Por el lado profesional y técnico a nivel administrativo y de producción se tiene contactado a ingenieros de las diferentes ramas, licenciados en sus diversas áreas y un apoyo en cuanto a asesoría tanto de México, Estados Unidos y un país del Caribe.

2.1.9. Procesos de producción

El cemento, es un polvo fino de color gris que al mezclarse con agua, forma una pasta que se endurece y que es capaz de unir materiales entre si. Debido a que se endurece por la acción del agua, se dice que es hidráulico. Gracias a este endurecimiento y a sus características físicas y químicas el cemento es capaz de alcanzar diferentes grados de resistencia convirtiéndolo en un producto ideal para la construcción y fabricación de materiales para la industria.

De todos los conglomerados hidráulicos, el cemento Pórtland y sus derivados son los más utilizados en construcción ya que básicamente están formados por mezclas de caliza, arcilla y minerales los cuales son abundantes en la naturaleza, siendo su precio relativamente bajo en comparación con otros materiales y porque sus propiedades son adecuadas para estos fines.

Dentro de los conglomerados hidráulicos se pueden mencionar los cementos de horno alto, los mixtos mismos que tienen poco empleo al igual que los cementos aluminosos o cementos de aluminato de calcio. El proceso que se llevara a cabo en esta planta se remite al cemento tipo Pórtland.

El proceso de fabricación del cemento es una actividad industrial de procesado de minerales y el cual podemos dividir en tres etapas básicas:

- 1.- Obtención de materias primas.
- 2.- Molienda y cocción de materias primas.
- 3.- Molienda de cemento.

Con el avance de la tecnología, ha ido cambiando este proceso; la presente planta por estar en su etapa inicial contará con la capacidad instalada necesaria para producir aunque no con la última tecnología en este ramo. Para el flujo del proceso serán necesarios los siguientes pasos:

1.- Extracción de materia prima.

Esta se subdivide en :

- Extracción de materia prima.
- Salón de recepción de materia prima.
- Clasificación de materia prima, aquí se acepta o rechaza la misma.

2.- Trituración y prehomogenización.

3.- Molienda de harina cruda.

4.- *Clinkerización.*

5.- Molienda de cemento.

6.- Empaque y despacho.

A continuación se detalla un diagrama general de operaciones, flujo y de recorrido, con el fin de poder comprender de manera mas clara el proceso en la fabricación del cemento de la manera más clara.

Figura 3. Diagrama resumido de operaciones del proceso (método actual)

Figura 4. Diagrama resumido de flujo del proceso

Figura 5. Diagrama general de recorrido (proceso de fabricación del cemento)

Fuente: Tomado del estudio de factibilidad de Cementos San antonio

Seguidamente se detalla cada paso del proceso:

2.1.9.1. Extracción de materia prima

Las materias primas para la fabricación del cemento serán extraídas de la cantera Juan Minero consistentes en calizas y esquistos que son la base para la fabricación del mismo. La extracción se hará con tractores adecuados para este tipo de labor. Los estudios geológicos realizados a la cantera dan cuenta de la composición de la misma.

En este paso, se incluye la recepción de la materia prima así como la clasificación, ya que si no cumple con las dimensiones de piedra y calidad de la misma se rechaza.

2.1.9.2. Trituración y prehomogenización

En este paso, se procede a reducir de tamaño los minerales extraídos de la cantera por medio de la trituración. En esta etapa se mezclan las calizas y esquistos para obtener el cemento Pórtland que será el tipo que se producirá en esta planta.

2.1.9.3. Molienda de harina cruda

Aquí, continúa la reducción de tamaño y el secado de los minerales previamente a ser sometidos a las altas temperaturas en el respectivo horno; el molino recibe los minerales triturados y prehomogenizados, y será en el donde se mezclará y pulverizará simultáneamente. El producto anterior será un polvo bastante fino llamado harina cruda, con la adecuada composición química para este tipo de cemento que luego será sometido a una homogenización en silos especiales. En este paso es muy importante el control de calidad.

2.1.9.4. Clinkerización

De la harina obtenida en el paso anterior, se alimentará el horno rotatorio en los que el material es calcinado y semifundido al someterlo a temperaturas altas (1450 grados centígrados). Es en este paso, donde se dan las diferentes reacciones químicas entre los diferentes óxidos de calcio, sílice, aluminio y hierro que se combinan para formar compuestos que se enfrían rápidamente en la parte final del horno. Este producto enfriado se llama *clinker* y por lo regular es granulado de forma redonda y color gris oscuro. Este horno funciona con combustibles derivados del petróleo.

2.1.9.5. Molienda de cemento

Este paso es el de la molienda del *clinker* producido en el horno conjuntamente con otros minerales que confieren propiedades específicas al cemento como el yeso utilizado para el fraguado del mismo.

2.1.9.6. Empaque y despacho

El cemento ya producido se almacenará en silos y será empacado en sacos de 42.5 kilogramos equivalentes a 93.7 libras, con lo cual estará listo para ser distribuido. Se hace mención de despacho ya que al pasar a bodega de producto a granel, éste puede ser despachado directamente en camiones, sin necesidad de pasar a la bodega de empaque en sacos; lo que se busca de esta manera, es trabajar con la filosofía de Justo a Tiempo (JIT) y cubrir las necesidades del cliente según sean sus requerimientos ya que el cemento a granel lo utilizan las empresas de mezclas prefabricadas mientras que el producto en saco por lo regular es almacenado por cierto tiempo antes de ser utilizado.

2.1.10. Tecnología de producción

Esta planta procesadora de cemento seco, está diseñada para producir 3000 toneladas métricas de escoria diariamente, correspondiendo a una capacidad anual de 990,000 toneladas de escoria, operando 330 días al año. La mitad del total o sea 495,000 toneladas por año de escoria será vendida; el remanente 495,000 toneladas de escoria será molido con 20,000 toneladas de yeso para producir 515000 toneladas de cemento.

La maquinaria a utilizar en esta planta, según consta en el estudio de factibilidad correspondiente y siendo la más importante se conforma así:

- Triturador secundario-molino de martillo universal.
- Deposito de la entrada de la *Grulla-Richard Wilcox*.
- Molinos de bolas *Allis Chalmers*
- Horno pulverizador de crudo B
- Horno pulverizador de crudo A
- Pulverizador final.
- Horno rotatorio *Allis Chalmers*
- Enfriador de escoria *Fuller*.
- Tractor moedor de carga.
- Cuatro vagones con equipo de perforación llamados también barrenos de vagón.

2.1.10.1. Operación de la cantera

En la cantera, cuatro barrenos de vagón estarán trabajando nuevos bancos, dos cargadores de rueda estarán trabajando las fases de suministrar roca a cuatro camiones que alimentarán la moledora con roca de cal o yeso para balancear la operación. La cantera de roca de cal operara en el sacado de roca 3 o 3.5 días de la semana, el resto del tiempo se utilizará para descombramiento.

La cantera de yeso será trabajada por un tractor que funcionará como arrancador. El carro de vaciado y cargador frontal llenará los camiones con yeso, dos camiones lo transportarán cerca de la almacenadora.

Una niveladora mantendrá el camino de la planta a la cantera limpia y en buenas condiciones.

2.1.10.2. Molido y premezclado

El molido de la roca de cal y yeso es complementado en una moleadora de impacto sencillo y simple, diseñada para dar un producto 100% con especificación de 100mm o menos en cada llenada del molido de rodillo. La alimentación de esta trituradora con roca de cal y yeso es controlada por alimentadoras de dos velocidades variables y así dar un material premezclado que es ligeramente bajo en contenido de cal. De esta manera la cal puede ser agregada después en el molino de rodo para controlar las proporciones de la mezcla que han sido especificadas por los químicos de la planta.

El material premezclado es conducido a un almacén rectangular diseñado para acoger dos pilas, cada una con capacidad de 34000 toneladas métricas. Estas pilas están formadas por un deslizador corredizo. De estas pilas se mantendrá el nivel adecuado de material en el molino de rodo respectivo y el depósito de material premezclado; de acá, se obtendrá la muestra en el sistema de conducción de llenado de almacén de premezclados para el control químico del material. El almacén, incluye también un área para almacenaje de roca de cal de alto grado y equipo de reciclaje para llenar con este material el área de grano crudo.

