

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

Facultad de Ciencias y Humanidades  
Departamento de Ingeniería Industrial

Optimización del Proceso de Destrucción y Eliminación de  
Desechos Sólidos de una Empresa Farmacéutica

Guatemala, 2001



**Optimización del Proceso de Destrucción y Eliminación de  
Desechos Sólidos de una Empresa Farmacéutica**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

Facultad de Ciencias y Humanidades  
Departamento de Ingeniería Industrial

Optimización del Proceso de Destrucción y Eliminación de  
Desechos Sólidos de una Empresa Farmacéutica

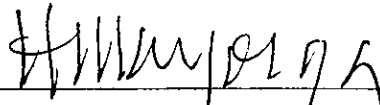
Mario R. Hidalgo Medina

Trabajo de graduación presentado para optar  
al grado académico de Ingeniero Industrial

**BIBLIOTECA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

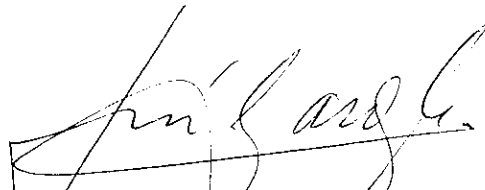
Guatemala, 2001

## Terna de Examen de Graduación



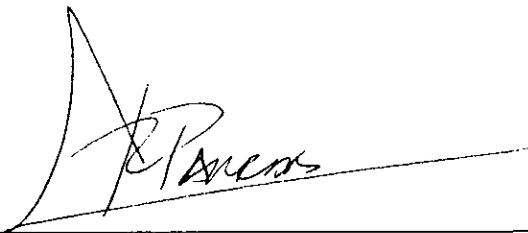
---

Ing. Héctor Mayorga Samayoa  
Asesor



---

Ing. José Joaquín Garoz Cabrera  
Director del Departamento de Ingeniería  
Mecánica e Industrial U.V.G.



---

Ing. Carlos Roberto Paredes de la Vega  
Catedrático de la U.V.G.

Fecha de aprobación: 28 de marzo, 2001.

## INDICE

	Página No.
I. INTRODUCCION.....	1
II. ANTECEDENTES .....	2
A. Empresa McCabe.....	2
B. Generación y Gestión de los Residuos Sólidos.....	2
C. Programa para la Administración de Riesgos.....	4
III. HIPOTESIS.....	11
IV. ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS: PROCESO DE DESTRUCCIÓN Y ELIMINACIÓN DE LOS DESECHOS SOLIDOS.....	12
A. Contexto Organizacional.....	12
1. Política Ambiental de McCabe.....	12
2. Política de Seguridad Industrial de McCabe.....	12
3. Criterios de riesgo de McCabe.....	13
4. Desechos sólidos generados y tratamiento actual.....	14
5. Diagrama del flujo de proceso (actual).....	16
B. Identificación de Riesgos.....	18
C. Análisis de Riesgos.....	19
D. Evaluación de Riesgos.....	21
E. Tratamiento.....	21
1. Evaluación de opciones.....	23
2. Estudio Costo – Beneficio.....	32
3. Implementación del Plan de Acción.....	32
F. Control.....	35
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	36
VI. CONCLUSIONES.....	37
VII. RECOMENDACIONES Y COMENTARIOS.....	38
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	40
IX. ANEXOS.....	41

# I. INTRODUCCIÓN

La Planta Farmacéutica McCabe genera desechos sólidos en cantidades significativas, que provienen del proceso de producción, tales como mermas, producto utilizado en las mediciones de producción y control de calidad, así como de los materiales de producción rechazados que no son devueltos al proveedor, de los recipientes en que se reciben los materiales de producción, entre ellos cajas de cartón de corrugado, toneles plásticos, bolsas plásticas, etc.

Por razones de Buenas Prácticas de Manufactura, algunos desechos sólidos tales como productos semi-terminados y terminados, que no cumplen con los estándares de calidad, deben ser pulverizados antes de su disposición final, para evitar el riesgo de un mal uso. Para destruirlos se utiliza un molino de martillos, el cual es inadecuado, ya que produce nubes de polvo que se mantienen en suspensión en el medio ambiente y, además, exponen la seguridad del colaborador asignado a la tarea de destrucción y de terceros que prestan el servicio de recolecta de residuos sólidos.

Uno de los principios más importantes de la empresa en gestión consiste en preservar los recursos naturales, producir de forma segura y ocasionar las mínimas cargas de contaminantes al medio ambiente.

En tal sentido, por medio de la aplicación de principios de seguridad industrial y de protección al medio ambiente, el proyecto de *Optimización del Proceso de Destrucción y Eliminación de los Desechos Sólidos para una empresa Farmacéutica*, tiene como propósito disminuir la contaminación ambiental, que es generada por los polvos en la destrucción de algunos desechos sólidos y a través de la eliminación de los residuos, contribuyendo con ello también, a mejorar las condiciones laborales en el área destinada a la destrucción de sólidos, para evitar repercusiones de salud a quienes están expuestos al proceso actual de destrucción.

Con el objeto de proteger la confidencialidad de la empresa, se utilizó el nombre de McCabe para sustituir el nombre original. Igualmente el nombre de sus productos, materias primas y materiales de empaque serán alterados por solicitud de la misma.

Posterior al proyecto, se evidenciará la importancia de la implementación de un programa de seguridad industrial y del sistema de gestión medioambiental en las industrias, así como también los beneficios adquiridos por medio de su aplicación.

## II. ANTECEDENTES

### A. Empresa McCabe

McCabe es una empresa farmacéutica, orientada al consumidor en productos de automedicación en los segmentos de analgésicos, antigripales, antiácidos, vitaminas, entre otros.

Las actividades de producción se realizan en la planta ubicada en la ciudad de Guatemala, las cuales se ejecutan basándose en los estándares de calidad establecidos por GMP (por sus siglas en inglés: Buenas Prácticas de Manufactura.)

Uno de los principios más importantes de la empresa en cuestión, consiste en preservar los recursos naturales, producir en forma segura y ocasionar las mínimas cargas de contaminantes al medio ambiente.

### B. Generación y Gestión de los Residuos Sólidos

Con el propósito de una mejor interpretación por parte de los lectores, a continuación se presentan algunos términos básicos relacionados con la generación y gestión de los desechos sólidos.

Un residuo es toda sustancia carente de valor para su poseedor. Son residuos industriales aquellos que directa o indirectamente se generan en la actividad industrial; y residuos industriales especiales, los que en razón de su composición requieren métodos de tratamiento y disposición especiales. Los residuos sólidos se clasifican en:

1. **Inertes:** Residuos sin riesgos o con riesgos mínimos para el medio ambiente y que pueden utilizarse de relleno en zonas adecuadas; fundamentalmente son chatarras, hongos inertes, vidrios y, en general, todos aquellos que no necesitan tratamiento previo a su disposición en el medio receptor.
2. **Asimilables a urbanos:** Son aquellos que se producen en las industrias; usualmente son restos de comida, trapos, telas, papeles y plásticos en general, pueden ser dispuestos con las basuras urbanas.
3. **Especiales:** Son residuos que no se incluyen en los apartados anteriores y que, en general, por su composición son potencialmente contaminantes, requieren un tratamiento previo a su disposición y éste debe efectuarse bajo condiciones especiales.

En las actividades de producción de la Planta McCabe se generan únicamente residuos asimilables a urbanos, por esta razón, se limitará a describir las primeras dos clasificaciones.

La denominación de residuo, además de atender al método de disposición, considera un producto que carece de valor para su dueño porque:

- Está muy sucio o deteriorado.

- Está fuera de especificaciones.
- Es un subproducto inutilizable.
- Carece de aplicación en el momento de decidir su disposición.

## **Gestión de Residuos Industriales**

El planteamiento del proceso de los residuos industriales, comprende las siguientes fases:

### **1. Generación**

Producción de residuos por parte de una industria a partir de su proceso productivo.

### **2. Almacenamiento y pre-recogida**

Una fase de importancia para la gestión de los residuos industriales, es el almacenamiento de forma adecuada y en lugares apropiados. Se entiende por almacenamiento el depósito de residuos de forma tal que no constituya eliminación o aprovechamiento de los mismos.

En general los residuos industriales inertes y asimilables a urbanos se deben disponer en contenedores para evitar su arrastramiento con las aguas de lluvia o su esparcimiento. El almacenamiento en estos contenedores facilita la posterior recogida y transporte.

### **3. Recogida**

La recogida de los residuos industriales asimilables a urbanos, se puede realizar de forma conjunta con los residuos domiciliarios. Pero, no obstante, la Administración Municipal podrá excluir del Servicio de Recogida de Basuras, cualquier producto de residuos asimilables que por su situación o por las cantidades generadas, pudiera dificultar dicha recogida.

### **4. Transporte**

Es el trayecto efectuado desde la recogida hasta poner los residuos en disposición de ser tratados. Los vehículos que se utilizan para transportar esos residuos son camiones volquetes o porta contenedores.

### **5. Tratamiento y eliminación**

Se entiende por tratamiento a las operaciones cuya finalidad es reducir o anular la toxicidad y demás características de la peligrosidad para la salud humana y el medio ambiente, así como facilitar el transporte, almacenamiento, eliminación y recuperación de los recursos contenidos en los residuos.

La eliminación es todo proceso que no implique la recuperación de los residuos, como es el vertido controlado, la incineración sin recuperación de energía, la inyección profunda y directa en el subsuelo, etc.

Los residuos industriales inertes y asimilables urbanos deben tratarse y eliminarse en vertederos sanitariamente controlados, conjuntamente con las basuras domiciliarias.

## 6. Recuperación

La recuperación es todo proceso industrial cuyo objeto es el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos ya sea en forma de materias primas o energía.

## C. Programa para la Administración de Riesgos

Para el desarrollo del estudio en gestión se utilizará un Programa de Administración de Riesgos, el cual es un método lógico y sistemático para identificar, analizar, evaluar, tratar, controlar y comunicar riesgos asociados con cualquier actividad, función o procesos en una forma que permita a la organización minimizar pérdidas y maximizar oportunidades.

### Definiciones:

- **Riesgo:** la posibilidad de que pase algo que tenga un impacto negativo sobre personas, bienes u objetos. Es un medio en términos de viabilidad de ocurrencia y severidad de sus consecuencias.
- **Peligro:** fuente potencial de daño o situación con potencial de causar pérdida.
- **Pérdida:** cualquier consecuencia negativa, financiera o de otro tipo.
- **Probabilidad:** la posibilidad de un resultado específico, medido por la relación entre resultados específicos y el número total de resultados posibles. La probabilidad se expresa como un número entre 0 y 1, indicando 0 un resultado imposible y 1 la certeza indiscutible de un resultado.
- **Frecuencia:** una medida estadística expresada como el número de ocurrencias de un evento en un tiempo dado.
- **Viabilidad:** descripción cualitativa de probabilidad y frecuencia.
- **Severidad:** medida de la magnitud de las consecuencias de un evento.
- **Consecuencia:** el resultado de un evento o situación expresada cualitativa o cuantitativamente, pudiendo ser una pérdida, lesión o desventaja.

- **Evento:** un incidente o situación que ocurre en un espacio particular durante un intervalo particular de tiempo.
- **Identificación de riesgos:** es el proceso de determinar qué puede ocurrir, cuándo, cómo, dónde y por qué.
- **Análisis de riesgos:** es el uso sistemático de la información disponible para determinar la frecuencia potencial de ocurrencia de eventos específicos y la magnitud de sus consecuencias posibles.
- **Evaluación de riesgos:** es el proceso utilizado para determinar las prioridades en la administración de riesgos o través de la evaluación y comparación del nivel de riesgo contra normas predeterminadas, niveles objetivo de riesgo u otros criterios.
- **Tratamiento de riesgos:** es la selección e implantación de opciones apropiadas para la confrontación y manejo de los riesgos.
- **Control:** inspección, supervisión, observación crítica, registro del progreso de una actividad, acción o sistemas en forma regular y ordenada, con el fin de identificar los cambios ocurridos.
- **Control de riesgos:** parte de la administración de riesgos que involucra la provisión de políticas, normas y procedimientos para eliminar, evitar o minimizar los riesgos adversos que confronta la empresa.
- **Riesgo residual:** porción de riesgo remanente, después de haberse tomado las medidas de reducción de riesgo.

El proceso de la administración de riesgos es la siguiente (vea el diagrama en Anexo No. 1):

#### 1. Describir el Contexto Organizacional de la Empresa McCabe

La acción a tomar para el tratamiento de un riesgo identificado y la escala de tiempo de corrección dependerá según los criterios de riesgo definidos por la organización (vea la Tabla No. 1), así como también, de sus políticas de seguridad y de protección al medio ambiente.

**Tabla No. 1**  
**Criterios de Riesgo utilizados por la Organización McCabe.**

Nivel de riesgo	Acciones a tomar y escala de tiempo
Trivial	No se requiere tomar acciones ni mantener registros que documenten el riesgo.
Tolerable	No se requiere controles adicionales. Debe considerarse una solución o mejora económica que no recargue los costos. Debe realizarse monitoreo periódico para garantizar que los controles actuales sean mantenidos.
Moderado	Deben realizarse esfuerzos para reducir el riesgo, pero los costos de prevención deben ser medidos cuidadosamente y deben ser limitados. Las medidas de reducción de riesgo deben ser implantadas dentro de un período determinado de tiempo. Cuando un riesgo moderado se asocia a una consecuencia importante, una evaluación posterior puede ser necesaria para establecer con mayor precisión la viabilidad del riesgo como base para determinar la necesidad de medidas de controles especiales.
Substancial	No debe realizarse ningún trabajo hasta que el riesgo haya sido reducido. Puede ser necesario asignar una cantidad importante de recursos para reducir el riesgo. Si el riesgo involucra trabajo en progreso, las medidas deben ser tomadas en forma urgente.
Intolerable	El trabajo no debe ser iniciado o continuado hasta que el riesgo haya sido reducido. Si no es posible reducir el riesgo, aún con recursos ilimitados, esta actividad debe ser prohibida.

**Descripción del Proceso:** para asegurar que los riesgos significativos de una etapa del proceso no se pasen por alto, el proceso se debe dividir en una serie de elementos (preferiblemente por medio de un diagrama de flujo de proceso) que proveerá un marco de referencia para identificación y análisis de los mismos.

## 2. Identificación de riesgos

¿Qué, cómo y por qué?

Debe elaborarse una lista que contenga todos los eventos que puedan afectar cada elemento de la estructura previamente establecida. Posterior a esta lista, es necesario considerar las posibles causas y escenarios.

## 3. Análisis de riesgos

Los riesgos se analizarán al combinar estimaciones cualitativas de viabilidad y consecuencias dentro el contexto de las medidas de control existentes. Así se establecerá el nivel de riesgo (vea las Tablas No. 2 y 3.)

El objetivo del análisis es calificar los riesgos, separar los riesgos mayores de los menores y, al mismo tiempo, proporcionar cierta información para su evaluación y tratamiento.

**Tabla No. 2**

**Medidas cualitativas de viabilidad utilizadas por la organización McCabe.**

Nivel	Calificación	Descripción
A	Casi seguro	<ul style="list-style-type: none"> <li>El evento se espera que ocurra casi siempre.</li> </ul>
B	Probable	<ul style="list-style-type: none"> <li>El evento ocurrirá en la mayoría de ocasiones.</li> </ul>
C	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>El evento debiera ocurrir en algún momento.</li> </ul>
D	Poco probable	<ul style="list-style-type: none"> <li>El evento podría ocurrir en algún momento.</li> </ul>
E	Improbable	<ul style="list-style-type: none"> <li>El evento ocurrirá sólo bajo circunstancias extraordinarias.</li> </ul>

**Tabla No. 3**

**Medidas cualitativas de consecuencia o impacto utilizadas por la organización McCabe.**

Nivel	Calificación	Descripción
1	Insignificante	<ul style="list-style-type: none"> <li>No existen lesiones.</li> <li>Pérdidas financieras bajas.</li> </ul>
2	Menor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tratamiento de primeros auxilios.</li> <li>Derrame contenidos inmediatamente.</li> <li>Pérdidas financiera medianas.</li> </ul>
3	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requerimiento de tratamiento médico.</li> <li>Derrame interno contenido sin asistencia externa.</li> <li>Pérdida financiera grande.</li> </ul>
4	Importante	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lesiones extensas.</li> <li>Pérdida de capacidad de producción.</li> <li>Derrame externo sin efectos.</li> <li>Pérdidas financieras muy grandes.</li> </ul>
5	Catastrófico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muerte.</li> <li>Derrame tóxico externo con efectos.</li> <li>Pérdidas financieras enormes.</li> </ul>

Una vez analizados, los riesgos se trasladarán hacia la "Matriz de Riesgos". Esta permitirá una fácil visualización de los mismos y de su posición relativa y absoluta.

#### 4. Evaluación de riesgos

Se compara el nivel de riesgo encontrado durante el proceso de análisis, contra criterios de riesgo previamente establecidos, y se determina si el riesgo es o no aceptable.

El nivel de riesgo aceptable será establecido por las personas asignadas, con base en las políticas y normas de seguridad e higiene de la empresa. Este nivel de riesgo será indicado con una línea divisora sobre la "Matriz de Riesgos" (vea la Tabla No. 4.)

El resultado de una evaluación de riesgos es una lista priorizada de los riesgos que deben ser tratados.

**Tabla No. 4**  
**Matriz de Riesgos utilizada por la organización McCabe.**

<b>A</b> Casi seguro	Substancial	Substancial	Intolerable	Intolerable	Intolerable
<b>B</b> Probable	Moderado	Substancial	Substancial	Intolerable	Intolerable
<b>C</b> Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Substancial	Intolerable
<b>D</b> Poco probable	Trivial	Trivial	Moderado	Substancial	Intolerable
<b>E</b> Improbable	Tolerable	Trivial	Trivial	Moderado	Substancial
Viabilidad	1 Insignificante	2 Menor	3 Moderado	4 Importante	5 Catastrófico
<b>Consecuencias</b>					

Si los riesgos se encuentran dentro de las categorías bajas o aceptables pueden ser aceptados con tratamiento mínimo posterior. De lo contrario, debe considerarse efectuar un proceso de tratamiento de riesgos.

