

Establecimiento de un aula demostrativa del manejo adecuado de desechos sólidos ordinarios, industriales y peligrosos

Fecha de recepción: 07/05/2008

Fecha de aceptación: 12/05/2008

Juan Carlos Salas Jiménez¹

El logro más importante es que las personas y grupos debidamente organizados, que tienen o están iniciando actividades de recuperación de desechos, pueden aprender observando directamente la operación del manejo de los desechos, pueden aprender observando directamente la operación del manejo de los desechos y hacer preguntas muy específicas de acuerdo con sus necesidades, lo cual permite empezar la actividad de manejo de desechos sin cometer errores ya superados.

Palabras clave

Aula demostrativa del manejo adecuado de desechos sólidos.

Key words

Demonstrative classroom in the appropriate handling of solid waste.

Resumen

En este artículo se expone cómo el Centro de Transferencia y Transformación de Materiales (CTTM) del (ITCR) Instituto Tecnológico de Costa Rica se ha convertido en un aula demostrativa que facilita los procesos de aprendizaje en la temática de desechos sólidos y transferencia de experiencia de los sectores público y privado del país, para buscar alternativas viables desde los puntos de vista ambiental, social y económico.

El logro más importante es que las personas y grupos debidamente organizados, que

tienen o están iniciando actividades de recuperación de desechos, pueden aprender observando directamente la operación del manejo de los desechos, pueden aprender observando directamente la operación del manejo de los desechos y hacer preguntas muy específicas de acuerdo con sus necesidades, lo cual permite empezar la actividad de manejo de desechos sin cometer errores ya superados.

Abstract

This article focuses on how the Center of Transfer and Transformation of Materials (CTTM) has become a demonstrative classroom that facilitates the learning processes in the topic of solid waste and transfer of experience to the public and private sectors of the country, to find feasible alternatives from the environmental, social and economic point of view.

The most important achievement is that people and properly organized groups that are carrying out or beginning activities of

1. Investigador, Centro Investigación Protección Ambiental. Teléfono: (506) 2550-2040. Correo electrónico: jcsalas@itcr.ac.cr.

El Centro de Investigación en Protección Ambiental, por medio del Proyecto “Gestión Integral de Desechos Sólidos en el Parque Industrial de Cartago”, ha desarrollado una instalación modelo denominada Centro de Transferencia y Transformación de Materiales (CTTM), que se ha constituido en un aula demostrativa para dar capacitación y asesoramiento a los entes que lo requieran, con el fin de transferir los conocimientos y la experiencia práctica que se ha adquirido en el CTTM.

waste recovery, can learn the process of waste handling by observing directly and have the opportunity to ask very specific questions according to their needs. This will let them start the activity of waste disposal without making the mistakes that have been already overcome.

Introducción

Actualmente la sociedad costarricense genera una gran cantidad de desechos sólidos que no reciben un manejo adecuado en cuanto a su recolección, transporte, tratamiento y disposición final. La gestión integral del manejo de los desechos sólidos se convierte en un componente más de la economía del país, de modo que la problemática de los desechos sólidos ocupa un lugar prioritario y los sectores público y privado demandan actividades tendientes a minimizar los perjuicios ambientales causados por los procesos productivos e industriales. El costo global que supondría regenerar los sitios contaminados ascendería a cientos de miles de dólares, por lo cual se debe buscar modelos de gestión integral de desechos, para afrontar y detener el deterioro ambiental provocado por los desechos sólidos.

En países como Japón, que han desarrollado facilidades técnica y ambientalmente adecuadas para realizar actividades de manejo de desechos sólidos, también se ha incorporado espacios para informar y capacitar tanto al personal involucrado con la temática, como a la sociedad civil, con la finalidad de transferir el conocimiento tecnológico y concienciar a la población en general. Por ejemplo, en Japón se cuenta con el Centro Ecopolis, donde los visitantes pueden obtener información, aprender y experimentar los procesos de preservación ambiental.

