

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE QUIMICA
CENTRO DE INVESTIGACION EN PROTECCION AMBIENTAL
PROYECTO DE EXTENSIÓN:

**ESTABLECIMIENTO DE UNA AULA DEMOSTRATIVA EN EL MANEJO ADECUADO
DE DESECHOS SÓLIDOS ORDINARIOS, INDUSTRIALES Y PELIGROSOS.**



ELABORADO POR: Lic. Juan Carlos Salas Jiménez.

Marzo, 2007

RESUMEN

En este artículo se expone como el Centro de Transferencia y Transformación de Materiales (CTTM), 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 públicos y privados del país, para buscar alternativas viables desde el punto 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 los desechos, pueden aprender observado directamente la operación del manejo de los desechos y hacer preguntas muy específicas de acuerdo con las necesidades que tienen, lo anterior permite no empezar desde cero la actividad de manejo de desechos, evitando cometer los errores que se tuvieron durante el desarrollo del CTTM. Durante la ejecución del proyecto de aula demostrativa se recibieron 364 participantes de diversas procedencias.

PALABRAS CLAVE

Aula demostrativa de manejo de desechos sólidos.

Desechos industriales.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la sociedad costarricense, genera una gran cantidad de desechos sólidos, los cuales no tienen un manejo adecuado (recolección, transporte, tratamiento y disposición final). La gestión integral de manejo de los desechos sólidos se convierte en una parte integrante de la economía del país, la problemática de los desechos sólidos ocupa un lugar prioritario y los sectores públicos y privados demandan actividades tendientes a minimizar los perjuicios ambientales de los procesos productivos e industriales. El costo global que supondría regenerar los sitios contaminados ascendería a cientos de miles de dólares, por lo que se debe buscar modelos de gestión integral de manejo de desechos, para afrontar y detener el deterioro al ambiente por desechos sólidos.

Países como Japón han desarrollado facilidades donde realizan actividades de manejo técnico y ambientalmente adecuado de desechos sólidos. En estos lugares, también han incorporado espacios para información y capacitación tanto a personal involucrado con la temática como a la sociedad civil, con la finalidad de transferir el conocimiento tecnológico y concientización de la población en general. Por ejemplo, en Japón se cuenta con el Centro Ecopolis, en el cual los visitantes pueden obtener información, aprender y experimentar los procesos de la preservación ambiental.

Una actividad que funcione como aula demostrativa en 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:
 - Concientización sobre la problemática
 - Legislación ambiental.
 - Orígenes, tipos y composición.
 - Propiedades físicas y químicas.
 - Principios de ingeniería.
 - Recolección, separación y clasificación.
 - Reciclaje y reuso.
 - Disposición final.
 - Planificación y localización de instalaciones de gestión.

Para los distintos actores implicados en la gestión de desechos sólidos, ingenieros municipales, técnicos de las administraciones ambientalistas, líderes comunales y personeros de entidades públicas y privadas, necesitan un modelo exitoso donde puedan adquirir conocimiento técnico, de ingeniería en materia de desechos y experiencia de cómo manejan integralmente los desechos sólidos que se generan en la actividad donde están involucrados.

El Centro de investigación en Protección Ambiental (CIPA), a través 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 una 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 han adquirido en el CTTM. Con lo anterior el Instituto Tecnológico está dando un aporte a la solución del manejo de desechos sólidos ante la comunidad nacional e internacional.

Durante los últimos 5 años en el Centro de Transferencia y Transformación de Materiales (CTTM) se han obtenido una serie de logros como:

- El realizar un manejo técnico, ordenado y eficiente de los desechos.
- La implementación de un proceso de flujo de residuos.
- El manejo de un promedio de 300 toneladas de materiales por mes.
- Contar con un plantel de 28 personas con todas las garantías sociales.
- Contar con manuales de procedimientos tanto del área administrativa como operativa.
- El 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.
- Realizar evaluaciones a empresas y recomendar como manejar sus desechos, con lo que estas han mejorado su desempeño ambiental.
- Formalizar una actividad de manejo de desechos auto sostenible.
- La aplicación de las técnicas de ingeniería en manejo de desechos.
- El 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 requieran a través del aula demostrativa, para acelerar la puesta en ejecución actividades efectivas en diversos sectores en la geografía nacional.