## 5. Tratamiento de riesgos

Se identifican las opciones para tratar el riesgo, se evalúan, se preparan planes de tratamiento, y se implementa el plan de tratamiento.

Las opciones generalmente pueden ser:

### a. Evadir el riesgo

Se tomará una decisión informada de no involucrarse en una situación de riesgo porque:

- Es preferible otra opción con menor riesgo.
- Existe negligencia.
- No existe posibilidad de confrontar el riesgo.
- Existe indecisión.

## **b. Aceptar el riesgo**

Se tomará una decisión informada y fundamentada de aceptar la viabilidad y las consecuencias de un riesgo en particular, y hacerse responsable por ellas.

De ser aceptado un riesgo, se debe contar con un plan de financiamiento de consecuencias.

## **c. Reducir la viabilidad y consecuencias de ocurrencia**

La reducción de riesgo se efectuará a través de la aplicación selectiva de principios, sistemas, métodos, procedimientos y acciones técnicas. La reducción puede enfocarse en la viabilidad de ocurrencia, en la severidad de sus consecuencias, o en ambas.

## **d. Transferir el riesgo**

Se desviará la responsabilidad o carga de pérdida a otros, a través de la legislación, contratación, aseguramiento u otros medios. De la misma manera, el riesgo puede transferirse físicamente a otra ubicación.

## **e. Retener el riesgo**

Consiste en la conservación, intencional o no, de la responsabilidad por las pérdidas de material, humana y por la carga o pérdida financiera dentro de la organización.

Riesgos no identificados, no tratados o transferidos apropiadamente, pueden dar lugar a una retención de riesgo desapercibida. Independientemente de ésta, la existencia de riesgo residual es normal en muchos casos.

**Evaluación de opciones:** se evaluarán las opciones con base en la extensión de la reducción de riesgos y la extensión de beneficios y oportunidades creadas.

**Elaboración de planes de tratamiento:** los planes de tratamiento deberán ser documentados, en este punto se describirá cómo será implantada la opción seleccionada, identificar responsabilidades, fechas, el resultado esperado, presupuesto, medidas de desempeño y métodos de evaluación.

**Implementación del plan de tratamiento:** los planes serán conducidos por aquellos colaboradores más aptos para controlar el riesgo. Las responsabilidades deben ser acordadas y bien comprendidas por todas las partes involucradas.

## 6. Control

Se propondrá un programa de control para determinar si las prioridades deben o no ser alteradas debido a circunstancias cambiantes, ya que pocos riesgos permanecen estáticos.

### Herramientas de la Administración de Riesgos

Con el objeto de llevar una adecuada documentación en el proceso de administración de riesgos, se utilizan los siguientes formularios:

- **Catálogo de Riesgos** (vea el Formato en el Anexo No. 2): Se especifica quien o quienes realizarán el análisis de riesgo, el área o proceso a analizar, la fecha y la cantidad de páginas.

En la primera y segunda columna se enumeran y describen correlativamente las operaciones del proceso que pudieran representar peligros potenciales o existentes (preferiblemente por medio de un diagrama de flujo de proceso); luego se determinan las causas de los mismos y sus efectos globales (pérdidas humanas, financieras, de activos, tiempo productivo, etc.), y por último, se especificará el grado de severidad (s) y viabilidad (v) según las medidas cualitativas enumeradas al final del formato.

- **Catálogo de medidas** (vea el Formato en el Anexo No. 3): Se complementan los datos en la parte superior del formato.

Se complementa la información en las primeras tres columnas con los datos obtenidos en el formato anterior (la matriz es la combinación de severidad y viabilidad.) Posteriormente, tomando en consideración los criterios de riesgos, se recomienda las medidas correctivas a tomar junto con el grado de severidad y viabilidad al cual se desea llegar. Finalmente, se menciona el responsable de ejecutar las medidas correctivas y la fecha de cumplimiento.

### **III. HIPOTESIS**

La aplicación de los principios de seguridad industrial y de protección al medio ambiente minimiza las pérdidas y maximiza las oportunidades en el proceso de destrucción y eliminación de los desechos sólidos en la Planta McCabe.

## **IV. ADMINISTRACION DE RIESGOS: PROCESO DE DESTRUCCION Y ELIMINACION DE LOS DESECHOS SOLIDOS**

### **A. Contexto Organizacional**

#### **1. Política Ambiental de McCabe**

El objetivo de la organización McCabe es llevar a cabo sus operaciones de forma tal que el riesgo de que ocurra un accidente o daño al medio ambiente sea mínimo y, al mismo tiempo, lograr que sus productos sean de alta calidad y cumplan con los requisitos, necesidades y expectativas de sus clientes. La empresa, por lo tanto, está comprometida a cumplir con las siguientes responsabilidades:

- Generar alternativas económicas, ecológicas y socialmente sostenibles para el uso de los recursos naturales.
- Todos los riesgos medioambientales de la organización serán considerados en los proyectos de inversión, a través de la adecuada planeación ambiental.
- McCabe se compromete con el mejoramiento continuo, aceptando la responsabilidad por el impacto medio ambiental de sus operaciones y productos, a través del manejo efectivo de:
  - Las emisiones atmosféricas
  - El cumplimiento con los permisos y regulaciones de descargas de efluentes.
  - El manejo de desperdicios líquidos y sólidos.
  - El manejo de las operaciones de los productos químicos.
- Proveer a los colaboradores, al público en general y a las autoridades reguladoras con la información relevante relacionada con los impactos potenciales de sus operaciones.
- Mediante el uso de evaluaciones ambientales internas, medir el desempeño y el logro de los objetivos y metas para, así, cumplir no solamente con el buen manejo de los aspectos medio ambientales identificados y la legislación, sino también para establecer una buena calidad ambiental.

#### **2. Política de Seguridad Industrial de McCabe**

Es política de McCabe conducir sus actividades en forma que proteja la seguridad y salud de sus empleados, de los terceros involucrados en las operaciones de la empresa, de los clientes y del público general. McCabe hará lo posible por prevenir todos los accidentes, daños y enfermedades ocupacionales a través de la participación activa de cada uno de sus empleados. McCabe está comprometida a hacer esfuerzos continuos para identificar, eliminar o manejar riesgos de seguridad asociados con sus actividades.

La seguridad se extiende en tres áreas importantes: personal de la empresa, productos y clientes, y público en general. Esta política se aplica a dichas áreas vitales por los siguientes medios:

- Desarrollo y aplicación de normas de seguridad, tanto para las instalaciones de producción (equipo, herramientas, métodos de trabajo y dispositivos de seguridad), así como para los productos, basado como mínimo en las ordenanzas, reglamentos, normas legales y voluntarias que sean de aplicación.
- Inspecciones de seguridad que localicen los posibles peligros, tanto en las actividades de producción como en los productos. Los embalajes, etiquetas e instrucciones estarán diseñadas para reducir los peligros al mínimo o advertir a los usuarios de los que sean inherentes al producto.
- Investigación de accidentes para determinar su causa y evitar su repetición.
- Análisis de los registros y causas de los accidentes, a fin de determinar la tendencia de éstos y tomar acción correctiva.
- Formación y adiestramiento en los principios y técnicas de seguridad. Instrucción de seguridad en el trabajo, impartida por el supervisor, encaminada a desarrollar nuevos procedimientos seguros, promover el seguimiento y la motivación general.
- Desarrollo de Planes de Emergencias y Planes de Evacuación para el control de pérdidas.
- Dotación de equipo de protección personal.
- Estudios de higiene industrial para identificar posibles peligros y desarrollar las oportunas medidas de protección.
- Campañas de divulgación y promoción para incrementar el interés y la participación en los programas de seguridad.
- Prevención de accidentes fuera del trabajo, en cooperación con organismos públicos y privados, para promover la aplicación de los principios de prevención de accidentes a las actividades fuera del trabajo.

### **3. Criterios de riesgo de la Empresa Farmacéutica McCabe**

Los criterios de riesgo, definidos previamente por McCabe, se describen en el Inciso 1.3.a, de la Tabla No. 1. Estos son utilizados para definir objetivamente el tratamiento de un riesgo y el período de tiempo para su corrección.

**Tabla No. 5**

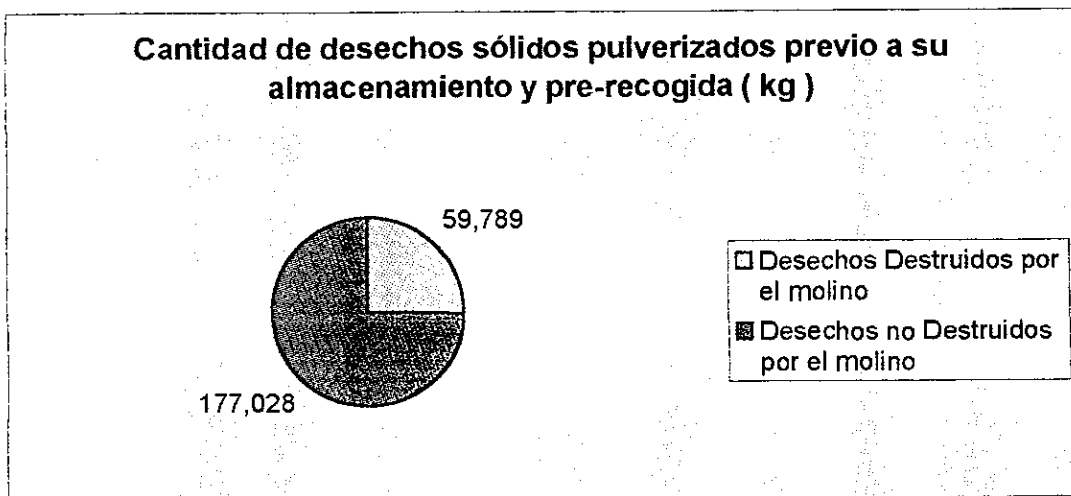
**Tipo de desechos sólidos y cantidad generados en cada proceso.**

<b>Proceso de producción</b>			
Cajas de cartón	5,834.3	kg	2.46%
Foil de aluminio	443.9	kg	0.19%
Mermas y producto	43,770.0	kg	18.48%
<b>Total</b>	<b>50,048.2</b>	<b>kg</b>	<b>21.13%</b>
<b>Desechos de Materias Primas</b>			
Papel kraft	4,453.0	kg	1.88%
Corrugado	9,234.8	kg	3.90%
Tarimas	4,950.0	kg	2.09%
Tambos plásticos	4,841.8	kg	2.04%
Tambos de cartón	146,521.0	kg	61.87%
Bolsas	293.0	kg	0.12%
<b>Total</b>	<b>170,293.5</b>	<b>kg</b>	<b>71.91%</b>
<b>Desechos de Materiales de Empaque</b>			
Corrugado	6,734.2	kg	2.84%
Cajas de cartón	1,818.2	kg	0.77%
<b>Total</b>	<b>8,552.4</b>	<b>kg</b>	<b>3.61%</b>
<b>Desechos Anuales de Bodega</b>			
Merma y producto	466.1	kg	0.20%
Cajas de cartón	1,358.6	kg	0.57%
Foil de aluminio	6,097.5	kg	2.57%
<b>Total</b>	<b>7,922.1</b>	<b>kg</b>	<b>3.35%</b>

Por razones de GMP's, seguridad de la empresa, seguridad de los clientes de McCabe y razones fiscales, algunos desechos sólidos, como por ejemplo productos terminados caducados y rechazados por control de calidad, mermas de producción y materias primas rechazadas, deben ser pulverizados antes de su almacenamiento y pre-recogida en el depósito de residuos sólidos de la Planta. Este tratamiento representa un 25 % de los desechos sólidos totales generados (vea la Gráfica No. 2.)

## Gráfica No. 2

Cantidad de residuos sólidos que deben ser pulverizados.



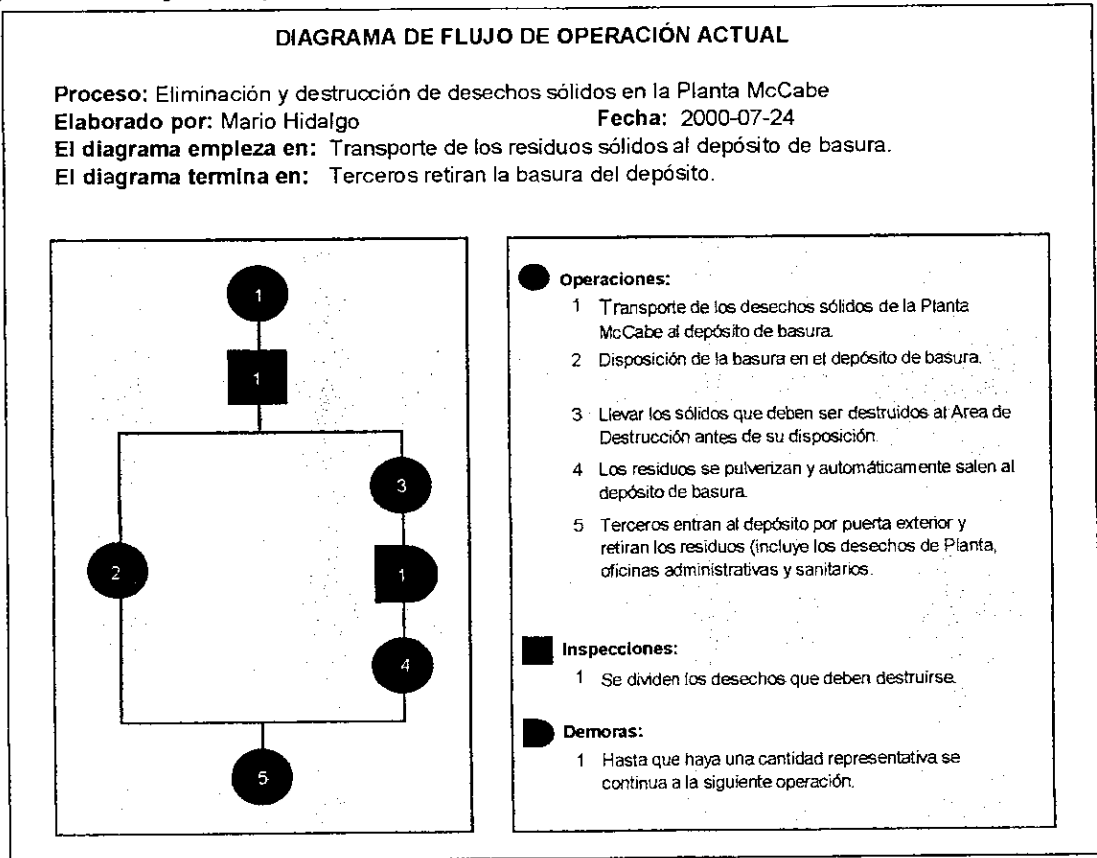
Para destruir estos residuos sólidos se utiliza un molino de martillos, el cual es inadecuado, ya que produce nubes de polvo que se mantienen en suspensión en el medio ambiente y, además, exponen la seguridad del colaborador asignado al Área de Destrucción de Sólidos (vea el Anexo No. 5).

### 5. Diagrama de flujo de proceso (Actual)

La operación del proceso actual de eliminación y destrucción de los desechos sólidos en la Planta McCabe consiste de los siguientes pasos:

- a. Los desechos sólidos se transportan de la Planta McCabe al depósito de basura.
- b. Los residuos sólidos que no deben destruirse se tiran en el depósito de basura. Los desechos que deben destruirse se almacenan en el Área de Destrucción de Sólidos.
- c. Los residuos son destruidos en un molino de martillos con descarga vertical; los desechos pulverizados salen inmediatamente al depósito de basura.
- d. Finalmente, terceros recogen la basura del depósito, incluyendo los residuos de las oficinas administrativas y la transportan a los respectivos vertederos municipales.

**Diagrama No. 1**  
**Diagrama de flujo de operación actual.**



## B. Identificación de riesgos

Por medio del Contexto Organizacional de McCabe, se identifican todos los eventos del proceso de destrucción y eliminación de sólidos que puedan repercutir sobre la organización.

Tabla No. 6

Identificación de riesgos en el proceso de destrucción y eliminación.

No.	Peligro / Riesgo	Causa	Efecto
1	<b>Operación No. 2</b> Contaminar el medio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación y disposición de los desechos sólidos, en su mayoría de recipientes de materiales para producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidad de ser penalizado por las autoridades gubernamentales en el futuro.</li> <li>• Excesivo costo de servicio de recogida de basura, ya que el costo depende parcialmente del volumen sustraído del depósito de basura de McCabe.</li> </ul>
2	<b>Operación No. 4</b> El trabajador asignado al Area de Destrucción de Sólidos se expone a los polvos producidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El equipo de destrucción, un molino de martillos, carece de un sistema de recolección de polvos. El polvo se produce por el impacto entre el producto y los martillos.</li> <li>• Actualmente no se está utilizando un equipo de protección personal adecuado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El colaborador puede padecer de dermatitis industrial, problemas de la vista y posibles enfermedades respiratorias a largo plazo.</li> <li>• Posibilidad de ser penalizado por las autoridades de los Ministerios de Trabajo y Salud.</li> </ul>
3	<b>Operación No. 5</b> Contaminar el medio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposición de los desechos sólidos finales luego de su recogida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidad de ser penalizado por las respectivas autoridades en el futuro.</li> <li>• Excesivo costo de servicio de recogida de basura.</li> </ul>
4	<b>Operación No. 5</b> Terceros que prestan el servicio de recolección de basura están expuestos directamente a los residuos y polvos que se encuentran dentro del depósito.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los residuos sólidos que son destruidos por el molino de martillos caen directamente al depósito de basura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terceros pueden padecer de dermatitis industrial, problemas de la vista y posibles enfermedades respiratorias a largo plazo.</li> <li>• Posibilidad de ser penalizado por las autoridades del Ministerio de Trabajo y Salud.</li> </ul>

Se hace la observación que actualmente el Ministerio de Protección del Medio Ambiente, conocido anteriormente como Comisión Nacional del Medio Ambiente, no posee reglamentación para el control de desechos sólidos domésticos y/o industriales; por consiguiente, no llevan a cabo campañas de regulación a empresas que operan en Guatemala.

