

# **“Desarrollo de un plan operativo para la implantación de un programa de reciclaje de desechos sólidos (papeles, vidrios, plásticos y aluminio) en la zona céntrica regenerada de la ciudad de Guayaquil”**

**Roberto Mendoza Luque<sup>1</sup>, Clara Camino Obregòn<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Ingeniera Industrial, Especialización Producción, 2005

<sup>2</sup> Directora de Proyecto de Tesis, Ingeniera Industrial (ESPOL 2000), Master of Science, University of Illinois, 2003

## **Resumen**

El presente trabajo pretende diseñar el plan operativo para la implantación de un programa de reciclaje de desechos sólidos (papeles, vidrios, plásticos y aluminio) en la zona céntrica regenerada de la ciudad de Guayaquil.

Aunque en el año de 1994 la ciudad de Guayaquil fue declarada en emergencia sanitaria y a pesar que se negoció en su debido momento la implantación de una planta procesadora de desechos sólidos, ésta no entró en operación en un 100%. Gracias a esto los problemas de salud, específicamente las epidemias, no han sido controladas y los guayaquileños no gozan de una salubridad estable.

Otro aspecto a considerar es la alta generación de basura dentro de la ciudad. A causa de esto muchas veces los recolectores de basura no poseen la capacidad suficiente para realizar su trabajo y aún se encuentran desperdicios en las calles y/o veredas, siendo éstos agentes contaminantes que no llegan a los botaderos municipales.

Finalmente, un punto que también es crítico es que estamos destruyendo el medio ambiente. Dicho tópico es más destacado aún en zona regenerada debido a que es considerada la zona turística de mayor importancia en la actualidad.

This work pretends design an operative plan to implement a program to recycle solid waste (paper, glasses, plastics and aluminium) at rebuilt center zone of Guayaquil city.

Although in 1994, Guayaquil was adjudicated on sanitary emergency and an implantation of a solid waste processor plant was negociated, this last one didn't operate in 100%. Because of this, health problems, especifcly epidemics, hasn't been controlled and guayaquil citizens don't have an estable health.

On the other hand, a very important point to consider is the high volume of waste generated inside of city. Because of this, the waste collectors don't have the capability to do their work and we can see swill on streets and sidewalks; and obviously, this constitute a very important pollutant agent.

Finally, another critical point is that we are destroying the environment. This point is very important in the rebuilt zone of Guayaquil because is considered the most important turistic zone on this days.

## Introducción

El diseño del programa nace con la urgente necesidad de resolver los problemas planteados con anterioridad. Para esto se ha seleccionado en un principio la zona céntrica regenerada estableciendo los límites del programa y llevar a cabo el estudio de mercado respectivo. Una vez realizado esto se procede a desarrollar el estudio técnico que incluye la sectorización, el análisis de rutas, la selección del lugar para la instalación de la planta, la descripción del proceso productivo, la descripción de la maquinaria, el diseño de la administración logística del programa y por último el análisis de expansión. Al finalizar el estudio técnico podemos determinar el requerimiento de personal que tendremos en la operación en la primera etapa de este plan. Finalmente se describirá una visión global para apreciar el plan de una manera general.

Con esta metodología se pretende recomendar este plan como un aspecto a considerar para impulsar el turismo en el sector mencionado para mediante esto alcanzar logros importantes en el ámbito social como es el mejoramiento de la calidad de vida, la salubridad del ciudadano guayaquileño en dicho sector y la reducción de la cantidad de basura no recogida.

## Contenido

Se propone un plan a desarrollarse en diez años comenzando en el 2004 y finalizando para efectos del estudio en el 2014. Este plan incluye desde la recolección de los desechos sólidos hasta el procesamiento de los materiales que se reciclarán. Tiene como base la concientización ciudadana de realizar una separación inicial domiciliaria. Básicamente los desechos que se tratarán son: plásticos, vidrio, papel y aluminio; el resto de los materiales seguirán siendo parte del relleno sanitario. A su vez cada material se clasificará de la siguiente manera:

- **Plásticos:** Se considerarán para el procesamiento únicamente PELD, PEHD y el PVC
- **Vidrio:** La clasificación se da por dos escenarios, el primero es aquel en que las botellas se encuentran en buenas condiciones y pueden ser vendidas por unidad, el segundo son aquellas en que no se encuentran en buenas condiciones pero que pueden ser trituradas para vender vidrio molido.

Para el procesamiento se consideran los vidrios transparente, verde y café.

- **Papel:** Bond de primera, bond impreso, kraft, cartón, plegadiza y periódico
- **Aluminio:** Generalmente será del tipo grueso utilizado en construcción y pequeñas cantidades de latas de aluminio.