2.1.10.3. Molienda en crudo

Se utilizará un molino de bola para moler la arena antes de llenar el molino de rodo y así reducir el uso de este. Este circuito incluye un amontonador de colector y ciclones para la colección de partículas ordinarias y un precipitador electrostático para la colección final de partículas antes que los gases de desecho descargados a la atmósfera por la chimenea. Un calentador de aire auxiliar está incluido para arrancar el sistema del molino de rodo, normalmente el molino de rodo esta complementado con todos los requerimientos de secado con gases calientes del precalentador.

Un molino de rodo ha sido seleccionado para sacar y moler el material crudo por su eficiencia de energía, simplicidad y bajo costo. El alimentador del molino consistirá del material premezclado, junto con pequeñas cantidades de roca de cal de alto grado de arena y mineral de hierro.

2.1.10.4. Alimentado del homogenizador y precalentador

El material fino o afinado del granulado crudo es conducido y elevado a cualquiera de dos silos de 4,750 toneladas métricas de capacidad continua de mezclado. Estos silos sirven un doble propósito de almacenamiento; para grano fino del material crudo y para la mezcla de estos materiales en una base continua conforme los silos sean descargados. Un mostrador automático está incluido para control de calidad de los materiales que ha llenado el precalentador.

El alimentador del precalentador, puede ser, si se requiere, de los silos y llevado a un alimentador del depósito montado sobre una celda de carga. El depósito de fuerza junto con un impacto emanador métrico serán usados para dar control exacto y uniformidad del peso del material que llenará el precalentador. Después que ha sido pesado el material crudo es elevado hasta lo alto del precalentador y repartido en dos chorros para llenar el precalentador.

2.1.10.5. Manejo de combustibles y sistema de fuego

El petróleo crudo se descarga en el horno precalcinador y el calentador auxiliar de aire. Este combustible será traído a la planta por medio de camiones tanques y almacenado en bruto en tanques especiales que llenarán las medidas de seguridad necesarias y requeridas por los entes distribuidores y contralores estatales.

Para el sistema precalentador-horno-enfriador recomendado, una porción del combustible es autoquemado en el precalentador y el resto en el horno rotativo, por esto habrán dos bombas dobles separadas calentadoras que retiran el aceite pesado de los tanques separadores, conforme sea requerido y suministrar a los quemadores al horno y al precalentador separadamente. El operador tendrá control preciso siempre del flujo de combustible para cada uno de los quemadores, regulando la válvula de flujo y presión que llega al sistema de quemadores.

Una bomba mucho más pequeña (calentadora), es utilizada y, se requiere mientras la calentadora auxiliar de aire esta operando en el departamento de granulado de crudo.

2.1.10.6. Selección y diseño del piro-equipo

Este es un sistema precalentador-horno rotativo-alimentador-enfriador, en el cual aproximadamente el 60% del total del combustible es descargado en el precalentador y solo cerca del 40% es quemado en el horno. Esta combustión en el precalentador, la cual es complementaria en la cámara calcinador y mezcladora movable con resultados del 85-90% de calcinación del grano tosco previo a su entrada al horno. La combustión del precalentador es sostenida por un extractor de aire desde el enfriador a través de un conducto recuperador, pasado por el horno y aquí con este equipo se da una gran reducción específica de carga de calor que permite el uso de un horno de pequeño diámetro en lugar de un sistema convencional.

2.1.10.7. Precalentador

El propuesto es un diseño único entre los diseños de precalentadores reforzados en que la quema del combustible ocurre en un horno separado en la presencia de alto oxígeno recuperador de gases, mejorando el ambiente hasta la mejor y completa combustión, debido a la presencia en la zona de combustión del crudo desde el tercer ciclón entarimado, las temperaturas en el calcinador movable y en la mezcladora son bajas.

También el recuperador de aire es introducido dentro del calcinador movable en forma tangencial, causando considerable acción giratoria. Cerca del 10% del total del aire recuperado es introducido tangencialmente a través de un anillo hacia el *Top Hat* (arriba del punto de entrada del remanente del recuperador de aires y de todo el crudo), esto anima la combustión de los quemadores y a la estabilización de la llama.

El movimiento del crudo bruto, es concentrado alrededor de las paredes del horno movable y su conducto de salida, cuidando de producir una cubierta muy caliente de gases en combustión en el centro del conducto reduciendo la oportunidad de que se forme una prolongada refractariedad. Los gases del horno son introducidos en la parte inferior de la cámara mezcladora y rápidamente son mezclados con la corriente de material y gas provenientes del calcinador. Al mismo tiempo que los gases salen de la cámara mezcladora, el equilibrio de temperatura del calcinador de 840 grados centígrados se ha alcanzado; en este momento la combustión es completa y el material crudo ha alcanzado un nivel de por lo menos 85% de descarbonización. Un regulador esta colocado en el conducto colector para permitir un control estricto de la cantidad de gases fríos que pasan al calcinador.

2.1.10.8. Horno rotativo y almacén enfriador

El horno rotativo es de 14 pies de diámetro por 220 pies de largo y cubierto completamente con ladrillo refractario de 9 pulgadas; el horno está montado en tres pilas-soportes e incluye una guía de velocidad variable para el control preciso del proceso.

El almacén enfriador incluye una sección inclinada de 10 pies de ancho y 3 grados de inclinación, la cual tiene 32 líneas de lanzamiento y una sección horizontal de 10 pies de ancho con 53 líneas de lanzamiento; cada sección tiene una guía de velocidad variable para el control preciso del proceso. La unidad está completamente recubierta con refractarios e incluye un triturador de escoria ancho para reducir el tamaño del material aproximadamente a menos de una pulgada; un intercambiador de calor y un filtro de polvo de fábrica son utilizados para enfriar los gases vaciados y remover las partículas antes de que los gases sean descargados a la pila.

2.1.10.9. Manejo y almacenamiento de escoria

Después de enfriada, la escoria es conducida del almacén enfriador a cualquiera de los dos silos almacenadores . Los dos grandes silos están contruidos de acero y diseñados para una capacidad de 15000 toneladas métricas cada uno. Posteriormente a un tanque de concreto que incluye un alimentador y un cargador de camiones para facilitar la carga directa de escoria.

2.1.10.10. Sistema adicional de manejo

Un sistema adicional de manejo está previsto para ciertos materiales tales como: el mineral de hierro, arena y yeso, ya que éstos serán traídos a la planta en camión y se descargarán en un vaciador. De este vaciador, los materiales son alimentados en una instalación moledora de impacto. Después de la reducción de tamaño, éstos son conducidos a sus respectivos almacenes de depósitos.

2.1.10.11. Granulado final y almacenamiento de cemento

El molino de cemento es de 13.5 pies de diámetro por 43 pies de largo y tiene una capacidad de 90 toneladas métricas de cemento por hora de un aproximado 3200 blaines de finura. La unidad operará en circuito cerrado con un separador de aire el cual está provisto con aspas electromecánicas para el control de la fineza del producto. Un enfriador de cemento está incluido para reducir la producción de temperatura a un aproximado de 75 grados centígrados, el producto terminado, es conducido por un sistema de bombeo neumático a cualquiera de los cuatro silos con capacidad de 9000 toneladas métricas.

2.1.10.12. Cargado y empaclado del producto

Dos de los silos de 9000 toneladas métricas están equipados con sistemas de conducción, alimentadores, control de entrada del flujo y chorros para cargar camiones con cemento. La capacidad de cada chorro cargador es de 100 toneladas métricas por hora. Estos dos silos están arreglados para que los camiones puedan pasar a través de ellos incluyendo bascula de pesado.

Para el empaqueo del cemento, un total de dos empacadoras rotativas de ocho chorros cada una, están incluidas, teniendo cada una capacidad arriba de las 100 toneladas por hora.

La casa de empaque incluye un completo sistema de conducción del cemento empacado para cargarlo a los camiones.

Las áreas de carga y empaqueo de la escoria han sido diseñadas con suficiente flexibilidad y capacidad para que sean capaces de mantener la existencia del producto que pudiera necesitar esta planta.

2.1.10.13. Sistema para el polvo

Hay un número de filtros tipo bolsa, los cuales serán distribuidos en toda la planta para ventilar el depósito y el silo y, de esta manera pueda atrapar y contener el polvo. Estas pequeñas unidades, junto con el gran proceso de recolectar el polvo, minimizarán la emisión del mismo en las áreas de la planta.

2.1.11. Materias primas a utilizar

Son las siguientes:

- Roca de cal.
- Yeso bajo en silicia.
- Yeso alto en silicia.
- Mineral de hierro.
- Sulfuro de combustible.
- Arena de río
- Un insumo importante es la bolsa de papel para el empaque.