MATERIALES

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

1. Contar con Centro de Transferencia y Transformación de materiales (CTTM), en cuyas instalaciones se realiza un manejo de forma adecuada de los desechos.
2. En el CTTM, se construyó una sala de capacitación equipada para presentaciones, como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Fotografía de la sala de capacitación del Centro de Transferencia y Transformación de Materiales.

METODOLOGIA.

1. A través del teléfono se conversó con las personas interesadas y se planteó el día de visita al CTTM.
2. Se coordinó el día de visita a lo interno con el personal del CTTM.

3. El día de la visita del grupo interesado, primero se les daba un recorrido por cada una de las partes de operación del CTTM (recolección, descarga, clasificación, compactación, molienda, almacenamiento, inventario y salidas de material) como se muestra en la figura 2.



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

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

- Evacuar dudas o preguntas que generaron 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.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Durante la ejecución del proyecto se atendieron 37 solicitudes para participar en el aula demostrativa, lo cual significa que 364 personas visitaron el CTTM. La procedencia de estas personas fueron de: Municipalidades, empresas privadas, centros educativos, Universidades y visitantes de otros países.

En el cuadro 1 se muestra las diferentes procedencias de las personas involucradas.

Cuadro 1. Lugar de procedencia de los participantes en el aula demostrativa	
LUGAR DE PROCEDENCIA	NUMERO DE
ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS	156
ESTUDIANTES DE PRIMARIA	59
ESTUDANTES DE SECUNDARIA	75
PERSONAS DE OTROS PAISES	4
EMPRESA PRIVADA	11
GRUPOS ORGANIZADOS	43
INSTITUCIONES PUBLICAS	16
TOTAL	364

En la figura 3 se muestra de forma proporcional la procedencia de los participantes en el aula demostrativa.

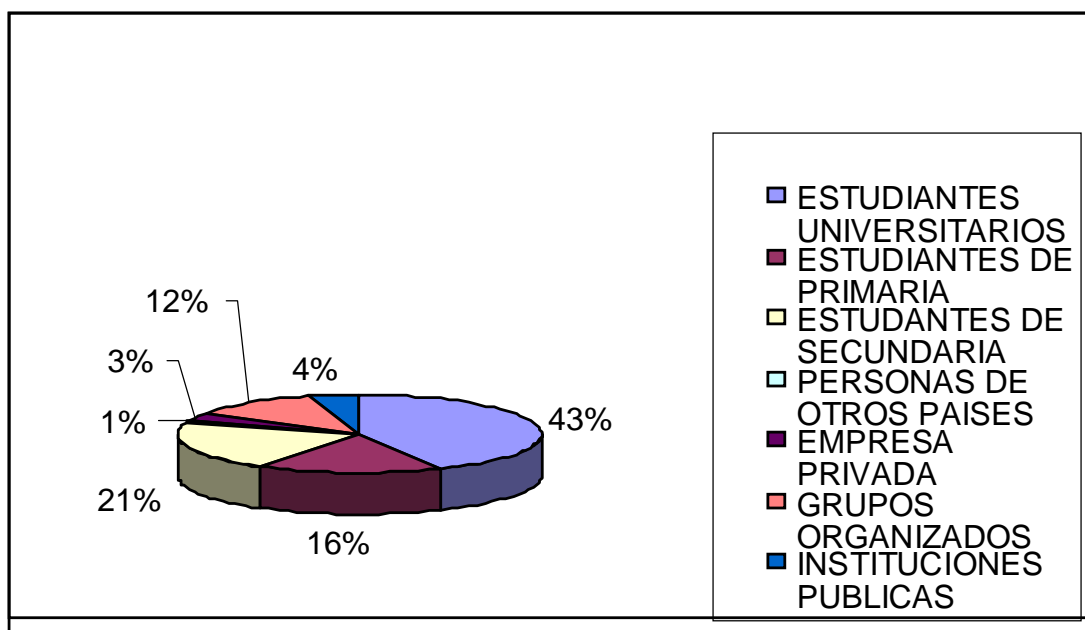


Figura 3. Procedencia porcentual de los participantes en el aula demostrativa.

