

# PLANTA DE ABONOS DE MEDELLÍN

## Un Proyecto Económicamente Viable

JULIÁN BEDOYA V.

Profesor Asociado Facultad de Minas

CARLOS ANDRÉS ARANGO M.

Ingeniero Industrial

*Nota: Este artículo continúa el trabajo publicado previamente en DYNA 125 (Bedoya y Arango, 1998) "PLANTA DE ABONOS DE MEDELLÍN: Un Proyecto Interesante" y se basa en sus datos descriptivos en el Trabajo Dirigido de Grado: "La Planta de Abonos de Medellín: un Proyecto con 25 Años de Desfase" de María Victoria Larios Restrepo y Carlos Andrés Arango Martínez y dirigido por Julián Bedoya V.*

### RESUMEN

La Planta para el Tratamiento de Basuras de Empresas Varias de Medellín ubicada en el barrio Toscana inicia su funcionamiento en el año 1972. La planta tuvo en 1971 un costo total entre equipos y obra civil de \$ 36'000.000, que a precios de 1997 equivale un poco más de siete mil millones de pesos (\$ 7.000'000.000).

La Planta de Tratamiento de Basuras procesaba 180 t/día, para producir compost y materiales reciclables (fibras textiles, papel, cartón, vidrio, plástico, chatarra) que tenían valor comercial. Los gastos operacionales de la planta en 1972 eran de \$ 2'187.742 para procesar 53.300 t/año en 296 días laborales. Los ingresos esperados por compost y subproductos reciclables eran de \$ 8'791.280, lo que generaba un rendimiento de \$ 6'603.538. La amortización de la deuda era de \$ 3'919.372, lo que dejaba una utilidad capitalizable de \$ 2'684.165. Si en vez de amortizar la deuda se le carga al proyecto un costo anual equivalente por equipos y obras civiles estimado en 7'315.240 y un canon de arrendamiento de \$ 500.000 anuales, la pérdida operacional es de \$ 1'397.663 (\$ 26/t) que se debe recuperar con las tarifas de aseo. Bajo estas condiciones el proyecto no era económicamente viable, sobre todo teniendo en cuenta que botar las basuras en Moravia no costaba nada.

Veinticinco años más tarde la situación es diferente pues el transporte y la disposición de una tonelada de basura en Curva de Rodas cuesta más de \$ 19.000. En un proyecto similar el ingreso total para 1997 sería de

\$ 2.778'000.000 y los gastos operacionales para operar 365 días se estiman en \$ 506'000.000; el costo anual equivalente del equipo y de las obras civiles ascendería a \$ 1.411'000.000 y el costo anual del terreno sería de \$ 96'000.000 para una utilidad anual cercana a 765 millones de pesos. Así el proyecto sería económicamente viable, pues cubre todos sus costos y genera utilidades y se puede hacer aún más atractivo si se subsidia con la parte de la tarifa actual para transporte y disposición en Rodas.

Para lograr completa factibilidad del proyecto se requiere: mejorar y posicionar en el mercado el compost y hacer una selección previa de las basuras que se lleva a la planta. Hace falta una campaña agresiva para lograr una buena imagen para el proyecto y resaltar los intangibles que se generarían: educación ambiental de la ciudadanía, incremento de la vida útil del relleno sanitario, y mejoramiento de la imagen institucional de la empresa por su compromiso con la protección del medio ambiente, y desarrollo sostenible.

### PALABRAS CLAVE

Reciclaje, Abono Orgánico, Evaluación Económica, Desechos Sólidos, Basuras, Empresas Varias de Medellín, Disposición de Basuras

### ABSTRACT

The Solid Waste Treatment Facility of Empresas Varias de Medellín started operation of the 70's. The

total investment in equipment and construction by 1971 was of about \$ 36'000.000 Colombian pesos, that by 1997 was valued at more than seven thousand million pesos (\$ 7.000'000.000).

The Solid Waste Treatment Facility was able to process 180t/day, generating compost and recyclable byproducts (textile fibers, paper, cardboard, glass, plastics, scrap metals) with commercial value. Operating expenses for the facility in 1972 were \$ 2'187.742 to process 53.300 t/year in 296 working days. Revenues from compost and recyclable byproducts were \$ 8'791.280, with a positive balance of \$ 6'603.538. For those years debt annual payments were \$ 3'919.372, giving a yearly profit of \$ 2'684.165. Instead of debt payments a yearly charge of \$ 7'315.240 can be made to account for equipment and construction costs; in addition land rent of \$ 500.000 per year should be charged to the plant. In this case the operational loss is of \$ 1'397.663 (\$ 26/t) that has to be covered by solid waste service charges. Under these conditions the project is not economically feasible, specially if taking solid wastes to Moravia has not cost at all.

Twenty five years later situation is different: transportation and final disposal costs in Curva de Rodas amount to more than \$ 19.000/t. Expected total revenues for a similar project in 1997 could be \$ 2.778'000.000 and operational expenses for 365 days are estimated at \$ 506'000.000; yearly annual cost for construction and equipment amounts to \$ 1.411'000.000 and land rental of \$ 96'000.000 give a profit of close to \$ 765'000.000. Under these conditions the project is economically feasible and generates a profit: it may be even more attractive if a disposal fee is paid by the solid waste company, since it is saving room in Curva de Rodas.

In order to obtain fully feasibility of the project requires: compost must be improved and positioned in the market, garbage delivered to the treatment plant must be selected previously. An aggressive campaign to improve public image of the project has to be implemented. Intangible benefits of the project have to be brought out: citizens environmental education, increase of the life span for the sanitary landfill.

improvement of corporate image of Empresas Varias for its commitment with environmental protection and sustainable development.