Una actividad que sirva como aula demostrativa del manejo de desechos sólidos tendría dos finalidades:

A. Mostrar en la práctica el manejo adecuado de los desechos reciclables y reutilizables.

B. Capacitar en los siguientes temas relacionados con los desechos sólidos:

- Concienciación de la legislación ambiental.
- Orígenes, tipos y composición.
- Propiedades físicas y químicas.
- Principios de ingeniería.
- Recolección, separación y clasificación.
- Reciclaje y reutilización.
- Disposición final.
- Planificación y localización de instalaciones de gestión.⁽²⁾

Para los distintos actores implicados en la gestión de desechos sólidos (ingenieros municipales, técnicos en administración ambientalista, líderes comunales y personeros de entidades públicas y privadas), se necesita un modelo exitoso mediante el cual puedan adquirir conocimientos técnicos de ingeniería en materia de desechos y experiencia sobre cómo manejar integralmente los desechos sólidos generados por la actividad con la que están involucrados.

El Centro de Investigación en Protección Ambiental, por medio del Proyecto “Gestión Integral de Desechos Sólidos en el Parque Industrial de Cartago”, ha desarrollado una instalación modelo denominada Centro de Transferencia y Transformación de Materiales (CTTM), que se ha constituido en un aula demostrativa para dar capacitación y asesoramiento a los entes que lo requieran, con el fin de transferir los conocimientos y la experiencia práctica que se ha adquirido en el CTTM. Con lo anterior, el Instituto Tecnológico de Costa Rica está contribuyendo con la solución para el manejo de desechos sólidos ante la comunidad nacional e internacional.

El Centro de Investigación en Protección Ambiental ha venido desarrollando durante los últimos siete años, una actividad de manejo de desechos sólidos en el Parque

Industrial de Cartago de forma exitosa desde los puntos de vista ambiental, social y económico.

En el Centro de Transferencia y Transformación de Materiales (CTTM) se ha generado una serie de logros como:

- Realizar un manejo técnico, ordenado y eficiente de los desechos.
- Diseñar diagramas de flujo.
- Manejar un promedio de 300 toneladas de desechos por mes.
- Contar con un plantel de 28 personas que disfrutan de todas las garantías sociales.
- Contar con manuales de procedimientos tanto administrativos como operativos.
- Desarrollo de un sistema de inventarios computarizado para desechos.
- Contar con más de 249 personas físicas y jurídicas que utilizan los desechos recuperados en el CTTM.

Todas las experiencias y conocimientos adquiridos en el CTTM fueron transferidos de forma activa a los diferentes sectores sociales que lo requirieron, para acelerar la puesta en ejecución de actividades efectivas en diversos sectores de la geografía nacional.



Figura 1. Sala de capacitación del Centro de Transferencia y Transformación de Materiales.

- Realizar evaluaciones de empresas y recomendarles cómo manejar sus desechos, con lo cual han mejorado su desempeño ambiental.
- Formalizar una actividad de manejo de desechos auto sostenible.
- Aplicación de técnicas de ingeniería en el manejo de desechos.
- Contar con un cooperante japonés que transmita su experiencia.

Todas las experiencias y conocimientos adquiridos en el CTTM fueron transferidos de forma activa a los diferentes sectores sociales que lo requirieron, para acelerar la puesta en ejecución de actividades efectivas en diversos sectores de la geografía nacional.

Materiales

Para la realización de este proyecto de extensión de conocimientos y experiencias en manejo de desechos sólidos, se requirió de los siguientes recursos:

1. Un Centro de Transferencia y Transformación de Materiales (CTTM), en cuyas instalaciones se realiza un manejo adecuado de los desechos.
2. En el CTTM se construyó una sala de capacitación equipada para presentaciones, como se muestra en la Figura 1.