### C. Análisis de riesgos

Los riesgos identificados se analizaron combinando estimaciones cualitativas de viabilidad y consecuencias definidas previamente por la organización McCabe, con el objeto de establecer un nivel de riesgo. Las medidas cualitativas se describen en el Inciso 1.3.c, de las Tablas No. 2 y 3.

**Tabla No. 7**

**Análisis de riesgo para cada riesgo identificado en el proceso de destrucción y eliminación de desechos sólidos.**

No.	Peligro / Riesgo	Severidad	Viabilidad
1	<b>Operación No. 2</b> Contaminar el medio ambiente.	<b>Insignificante:</b> no existen lesiones y las pérdidas financieras son bajas.	<b>Moderado:</b> el evento debiera ocurrir en algún momento.
2	<b>Operación No. 4</b> El trabajador asignado al Area de Destrucción de Sólidos se expone a los polvos producidos.	<b>Moderado:</b> requerimiento de tratamiento médico y pérdida financiera grande.	<b>Moderado:</b> el evento debiera ocurrir en algún momento.
3	<b>Operación No. 5</b> Contaminar el medio ambiente.	<b>Insignificante:</b> no existen lesiones y las pérdidas financieras son bajas.	<b>Moderado:</b> el evento debiera ocurrir en algún momento.
4	<b>Operación No. 5</b> Terceros que prestan el servicio de recolección de basura están expuestos directamente a los residuos y polvos que se encuentran dentro del depósito.	<b>Moderado:</b> requerimiento de tratamiento médico y pérdida financiera grande.	<b>Moderado:</b> el evento debiera ocurrir en algún momento.

Después de haber realizado la identificación de riesgos y haber determinado la frecuencia potencial de ocurrencia y la magnitud de sus consecuencias posibles, la información debe ser detallada en el formato Catalogo de Riesgos. Esta operación tiene como propósito facilitar y documentar la información para cualquier tipo de consulta o estudio posterior.

Formato No. 1  
 Catalogo de Riesgos.

McCabe  
 Guatemala

ANALISIS DE RIESGOS  
 CATALOGO DE RIESGOS

Nombre / Firma: Mario Hidalgo

Area / Proceso: Area de  
 Destrucción de Sólidos. Proceso de  
 destrucción y eliminación.

Fecha: 2000-07-24

Página: 1 de 1

No.	Peligro / Riesgo	Causa	Efecto	S	V
1	<b>Operación No. 2</b> Contaminar el medio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación y disposición de los desechos sólidos, en su mayoría de recipientes de materiales para producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidad de ser penalizado por las autoridades gubernamentales en el futuro.</li> <li>• Excesivo costo de servicio de recogida de basura, ya que el costo depende parcialmente del volumen sustraído del depósito de basura de McCabe.</li> </ul>	1	C
2	<b>Operación No. 4</b> El trabajador asignado al Area de Destrucción de Sólidos se expone a los polvos producidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El equipo de destrucción, un molino de martillos, carece de un sistema de recolección de polvos. El polvo se produce por el impacto entre el producto y los martillos.</li> <li>• Actualmente no se está utilizando un equipo de protección personal adecuado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El colaborador puede padecer de dermatitis industrial, problemas de la vista y posibles enfermedades respiratorias a largo plazo.</li> <li>• Posibilidad de ser penalizado por las autoridades de los Ministerios de Trabajo y Salud.</li> </ul>	3	C
3	<b>Operación No. 5</b> Contaminar el medio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposición de los desechos sólidos finales luego de su recogida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidad de ser penalizado por las respectivas autoridades en el futuro.</li> <li>• Excesivo costo de servicio de recogida de basura.</li> </ul>	1	C
4	<b>Operación No. 5</b> Terceros que prestan el servicio de recolección de basura están expuestos a residuos y polvos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los residuos sólidos que son destruidos por el molino de martillos caen directamente al depósito de basura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terceros pueden padecer de dermatitis industrial, problemas de la vista y posibles enfermedades respiratorias a largo plazo.</li> <li>• Posibilidad de ser penalizado por las autoridades del Ministerio de Trabajo y Salud.</li> </ul>	3	C

Severidad ( S )			Viabilidad ( V )	
1: Insignificante	3: Moderado	5: Catastrófico	B: Probable	D: Poco probable
2: Menor	4: Importante	A: Casi Seguro	C: Moderado	E: Improbable

## D. Evaluación de riesgos

En el siguiente paso, los resultados obtenidos en el análisis de riesgos se trasladan a la Matriz de Riesgos, descrita en el inciso 1.3.d de la Tabla No. 4. Esto permite comparar el nivel de riesgo encontrado en cada proceso de la destrucción y eliminación de desechos sólidos, contra criterios previamente establecidos en la organización McCabe.

Si los riesgos se encuentran dentro de las categorías bajas o aceptables, pueden ser aceptados con tratamiento mínimo posterior. De lo contrario, debe considerarse efectuar un proceso de tratamiento de riesgos.

Tabla No. 8

Definición del nivel de riesgo para cada peligro identificado.

No.	Peligro / Riesgo	S	V	Nivel de Riesgo	Acción a tomar y escala de tiempo.
1	<b>Operación No. 2</b> Contaminar el medio ambiente.	1	C	Moderado	Deben realizarse esfuerzos para reducir los riesgos identificados, pero los costos de prevención deben ser medidos cuidadosamente y deben ser limitados. Las medidas de reducción deben ser implantadas dentro de un período de tiempo determinado.
2	<b>Operación No. 4</b> El trabajador asignado al Área de Destrucción de Sólidos se expone a los polvos producidos.	3	C	Moderado	
3	<b>Operación No. 5</b> Contaminar el medio ambiente.	1	C	Moderado	
4	<b>Operación No. 5</b> Terceros que prestan el servicio de recolección de basura están expuestos a residuos y polvos que se encuentran dentro del depósito.	3	C	Moderado	

## E. Tratamiento

Dado que los niveles de riesgos para los peligros identificados son moderados, la reducción de los mismos se efectuará a través de la aplicación selectiva de sistemas, métodos, procedimientos y acciones técnicas y administrativas. El presupuesto para dicho proyecto consiste en \$ 20.000 y el período de tiempo para aplicar las medidas correctivas será de 8 meses.

Con el propósito de minimizar los problemas que ocasiona la mala administración de los desechos sólidos generados desde el punto de vista de la gestión ambiental y de la seguridad ocupacional, a continuación se presentan, por medio del formulario "Catálogo de Medidas", los objetivos que se tienen para minimizar las pérdidas potenciales en la Planta McCabe.

En este documento se toman en consideración los criterios de riesgos, se recomiendan las medidas correctivas a tomar, junto con el grado de severidad y viabilidad al cual se desea llegar. Finalmente, se menciona al responsable de ejecutar las medidas correctivas y la fecha de cumplimiento.

**Formato No. 2**  
**Catálogo de Medidas.**

**McCabe**  
**Guatemala**

**ANÁLISIS DE RIESGOS**  
**CATÁLOGO DE MEDIDAS**

<b>Nombre / Firma:</b> Mario Hidalgo	<b>Area / Proceso:</b> Area de Destrucción de Sólidos. Proceso de destrucción y eliminación.	<b>Fecha:</b> 2000-07-25
		<b>Página:</b> 1 de 1

No.	Matriz	Peligro / Riesgo	Medidas Correctivas	Objetivo	Responsable	Fecha
1	1C	<b>Operación No. 2</b> Contaminar el medio ambiente.	1. Reciclar y reutilizar todos los desechos sólidos posible.	1E	M. Hidalgo	2000-08-01
2	3C	<b>Operación No. 4</b> El trabajador asignado al Area de Destrucción de Sólidos se expone a los polvos producidos.	1. Utilización de equipo de protección personal mientras se reduce la formación de polvos. 2. Reducir la formación de polvos mediante la adquisición de un equipo para recolecta de polvos.	1E	M. Hidalgo	2000-08-01
3	1C	<b>Operación No. 5</b> Contaminar el medio ambiente.	1. Reciclar y reutilizar todos los desechos sólidos posibles.	1E	M. Hidalgo	2000-08-01
4	3C	<b>Operación No. 5</b> Terceros que prestan el servicio de recolección de basura están expuestos directamente a los residuos y polvos que se encuentran dentro del depósito.	1. Por medio de la adquisición del nuevo sistema de destrucción, los polvos serán depositados en bolsas plásticas, de esta manera el proceso de retiro de basura será más limpio.	1E	M. Hidalgo	2000-08-01

Severidad ( S )			Viabilidad ( V )	
1: Insignificante	3: Moderado	5: Catastrófico	B: Probable	D: Poco probable
2: Menor	4: Importante	A: Casi Seguro	C: Moderado	E: Improbable

## 1. Evaluación de opciones

Debido a que los peligros No. 1 y 3 representan un riesgo en común, con las mismas causas y efectos y, además, con las mismas medidas correctivas indicadas en el Catálogo de Medidas, se procederá a trabajarlas conjuntamente.

**Riesgo No. 1 y 3:** Contaminación al medio ambiente por medio de generación de desechos sólidos.

- **Primera Opción:** En el contexto organizacional de McCabe se hace énfasis en que los recipientes y embalajes de las materias primas constituyen un 72 % de los desechos sólidos generados.

Por lo tanto, la primera opción consiste en negociar con los proveedores de las materias primas utilizadas para que suministren sus productos en recipientes de mayor volumen.

Por ejemplo, una materia prima X actualmente viene en una presentación de 25 kg, empacada en una caja cuadrada de  $1.000 \text{ cm}^3$ , lo cual representa  $600 \text{ cm}^2$  de corrugado. Si se solicita al proveedor que proporcione el mismo producto en una presentación de 50 kg, contenida en una sola caja, entonces el área superficial de la caja será de  $1.000 \text{ cm}^2$ , cuando originalmente 50 kg (dos cajas), representa  $1.200 \text{ cm}^2$  de embalaje.

- **Segunda Opción:** Reciclar y reutilizar todos los desechos sólidos posible. Esta opción consiste en clasificar los residuos sólidos e indagar cuales se pueden reciclar. Por último, éstos podrán ser almacenados en una bodega y posteriormente venderlos a empresas o personas individuales que se dediquen a reciclar y reutilizar desechos sólidos.

Cabe mencionar que la mayor parte de los residuos sólidos que se presentan en la Tabla No. 1 son desechos que se pueden reciclar.

Tabla No. 8

Cuadro Comparativo de la Primera Opción y de la Segunda Opción.

	<b>Primera Opción</b> Negociar con Proveedores la presentación de las materias	<b>Segunda Opción</b> Clasificar, almacenar y vender para reciclar
<b>Ventajas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mayor aprovechamiento de los recursos naturales, por ende, menor generación y contaminación.</li> <li>2. Menor costo de las materias primas (el porcentaje puede ser insignificante) a mediano plazo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La mayor parte de los residuos sólidos generados, pueden ser reciclados.</li> <li>2. Se puede generar un ingreso adicional por medio de la venta de los desechos.</li> <li>3. Por medio del reciclaje y reutilización de los residuos sólidos se minimiza la contaminación ambiental.</li> </ol>
<b>Desventajas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El proceso de negociación puede durar mucho tiempo, ya que la mayoría de proveedores son del exterior del país.</li> <li>2. La mayoría de los proveedores poseen presentaciones de sus productos ya establecidos. La modificación de esta presentación puede incurrir en un costo adicional a un corto plazo.</li> </ol>	

Por medio del cuadro comparativo se puede apreciar que la Segunda Opción tiene mayor beneficio que la Primera. Debido a que el período de tiempo para encontrar una solución a los riesgos identificados es de 8 meses, el proyecto se inclinará por la Segunda Opción. Para ello, se deberá crear un procedimiento para la segregación de los desechos sólidos reciclables y reutilizables, un procedimiento para la venta de los mismos y una bodega de almacenamiento para residuos sólidos reciclables y reutilizables.

Al costado del Area de Destrucción de Desechos Sólidos se cuenta con un cuarto de aproximadamente de 5.0 x 5.0 m, el cual es utilizado para guardar chatarra, maquinaria y equipos obsoletos. Para mejorar los tiempos y movimientos en el proceso de eliminación y destrucción de desechos sólidos, los objetos que actualmente se almacenan en dicho espacio habrán de ser vendidos o donados, para utilizar esta área como Bodega de Desechos Sólidos reciclables y reutilizables. En esta bodega se clasificarán los desechos en las siguientes categorías:

- a. Toneles de plástico
- b. Toneles de cartón
- c. Tarimas
- d. Corrugado (incluye papel y cartoncillo)
- e. Foil

Posterior a la ejecución del Plan de Tratamiento, se recomienda que se evalúe la posibilidad de combinar las dos opciones planteadas, ya que se continuará clasificando, almacenando y reciclando los materiales, pero por medio de la negociación con los proveedores se puede minimizar, aún más, la generación de desechos sólidos.

Se realizó un monitoreo en el mercado nacional, el cual consistió en realizar entrevistas y recepción de propuestas con empresas y personas individuales interesadas en la compra de tales desechos sólidos (vea Propuestas en el Anexo No. 6), los cuales, después de su cuantificación, permitirán generar recursos financieros para la empresa por un monto anual aproximado de \$60,000. Este monto se hubiese integrado de la forma siguiente para el año 1,999, tal como se puede observar en la Tabla No. 9.

**Tabla No. 9**

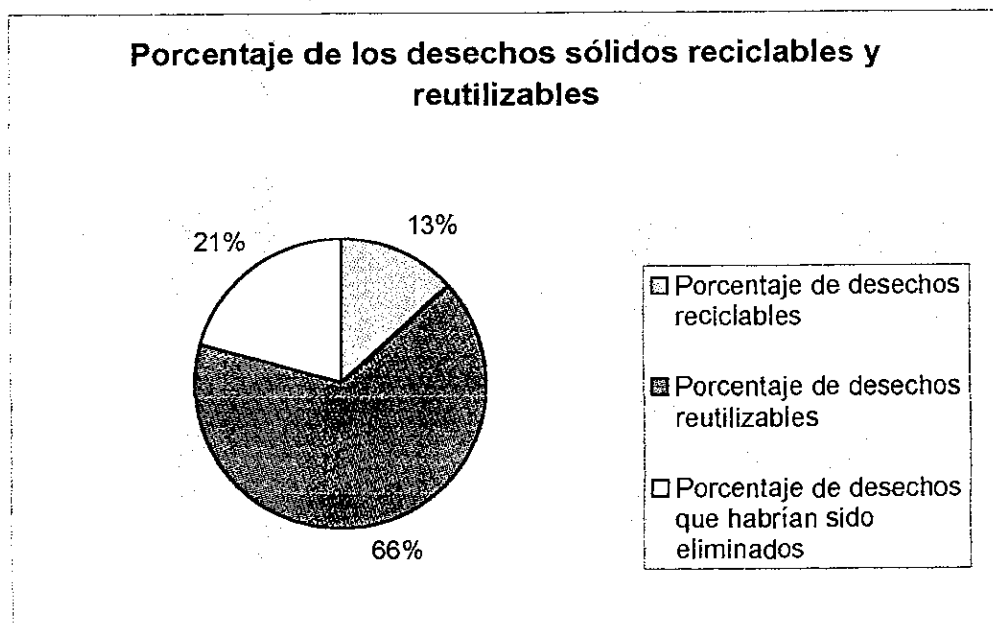
**Escenario. Ingreso anual por la venta de los desechos sólidos en el año 1,999.**

Desecho Sólido	Cantidad	Unidad de medida	Valor unitario	Monto estimado anual
Tambos plásticos	865	Unidades	Q 40.00	Q 34,584.00
Tambos de cartón	29,304	Unidades	Q 15.00	Q 439,563.00
Tarimas	330	Unidades	Q 3.00	Q 990.00
Corrugado	351	Q	Q 5.00	Q 1,756.58
Cartón	198	Q	Q 20.00	Q 3,964.87
Foil	144	Q	Q 10.00	Q 1,439.09
<b>Total</b>				<b>Q 482,297.54</b>
				<b>\$ 61,833.02</b>

Por medio del aprovechamiento de los desechos sólidos, la Planta McCabe reducirá considerablemente la contaminación al medio ambiente tal como se muestra en la siguiente gráfica.

**Gráfica No. 3**

**Escenario: Reducción del 79% de la contaminación por desechos sólidos, estimado con los datos de 1,999.**



**Riesgo No. 2:** El colaborador asignado al Area de Destrucción de Sólidos se encuentra expuesto a los polvos producidos cuando se ejecuta la operación de destrucción.

Mientras se elimina la causa principal de la exposición del trabajador con los polvos producidos, se le proporcionará un equipo de protección personal para aislarlo de este riesgo. El equipo de protección personal necesario es el siguiente:

- Vestimenta impermeable para protección de polvos que encierre totalmente el cuerpo, desde la cabeza hasta los pies.
- Guantes revestidos de plástico ajustados para manipular los desechos sólidos.
- Zapatos de seguridad con punteras clasificación 50 (compresión máxima de 794 kg e impacto máximo de 23 kg).
- Gafas de seguridad con ventilación regular, anti-empaños, anti-estática y anti-ralladuras de policarbonato. Debe cumplir con los requisitos de funcionamiento correspondientes de ANSI 287.1-1989 (American National Standard Institute, por sus siglas en inglés).
- Tapones auditivos desechables de espuma, con una capacidad de atenuación de 29 db. Deben cumplir con los requisitos de ANSI S12.6-1997. El nivel del ruido en el proceso de destrucción es de 95 – 100 db. El proceso dura aproximadamente 4 horas al día.
- Respirador desechable para polvos N95. Deben cumplir con los requisitos de NIOSH 42 CFR 84 (National Institute of Occupational Safety and Health, por sus siglas en inglés).