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

Las personas que participaron en el aula demostrativa, manifestaron que durante la actividad en el CTTM, el aprendizaje fue muy significativo, observando los procesos y la transmisión de las experiencias, con la posibilidad de aplicarlas y evitar cometer errores que se dieron durante el desarrollo del CTTM.

El primer objetivo de aula demostrativa fue mostrar el CTTM como modelo exitoso de gestión integral de manejo de desechos sólidos, para motivar a que se realicen experiencias similares.

En el aula demostrativa se enfatizó en los participantes los siguientes aspectos operativos necesarios a considerar para el éxito de la actividad, desde la generación en la fuente, pasado por la recolección, transporte, recuperación de los desechos hasta la incorporación de los materiales recuperados a los sistemas productivos, el esquema utilizado se muestra en la figura 4, la cual es el eje central para explicar el proceso de gestión de manejo de desechos que se lleva a cabo en el CTTM.

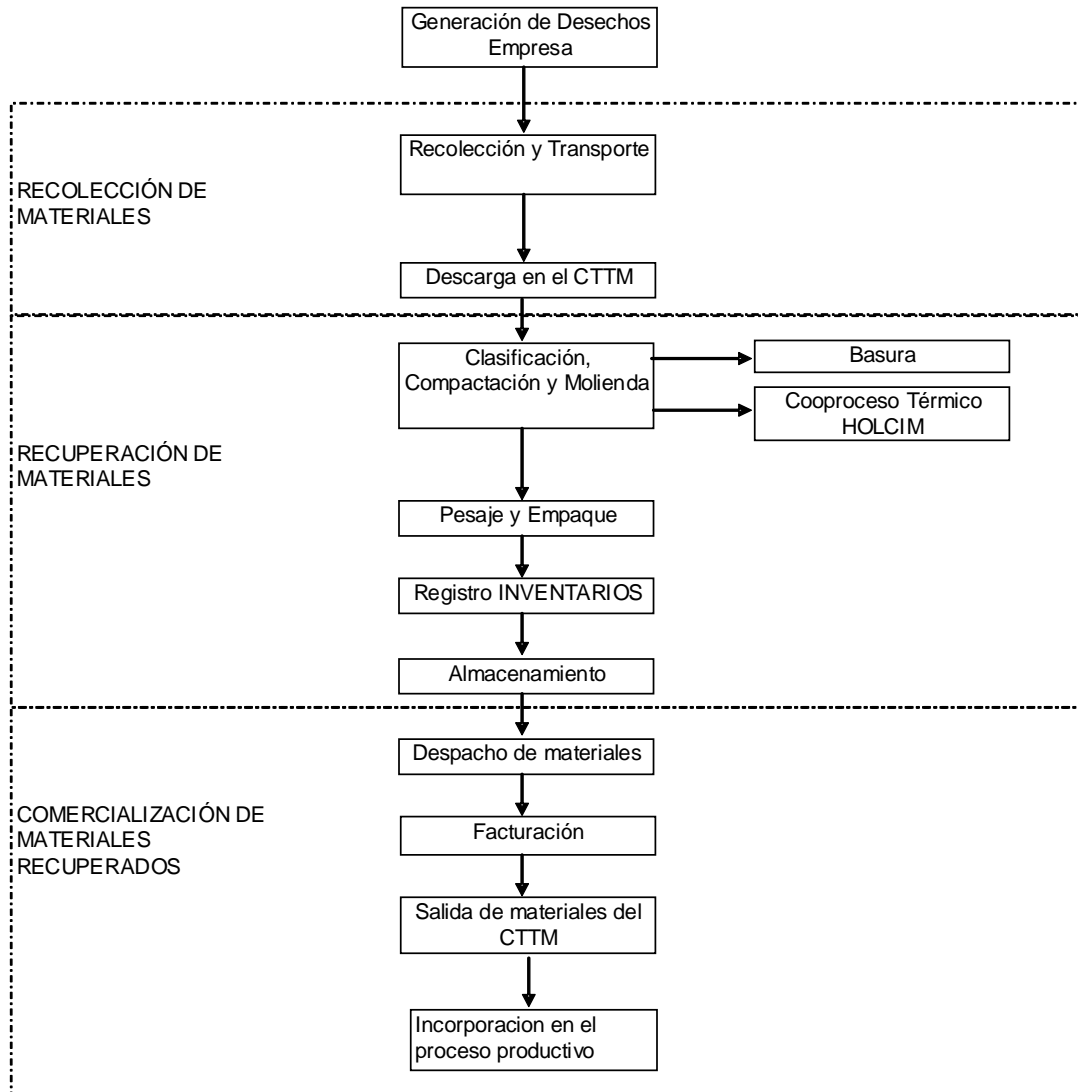


Figura 4. Diagrama de flujo del manejo de desechos industriales en el CTTM.

Los conceptos más relevantes que se explicaron a los participantes en cada etapa del proceso fueron:

GENERACION DE DESECHOS EN LAS EMPRESAS.

En la primera etapa, se les explico a los participantes que debe existir una comunicación constante entre los generadores del desecho y los que los recuperan, para que se de una recuperación mas efectiva de los desechos, evitando mezclas, disponiendo un lugar

adecuado para almacenar los mismos, realizar una evaluación del tipo y cantidad de los desechos e investigación del mercado actual para la reutilización y reciclaje de cada categoría de materiales a nivel nacional e internacional. Todo lo anterior para determinar las necesidades de las empresas y comunidades y no recoger materiales que no se puedan reciclar o reutilizar, ya que estos deben de tratarse como basura y enviarlos al relleno sanitario directamente.

RECOLECCION DE MATERIALES.

Un concepto clave de la recuperación de los materiales es desarrollar un itinerario de recolección que se cumpla, ya que de esto depende la credibilidad y formalidad de la actividad de recuperación.

