

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DEL RECICLAJE DE PLÁSTICOS EN ANTIOQUIA
CASO AREA METROPOLITANA.

OSCAR DE JESÚS DÍAZ CADAVID

UNIVERSIDAD EAFIT
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN
2007

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DEL RECICLAJE DE PLÁSTICOS EN ANTIOQUIA
CASO AREA METROPOLITANA

OSCAR DE JESÚS DÍAZ CADAVID

Proyecto de grado para optar por el
Título de Ingeniero Mecánico

Asesor

LUIS ALBERTO GARCÍA

Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD EAFIT
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN
2007

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
1. DEDICATORIA Y AGREDECIMIENTOS	11
2. RESUMEN	12
3. INTRODUCCIÓN	13
4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	14
5. OBJETIVOS	15
5.1 GENERAL	15
5.2 ESPECÍFICOS	15
6. ESTADO DEL ARTE	16
6.1 ORIGENES	17
6.2 OBJETIVOS DEL RECICLAJE DE MATERIALES PLASTICOS	18
6.3 GENERALIDADES DEL RECICLAJE DEL PLÁSTICO	18
6.4 METODOS DE ELIMINACIÓN	21
6.4.1 Relleno Sanitario	21
6.4.2 Incineración	21
6.4.3 Elaboración de Fertilizantes	22
6.5 RECICLAJE MECANICO DE PLÁSTICOS	22
6.5.1 Separación de plásticos	24
6.6 RECICLAJE QUÍMICO	26
6.6.1 Producción de Fracciones Hidrocarbonadas.	27
6.6.2 Gasificación.	27
6.6.3 Reacciones de Despolimerización:	27

6.7	RECUPERACION ENERGETICA	28
7.	ESTUDIOS PREVIOS SOBRE EL RECICLAJE DE PLÁSTICOS	31
7.1	UNIVERSIDADES DE MEDELLÍN	31
7.2	UNIVERSIDADES EN COLOMBIA	39
8.	EVOLUCIÓN DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	47
8.1	ANTECEDENTES	47
8.2	INICIOS	48
8.3	BASURERO DE MORAVIA	49
8.4	CURVA DE RODAS	50
8.4.1	Operación del Relleno	56
8.4.2	Acciones	59
8.4.3	Instrumentación	60
8.4.4	Problemática de la Disposición Final	60
8.4.5	Plan de cierre del Relleno Sanitario Curva de Rodas	61
8.4.6	Fases del Plan General de Cierre del Relleno	62
8.4.7	Rodas como Parque Natural	65
8.4.8	Plan de abandono del Relleno Sanitario Curva de Rodas	65
8.5	RELLENO SANITARIO “PARQUE INDUSTRIAL LA PRADERA”	66
8.6	CENTRO INDUSTRIAL DEL SUR- CIS	78
8.6.1	Procesos	78
8.6.2	Servicios	81
9.	LA CADENA DE RECICLAJE	84
9.1	RECICLADORES	87
9.2	LOS CENTROS DE RECEPCION DE RESIDUOS SÓLIDOS,	88
9.2.1	Visitas Empresariales Realizadas a Centros de Recepción.	93
9.3	EMPRESAS TRANSFORMADORAS DE LOS RESIDUOS PLASTICOS,	96
9.3.1	Tecnología local	96

9.3.2	Tecnología importada	98
9.3.3	Comparación de Maquinaria Local e Importada.	100
9.3.4	Empresas Transformadoras contactadas	108
9.3.5	Visitas Realizadas a Empresas transformadoras	110
10.	MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS CORPORACIONES AMBIENTALES	118
10.1	CORANTIOQUIA	119
10.2	CORNARE	129
10.3	CORPOURABA	131
11.	CONCLUSIONES	133
12.	RECOMENDACIONES	136
13.	BIBLIOGRAFÍA	137
13.1	CLÁSICA	137
13.2	INTERNET	139

TABLA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1 Codificación de polímeros	19
Ilustración 2 Valor calorífico de diferentes materiales	29
Ilustración 3 Grafico de N° Proyectos de Grado en Medellín.	32
Ilustración 4 Grafico de Proyectos de Grado en Colombia.	39
Ilustración 5 Basurero de Moravía	50
Ilustración 6 Curva de Rodas (1).	55
Ilustración 7 Curva de Rodas (2).	57
Ilustración 8 Relleno Sanitario la Pradera.	70
Ilustración 9 Puente de acceso parque industrial La Pradera	71
Ilustración 10 Vías parque industrial La Pradera época invernal	72
Ilustración 11 Vías parque industrial La Pradera época de verano	72
Ilustración 12 Vías pavimentadas parque industrial La Pradera	73
Ilustración 13 Sistemas de drenaje parque industrial La Pradera.	73
Ilustración 14 Bascula de pesaje parque industrial La Pradera	74
Ilustración 15 Escuela Reparada parque industrial La Pradera	74
Ilustración 16 Caseta de vigilancia parque industrial La Pradera	75
Ilustración 17 Caseta pesaje parque industrial La Pradera	75
Ilustración 18 Ramada parque industrial La Pradera	75
Ilustración 19 Adecuación Vaso la Carrilera	76
Ilustración 20 Recolección de Lixiviados	76
Ilustración 21 Adecuación Vaso de la Música	77
Ilustración 22 Reforestación parque industrial La Pradera	77
Ilustración 23 Camión recolector EVAS	79
Ilustración 24 Banda Transportadora EVAS	79
Ilustración 25 Maquina de Abonos EVAS	80
Ilustración 26 Prensa continua EVAS	80

Ilustración 27 Paca Residuos EVAS	80
Ilustración 28 Manejo Lixiviados EVAS	81
Ilustración 29 Planta de depuración EVAS	81
Ilustración 30 Disposición Final EVAS	82
Ilustración 31 Crecimiento empresas comercializadoras	93
Ilustración 32 Cooperativa Servimos	94
Ilustración 33 Logo Maquitec	99
Ilustración 34 Fabricante de maquinaria Taiwanesea	99
Ilustración 35 Comparación proceso de selección	101
Ilustración 36 Comparación Molinos	101
Ilustración 37 Comparación Aglutinadoras	102
Ilustración 38 Comparación Lavadoras	103
Ilustración 39 Comparación Secadoras	104
Ilustración 40 Comparación Pelletizadoras	105
Ilustración 41 Comparación Sistemas de separación y secado	106
Ilustración 42 Comparación Almacenamiento	107
Ilustración 43 Comparación Componentes eléctricos y electrónicos	108
Ilustración 44 Crecimiento Empresas Transformadoras	110
Ilustración 45 Zunchos B-Plast	111
Ilustración 46 Secadora B-Plast	112
Ilustración 47 Pelletizadora B-Plast	112
Ilustración 48 Lavadora B-Plast	112
Ilustración 49 Residuos Hospitalarios	113
Ilustración 50 Secadora Danyplast	113
Ilustración 51 Jeringa molida	114
Ilustración 52 Cuchillas Molino	114
Ilustración 53 Logo Plastipol	115
Ilustración 54 Maquinaria Demaplast	117
Ilustración 55 Logo Corantioquia	120

Ilustración 56 Jurisdicción Corantioquia	127
Ilustración 57 Logo Cornare	130
Ilustración 58 Logo Corpouraba	132

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Proyectos de Grado EIA .	32
Tabla 2 Proyectos de Grado Universidad Católica	33
Tabla 3 Proyectos de Grado Fundación Universitaria Luís Amigó	34
Tabla 4 Proyectos de Grado Universidad de Antioquia	34
Tabla 5 Proyectos de Grado UPB	35
Tabla 6 Proyectos de Grado Universidad Nacional Medellín	36
Tabla 7 Proyectos de Grado EAFIT	37
Tabla 8 Proyectos de Grado de Reciclaje de Plásticos Bogotá.	39
Tabla 9 Proyectos de Grado de Reciclaje de Plásticos Cali.	43
Tabla 10 Proyectos de Grado de Reciclaje de Plásticos Bucaramanga.	45
Tabla 11 Información general Curva de Rodas	65
Tabla 12 Información General Parque Industrial La Pradera	70
Tabla 13 Información general C.I.S "El Guacal".	83
Tabla 14 Clasificación empresas contactadas	85
Tabla 15 Población Empresas Recicladoras	85
Tabla 16 comercializadoras de plástico sin seleccionar	89
Tabla 17 Empresas comercializadoras	90
Tabla 18 Crecimiento empresas comercializadoras.	91
Tabla 19 Plástico Recuperado Cooperativa Alborada	95
Tabla 20 Empresas Transformadoras	108
Tabla 21 Crecimiento empresas Transformadoras	109
Tabla 22 Jurisdicción Corantioquia	127

1. DEDICATORIA Y AGREDECIMIENTOS

Gracias a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este proyecto; a mi familia, a mi asesor, el ingeniero Luís Alberto García, a mis compañeros de estudio y en general a todos aquellos que tuvieron la disposición para colaborar con la búsqueda de información acerca de la evolución del reciclaje de plásticos en Antioquia.

2. RESUMEN

En la actualidad, el reciclaje juega un papel importante en la conservación y protección del ecosistema, por lo tanto, es fundamental la apropiada ejecución de programas educativos sobre el reciclaje y además la puesta en práctica de acciones concretas en pro de éste ya que el correcto uso de los recursos naturales de un país depende en gran parte de su nivel de educación ecológica, que es lo que lleva haciendo la universidad EAFIT desde hace algunos semestres con el curso de reciclaje de plásticos en la línea de énfasis para ingenierías.

Esta inquietud fue lo que impulsó la idea de realizar un estudio sobre la evolución del reciclaje de plásticos en Antioquia y la manera como se recicla actualmente, por que aunque el tema es conocido en los diferentes sectores de la sociedad y existe buena información de lo que es reciclar y que técnicas se emplean en este proceso, hay poco soporte teórico de la evolución del reciclaje de plásticos en la región, ya que las experiencias relacionadas con el tema, se transmiten al interior de las industrias y en muy pocos casos se documentan.

El objeto de estudio de este proyecto es la investigación del reciclaje de plásticos en Antioquia; como surgió, como ha evolucionado, en que estado de encuentra, que procesos se llevan a cabo y que maquinaria se emplea.

Este proyecto pretende brindar información al sector académico, al sector gremial del plástico, a entidades planificadoras del desarrollo ambiental, al área de empresarismo para la creación de futuras empresas de reciclaje de plásticos, y grupos y semilleros de investigación, como lo es el grupo de Investigación de Reciclaje de Plásticos “GIRP” de la Universidad EAFIT.

3. INTRODUCCIÓN

El reciclaje es una de las alternativas utilizadas en la reducción del volumen de los residuos sólidos. Se trata de un proceso, que consiste básicamente en volver a utilizar materiales que fueron desechados y que aún son aptos para elaborar otros productos o refabricar los mismos. A diferencia del reciclaje, la reutilización es toda operación en la que el envase concebido y diseñado para realizar un número mínimo de rotaciones a lo largo de su ciclo de vida y es reutilizado con el mismo fin para el que fue diseñado. (ENCARTA®, 2006)

El proyecto busca información sobre el reciclaje de plásticos; sus orígenes, y los diferentes métodos empleados a nivel mundial para llevar a cabo esta actividad. Se habla sobre la evolución y el estado en que se encuentra el sector de reciclaje de plásticos en Antioquia, que procesos se llevan a cabo, y que tipo de tecnología se emplea en los procesos de transformación de los residuos plásticos. El proyecto pretende también averiguar como ha crecido el interés por el tema en las diferentes áreas del conocimiento, al buscar las tesis y proyectos de grado desarrollados en los últimos años en las universidades de Medellín y algunas universidades del país. Finalmente, se indaga sobre el manejo del tema del reciclaje de plásticos en las corporaciones ambientales en la región y sobre la evolución de la disposición final de los residuos sólidos de la ciudad de Medellín.