Metodología

1. Por medio de llamada telefónica, se conversa con las personas interesadas y se planea el día de visita al CTTM.
2. Se coordina el día de visita con el personal del CTTM.
3. El día de la visita del grupo interesado, primero se efectúa un recorrido por cada una de las partes de operación del CTTM (recolección, descarga, clasificación, compactación, molienda,

almacenamiento, inventario y salida de material), como se muestra en la Figura 2.

4. En la sala de capacitación se brinda información general y se evacua las consultas del grupo sobre las distintas etapas, además de ofrecer algunas asesorías puntuales.

Resultados y discusión

Durante la ejecución del proyecto se atendió 37 solicitudes para participar en el aula



Figura 2. Recorrido con los participantes por el aula demostrativa ubicada en las instalaciones del Centro de Transferencia y Transformación de Materiales (CTTM).

Cuadro 1. Lugar de procedencia de los participantes en el aula demostrativa.

Lugar de procedencia	Número de participantes
Estudiantes universitarios	156
Estudiantes de primaria	59
Estudiantes de secundaria	75
Personas de otros países	4
Empresa privada	11
Grupos organizados	43
Instituciones públicas	16
TOTAL	364

demostrativa y 364 personas provenientes de municipalidades, empresas privadas, centros educativos, universidades y otros países, visitaron el CTTM.

En el Cuadro 1 se muestra las diferentes procedencias de los visitantes.

En el Gráfico 1 se muestra de forma proporcional la procedencia de los participantes en el aula demostrativa.

La información anterior revela que la mayor participación en el aula demostrativa fue de estudiantes universitarios, principalmente del ITCR y de la UCR con un 43%, seguida de estudiantes de secundaria y primaria con un 37%. Un grupo muy importante fue el de los grupos organizados (11%) por mujeres y hombres que están realizando acciones concretas para manejar los desechos que generan sus comunidades. Por último, entre entidades públicas y privadas, se tuvo una participación del 27% y un 4% de las visitas fueron efectuadas por personas extranjeras involucradas con la temática.

Las personas que participaron en el aula demostrativa manifestaron que durante la actividad en el CTTM, el aprendizaje fue muy significativo, al observar los procesos y recibir la transmisión de experiencias, con la posibilidad de aplicarlas y así no cometer los errores que se dieron durante el desarrollo del CTTM.

El primer objetivo del aula demostrativa fue mostrar el CTTM como un modelo exitoso de gestión integral de desechos sólidos, para motivar la realización de experiencias similares.

En el aula demostrativa para manejo de desechos se enfatizó en los siguientes aspectos operativos necesarios para el éxito de la actividad, a saber, que el CTTM cuenta con una infraestructura donde se puede ir observando las etapas del manejo de los desechos, desde la generación en la fuente hasta la incorporación de los materiales recuperados en los sistemas productivos. El esquema utilizado se muestra en la Figura 3.

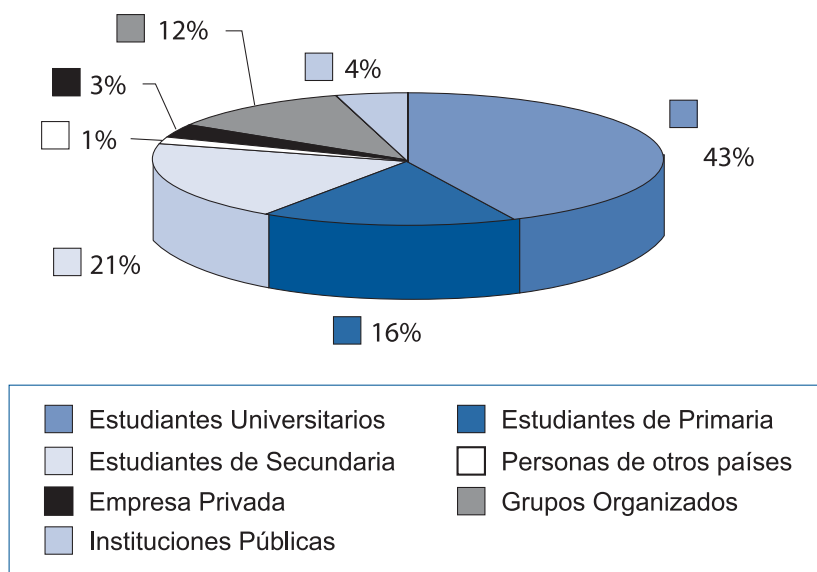


Gráfico 1. Procedencia porcentual de los participantes en el aula demostrativa.