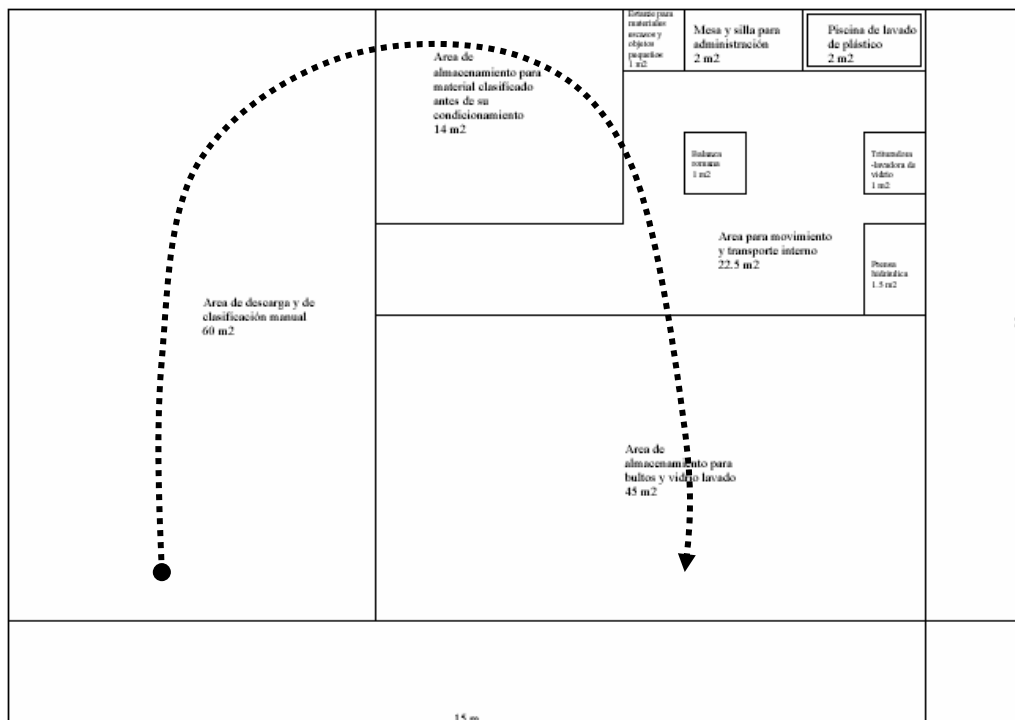
Cabe recalcar que las clasificaciones de cada material son las que se van a considerar para ser reciclados.

La recolección se la ha planificado de tal forma que se ajuste a los horarios establecidos por el Consorcio Vachagnon y los vehículos destinados para este propósito deberán cubrir todas las zonas asignadas para el mismo. Los vehículos que se van a necesitar para la recolección son básicamente dos camionetas con motor a diesel con una capacidad de carga de 1.4 TM marca Mitsubishi L-200.

Cuando la recolección ha sido realizada, los materiales son transportados hacia la planta de reciclaje que será del tipo manual. Esta planta estará ubicada junto al relleno sanitario Las Iguanas y para el 2005 deberá tener una capacidad de procesamiento de aproximadamente 13 TM por día para el año 2005.

Los materiales que ingresen a la planta tendrán un flujo en U ya que como se puede observar en la figura, la zona de descarga y separación, y, el almacén de productos reciclados se encuentran hacia un mismo lado de la planta.

El proceso que se va a seguir para el reciclaje de los desechos se lo puede revisar y entender con más facilidad en la figura adjunta. Cuando los productos ya se encuentre procesados pasan a almacenamiento final en el cual se manejará una política de inventario definida como FIFO para su posterior venta.



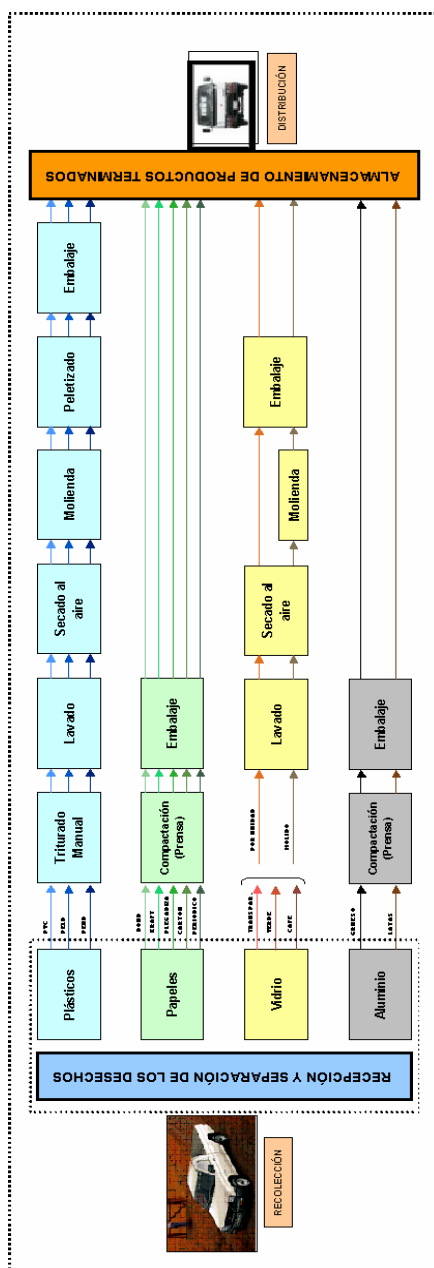
En el almacén se manejará una unidad de carga dependiendo del producto que