4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El reciclaje de plásticos en Antioquia ha evolucionado en los últimos años, y no hay información de sus antecedentes, donde se muestre el comportamiento de las empresas recicladoras y sus procesos. De ahí la necesidad de conocer el sector y como se maneja todo el tema del reciclaje de plásticos para generar un registro de de las diferentes etapas de la cadena del reciclaje de plásticos en la región, centrándose especialmente en empresas en Medellín, y algunos municipios antioqueños.

Actualmente la información de cómo fue la evolución y cual es el estado de reciclaje en Antioquia esta muy dispersa y es eso precisamente lo que se busca; recopilarla en un documento que puede ser de gran utilidad para la industria, como para las instituciones educativas, especialmente para la Universidad EAFIT en el desarrollo del curso de reciclaje de plásticos.

5. OBJETIVOS

5.1 GENERAL

Realizar un estudio sobre la evolución del reciclaje de plásticos en Antioquia; su origen, las tecnologías, los productos y los métodos empleados en este proceso.

5.2 ESPECÍFICOS

- Objetivo 1: Indagar sobre los orígenes del reciclaje de plásticos a nivel mundial; especialmente en Colombia; y el estado en que se encuentra.
- Objetivo 2: Buscar estudios llevados a cabo por universidades y a nivel empresarial acerca del reciclaje plásticos.
- Objetivo 3: Conocer como ha evolucionado la disposición final de los residuos sólidos a nivel regional; es decir, cual es el estado del Parque industrial La Pradera, la Curva de Rodas y CIS¹.
- Objetivo 4: Hacer un trabajo de campo con las personas jurídicas y naturales involucradas en toda la cadena de reciclaje, como son los recicladores, centros de recepción de residuos sólidos y empresas de reciclaje.
- Objetivo 5: Averiguar como se maneja el tema de reciclaje de plásticos en las corporaciones ambientales mas importantes en Antioquia, como son: Corpouraba, Cornare y Corantioquia.

¹ CSI: Centro Industrial del Sur

6. ESTADO DEL ARTE

Los primeros seres humanos no tenían una estrategia de gestión para los residuos sólidos, pues sencillamente no existía la necesidad. Probablemente, por el hecho de que no permanecían en un lugar fijo, por un tiempo considerable como para acumular una gran cantidad de residuos y buscar una manera de deshacerse de ellos o en su defecto reutilizarlos. Pero todo esto tomó una forma diferente cuando se establecieron las primeras comunidades y las cantidades de residuos se hicieron cada vez mayores, viéndose en la necesidad de gestionar los desechos. De aquí en adelante se crearon diferentes maneras de controlar el problema, unos optaron por incinerarlos, otros por recolectarlos y depositarlos en lugares estratégicos y así sucesivamente hasta que se encontró la manera más útil, práctica y beneficiosa de tratar los desechos renovables como el papel, plástico, aluminio, vidrio, desechos orgánicos, etc. la cual no es otra que reciclarlos. (MONOGRAFIAS@, 2006)

Mediante el proceso de reciclaje, se transforma un material de desecho en otro material de utilidad, es decir, darle un uso a lo que ha sido catalogado como inservible o basura. También es una forma de solucionar el problema de la acumulación de residuos, el ahorro de la energía, la extinción de recursos no renovables, etc. logrando de esta manera la protección del medio ambiente y el mejoramiento de la economía nacional. Las industrias de reciclaje, además de que constituye una fuente de empleos e ingresos de gran beneficio y sin duda, contribuye al equilibrio ecológico. Se le da de esta manera un poco más de vida, tanto a la naturaleza como a cada uno de nosotros. (MONOGRAFIAS@, 2006)

6.1 ORIGENES

Los orígenes del reciclaje de plásticos a nivel mundial y en Colombia son inciertos, no se conoce la fecha ni el lugar donde esta actividad comenzó. Los residuos plásticos se tratan de varias maneras en los diferentes países dependiendo de los recursos con que estos cuenten; en Europa es donde se asume que empezó el manejo de los residuos plásticos, no en forma de reciclaje sino con procesos de incineración debido a la falta de espacio en estos países.

La principal causa de la falta de información es que el negocio del reciclaje de plásticos es muy informal y hasta el momento no se conoce una publicación o estudios que hablen sobre los orígenes del reciclaje en el país, es decir, donde y cuando empezó esta actividad. Las fuentes donde se indago sobre el tema, fueron la agremiación y el instituto mas importante del plástico en el país, como lo son ACOPLASTICOS² y el ICIPC³, empresas de mayor trayectoria, como lo es la Fundación Codesarrollo, las empresas transformadoras de residuos plásticos involucradas en la cadena del reciclaje, las corporaciones ambientales y empresas prestadoras de servicio de aseo a nivel regional, así como algunas personas naturales dedicadas al reciclaje de plásticos, y todos informan que no se conoce en el medio documentación referente al origen e inicio de la actividad del reciclaje de los materiales plásticos en Antioquia.

La información que hay disponible en el medio, y que es importante conocer antes de hablar de la Evolución del Reciclaje de Plásticos en Antioquia es la información relacionada con los procesos y técnicas empleados a nivel mundial para el reciclaje de plásticos.

² ACOPLASTICOS: Entidad gremial colombiana, sin ánimo de lucro, que reúne y representa a las empresas de las cadenas productivas químicas, que incluyen las industrias del plástico, caucho, pinturas y tintas, fibras, petroquímica y sus relacionadas.

³ ICIPC: Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho

6.2 OBJETIVOS DEL RECICLAJE DE MATERIALES PLASTICOS

Los objetivos principales del reciclaje son:

- Conservación o ahorro de los recursos naturales y energía.
- Disminución del volumen de residuos que hay que eliminar.
- Protección del medio ambiente.
- Mejoramiento de la economía nacional puesto que no se necesita ni el consumo de materias primas ni el de energía que son más costosos que el proceso de las industrias de recuperación.

Para reciclar cualquier material presente en los residuos, tiene que poder ser procesado en una materia prima viable y limpia. Esta materia prima debe fabricarse después en un producto. Este producto debe comercializarse y distribuirse, hay que encontrar clientes, y convencerlos para comprar y seguir comprando dicho producto fabricado con materiales residuales.

Por lo tanto, el reciclaje requiere cuatro elementos que son: recolección, selección de materias primas, recuperación de la materia prima para fabricar el producto, mercado y clientes que compren el producto.

6.3 GENERALIDADES DEL RECICLAJE DEL PLÁSTICO

El plástico es un material logrado en laboratorio mediante transformación sintética del carbono principalmente pero también del hidrógeno, nitrógeno y oxígeno en combinación con otros elementos que se obtienen del petróleo. El plástico es difícilmente biodegradable, por esta razón se convierte en un producto altamente contaminante, mas aún si se tiene en cuenta que los plásticos al quemarse producen gases contaminantes.

Hoy por hoy, el plástico es esencial en nuestra vida, el cual proviene del petróleo, elemento no renovable, por lo tanto cada vez más caro.

La industria del plástico recicla anualmente varios miles de millones de kilogramos de termoplásticos procedentes de los recortes y rebabas del proceso de moldeo, los recortes se recolectan y después se densifican o se trituran para mezclarlos con la resina virgen al comienzo del proceso de fabricación de nuevos productos.

Si bien existen más de cien tipos de plásticos, los más comunes son seis, que han sido identificados por medio de una codificación establecida por la Sociedad Industrial de Plástico (SPI); esta codificación asigna un número para las categorías de polímeros; así:

Ilustración 1 Codificación de polímeros



@Plastivida

Esta variedad de plásticos los podemos encontrar en productos tales como: vasos desechables (PS), recipientes de aceite, detergentes, champú, etc. (PVC), bolsas de plástico (PEBD), envases de gaseosa (PET), plásticos de vivero (PEAD), bobinas de plástico y cuerdas para amarrar (PP). Para su reciclaje se clasifican según sus características.

Esta clasificación debe hacerse en el origen del desecho, tales como los hogares, centros educativos, centros de salud, oficinas, etc. Pueden clasificarse según su capacidad para volverlos a fundir mediante el calor. Los termoplásticos son los más utilizados en la vida diaria.

En el procesamiento del plástico por tipos, el reciclaje implica procesar las basuras en componentes finitos para que cada componente pueda encajar en su propio espacio de mercado como materia prima; de la misma forma, para maximizar el valor de los plásticos, lo ideal es dividirlos lo máximo posible. Las tecnologías para separar los plásticos post-consumidor en sus componentes entran en una de las siguientes cuatro categorías; como son: la macroselección de componentes, la microselección, la trituración criogénica y la selección molecular.

La macro selección de componentes es un concepto que se relaciona con la separación, mediante métodos manuales o automatizados, de botellas enteras o trozos enteros; esta selección implica tomar los artículos desechados y separarlos en diferentes componentes, manipulando cada artículo individual.

La micro selección implica la separación de los polímeros por tipos, después de haber sido triturados y cortados en pequeños trozos de, aproximadamente, 3-6 mm de diámetro.

Otra tecnología que presenta algún potencial para separar materiales a nivel micro es el concepto de trituración criogénica. Los polímeros se fracturan de formas distintas a temperaturas mediante su inmersión en nitrógeno líquido.

Finalmente, la tecnología de selección a nivel molecular consiste en disolver el plástico para que las moléculas de polímero se separen en el disolvente. Es posible refinar-seleccionar adicionalmente el nivel molecular mediante un proceso de depolimerización para obtener monómeros. Una de las ventajas de esta tecnología de separación molecular es que permite la recuperación de los polímeros individuales de un envase con múltiples capas. Muchos embalajes modernos contienen uno o más polímeros combinados para conseguir ciertas propiedades, como por ejemplo: barreras para el oxígeno, barreras para la humedad, etc. Mediante la tecnología de separación molecular, se ha comprobado que estos materiales pueden separarse para recuperar los materiales genéricos originales.

6.4 METODOS DE ELIMINACIÓN

En la actualidad, la eliminación de residuos mediante el relleno sanitario es el método más utilizado. El resto de los residuos se incinera y una pequeña parte se utiliza como fertilizante orgánico. La selección de un método u otro de eliminación se basa sobre todo en criterios económicos, lo que refleja circunstancias locales.