El detalle anterior corresponde a la materia prima a utilizar para los dos tipos de mezcla cruda que se usarán para el procesamiento del cemento que producirá esta planta.

En el siguiente punto, se detallan proporciones así como especificaciones de las mezclas respectivas.

2.1.12. Utilización de los recursos naturales

Hace varios años se realizaron estudios sobre la reserva de material crudo y éstos permitieron establecer la riqueza natural de esta cantera; la empresa extranjera que participó en estos estudios es la *Reido-Crowthor Industrial Enginners, Ltd.*

2.1.12.1. Reservas de roca de cal

Los estudios realizados clasifican las reservas de roca de cal en dos fundamentales categorías: comprobadas y probables .

2.1.12.1.1 Reservas comprobadas

Las reservas comprobadas están estimadas en 18 millones de metros cúbicos que proveerán a la planta en aproximadamente 33 años, según la tasa de producción de esta planta, dato que se indicó anteriormente. Los estudios reflejan bajo contenido de cloro, siendo el límite máximo de cloro en la mezcla de crudo para operación de 0.015%.

2.1.12.1.2. Reservas probables

Conservadoramente las reservas probables se estiman en 216 millones de metros cúbicos que aproximadamente proveerán a la planta por 405 años adicionales.

2.1.12.2. Reservas de yeso

Esta reserva está aproximadamente a 6 kilómetros de donde se instalará la planta, siempre dentro de la propiedad de IMSA; por lo que será necesario construir un camino de acceso para la explotación y transportación de yeso. Los estudios reflejan aproximadamente 7 millones de metros cúbicos de este recurso, siendo así, la planta sería proveída durante 53 años.

Existe otra área cercana catalogada como probable reserva, siendo éste un gran depósito. De lo anterior se establece que las reservas son para respaldar a esta planta y su producción. Existe también la posibilidad de comprar el yeso.

2.1.12.3. Reservas de arena de río

Los estudios reflejan una reserva de un millón de metros cúbicos de arena, con lo cual se garantiza un suministro de aproximadamente 123 años, basándose en una pequeña adición a la mezcla de crudo parecida al 1%. Esta arena se prefirió ante el uso de la arena volcánica.

Los estudios demuestran que la arena de río contiene más bajo porcentaje de alcalinidad que la arena volcánica.

2.1.12.4. Reservas de mineral de hierro

Un depósito grande de mineral de hierro existe aproximadamente a 5 kilómetros de donde se instalará la planta, siempre dentro de la propiedad de IMSA. La cantidad de mineral de hierro que será necesario para la mezcla es muy pequeño en el orden de 0 a 1.5%. También existe la posibilidad de comprar este mineral.

2.1.12.5. Análisis de la mezcla cruda

A continuación se detallan los dos tipos de mezcla cruda que se tiene establecida para el producto final; el objetivo es encontrar la combinación que permita obtener una mezcla, de la cual la escoria sea producida teniendo un equivalente alcalino de 0.6% menos, sin el uso del sistema *by-pass* de precalentamiento; así como también obtener un nivel de cloro que tenga un nivel mas bajo que el máximo permitido de 0.015% para una operación sin un *by-pass*.

Tabla II. Mezcla cruda No. 1

No.	MATERIAL	COMBINACIÓN APROXIMADA
1	Roca de cal	77.9%
2	Yeso alto en sílica	19.7%
3	Arena río	0.9%
4	Mineral de hierro	1.4%
5	Sulfuro de combustible	0.1%

Comentarios

Alcalinidad aceptable debido al uso de yeso alto en sílica.

Tabla III. Mezcla cruda No. 2

No.	MATERIAL	COMBINACIÓN APROXIMADA
1	Roca de cal	77.9%
2	Yeso bajo en sílica	5.8%
3	Yeso alto en sílica	16.2%
4	Sulfuro de combustible	0.1%

Comentarios

Aceptable alcalinidad. Esta es la mezcla preferida para optimizar el uso de los depósitos de yeso y limitar los contenidos de escoria a un nivel aceptable.

Las anteriores mezclas se ajustan a la norma Centroamericana de cemento Pórtland (ICAITI 41003) denominada determinación de la pérdida por ignición; método de arbitraje o de referencia que se ajusta a cementos hidráulicos.

Los cálculos de mezcla son correctos con la adición de sulfuro al sistema de un petróleo crudo conteniendo un presumido de 4.5 % de sulfuro.

2.1.13. Productos, subproductos, emisiones, desechos líquidos, desechos sólidos, ruidos, polvo y vibraciones

El producto que producirá esta planta será cemento tipo Pórtland, como subproducto se obtendrá la escoria siendo ésta un paso previo en el proceso del producto final pero que se puede comercializar según los pedidos del mercado.

Los equipos de la planta generarán una emisión de humo de sus chimeneas que oscilará entre el 20% y el 60% de opacidad según el sistema de medición de Ringelman y 80% eficiente para el método de Bacará que mide calidad de combustión.

En cuanto a los desechos líquidos, éstos pasarán por un proceso de tratamiento de aguas; dichos líquidos no son contaminantes pero se les dará el respectivo tratamiento al final de la operación, este tratamiento se detalla más adelante. De igual manera, los combustibles y sus derivados se mantendrán en áreas confinadas; en cuanto a desechos sólidos que serán papel y ciertas estructuras metálicas se entregarán a empresas recicladoras; aunque se tiene proyectado construir un incinerador. Los desechos sólidos serán minerales no metálicos que por ende no serán contaminantes. Los ruidos y vibraciones que serán los generados por los equipos de operación y transporte pesado serán amortiguados con el uso de equipo como los protectores de los oídos.

Tabla IV. Ruido y vibración

FACTOR	DENTRO DE LA PLANTA	EXTERIOR
RUIDO	120 decibeles	80-90 decibeles
VIBRACION	Mediana	Baja

Los cerros que rodean el área de la planta y, en general, el relieve del área de influencia sirven de cortinas tanto para ruidos como vibraciones, lo que reduce estos hacia el exterior. Más adelante se detallan los planes de mitigación así como el manejo y monitoreo de la operación.

La parte correspondiente al polvo generado en la cantera, resultado de la explotación, es un tema de mucha importancia y según información obtenida en la OMS y que ha sido recabada en canteras de explotación de minerales, arenas y similares, establece que por concepto de polvo en suspensión y suciedad se manejan alrededor de 460mg/m³ (catalogado por la OMS como ligeramente negativos), por lo que, para los operadores, se requiere y exige protectores de ojos, oídos y boca; y según sea la dirección del aire puede llegar a la aldea Tierra Blanca pero en menos densidad ya que los cerros que circulan la cantera sirven de cortinas como antes se indicó. En lo que corresponde a la planta el polvo y suciedad en suspensión puede alcanzar los 690mg/m³ que es catalogado como negativo por lo que se instalarán supresores en dicha planta aunado al equipo de protección personal.

3. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

3.1. Definición y justificación del área de influencia

Se puede decir, que el área de influencia se encuentra ubicada dentro de la cuenca hidrográfica del río Motagua y específicamente del río Guastatoya, ya que el Insivumeh considera a este último dentro de la gran cuenca del Motagua. Su topografía es bastante irregular y su suelo arcilloso con abundante piedra; por el hecho de estar situada sobre una zona de falla geológica, conocida como la falla geológica del Motagua, la caliza en el área de la cantera se encuentra triturada y pulverizada según el respectivo estudio geológico realizado en dicha zona y por las características establecidas por el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrológica (INSIVUMEH). El clima es cálido pues pertenece a las partes bajas del municipio de Guastatoya; el 35% aproximadamente del área de la aldea es de vocación forestal, con especies como el encino, de esas tierras están siendo usadas para fines agrícolas y pecuarios un 33%, fundamentalmente, granos básicos y animales de granja, la parte correspondiente a bosque es poco espesa.

La deforestación y el mal uso del suelo han ocasionando un alto grado de erosión cuyo impacto es de sabidas dimensiones negativas para el ambiente; los procesos que provocan dicha deforestación son en primer lugar, la extracción de madera para leña utilizada para cocinar; luego, está la destrucción del bosque para emplear los terrenos para cultivos y por último, en menor medida, está el aserrío, incendios y plagas naturales. La mayor parte del suelo de la aldea es bajo en nutrientes y por esto su uso en el aspecto agrícola se ve limitado haciendo difícil la optimización del mismo para dichos fines.