Se hace la observación de que el trabajador de la empresa McCabe, ha utilizado la mayor parte del tiempo el equipo de protección personal, pero a partir de este estudio, el equipo que habrá de proporcionarse debe cumplir con las especificaciones descritas anteriormente; y en la ejecución de la destrucción deberá utilizar el equipo de protección personal completo.

**Riesgo No. 4:** Terceros que prestan el servicio de extracción de la basura expuestos a residuos y polvos en el depósito. La medida correctiva para el Riesgo No. 4 será considerada dentro del Riesgo No. 3, ya que por medio de la modificación del equipo de destrucción se busca hacer el proceso de recogida de desechos más limpio. El sistema deberá depositar los residuos pulverizados dentro de bolsas resistentes, esto evitará que los terceros estén expuestos directamente con los desechos.

Para el sistema de destrucción y recolección de polvos, se procedió a contactar empresas, tanto nacionales como internacionales, para que presentaran sus ofertas. Se enviaron solicitudes de cotizaciones en las cuales se describía el proceso actual de destrucción y eliminación de los desechos sólidos en la Planta McCabe, indicando los riesgos, causas, efectos y medidas correctivas sugeridas. Igualmente se proporcionaron fotografías del proceso, de un equipo de destrucción similar al requerido (vea el Anexo No. 7) y la siguiente información:

- Cantidad de desechos sólidos destruidos mensualmente: 5.000 kg
- Densidad bulk promedio: 401 kg / m<sup>3</sup>.
- Tamaño de la pieza más grande: 8.5 x 5.5 x 5 cm

- Tamaño deseado: Pulverizado
- Algunos de los desechos sólidos contienen ácido ascórbico y ácido cítrico.
- Especificaciones eléctricas 60 Hz / 480 V / 3 Fases.
- El espacio disponible para la ubicación del sistema es de: 2.5 x 2.5 m y una altura de 2.15 m.

Las empresas que se tomaron en cuenta son:

Empresa	Dirección	Teléfono	Web / E-mail
Union Standard Equipment	801 East 141 st. Street Bronx, NY 1054-1917	(718) 585 0200	<a href="http://www.unionmachinery.com">www.unionmachinery.com</a> <a href="mailto:sales@unionmachinry.com">sales@unionmachinry.com</a>
Buffalo Industries	1132 Seneca Street Buffalo, NY 14210	(716) 823 0009	<a href="http://www.buffaloindustries.com">www.buffaloindustries.com</a> y <a href="http://www.hammermills.com">www.hammermills.com</a>
Agritop, S.A.	Calzada Aguilar Batres 27-98 z. 11, Guatemala	(502) 476 3046	-
VIGSA	Ruta 4 8-44, z. 4 Guatemala.	(502) 331 5324	<a href="mailto:vigsa10@hotmail.com">vigsa10@hotmail.com</a>

- **Primera Opción:** Union Standard Equipment

Esta organización se dedica a la venta de equipo industrial usado. Su oferta consiste en (vea el Anexo No. 8):

- Molino de martillos con descarga vertical, marca Fitzpatrick modelo K-7.
- Motor de 30 HP trifásico de 220 / 440 V.
- Material del sistema: acero inoxidable.
- Código del equipo 61434.
- Costo del equipo: **\$ 8,250.**

- **Segunda Opción:** Buffalo Industries

Esta compañía se dedica exclusivamente al diseño y construcción de molinos de martillos y desintegradores. Buffalo Industries presentó dos opciones.

**Sistema No. 1** (Vea el Anexo No. 9)

- Molino de martillos con descarga vertical, marca Buffalo Hammer Mill, modelo W-16-L (vea el Anexo No. 10)
- Peso del molino: 523 kg.
- Motor de 15 HP trifásico de 480 V / 60 ciclos.
- Guarda de seguridad para la faja del molino, aprobada por OSHA (Occupational Safety and Health Association, por sus siglas en inglés.)
- Material de construcción: acero de hierro negro de 3/8 de pulgada.
- Base estructural de acero de hierro negro.
- Garantía de ruptura de los martillos por un período de 5 años.
- 1 tamiz con diámetro de 5mm.

- Colector de polvos, marca Reliant de 3 HP de cuatro compartimientos (cuatro bolsas), con una capacidad de succión de 1.883 pies<sup>3</sup> / min (vea el Anexo No. 11). Un juego de bolsas adicional.
- Tiempo de entrega: 8 semanas.
- Costo del sistema:       **\$ 14,750.**

**Sistema No. 2 (Vea el Anexo No. 12)**

- Molino de martillos Buffalo Industries, modelo B-16-H (vea el Anexo No. 13.)
- Peso del molino: 955 kg.
- Motor de 20 HP trifásico de 480 V / 60 ciclos.
- Guarda de seguridad para la faja del molino, aprobada por OSHA.
- Material de construcción: acero de hierro negro de 3/8 de pulgada.
- Base estructural de acero de hierro negro.
- Garantía de ruptura de los martillos por un período de 5 años.
- Material de construcción: acero de hierro negro de 3/8 de pulgada.
- Base estructural de acero de hierro negro.
- 1 tamiz con diámetro de 5 mm.
- Sistema de extracción de polvos. Capacidad del ventilador con paletas radiales: 1480 cfm, a 2.000 RPM. Presión estática de 4 pulgadas. Velocidad de descarga 3.400 fpm.
- Ciclón de hierro negro, base y conductos de tubería incluidos.
- Medidas del molino: base de 1.3 x 1.8 m y la altura de 1.16 m. La tolva de alimentación aumentará adicionalmente 0.4 m dependiendo del diseño del sistema.
- Tiempo de entrega: 8 semanas.
- Costo del sistema:       **\$ 29,950.**

- **Tercera Opción: Agritop S.A. (Vea el Anexo No.14)**

Agritop S.A. es una empresa que se dedica a importar equipo para uso agrícola. En este caso, proponen un sistema desintegrador construido en Brasil; las características del sistema son las siguientes:

- Desintegrador con ciclón, marca CREMASCO, modelo DPC-8 (vea el Anexo No. 15.)
- Motor eléctrico de 25 HP trifásico de 480 V / 60 ciclos.
- Rotor con 3 cuchillas y 18 martillos (vea el Anexo No. 16), 2.500 RPM.
- Peso del sistema: 493 kg.
- Base para el motor con medidas de 0.5 x 1.87 m.
- Base para el ciclón.
- 4 tamices de 0.8, 3.0, 5-8 mm.
- Tiempo de entrega: 8 días.
- Costo del sistema:       **\$ 3,578.**

- **Cuarta Opción: VIGSA**

En la evaluación de opciones también se incluye la opción de modificar el equipo que actualmente se posee. Para ello, se contactó a la empresa Ventilación Industrial Guatemalteca S.A. La presentación de su sistema es la siguiente (vea el Anexo No. 17):

- Campana de captura de polvo de 2 pies<sup>2</sup>.
- Tubería de succión y descarga.
- Extractor centrífugo Marengo, modelo VTHP-5 con un caudal de 2.250 CFM, motor Siemens de 5HP trifásico 220 V / 60 ciclos, 3.500 RPM.
- Sistema de filtro de bolsas y depósito de materiales.
- Ciclón separador de materiales y polvo de 32 pulgadas de diámetro.
- Tiempo de entrega: 2 semanas.
  
- Costo del sistema:           **\$ 3,425.**
  
- Instalación mecánica (incluye mano de obra y materiales)
- Instalación eléctrica (incluye mano de obra y materiales: arrancador magnético, cable, flapon, tubería y accesorios).
  
- Costo de Instalación       **\$ 810.**
  
- Costo Total                   **\$ 4,235.**

Por medio del siguiente cuadro comparativo se escogerá el equipo que satisfaga las necesidades del proceso de destrucción y eliminación de los desechos sólidos de la Planta McCabe. En este caso no sólo se tomarán en cuenta las ventajas y desventajas, sino también, características principales en el diseño.

La Primera Opción: Union Standard Company no será tomada en cuenta, ya que el equipo no posee un sistema de recolección de polvos en seco y, además, sería necesario hacer un viaje al extranjero para verificar si el equipo se encuentra en buenas condiciones.

**Cuadro Comparativo de Opciones**

Características	Segunda Opción: Buffallo Ind. Sistema No. 1		Segunda Opción: Buffallo Ind. Sistema No. 2		Tercera Opción: Agritop S.A.		Cuarta Opción: VIGSA	
		\$ 14,750.		\$ 29,950.		\$ 3,578.		\$ 4,235.
Costo del sistema		\$ 14,750.		\$ 29,950.		\$ 3,578.		\$ 4,235.
Tiempo de entrega e instalación.		8 semanas. El equipo debe ser armado e instalado por el personal McCabe.		8 semanas. El equipo debe ser armado e instalado por el personal McCabe.		8 días. Agritop arma el sistema en Planta McCabe. No incluye instalación eléctrica.		20 días. Incluye instalación mecánica y eléctrica.
Cumple con las dimensiones requeridas por McCabe.		No. La altura del sistema es de 1.90 m.		Si. 1.3 x 1.8 m y la altura 1.16 m.		Si. 0.5 x 1.87 m.		No. Se tendría que construir afuera del Area de Destrucción de Sólidos.
Forma de destrucción		Molino de Martillos: por impacto.		Molino de Martillos: por impacto.		Desintegrador: cuchillas y martillos. Corte y por impacto.		Molino de Martillos: por impacto.
Motor		15 HP 3 / 60 Hz/ 480 V		20 HP 3 / 60 Hz / 460V		25 HP 3 / 60 Hz / 480 V		15 HP 3 / 60 Hz / 220 V
Medio de recolección de residuos.		Tonel con bolsa.		Bolsa plástica.		Bolsa plástica.		Bolsa plástica.
Medio de recolección de polvos.		Filtro de bolsas. Capacidad de succión de 1,883 pies <sup>3</sup> /min.		Ciclón. Un porcentaje de los polvos se deposita en las bolsas plásticas.		Ciclón. Un porcentaje de los polvos se depositan en las bolsas plásticas.		Campana, ciclón y filtro de bolsas. Capacidad de succión 1,710 pies <sup>3</sup> /min.
Posibles fugas de polvos en el sistema.		Toiva de alimentación.		Parte superior del ciclón.		Parte superior del ciclón.		El sistema es completamente hermético.
Operación para el mantenimiento del sistema.		Complicada. El sistema no se puede desarmar fácilmente.		Complicada. El sistema no se puede desarmar fácilmente.		Sencilla. El sistema fácilmente se puede desarmar.		Complicada. El sistema es demasiado grande y difícil de desarmar.
Garantía		5 años		5 años		2 años		No hay garantía.
Posibilidad de hacer pruebas con anticipación de compra.		No.		No.		Si.		No.
Repuestos disponibles.		Si. En el extranjero.		Si. En el extranjero.		Si. Repuestos disponibles en Agritop S.A.		No. Deben diseñarse y elaborarlos.

La Cuarta Opción posee características muy atractivas, además del costo total del sistema, pero tiene el inconveniente que no cuenta con una garantía. La desventaja principal consiste en que las dimensiones del sistema sobrepasan el área disponible en el Área de Destrucción de Sólidos y, por consiguiente, sería necesario ubicar el ciclón afuera de dicha área. En caso de que el sistema necesite de repuestos, éstos no estarán disponibles inmediatamente, ya que deben diseñarse y elaborarse en el mercado local o extranjero.

Por lo tanto, se concluye que la Tercera Opción es la más conveniente. La inversión es menor comparada con los otros sistemas. El tiempo de entrega es de 8 días y Agritop S.A. se encarga de la instalación del equipo. La forma de destrucción es la más eficiente, ya que cuenta con cuchillas y martillos. Los desechos pulverizados y un porcentaje de los polvos serán recolectados en bolsas por medio del ciclón, lo cual mejora la higiene del proceso. La operación del mantenimiento es sencilla, ya que el equipo fácilmente se puede desacoplar; además, se cuenta con repuestos inmediatos, ya que esta empresa posee un inventario local. El equipo no ocupa demasiado espacio y, por lo tanto, no será necesario hacer modificaciones en el Área de Destrucción.

Agritop S.A. ofreció hacer una prueba con un equipo similar, un desintegrador NOGUEIRA modelo DPC-4; éste difiere con el CREMASCO DPC-8 únicamente en la capacidad de destrucción, la cual es un medio de la capacidad del DP-8; y además, el DPC-4 cuenta con solamente 2 cuchillas.

Para la prueba se llenaron dos toneles de plástico, uno con tabletas de producto Y (con su respectivo empaque de foil de aluminio), con un peso de 46.6 kg, y otro con blisters del producto Z con un peso de 43 kg. También se utilizaron dos bolsas grandes de plástico, respiradores para polvos, gafas de seguridad, cronómetro y una cámara digital. Los factores a evaluar son los siguientes:

- Tiempo de destrucción

Se procedió a destruir los 43 kg del producto Z y se tomó el tiempo de destrucción. El resultado fue de 4 minutos y 3 segundos. Para destruir esa misma cantidad con el sistema de destrucción que actualmente se utiliza en la Planta McCabe, se necesitaría de 8 minutos con 34 segundos.

- Puntos de fuga de polvos

Tal y como se anticipó en el cuadro comparativo, el único punto de fuga es la parte superior del ciclón (vea el Anexo No. 18.)

- Acumulación de aire en las bolsas

Por observación, se concluye que la acumulación de aire en las bolsas es mínima.

- Eficiencia del sistema

La eficiencia del sistema consiste en la medición de polvos que son recolectados por el ciclón. Para ello se destruyeron los 46.6 kg de tabletas utilizando un tamiz de 5mm de diámetro, los residuos pulverizados se recolectaron en una bolsa plástica.

Se introdujo la bolsa al tonel de plástico y, por último, se pesó el tonel de plástico. Los resultados son los siguientes:

Peso del tonel de plástico con residuos de tabletas pulverizadas: 35.3 kg  
Peso del tonel de plástico: 5.0 kg

Eficiencia del sistema: 72.8 %

Por lo tanto el sistema recolecta aproximadamente el 73 % de los desechos sólidos que son introducidos en la tolva de alimentación.

(Vea la Hoja de Prueba en el Anexo. No. 19.)

Para mejorar la eficiencia del desintegrador CREMASCO, modelo DPC-8 se conectará una campana de extracción de polvos conectada a un sistema de filtro de bolsa y depósito de materiales. Esta será proporcionada por la empresa VIGSA y tiene un costo de \$ 960.

Para toda la instalación del equipo que habrá de instalarse en el Area de Destrucción de Sólidos, el Departamento de Ingeniería y Mantenimiento tendrá que hacer modificaciones eléctricas, ya que el suministro actual de corriente eléctrica está diseñado para un motor de 15 HP. El nuevo sistema de 25 HP necesita 480 V. El costo de esta instalación es de \$ 865.

## **2. Estudio Costo – Beneficio**

El costo total del sistema desintegrador CREMASCO, modelo DPC-8 y de la campana de extracción de polvos, incluyendo el costo de mano de obra e instalación eléctrica es de \$ 5,400. El ingreso estimado anual por medio de la venta de los desechos sólidos para reciclar y reutilizar es de \$60,000. Por medio del proyecto de optimización del proceso de eliminación y destrucción de los desechos sólidos se espera disminuir la contaminación ambiental de la Planta McCabe en un 79% y de la misma manera, mejorar las condiciones laborales de sus colaboradores y de terceros involucrados en el proceso de destrucción.

Por lo tanto se concluye que los beneficios esperados superan considerablemente la inversión necesaria para llevar a cabo dicho proyecto.

## **3. Implementación del Plan de Acción**

Para la ejecución del Plan de Acción se adquirirá e instalará el sistema desintegrador CREMASCO, modelo DPC-8; la campana de extracción de polvos y el filtro de bolsas de la empresa VIGSA; y por último, se venderá o donará la chatarra, la maquinaria y el equipo obsoleto para utilizar el espacio que actualmente ocupa como Bodega de Desechos Sólidos Reciclables y Reutilizables. Estas operaciones serán asignadas al Departamento de Ingeniería y Mantenimiento de la Planta McCabe.

Posterior a la instalación del sistema de destrucción de desechos sólidos, se le proporcionará capacitación y adiestramiento al trabajador asignado a dicho proceso. Esta capacitación consistirá en lo siguiente:

- **Flujo de la nueva operación de destrucción y eliminación de los desechos sólidos:** se explicarán los pasos del nuevo flujo de operación, sus ventajas y beneficios ocupacionales y para la protección al medio ambiente.
- **Nuevo sistema de destrucción:** funcionamiento y limpieza necesaria.
- **Equipo de protección personal:** función y beneficios del equipo de protección personal necesario para el proceso de destrucción de desechos sólidos en la Planta McCabe.

Este adiestramiento y capacitación deberá ser documentado de acuerdo a las normas de la organización McCabe.

El flujo de la operación propuesta es el siguiente:

- a. Los desechos sólidos se transportan de la Planta McCabe hacia el depósito de basura.
- b. Estos sólidos se clasifican, se almacenan y se manejan de la siguiente manera:

**Basura:** se tira al depósito de basura, para su posterior extracción.

**Desechos que deben ser destruidos:** se almacenan en el Area de Destrucción de Sólidos. Por medio del equipo desintegrador CREMASCO, modelo DPC-8, el personal encargado pulveriza los desechos y recoge los residuos en bolsas plásticas, los cuales se depositan finalmente en el depósito de basura.

**Desechos sólidos reciclables y reutilizables:** se almacenan en un local destinado a este propósito. Periódicamente, las empresas interesadas vendrán a recogerlos.