6.4.1 Relleno Sanitario

El relleno sanitario es la opción con mayor viabilidad para la eliminación de residuos en Antioquia. En general, la recogida y transporte de los residuos suponen el 75% del coste total del proceso. Este método consiste en almacenar residuos en capas en lugares excavados. Cada capa se prensa con máquinas hasta alcanzar una altura de 3 metros; entonces se cubre con una capa de tierra y se vuelve a prensar. Es fundamental elegir el terreno adecuado para que no se produzca contaminación ni en la superficie ni en aguas subterráneas. Para ello se nivela y se cultiva el suelo encima de los residuos, se desvía el drenaje de zonas más altas, se seleccionan suelos con pocas filtraciones y se evitan zonas expuestas a inundaciones o cercanas a manantiales subterráneos. La descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos genera gases. Si se concentra una cantidad considerable de metano se pueden producir explosiones, por lo que el relleno debe tener buena ventilación. Técnicas recientes apuestan por el aprovechamiento de estos gases procedentes de la descomposición como recurso energético.

6.4.2 Incineración

Las incineradoras convencionales son hornos o cámaras refractarias en las que se queman los residuos; los gases de la combustión y los sólidos que permanecen se queman en una segunda etapa. Los materiales combustibles se queman en un 90%. Además de generar calor, utilizable como fuente energética, la incineración genera dióxido de carbono, óxidos de azufre y nitrógeno y otros contaminantes gaseosos, cenizas volátiles y residuos sólidos sin quemar. La emisión de cenizas

volátiles y otras partículas se controla con filtros, lavadores y precipitadores electrostáticos.

6.4.3 Elaboración de Fertilizantes

La elaboración de fertilizantes o abonos a partir de residuos sólidos consiste en la degradación de la materia orgánica por microorganismos aeróbicos. Primero se clasifican los residuos para separar materiales con alguna otra utilidad y los que no pueden ser degradados, y se entierra el resto para favorecer el proceso de descomposición. El humus resultante contiene de un 1 a un 3% de nitrógeno, fósforo y potasio, según los materiales utilizados. Después de tres semanas, el producto está preparado para mezclarlo con aditivos, empaquetarlo y venderlo. (ENCARTA@, 2007)

6.5 RECICLAJE MECANICO DE PLÁSTICOS

El reciclaje mecánico de los plásticos es un proceso físico mediante el cual el plástico es recuperado para su posterior utilización. Se considerará para aquellos productos procedentes del consumo, es decir, para aquellos que ya hayan tenido una primera utilización, conocidos como desechos posconsumo, y aquellos que son el resultado de una producción fallida o de restos de fabricación o desechos posindustriales.

El procedimiento que se sigue para reciclar mecánicamente plásticos inicia con el proceso de recolección, y continúa con los procesos de selección, molido, lavado, secado, aglutinado, pelletizado, para finalmente obtener los pellets reciclados y después transformarlos.

Los plásticos posconsumo a nivel mundial se reciclan en un porcentaje muy bajo, solamente el 2% del total frente a cifras superiores de otros materiales como el 29% del aluminio o el 60% del papel. Dos son las causas fundamentales de este hecho. La primera es que solamente se pueden reciclar mecánicamente los

plásticos termoplásticos mediante procesos avanzados, mientras que los termofijos o los elastómeros solo tienen procesos de trituración y mezcla; estos polímeros al no poder fluir es imposible darles nuevas formas y usos, pueden ser nuevamente utilizados como materiales de relleno para carreteras, pistas deportivas o para preparar tierras de cultivo. En segundo lugar, un plástico que ha sido utilizado pierde en cierto grado sus propiedades bien debido a la degradación que haya podido sufrir durante su uso o bien por la presencia de sustancias ajenas de los productos que contuvo. Esta merma de propiedades hace que estos plásticos reciclados deban emplearse en la fabricación de productos diferentes a los del primer uso o en aplicaciones con menores exigencias.

Además, el plástico usado puede ocasionar problemas durante su transformación y no dar la calidad esperada en el nuevo producto debido a la falta de homogeneidad que existen entre los mismos residuos, ya que, aun tratándose del mismo tipo de plástico, pudo tener aplicaciones diferentes, como por ejemplo un polietileno procedente de un químico de agricultura, de un envase de aceite o de una botella de leche.

Hay que hacer otra consideración previa al reciclado mecánico de los plásticos, y es la diferente naturaleza química que presentan. En los residuos de plásticos posconsumo se encuentran siempre mezclados los plásticos de diferente naturaleza.

La mezcla de plásticos diferentes, en el caso de que se puedan transformar conjuntamente dado que no todos presentan la misma estabilidad térmica, da lugar a una mezcla heterogénea que no presenta buenas propiedades mecánicas para ser utilizado como material. Solamente en algunos casos las mezclas de polímeros dan lugar a una masa homogénea originando una sola fase continua, por ser los polímeros miscibles entre sí.

6.5.1 Separación de plásticos

Separar cada plástico de los otros de diferente naturaleza que aparecen juntos en los rellenos sanitarios, es complicado ya que aparentemente todos son iguales, esto debido a los diferentes tipos de resinas y a los altos volúmenes que generan este tipo de residuos.

Se han desarrollado varias técnicas de separación basadas en métodos físicos de diferente naturaleza. Unas ofrecen una respuesta más rápida que otras, pero en todos los casos de una gran fiabilidad. Estas técnicas pueden clasificarse como:

- Técnicas de flotación-hundimiento basadas en la diferencia de densidad.
- Utilización de disolventes.
- Técnicas espectroscópicas.
- Técnicas electroestáticas.
- Utilización de marcadores químicos.
- Marcado mecánico.
- Técnica de Flotación. Hundimiento.

La densidad de los plásticos, presenta una diferencia que puede ser utilizada para separarlos por flotación en disolventes de diferente densidad.

El procedimiento a seguir consiste en trocear la mezcla de plásticos de manera homogénea e introducirla en agua que incorpora una pequeña cantidad de detergente para conseguir que el agua moje al plástico. Así, quedan sobre nadando aquellos plásticos con densidad menor a la unidad, hundiéndose los que poseen una densidad mayor que uno.

- Separación Basada en la Utilización de Disolventes.

El procedimiento de separación basado en la aplicación de disolventes fue desarrollado por Seymour y Stahl en la Universidad de Houston. El procedimiento consiste en disolver la mezcla de plásticos en tolueno a temperatura ambiente. En

este disolvente no se disuelven el PE ni el PVC, por lo que se separan por filtración.

- Utilización de Técnicas Espectroscópicas

Se basan en la diferente respuesta que tienen los plásticos a la radiación electromagnética en función de su estructura química. Son técnicas de respuesta muy rápida por lo que se han podido aplicar en separaciones en tiempo real y de manera automatizada. Se citan como las más importantes: la fluorescencia de rayos X y la radiación infrarroja.

- Separación Basada en Técnicas Electroestáticas

A este grupo pertenece la separación triboeléctrica basada en la carga electroestática que se genera en pequeñas partículas de plástico provocada en la fricción con la pared del cilindro provocada por un molino de aire. Una vez cargadas las partículas se proyectan a un campo electroestático creado entre unas placas metálicas a las que se aplica un potencial de 120.000 voltios.

- Técnicas en la Incorporación de Marcadores Químicos.

En este método de separación basado en la incorporación de marcadores químicos proporcionan al material una cierta propiedad física fácilmente identificable, como la respuesta fluorescente a la radiación ultravioleta, o la respuesta a la radiación infrarroja. El procedimiento consiste en la incorporación específica de un determinado marcador para cada polímero consiguiéndose una respuesta rápida y fiable fácilmente incorporable a una cadena de reciclaje automatizada.

- Técnicas Basadas en la Incorporación de Códigos.

Este procedimiento consiste en marcar cada artículo de plástico con un triángulo de flechas curvas, en cuyo interior aparece un número que identifica cada plástico.

6.6 RECICLAJE QUÍMICO

No todos los materiales plásticos están en condiciones de ser sometidos a un reciclaje mecánico, bien porque están muy degradados y no darían productos con buenas características, o porque se encuentren mezclados con todo tipo de sustancias que su separación y limpieza no resultaría rentable. Existen otras opciones para alargar la vida de estos materiales a través de diferentes tipos de reacciones químicas.

El reciclaje químico, denominado también reciclaje terciario es un proceso por el que a partir de materiales de posconsumo se llega a la obtención de los monómeros de partida u otros productos, como gas de síntesis y corrientes hidrocarbonadas, que serán transformados posteriormente en plásticos o bien en otros derivados.

El reciclaje químico puede ser definido ampliamente como la reacción reversible de la polimerización hacia la recuperación de las materias primas.

El proceso químico seguido es diferente según haya sido el tipo de reacción de polimerización. Así los polímeros hidrocarbonados que se obtuvieron por reacciones de adición, son sometidos a procesos térmicos o catalíticos dando lugar a una mezcla compleja de productos hidrocarbonados y también a gas de síntesis.

Si los polímeros se formaron por reacciones de condensación, los tratamientos químicos a los que se someten son de tipo hidrolítico -hidrólisis, metanólisis y glicólisis-.

En el reciclaje químico de los productos de adición no es imprescindible separar los plásticos según su naturaleza, ya que la mezcla de productos obtenidos en su proceso (compuestos aromáticos y alifáticos) puede utilizarse conjuntamente como alimentación en la industria petroquímica.

6.6.1 Producción de Fracciones Hidrocarbonadas.

- Craqueo y pirolisis térmica: los tratamientos que se dan a las fracciones pesadas del petróleo en las refinerías son aplicables a los plásticos. Estos procesos pueden ser solamente térmicos o también pueden realizarse en presencia de catalizadores. Entre los primeros figuran el craqueo térmico y la pirolisis que se realizan generalmente en ausencia de oxígeno a temperaturas comprendidas entre 400 y 800 °C y a presión reducida
- Hidrogenación: es un proceso que licua los residuos plásticos antes de someterlos a tratamientos de pirolisis para conseguir olefinas y aromáticos. Tiene una capacidad para reciclar 40.000 Ton/año de plásticos molidos, Incluyendo hasta un 10% de PVC.
- Transformaciones catalíticas: estas transformaciones químicas son realizadas en presencia de catalizadores y conducen a fracciones hidrocarbonadas de diferente composición y uso.

6.6.2 Gasificación.

El calentamiento de los plásticos en presencia de aire u oxígeno produce reacciones de oxidación que conducen a la obtención de gas de síntesis, que es una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno.

6.6.3 Reacciones de Despolimerización:

En el caso de los polímeros de condensación, el reciclado químico recupera los monómeros de partida que se destinan nuevamente a la obtención de polímero. Tal es el caso del poliéster, las poliamidas y por extensión se aplica también a los poliuretanos.

Pero las reacciones de despolimerización, están más asociadas a procesos hidrolíticos. Así por ejemplo las tres reacciones más importantes que se aplican al PET son:

- Metanolisis: consiste en la despolimerización total del plástico por acción del metanol. Es un proceso de trans-esterificación en el que se obtiene tereftalato de metilo y etilenglicol.
- Glicólisis: conduce a la despolimerización parcial por acción del etilenglicol, formando el éster hidroxietílico y mezcla de oligómeros. La mezcla de reacción se somete a purificación, siendo polimerizada posteriormente con resina virgen.
- Hidrólisis: es un proceso que conduce a la despolimerización total por acción del agua en presencia de ácidos o álcalis. (MONOGRAFIAS@, 2007)

6.7 RECUPERACION ENERGETICA

Una de las soluciones para asegurar la máxima recuperación de residuos desde el punto de vista ambiental y económico, es la recuperación de energía en la forma de calor, vapor o electricidad, a través de la combustión limpia y controlada de los residuos. Puesto que los plásticos tienen un mayor valor calórico que la mayoría de los componentes de los residuos sólidos urbanos (RSU)⁴, ellos son un ingrediente vital en el proceso que transforma a los RSU en energía.