se trate. Esta unidad de carga está definida de la forma como se pudo observar en el capítulo 5 tabla siguiente:

Tipo de desecho	Categoría	Unidad de carga	Unidad de medida	Embalaje
Papel	General	0.5	TM	Bultos
Plástico	Pellets	1	TM	Sacos
Aluminio	General	1	TM	Bultos
Vidrio	Botellas	6 ó 4	Jabas (12 ó 24 bot)	Jabas
	Molido	1	TM	Sacos

El embalaje de los productos disponibles para la venta será de la siguiente forma:

**Plásticos:** Pellet embalados en sacos de 25 Kg.



**Papel:** Bultos de 0.5 TM

**Vidrio:** Habrán dos presentaciones, las botellas que se venderán por unidad y el vidrio que no estaba en buen estado y fue triturado para embalarlos de igual forma que el plástico.

**Aluminio:** Tendrán un embalaje igual que el del papel pero con un peso máximo de 1 TM.

Luego del procesamiento y almacenamiento del producto terminado, éste va a estar listo para su distribución. En el caso de la distribución no se van a instalar centro de acopio sino que directamente se va a distribuir al cliente final por la cantidad de producto que se transportaría. Este transporte será realizado en pequeños camiones de mayor capacidad que las camionetas de recolección. La capacidad de carga de los camiones será de 2.5 TM y la marca será preferentemente la misma que la de las camionetas. Esto con el objetivo de facilitar la gestión de mantenimiento de los mismos.

Para el plan operativo se requerirá un personal de 30 obreros distribuidos de la siguiente forma:

- 6 en la recolección de los desechos
- 20 en planta
- 4 en distribución.

Todo este programa como se lo definió en un principio tiene un ciclo de vida de 10 años en los cuales se espera ampliar el alcance no sólo a las zonas regeneradas sino hasta llegar a cuatro ciudadelas más. Como se pudo observar en el análisis de expansión el plan en sus inicios tenía una capacidad de producción y recolección de 1400 y 1390 respectivamente; y se pronostica que al cabo de los diez años se lleguen a recolectar aproximadamente 15,900 TM para su posterior procesamiento y venta.

## Conclusiones

- El plan técnico y el programa en general de desechos sólidos va a estar enfocado a aquellos desperdicios que normalmente son depositados en el relleno sanitario con el objetivo de reducir la contaminación que estas zonas se produce.
- De manera general, el plan va a comenzar con la zona céntrica regenerada de la ciudad de Guayaquil debido a que, por tratarse de un plan piloto constituye además de un apoyo al programa de regeneración urbana, una oportunidad de desarrollo por los siguientes motivos: el fortalecimiento del sector turístico, el mejoramiento de la salud ciudadana, la generación de fuentes de empleo, la concientización de los habitantes para la ampliación del programa en general y la reducción de costos de materia prima y elaboración de productos en base a los desechos reciclados.
- Los desechos a procesar se clasifican específicamente en cuatro grupos: plásticos, papeles, vidrio y aluminio. Cabe anotar que a su vez cada uno de estos cuatro grupos tienen subgrupos los cuales serán clasificados en el proceso para su tratamiento.
- Al recuperar el papel se contribuye con un ahorro del 55% de energía y del 10% de agua utilizada en un proceso sin material reciclado. Haciendo referencia al vidrio, este material tiene la particularidad que sus características pueden ser recuperadas en un 100% que cuando es producido con materia prima virgen. Finalmente el hecho de reciclar el aluminio a pesar que su fabricación demanda una alta cantidad de energía, esto es compensado con la reducción de un 95% de la contaminación generada por su fabricación.
- Haciendo referencia a los plásticos, la recuperación de las características de estos no es tan fácil como las del vidrio, de hecho en algunas ocasiones se requiere agregar algunos aditivos para el efecto. Sin embargo el hecho de disponer de algunos tipos de plásticos como relleno generan altas cantidades de componentes tóxicos por el cloro que poseen. En muchas ocasiones se elaboran productos a base de plásticos por medio de una mezcla entre la materia prima virgen y material reciclado tratando de mantener la calidad del producto y a su vez reduciendo los costos de producción del mismo.
- La idea es tener un programa de reciclaje en base a separación en la fuente generadora de los desechos lo que permitirá reducir la cantidad de desechos que llegan a los rellenos sanitarios y a su vez reducir la construcción de los mismos.