A los participantes del aula demostrativa se les explicó cada una de las etapas del proceso y los conceptos más relevantes de cada etapa fueron:

Generación de desechos en las empresas

Debe existir una comunicación constante entre los generadores de desechos y los que los recuperan, para que se dé una recuperación más efectiva de los desechos, evitando mezclas, disponiendo de un lugar adecuado para almacenarlos, realizando una evaluación del tipo y cantidad de los desechos e investigando el mercado actual para la reutilización y reciclaje de cada categoría de materiales en los ámbitos nacional e internacional. Todo lo anterior para determinar las necesidades de empresas y comunidades y así no recoger materiales que no se pueda reciclar o reutilizar, ya que éstos deben tratarse como basura y ser enviados al relleno sanitario directamente.

Recolección de materiales

Un concepto clave en la recuperación de materiales es desarrollar un itinerario de

recolección que se cumpla, ya que de esto depende la credibilidad y formalidad de la actividad de recuperación.

Según los volúmenes por recoger, se debe definir la cantidad de vehículos que se requiere para la recolección, los cuales deben estar en buenas condiciones, sin derrames de aceite y cerrados o manteados para evitar que se caigan los materiales.

La ubicación del centro de recuperación es clave, ya que el costo por transporte de materiales es el más significativo, de modo que a menor distancia entre la fuente de generación y el centro de acopio, se obtiene las siguientes ventajas:

- Se mantiene un reducido tiempo de respuesta ante las necesidades de las empresas y comunidades, de forma que se logra ofrecer un servicio eficiente.
- Los recorridos de los camiones son breves, lo cual genera un ahorro en combustible y menor desgaste de los vehículos.

Descarga

En cuanto a la descarga en las instalaciones de recuperación, ésta debe estar coordinada con la recolección de materiales, dando prioridad a los camiones de recolección que deben cumplir el itinerario.

Los camiones de recolección llegan con cartón, papel, plásticos, tarimas, chatarra, etc., y a la hora de la descarga, cada tipo de material tiene un área donde se limpia, clasifica y almacena de forma ordenada y limpia.

Se distribuyó la planta física del CTTM para manejar cada desecho de acuerdo con su volumen y peso.

Recuperación de materiales

El manejo de desechos es una actividad de alto volumen y bajo peso, por lo cual tiende a colapsar las áreas de trabajo, de manera que se debe manejar con orden, limpieza y eficiencia para mantenerla