De acuerdo con los volúmenes a recoger se debe definir las cantidad de vehículos que se requieren 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, por lo que entre menos sea la distancia entre la fuente de generación y el centro de acopio permite obtener las siguientes ventajas:

- El tiempo de respuesta a las necesidades de las empresas y comunidades es reducido, de ésta forma se logra ofrecer un servicio eficiente.
- Los recorridos de los camiones son breves, lo que genera un ahorro de combustible y desgaste del vehículo.

DESCARGA

La descarga de materiales en las instalaciones del CTTM tiene prioridad sobre el proceso de carga de los camiones que compran el material., con el fin de que los camiones recolectores del CTTM cumplan con el itinerario de recolección.

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

Se distribuyó la planta física del CTTM para manejar cada desecho, de acuerdo al volumen y peso de los mismos.

RECUPERACION DE MATERIALES.

El manejo de desechos es una actividad de alto volumen y bajo peso, tiende a colapsar las áreas de trabajo, por lo que se debe manejar con orden, limpieza, eficiencia para mantenerlo controlado y evitar que las instalaciones adquieran un mal aspecto.

El material recuperado tiene tres formas de salir de las instalaciones del CTTM:

- Para reciclar o reutilizar.
- Enviar a la fábrica de cemento para utilizarlo como combustible.
- Lo que no se recupera es enviado al relleno sanitario.

La clasificación se realiza por áreas específicas de acuerdo al tipo de material, donde hay una persona encargada 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 y existencias de estos en las instalaciones de recuperación. El CTTM resolvió este problema al contar con un sistema de inventarios. A los participantes se les explicó el funcionamiento y las ventajas de este sistema de inventarios en cuanto a: contar con un historial por material, conocer la existencia, mejor aprovechamiento del espacio físico, enlace con facturación y se descarga automáticamente cuando se realiza la venta de los materiales, entre otros.