En general, la aldea por sus características geológicas al igual que gran parte del departamento al cual pertenece, es rica en piedra caliza con cualidades y cantidades que permiten la explotación y exploración en el ramo de la minería e industria afín y por esto, a ambos costados de la carretera interoceánica que conduce al Atlántico conocida como CA-9 y específicamente en el tramo del departamento El Progreso , se puede observar industria dedicada a este ramo, ya que es generadora de un alto porcentaje de empleo fundamentalmente local, partiendo de que el suelo es desarrollado sobre material volcánico, sedimentario y metamórfico es una opción viable y razonablemente adecuada para la generación de desarrollo tanto local como nacional.

3.2. Situación ambiental del área de influencia

3.2.1 Planes y programas de desarrollo

En la actualidad, la aldea Tierra Blanca no cuenta con ningún plan establecido de desarrollo, de igual manera, no se tiene conocimiento de algún programa de desarrollo por parte de la administración municipal ni del sector privado que beneficie a la comunidad; aunque si existe un comité de vecinos en la misma. En la actualidad, la aldea cuenta con una estación de servicio, y una planta dedicada al procesamiento de yeso, cal y calcio.

Se tiene conocimiento de consejos de desarrollo a nivel departamental y que integren a todas las comunidades; actualmente, el comité tradicional lo conforman el comité de feria y otras actividades de cultura y deportes de la aldea. Cabe mencionar que la aldea cuenta con el servicio de energía eléctrica proporcionado por el INDE.

3.2.2. Legislación ambiental

La legislación ambiental del área de influencia, es obviamente la misma que rige en el país sin tener algún control especial. En lo que respecta a la estación de servicio y a la pulverizadora que ahí funciona, éstas cuentan con su respectivo estudio de EIA, autorizado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN); a su vez, éstas mantienen un monitoreo y control de desechos por lo que no se ha detectado algún grado de contaminación como resultado del funcionamiento de estas.

3.2.3. Límites político-administrativo del área

La aldea tiene sus colindancias así:

- Al norte con la aldea Palo Amontonado.
- Al sur con la aldea Barranquillo.
- Al oeste con la aldea Casas Viejas.
- Al poniente con la aldea Las Morales.

En esta no existe ningún organismo público, siendo solo la representación municipal a través de la alcaldía auxiliar; todos los organismos tanto públicos como privados en su mayoría se encuentran ubicados en municipios o en la cabecera municipal del departamento El Progreso.

3.2.4. Sistema biótico

En la actualidad la aldea aun cuenta con diversidad de especies de flora así como de fauna silvestre y doméstica.

Se puede decir que existe gran variedad de flora nativa y no se cuenta con alguna especie exótica, esto según investigación en el lugar con vecinos del área así como también lo detalla Segeplan y la municipalidad en sus informes; la deforestación así como la mala utilización del suelo también ha generado en el lugar el respectivo impacto negativo en las áreas con posibilidades para la vegetación; las actividades que causan dicha deforestación son la extracción de madera para leña, misma que se utiliza domésticamente, la destrucción de vegetación para emplear los terrenos en cultivos y en menor medida se puede mencionar incendios y plagas naturales.

La vegetación es característica del lugar seco, árido y caluroso, no existen medidas adecuadas para el control de dichos recursos que busquen el resguardo de los mismos. En general la calidad del suelo no es la mas adecuada para la agricultura y es por eso que existen especies muy propias del lugar.

Las especies de flora existentes son: aceituno, almendro, achiote, amate, casuarina, bambú, duruche, cabrito, campeche, carupín, castañol, caiba, chaparrón, chaperno, chaquirro, chichipate, chico, cushin, encino, conacaste, eucalipto, flor de mico, flor de nocho, guaje, guanabo, guarumbo, guayabo, maguey, jacaranda, jaguy, lauzaena, lima, limón, llama del bosque, madre cacao, mamey, maranon, piscucun, matilisguate, plumajillo, morro, naranjillo, toronja, palo de río, palo jiote, pepenance, zarza. No existe alguna especie que se haya identificado en peligro de extinción.

En lo que corresponde a fauna, mencionamos: águila harpia, clis clis, gavilán colorado, lechuza, shara, aguilucho, gavilán de río, llorona, silbador, aguilucho, loro, perica, tacuazín, armadillo, comadreja, gavilán tijereta, azacuán, come-cacao, gavilancillo, cotorra, gavilucho, marguey, perro de agua, tecolote, codorniz, mariposa, peruchio, tepezcuintle, cabrito de monte, cucarachero, gorrión, picaflor, torogoyo, cacomiztle, cuervo, colibrí, tortuga, calandria, cutete, chacha, quebrantahuesos, talconete, halcón, rana, halcón murcielaguero, rata, murciélago, chipe iguana, conejo, gato de monte sapo, lagartija, pajuil, zorrillo, alacrán, escorpión, arana, gusanos,. En cuanto a serpientes están: mazacuata, pitón del nuevo mundo, boa real, coral, coralillo, cascabel, sabanera.

Entre especies exóticas podemos detallar a los antes mencionados: águila harpia, boa real. En cuanto a especies en peligro de extinción, se pueden establecer los peces y tortugas de río ya que éste viene muy contaminado de la cabecera municipal fundamentalmente por heces y otros residuos sólidos y líquidos de tipo industrial que recibe en su recorrido previo a su paso por la aldea.

3.2.5. Sistema hídrico

La aldea es atravesada por un río el cual se llama Guastatoya, en época de verano es relativamente seco, y no causa problema alguno a la aldea; durante el fenómeno del Mitch, considerado como un punto pico en cuanto a la crecida de éste, el río causó ciertos estragos a la aldea, estos no fueron considerados como de alto grado. Este es utilizado por vecinos para uso doméstico.

Las aguas de este río no son recomendables para el consumo humano, pues éste es contaminado principalmente por aguas negras o servidas, basura y también por residuos químicos e industriales pues por su trayecto pasa por la cabecera departamental.

En cuanto a químicos, la razón es porque no existe capacitación dirigida a los agricultores debido a la no existencia de programas orientados para tales fines, por lo tanto, el uso de éstos no es el adecuado; también, este río se contamina con basura y otros desechos resultado de la quema de ésta, que se hace sin control siendo este el resultado de la falta de un sistema de recolección municipal.

La comunidad no cuenta con drenajes por lo que los vecinos en sus viviendas hacen pozos ciegos y no contando con las técnicas y conocimientos adecuados se convierten en un foco de contaminación, no solo del río, sino también de los mantos subterráneos de agua.

La aldea, cuenta con sistema de agua potable así como pozos en ciertas viviendas; el sistema de agua potable recibe un tratamiento con cloro, pero éste es sin un sistema apropiado que permita aplicar la cantidad adecuada y recomendable para el consumo humano, ya que en ciertas ocasiones se nota el exceso del mismo pudiendo ocasionar problemas gastrointestinales y de la piel. Lo anterior genera un impacto acumulativo de deterioro no solo al ambiente sino también al ser humano.

El nivel freático se encuentra aproximadamente a 200 mts. de profundidad. Asimismo es importante acotar que el río Guastatoya en ningún momento pasa por la cantera Juan Minero pues ésta se encuentra a 30 mts. de altura aproximadamente sobre el nivel del río; en conclusión la aldea solo posee recurso fluvial, esto por dicho río.

3.2.6. Sistema lítico y edáfico

La mayor parte de los suelos de la aldea son bajos en nutrientes y desde el punto de vista genético y geológico se pueden clasificar en:

- Suelos sobre material volcánico.
- Suelos sobre material sedimentario y volcánico.
- Clases misceláneas de terreno.

Las características líticas permiten establecer que la zona y especialmente la cantera ésta asentada sobre roca caliza de donde se extraen: piedra de cal, sulfuro de potasio, calcio, manganesito, silicio. Por localizarse en zona de falla geológica la caliza se encuentra triturada y pulverizada, teniendo relativamente poco material de cobertura.

Por las anteriores características se hace muy restringida la posibilidad de que ésta sea un área habitable o agrícola, ya que las características del suelo, aunado a la topografía irregular así lo limitan. Solo el casco de la aldea relativamente plana es la habitada; sus alrededores por lo antes mencionado no dan margen para contemplarlos como adecuados y seguros para vivienda.

En cuanto a los animales, la mayoría tiene como hábitat los alrededores de la cuenca del río y propiamente en la cantera se pueden encontrar escorpiones y serpientes.