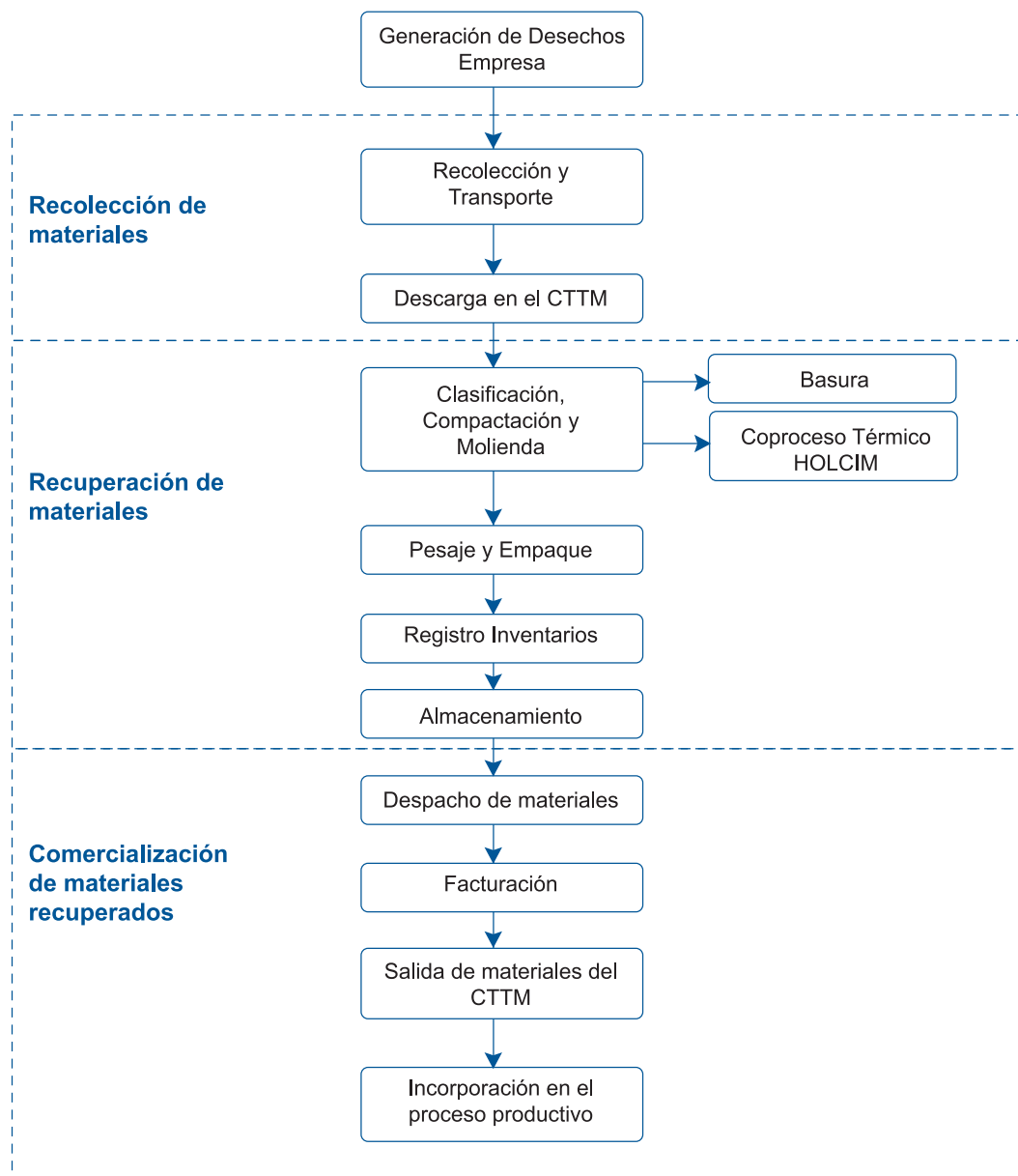


Figura 3. Flujo de operaciones para el manejo de desechos industriales.

controlada y evitar que las instalaciones adquieran mal aspecto.

El material recuperado puede salir de las instalaciones del CTTM con tres fines:

- Para reciclar o reutilizar.
- Para ser utilizado en la fábrica de cemento como combustible.
- Lo que no se recupera es enviado al relleno sanitario.

La clasificación se realiza por áreas específicas de acuerdo con el tipo de material y una persona se encarga de clasificar y llenar una hoja de producción para alimentar el inventario.