## KEYWORDS

Recycling, Organic Fertilizer, Economic Evaluation, Solid Wastes Treatment, Composting, Solid Waste Disposal

## 1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Medellín desarrolló un interesante proyecto de reciclaje con la construcción en el período 1969 - 1972 de una ambiciosa Planta de Tratamiento de Basuras. Problemas sociales, técnicos, económicos y administrativos dificultaron el funcionamiento de la planta, que suspendió operaciones en 1985 y fue desmantelada completamente en 1988 (Bedoya y Arango, 1998). La planta fue considerada por la ciudadanía como un elefante blanco, y por tanto ignorada y ocultada a los ojos de la opinión pública. Parece ser que la realidad de su fracaso fue más de orden económico y de acumulación de errores gerenciales y de visión amplia del proyecto que del proceso en sí.

Con este trabajo se busca identificar las causas económicas, financieras, tecnológicas, administrativas que hicieron fracasar el proyecto, además se hace un análisis de factibilidad para un proyecto de condiciones similares, si se fuese a desarrollar 25 años después. Se tomaron todos los costos involucrados en la construcción de la Planta de tratamiento de basuras de 1972 y se proyectaron a 1997 utilizando números índices. Se ha llamado de condiciones similares, ya que, un proyecto de estas características tendría equipos, procesos y maquinaria más actualizada. Se quiere determinar si la construcción de una Planta de Basuras sería una alternativa económicamente viable para minimizar el problema de la disposición final de desechos y así contribuir a mejorar el ambiente.

El señalamiento del proyecto como un elefante blanco le cierra las puertas a cualquier iniciativa de reciclaje en grande que pueda surgir en la ciudad por la mala imagen que ya tiene la comunidad. Este artículo desea

contribuir a la divulgación racional de hechos y proyectos que en alguna medida deben tener una calificación más benigna por la población para poder proponer en el futuro inmediato soluciones más racionales.

Este trabajo se realizó por medio de revisiones bibliográficas, se investigó en los archivos de las Empresas Varias y de El Colombiano. También se realizaron entrevistas con personas involucradas en la realización de este proyecto. Al final de este trabajo se realizó un estudio de factibilidad económica de la Planta en las condiciones actuales y se analizó bajo qué condiciones un proyecto de características similares podría ayudar a la solución en el problema de la disposición final de desechos sólidos en la ciudad.

## 2. ANTECEDENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE BASURAS

### 2.1 FRACASO DE LA PLANTA

En los últimos años la población mundial ha despertado ante la idea de conservar sus recursos y dar un mejor aprovechamiento de los materiales. Una de las alternativas para el manejo de desechos y quizás la más utilizada en las últimas décadas es el reciclaje. Medellín, una ciudad con visión y siendo consciente del problema, se adelanta en este proceso y en el período 1969 - 1972 construye su Planta de Tratamiento de Basuras. La justificación principal para la adquisición de la Planta fue la poca disponibilidad de terrenos aptos para la construcción de un relleno sanitario y la inminente necesidad de tratar técnicamente las basuras producidas por la ciudad (un volumen de 500 toneladas al día para aquella época), la planta trataría según diseño unas 180 toneladas por turno, trabajando dos turnos al día para tratar un 48% de la totalidad de los desechos.

Después de varios años de operación interrumpida, la planta no alcanzó a procesar el volumen de producción de diseño, debido a disputas legales y a problemas técnicos por parte del vendedor, tanto en entrenamiento para mantenimiento como en suministro de repuestos; de hecho según las Empresas Varias la Planta nunca procesó más de 80 toneladas por turno

al día. Esto originó que la planta tuviera paradas continuas en su operación y por consiguiente problemas de tipo ambiental por la descomposición de basuras sin procesar teniéndose que recurrir al botadero a cielo abierto de Moravia. A los problemas operativos se sumó la pobre comercialización del compost y reciclaje, que llevó a las administraciones de turno en Empresas Varias a partir de 1973 a operar la planta esporádicamente, con altos costos operativos debido al bajo rendimiento.

En la realización de este proyecto se descuidaron algunos factores claves. El diseño, montaje, operación y mantenimiento no fueron los más adecuados. El producto principal (compost) no fue desarrollado y formulado como un producto comercial. Se presentaron deficientes manejos comerciales, administrativos y políticos; la ciudad y la comunidad no tenían suficiente conciencia sobre la conservación y reciclaje de los recursos. La combinación de todos estos factores con seguridad fueron la causa del fracaso.

El fracaso de la Planta de Tratamiento de Basuras de Toscana estuvo enmarcado principalmente por dos sucesos. El primero fueron los múltiples problemas que se presentaron con la firma a la cual se le adjudicó la licitación; la razón fundamental de estos conflictos radicaba en que según las Empresas Varias los equipos entregados por el Consorcio de Maquinaria Pascua Hermanos y Compañía limitada no cumplían con los objetivos del proyecto. Empresas Varias compró una planta de abonos y el vendedor entregó una planta de tratamiento de basuras. El otro suceso que conllevó al fracaso del proyecto fue la baja calidad del producto final (el compost) obtenido, esto debido a la presencia de material inorgánico en él (vidrio y plástico). La baja calidad del compost hizo casi nula la comercialización del mismo y esto conllevó a que la Planta no generara ingresos más si altos costos de operación.

### 2.2 DESMONTE DE LA PLANTA

En 1974 aún estaba candente el pleito entre las Empresas varias y el Consorcio de Maquinaria Pascua hermanos y Compañía Ltda, la Junta Directiva y la Gerencia de las Empresas Varias solicitó un inventario

y avalúo de la Planta, contemplándose la posibilidad de venta de la misma. Es así, como en Febrero de 1975 el Ingeniero Pedro Juan Moreno Villa ofrece cuatro posibles soluciones al problema de la Planta:

- Indemnización por parte de los vendedores o fabricantes y retiro de la maquinaria.
- Desmontar la Planta y venderla en el país, poco viable por extra costos.
- Desmontar la Planta y venderla al exterior, poco viable debido al motivo anterior sumado a la existencia de plantas más eficientes y con diseños más modernos.
- Poner en funcionamiento la maquinaria, la alternativa más viable, pues resultaba menos costoso reiniciar operaciones. Se requería un estudio económico y técnico.