3.2.7. Cambio de usos del suelo

En cuanto a la rotación en el uso de los suelos, se puede decir que no existe, pues tal y como se indicó antes, el uso de este recurso se puede dividir en: agrícola, teniendo bien definido los cultivos y la flora con las especies ya mencionadas de manera estacionaria, y la minería por las cualidades de los suelos, siendo obviamente este uso el único para tales efectos.

3.2.8. Sistema atmosférico

La aldea, por encontrarse a un costado de la carretera hacia el atlántico, presenta cierto grado de contaminación del aire, esto debido al tránsito de vehículos livianos y pesados, que se convierten en focos móviles de contaminación, directamente por los combustibles utilizados para su funcionamiento, emanando éstos bióxido de carbono que, como es sabido, es perjudicial para el ser humano. En cuanto al polvo, actualmente es mínimo y cumple con los estándares admisibles.

En lo que respecta al ruido, igualmente la contaminación la generan los vehículos que transitan por dicha ruta, oscilando el rango entre los 80 y 90 decibeles.

Por estar en la parte baja del departamento, el clima es cálido seco, oscilando la temperatura dentro de los 24 y 39 grados centígrados.

En cuanto a la precipitación pluvial media anual, ésta es de 470 milímetros, con 44 días máximos de lluvia de manera irregular entre los meses de mayo y noviembre; siendo la humedad relativa de 67%, de acuerdo a información proporcionada por el INSIVUMEH y por la municipalidad del departamento El Progreso.

En lo que respecta a sismos, como se sabe, la aldea se encuentra ubicada sobre la Falla Geológica del Motagua, por lo que es susceptible a movimientos telúricos. El Insivumeh, reporta 3.4 sismos sensibles anuales durante los últimos 18 años y que ha su vez han oscilado entre 3 y 5.2 en la escala de *richter*, lo anterior en lo que respecta al área del progreso y por ende de la aldea.

3.2.9. Actividad socioeconómica

La actividad socioeconómica de la aldea gira alrededor de labores agrícolas, pecuarias y mineras, actualmente ya cuenta con una gasolinera; un 40% de la población activa labora fuera de la misma, y la población de ésta según datos proporcionados por el INE y obtenidos en el último censo realizado en el año 2003, es de 500 personas en total y de estas el 70% es población económicamente activa(PEA). El uso de las tierras esta dividido en agrícola y minera; teniendo poca área ociosa.

La población en su mayoría es de clase media que, como todos los estratos sociales ha sufrido los golpes de la economía nacional que ha afectado tanto al comercio como a la industria. La aldea, cuenta con alcaldía auxiliar y su respectivo comité, siendo su feria titular el 13 de junio que es el día de San Antonio desarrollando varias actividades deportivas y culturales. La aldea cuenta con escuela pública y no cuenta con ningún sitio arqueológico ni de aspecto histórico.

3.2.10. Áreas Protegidas

No cuenta con ninguna área protegida.

3.2.11. Otros ecosistemas

Todos fueron ya anteriormente detallados.

3.2.12. Factores de contaminación ambiental

La aldea es susceptible a contaminación tanto generada por las actividades de su población como por agentes externos que generen impactos extensivos.

Por las actividades de la población se puede detallar:

- Los desechos generados por la basura, impactando de manera directa negativa y extensiva en el suelo como las aguas superficiales provocando efectos que son negativos al área de influencia.

- Las aguas servidas con similares impactos a los anteriores y efectos contaminantes nocivos para el medio ambiente.

Por agentes externos:

- Los focos móviles como son los vehículos que transitan por la ruta al Atlántico contaminando el aire, generando ruido aunque en una escala aceptable y dentro de lo permisible.
- El río ya viene contaminado luego de su largo recorrido, donde recibe desechos sólidos, aguas negras, agroquímicos, generando impactos negativos que se convierten en extensivos.

4. IDENTIFICACIÓN Y VALORIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

4.1. Análisis de los impactos ambientales

A continuación se hará un análisis de los impactos ambientales que generará la puesta en operación de esta planta cementera, basándose en métodos aceptados para tales efectos, a través de establecer las acciones que puedan causar efectos ambientales sobre determinados factores ambientales.

4.1.1. Identificación de los impactos ambientales y socioeconómicos

El presente estudio dio como resultado establecer las siguientes acciones que pueden causar algún efecto al ambiente del área de influencia.

A. Modificación del régimen

- a. Alteración de la cubierta terrestre.
- b. Control del río y modificación del flujo.
- c. Ruido y vibraciones.

B. Transformación del territorio y construcción

- a. Carreteras y caminos.
- b. Líneas de transmisión, oleoductos y corredores.
- c. Emplazamientos industriales y edificios.
- d. Voladuras y perforaciones.

C. Extracción de recursos

- a. Excavaciones superficiales.
- b. Perforación de pozos y transporte de fluidos.

D. Procesos

- a. Mineralurgia.

E. Alteración del terreno.

- a. Minas abiertas.

F. Recursos renovables.

- a. Repoblación forestal.
- b. Reciclado de residuos.

G. Cambios en tráfico

- a. Automóvil
- b. Camiones.
- c. Caminos.

H. Situación y tratamiento de residuos.

- a. Situación de residuos y desperdicios mineros.
- b. Tanques y fosas sépticas, comerciales y domésticas.
- c. Emisiones de gases residuales.

I. Accidentes.

- a. Explosiones.
- b. Escapes y fugas.
- c. Fallos de funcionamiento

A continuación los factores ambientales establecidos:

A. Características físicas y químicas.

1. Tierra.

- a. Recursos minerales.
- b. Materiales de construcción.
- c. Suelos.
- d. Geomorfología.

2. Agua.

- a. Subterráneas.
- b. Calidad.
- c. Temperatura.

3. Atmósfera.

- a. Calidad (gases, partículas).
- b. Clima (micro, macro).
- c. Temperatura.

4. Procesos

- a. Erosión.
- b. Movimientos de aire.

B. Condiciones biológicas

1. Flora.

- a. Árboles.
- b. Arbustos.

2. Fauna.

- a. Pájaros (aves).
- b. Animales terrestres, incluso reptiles.
- c. Especies en peligro (extinción).

C. Factores culturales

1. Usos del territorio.

- a. Silvicultura.
- b. Pastos.
- c. Zona residencial
- d. Minas y canteras.

2. Estéticos y de interés humano.

- a. Naturaleza.

3. Nivel cultural.

- a. Estilos de vida (patrones culturales).
- b. Salud y seguridad.
- c. Empleo.

4. Servicios de infraestructura.

- a. Red de transportes.
- b. Red de servicios.
- c. Eliminación de residuos sólidos.

4.1.2. Valoración de los impactos

En este análisis se utiliza la matriz interactiva conocida como matriz de Leopold, y en la cual se conjugan las acciones que afectaran a determinados factores ambientales.

La magnitud se mide en una escala de (- 5) a (+ 5) siendo (-5) el de impacto mas negativo y (+5) el de impacto mas positivo siendo cero un impacto neutro, y las casillas en blanco no tienen ninguna relación para tal situación.

La importancia se mide en una escala de 0 a 5 siendo 0 la acción que menos importancia tiene sobre determinado factor y 5 la acción que más importancia tiene sobre dicho factor.

4.1.3. Interpretación de los impactos

A continuación se presenta la matriz de Leopold con una interpretación sencilla pero clara y eficaz de la anterior valoración que se le dió a los diferentes impactos identificados, pero antes, se detalla el significado de las siguientes abreviaturas y que se utilizan para tal análisis, como lo son:

- SB : Impacto significativo beneficioso.
- SA: Impacto significativo adverso.
- B: Impacto beneficioso.
- A: Impacto adverso.
- b: Impacto beneficioso pequeño.
- a: Impacto adverso pequeño.
- O: Impacto mensurable.
- M: Puede usarse medida correctora para reducir o evitar un impacto adverso.
- NA: El factor ambiental no es aplicable.

5. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Primeramente, se procede a identificar los riesgos y amenazas, tomando estos como base para establecer los planes de contingencia y recuperación así como el respectivo monitoreo ambiental.

5.1. Identificación de riesgos y amenazas

5.1.1. Amenazas naturales

Como se indicó en el capítulo correspondiente; el área de influencia, por sus características y por su ubicación se halla susceptible de amenazas naturales, las cuales obligan a tener medidas que ayuden a mitigar cualquier problema de este tipo.

5.1.2. Amenazas sísmicas

La aldea Tierra Blanca por el hecho de encontrarse situada dentro de la cuenca hidrográfica del río Motagua, está por ende situada sobre la falla geológica del Motagua. Lo anterior hace que el Área de influencia se encuentre con el peligro latente de sismos.