Registro de inventario

Uno de los problemas que tiene el manejo de desechos es que por lo general no hay una cuantificación de las entradas, salidas

Actualmente se cuenta con una amplia gama de usos para cada tipo de material, pues se han incorporado en los procesos tanto de pequeñas como de medianas empresas, además de pequeños negocios de personas independientes dedicados a la confección de felpudos, piezas plásticas, ropa íntima a la medida, etc. La lista de usos, hasta ahora registrados, de los materiales ofrecidos por el CTTM se puede observar en el Cuadro 2.

y existencias de estos en las instalaciones de recuperación, por lo cual en el CTTM se cuenta con un sistema de inventarios cuyo funcionamiento y ventajas fueron explicados a los participantes. Dicho sistema permite contar con un historial por material, existencias y un mejor aprovechamiento del espacio físico, lo cual está enlazado con la facturación que se descarga automáticamente cuando se realiza la venta de los materiales, entre otros.

Se implementó un sistema de codificación alfa numérica que asigna un código a cada uno de los materiales que actualmente se reutiliza o recicla y se han agrupado en categorías según el tipo, lo cual facilita su identificación tanto física como lógica dentro de la Base de Datos de Inventarios. Además, se utiliza etiquetas llamativas para rotular los materiales ya inventariados y listos para la venta.

Comercialización de los materiales recuperados

Se ha implementado el uso de formularios para el control interno de la entrada y salida de materiales, adicional al respaldo brindado por las facturas o recibos debidamente identificados, los cuales son entregados a los clientes como comprobante de pago.

Actualmente se cuenta con una amplia gama de usos para cada tipo de material, pues se han incorporado en los procesos tanto de pequeñas como de medianas empresas, además de pequeños negocios de personas independientes dedicados a la confección de felpudos, piezas plásticas, ropa íntima a la medida, etc. La lista de usos, hasta ahora registrados, de los materiales ofrecidos por el CTTM se puede observar en el Cuadro 2.

Investigación de nuevos mercados y costo de los materiales recuperados

La recuperación de materiales de desecho está revestida de informalidad en cuanto a su venta, pues por lo general se vende

al que paga más, pero en el CTTM se ha mantenido la relación con los clientes durante años, porque se toma en cuenta otros aspectos además del precio, como la continuidad de la relación comercial. Se define el número de clientes por material recuperado de acuerdo con el comportamiento histórico del material, de modo que si ingresa más material, se evalúa la incorporación de más clientes.

Se valoró constantemente el precio de los materiales en el mercado, para así definir precios competitivos que no sobrepasen el 50% del costo del material virgen, por ejemplo, en plásticos.

Se debe investigar constantemente en la reutilización y reciclaje de los materiales dentro de los mercados potenciales, buscando siempre el máximo aprovechamiento de los mismos y tener varios clientes para cada material.

Después del recorrido por las instalaciones del CTTM, los participantes pasan a una sala de capacitación donde se realiza las siguientes actividades:

- Evacuar dudas o preguntas generadas durante el recorrido por la planta del CTTM.
- Ofrecer un espacio para el intercambio de ideas, negocios o acciones que produzcan opciones productivas para incorporar nuevos desechos.
- Brindar información, charlas y capacitación en materia de desechos sólidos.

Mantenimiento de la actividad de recuperación

Al inicio de una actividad de recuperación, hay que vencer muchos obstáculos, pero lo más difícil es mantenerla, por lo cual se debe crear una estructura organizacional bien definida desde el inicio, ya que cuando estas actividades prosperan, pueden darse conflictos de interés.

Es necesario alcanzar un equilibrio entre en lo social, lo ambiental y lo económico.

Cuadro 2. Reutilización y reciclaje de los materiales de desecho recuperados.