La última alternativa debió ser puesta en marcha rápidamente para que no se incrementaran los costos y el deterioro de la maquinaria. El avalúo hecho por el Ing. Moreno Villa en 1975 consideraba que equipos y maquinaria estaban en perfecto estado de funcionamiento, y el precio sugerido fue de \$25'000.000; sin considerar el valor de los terrenos, edificios y obras civiles.

Nuevamente en 1982, la Dirección de Planeación de las Empresas Varias realizó un diagnóstico sobre el funcionamiento de la Planta, con las siguientes conclusiones:

- Se presentaron y efectuaron diferentes alternativas para el mercadeo del compost, lográndose resultados negativos (no se trabajó en mejorar el producto).
- El compost sirve como material de cobertura (futuro relleno), pues su transporte es muy costoso. Además el compost era un material poroso y no compactable.
- La Planta funcionando a plena capacidad, unas 240 toneladas al día, no representaría una solución completa al problema de basuras de Medellín, que producía 800 t/día.

- La Planta de Abonos no representaba ningún beneficio económico o social, ni para la comunidad ni para las Empresas Varias.

Este informe refleja la decisión que desde 1981 la Junta Directiva de Empresas Varias había tomado para vender la planta. A raíz del estudio de 1982 la Planta se cerró hasta 1984, cuando se decidió reabrirla para atender la emergencia sanitaria de entonces, que terminó con la puesta en marcha del Relleno Sanitario de Emergencia en la Plaza de Ferias y el inicio de operaciones en el Relleno Sanitario de Curva de Rodas. Es importante anotar que la posibilidad de reciclar en la Planta fue explorada por diferentes administradores, y en 1984 fue explotada por el Grupo Recuperar, en donde se generaron unos 20 empleos con ingresos realmente bajos a pesar del alto volumen de basura que ingresaba a la Planta (120 toneladas diarias). Luego de todo esto, se realizaron estudios de la basura de la ciudad para determinar la factibilidad económica de la Planta como una alternativa de reciclaje paralelo al Relleno Sanitario Curva de Rodas. Estos estudios arrojaron resultados negativos, porque la basura generada en Medellín era y es reciclada desde la fuente (hogares e industrias) llegando a su sitio de disposición final materiales que no permiten ser reciclados. Empresas Varias no se comprometió de lleno con el proceso subsidiando la operación o prestando apoyo al desarrollo del mercado para el compost, que debe ser el producto estrella.

En Enero de 1985 el administrador de la planta, realizó otro estudio sobre los costos operativos e igualmente hizo un diagnóstico, concluyendo que con el Relleno Sanitario Curva de Rodas en marcha, no se justificaba seguir operando esta Planta por razones técnicas y económicas. Se toma entonces la decisión de cerrarla definitivamente y de inmediato se inicia su desmonte, después de hecho esfuerzos para venderla a otros municipios de Antioquia y del país e inclusive a instituciones como Cornare.

Para terminar de definir la situación de la Planta de Abonos, Empresas Varias de Medellín firmó en 1984 el contrato de operación del Relleno Sanitario Curva de Rodas con una cláusula que garantizaba un suministro mínimo de basuras, que el Valle de Aburrá

en ese entonces no alcanzaba a generar. Cerrar la Planta fue una decisión tomada con el fin de poder incrementar la cantidad de basuras que no se le entregaba a la Curva de Rodas. Del diagnóstico realizado por las Empresas Varias se puede retomar las siguientes conclusiones:

- Utilizar la Planta para una estación de transferencia en el norte, cuando se clausure el Relleno Sanitario de Curva de Rodas y halla necesidad de uno nuevo más alejado.
- Vender los equipos desagregados y alguna parte de ellos como inservibles (chatarra).
- Utilizar parte de las instalaciones como parqueaderos o garajes de carros recolectores de las comunas uno y dos dentro del proyecto de centralización operativa.

Al iniciar este trabajo, existía una gran expectativa, se pensaba que la Planta podría volver a funcionar en la actualidad. Al visitar las instalaciones se derrumbaron todas las expectativas, en 1997 estaban acabadas y en alto grado de deterioro. Las únicas estructuras aún en pie, con un alto grado de corrosión son: las tolvas de recepción, las bandas de separación manual, los molinos, el horno incinerador y una parte de la banda transportadora de compost hasta la banda apiladora en el área de almacenamiento; los tornillos sin fin de la nave de fermentación fueron desmontados, y en la nave de fermentación sólo se observan los puente grúas que sostenían los equipos. Es triste pero hay que admitir que desde el punto de vista de los equipos no hay nada que hacer. Lo único que queda por hacer es ver cuales se pueden fundir, además se piensa utilizar las instalaciones y estructuras para una estación de transferencia.

En 25 años la mentalidad de la sociedad ha cambiado y el país también lo ha hecho. En 1974 se emitió el Código de Recursos Naturales, en 1979 el Código Sanitario Nacional y en 1993 se crea el Ministerio del Medio Ambiente. Las normas internacionales y las instituciones nacionales apuntan hacia un manejo integral de los desechos sólidos. La población es cada vez más consciente de la importancia de proteger el ambiente y seguro que hoy en día respondería

favorablemente a un programa integral para el manejo de desechos sólidos.

## 2.3 EXPECTATIVAS PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA

En 1972 realizar el procesamiento de una tonelada de basura tenía un costo de \$57.42. Este costo no se podía justificar por Empresas Varias cuando la alternativa era disponer la basura a costos mínimos en un sitio (Moravia) más cercano a las zonas de generación. En 1997, 25 años después, se tiene en operación el Relleno Sanitario Curva de Rodas, donde la disposición de una tonelada de basura cuesta \$12.935, y además está a unos cuatro kilómetros de distancia desde la Planta de Abonos. Los costos de operación de la Planta de Abonos a 1997 se han proyectado en \$ 30.639/t, pero se esperan ingresos por \$ 42.283/t, lo que implica una utilidad de \$ 11.644/t. Con estas cifras y con el ahorro en costos de transporte y disposición final, parece plenamente justificado desde el punto de vista económico la operación de la Planta de Abonos, fuera de los otros beneficios que proporcionaría en educación ambiental e imagen corporativa.