- Por la naturaleza de ser un plan piloto, éste permitirá, además de incentivar el programa en su totalidad, la reducción de costos de materia prima y por ende el costo de producción para poder destinar mayores recursos a otras actividades que agreguen valor al producto final de estas empresas.
- Además de lo anteriormente citado, esto va a permitir que las empresas posean una fuente de financiación de otros programas para mantener la calidad de los productos aunque su materia prima se constituye en parte por productos reciclados. Esto significa que a lo largo del tiempo la industria guayaquileña buscará formas de fabricar productos de calidad que puedan asegurar la competitividad de los mismos.
- Luego de un análisis de comparación entre dos modelos de pronósticos (promedio móviles y regresión lineal) se llegó a la conclusión que el mejor modelo de pronóstico tanto para estimar el crecimiento de la población y la cantidad de desechos generados es la regresión lineal.
- Partiendo de la regresión lineal, se llegó a la conclusión que al cabo del 2004 se tuvieron que producir 1424.97 TM en el sector estudiado. Además hay que considerar que para el efecto de este cálculo se agregó algunas zonas que a pesar de no estar regeneradas se las incluyó por estar rodeadas por aquellas que sí lo están.
- Para hacer el análisis de expansión se lo realizó en función de tres criterios: el incremento de la población en la ciudad de Guayaquil, el avance de la regeneración urbana y la inclusión de cuatro zonas residenciales. Luego del mismo se pronostica que para el año 2005 la cantidad de desechos que el programa deberá tener planificado recoger es de 3492.21 TM y que al cabo de 10 años (2014) aproximadamente deberá abarcar una recolección de 15896.96 TM. Esto quiere decir que si al 2004 el porcentaje de desechos sólidos que se recogen por el programa es del 0.17%, al cabo de 10 años este porcentaje será del 1.47%.
- Para este plan piloto propuesto, el tipo de planta a instalar es manual con ciertas características de una mecanizada, pero en su concepción general se la considera como manual. Esta planta va a estar ubicada en el terreno que se encuentre lo más cerca posible del relleno sanitario Las Iguanas y deberá tener una capacidad de procesamiento de 13.11 TM por día.
- La disponibilidad de los materiales requeridos no representa una limitante debido a que son muy sencillos y en muchos casos se los puede conseguir en ferreterías grandes e incluso en los mercados de venta informal.
- La recolección de los desechos se la va a hacer bajo el mismo esquema que lo tiene ya planificado el consorcio Vachagnon y en el transcurso del tiempo se podrán hacer cambios siempre y cuando el sistema logístico lo requiera.

- El flujo de producción de los desechos que se manejen en la planta va a ser en U y en la bodega de almacenamiento será directo. En la bodega se manejará una política de inventario FIFO por las razones antes expuestas.
- Algunas máquinas pueden ser hechas de acuerdo a los requerimientos del cliente dependiendo de la capacidad de planta que se necesite.

## Referencias

1. ABAD JORGE, "Folleto de Logística proporcionado por el profesor de cátedra"
2. ASCON, "Página de Internet del DED (<http://www.ded.org.ec/>)", Fomento a Municipios Locales (Municipio de Loja).
3. DIRECCIÓN DE ASEO URBANO DE LA M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL, "Informe Mensual de Toneladas Dispuestas en el Relleno Sanitario Las Iguanas" (Desde el 01 de Mayo hasta el 31 de Mayo del 2004)
4. DIRECCIÓN DE ASEO URBANO DE LA M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL, "Recolección y Disposición final de los Desechos Sólidos en la ciudad de Guayaquil"
5. DIRECCIÓN DE ASEO URBANO DE LA M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL, "Reporte del Total de Toneladas Dispuestas en el Relleno Sanitario Las Iguanas" (Desde Septiembre del año 1994 hasta Mayo del 2004).
6. MAYNARD, "Manual de Ingeniero Industrial, Segunda Edición, Vol. 1 y 2.
7. RÖBEN EVA, "Oportunidades para Reducir la Generación de los Desechos Sólidos y Reintegrar Materiales Reciclables en el Círculo Económico" (Programa de reciclaje de la Municipalidad de Loja con el Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica; DED)
8. VEST HEINRICH, "Guía para la promoción de proyectos de reciclaje a pequeña escala" (Información suministrada por Servicio de Información Colta, año 2002)