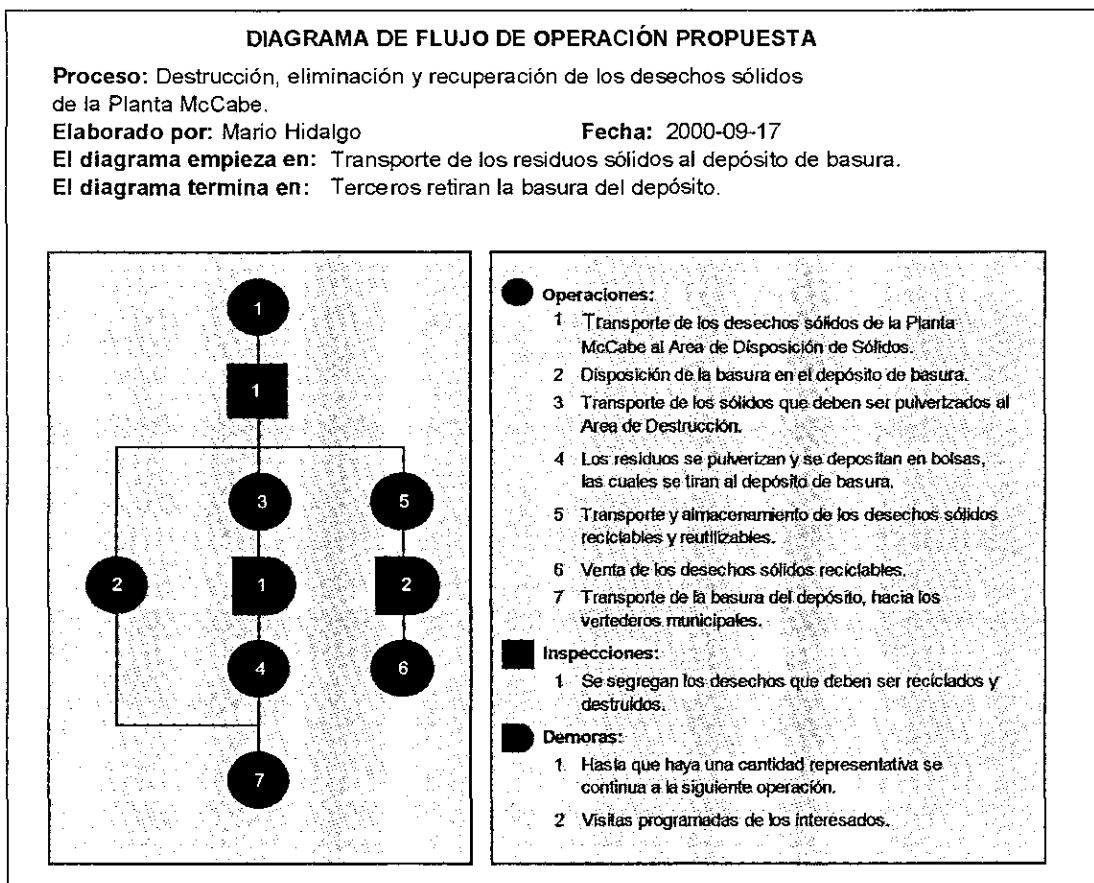
- c. Finalmente, terceros recogen la basura del depósito, incluyendo los residuos de las oficinas administrativas y la transportan a los respectivos vertederos municipales.

La venta de los desechos sólidos será administrada por el Departamento de Administración Técnica McCabe. Con el propósito de evidenciar una operación compra-venta transparente, se seguirá el siguiente procedimiento:

- 1) Administración Técnica seleccionará a la empresa o a la persona individual interesada en los desechos sólidos basándose en su oferta, compromiso de no dar mal uso a los residuos adquiridos (ninguno debe poseer impreso el nombre de McCabe) y, compromiso de puntualidad.
- 2) Este departamento programará con 5 días de anticipación la visita del cliente interesado.

- 3) En el día de la venta, un representante de Administración Técnica verificará que los desechos cargados no porten ninguna calcomanía o impresión que lleve el nombre de McCabe.
- 4) La operación compra-venta será registrada en el formato de Venta de Desechos Sólidos (vea el Formato en el Anexo No. 20.)
- 5) El cliente deberá pagar únicamente en cheque, el cual estará dirigido a Administración Técnica McCabe. El cheque será depositado en una cuenta determinada por el Departamento de Contabilidad.
- 6) El Departamento de Contabilidad emitirá una factura mensual equivalente a la compra de desechos sólidos mensual de cada cliente.
- 7) Por último, el cliente deberá presentar en Garita de Seguridad dos copias del formato de Venta de Desechos. El personal de seguridad se asegurará que el cliente lleve exactamente la cantidad de desechos sólidos indicada en el formato y conservará una copia de la misma.
- 8) La copia conservada en Garita de Seguridad será entregada al Jefe de Seguridad y éste deberá compararla con el formato original de Administración Técnica.

**Diagrama No. 2**  
**Flujo de Operación Propuesto.**



## **F. Control**

### **Control de los polvos generados en el proceso de destrucción**

El control de dichos polvos se llevará a cabo por medio de un instrumento para medir la concentración de polvos. Este instrumento será colocado en un punto estratégico en el Area de Destrucción de Sólidos al menos 1 vez al mes, documentando sus resultados en una bitácora.

Igualmente se destruirá cierta cantidad de desechos sólidos y se medirá la cantidad recuperada en las bolsas plásticas, con el objeto de llevar un control de la eficiencia del sistema de destrucción.

### **Control de los residuos generados en la Planta McCabe y los desechos sólidos recuperados por medio del reciclaje y la reutilización**

Utilizando el mismo método utilizado en el presente estudio, se estimará la cantidad de desechos sólidos generados en la Planta. Posteriormente, con los formatos Venta de Desechos Sólidos documentados, se calculará la cantidad de desechos sólidos recuperados por medio del reciclaje y reutilización de los mismos.

## V. DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos por medio de la ejecución del proyecto de Optimización del Proceso de Destrucción y Eliminación de Desechos Sólidos en una Planta Farmacéutica, son beneficiosos para McCabe, sus colaboradores y la comunidad en general.

Para McCabe disminuir sus índices de contaminación ambiental por medio de desechos sólidos es beneficioso, ya que refleja sus esfuerzos por mejorar su comportamiento medioambiental ante la sociedad y, a la vez, anticipa futuras legislaciones y requisitos de los clientes relacionados con el desarrollo sostenible de nuestro entorno.

Los colaboradores involucrados en el proceso de destrucción y eliminación de desechos sólidos serán beneficiados, ya que las nuevas condiciones de trabajo minimizarán la posibilidad de adquirir enfermedades y lesiones ocupacionales relacionadas con el proceso en gestión.

La inversión para el equipo de destrucción está justificada, ya que mejorará el tiempo de operación y las condiciones laborales de los colaboradores involucrados en el proceso de destrucción y eliminación de los residuos sólidos. Por consiguiente, se minimizará la posibilidad de adquirir lesiones y enfermedades ocupacionales relacionadas en el proceso en gestión.

## VI. CONCLUSIONES

- A. La aplicación de los principios de seguridad industrial y de protección al medio ambiente minimizan pérdidas y maximizan las oportunidades en el proceso de destrucción y eliminación de los desechos sólidos en la Planta McCabe.
- B. El Programa de Administración de Riesgos es una herramienta que permite objetivamente identificar, analizar, evaluar, tratar y controlar riesgos asociados con cualquier actividad.
- C. Los residuos industriales son recursos no reconocidos; su aprovechamiento representa beneficios económicos y sociales.
- D. Por medio de la aplicación del Proyecto de Optimización del Proceso de Destrucción y Eliminación de los Desechos Sólidos, McCabe disminuirá su contaminación por medio de desechos sólidos en aproximadamente 80%; además, generará ingresos estimados en \$60,000.

## VII. RECOMENDACIONES Y COMENTARIOS

Ahorrar dinero o incrementar oportunidades. Hoy en día, muchas organizaciones en nuestro medio prefieren no invertir en programas de seguridad ocupacional y de gestión al medio ambiente, ya que se considera que generan costos adicionales, innecesarios. Por medio del proyecto de "Optimización del Proceso de Destrucción y Eliminación de Desechos Sólidos en una Empresa Farmacéutica", se demuestra lo contrario. Con una pequeña inversión, McCabe tiene la oportunidad de mejorar las condiciones de trabajo de sus colaboradores y terceros involucrados en el proceso y, de la misma manera, disminuye sus emisiones de desechos sólidos considerablemente, recibiendo a su vez un beneficio económico y social no planificado.

Es necesario que el sector público y privado unan sus esfuerzos para encontrar medidas correctivas a la problemática de la salud y seguridad ocupacional y para la protección del medio ambiente.

En el caso de la salud y de la seguridad ocupacional, el artículo 197 del Código de Trabajo exige que el empresario proporcione a cada uno de sus trabajadores un lugar de trabajo libre de peligros reconocidos que puedan causar muerte, lesión física o enfermedad ocupacional. En diciembre del año 1999 el Ministerio de Trabajo, con colaboración de un representante de la OSHA, modificó este artículo y lo hizo más específico, agregando otros subíndices, con el objeto de definir las obligaciones y los derechos no sólo del empresario, sino también, del trabajador.

Por otro lado, el medio ambiente no posee esta ventaja. Como se mencionó anteriormente, el actual Ministerio de Protección al Medio Ambiente no posee legislación o campañas de regulación específicamente para la generación y emisión de los desechos sólidos en las industrias. Una ley tiene como función regular y definir los lineamientos que se deben seguir en un determinado ramo. Debido a esto, existen organizaciones que desconocen los procedimientos adecuados para controlar la generación de desechos sólidos y sus respectivas emisiones.

Si las organizaciones desean abrirse en un mercado globalizado, cada vez más desarrollado, exigente y preocupado por el entorno, entonces deberán tomar el primer paso y tendrán que implementar un sistema de gestión medioambiental en sus actividades, productos y servicios, el cual redundará a mediano o largo plazo en importantes beneficios. Los principales beneficios que se van a obtener son:

- Mayor facilidad para la adaptación a las legislaciones locales y globales y a los requisitos de los clientes.
- Reducir los riesgos que se derivan de incumplimientos legales y de daños al medio ambiente.
- Complementar otros sistemas de gestión. Un programa de gestión ambiental sirve de complemento y de refuerzo para otros sistemas que la empresa puede tener implantados, como el de calidad, salud y seguridad ocupacional, prevención de riesgos, etc.
- Mejorar la imagen de la empresa ante los clientes, entidades reguladoras, empleados, inversionistas, grupos ecologistas, medios de comunicación y el público en general.
- Optimizar los procesos productivos, reducir costos e incrementar rendimiento, lo cual conlleva a un aumento de competitividad.

- Mejorar el control y optimizar el consumo de materias primas y de energía.
- Disminución de los costos de tratamiento, almacenamiento y transporte de los residuos sólidos.

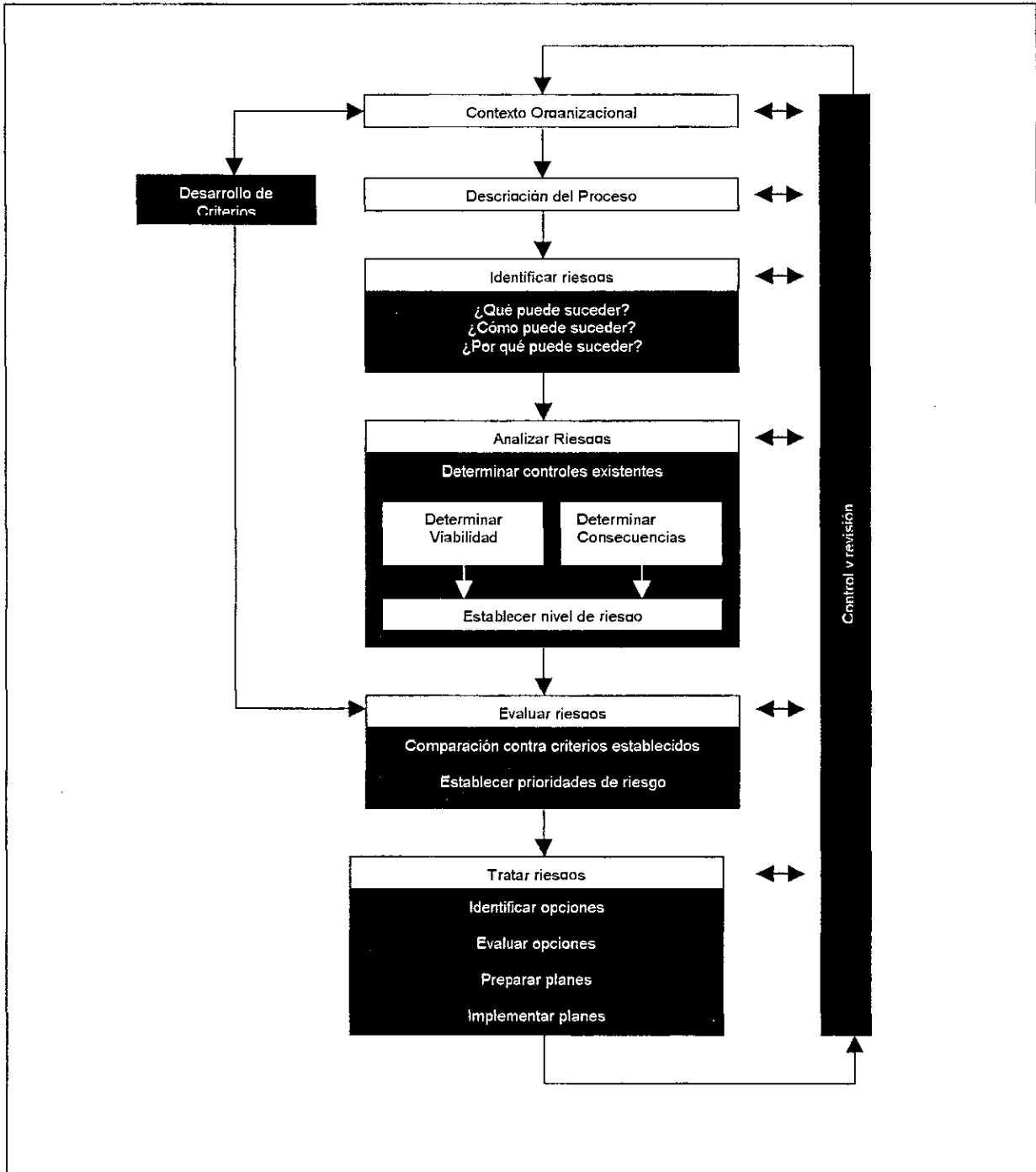
Con lo anterior, se agradece a la organización McCabe por haber permitido demostrar la importancia de la seguridad industrial y de los beneficios adquiridos al implementar programas de gestión ambiental. Por último, se recomienda continuar con la implementación de estos dos programas en McCabe y se exhorta a otras empresas a evaluar su aplicación.



# IX. ANEXOS

## Anexo No. 1

### Proceso de la Administración de Riesgos







#### **Anexo No. 4**

Datos de Producción y Consumo 1999  
Sistema de Control de la Producción

#### **Tipo de desechos sólidos y cantidad generada en cada proceso**

##### **Proceso de producción**

Para el cálculo de los desechos sólidos generados en el proceso de producción, se utilizó un porcentaje de merma de 2.5%, dato estadístico proporcionado por el Departamento de Controlling de McCabe, porcentaje que fue aplicado a los volúmenes de producción obtenidos en el año 1999.

<b>Proceso de Producción</b>	
Cajas de cartón	5,834.3 kg
Foil de aluminio	443.9 kg
Merma y producto	43,770.0 kg

##### **Desechos de Materias Primas**

Primero se determinó el tipo de embalaje de cada materia prima, pudiendo ser:

- Tonel de Plástico
- Tonel de Cartón
- Bolsas Plásticas
- Corrugado

Posteriormente se dividió la cantidad de cada materia prima consumida en el año 1999, dividida por la presentación del mismo.

Para transportar estas materias primas se utiliza anualmente 330 tarimas, cada una pesa 15 kg, las cuales se forran en la parte superior con papel kraft. El consumo de papel kraft en el año 1999 es de 4,453 kg.

Código	Cantidad (kg)	Presentación (kg)				Total (unidades)			
		Tonel Plástico	Tonel Cartón	Bolsas Plásticas	Corrugado	Tonel Plástico	Tonel Cartón	Bolsas Plásticas	Corrugado
1001	4,174	40				104			
1002	99		25				4		
1003	6,619		50				132		
1004	662,757		25				26,510		
1005	283		25				11		
1006	365		34				11		
1007	92		30				3		
1008	846		45				19		
1009	109				25				4
1010	108,920		53				2,044		
1011	21		10				2		
1012	24		25				1		
1013	5,573		50				111		
1014	388		50				8		
1015	494				48				10
1016	13,886				48				289
1017	355,928			25				14,237	
1018	432		113				4		
1019	1,130		50				23		
1020	1,908		30				64		
1021	606		30				20		
1022	1,305		30				44		
1023	6,321		113				56		
1024	81		23				4		
1025	260,238				30				8,675
1026	270,074				30				9,002
1027	320			24				13	
1028	7,692				25				308
1029	9,517			50				190	
1030	9,181								
1031	8,048			20				402	
1032	103		25				4		
1033	80,897	106				760			
1034	147		25				6		
1035	10,637		100				106		
1036	365		25				15		
1037	455		25				18		
1038	1,775		50				35		
1039	409		45				9		
1040	1,434				23				63
1041	2,940				25				118
1042	4,092		100				41		
<b>Totales</b>						<b>864.6</b>	<b>29,304.2</b>	<b>14,843.2</b>	<b>18,469.5</b>

Peso de cada tonel de plástico                    5.6 kg  
 Peso de cada tonel de cartón                    5.0 kg  
 Peso de cada bolsa plástica                    0.3 kg  
 Peso de cada corrugado                    0.5 kg

Los resultados son los siguientes:

<b>Desechos de Materiales de Empaque</b>	
Papel kraft	4,453.0 kg
Corrugado	9,234.8 kg
Tarimas	4,950.0 kg
Tambos plásticos	4,841.8 kg
Tambos de cartón	146,521.0 kg
Bolsas	293.0 kg

### **Desechos de Materiales de Empaque**

Los embalajes de los materiales de empaque llegan a McCabe en cajas de corrugado, y adicionalmente, adjuntan pliegos de cartón para proteger el material a utilizar (para efectos del estudio los pliegos se clasifican como caja de cartón).