Como ya se dijo las instalaciones de la Planta se encuentran en total abandono, los equipos están deteriorados o se vendieron como chatarra. Pensar en un reinicio de operaciones sería una opción a evaluar cuidadosamente. Algunas personas involucradas en la realización de este proyecto fueron interrogadas sobre la factibilidad de un proyecto de condiciones similares (es decir, que se tomaran los desechos de la ciudad, y se seleccionaran y trataran, para finalmente dar un mejor uso de las basuras generadas), en general, dieron su opinión favorable.

Las entrevistas tenían como objetivo conocer sus opiniones acerca de las causas del fracaso del proyecto y sobre la factibilidad de un proyecto de condiciones similares en la actualidad. Las personas entrevistadas fueron: Ramiro Márquez, Director de operaciones de la Planta; un Ejecutivo de la Planta de 1972; Fabio Monsalve, mecánico de la planta 1982-1986, Gustavo Cortés Castaño, actual gerente de aseo de las Empresas Varias de Medellín; Jaime Laíno, Gerente de la Planta 1984-1986.

Como conclusión de las entrevistas se puede aseverar que el compost producido en la Planta de Abonos no era de óptima calidad, esto se dio por el contenido de materia inorgánica presente en él (vidrios, plástico, entre otros). Luego se podría pensar que el problema no era en sí del proceso sino de la materia prima involucrada. Como hipótesis se puede decir que la basura que llegaba a la Planta de Abonos no poseía un alto contenido orgánico, la razón de este fue la poca o nula preselección de la basura por parte de la ciudadanía. Empresas Varias en los años de funcionamiento interrumpido de la Planta, no trató de diseñar e implementar un programa de reciclaje donde se motivara a la ciudadanía a separar la basura, esto conllevaría a que la materia prima de la Planta hubiera sido de mejor calidad y por tanto el producto final.

Varios de los entrevistados coincidieron en su opinión positiva acerca de la factibilidad de un proyecto de condiciones similares en la actualidad, es decir un proyecto (como la Planta de Abonos) que tomara los desechos generados por la ciudad y mediante un proceso los tratara y arrojara un producto final reutilizable.

### 3. SITUACIÓN ACTUAL DE MANEJO DE BASURAS EN EL VALLE DE ABURRA

En la actualidad la casi totalidad de los desechos industriales y domésticos del Valle de Aburrá, Guarne, Rionegro y la Ceja (unas 2.000 t/día) son depositados en el Relleno Sanitario Curva de Rodas. El Relleno Sanitario surge en la década de los ochenta como una solución al problema de la disposición final de basuras en la ciudad de Medellín. El nacimiento de éste se da en forma paralela al cierre de la Planta de Abonos, pues una de las cláusulas del contrato de operación del relleno sanitario en sus inicios era la garantía de un suministro mínima de basuras lo cual no se dio y motivó el cierre de la planta para incrementar la cantidad de basuras que llegaban a Curva de Rodas.

El Relleno Sanitario da una solución adecuada a los más diversos problemas derivados del manejo de las basuras: acumulación de desechos en varias zonas de la ciudad, infecciones, proliferación de insectos, roedores y aves de carroña, malos olores. Los

problemas más prominentes que presenta el Relleno Sanitario de la Curva de Rodas son: 1) los malos olores, que se han venido controlando en los últimos meses, 2) la generación de Lixiviado por la humedad de la basura dispuesta y la percolación del agua lluvia (en invierno se genera unos 2,5 l/s), y 3) la proliferación de gallinazos. El Lixiviado se planea tratar por parte de Empresas Varias para disminuir su agresividad; ya se adelantaron estudios pilotos y se planea realizar el montaje de la planta de lixiviados en el futuro inmediato. (Bedoya, 1997).

Pese a que el Relleno Sanitario ha resultado ser una de las mejores opciones en la disposición final de desechos, éste dentro de pocos años tendrá que cerrarse, pues llegará al final de su vida útil. Surge la pregunta ¿Qué alternativa tiene la ciudad para disponer de las basuras generadas?. A título de opiniones personales a continuación se da una lista de las posibles alternativas de solución al problema de las basuras:

- Apertura de otro relleno sanitario: Es una buena alternativa porque se tiene la buena experiencia de la Curva de Rodas. La dificultad es encontrar un sitio adecuado, que se pueda desarrollar como tal. Las opciones son cada vez más alejadas de la zona urbana, incrementando notablemente los costos de transporte.
- Incineración de basuras: Alternativa que requiere más estudio pues las basuras del Valle de Aburrá tienen un porcentaje de humedad muy alto (60%) que dificulta su incineración; además podría ser una opción con numerosos problemas ecológicos (emisión de humos, cloruros provenientes de la quema del plástico, metales pesados, entre otros). No resuelve del todo el problema, pues siempre queda un residuo inerte.
- El reciclaje: Es una de las mejores opciones para reducir los volúmenes de desechos y que hoy día goza de gran aceptabilidad. Falta estructurar el sistema completo para optimizar la solución desde la selección hasta el mercadeo y uso final de los subproductos. Se requiere concientización a las personas de sus resultados, y ofrecer un sistema integral que realmente funcione.

Construcción de una planta de tratamiento de basuras: alternativa analizada en este artículo desde el punto de vista económico; una publicación anterior (Bedoya y Arango, 1998) describe un sistema de esta naturaleza para la ciudad de Medellín. La planta de tratamiento de basuras con la producción de un producto final (el compost o algún tipo de abono orgánico) sería viable en la medida que se obvieran los errores cometidos con la Planta de 1972. Este proyecto trabajaría como complemento a las alternativas del relleno sanitario y reciclaje. Tiene que vencer la resistencia del fracaso de la Planta de Tratamiento de Basuras de 1970 de Empresas Varias de Medellín.