Su alto valor calorífico no sólo contribuye significativamente al proceso de recuperación energética sino que también reduce la necesidad de adicionales combustibles fósiles no renovables.

Al evaluar la viabilidad de los residuos plásticos como una fuente de combustible, la industria plástica ha concentrado sus esfuerzos sobre los residuos que no pueden ser reciclados con ganancia ambiental. Plásticos tales como filmes y bolsas muy livianos, que han sido diseñados desde el principio para minimizar el uso de recursos durante la producción y el uso, no deberían perderse en un relleno sanitario porque la separación, recolección y limpieza imposibilitan el

⁴ RSU: Residuos Sólidos Urbanos

reciclado ambientalmente sensato. La recuperación energética ofrece una opción positiva de recuperación.

Investigaciones científicas que se han realizado apoyan la creencia general de que los residuos plásticos ayudan a mejorar la conversión de energía y el control de emisión. Estos hallazgos representan una importante y nueva contribución a ese debate, al tiempo que apoyan el compromiso de la industria plástica para asegurar que la energía a partir de los residuos es un proceso limpio, controlado y ambientalmente sólido.

La teoría de transformar los residuos plásticos en energía es una teoría sólida. Los plásticos tienen un mayor valor calorífico que la mayoría de los otros componentes de los RSU, y por lo tanto actúan como una fuente de combustible en el proceso de combustión. Tonelada por tonelada los plásticos tienen un mayor valor calorífico que el carbón, tal como se muestra a continuación:

Ilustración 2 Valor calorífico de diferentes materiales

Combustible	Valor Calórico Neto (Mj/Kg)
Petróleo	40
Residuos Plásticos solos	30 - 40
Carbón	25
Residuos sólidos urbanos sin preparar	10
Residuos sólidos urbanos preparados	15 - 17
Madera seca	20
Madera, 30 % humedad	13
Madera, 50 % humedad	9
Cartón	16 - 19
Papel	16 - 19
Textiles	19
Caucho y cuero	20 - 25
Restos de comida y vegetales	15- 20

@Plastivida

Históricamente, lo que ha estado menos claro son los precisos efectos de la transformación de residuos plásticos en energía, en cuanto a la operación del horno, emisiones gaseosas y la calidad del residuo producido.

7. ESTUDIOS PREVIOS SOBRE EL RECICLAJE DE PLÁSTICOS

A continuación se presentan las tesis y proyectos de grado desarrollados en las universidades de Medellín y algunas universidades del país que han trabajado con el tema de reciclaje de plásticos.

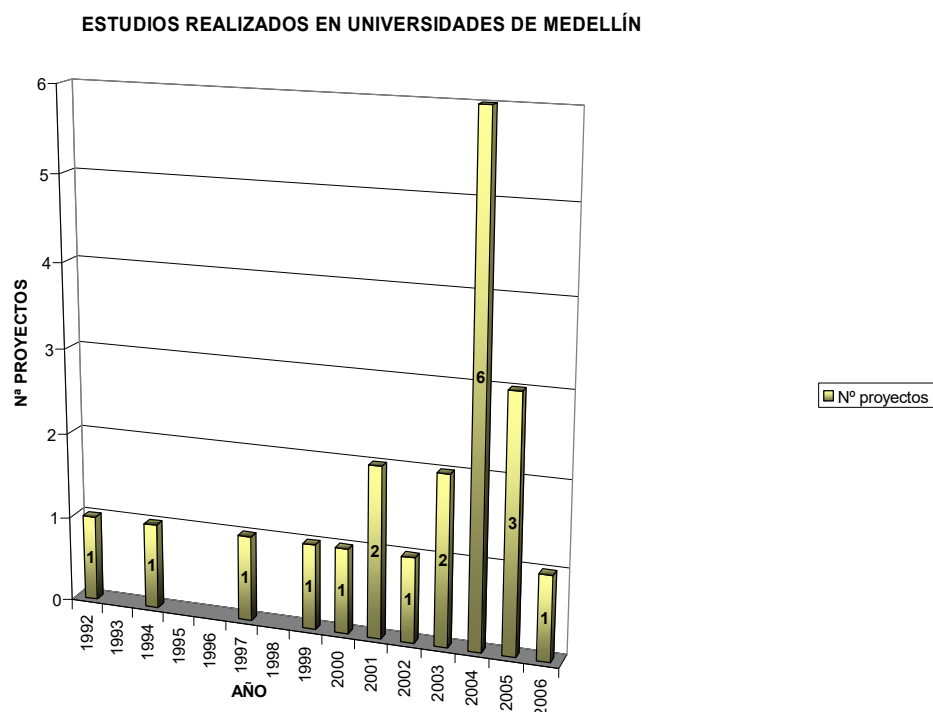
Se incluyen los trabajos realizados en todas las áreas del conocimiento, con lo que se pretende tener una idea del interés que ha despertado el reciclaje de plásticos en el sector académico, ya sea para realizar estudios de factibilidad, propuestas de negocio, creación de nuevos productos y maquinaria u optimización de procesos, y a partir de esto ver su evolución.

7.1 UNIVERSIDADES DE MEDELLÍN

En la ciudad de Medellín, como en las demás ciudades del país, el interés por desarrollar estudios relacionados con el reciclaje de plásticos aparece en la década de los años 90, y muestra una tendencia a aumentar, no el incremento anual de tesis y proyectos, sino en la medida en que a partir del año 2000, cada año se ha llevado a cabo por lo menos un estudio en alguna universidad, cosa que no sucedía en la década anterior en la que no se refleja un interés continuo sobre el tema.

A continuación se presenta un gráfico con el número de proyectos llevados a cabo por las universidades de la ciudad, desde el año que se tiene registro. También se incluye una tabla en la que se especifican el nombre de la universidad, el título, los autores, la fecha de publicación, una nota en la que aparece la facultad en la que se desarrolló la tesis y la clasificación que cada biblioteca en las universidades le da a su material.

Ilustración 3 Grafico de N° Proyectos de Grado en Medellín.



En total se encontraron 20 proyectos en 7 de las principales universidades de la región, como lo son La Escuela de Ingeniería de Antioquia, la universidad Católica de Oriente, la Fundación Universitaria Luís Amigó, la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional, la Universidad Pontificia Bolivariana y la Universidad EAFIT.

Tabla 1 Proyectos de Grado EIA⁵.

Tesis	ESCUELA DE INGENIEROA DE ANTIOQUIA	
1	TITULO	Asesoría administrativa para el manejo adecuado del programa de reciclaje de la Fundación Éxito
	AUTOR(ES)	José Fernando Duque
	PUBLICACIÓN	JUNIO DE 2005
	NOTAS	Este informe es una asesoría administrativa para el

⁵ EIA: Escuela de Ingeniería de Antioquia

		manejo adecuado del programa de reciclaje de la fundación éxito, realizado entre enero y junio de 2005. El trabajo es un estudio logístico de la actividad que desempeña la fundación en los centros de reciclaje de los almacenes, con el fin de mejorar el proceso técnico e incrementar la eficiencia para el manejo de estos recursos.
	CLASIFICACIÓN	T/ADMON/00345
2	TITULO	Trabajo social: implementación del sistema de gestión ambiental bajo la norma ISO 14001 para la planta de reciclaje de Pet Codesarrollo
	AUTOR(ES)	Giovanna Trujillo Arango
	PUBLICACIÓN	2004
	NOTAS	Tesis Ingeniería Ambiental
	CLASIFICACIÓN	T/AMBI/00004
3	TITULO	Implementación de una estrategia de orden y aseo en la cooperativa recuperar - planta de reciclaje
	AUTOR(ES)	Marcela Arbelaez Mesa, Ana María Valencia Arboleda
	PUBLICACIÓN	2003
	NOTAS	Tesis Ingeniería Industrial
	CLASIFICACIÓN	T/INDU/00013

Tabla 2 Proyectos de Grado Universidad Católica

Tesis	UNIVERSIDAD CATOLICA DE ORIENTE	
1	TITULO	Proyecto para el montaje de una planta procesadora de polietileno mediante el reciclaje de desechos industriales.
	AUTOR(ES)	Henao Hernández, Mary Luz; Ríos Salazar, María Dory; Yépez Salazar, Bertha Olga
	PUBLICACIÓN	1992

	NOTAS	Lugar de publicación: Rionegro
	CLASIFICACIÓN	T668.423 4 H493
2	TITULO	Estudio para el manejo y recuperación del plástico en la microempresa de reciclaje OES municipio de Bello
	AUTOR(ES)	Ochoa Cano, Carlos Mauricio
	PUBLICACIÓN	2005
	NOTAS	Lugar de publicación: Rionegro
	CLASIFICACIÓN	T628.445 O16es

Tabla 3 Proyectos de Grado Fundación Universitaria Luís Amigó

Tesis	FUNDACION UNIVERSITARIA LUIS AMIGÓ	
1	TITULO	Propuesta de fortalecimiento Institucional en la cadena del reciclaje para la PreCooperativa Precoambiental
	AUTOR(ES)	Granda Sepúlveda, María Victoria
	PUBLICACIÓN	2004
	NOTAS	Tesis [Profesional en Administración de empresas con énfasis en Economía solidaria]
	CLASIFICACIÓN	T658 G283 2004

Tabla 4 Proyectos de Grado Universidad de Antioquia

Tesis	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	
1	TITULO	Estudio de pre-factibilidad para la fabricación de formaletas a partir de plástico reciclado
	AUTOR(ES)	Orrego Barrera, Juan Carlos, Roldan Giraldo, Lina Isabel, Tirado Bustamante, Miguel Fernando
	PUBLICACIÓN	2000

	NOTAS	Tesis (Especialista en Finanzas y Evaluación de Proyectos) Universidad de Antioquia
	CLASIFICACIÓN	658.404/O75e1
2	TITULO	Evaluación del PEAD contaminado con clorpirifos y su viabilidad de reprocesabilidad.
	AUTOR(ES)	Rincón Gil, Wilfredo
	PUBLICACIÓN	2003
	NOTAS	Tesis Maestría en Ciencias Químicas
	CLASIFICACIÓN	668.4192/R579

Tabla 5 Proyectos de Grado UPB

Tesis	UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	
1	TITULO	El cambio de las propiedades del PET durante su ciclo de vida útil
	AUTOR(ES)	José Andrés Marín Sierra, Daniel Montoya Pérez, Andrés José Oyola García
	PUBLICACIÓN	2004
	NOTAS	Trabajo de grado. UPB. Facultad. de Ingeniería Química e Ingeniería Mecánica
	CLASIFICACIÓN	668.4225-M17
2	TITULO	Reciclado de plásticos reforzados en polímero colado
	AUTOR(ES)	Ana María Correa Pérez, Mónica Gutiérrez Cárdenas
	PUBLICACIÓN	2001
	NOTAS	Trabajo de grado. UPB. Facultad de Ingeniería Mecánica
	CLASIFICACIÓN	628.54 C67
3	TITULO	Diseño de un proceso óptimo para el reciclaje de los envases rígidos plásticos en la Cooperativa Recuperar