Para calcular la cantidad de corrugado y de cajas de cartón, se utilizó el mismo procedimiento anterior. Cada material de empaque posee su propio código que determina la clase y tipo de material. La cantidad consumida de cada material se divide por la presentación del embalaje y por aparte, la cantidad de pliegos de cartón; obteniendo así, la cantidad de corrugado y de pliegos de cartón que terminan como desechos sólidos.

Los resultados son los siguientes:

<b>Desechos de Materiales de Empaque</b>	
Corrugado	6,734.2 kg
Cajas de cartón	1,818.2 kg

### **Desechos Anuales de Bodega**

El Departamento de Controlling de McCabe lleva un control de los desechos anuales que deben ser destruidos de Bodega. El dato que proporcionaron es el siguiente:

<b>Desechos de Materiales de Empaque</b>	
Merma y Producto	466.1 kg
Cajas de cartón	1,358.6 kg
Foil de aluminio	6,097.5 kg

<b>Proceso de producción</b>		
Cajas de cartón	5,834 kg	2.5%
Foil	444 kg	0.2%
Merma de producción	43,770 kg	18.5%
<b>Total</b>	<b>50,048 kg</b>	<b>21.1%</b>

<b>Desechos de Materias Primas</b>		
Papel kraft	4,453 kg	1.9%
Corrugado	9,235 kg	3.9%
Tarimas	4,950 kg	2.1%
Tambos plásticos	4,842 kg	2.0%
Tambos de cartón	146,521 kg	61.9%
Bolsas	293 kg	0.1%
<b>Total</b>	<b>170,294 kg</b>	<b>71.9%</b>

<b>Desechos de Materiales de Empaque</b>		
Corrugado	6,734 kg	2.8%
Cajas de cartón	1,818 kg	0.8%
<b>Total</b>	<b>8,552 kg</b>	<b>3.6%</b>

<b>Desechos Anuales de Bodega</b>		
Producto	466 kg	0.20%
Cajas de cartón	1,359 kg	0.57%
Foil	6,097 kg	2.57%
<b>Total</b>	<b>7,922 kg</b>	<b>3.35%</b>

<b>Total Desechos Sólidos</b>		
	<b>236,816 kg</b>	<b>100.0%</b>

**Desechos Destruídos por el molino**

59,788.5 kg 25.25%

**Porcentaje de desechos reciclables**

31,814.3 kg 13.43%

**Porcentaje de desechos reutilizables**

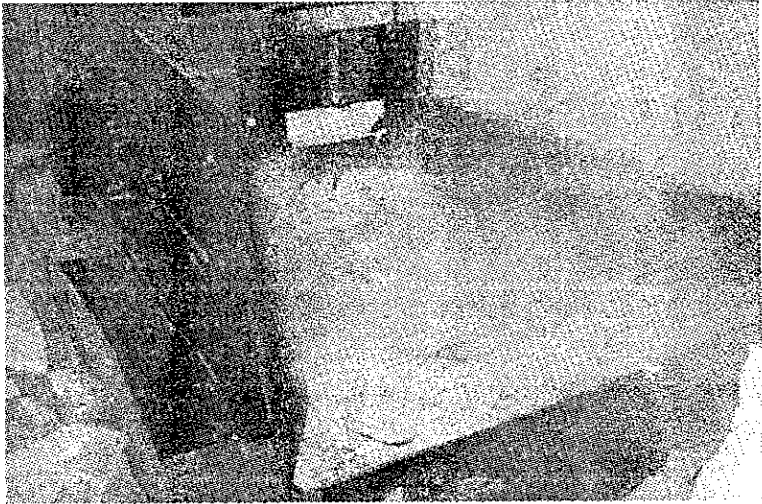
156,312.8 kg 66.01%

**Porcentaje de desechos que habrían sido eliminados**

48,689.1 kg 20.56%

**Anexo No. 5**

Fotos del procedimiento y Area de Destrucción de Desechos Sólidos



**Anexo No. 6**

Ofertas de empresas y personas individuales interesadas en la compra de los desechos sólidos.

Oferta No. 1



FAX MESSAGE

**TO:** [REDACTED]  
**ATTENTION:** **ING. MARIO HIDALGO**  
**FAX No.** [REDACTED] **DATE:** 25-07-2000  
**FROM:** **PEDRO CASTILLO**  
**TOTAL PAGES INCLUDING THIS PAGE:** 2

Estimado Ingeniero Hidalgo:

Reciba un cordial saludo.

Agradecemos su atención a nuestra visita a su empresa. Por lo que sírvase recibir nuestra cotización sobre la compra de sus desechos generados en su planta:

N.	MATERIAL	PRECIO
1	Tapadera de Polietileno del Tonel de cartón	Q 2.00 Unidad
2	Tonel de Cartón	
3	Rodo de Cartón	Q 1.00 quintal
4	Bolsa de Papel 4 capas	Q 2.00 quintal
5	Bolsa de papel 2 capas	
6	Cartón (corrugado)	Q 3.00 quintal
7	Bolsas de Plástico (LDPE-E)	Q 30.00 quintal
8	Wrap de Plástico	Q 20.00 quintal
9	Tambo plástico	Q 25.00 unidad
10	Tarima de madera	Q 1.50 unidad
11	Foil 2 capas	
12	Papel Impreso	Q 3.00 quintal
13	Papel Revuelto	Q 3.00 quintal
14	Periódico	Q 3.00 quintal
15	Guías telefónicas	Q 3.00 quintal
16	Cajas de empaque	Q 2.00 quintal
17	Bolsa Plástica (papel)	Q 2.00 quintal
18	Bote de Polietileno Alta Densidad	Q 15.00 quintal
19	Foil 4 capas	
20	Tambitos de un galón (agua Desionizada)	Q 30.00 quintal

El orden de los materiales, es el mismo utilizado con la entrega de las muestras.

Guatemala,  
17 de junio 2006

Señor  
Mario Hidalgo

Estimado señor Hidalgo:

En base a la visita del día 27 de los talleres a sus instalaciones, me es grato informarle los servicios que el grupo Punto Fierro, presta en la recolección de materiales reciclables:

-Punto Fierro es un grupo de empresas en las cuales cada una se especializa en una parte del reciclaje.

Ecología Maya: recolecta papel, plástico negro, proporciona educación ambiental a las entidades que desean así como el servicio de destrucción de papeles confidenciales.

Punto Fierro se dedica al reciclaje de todo tipo de metales ferrosos, como chatarra, motores, estructuras etc.

Artidos de Centro America: esta dedicada al reciclaje de metales no ferrosos, aluminio, cobre, bronce etc.

Unicel: esta dedicada al corte de plásticos, hule, etc.

Por lo anterior detallo los precios y descripción de los materiales a los que podemos trabajar sus materiales:

Papel Blanco Impreso ( papel comunicación, papel Blanco con impresión negra o azul, sin fotos, ni clips, ni hojas de colores)	Q. 25.00 el quintal
Papel prensa	Q. 5.00 el quintal
Papel resuelto ( cuadernos, revistas, hojas etc )	Q. 10.00 el quintal
Trombidos de cartón según muestra	Q. 0.30 unidad
Cartoncillo blanco	Q. 3.00 el quintal



- Bolsas plásticas con papalina Q. 8.00 el quintal
- Bolsas plásticas gruesas totalmente limpias Q. 15.00 el quintal

Le agradecería que envíe muestra de los siguientes materiales para determinar si es posible que los podamos comprar para reciclar:

- Galón plástico
- Bolsas de plástico delgado
- Tipo de cartagóns (benafón)
- Dentro de los materiales que no podamos recibirlos se encuentran:
- Tarimas de madera (solamente cuando las necesitamos se les haría algún pedido)
- Bolsa kraft
- Bolsas kraft con parafina
- Plástico gris de insecteras
- Plástico pvc

Los precios descritos anteriormente incluyen servicio de entrega, pesa y la responsabilidad de parte de nuestra empresa que los materiales que nos dé serán utilizados exclusivamente para reciclar, a excepción de los tarimitos y tarimas que serán utilizados para ser reutilizados.

Agradecemos la atención prestada a la presente, en espera de sus amables noticias.

Atentamente,

*Juan Carlos Sosa*  
 Juan Carlos Sosa  
 Gerente Administrativo

Guatemala, 28 de Junio de 2,000

Señores



Presente

Att.: Sr. Mario Hidalgo

Muy señores nuestros:

Por la presente nos es grato ofertar a ustedes, la compra de material de desecho de PAPEL ALUMINIO, con impresion de Aspirina.  
(Material que tenga adherencias de plastico, papel u otros, no compramos)

**PRECIO POR LIBRA**            0.15 (quince centavos de quetzal ) por libra.

**Forma de pago:**            Contra entrega

A la espera de vernos favorecidos con nuestra oferta, quedamos de ustedes,

Muy Atentamente

**ANDINA de CENTRO AMERICA**



Francisco Burga

Oferta No. 4

Guatemala 14 de Julio de 2,000

Señores:

Guatemala, Guatemala.

Senores:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes deseandoles exitos en sus labores cotidianas y a la vez para solicitarles si fuera posible la venta de lo siguiente:

Toneles de plastico:	Q 40.00	c/u
Tarima:	Q 3.00	c/u
Toneles de carton:	Q 15.00	c/u

Agradeciendoles de antemano su fina comprensión me despido de ustedes esperando una pronta respuesta.

Atentamente:

Juan Francisco González  
Cel. 903 83 49

W. C. B. 15-54 cel. Soc. Agrícola

Oferta No. 5

Guatemala, 1 de septiembre dl 2000.

Sr. Mario Hidalgo

Yo Francisco Hernández Caal con número de cédula A1-761770, teléfono 4028505 y dirección 0 ave. ruta 8 zona 4 Mercado Granero.

Propongo la siguiente oferta sobre los productos de desecho y a la vez me comprometo a no dar mal uso al producto ya mencionado y a sacar todo lo que se encuentre en existencia semanalmente:

- |                             |         |
|-----------------------------|---------|
| ◆ Tambo de plástico grande  | Q 45.00 |
| ◆ Tambo de plástico pequeño | Q 15.00 |
| ◆ Tonel de cartón           | Q 10.00 |
| ◆ Tarima                    | Q 5.00  |

Atentamente,

  
Francisco Hernández

Oferta No. 6

Guatemala, 1 de agosto del 2011

Sr. Mario Hidalgo

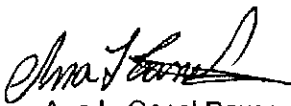
Yo Ana Leticia Canel Reyes con numero de cédula A1-58754 teléfono 201-5629 y dirección 5 - 20 zona 9 de Mixco Satelite.

Propongo la siguiente oferta sobre los productos de deshecho y a la vez me comprometo a no darle mal uso al producto ya mencionado y a sacar todo lo que se encuentre en existencia semanalmente:

- |                         |        |
|-------------------------|--------|
| - Tambo plástico grande | Q50.00 |
| - Tarima                | Q 5.00 |
| - Tonel de cartón       | Q 7.00 |

No teniendo más que decirle me despido de Usted agradeciéndole de antemano que tome en cuenta mi oferta.

Atentamente,



Ana L. Canel Reyes  
Tel. 201-5629

Oferta No. 7

Guatemala, 1 de septiembre del 2000

Señor Mario Hidalgo:

Atentamente me dirijo a usted para manifestarle que en relación a la venta de toneles, cajas de cartón y toneles plásticos, tarimas, le comunico que estoy interesado en ofertar por los mismos por la cual propongo las siguientes cantidades:

Tónele plástico... <i>Grandes</i> .....	Q30.00
" " <i>pequeños</i> 715.00 .....	Q 3.00
Tónel de cartón pequeño.....	Q 5.00
Tónel de cartón grande.....	Q 3.00
Tarima de madera.....	Q 5.00
Caja de cartón, (el ciento).....	

Agradezco su atención a la presente y me suscribo de usted como su atento y seguro servidor.

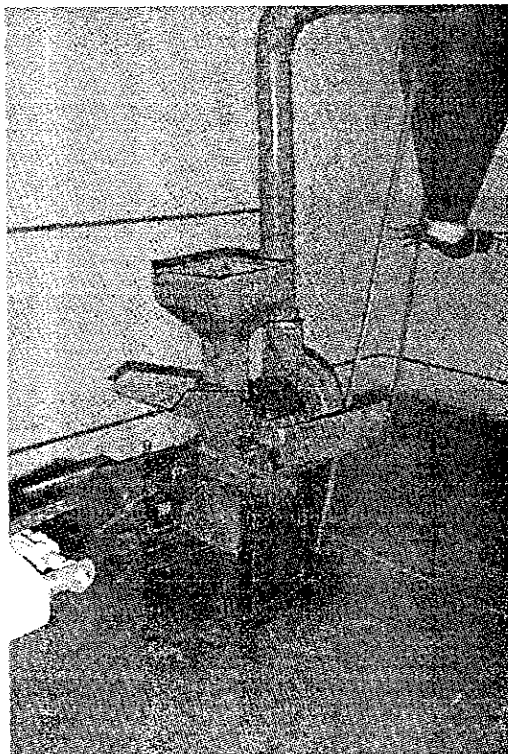
Atentamente,



Ricardo Ferea

**Anexo No. 7**

Desintegrador de la Universidad del Valle  
Laboratorio de Operaciones Unitarias



Anexo No. 8

1ª Opción: Union Standard Equipment

Cotización y Fotografía del equipo

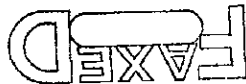
# UNION STANDARD EQUIPMENT COMPANY

DIV. OF NATIONAL EQUIPMENT CORP.



WORLD'S LARGEST DEALERS OF  
MODERN RECONDITIONED  
PACKAGING & PROCESSING MACHINERY

801-825 East 141st Street  
Bronx, New York 10454  
Tel.: (718) 585-0200 • Fax: (718) 993-2650  
E-mail: sales@unionmachinery.com  
Web Site: www.unionmachinery.com



July 13, 2000

FAX AND MAIL



● Attention: M. Hidalgo

Dear Mr. Hidalgo:

I have noticed in Utillaje that you are interested in purchasing a Fitzpatrick Comminuter. It is my pleasure to attach our picture quotation on the following machine:

1 - Fitzpatrick Model K-7 Comminuter  
Price:.....US\$8,250  
Stock No. 61434 New York

We are the world's largest supplier of used and rebuilt packaging and processing machinery. We presently have an office and plant in Naucalpan where we have several hundred machines which are offered. If you would like, you may contact our General Manager, Xavier Milke at (5) 300-3033. With more than 25,000 machines located in our New York, Chicago and Mexico, DF plants, we always have a tremendous selection available for immediate delivery at the lowest price.

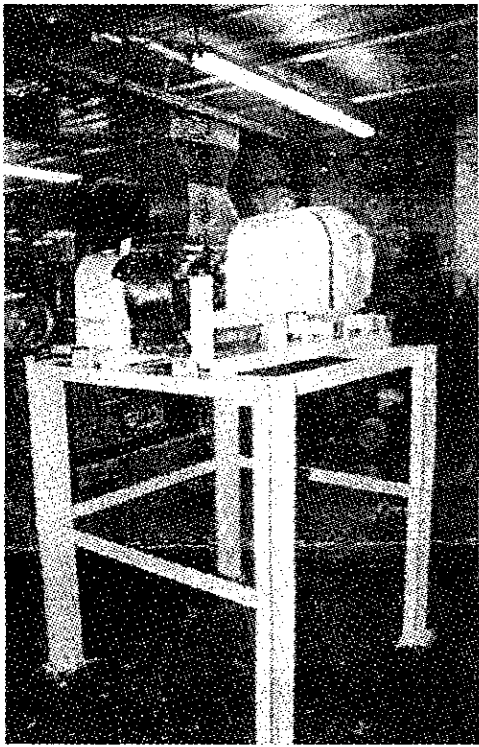
● I am enclosing a copy of our Union Standard News which will show you the wide range of equipment that we handle.

Please kindly fill out and return to us the enclosed card. This will enable us to place your name on our mailing list so that you will receive our circulars and special offerings.

If you have any questions, would like additional information or would like to make arrangements to inspect, please do not hesitate to contact me.

Best regards,

Andy Greenberg  
Sales Manager



Anexo No. 9  
2ª Opción: Buffalo Industries  
Sistema No. 1  
Cotización

# Buffalo Industries

1132 Seneca Street  
Buffalo, NY 14210

\*Buffalo Hammer Mill Corp.  
\*Advanced Turn-Key Systems, Inc.

Phone: (716) 823-0009  
Fax: (716) 823-6695

Company: [REDACTED]

Date: August 28, 2000

Attention: [REDACTED] Hidalgo Medina

Pages: 5

Fax No.: [REDACTED]

From: Thomas E. Warne

Dear Mr. Hidalgo Medina:

Thank you for sending me the e-mail photo's of your current situation. I can certainly see where your problems exist.

I have enclosed a drawing and additional information on the equipment and system that we recommend. We do not feel that you need to go to the trouble of installing a cyclone for this application, since this is more costly and takes up a great deal of room. The arrangement that is shown will be approximately 99.5% efficient, and will totally remove the cloud of dust that your current hammermill produces.

The unit as quoted would be ready to install, complete with all hose connections between the mill and dust collector etc. The only thing that you would have to do is bring power to the mill and dust collector. The electrical panel, and motor starters etc. are not included.

We are prepared to get started on your unit immediately. Please give me a call with any comments or questions you might have.

Best Regards,

BUFFALO INDUSTRIES



Thomas E. Warne  
Sr. Vice President

Encls.