#### 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO A EVALUAR

Se quiere analizar y evaluar es la viabilidad económica de una eventual reapertura de la Planta de Tratamiento de Basuras. Se busca con esta propuesta abrir las posibilidades para proyectos que conduzcan a solucionar el problema de la disposición final de desechos sólidos de la ciudad. La planta serviría como tratamiento de materia orgánica, unidad de reciclaje, incineración de sustancias tóxicas, estación de transferencia, y centro de educación ambiental para la ciudadanía sobre reciclaje y medio ambiente.

La Planta de Tratamiento de Basuras se diseñó e instaló como solución parcial (180 t/día) al problema de disposición final de desechos sólidos en la ciudad de Medellín. Funcionaba de la siguiente manera: la basura, llevada hasta la planta por camiones recolectores, se depositaba en cualquiera de las tres tolvas que originaban las tres líneas de molido. Luego la basura pasaba a unas bandas transportadoras para la recuperación manual del material reciclabl, que posteriormente era compactado en sacos o en pacas.

Después de la banda de selección, el material orgánico se trituraba en molinos de martillos; el material no triturable pasaba a rechazo. La materia orgánica se tamizaba y caía a otra banda transportadora, que la llevaba hasta un tanque rotatorio donde se proyectaba su mezcla con la materia orgánica procedente de la

Feria de Ganados y el Matadero, conexión que nunca se llevó cabo.

Posteriormente la fracción orgánica se conducía a la sala de fermentación, donde era sometida a una separación magnética para retirar elementos ferrosos. La materia orgánica permanecía en la nave de fermentación aproximadamente nueve días, oxidándose aeróbicamente por medio de la aireación generada por tornillos sin fin. El producto salía de la nave de fermentación y se descargaba nuevamente en un sistema de cribas o tamices para clasificar el compost por tamaño. Nuevamente al compost se le separaban elementos extraños, con la ayuda de un separador balístico que llevaba a cabo la separación del material por medio de colisión. Finalmente el compost, después de haber sufrido una selección por peso y tamaño, se llevaba en bandas transportadoras al distribuidor giratorio que depositaba el material en el patio de almacenamiento o estabilización, donde permanecía unos 30 días.

Los rechazos combustibles de los molinos o de las cribas se alimentaban a un horno de incineración, que en un principio tenía deficiencia en el diseño. El material combustible se depositaba en el piso, con pobre aireación, pues se trataba de combustión abierta ayudada con quemadores de fuel oil o de gas natural. Tampoco se disponía de instalaciones de control para minimizar las emisiones de humos y de gases contaminantes. En definitiva este lunar del proyecto se pudo rediseñar para ofrecer una solución mejor a la incineración de la fracción combustible.

#### 5. COSTOS DE EQUIPOS Y DE LA OBRA CIVIL

Los costos de inversión se descomponen en equipos (Tabla 1) y obras civiles (Tabla 2). El costo de equipos US \$ 1'520831.75 (\$28'150.595.69) incluye instalación, montaje, capacitación y repuestos. Las Obras Civiles se detallan desde 1969 hasta 1972 y no incluyen los costos del terreno (estimado por EEVV en \$ 1'800.00). Para estimar los costos totales anuales se calcula en la tabla el costo anual equivalente con una tasa de interés del 20%, un período de amortización de 30 años y un valor de salvamento del

10% tanto para los equipos como para las obras civiles. El costo total anual equivalente por equipos y obras civiles es de \$7,315,239.63 para las condiciones de la época.

*Tabla 1 Costo de los Equipos para la Planta de Tratamiento de Basuras*

Inversión en dólares	Valor en pesos	Costo anual
US \$541.190.00	\$10'017.426.90	\$2,012,808.79
US \$979.641.75	18'133.168.79	\$3,643,510.65
Totales	28'150.595.69	\$5,656,319.44

Tasa de cambio del Dólar \$18.51 (3 agosto 1970) Fuente Banco de la República.

*Tabla 2 Gastos de Obras Civiles Planta de Tratamiento de Basuras*

Inversión anual	Valor en pesos	Costo anual equivalente
1969	\$ 638.908.00	\$128,376.24
1970	2'188.501.00	\$439,737.08
1971	4'478.052.00	\$899,778.21
1972 (Ene a Mar)	950.719.00	\$191,028.65
Totales	8'256.180.00	\$1,658,920.19

## 6. PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS. RENTABILIDAD

Los costos que se dan a continuación se obtuvieron un informe de Empresas Varias (1972). Los ingresos esperados de la planta se obtenían a partir de la venta del compost y los subproductos generados tales como trapos, cartón, cabuya, chatarra, frascos, vidrio y polietileno. Los egresos se pueden clasificar en materiales, mano de obra y otros gastos. Los egresos e ingresos detallados se muestran en las Tablas 3 y 4 respectivamente. Los cálculos de la Tabla 4 se hacen con base en 296 días laborales al año, se descuentan los dominicales y los festivos.

Materiales. La materia prima con la que funcionaba la Planta era la basura recolectada en la ciudad. El costo de recolección era absorbido por la sección de aseo, y se presentaba tanto si se llevaba a la planta o como si se botaba en Moravia, por lo tanto no fue considerado en el análisis.