	AUTOR(ES)	Luís Guillermo Aguirre Agudelo, Jorge Nelson Correa
	PUBLICACIÓN	1994
	NOTAS	Trabajo de grado. UPB. Facultad de Ingeniería Mecánica. La tesis comienza con una serie de conceptos, definiciones y explicaciones acerca de lo que son los plásticos y la importancia que tienen en la actualidad. Posteriormente se hace una muy detallada exposición acerca de la necesidad de recuperar los desechos plásticos para reutilizarlos nuevamente como materia prima aprovechable en nuevos procesos. Finalmente expone el desarrollo de un proceso óptimo de reciclaje para los desechos de envases rígidos plásticos o pasta en la planta de la Cooperativa Recuperar con respectivo análisis económico.
	CLASIFICACIÓN	CA14062L CENDOC

Tabla 6 Proyectos de Grado Universidad Nacional Medellín

Tesis	UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEDELLIN	
1	TITULO	Algunas aplicaciones practicas del plástico en la ingeniería
	AUTOR(ES)	Vélez Franco, Wilmar Alberto
	PUBLICACIÓN	2001
	NOTAS	Tesis (Especialista En Estructuras)- Facultad De Minas
	CLASIFICACIÓN	T624.17
2	TITULO	Estudio de prefactibilidad del montaje de una planta de procesamiento de plástico reciclado en la ciudad de Montería (Córdoba)
	AUTOR(ES)	Célis Patiño, Lina Paola, Maturana Villegas, Mauricio, Toro Cadavid, Luís Felipe
	PUBLICACIÓN	2005
	NOTAS	Tesis Ingeniería Mecánica

	CLASIFICACIÓN	T621
3	TITULO	Utilización de desechos plásticos en la elaboración de adoquines como material alternativo de construcción
	AUTOR(ES)	José Fermín Aristizabal Gómez, Juan David Gallo Velásquez
	PUBLICACIÓN	2003
	NOTAS	Tesis Ingeniería Agrícola
	CLASIFICACIÓN	T631
4	TITULO	Sistema integral de reciclaje para Medellín: subsistema de reciclaje residencial
	AUTOR(ES)	Castrillón Guzmán, Clara Cecilia, Mejía Gutiérrez, Liliana
	PUBLICACIÓN	1997
	NOTAS	Tesis Ingeniería Industrial
	CLASIFICACIÓN	T658.5

Tabla 7 Proyectos de Grado EAFIT

Tesis	UNIVERSIDAD EAFIT	
1	TITULO	Diseño Y Evaluación De Unidades Productivas Para El Reciclaje De plásticos
	AUTOR(ES)	Bustamante Arias, Sara M ; Bernal García, Margarita
	PUBLICACIÓN	2004
	NOTAS	Proyecto De Grado Ingeniería De Producción
	CLASIFICACIÓN	P668.4B982
2	TITULO	Despolimerización del Polietilentereftalato Pet como alternativa de reciclado

	AUTOR(ES)	Ramírez Aristizabal, Juan Diego; Robledo Franco, Juan Carlos
	PUBLICACIÓN	2004
	NOTAS	Proyecto De Grado. Ingeniería De Procesos
	CLASIFICACIÓN	P668.42cdr173
3	TITULO	Alternativas Para El Uso De Pet Reciclado En Artículos Extruidos
	AUTOR(ES)	Ramírez V., Juan Sebastián; Peláez V., Juan David
	PUBLICACIÓN	1999
	NOTAS	Proyecto De Grado Ingeniería De Producción
	CLASIFICACIÓN	P628.4458p381
4	TITULO	Estudio De Factibilidad Para El Desarrollo De Una Microempresa De Lavado Y Secado De Bolsas Plásticas Posconsumo
	AUTOR(ES)	Beleño Calderón, Jair Andrés
	PUBLICACIÓN	2006
	NOTAS	Proyecto de Grado Ingeniería de Producción
	CLASIFICACIÓN	P668.4192b428
5	TITULO	Diseño de material didáctico para el curso reciclaje de plásticos en la plataforma EAFIT interactiva
	AUTOR(ES)	Laverde Martinez, Juan Jose, Marquez Medina, Andres
	PUBLICACIÓN	2004
	NOTAS	Proyecto de Grado Ingeniería de Producción
	CLASIFICACIÓN	P668.4L399

7.2 UNIVERSIDADES EN COLOMBIA

Las universidades que se incluyen, son algunas de las más representativas en el país; al igual que en la ciudad de Medellín, se presenta una tendencia al aumento de interés en el sector académico por el desarrollo de proyectos relacionados con reciclaje de plásticos, y aparece un gráfico general de N° Proyectos por años, y el detalle de los estudios tabulado en las ciudades de Bogotá, Cali y Bucaramanga. En total se hallaron 44 proyectos incluyendo los de las universidades de Medellín.

Ilustración 4 Gráfico de Proyectos de Grado en Colombia.

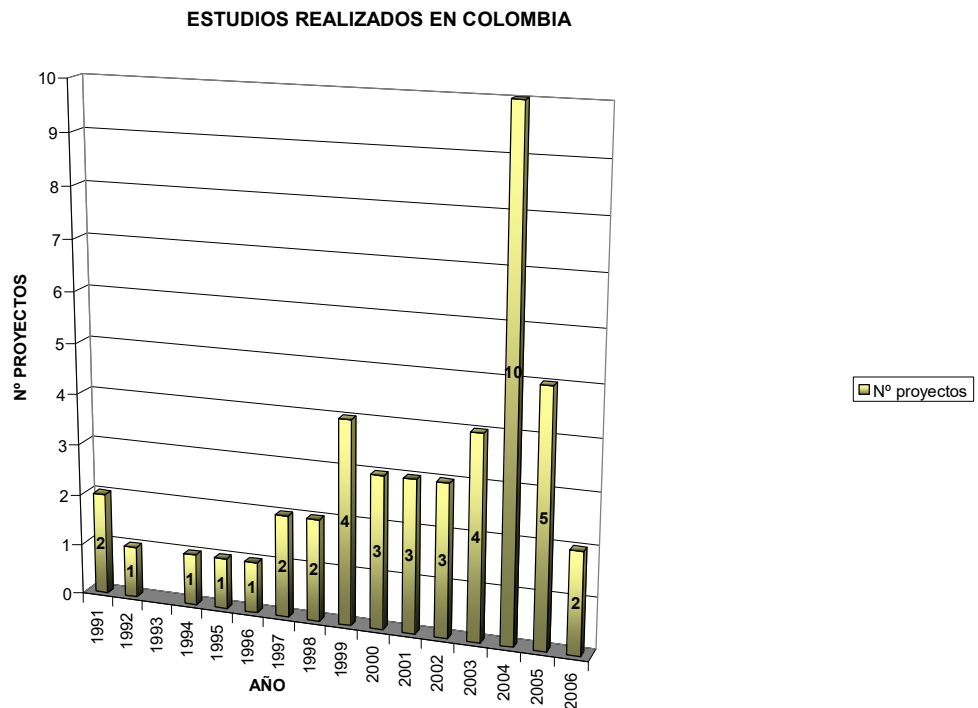


Tabla 8 Proyectos de Grado de Reciclaje de Plásticos Bogotá.

Tesis	UNIVERSIDAD JAVERIANA	
1	TITULO	En la construcción de una cultura ambiental : centro de

		investigación experimental a partir del reciclaje de papel cartón, vidrio y plásticos para nuevos usos y aplicaciones en la construcción de vivienda de interés social
	AUTOR(ES)	Forigua Cañón, Geovanna Andrea
	PUBLICACIÓN	2004
	NOTAS	Tesis Arquitectura
	CLASIFICACIÓN	T.A 711.57 F67
2	TITULO	Optimización del sistema de limpieza y clasificación de los plásticos en el proceso de reciclaje
	AUTOR(ES)	Ulloa Quevedo, Nancy
	PUBLICACIÓN	1997
	NOTAS	Tesis Diseño Industrial
	CLASIFICACIÓN	T.DI 604.6 U56
Tesis	UNIVERSIDAD DE LA SABANA	
1	TITULO	Elaboración del plan de mercadeo para una empresa de plástico reciclado bajo un proceso tecnificado, para el mercado Bogotano
	AUTOR(ES)	Rodríguez Camelo, Jorge Mario
	PUBLICACIÓN	2006
	NOTAS	Especialista en Gerencia Comercial - Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Programa de Especialización en Gerencia Comercial
	CLASIFICACIÓN	TC-227.2006-032
2	TITULO	Estudio de factibilidad para la creación de una empresa comercializadora de tejas plásticas y su plan de exportación
	AUTOR(ES)	Navas Bautista, Giovanny Andrés
	PUBLICACIÓN	2003
	NOTAS	Especialista en Gerencia Comercial - Facultad de

		Ciencias Económicas y Administrativas. Programa de Especialización en Gerencia Comercial
	CLASIFICACIÓN	TC-227.2003-008
Tesis	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	
1	TITULO	Mejoramiento de sistema de reciclaje por centrifugación en medio acuoso
	AUTOR(ES)	López Bohórquez, David Alejandro
	PUBLICACIÓN	2005
	NOTAS	Tesis Ingeniería Mecánica
	CLASIFICACIÓN	668.4192 L562
2	TITULO	Selección de polímeros para reciclaje por centrifugación en medio acuoso
	AUTOR(ES)	Maya Achicanoy, Diana Graciela
	PUBLICACIÓN	2004
	NOTAS	Tesis Magíster en Ingeniería Mecánica
	CLASIFICACIÓN	628.4458 M191
3	TITULO	Desechos de envases de aceites lubricantes y su problemática en Bogotá
	AUTOR(ES)	Martínez Durán, Miguel Guillermo
	PUBLICACIÓN	2001
	NOTAS	Tesis Ingeniería Industrial
	CLASIFICACIÓN	628.445 M167
4	TITULO	Diseño de Lavadora con método de recirculación de agua para reciclaje de plásticos
	AUTOR(ES)	Rosas Jiménez, José Gabriel
	PUBLICACIÓN	2000
	NOTAS	Tesis Ingeniería Mecánica

	CLASIFICACIÓN	628.4458 R571
5	TITULO	Prefactibilidad del PEAD reciclado de envases agroquímicos
	AUTOR(ES)	Serna Forero, Carlos José Javier
	PUBLICACIÓN	1998
	NOTAS	Tesis Ingeniería Industrial
	CLASIFICACIÓN	628.4458 S265
6	TITULO	Uso del desperdicio plástico para mejorar las propiedades mecánicas de la estructura de pavimento
	AUTOR(ES)	Reyes Ortiz, Oscar Javier
	PUBLICACIÓN	1998
	NOTAS	Tesis Magíster en Ingeniería Civil
	CLASIFICACIÓN	691.96 R292u
7	TITULO	El reciclaje de plásticos como elemento de un sistema integral de manejo de desechos sólidos : un estudio de pre-factibilidad
	AUTOR(ES)	Sandino Escobar, Juan Camilo
	PUBLICACIÓN	1991
	NOTAS	Tesis Ingeniería Industrial
	CLASIFICACIÓN	338.4362844 S152
8	TITULO	Reciclaje de plásticos : implementación de un código para el reciclaje de envases plásticos
	AUTOR(ES)	Díaz Villaveces, Mauricio Alberto
	PUBLICACIÓN	1991
	NOTAS	Tesis Ingeniería Mecánica
	CLASIFICACIÓN	628.44 D317

Tabla 9 Proyectos de Grado de Reciclaje de Plásticos Cali.