5.1.3. Amenazas volcánicas

No existe amenaza de este tipo por no existir volcán en el área.

5.1.4. Sismo

En los últimos 18 años el Insivumeh reporta 3.4 sismos/año, siendo el rango 3-5.2 en la escala *richter*.

5.1.5. Inundación

El río Guastatoya a la altura de la aldea Tierra Blanca, en época de verano es relativamente seco; en invierno este río no causa inundaciones; pues solo para el fenómeno del Mitch que causó ciertos estragos catalogados como mínimos la amenaza de inundación es casi nula, siendo el riesgo mínimo.

5.1.6. Fugas, incendios y explosiones

La planta en operación puede estar sujeta a fugas fundamentalmente de tipo líquido y esto debido a los combustibles que serian fugas o derrames de diesel o *bunker*, lo cual puede ser ocasionado por dos factores.

- Accidente.
- Mal manejo.

Los combustibles en una fuga pueden generar contaminación, incendios e inclusive explosiones.

En cuanto a incendios estos pueden ser de origen eléctrico o en el manejo de combustibles y bodega de empaque debido al material de papel. Las explosiones pueden tener su origen en los puntos anteriores. En las canteras se programarán según sea la necesidad el uso de explosivos pero de baja potencia, toda vez que su uso se hará como lo establece la ley.

5.1.7. Derrames y otros

Los derrames pueden ser de los combustibles y en el tema de la fugas se identificaron los mismos; los derrames se pueden dar en:

- La descarga.
- Manejo y conducción.
- Almacenamiento.

El manejo del agua puede generar derrames que si bien es cierto no es contaminante puede ocasionar problemas siendo un riesgo tanto para los trabajadores como el equipo y maquinaria.

5.2. Plan de contingencia

El plan de contingencia se tiene dividido en dos partes:

- 1.- Plan de contingencia para riesgos y amenazas naturales.
- 2.- Plan de contingencia para riesgos y amenazas de tipo industrial.

5.2.1. Plan de contingencia para riesgos y amenazas naturales

Ante las amenazas naturales la primera acción es educar a la población o personal de la planta; siendo que el riesgo y mayor amenaza es la actividad sísmica. Se tiene previsto lo siguiente:

- Programa de educación en el manejo de desastres naturales.
- Identificación de áreas de evacuación.
- Colocación de información sobre los pasos a seguir en caso de emergencias.
- Crear un departamento de seguridad e higiene industrial identificado con su función.

5.2.2. Plan de contingencia para riesgos y amenazas de tipo industrial

Teniendo un departamento de seguridad industrial así como un departamento de mantenimiento proactivos, se podrá manejar lo siguiente:

- Programa de concientización en el desempeño.
- Crear una brigada contra accidentes y emergencias.
- Confinar las áreas en las que se manejen combustibles.

5.3. Plan para la salud humana

El plan se circunscribe a lo siguiente:

- Normar las reglas internas de seguridad y que son generalmente aceptadas, enfocadas a reducir y eliminar:
 - Condiciones inseguras.

 - Actos inseguros.
- Obligación del uso de equipo de protección personal dentro de las instalaciones de la planta.
- Creación de una unidad de enfermería para primeros auxilios.
- Identificación de colores, pasos peatonales y áreas restringidas.
- Instalación de paneles de espuma acústica para reducción de ruidos y así disminuir este dentro de las instalaciones y al exterior de la misma.

5.4. Plan de seguridad y manejo ambiental

Este plan abarcará lo siguiente:

- Control intensivo en el manejo de combustibles y según lo establece el Ministerio de Energía y Minas a través de la Dirección General de Hidrocarburos y que se indica en el numeral correspondiente a instalar y operar depósitos de petróleo y productos petroleros para consumo propio.
- Tratamiento adecuado para el agua destinada a consumo humano.

- Construir una planta de tratamiento de aguas negras o servidas.
- Crear un sistema de clasificación de desechos sólidos; y de esta manera:
 - Identificar lo reciclable.
 - Identificar lo que se puede incinerar o vender.

De esta forma se podrá contactar a empresas que compren, reciclan y manejan residuos según su clasificación.

La empresa se compromete a:

- Reforestar alrededores de la aldea.
- Implementar un sistema adecuado de tratamiento de agua para consumo humano.

5.5. Plan de seguridad industrial

- Crear un departamento de seguridad industrial.
- Crear la brigada contra accidentes y emergencias.
- Implementar programas de educación sobre la importancia de la utilización de equipos y medidas de seguridad normadas por el departamento respectivo.
- Control semanal de funcionamiento de equipo y maquinaria coordinado por los departamentos de seguridad y mantenimiento.

5.6. Análisis de alternativas

El análisis se debe realizar desde dos puntos:

- Que sucedería si no se realizara el proyecto.

- Que sucedería si se realizara el proyecto.

Es necesario hacer mención que esta empresa tomó la decisión de instalar la planta en este lugar, debido a que IMSA es propietaria de la cantera y, por lo tanto, esto es favorable desde el punto de vista de inversión y también desde el punto de vista de la ubicación que por sus características terrestres es ideal para la obtención de las materias primas. Por lo tanto, se descarta la posibilidad de hacer este proyecto en otro lugar.

Tabla V. Tabla comparativa de análisis de alternativas

SI SE REALIZA EL PROYECTO	SI NO SE REALIZA EL PROYECTO
TIERRA	TIERRA
<ul style="list-style-type: none"> - Se darán cambios geomorfológicos; con impactos levemente beneficiosos. - Se reforestarán áreas aledañas. - Se explotará la cantera. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se darán cambios geomorfológicos. - Se mantendrá como actualmente se encuentra. - No se explotará la cantera.

AGUA	AGUA
<ul style="list-style-type: none"> - El manejo de desechos se hará con tratamientos adecuados minimizando el impacto negativo. - La empresa implementará un sistema de tratamiento de agua para consumo humano tanto en la planta como en la aldea 	<ul style="list-style-type: none"> - El agua actualmente del río es contaminada por la población y por la industria de Guastatoya. Actualmente el agua que consumen la población de la aldea no tiene un tratamiento adecuado.
ATMÓSFERA	ATMÓSFERA
<ul style="list-style-type: none"> - El humo generado por el trabajo de maquinas de la planta puede ser reducido con el mantenimiento adecuado. - Igualmente el manejo de transporte puede incrementar levemente la contaminación del aire. 	<ul style="list-style-type: none"> - La contaminación del aire se seguirá dando, pues los focos móviles que se integran por se integran por el transporte que constantemente pasa por la carretera lo mantiene aunque no en un alto grado de contaminación.
PROCESOS	PROCESOS
<ul style="list-style-type: none"> - Con la explotación de la cantera el paso del aire puede ser directo, y esto puede ser incidente. 	<ul style="list-style-type: none"> - El área sigue siendo árida. - El movimiento de aire no tendrá Alteración.

SI SE REALIZA EL PROYECTO	SI NO SE REALIZA EL PROYECTO
FLORA	FLORA
<ul style="list-style-type: none"> - En el área de la planta y de la cantera no hay flora por lo que no tendría alteración. - La empresa tiene planificado reforestar áreas aledañas. 	<ul style="list-style-type: none"> - No existe flora en el área de la cantera y de la planta.
FAUNA	FAUNA
<ul style="list-style-type: none"> - Los animales se verán afectados ya que su hábitat será alterado por los trabajos y toda la operación que conllevará el proceso de dicha planta siendo los animales terrestres los más perjudicados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los animales siguen en su hábitat sin tener ninguna alteración del mismo, ya que éste no será alterado.
USOS DEL TERRITORIO	USOS DEL TERRITORIO
<ul style="list-style-type: none"> - Se tiene destinada una área para reforestar. - El área de la cantera será productiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Seguirán ciertas áreas áridas. - Seguirá el área de la cantera ociosa

SI SE REALIZA EL PROYECTO	SI NO SE REALIZA EL PROYECTO
<p>NIVEL CULTURAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Esta se puede catalogar que es la comparación mas representativa e importante de todas pues si se instala esta planta será la forma por la que esta comunidad pueda mejorar de nivel de vida en todo el contexto pues generará empleo, aumentará la plusvalía de la misma llevando al lugar un beneficio directo a sus habitantes y como resultado al departamento El Progreso. 	<p>NIVEL CULTURAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - No habrán mas posibilidades de empleo ni de mejorar el nivel de vida del área. - Recordemos que al departamento de El Progreso no se le ha explotado toda su riqueza, siendo la minería una fuente importante de la misma, y que de no aprovecharse seguirá frenando el desarrollo de la comunidad.
<p>SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA</p>	<p>SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Con la instalación de la planta viene la introducción de servicios de mejor calidad. - La eliminación de residuos puede ser manejado con responsabilidad y monitoreado por la empresa y entes estatales. 	<ul style="list-style-type: none"> - No habrá posibilidad de llevar a la comunidad servicios que beneficien a la población. - La eliminación de desechos en la aldea no se hace de la manera adecuada.