*Tabla 3 Egresos Presupuestados para la Planta de Tratamiento de Basuras en 1972.*

Mano de Obra. <sup>1</sup>	Nómina de Planta	Valor mes
1 Director de la Planta		\$ 8.158.96
1 Secretaria mecanotaquigrafa		2.384.16
1 Supervisor de Producción		3.912.80
1 Operador de Báscula		1.941.80
1 Despachador		1.941.80
1 Mecánico de Mantenimiento		2.012.36
1 Ayudante Mecánico		1.820.13
1 Electricista de Mantenimiento		2.092.66
1 Ayudante Electricista		1.820.13
3 Maquinistas (\$ 1.856.63 c/u)		5.569.89
1 Conductor		1.710.63
2 Celadores ((\$1.741.05 c/u)		3.482.10
1 Vigilante Portero		1.601.13
17 Peones (\$1.564.6 c/u)		26.598.71
Gastos Anuales		Valor Año
TOTAL SALARIOS 65.011.26/mes		780.135.12
Prest. Soc. (70%) \$ 45.507.88/mes		546.094.56
Otros Gastos Anuales		
Subs. Transporte \$ 2.737.50/mes		32.850.00
Servicios Públicos		26.400.00
Materiales y Mantenimiento		550.000.00
Administración General		252.262.32
<b>TOTAL EGRESOS POR AÑO</b>		<b>2'187.742.00</b>

*Tabla 4 Ingresos Esperados de la Planta de Tratamiento de Basuras a 1972 para 180 t/d de basuras.*

Venta compost (70%) 37.296 t/año a \$180/t	6'713.280.00
Desechables (15%)	
<b>Subproductos</b>	
Trapos (5%) 2.664 t/año a \$ 250/t	666.000.00
Cartón (3%) 1.599 ton/año a \$ 200/t	319.800.00
Cabuya (1%) 533 ton/año a \$ 200/t	106.600.00
Chatarra (0.5%) 256 ton/año a \$ 831.25/t	212.800.00
Frascos (2%) 1.066 ton/año a \$ 700/t	746.200.00
Vidrio blanco (0.5%) 266 ton/año a \$ 100/t	26.600.00
Polietileno (3%) 1.598 ton/año sin venta	-----
<b>TOTAL INGRESOS POR AÑO</b>	<b>8'791.280.00</b>

Mano de Obra. Conformada por la nómina y las respectivas prestaciones sociales.

**Otros Gastos.** Conformados por el subsidio de transporte, servicios públicos, materiales y mantenimiento, depreciación y administración general.

Al comparar los ingresos con los egresos anuales y teniendo en cuenta los desembolsos requeridos para la amortización de la deuda se obtienen los resultados de la Tabla 5. Claro que si se mira el proyecto con criterios de recuperación de las inversiones el rubro de amortización de deuda se debería cambiar por el de los costos anuales equivalentes totales y además se debe una cantidad apropiada por el arriendo del terreno. En este caso la utilidad capitalizable de \$ 2'684.165.71 desaparece para cubrir los costos de terreno y de la inversión tal como se presenta en la Tabla 6 y la planta estaría trabajando a pérdida de 1'397.663 de pesos por año, o puesto en otros términos cada tonelada de basura procesada allí tenía un costo de \$ 21.27. Obviamente bajo esta perspectiva la planta no era económicamente viable sino que se trataría de un servicio público que debería financiarse por medio de las tarifas.

**Tabla 5 Rentabilidad Aparente de la Planta de Tratamiento de Basuras.**

Ingresos Anuales	\$ 8'791.280.00
Gastos totales por año	2'187.742.00
Rendimiento anual	6'603.538.00
Amortización deuda	3'919.372.29
Utilidad capitalizable	2'684.165.71

**Tabla 6 Condiciones Económicas Reales Planta de Tratamiento de Basuras 1972**

Ingresos totales por año	\$ 8'791.280.00
Gastos totales por año	2'187.742.00
Rendimiento anual	6'603.538.00
Amortización equipo y obras civiles	7'315.239.63
Arrendamiento anual del terreno	500.000.00
Perdida operacional	\$ -1'397.663.01

## 7. EL PROYECTO 25 AÑOS MAS TARDE (1977)

Para realizar el análisis de factibilidad bajo las condiciones de finales de la década de los 90's se partió de las siguientes consideraciones:

- Los ingresos estimados se calculan con base en los precios corrientes de los subproductos a 1997.
- Se enmarca el proyecto dentro de las nuevas condiciones técnicas, económicas y de conciencia ambiental de la población.
- Todos los costos de compra, instalación, montaje y funcionamiento de la Planta de Abonos, se actualizan a precios de 1997 por medio de números índices.

La tabla 7 resume en forma actualizada (Betancur, 1998) los ingresos esperados de una planta de esta naturaleza en la cual problemas técnicos, como la selección de la materia prima que se reciba y la calidad del compost, se hayan solucionado. De igual manera se supone que los problemas técnicos para la incineración de los desechos se han resuelto. Por otra parte se supone que la planta recibe un subsidio por parte de Empresas Varias correspondiente al ahorro que recibe la entidad por no tener que transportar ni disponer una cantidad considerable de basuras (más del 80% de la basura que llega a la Planta de tratamiento). Se supone que la planta se trabaja 365 días al año, el mantenimiento se hace en la noche o por líneas cuando existan procesos paralelos.

**Tabla 7 Ingresos Esperados de la Planta de Tratamiento de Basuras a 1997 para 180 t/d de basuras.**

Compost (63.5%) 41719.5 t/año a \$ 40.000/t	1.668'780.000
Desechables (10%) 6570 t/año	
<b>Subproductos</b>	
Textiles (1.5%) 985.5 t/año a \$ 50000/t	49'275.000
Papel (6.5%) 4270.5 t/año a \$ 120000/t	512'460.000
Cartón (4.5%) 2956.5 t/año a \$ 50000/t	147'825.000
Chatarra (3%) 1971 ton/año a \$ 25000/t	49'275.000
Frascos (2%) 1314 t/año a \$ 65000/t	85'410.000
Vidrio blanco (0.5%) 1971 t/año a \$ 33000/t	65'043.000
Polietileno (3%) 3942 t/año a 50000	197'100.000
<b>TOTAL INGRESOS POR AÑO</b>	<b>2.775'168.000</b>

Los costos de operación y de inversión en equipo y obras civiles de 1969-1972 se proyectan al año 1997 con el objetivo de realizar un estudio de factibilidad hoy día de la planta de tratamiento de basuras. El método de proyección se basa en Números Índices; se trabaja con el Índice de Precios al Consumidor (IPC).

los cuales fueron consultados en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Los índices mas relevantes para este ejercicio se dan en la Tabla 8.