Tesis	UNIVERSIDAD DEL VALLE	
1	TITULO	Impacto social de la llegada de Serviambientales en los recicladores del vertedero de Navarro.
	AUTOR(ES)	Castillo , Darlin Andrea
	PUBLICACIÓN	2005
	NOTAS	Tesis (Socióloga).--Universidad del Valle. Facultad de Ciencias Sociales y Económicas
	CLASIFICACIÓN	3350/0362080
2	TITULO	Análisis de factibilidad para la creación de una empresa recicladora y comercializadora de residuos plásticos en la ciudad de Cali
	AUTOR(ES)	Bustos Castro, Liliana. Nieto Londoño, Martha Lucia
	PUBLICACIÓN	2003
	NOTAS	Tesis (Ingeniero Industrial).-- Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería.
	CLASIFICACIÓN	3751/0218874
3	TITULO	Diseñar un proceso para obtener resinas insaturadas a partir de desechos de polietilentereftalato
	AUTOR(ES)	Aguirre Montoya, Lina Maria
	PUBLICACIÓN	1995
	NOTAS	Tesis (Ingeniera Química)-- Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería
	CLASIFICACIÓN	3749/0188136
Tesis	PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	
1	TITULO	Producción de adoquines a base de reciclaje de desechos plásticos
	AUTOR(ES)	Ocampo, Martha Cecilia. Valencia, Beatriz Eugenia

	PUBLICACIÓN	1999
	NOTAS	Trabajo de Grado. Especialización en Gerencia de Construcciones
	CLASIFICACIÓN	T693.9923O15p
2	TITULO	Propuesta de mejoramiento para la cadena productiva de la fabricación de productos provenientes de materiales plásticos reciclados
	AUTOR(ES)	Olave Montaña, Madeleine. Martínez Ramírez, Lina Isabel
	PUBLICACIÓN	1999
	NOTAS	Trabajo de Grado Ingeniera Industrial
	CLASIFICACIÓN	T658.5O42p
3	TITULO	Diseño del molde y fase de fabricación de un producto de plástico reciclado (ecotablero) para el sector de la construcción.
	AUTOR(ES)	Bonilla Bucheli, Guillermo Alberto. Zarzur Cifuentes, Juan Carlos
	PUBLICACIÓN	2002
	NOTAS	Trabajo de Grado. Ingeniería Industrial.
	CLASIFICACIÓN	T668.4192B715d
4	TITULO	Mejoramiento del proceso de producción en una cooperativa recicladora de desechos plásticos
	AUTOR(ES)	Guerrero Santacruz, Mauricio. Guzmán Atencia, James Arturo
	PUBLICACIÓN	1999
	NOTAS	Trabajo de Grado Ingeniera Industrial
	CLASIFICACIÓN	T658.562G934m
5	TITULO	Propuesta para el desarrollo de una cooperativa de recicladores mediante la elaboración de un producto de plástico reciclado

	AUTOR(ES)	Martínez Chois, Sergio Andrés. Solís Molina, Miguel Angel
	PUBLICACIÓN	2000
	NOTAS	Trabajo de Grado Ingeniera Industrial
	CLASIFICACIÓN	T658.575M539p
Tesis	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE	
1	TITULO	Gestión de capacitación y reestructuración de una empresa familiar productora de bolsas plásticas de baja densidad a base de polietileno original y material de reciclaje
	AUTOR(ES)	Alvarado, Camilo E
	PUBLICACIÓN	1996
	NOTAS	Tesis Ingeniera Industrial
	CLASIFICACIÓN	T 658.022 / A472g

Tabla 10 Proyectos de Grado de Reciclaje de Plásticos Bucaramanga.

Tesis	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
1	TITULO	Reciclaje del poliestireno espumado para la obtención de resinas de intercambio iónico
	AUTOR(ES)	Bibiana Baez Angarita, Gloria Marcela Herrera Sandoval
	PUBLICACIÓN	2002
	NOTAS	Tesis pregrado, Escuela de Química.
	CLASIFICACIÓN	QP11174
2	TITULO	Estudio de una vía de reciclaje del policloruro de vinilo (PVC) post-consumo.
	AUTOR(ES)	Sulay Andrea Castelblanco Rodriguez
	PUBLICACIÓN	2004

	NOTAS	Tesis pregrado, Escuela de Química
	CLASIFICACIÓN	QP13095
3	TITULO	Estudio de las rutas de síntesis de poliuretanos a través del reciclaje químico de polietilentereftalato, (PET) post-consumo.
	AUTOR(ES)	Monica Patricia Hernandez Morales, Miguel Andrés Orjuela Gómez
	PUBLICACIÓN	2004
	NOTAS	Tesis pregrado, Escuela de Química
	CLASIFICACIÓN	QA13055

8. EVOLUCIÓN DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

La idea de este capítulo es saber si desde los diferentes sitios de disposición final de residuos sólidos que han existido en la ciudad de Medellín se han desarrollado proyectos específicos para el reciclaje de plásticos. Para obtener información al respecto, se consultó en la red, en los centros de documentación de Empresas Varias de Medellín y Eviaseo, por ser las principales entidades prestadoras del servicio de aseo en la ciudad y a la vez se entrevistaron funcionarios de ambas entidades, como lo son el director de planeación de Empresas Varias, el doctor Luís Oliverio Cárdenas y en encargado de el proyecto EVAS Enviambientales S.A E.S.P, el ingeniero Álvaro Londoño. Como resultado de la averiguación, se encontró que hasta el momento el único proyecto que se tiene para la transformación de residuos plásticos por parte de estas empresas, empieza a funcionar en mayo de 2007 en el Centro Industrial del Sur liderado por EVAS. De igual manera se presenta la evolución por medio de una breve reseña histórica de los diferentes sitios de disposición final de residuos sólidos de la ciudad, como son la Planta de Tratamiento de Abonos, el Basurero de Moravía, la Curva de Rodas, el Parque Industrial La Pradera, y el Centro Industrial del Sur.

8.1 ANTECEDENTES

La sociedad humana siempre ha generado desechos como resultado de los procesos de producción y consumo. Cuando el hombre era nómada, los desechos eran dejados encima de la tierra después de ser consumidos los productos recolectados por las tribus que deambulaban por el mundo.

En Creta, hacia los años 3000 a 1000 antes de Cristo, los desechos se colocaban en grandes huecos y se cubrían con tierra a intervalos, siendo este el más antiguo antecedente de los actuales rellenos sanitarios. Los griegos crearon en las afueras

de los poblados, los primeros basureros municipales conocidos en el mundo occidental, cerca del año 500 antes de Cristo, por lo cual existían prohibiciones para lanzar los desechos a las calles.

La revolución industrial provocó una nueva ola de crecimiento de la población que se concentró en los núcleos urbanos más grandes y por ende aumentó también la generación de desechos. Este proceso sufrió una gran aceleración en el siglo XX, cuando la población mundial se triplicó en número.

8.2 INICIOS

En 1955 Medellín contaba con 400 mil habitantes y la producción diaria de basuras era de aproximadamente 100 toneladas. El servicio de aseo entonces era prestado por el departamento de Higiene y Salud del Municipio. En aquella época no existía reglamentación con respecto a días y horas de recolección de basuras, estas se daba a conocer por medio de circulares. Medellín, a similitud de las demás ciudades del país, no era ajeno por aquellos años al problema de los residuos sólidos y físicamente durante mucho tiempo convivió con las basuras acumuladas en el propio centro de la ciudad. A principio de los años 70 el destino final de los desechos de la ciudad era otro, el río Medellín.

Entre los años de 1968 y 1972, Empresas Varias había desarrollado un proceso de adquisición a título de compraventa de una planta de trituración de basuras, la cual a mediados de 1973 suspendió su operación, ya que su producto final COMPOST no tuvo acogida en el mercado por cuanto:

- Se encontraba mucho vidrio, lo que ocasionaba daños a los agricultores, y a las amas de casa que lo utilizaban en el jardín.
- Elevado costo para transportarlo, debido a su baja densidad. De acuerdo a los análisis químicos se encontraba un 54% de materia inerte (porcelana, piedra, vidrio, entre otros) las que se tendrían que separar y disponer en el relleno sanitario.
- Alto costo de la tonelada de residuos tratada.

El proyecto de la planta de trituración de basuras fue una unión temporal de cinco socios, entre los que se encontraban las empresas Agrobiológico de Bogotá, dos empresas privadas del municipio de Rionegro, la empresa de maquinaria Dismacol de la ciudad de Medellín y un empresario antioqueño. El proyecto contaba con una maquinaria española, que fue vendida como chatarra después del cierre de la planta.

8.3 BASURERO DE MORAVIA

Desde 1977 y en virtud de un Acuerdo Municipal, las basuras dejaron de arrojarse al río y comenzaron a depositarse en un lote deprimido ubicado en el sector de Moravia. El objetivo inicial fue construir un relleno pero jamás se siguieron los pasos para lograrlo y al ser arrojadas las basuras allí sin ningún control, esta zona se fue convirtiendo en un foco de contaminación para la ciudad. Con el tiempo la basura fue formando una montaña, la cual aumentaba su altura con las aproximadamente 500 toneladas de desechos que diariamente llegaban allí, alcanzando 40 metros de altura. A la par con el aumento de la contaminación, fue naciendo en las bases de esta montaña un problema social de grandes proporciones. Muchas personas llegadas del campo y de otras poblaciones, sin recursos, ni posibilidades de empleo, se asentaban en este sitio con sus familias para derivar su subsistencia de lo que podían rescatar de los desechos. (EEVV⁶@, 2006)

⁶ EEVV: Empresas Varias de Medellín.

Ilustración 5 Basurero de Moravía



Fotografía tomada de las instalaciones de EEVV.

8.4 CURVA DE RODAS

Cuando el basurero de Moravía colmó la capacidad instalada para la recepción de residuos, se creó la necesidad de una nueva alternativa para la disposición de las basuras. En el año 1978 Planeación Departamental contrató con la asesoría de la Escuela Federal de Lausana, Suiza, la realización de un estudio sobre los desechos sólidos y su disposición final para la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana el que terminó en 1980. El informe denominado “estudio sobre recolección, tratamiento y disposición final de desechos sólidos en el Área Metropolitana y Oriente Cercano” sirvió como base para los diseños definitivos del Relleno Sanitario Curva de Rodas, los cuales fueron encomendados bajo contrato en Septiembre de 1982 a la firma “Compañía Colombia de Consultores”, quien contó con la asesoría de una prestigiosa firma a nivel mundial en el campo de los Rellenos como es la “Greeley and Hansen” de Chicago, USA.