5.7. Plan de recuperación ambiental en caso de abandono

Existe algo importante, y es que el área en donde se pretende ubicar la planta así como la cantera, se encuentra en un lugar que actualmente es solo piedra, por lo que no habrá alteración sensible. Si se diera el abandono, la planta deberá ser desarmada; en cuanto a equipo, la instalación podrá servir como bodega o ampliación para la planta procesadora de minerales que funciona desde hace varios años en el lugar.

IMSA, ofrece reforestar áreas cercanas a la aldea Tierra Blanca como una forma de buscar el equilibrio del ecosistema, siendo ésta coordinada con la municipalidad y El INAB para realizar esta labor en cualquier área del departamento de El Progreso y que ellos estimen pertinente.

5.8. Ejecutor de las medidas de mitigación

Para tales efectos la empresa creará un equipo multidisciplinario compuesto por miembros de los departamentos de:

- Seguridad industrial.
- Mantenimiento.
- Producción.

Estos departamentos, coordinados por la Gerencia Administrativa llevarán un control adecuado para la creación y desempeño de las brigadas contra accidentes y los planes y programas educativos sobre el tema. De igual manera se tendrán las inspecciones de los entes estatales respectivos.

5.9. Cronograma de ejecución

Este cronograma se refiere a los pasos que se seguirán para la aplicación de las medidas de mitigación y monitoreo ambiental:

- Si se detecta algún problema se notificara inmediatamente al comité contra accidentes.
- El comité contra incendios siempre estará retroalimentando los programas educativos para enfrentar amenazas naturales e industriales.
- El comité contra accidentes al detectar cualquier problema, coordinara lo respectivo y aplicara el plan de contingencia anteriormente coordinado.
- El comité contra accidentes coordinara con los departamentos de seguridad industrial y mantenimiento.
- Si se abandonara la fabrica, se aplicara el plan de recuperación ambiental.
- El programa de monitoreo ambiental se cumplirá a cabalidad.

5.10. Programa de monitoreo ambiental

- Se harán monitoreos mensuales del impacto operativo de la planta sobre el área de la comunidad. Esta información se cruzará con el seguimiento del funcionamiento del equipo y la maquinaria.
- Se tiene proyectado que una empresa auditora realice dos monitoreos por año y así supervise y certifique tal situación.
- Se mantendrán reuniones constantes con el comité de la aldea, y así poder mantener la comunicación y darse la retroalimentación adecuada.
- El estado también realizará sus respectivas supervisiones, tal y como lo establece la ley.

5.10.1. Tipo de proyecto y actividad o proceso objeto del monitoreo

El monitoreo se hará a:

- El equipo y maquinaria de la planta.
- Manejo de desechos sólidos y líquidos.
- Mediciones de humo, ruido y previsión de fugas.
- Control sobre la flota de transporte particular.

5.10.2. Frecuencia del monitoreo

El monitoreo propio, se hará mensualmente, exceptuando la revisión de equipo y maquinaria ya que el departamento de mantenimiento y el de seguridad realizarán control constante.

El monitoreo externo lo realizará una empresa especialista en el área y ésta se hará dos veces por año. La supervisión estatal es variable a discreción de los entes reguladores correspondientes.

5.10.3. Entidades responsables de la realización de los análisis de calidad

Los análisis se harán por tres fuentes:

- 1.- A nivel interno.
- 2.- A nivel externo, actualmente se tiene ofertas y platicas con tres empresas certificadas en el tema.
- 3.- A nivel estatal:
 - Ministerio de Energía y Minas.
 - Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

6. OPINIÓN DE LA POBLACIÓN CON REFERENCIA AL PROYECTO

6.1. Encuestas

Es importante en la fase de preinversión de cualquier proyecto, considerar y tomar en cuenta la opinión de la población, de la comunidad en la cual se tiene proyectado instalar y poner a operar determinada planta o proyecto. Es por esta razón, que a continuación se detalla el modelo de la encuesta que se utilizó para recavar información de la comunidad, con el fin de obtener sus impresiones y sus comentarios con respecto a la instalación de esta fábrica en la aldea. Dicha encuesta fue lo más sencilla, pero a su vez, lo más directa posible. La muestra de la población encuestada fue de 78 personas productivas y vecinas del lugar. A continuación el modelo.

ENCUESTA A LA COMUNIDAD

Departamento:_____

Municipio:_____

Aldea:_____

Fecha:_____

1.- ¿Cree usted que sea necesario la existencia de mas fuentes de trabajo, en el área?

SI_____

NO_____

2.- ¿Es importante, que exista un programa de reforestación para toda el área del departamento?

SI_____

NO_____

3.- ¿Cree que le afectaría a la aldea la instalación de una planta procesadora de cemento, en los alrededores de la aldea?

SI_____

NO_____

4.- ¿Será necesario que exista un mejor tratamiento del agua para consumo humano de la comunidad?

SI_____

NO_____

5.- ¿Si una nueva planta industrial que fuera cuidadosa del ambiente y de sus vecinos, se instalará a inmediaciones de la aldea, estaría de acuerdo?

SI_____

NO_____

6.2. Tabulación de la información

La población de la aldea Tierra Blanca es de 500 personas; la población económicamente activa es de 350 personas y se tomó una muestra para investigar sobre la opinión de ellos en cuanto a la instalación de esta planta, la muestra encuestada fué de 78 personas y se utilizó el siguiente método para dicho cálculo:

Este calculo se realizó para un 10% de error y un 95% de confianza.

N= Población.	$n= N / (1 + Ne^2)$
n= Muestra	$n= 350 / (1 + 350 * e^2)$
	n= 78 personas.

A continuación se presentan las gráficas respectivas de los resultados por pregunta.

CONCLUSIONES

- 1.- El desarrollo de este tipo de estudios, permite establecer si existirá un mejoramiento del nivel de vida de la comunidad, con la instalación en sus alrededores de una planta que, como esta, generará empleo para la población del lugar.
- 2.- El presente estudio de EIA nos permite establecer que la puesta en operación de esta planta de cemento, tendrá un balance positivo en cuanto al impacto socioeconómico y ecológico generado a la aldea Tierra Blanca, siendo por lo tanto no significativo.
- 3.- El balance entre beneficios y adversidades que generará esta planta está inclinado al lado beneficioso, lo cual puede verificarse en el tema de análisis de alternativas en la página 58 de este trabajo de graduación, en donde se detalla el comparativo entre que pasaría:
 - Si no se realiza el proyecto.
 - Si se realiza el proyecto

4.- El plan de acción de control ambiental se coordinará por un grupo técnico de las diferentes unidades económico-productivas de la empresa, realizando las mismas evaluaciones y monitoreos mensuales de:

- Equipo y maquinaria.
- Agua potable.
- Desechos sólidos y líquidos.

Se coordinará contar con una empresa particular y especialista en materia del medio ambiente, realizando esta dos monitoreos por año.

5.- Las características ambientales del área de influencia, se catalogan como de una fragilidad ambiental con grado medio, lo cual es causado por la propia comunidad así como por la industria y comunidades vecinas. En cuanto al nivel socioeconómico, hacen falta generadores de trabajo siendo un nivel medio con pocas oportunidades locales, lo que los obliga a emigrar.

6.- El principal riesgo natural de la comunidad es el común denominador del departamento, esto es, la actividad sísmica; aunque el promedio en los últimos 18 años ha sido de 3.4 sismos/año, con un rango de 3-5.2 en la escala de *richter*. Por estar situada sobre la falla del Motagua es un riesgo latente. El riesgo industrial mayor se concentra en la parte operativa en cuanto a manejo de maquinaria y equipos así como manejo de combustibles.

- 7.- Las medidas de mitigación se analizarán de la siguiente manera:
- Identificar los riesgos y amenazas tanto naturales como industriales.
 - Establecer el plan de contingencia.
 - Establecer un plan para la salud humana.
 - Plan de seguridad y manejo ambiental.
 - Plan de seguridad industrial.
 - Análisis de alternativas para establecer la situación preoperación y en operación del proyecto.
 - Finalmente, se programarán los responsables de manejar tales medidas.