Se implementó un sistema de codificación alfa numérica, asignando un código a cada uno de los materiales que actualmente se reutilizan o reciclan y se han agrupado en categorías según el tipo, facilitando su identificación tanto física como dentro de la Base de Datos de Inventarios. Además se utilizan etiquetas llamativas, para rotular los materiales ya inventariados y listos para la venta.

COMERCIALIZACION DE LOS MATERIALES RECUPERADOS.

Los participantes se le indico la necesidad de contar con el uso de documentos de registro para el control interno de entradas y salidas de materiales, como adicional al respaldo brindado por las facturas o recibos debidamente identificados, siendo estas últimas las que se entregan a los clientes como comprobante de pago.

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

Cuadro 2. Materiales recuperados en CTTM.

CATEGORIA	MATERIAL	DESTINO	
		REUTILIZACION	RECICLAJE
Papel	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	
	Centros de cartón	Para rebobinar plástico laminado	
Chatarra	Metales ferrosos	Dependiendo del diseño	Enviados 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 reconstruyen las dañadas y las otras se utilizan para embalar	Como leña para el cocimiento de alimentos
	Plásticas	Se reutilizan en embalaje	Las dañadas se muelen y se hacen esquineros para entarimar
Plásticos	PVC flexible y rígido	-----	Fabricación de mangueras de agua, empaques de refrigeradora, tubos, canoas, tapones para sillas, sillas, suelas de zapato, etc
	Polietileno de alta y baja densidad, plástico termoformado	Si la bolsa no tiene 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
	Acilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)	-----	Fabricación de componentes eléctricos
	Policarbonato	-----	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	Thiner	Si no están muy contaminados para limpiar piezas	Redestilarlos para obtener el solvente puro
	IPA		
Aceites	Aceite	Combustión de los hornos de fundición	Filtrarlos y agregar aditivos para uso como lubricante de cadenas

INVESTIGACION DE NUEVOS MERCADOS Y COSTO MATERIALES RECUPERADOS

La recuperación de materiales de desechos esta revestida de una informalidad en cuando venta de materiales, por lo general se vende al que paga mas, pero en el CTTM, se ha mantenido la relación con los clientes durante años por que se toman en cuenta otros aspectos de carácter social, demás del precio, como es la continuidad de la relación comercial. Se define el número de clientes por material recuperado de acuerdo al comportamiento histórico del material, si ingresa mas material se evalúa la incorporación de clientes nuevos.

Se hizo hincapié a los participantes de la importancia de valorar constantemente el precio de los materiales en el mercado, para así definir precios competitivos que permitan que los materiales recuperados no sobrepasen el 50% del costo del material virgen por ejemplo en plásticos.

Además se hace énfasis en que se debe investigar constantemente, 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.

MANTENIMIENTO DE LA ACTIVIDAD DE RECUPERACION.

Se enfatiza con los participantes que al inicio de una actividad de recuperación hay que vencer muchos obstáculos pero mas difícil es mantenerla, por lo que se debe crear una estructura organizacional bien definida desde el inicio, ya que cuando estas actividades están en ejecución, pueden darse conflicto de intereses.

Se comenta que es necesario alcanzar un equilibrio entre en lo social, ambiental y económico y se dan algunos lineamientos en cada aspecto como por ejemplo:

EN LO AMBIENTAL:

- Disminución de la cantidad de desechos que son enviados al relleno sanitario.
- Reducción de uso de recursos naturales, a través del reutilización y el reciclaje de materiales obtenidos de los desechos.

- Que la actividad que maneje los desechos se realice en forma ordenada, limpia, con seguridad y sin perjudicar las empresas y comunidades a las que le manejan sus desechos. Se muestra a los participantes la figura 5 que muestra como el CTTM maneja los materiales de desechos y como se manejaban anteriormente. Se menciona que las empresas tenían problemas por el manejo inadecuado de sus desechos, ya que comprometía su imagen porque muchos de estos desechos tenían el nombre corporativo de las mismas.



Figura 5. Comparación del manejo anterior y actual de los desechos recuperados del Parque Industrial de Cartago

EN LO SOCIAL.