Dichos diseños fueron terminados y entregados a las Empresas Varias de Medellín E.S.P. en agosto de 1983 con un costo de 17 millones de pesos (US\$ 152.000) y tuvieron la interventoría permanente del Centro de Investigaciones Ambientales de la Universidad de Antioquia.

Después de un análisis cuidadoso y serio de los diferentes métodos de disposición final de desechos sólidos y teniendo en cuenta la composición y producción en el área estudiada, propusieron cual era la alternativa más adecuada. De las que analizaron centraron su atención en tres: La Incineración, el compostaje y el relleno sanitario.

La incineración fue rechazada por las siguientes causas:

- La composición de las basuras de Medellín contienen un alto porcentaje de humedad, lo que hace difícil y costosa incinerarlas.
- Dadas las características de topografía de la ciudad de Medellín, produce contaminación atmosférica.
- No permite la recuperación de los subproductos.
- Al final del proceso queda un residuo que se tendrá que disponer en un relleno sanitario.
- Experiencias negativas por parte de Empresas Varias con el método en la planta de trituración de basuras 1968-1973.

El método de disposición de residuos recomendado para la ciudad de Medellín y su área metropolitana fue el relleno sanitario por:

- Ser más económico.
- Ser más higiénico.
- Siendo tratado técnicamente evitaba al máximo el riesgo de contaminación.
- De acuerdo con los estudios se analizaron 7 sitios en el Valle del Aburrá como aptos para adecuarlos a un relleno sanitario: Ancón Sur en el municipio de Caldas, La Manguala en el corregimiento de San Antonio de Prado, Piedras Blancas en el municipio de Copacabana, Zamora “La Frontera”, Doña María y Tres Jotas en Bello. Se optó finalmente por el sitio Curva de Rodas, ya que ofrecía mayores ventajas sobre los otros, tales como:

- Ser la alternativa menos costosa
- Material de cobertura disponible
- Mayor capacidad de albergar residuos
- Vida útil más larga.

La Selección de Curva de Rodas para la disposición final de los residuos se hizo teniendo en cuenta múltiples aspectos de tipo técnico-ambiental, se buscaba entonces una localización estratégica conforme a los sitios de producción y demanda del servicio, sistema de acarreo y facilidad de acceso al lugar, uso del suelo, efectos ambientales asociados, proximidad a las líneas férreas e infraestructura vial y demás criterios básicos establecidos para la selección y operación del Relleno y que además las condiciones físicas (tales como topografía, geología e hidrología) fueran las mejores y que la capacidad de almacenamiento del terreno fuera suficiente. Era también necesario igualmente que se tuviera posibilidad de realizar obras de adecuación y de protección, drenaje y control de los sedimentos.

En septiembre de 1982 se contrataron los estudios y diseños del Relleno Sanitario con la Compañía Colombiana de Consultores, asesorados por la Greeley And Hansen de Chicago y en octubre del mismo año se iniciaron los trabajos de exploración del sitio y se definieron los alcances del estudio, especialmente en lo relacionado a suelos, geología y geotécnica.

Se realizó una evaluación preliminar del impacto ambiental que ocasionaría la obra por parte del Centro de Investigaciones Ambientales de la Universidad de Antioquia, ello exigía que el terreno escogido para su funcionamiento y operación, cumpliera estrictamente con las disposiciones sanitarias y ambientales de la época.

Los diseños fueron entregados a Empresas Varias de Medellín E.S.P. en agosto de 1983 e inmediatamente se inició el proceso de licitación nacional para la construcción y operación del Relleno Sanitario de la “Curva de Rodas”. Mientras

se adelantaban trámites y se construían las obras de adecuación del terreno, las basuras continuaban llegando a Moravia. Como el Relleno Sanitario Curva de Rodas aún no estaba en condiciones de recibir los desechos, se diseñó y adecuó un Relleno de tipo experimental en pequeña escala. Con el objetivo de probar las bondades de un Relleno Sanitario, transitoriamente se utilizó un terreno de propiedad de las Empresas Varias de Medellín, cerca de la Feria de Ganados como “Relleno Piloto”, el cual se denominó “Plaza de Ferias” y funcionó durante ocho meses.

El 15 de marzo de 1984, simultáneamente con el inicio de operaciones del Relleno Sanitario Piloto Plaza de Ferias, se clausuró definitivamente el basurero de Moravia, lo cual representó un inmenso alivio para la ciudad, lo mismo que para las aproximadamente tres mil personas que vivían a su alrededor, pues las Empresas Varias, en asocio con otras instituciones, propiciaron la creación del Grupo Recuperar para dar alternativas de empleo a quienes subsistían de lo que sacaban de la basura. Además el Municipio de Medellín ya tenía planes concretos para la rehabilitación del sector.

En el Relleno Sanitario Piloto se empezó por primera vez a efectuar el tratamiento adecuado a las basuras, mediante una disposición final técnica e higiénica. Funcionó hasta el 22 de noviembre de 1984 y en él se depositaron aproximadamente 120 mil toneladas de desechos sólidos; al día siguiente se puso en marcha el Relleno Sanitario Curva de Rodas.

A raíz de la emergencia sanitaria decretada para Medellín y contando con los diseños definitivos, el gobierno municipal por intermedio de las Empresas Varias de Medellín E.S.P. y su gerencia General, autorizaron la construcción y operación del Relleno Sanitario Curva de Rodas.

El 13 de octubre de 1983 se abrió la licitación para la construcción y operación del Relleno Sanitario, a la cual se presentaron 6 firmas nacionales con la asesoría de entidades extranjeras. Un año después, el 23 de noviembre de 1984 inició su actividad el Relleno Sanitario Curva de Rodas, ubicado en el kilómetro 5 de la

autopista Medellín Bogotá, en la vereda Granizal del Municipio de Bello y sector de Copacabana.

El Relleno se constituía en un terreno de 62 hectáreas ubicado a 10 Km. de Medellín (vía autopista Medellín-Bogotá), en la cuenca de la Quebrada Rodas, de quien toma su nombre, de aproximadamente 900 metros de longitud en su paso por el lugar y en la jurisdicción de los Municipios de Bello y Copacabana. Cumplidos los requisitos de ley, es adquirido el lote por la suma de 150 millones de pesos y en 1983 se inician las obras de adecuación e instalaciones generales, tales como cerco en malla, canal de drenaje, vías de acceso, desmonte y descapote del terreno, explanaciones, filtros, drenajes e impermeabilización. Esta impermeabilización se hacía para evitar la contaminación de las aguas subterráneas y para evitar el paso de gases a los terrenos aledaños, conjuntamente con los filtros, drenajes y cobertura diaria (tierra) es lo que hace que éste método de disposición sea un verdadero Relleno Sanitario y no un simple enterramiento de basura. Igualmente son construidas la caseta de control de ingreso, la caseta de básculas, la caseta de mantenimiento y las oficinas.

El contrato finalmente se le adjudicó al consorcio Sade-Contratistas, por la suma de 514 millones de pesos, para la construcción y operación de la obra durante 5 años. El 30 de junio de 1986 y sin que se hubiese cumplido el plazo de 5 años fijado inicialmente, se dio por terminado de común acuerdo entre las partes el contrato firmado con Sade-Contratistas Asociado y luego se le encargó la operación del Relleno a la firma Conconcreto, la cual lo tuvo a su cargo desde el 1º. de enero de 1987 hasta el 30 de abril de 1988, año en el que toma su manejo directamente las Empresas Varias de Medellín E.S.P.

El 23 de noviembre de 1984 comenzaron a depositarse en este sitio las basuras de la ciudad. Durante su primer año de operaciones el Relleno recibió aproximadamente 200 mil toneladas de residuos sólidos procedentes de Medellín y tres municipios del Valle de Aburrá.

La firma INTEGRAL supervisó la construcción del Relleno Sanitario Curva de Rodas, cuyo estudio inicial en lo referente al terreno expresa: “este terreno de 14.22 Ha podía contener 4.850.000 metros cúbicos de basuras (2.6 millones de toneladas de desechos sólidos).

Una de las grandes ventajas que tuvo el Relleno desde su inicio fue la de poder contar con un espacio específico para depositar las basuras y que éstas pudieran ser tratadas técnicamente.

Ilustración 6 Curva de Rodas (1).



@EEVV

El Relleno Sanitario Curva de Rodas fue una de las primeras obras de este género que se empezó a construir en Colombia, lo que convirtió a Medellín en su momento en una ciudad modelo en el manejo de la disposición de las basuras generadas.

La selección de Curva de Rodas para la disposición final de los residuos se hizo teniendo en cuenta múltiples aspectos de tipo técnico-ambiental, se buscaba entonces una localización estratégica conforme a los sitios de producción y demanda el servicio, sistemas de acarreo y facilidad de acceso al lugar, características del suelo, la calidad y cantidad de las aguas en el sector, la flora y la fauna entre otras.

Al Analizar los documentos de la historia del Relleno Sanitario de la “Curva de Rodas”, encontramos que parten con el propósito de dar solución al problema que genera el sitio de botadero de Moravia ubicado en Medellín, pero se extienden en última instancia a analizar la problemática de la región Valle de Aburrá y Oriente Cercano y en tal sentido la Junta del Área Metropolitana el 18 de febrero de 1982 expidió el Acuerdo número 04, en el que ordenan que la dirección, administración y prestación del servicio público de aseo, recolección y tratamiento de basuras de los municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle del Aburrá, estarán a cargo, exclusivamente, de las Empresas Varias de Medellín E.S.P. o en su defecto del organismo que se cree para tales fines en esta ciudad por parte del Concejo Municipal y además ordena que para tal efecto los municipios del Área deberán celebrar los respectivos contratos con el citado establecimiento público.

Es así como Empresas Varias de Medellín E.S.P. se responsabilizó de efectuar todo el trámite de los adelantos para la construcción del Relleno y el respaldo siempre fueron los recaudos por el servicio de aseo; todo este trámite se inicio en el mes de marzo de 1983 y los desembolsos se efectuaron en mayo del mismo año.

8.4.1 Operación del Relleno

Desde el año de 1988 Empresas Varias de Medellín E.S.P. asume el manejo directamente del Relleno Sanitario Curva de Rodas. Desde entonces y para afianzar la garantía del manejo técnico y sanitario, la seguridad y estabilidad de la obra, Empresas Varias de Medellín E.S.P. se mantuvo siempre en permanente actualización para mitigar los impactos ambientales que generaba la operación del Relleno sobre las comunidades vecinas.

Ilustración 7 Curva de Rodas (2).