Categoría	Material	Destino	
		Reutilización	Reciclaje
Papel	Papel de cómputo, blanco impreso, bolsa multipliego, folder y periódico	Para sistemas de embalaje	Fabricación de papel
Cartón	Cajas	Reempacar producto	Fabricación de cajas
	Láminas	Para hacer cajas y divisiones	
	Tubos de cartón	Para rebobinar plástico laminado	
Chatarra	Metales ferrosos	Dependiendo del diseño	Enviando a Guatemala
	Aluminio, Bronce, Estaño, Cobre	-----	Fundidoras nacionales para hacer sillas, tapas, válvulas de paso de agua y otros accesorios utilizados en la construcción
	Estañones metálicos	Reempacar solventes	-----
Tarimas	Madera	Se reconstruye las dañanas y las otras se utilizan para embalar	Como leña para el cocimiento de alimentos
	Plástico	Se utilizan en embalaje	Las dañadas se muelen y se hacen esquineros para entarimar
Plásticos	PVC flexible o rígido	-----	Fabricación de mangueras para agua, empaques para refrigeradora, tubos, canoas, tapones para sillas, sillas, suelas para zapatos, etc.
	Polietileno de alta y baja densidad, plástico termoformado	Si la bolsa no tiene impresa información que comprometa a la empresa, se puede reutilizar	Fabricación de bolsas para empaque, esquineros para entarimar y tubos de riego
Plásticos	Polipropileno	-----	Fabricación de mecate, prensas de ropa, escobas, etc.
	Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)	-----	Fabricación de componentes eléctricos
	Polycarbonato	-----	Fabricación de componentes eléctricos
	Copoliéster		No se consume nacionalmente, así que se exporta
	Estañones plásticos	Reempacar solventes	-----
Tela	Recortes de Tela	Para confección de ropa íntima femenina, mecha, hamacas, felpudos, etc.	-----
Solventes	Thinner	Si no están muy contaminados, para limpiar piezas	Redestirarlos para obtener el solvente puro
	IPA		
Aceites	Aceite	Combustión de los hornos de fundición	Filtrarlos y agregar aditivos para uso como lubricante de cadenas

En lo ambiental:

- Disminución de la cantidad de desechos enviados al relleno sanitario.
- Reducción del uso de recursos naturales, por medio de la reutilización y el reciclaje de materiales obtenidos de los desechos.
- Crear una actividad que maneje los desechos de forma ordenada, limpia, segura y sin perjudicar las empresas

y comunidades a las que brindan el servicio. La Figura 4 muestra cómo el CTTM maneja los materiales de desecho y cómo se manejaban anteriormente. Antes las empresas tenían problemas por el inadecuado manejo de sus desechos, ya que comprometían su imagen, porque muchos de estos desechos muestran el nombre corporativo de ellas.

Crear una actividad que maneje los desechos de forma ordenada, limpia, segura y sin perjudicar las empresas y comunidades a las que brindan el servicio.



Figura 4. Comparación entre el manejo anterior y el actual de los desechos recuperados del Parque Industrial de Cartago.

En lo social:

- Fomentar la visión de que la recuperación de materiales de desecho es un empleo digno y hacer que el trabajador tenga todas las garantías laborales.
- Contar con un plan de capacitación del personal.
- Realizar actividades de integración.

En lo económico:

- Es una actividad auto sostenible.
- Los recursos se reinvierten en el CTTM.



Figura 5. Proceso de desensamblaje de computadoras en el Centro de Transferencia y Transformación de Materiales.

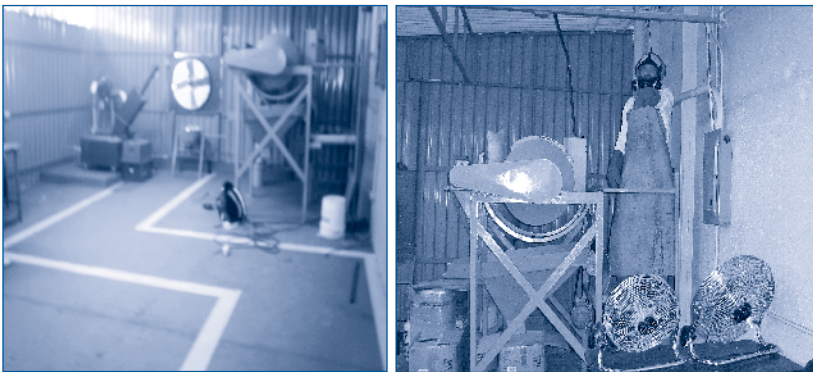


Figura 6. Proceso de inertización del mercurio de los bombillos y tubos fluorescentes.