RECOMENDACIONES

- 1.- La situación ambiental del área de influencia, actualmente está siendo deteriorada, fundamentalmente por el río Motagua, razón por la que es imprescindible realizar un monitoreo de esta situación y tomar un plan de acción que realmente mitigue y resuelva este problema, realizando un trabajo de conjunto que involucre al gobierno central e iniciativa privada.
- 2.- Es importante generar empleo para las comunidades ubicadas en gran parte del departamento El Progreso y que, por sus características líticas reduce el uso de la tierra, obligando a éstas a buscar otros lugares que les permita su desarrollo el cual muchas veces no llena las expectativas del trabajador.
- 3.- Es necesario que el monitoreo ambiental que se realice al área de influencia y a la operación de la planta sea efectivamente constante, para que, de esta manera el control permita reducir o prever cualquier amenaza y a su vez proponer mejoras a la misma.
- 4.- El camino por donde circulará el transporte de extracción, tanto de la cantera como de la planta, será diseñada con sistema adecuado de drenajes con el fin de prever y evitar cualquier posible acumulamiento de agua en dicha ruta, principalmente en invierno. Igualmente, se considerará el riego por aspersion de dicha ruta con el fin de minimizar la contaminación por el polvo que se generará con el paso del transporte especialmente en verano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1

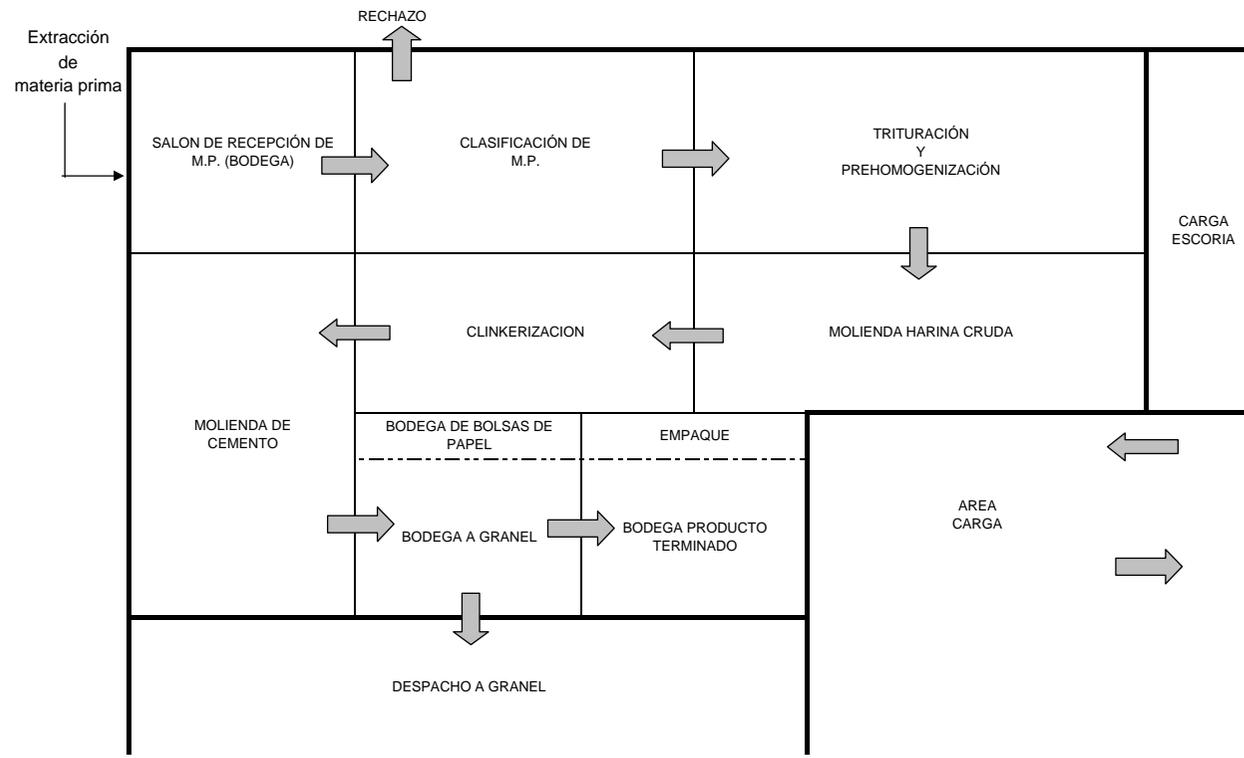
Instituto Geográfico Nacional. **Diccionario geográfico.** (Guatemala) p. 77, 2do. Párrafo, 2003.

2

Departamento de estadística. **Informe económico.** Banguat. 2003

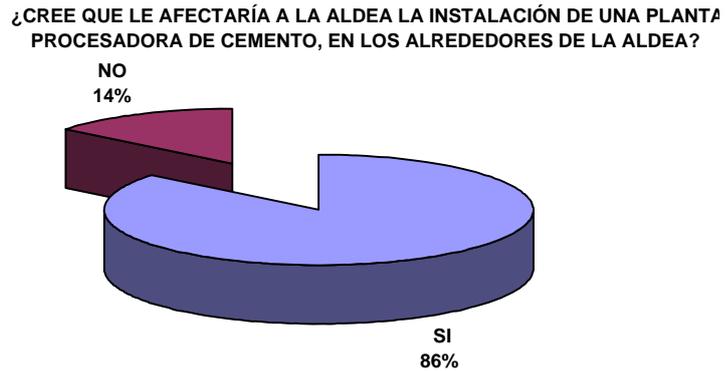
BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Banco de Guatemala, Departamento de Estadística. **Informe económico.** 2002 y 2003.
- 2.- Canter, Larry W. **Manual de evaluación de impacto ambiental.** 2ª. Edición. Madrid. Mc graw hill. 1998. 863 pp.
- 3.- Estevan Bolea, Maria Teresa. **Las evaluaciones de impacto ambiental.** Madrid. Cifca. 1976.
- 4.- Industria Minera San Antonio. **Estudio de factibilidad.** El Progreso, Guatemala. 2002.
- 5.- Instituto Geográfico Nacional. **Diccionario geográfico.** Guatemala. 2003.
- 6.- Instituto Nacional de Estadística. **Informe censo 2003.** Guatemala.
- 7.- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. **Reglamento sobre estudios de evaluación de impacto ambiental.** Guatemala. 2002
- 8.- Municipalidad de Guastatoya, El Progreso. **Informe socioeconómico departamental.** 2002 y 2003.
- 9.- Samuels, Sydney Alexander. **Apuntes sobre preparación y evaluación de proyectos 1.** Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1994. 74 pp.
- 10.- Secretaría General de Planificación. **Informe socioeconómico departamento El Progreso.** 2002 y 2003.
- 11.- Torres, Sergio Antonio. **Ingeniería de plantas.** Guatemala. 134 pp.
- 12.- William K. Hodson. **Manual del ingeniero industrial.** 4ª. edición. Vol II México. Mc Graw Hill. 1996. 13.3- 13.157



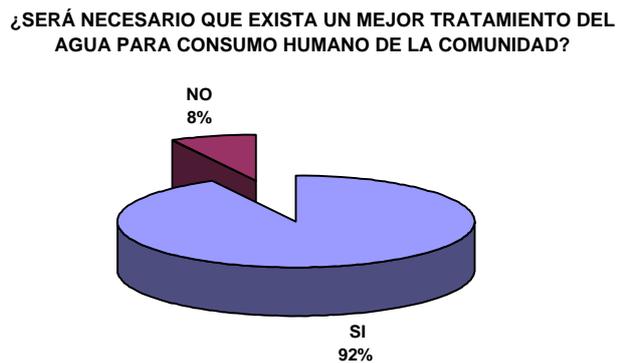
GRÁFICAS DE LA ENCUESTA REALIZADA A LA COMUNIDAD

Figura 10. Gráfica de las respuestas a la pregunta 3



Esta figura muestra el pensamiento de los pobladores, que al no tener conocimiento de cómo funcionaría una planta que se instale en su comunidad, la ven como un problema para la misma así también para su estilo de vida. El 86% cree que podría afectarles .

Figura 11. Gráfica de las respuestas a la pregunta 4



Esta figura muestra que la población busca la forma de obtener un mejor servicio en materia de agua potable que llene los requisitos mínimos para su consumo, y lo catalogan como una necesidad prioritaria.