*Tabla 8 Indices De Precios al Consumidor (DANE, 1997)*

Fecha	Indice	Factor
Abril de 1977	598.03	1.000000
Diciembre 1972	3.10	192.912903
Junio 1969	2.29	261.148472
Junio 1970	2.47	242.117409
Junio 1971	2.72	219.863971
Junio 1972	2.96	202.037162

Los detalles de costos de las tablas anteriores se calcularon para el año 1972, con el fin de utilizar el IPC se proyectarán a 1997. Se proyectaron los siguientes valores: total egresos por año, costo del terreno y los costos anuales equivalentes de los equipos (en pesos colombianos), gastos obras civiles (1969 - 1972). El factor de actualización o factor índice utilizado fue (Índice Final/Índice Inicial), el cual aparece en la Tabla 9 junto con los valores actualizados de los rubros de interés. Los ingresos no se actualizaron, se recalcularon en la Tabla 7; el rendimiento anual se calcula como balance de ingresos y gastos. La actualización de amortización y arrendamientos se utiliza el mismo factor índice y que se trata de costos anuales equivalentes calculados en una tabla anterior.

*Tabla 9 Condiciones Económicas de la Planta de Tratamiento de Basuras Proyectadas a Abril de 1997*

Descripción	Factor Índice	Cifras a 1997
Ingresos totales por año		2.778'168.000.00
Gastos por año + 20% por trabajo en dominicales y festivos	192.912903	506'452.392.30
Rendimiento anual		2.271'715.607.70
Amortización equipo y obras civiles	192.912903	1.411'203.991.60
Arrendamiento anual del terreno	192.912903	96'456.451.50
Utilidad anual en el proyecto		764'055.164.60

Estos resultados son optimistas y excelentes, pues resuelven de una forma económica un gran problema en el manejo de basuras en la zona urbana. Se debe tener en cuenta que en la operación siempre quedaría un residuo que en este caso se estima en un 10% de las basuras que llegan y cuya disposición anual en Curva de Rodas tiene un costo de \$ 91'552.950, lo cual disminuye las utilidades anuales del proyecto en un 12%. Esta solución presenta dos grandes dificultades para su implementación hoy día: 1) Se requiere de una inversión en obras civiles y en equipo entre siete mil y diez mil millones de pesos para poder adecuar la Planta; 2) Los ingresos importantes provienen de la venta del compost, el cual se tiene que desarrollar como producto de alta calidad y posicionar en el mercado; y 3) vencer la resistencia de la comunidad a implementar un proyecto que en su época fue un elefante blanco con muy mala imagen.

Al menos para las fases iniciales del desarrollo del proyecto, mientras se posiciona el producto principal se puede lograr un subsidio por parte de las empresas prestadoras del servicio de aseo que podría pagar al proyecto la tarifa que actualmente pagan en Curva de Rodas por tonelada de basura allí depositada (\$12935) y se ahorrarían unos \$ 6000 por tonelada en el transporte hasta Curva de Rodas.

Si construye un proyecto de condiciones similares (una planta de tratamiento de basuras donde se procese la basura y se obtenga un producto final comercializable), compara muy favorablemente contra el Relleno Sanitario Curva de Rodas. Para la Planta de Tratamiento de Basuras la utilidad sería del orden de 11600 pesos versus el costo actual de disposición de una tonelada de basuras en Rodas que es de 12935. Para aumentar el atractivo de desarrollar el proyecto se puede pensar en que la operación de la Planta de Tratamiento de Basuras reciba esta cantidad como tarifa de disposición, lo cual hace a todas luces el proyecto muy atractivo.

Los resultados anteriores muestran que la Planta sería factible desde el punto de vista económico, esto es. podría funcionar como solución alterna al Relleno Sanitario Curva de Rodas para complementar el trabajo hecho en el relleno y también dar un aprovechamiento de las basuras generadas en la ciudad.

## 8. CONCLUSIONES

- El análisis económico de rendimiento de la planta en diferentes períodos da rendimientos diferentes debido a los cambios en los precios de los productos reciclables y en especial debido a la confianza que se tiene en que hoy día se puede lograr un compost de mejor calidad y que su posicionamiento en el mercado es muy factible. Los beneficios económicos para la comunidad son aún mayores cuando se adicionan las economías por los costos incurridos en la disposición final de las basuras.
- La falta de una administración dedicada y constante en el tiempo también afectó el perfecto funcionamiento de la Planta, ya que en el período de un año, Empresas Varias llegó a tener tres gerentes, esto puede hacer que un organismo sea ineficiente y por esta razón los proyectos a su cargo no tengan continuidad y fallen. La falta de una gerencia comprometida con la calidad del producto que desarrollara e introdujera en el proceso productivo las tecnologías adecuadas para garantizar un compost de óptima calidad se puede explicar en los resultados económicos negativos para la época. El disponer de un producto de mala calidad al cual no se pensaba mejorar hacia imposible desarrollar estrategias agresivas de mercadeo.
- La falta de conciencia ambiental de la población en 1972 sobre el reciclaje fue una de las razones por las cuales no se ejerció suficiente presión sobre la organización de Empresas Varias para que sacara adelante la planta de tratamiento de Basuras. Una buena conciencia ambiental hubiera facilitado los procesos de la planta pues se hubiera podido lograr un suministro de materias prima (basuras) de mejor calidad para el proceso que se pretendía.
- Llevar a cabo un proyecto de este tipo veinticinco años después es más viable porque la ciudadanía tiene una mayor conciencia ambiental. Es claro que el producto principal (compost) se tiene que mejorar incorporando los desechos de la plaza de ferias y del matadero, además de las sustancias químicas necesarias para lograr un abono de buena calidad. La actividad del reciclaje en la ciudad se ha desarrollado con mucha fuerza y se tiene canales apropiados de selección y mercadeo que de seguro entrarian a fortalecer el desarrollo de una planta nueva para el tratamiento de las basuras.
- El análisis de factibilidad muestra como en la actualidad si sería factible llevar a cabo el proyecto. Este es un proyecto que si se mira integrado con el manejo de desechos sólidos que se da en el área de influencia puede resultar altamente atractivo pues disminuye en un 90% el volumen de las basuras allí tratadas, que de otra manera tendrían que ser transportadas a Curva de Rodas y dispuestas allí un costo que supera los \$ 19.000 la tonelada.