El CTTM como plataforma de investigación para el manejo de desechos

Durante el segundo semestre del año 2005, se realizó un plan piloto para el desensamblaje de 1000 computadoras obsoletas del Instituto Tecnológico de Costa Rica, para evaluar los costos operativos y el envío de los desechos peligrosos al exterior. En la Figura 5 se muestra el proceso.

En las instalaciones del CTTM también se cuenta con un proceso de inertización del mercurio de los bombillos y tubos fluorescentes (Figura 6).

Por otro lado, los estudiantes del ITCR pueden realizar prácticas de curso o de especialidad de carrera en el CTTM, donde se vinculan con el manejo de los desechos. En la Figura 7 se muestra a un grupo de estudiantes de la carrera de Ingeniería en Materiales, conociendo los diferentes tipos de materiales de desecho que se recuperan en el CTTM y sus posibilidades de reciclaje y reutilización.

Se propició visitas de los posibles clientes a las instalaciones del CTTM y se les proporcionó muestras de los materiales recuperados para que evaluaran la incorporación de éstos en sus procesos.

Finalmente, el CTTM es una posibilidad de vinculación de las empresas del Parque con el ITCR, permitiendo suplir necesidades de cooperación en la solución de problemas con la colaboración de los estudiantes de la Institución.

Aportes

Entre los principales aportes de este proyecto de extensión están:

- En imagen y proyección del Instituto Tecnológico de Costa Rica ante la sociedad costarricense, aportando soluciones viables para aliviar la problemática ambiental provocada por los desechos sólidos.



Figura 7. Grupos de estudiantes de Ingeniería en Materiales en el CTTM.

- Enriquecer el sector productivo con las experiencias del CTTM.
- Cooperar con el país en la temática del manejo de desechos sólidos por medio del Programa de Ciudades Limpias, creado por el Ministerio de Salud.

Conclusiones

- Se está constituyendo muchas iniciativas comunales de grupos organizados para la resolución de los desechos que generan y el aula demostrativa del CTTM es una vitrina para que puedan adquirirlos conocimientos y asesorías que les permitan avanzar de forma eficiente en la consolidación de estas actividades, sin cometer los mismos errores y utilizando los recursos adecuadamente. El CTTM también funciona como una plataforma de investigación para el reciclaje, la reutilización y el tratamiento de nuevos desechos.

- El aula demostrativa del CTTM constituye un lugar idóneo para la iniciación en el conocimiento y la comprensión básicos de la problemática de los desechos sólidos, cuya solución integral debe estar constituida por aspectos sociales, ambientales y económicos. El esquema operativo del CTTM abarca todos los aspectos clave para el desarrollo de una estrategia en gestión de desechos sólidos.
- El aula demostrativa despierta la sensibilidad ecológica necesaria para crear estados de opinión y actitudes personales en favor del medio ambiente, encaminados a la resolución de problemas mediante la adquisición de conocimientos, valores y actitudes, la toma de decisiones y la participación activa y organizada.
- El aula demostrativa permite a los participantes plantear sus propias interrogantes y buscar sus propias respuestas mediante la discusión grupal.
- En el aula demostrativa los participantes se informan sobre las diferentes alternativas existentes para la eliminación y el tratamiento de los desechos, sus ventajas y desventajas.

Bibliografía

- Agencia de Cooperación Internacional del Japón. *Técnicas de gestión de desechos de los países centroamericanos*. Centro Internacional de Hokkaido, Sapporo. Japón. 1998.
- Bravo, M. *Minimización de Residuos* Seminario Internacional. CYTED. Costa Rica. 1999.
- Tchobanoglous, G. *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Volumen I. McGraw-Hill. España. 1998.
- Tejero Monzón, J. *Manual McGraw-Hill de Reciclaje*. Volumen II. México. 1996.