TEW/bk

*Hammermills  
Wear Parts*

*Jaw Crushers  
Conveyors  
Vertical Shaft Impactors*

*Impact Mill  
Stackers*

*Screeners  
Lab Mills*

*Feeders  
Belt Feeders*

*Design/Build Systems*

## QUOTATION

To process 2300 lbs. per month of your reject material we are pleased to offer the following quotation:

BUFFALO HAMMER MILL *model W-16-L*, as shown in enclosed drawing number 6591-B. Mill net weight 1,150 lbs.

15 HP 3/60/480/1800 TEFC motor, premium efficient. V-belt drive, and OSHA approved belt guard

Mill constructed of 3/8" carbon steel plate, all weld construction, and mounted on a structural steel sub-base.

Rotor assembly employs swinging, heat-treated hammers which are four way reversible for long service life. Balance of rotor consists of a precision machined shaft which is warranted for five full years against breakage, heat-treated hammer rods, discs, and spacers. Packing glands are employed to prevent material leakage along shaft. Unit is considered dust tight as it employs packing glands, and seam gasketing.

Bearings employed are domestically manufactured, complete pillow blocks, with wide inner ring ball bearings.

Perforated screens covering the discharge opening allow properly sized material to pass while retaining oversize for more grinding.

Infeed chute, and discharge chute included. These will be designed to the exact specifications of the buyer through discussions with our engineering team.

Reliant 3 HP dust collector (four bag type) with 4" intakes. Vacuums at 1883 cubic ft per minute. Dust collector will be integrated with hammermill and ported to determine the proper amount of suction. Casters included. Hoses included. One spare set of bags included.

<b>Price:</b>	<b>\$14,750.00 (U.S.)</b>
<b>Delivery:</b>	<b>6-8 Weeks</b>
<b>FOB:</b>	<b>Buffalo, NY</b>

Options:

Export Crate                      \$500.00

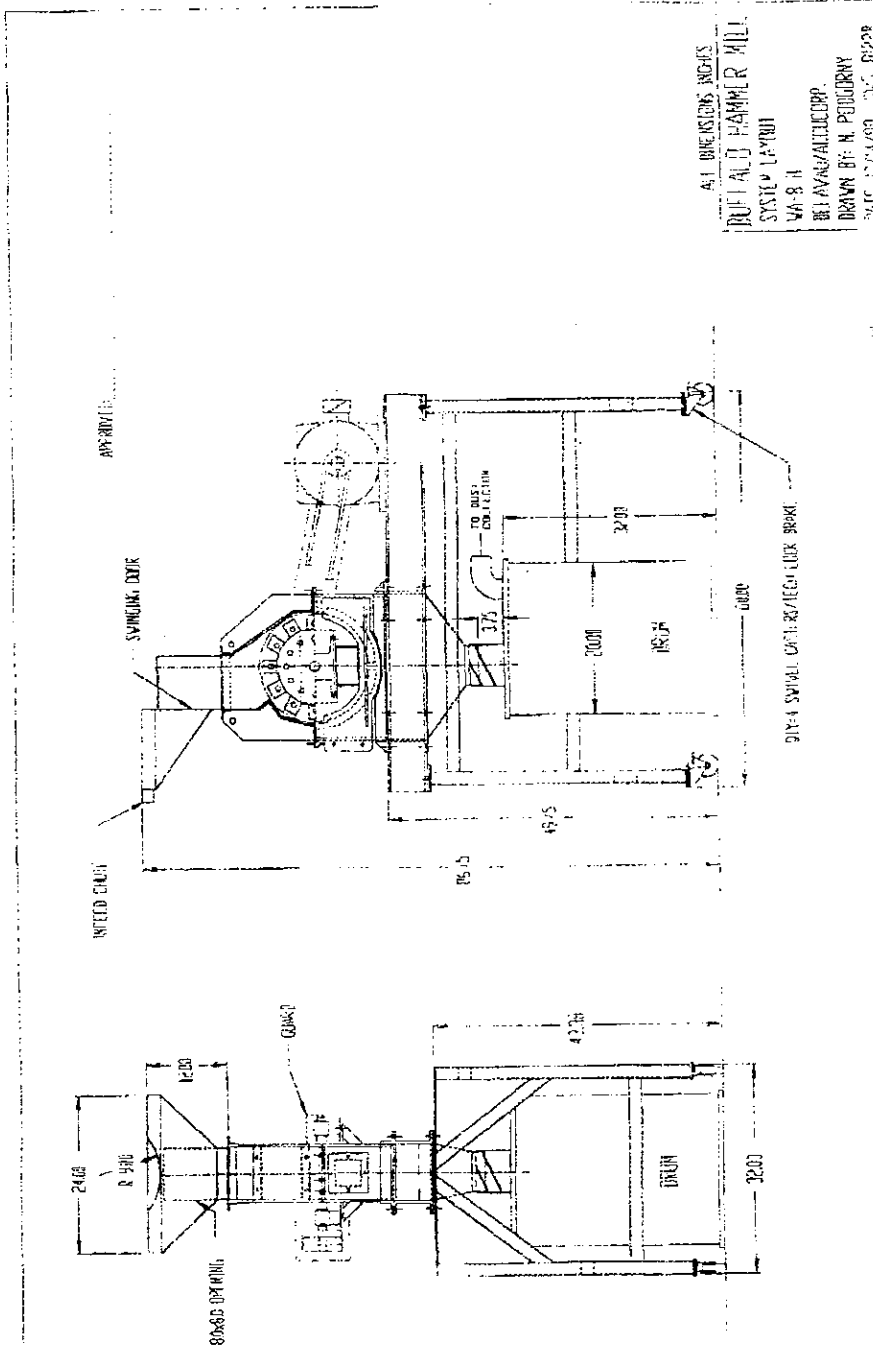
Terms: Irrevocable L/C, or pre-payment in advance (50% with order, balance when notified unit is ready for shipment)

# Diseño del Sistema

MON 11:50 FAX 7168238695

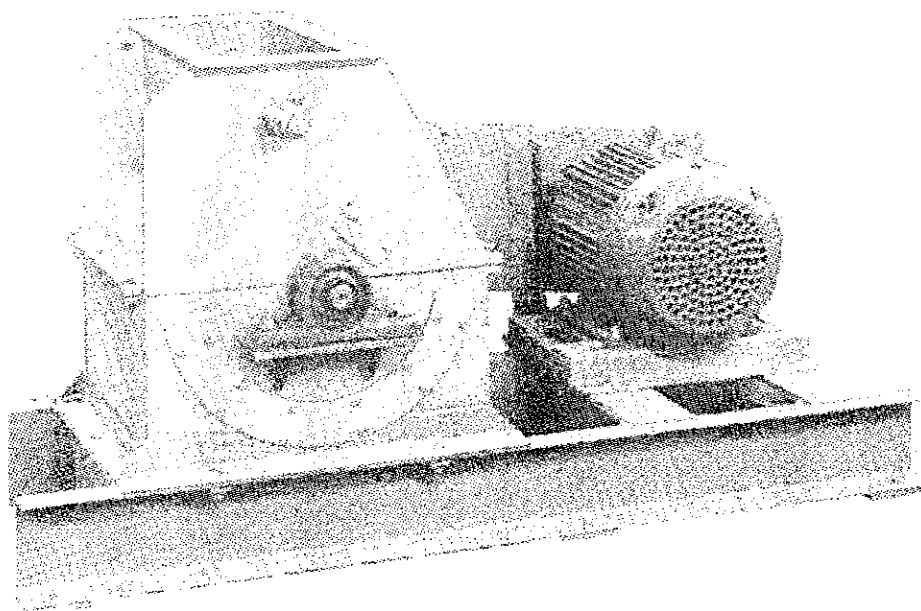
BUF IND GROUP

015



**Anexo No. 10**

Molino de martillos con descarga vertical marca Buffalo Hammer Mill, modelo W-16-L



**Anexo No. 11**

**Colector de polvos marca Reliant de 3 HP**

# Reliant™ 3 HP Dust Collector

*Powerful Dust Pick-Up  
For A Clean, Safe Shop*

Powerful pickup with three separate 4" intakes. Handles 3 machines or more with proper fittings. Particles get vacuumed up instantly with tremendous suction. Operates on a 3 HP motor, 220 volts, 18 amps with low sound, and vacuums at 1883 cubic feet per minute.

Comes with four standard canvas bags—two separator and two filtering. Filters capture dust down to 20 microns.

Great suction up to 75 feet away.

Casters included. Hoses

not included. Wired for your choice of plug.



**Anexo No. 12**

1ª opción: Buffalo Industries

Sistema No. 2

Cotización

**QUOTATION**

To process your scrap material as described we are pleased to offer:

Buffalo Industries Hammermill, model B-16-H as shown in enclosed drawing. Mill net weight 2,100 lbs.

20 HP 3/60/230-460/1800, TEFC, premium duty motor (or electrical as required by local service availability). V-belt drive, and OSHA approved belt guard.

Mill constructed of 3/8" carbon steel plate, all weld construction, and mounted on a structural steel support stand.

Rotor assembly employs swinging heat-treated hammers which are four way reversible for maximum service life. Balance of rotor consists of a precision machined shaft that is warranted for five full years against breakage; heat-treated hammer rods, discs, and spacers. Packing glands which are employed to prevent material leakage along shaft.

Bearings are domestically manufactured, grease lubricated, complete pillow blocks.

Perforated screen covering discharge opening allows properly sized material to pass, while retaining oversize for more grinding.

Powerful material handling fan is driven off of main mill shaft. Fan is contained within an easy opening housing. Internal fan housing liner prevents damage to housing itself and is changeable in minutes.

Hammermill feed chute, and discharge piping included.

Carbon steel cyclone, support stand, and standard piping included.

**PRICE: \$29,950 (\$U.S.)**

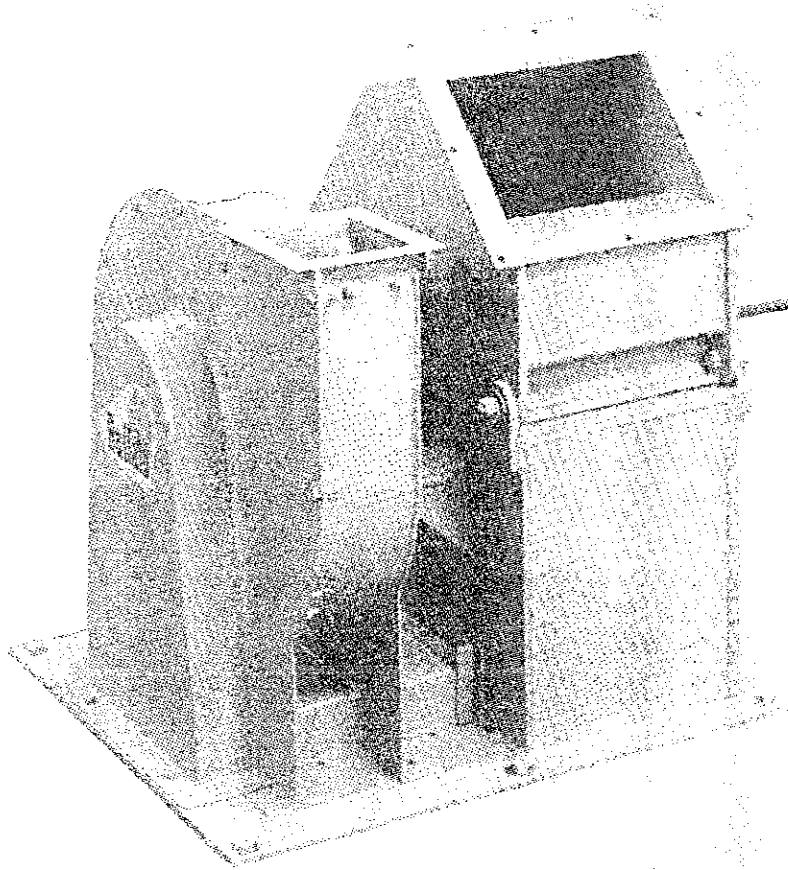
**DELIVERY: 8 WEEKS**

**FOB: Buffalo, NY**

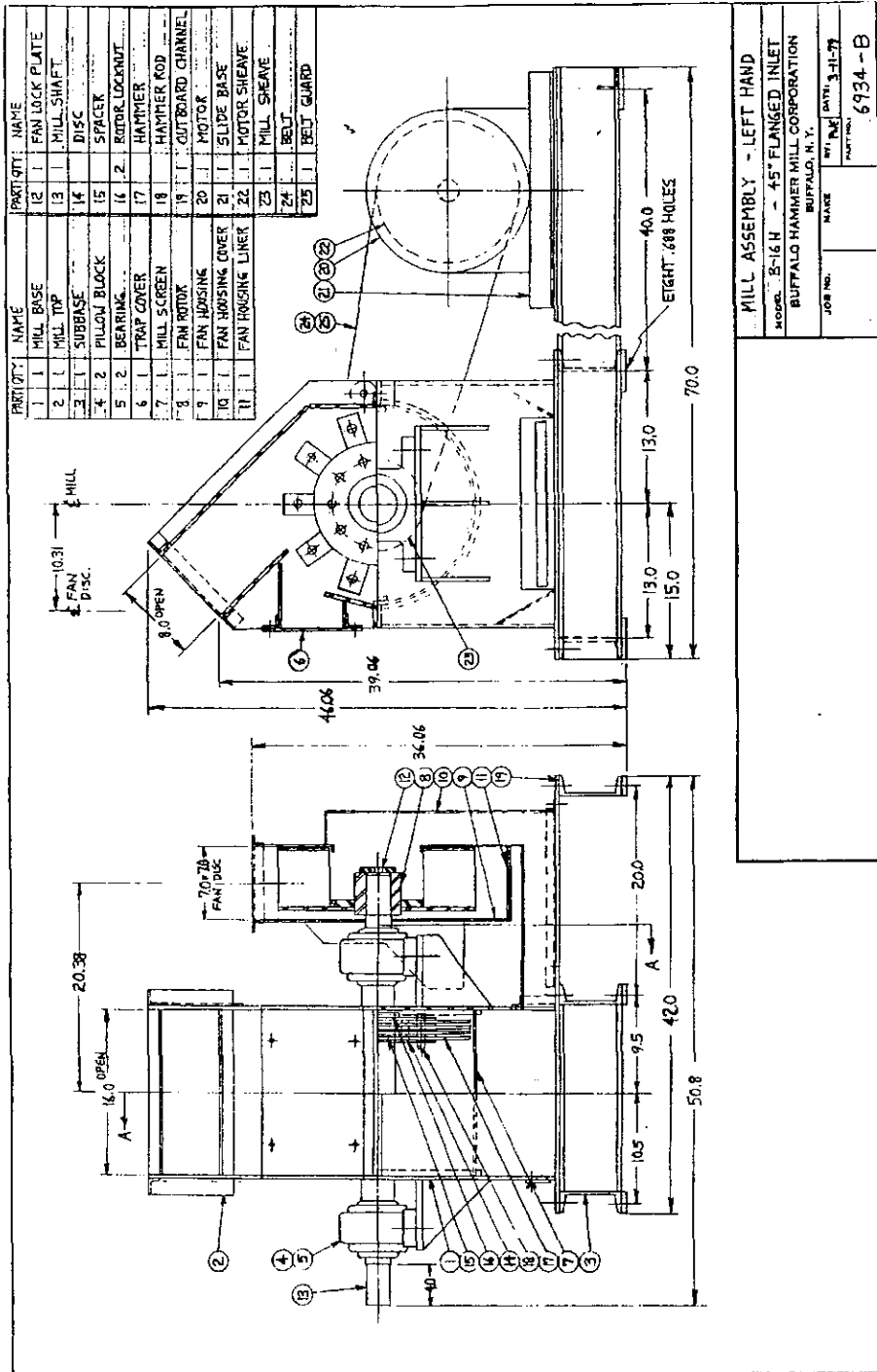
Terms: Export orders require the establishment of an irrevocable letter of credit in our favor, payable at time of shipment; or pre-payment in advance (50% with order placement, balance when notified unit is ready for shipment).

*Thank you!*

**Anexo No. 13**  
**Molino de martillos Buffalo Industries, modelo B-16-H**



# Diseño del molino de martillos



Anexo No. 14

3ª Opción: Agritrop S.A.  
Cotización

AGRITROP S A

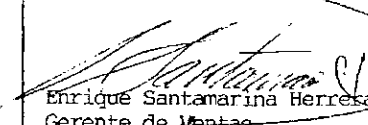
Fax : 502-4761008

Feb 05 15:08



COMPANÍA AGRICOLA TROPICAL, S.A.  
Calle Aguilár Batres 27-98, Zona 11  
Tels.: 476 2559 - 476 3048 - 476 3713 Fax: 476 1008  
Guatemala, C.A.