## 9. RECOMENDACIONES

- Evaluar este proyecto en forma más detallada desde el punto de vista técnico, social y de potencial de mercadeo de todos los subproductos. Parece ser que la necesidad sentida en la ciudad de desarrollar estaciones de transferencia pueden ser una buena oportunidad para integrarlas con plantas de tratamiento de basuras.
- Independiente del desarrollo de este proyecto se debe despertar e inculcar en la ciudadanía en general la cultura del reciclaje, y en especial ofrecerle a las personas comprometidas con la protección del medio ambiente alternativas para que puedan realizar en forma efectiva sus acciones en pro de la naturaleza. Es necesario que la población sepa y comprenda la posibilidad de dar algún tipo de uso, manejo y transformación a los actuales desechos evitando así los problemas ecológicos por los que atraviesa el planeta actualmente.
- Mejorar la comunicación con la población, de manera que ésta se entere de los logros y avances, proyectos, entre otros, que se desarrollan por las Empresas Varias, evitando así un desconocimiento por parte de los habitantes de proyectos como la Planta de Abonos.
- Si se piensa desarrollar una nueva planta de abonos, en esta se debería trabajar fuertemente varias frentes:
  1. Mejoramiento en la calidad de los insumos por medio de una óptima recolección y selección, siempre contando con la cooperación de la comunidad, campañas para reciclaje de basuras.

- El montaje de la planta debe incluir la selección de la materia prima (basura) más apropiada;
2. Promover concursos y convenios para el desarrollo de proyectos a nivel de planta piloto que mejoren los procesos de producción del compost y que evalúen la calidad del producto y desarrollen la formulación adecuada para lograr el mejor producto. Igualmente se debe trabajar en el diseño a nivel de planta piloto las propuestas para incineración de las basuras domésticas y la incineración especial de desechos tóxicos tema en el cual el área metropolitana es muy deficiente.
  3. Gerenciar un plan para el mercadeo del compost, mejorando su calidad, prestando constante asesoría y atendiendo todas las inquietudes de los clientes. Quizá la mejor opción es concebir este proyecto como una empresa rentable que se puede dar en concesión a alguna organización privada o grupos cooperativos que tengan buen soporte organizacional, técnico y financiero.

## 10. BIBLIOGRAFIA

**ANÓNIMO.** Caducado Contrato de la Planta de Basuras. En: El Colombiano, Medellín. (11, Mayo, 1974).

----- Pastrana inaugura hoy la mayor planta de abonos de Suramérica. En: El Colombiano, Medellín. 6, Ag., 1972, p.7.

**ARANGO MARTÍNEZ , Carlos Andrés y BEDOYA VELASQUEZ, Julián.** PLANTA DE ABONOS DE MEDELLÍN Un Proyecto Interesante. DYNA No. 125. Medellín. pp 77-90. Julio 1998.

**ARANGO MARTÍNEZ , Carlos Andrés y LARIOS RESTREPO, María Victoria.** Planta de Abonos de Medellín un Proyecto con 25 Años de Desfase. Trabajo Dirigido de Grado. Ingeniería Industrial. Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia. 1996.

**BEDOYA V, Julián.** El Hombre y su Ambiente: La Problemática de Contaminación y Aportes

para su Solución. Medellín. Facultad Nacional de Minas, 148 p. 1995. (Anales de la Facultad Nacional de Minas; Nº 60).

**BEDOYA V, Julián.** El Hombre y su Ambiente: La Problemática de Contaminación y Aportes para su Solución. Medellín. Facultad Nacional de Minas, 148 p. 1995. (Anales de la Facultad Nacional de Minas; Nº 60).

**BETANCUR, Jair.** Datos de Composición de Basuras Domésticas y Valor de Compra de Productos Reciclables Suministrados Telefónicamente. Recuperar. Medellín. 3 de diciembre de 1998

**EE.VV..** Análisis y Beneficios del Compost y Subproductos. Departamento de Programación y Desarrollo. Junio de 1972.

**EE.VV..** Comercialización del Compost que Produce la Planta de Abonos de las Empresas Varias. Marzo de 1985

**EE.VV..** Diagnóstico Planta de Tratamiento de Basuras. Junio de 1991.

**EE.VV..** Gastos de Construcción. Planta de Abonos. Departamento de Costos y Estadística. Enero - Marzo de 1972.

**EE.VV..** Relación de Gastos. 1969 - 1971. Departamento de Contabilidad.

**ENTREVISTA CON Fabio Monsalve Mecánico de las Empresas Varias (Ex - Mecánico de la Planta de Abonos).** Medellín, 9 Jul. 1997.

**ENTREVISTA CON Gustavo Cortés Castaño Gerente de Aseo de las Empresas Varias Medellín,** 10 Jul. 1997.

**ENTREVISTA CON Jaime Laíno Ingeniero de Urbaser E.S.P (Ex - Gerente de la Planta de Abonos).** 28 Jul. 1997.

**ENTREVISTA CON Ramiro Márquez Gerente de la Flota Mercante Grancolombiana (Ex-Director de Operaciones de la Planta de Abonos).** Medellín, 23 Ag. 1996.