Que la recuperación de materiales de desechos es un empleo digno y que el trabajador tenga todas las garantías laborales

ECONOMICOS.

Es una actividad auto sostenible.

EL CTTM COMO PLATAFORMA DE INVESTIGACIÓN PARA EL MANEJO DE DESECHOS.

Se tuvo la oportunidad de comentar a los participantes durante el segundo semestre del 2005, sobre el plan piloto para el desensamblaje de 1000 computadoras obsoletas del Instituto Tecnológico de Costa Rica, se comentó que el objetivo era evaluar los costos operativos y el envío de los desechos peligrosos al exterior, en la figura 6 se muestra el proceso.



Figura 6 Proceso de desensamblaje de computadoras en el Centro de Transferencia y Transformación de Materiales.

En las instalaciones del CTTM, también se cuenta con un proceso de inertización del mercurio de los bombillos y tubos fluorescente (figura 7), el cual también fue parte de de las demostraciones, específicamente en el área de desechos peligrosos.



Figura 7 Fotografía del proceso de inertización de mercurio de los bombillos y tubos fluorescente.

Por otro los estudiantes de ITCR, cuentan con un lugar donde puedan realizar prácticas de curso o de especialidad de carrera en el CTTM, donde se vinculen con el manejo de los desechos. En la figura 8 muestra un grupo de estudiantes de la carrera de ingeniería en Materiales, conociendo los diferentes tipos de materiales de desechos que se recuperan en el CTTM y las posibilidades de reciclaje y reutilización de los mismos.



Figura 8 Grupos de estudiantes de Ingeniería en Materiales en el CTTM.

Se propiciaron visitas a las instalaciones del CTTM de los posibles clientes, proporcionándoles muestras de los materiales recuperados para evaluar 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 solución de problemas a través de los estudiantes de la institución.

APORTES.

Entre los principales aportes de este proyecto de extensión está:

- En imagen y la proyección del Instituto Tecnológico de Costa Rica ante la sociedad Costarricense, aportando soluciones viables para aliviar la problemática ambiental provocada por desechos sólidos.
- Retroalimentar al sector productivo con las experiencias del CTTM.
- Cooperar con el país en la temática del manejo de desechos sólidos a través de Programa de Ciudades Limpias, que lidera el Ministerio de Salud. Se adjuntan dos cartas de agradecimiento a la actividad.

CONCLUSIONES

- El aula demostrativa del CTTM es una vitrina para muchas iniciativas comunales de grupos organizados en la resolución de la problemática de los desechos. Así pueden adquirir conocimiento y asesorías, que 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 plataforma de investigación para el reciclaje y reutilización y tratamientos de nuevos desechos.
- El Aula de demostrativa del CTTM constituye un lugar idóneo para la iniciación al conocimiento y comprensión básica de la problemática de los desechos sólidos, donde la solución integral debe estar constituida por los aspectos sociales, ambientales y económicos. El esquema operativo del CTTM abarca todos los aspectos claves, para el desarrollo de una estrategia en gestión de residuos sólidos.
- El aula demostrativa despierta la sensibilidad ecológica necesaria por crear estados de opinión y actitudes personales a favor del medio ambiente, encaminada hacia la resolución de problemas a través de la adquisición de conocimientos, valores, modificar 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 a través de la discusión entre todos los participantes involucrados en la actividad.
- En el aula demostrativa los participantes se informa de las diferentes alternativas existentes para la eliminación y el tratamiento de los desechos, sus ventajas y desventajas.

BIBLIOGRAFIA

- TCHOBANOGLOUS, G.” Gestión Integral de Residuos Sólidos”.Volumen I McGraw Hill. España, 1998.
- TEJERO MONZON, J. “Manual Mcgraw-Hill de Reciclaje”. Volumen II. México. 1996.
- Bravo, M. “Minimización de Residuos” Seminario Internacional. CYTED. Costa Rica, 1999.
- Salas, J C “Informe final del Proyecto Manejo Integral de Residuos sólidos en el Parque Industrial de Cartago”, 2005.