**FACTURA PROFORMA**  
No. 012/2001

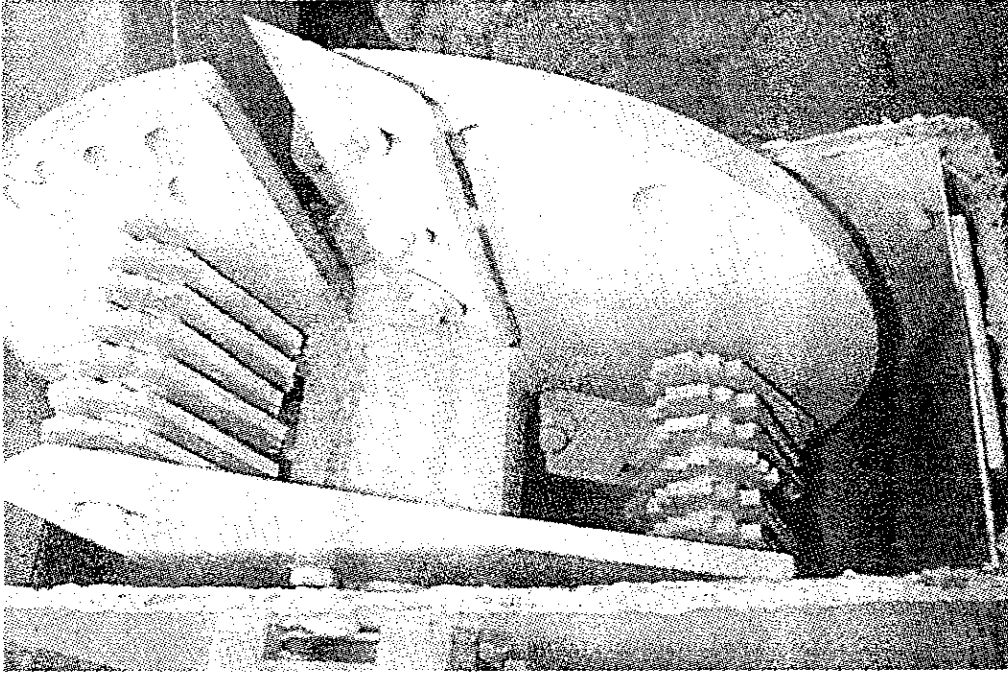
NOMBRE		Atención: Sr. Mario Hidalgo		FECHA	
DIRECCION		FAX		Enero 25, 2001	
CANTIDAD	DESCRIPCION	UNITARIO	IMPORTE TOTAL		
-1-	DESINTEGRADOR DE FORRAJES MARCA CREVESCO MODELO DP-8 CON BASE PARA MOTOR, INCLUYE CICLON	\$ 2,750.00	\$ 2,750.00		
-1-	MOTOR ELECTRICO TRIFASICO DE 25HP A 1725RPM	\$ 828.00	\$ 828.00		
-1-	JUEGO DE CUCHILLAS	\$ 119.00	\$ 119.00		
-1-	JUEGO DE MARTILLOS	\$ 140.00	\$ 140.00		
10% DE DESCUENTO EN PAGO DE CONTADO					
TIEMPO DE ENTREGA: 8 DIAS					
TIPO DE CAMBIO: \$1.00 = Q7.85					
 Enrique Santamarina Herrera Gerente de Ventas					
OBSERVACIONES:					
1. Motor eléctrico trifásico de 25HP, 1755RPM Volt/ 208-416, 60 ciclos 2. El desintegrador lleva un juego de 3 cuchillas y un juego de martillos (18 en total) 3. El equipo es puesto en planta. 4. El ciclón se arma en planta 5. Lleva el desintegrador de la medida de molienda: 0.8-3mm-5mm-8mm					

IMP. COMISA S.A. 476 7427



**Anexo No. 16**

Desintegrador marca CREMASCO, modelo DPC-8  
Rotor con 3 cuchillas y 18 martillos



7

Anexo No. 17  
4ª Opción: VIGSA  
Cotización

OCT-16-00 MON 16:26 VIGSA

502 2 315324

P. 1



**VIGSA**  
VENTILACION INDUSTRIAL  
GUATEMALTECA, S. A.

**COTIZACION N° 003543**

RUTA 4, B-44, ZONA 4 - APTO. "C" - TEL. (FAX): 3801545 3801555 GUATEMALA, C. A.

CLIENTE:

SEÑORES  
BAYER DE GUATEMALA  
PRESENTE

FECHA: 16 de octubre de 2000.

ATN.: ING. MARIO HIDALGO

5969090 ext. 3534

TELS.:

AREA: TRITURADORA DE DESECHOS

● Apreciables Señores:

Por este medio presentamos a su consideración nuestra oferta de los siguientes equipos, y trabajos de instalación.

CANTIDAD	PRECIO DE EQUIPOS Y ACCESORIOS	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
01	Ciclón separador de materiales y polvo de 32 pulg. de diámetro.	Q.	8,250.00
01	Sistema de filtro de bolsa y depósito de materiales.		5,500.00
01	Extractor centrífugo modelo V7HP-5 caudal 2250 CFM, motor trifásico de 5HP, 3500 RPM, marca Siemens.		8,100.00
01	Tubería de succión y descarga.		3,500.00
01	Campana de captura de polvo de 2 pies cuadrados.		350.00
VEINTISEIS MIL SETECIENTOS EXACTOS.		TOTAL	26,700.00
CANTIDAD	PRECIO DE LA INSTALACION	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
01	Instalación mecánica, (incluye mano de obra y materiales).		4,000.00
01	Instalación eléctrica, (incluye mano de obra y materiales: arrancador magnético, cable, flip-n, tubería y accesorios).		2,300.00
SEIS MIL TRESCIENTOS EXACTOS.		TOTAL	6,300.00

● ATENTAMENTE:

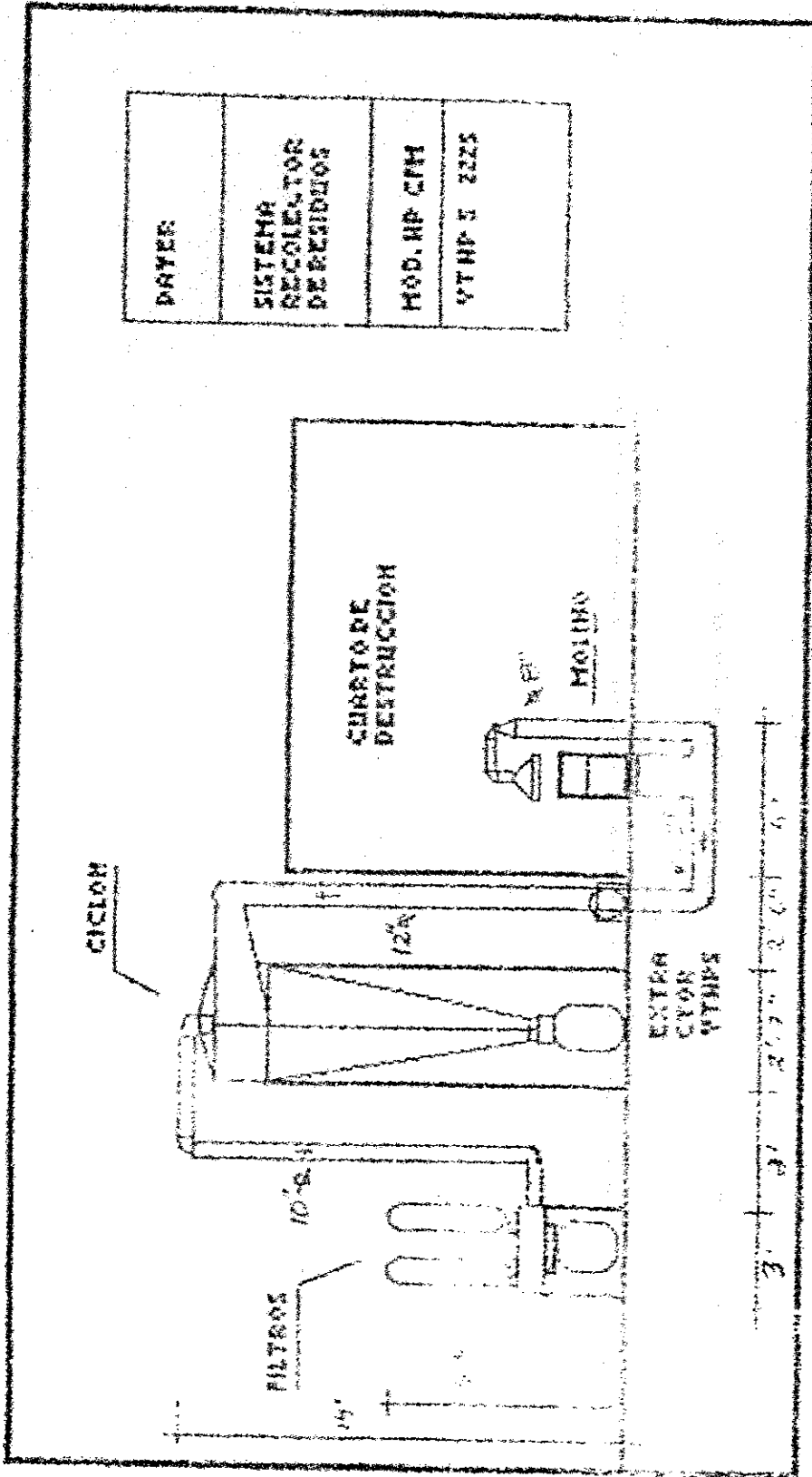
Dr. Francisco Marango  
INDUSTRIAL GUATEMALA

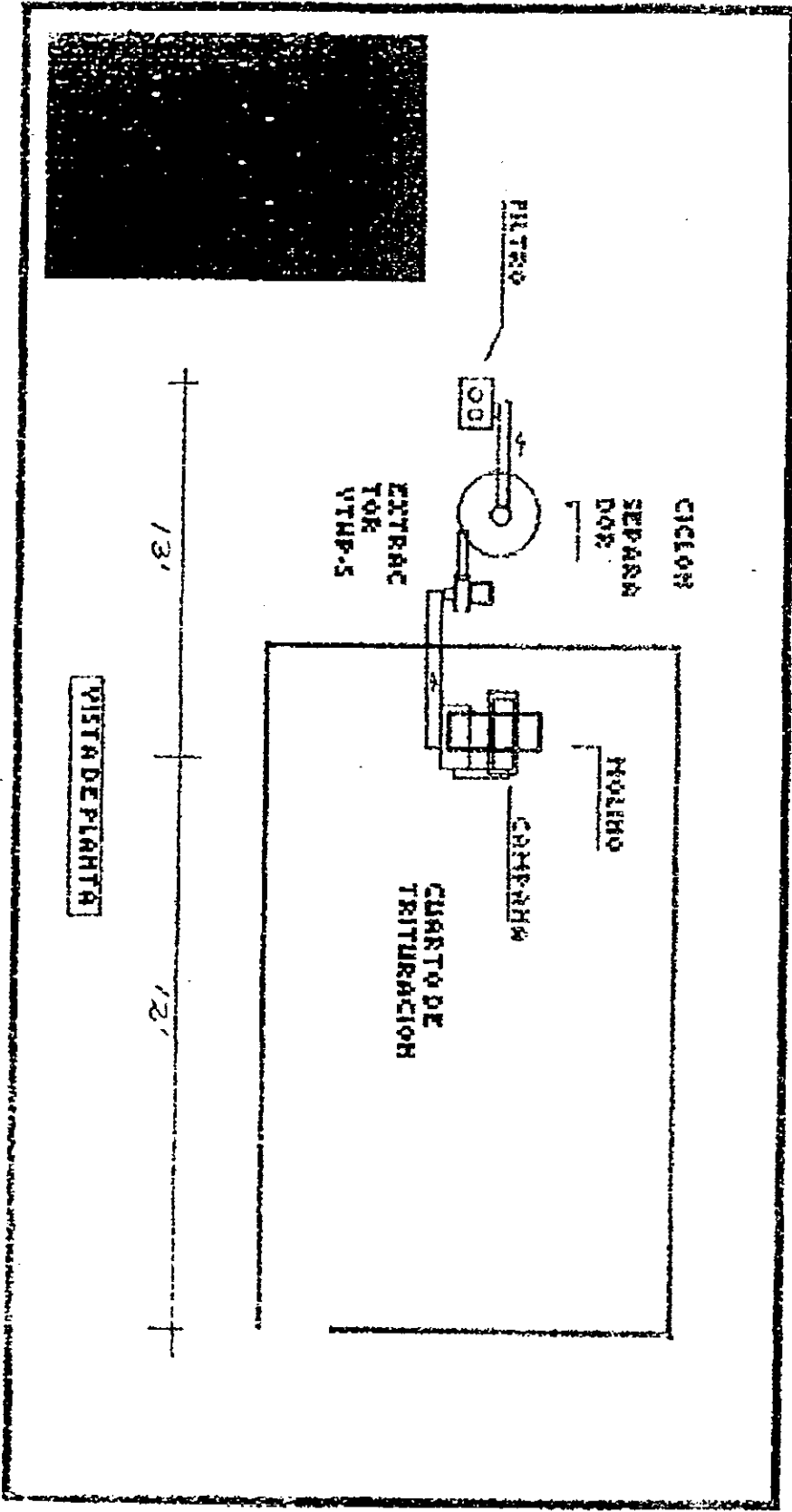
CONDICIONES DE LA OFERTA

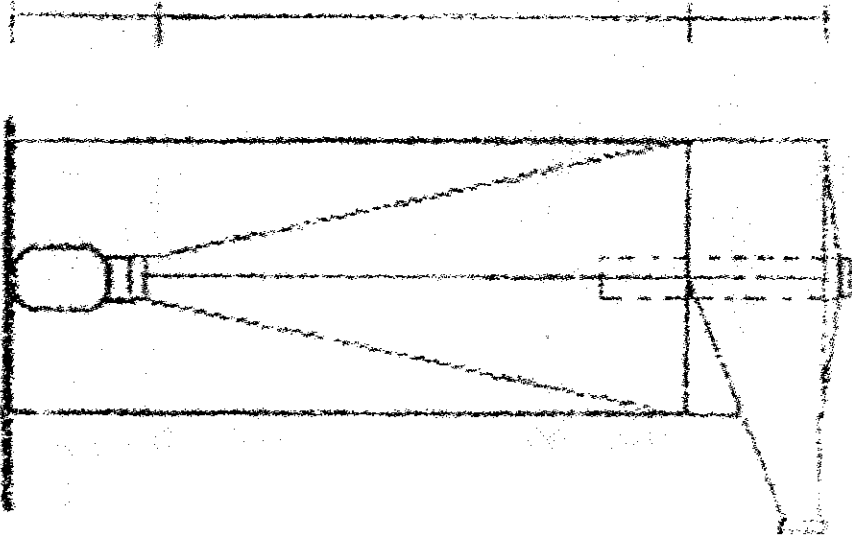
Forma de pago: Anticipo 60% con su orden de compra.

Tiempo de entrega: 2 Semanas más a partir de la fecha en que se recibe notificación.

Diagramas del Sistema







1 2

1 3

1 4

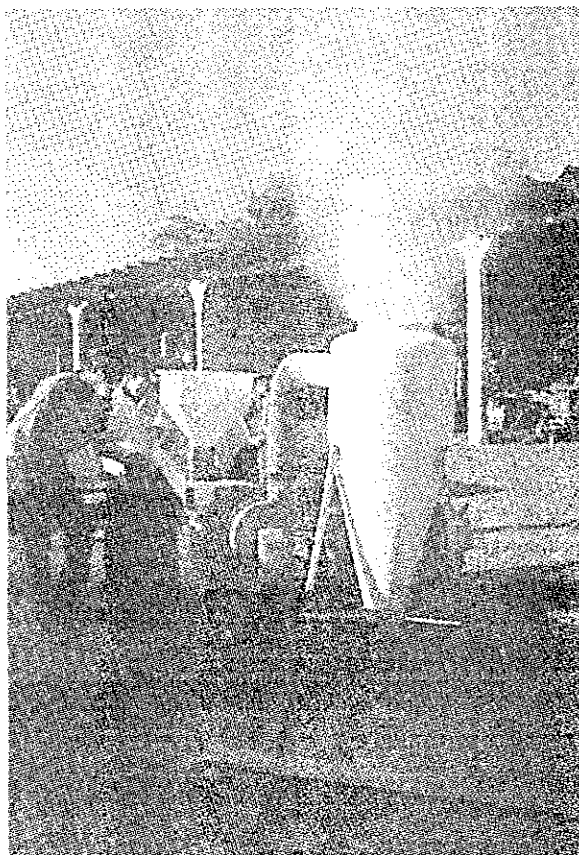
1 5

WATER
CYCLON SEPARATOR
2000 PRES. ESS.

**Anexo No. 18**

Prueba del Desintegrador con ciclón marca CREMASCO, modelo DPC-8.

Punto de Fuga



## Anexo No. 19

Prueba del Desintegrador con ciclón marca CREMASCO, modelo DPC-8.

Hoja de Prueba

### Prueba del Sistema del Desintegrador y Recolector de Polvos

Materiales Necesarios:

1. Muestra de Productos:

- Tabletas 46.6 kg
- 21.0 kg
- Blisters 42.0 kg
- Tara 5 kg
- Carton 3.5 kg
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

2. Bolsas Grandes Plásticas (15)

3. Toneles (2 Grandes 1 Pequeño)

4. Mascarillas 8710 (5)

5. Cronómetro

6. Cámara

Factores a evaluar:

1. Tiempo de destrucción

- Muestra de Blisters [redacted] 0.5 → 43 kg → ≈ 4 min.
- \_\_\_\_\_
- Nota: Solamente se tomo el tiempo de [redacted] 0.5
- se utilizo una zaranda de 5 mm.
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

2. Puntos de Fuga (Ver Fotografías)

3. Acumulación de aire en las bolsas (Mínima)

4. Polvos residuales

5. Volumen reducido. Muestra de tabletas 46.6 kg → despues de destrucción se recolecta en una bolsa plastica 41.6 kg. Se utilizo una zaranda de 5mm.

Eficiencia estimada: 73 %  
de recolección.

Reverso de Hoja de Prueba

1- [redacted] 0.5 — 4.0 min. <sup>tiempo</sup>  
(Blister.) — 0.5 mm.  
Producto cerrado, <sub>no h.</sub>

2- ~~1.5~~ [redacted] xeta — tiempo  
foil mojado :

Peso Tabletas despues de destrucción. 35.31

$$\text{Eficiencia} = \left[ \frac{(35.31 - 5.0)}{(46.6 - 5.0)} \right] \times 100$$
$$= 72.86 \%$$

Anexo No. 20  
Formato de Venta de Desechos Sólidos

McCabe Guatemala			
Formato Liquidación por Venta de Desechos Sólidos			
Nombre del Comprador: _____		Fecha: _____	
Dirección del Comprador: _____			
Cheque No.: _____		Banco: _____	
Toneles Plásticos			
Toneles Plásticos Pequeños			
Toneles Cartón Grandes			
Toneles Cartón Pequeños			
Tarimas			
Cartón			
Papel			
Plástico			
<b>Total</b>			
Observaciones: _____ _____			
Firma _____ Administración Técnica			