@EEVV

En la obra se destaca el manejo del lixiviado⁷ que se genera por la descomposición de la materia orgánica. Mediante drenajes subterráneos y superficiales se separaba este líquido de las aguas lluvias, se conducían a un tanque de compensación donde se reducía su carga contaminante. De esta manera se evitaba la producción de olores y se lograba mantenerlo alejado de la quebrada Rodas y de los terrenos vecinos. Para ilustrar estos eventos se puede mencionar la condición del manejo de los lixiviados del Relleno, lo cual se hacía según la medida de manejo propuesta en 1984 y que consistía en un sistema de drenaje, interceptando toda el área de relleno susceptible de producir lixiviado y posteriormente se arrojaría al alcantarillado, no obstante con el tiempo esta medida resultó ineficiente por las características del líquido vertido, lo que condujo a la realización de estudios que permitieran analizar la tratabilidad del líquido y con base en ello formular propuestas para su tratamiento en el sitio, dado el desconocimiento tecnológico en el País sobre este tema. Las exigencias normativas, sociales y ambientales obligaron a la implementación de otras

⁷ Los lixiviados son emisiones líquidas inherentes a los Rellenos Sanitarios que se producen por diversos factores siendo el más relevante las lluvias que caen sobre el área de disposición de residuos, estas se infiltran a través de las capas de basura ejerciendo una acción de lavado sobre la masa de desechos en descomposición por la acción biológica y propiciando, a su vez una serie de reacciones fisicoquímicas y biológicas para precolar luego en la parte baja del área de disposición.

medidas y la búsqueda de soluciones diferentes a las inicialmente propuestas. Es así como para el caso específico del Relleno Sanitario Curva de Rodas, fue necesario optar por el transporte a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Fernando, de propiedad de Empresas Públicas de Medellín, dado el cierre prematuro del relleno ordenado por la autoridad ambiental, lo cual implicó altos costos debido a las obras que fueron necesarias construir para permitir su cargue y transporte, tales como cambios en el sistema de recolección y conducción de los lixiviados, mejoramiento de la infraestructura vial al interior del relleno, construcción de obras de infraestructura para el cargue de los vehículos, sumado a los costos de tratamiento en la planta, lo cual llevaba a un desequilibrio económico que no estaba incluido en el esquema tarifario.

Así mismo, se tenían alrededor del Relleno unas zonas que totalizan 33 hectáreas (el 47% de la superficie total del mismo) como barrera natural de protección. En este terreno las Empresas Varias de Medellín E.S.P. conservan importantes bosques nativos en los cuales vive una variada fauna (25 especies identificadas) en un hábitat natural protegido por la periódica siembra de árboles.

También y con el fin de no contaminar las aguas de la quebrada Rodas, se construyó una de las obras civiles más costosas del Relleno Sanitario Curva de Rodas, se trata de una alcantarilla que cubre la quebrada que atraviesa el terreno en toda su longitud y la cual permitía la disposición de basuras sobre ésta. Esta obra tuvo un costo de 450 millones de pesos.

El Relleno Sanitario contó durante todo el período de funcionamiento con la interventoría de firmas especializadas de reconocido prestigio, que se constituyeron en su momento en garantía de una operación bajo las normas técnicas y ambientales.

Curva de Rodas disponía de la más avanzada maquinaria para el manejo eficiente de los residuos. Allí se contaba con tractores, bulldózers, retroexcavadoras y un compactador de gran potencia, único en el País.

8.4.2 Acciones

Empresas Varias de Medellín E.S.P. en claro acatamiento a la autoridad ambiental, hizo todo lo posible por corregir los errores acumulados a lo largo de muchos años e implementó acciones tendientes al mejoramiento ambiental de la zona. En este sentido se ejecutaron una serie de obras que contribuyeron no sólo al mejoramiento ambiental del Relleno Sanitario, sino también con la estabilidad y seguridad del mismo.

- Reforestación: A finales de 1998 se sembraron 3.500 árboles de diferentes especies, los cuales se distribuyeron en los límites del Relleno, para de esta forma ir conformando un cerco vivo y mitigar el impacto visual y de olores ocasionado por la operación del Relleno; posteriormente se sembraron 3.000 árboles, las especies estuvieron sujetas a las recomendaciones del Plan de Manejo Ambiental; Igualmente y en el medida que se van cerrando definitivamente las plataformas de disposición, se revegetaliza el sitio y se amplía el programa de reforestación.
- Manejo Integral de Plagas: Esta actividad se realiza no solo en el área de disposición final, sino también en las viviendas ubicadas en el área de influencia del Relleno Sanitario, a cuyos habitantes se les ha dictado charlas y conferencias sobre este asunto lo que se constituyó en su momento en un acercamiento directo de la Empresa hacia la comunidad.
- Programas con la Comunidad vecina: Dentro de la propuesta del Plan de Manejo Ambiental se desarrolló una metodología de acercamiento con la comunidad para integrar los programas que tenían que ver directamente con ella. La comunidad de los barrios Fontidueño y Machado, por ejemplo, se beneficiaron de los aportes que para diversas obras Empresas Varias de Medellín E.S.P. hiciera, entre las cuales están el mejoramiento del Liceo y el Centro de Salud de Fontidueño, así como varias obras de infraestructura, como la recuperación de quebradas, y la pavimentación e iluminación de vías. El Relleno Sanitario tenía además otra importante proyección social al

albergar en sus terrenos a un centenar de niños de la institución Acarpín, que acoge a niños menores sin hogar. Desde hace 20 años, aún antes de operar como vertedero de desechos, se entregó en comodato a dicha fundación la casa y los terrenos cercanos, donde aún hoy funcionan el internado y la escuela.

- Manejo de Lixiviados: El trabajo que en el Relleno Sanitario Curva de Rodas se hacía del lixiviado consistía, en primera instancia, en minimizar la cantidad de lixiviado mediante el manejo de las aguas de escorrentía, las cuales inicialmente eran interceptadas y recolectadas perimetralmente en el área de disposición, para evitar el contacto de éstas con la masa de residuos sólidos y así evitar el aumento del volumen de lixiviados; posteriormente eran transportadas superficialmente por medio de drenajes (cunetas) y alejadas del Relleno. Para suspender definitivamente el vertimiento al río Medellín, se inició el cargue y transporte a la planta de tratamiento de aguas residuales, San Fernando, de Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

8.4.3 Instrumentación

Teniendo en cuenta la importancia de la obra y sus efectos, como parte de las rutinas de control y mantenimiento, Empresas Varias de Medellín E.S.P. instaló dentro del Relleno una serie de equipos para el monitoreo de las condiciones geotécnicas y de estabilidad, tales como piezómetros e inelómetros que le permiten hacer una detección temprana de cualquier comportamiento anómalo, con el objeto de poder tomar medidas destinadas a garantizar la estabilidad del Relleno.

8.4.4 Problemática de la Disposición Final

Si bien es cierto que el diseño original del Relleno Sanitario contempló inicialmente una vida útil de 12 años, desde noviembre de 1984, fecha en que inicia su operación, hasta el 31 de marzo de 1996, también lo fue que la adquisición de otro lote, la prolongación de la alcantarilla, el aumento de la densidad de

compactación, los estudios realizados y las acciones implementadas, permitieron optimizar su operación e incrementar su vida útil.

Empresas Varias de Medellín E.S.P. contrató un estudio para evaluar la ampliación de la capacidad de la Curva de Rodas (contrato 053 de 1994, Interventoría de la Operación del Relleno Sanitario), en el cual se analizaron varias alternativas, basados en los resultados de los análisis geotécnicos y la prolongación de la alcantarilla como estrategia de incremento del área de disposición de desechos.

Durante este tiempo la empresa hizo cuantiosas inversiones, dineros que fueron en su totalidad provenientes de recursos propios, esfuerzo que hizo la entidad para que esta obra marchara correctamente, permitiendo el manejo técnico de la disposición de los residuos.

8.4.5 Plan de cierre del Relleno Sanitario Curva de Rodas

El 9 de noviembre de 2001 Corantioquia expide la Resolución No. 4580 por la cual se impone el Plan de Manejo Ambiental para las etapas de operación, clausura, y posclausura del Relleno Sanitario Curva de Rodas.

El Plan de Cierre del Relleno Sanitario Curva de Rodas consistió en la última etapa de la fase de operación y fue elaborado en septiembre de 2000 por la Compañía Colombiana de Consultores S.A., y para la ejecución del mismo se tuvo como referencia la estructura general y los objetivos del Plan de Manejo Ambiental (PMA) presentado por Empresas Varias de Medellín E.S.P., en febrero de 2000. En el mismo, se plantea el cierre ordenado y sistemático del Relleno, por etapas de acuerdo con las recomendaciones del Plan de Manejo Ambiental en la medida en que las zonas inferiores del Relleno fueran alcanzando los niveles límites de disposición.

8.4.6 Fases del Plan General de Cierre del Relleno

La fase final del cierre del Relleno “termina cuando se agote la capacidad de suposición de desechos sólidos, o cuando se decida suspender definitivamente, en forma anticipada, la disposición de desechos sólidos”.

A. Fase de Contingencia: correspondía a las actividades y duraciones en el Relleno Sanitario mientras estuviera en proceso el tratamiento biotecnológico en áreas del mismo. Al igual que en la etapa final de la fase de operación del Relleno, comprendía las actividades, obras, acciones y medidas necesarias para cumplir con los objetivos del PMA y con los alcances del diseño del proyecto, tales como:

- Mantenimiento de la infraestructura vial
- Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos
- Obras de drenaje aguas de escorrentía
- Construcción de pozos de alivio adicionales
- Control de material particulado
- Control de aguas, gases y lixiviados
- Mantenimiento de mallas y retiros
- Señalización del Relleno
- Vigilancia de las instalaciones físicas del Relleno
- Reforestación y mantenimiento de la cobertura vegetal
- Control integral de plagas
- Interventoría técnica de la operación del Relleno
- Publicidad cierre de la disposición de desechos
- Gestión del Plan de manejo Ambiental (PMA)

B. Fase de Clausura: se proponía desarrollarla gradualmente entre enero de 2001 y junio de 2007 y corresponde al período entre la terminación de la

disposición de desechos sólidos en cada plataforma y la terminación de la cobertura final del Relleno. Esta fase comprendía la ejecución de las obras finales de impermeabilización, cobertura final y drenajes definidos en los diseños del proyecto y el cumplimiento de los objetivos del Plan de Manejo Ambiental. La fase de clausura se definía en forma similar a la indicada en el plan de cierre del Relleno Sanitario Curva de Rodas e incluía las actividades relacionadas con el proceso final del tratamiento biotecnológico ejecutado en el área de dicho Relleno Sanitario en los siguientes aspectos:

- Se daba por terminada la fase de operación y se incluía la fase de contingencia por el proceso de tratamiento biotecnológico en área del Relleno Sanitario.
- Diseño y construcción de la cobertura final.
- Configuración final del Relleno
- Impermeabilización final
- Reparación de asentamientos
- Estabilidad de taludes
- Evaluación de cobertura final
- Control del agua superficial
- Control de gases
- Control de lixiviados
- Monitoreo y seguimiento
- Control y manejo integrado de plagas
- Reforestación y mantenimiento de cobertura vegetal

La finalización de esta fase se programó hasta agosto de 2004, sin embargo, entre septiembre de 2002 y marzo de 2003 se vino aplicando la fase de contingencia por causas del cierre anticipado y la aplicación del tratamiento biotecnológico dentro

del Relleno. Es por esto que la etapa de clausura podría prolongarse hasta marzo de 2005.

C. Etapa de Posclausura: Empresas Varias de Medellín E.S.P. propuso a la autoridad ambiental desarrollar esta etapa entre junio del 2007 y finales del año 2030, que correspondería entre la terminación de la cobertura final del Relleno y la reincorporación del Relleno ya clausurado a su entorno ambiental. Durante este tiempo las instalaciones del Relleno Sanitario recibirán mantenimiento en la cobertura final y en la infraestructura del Relleno. Comprende entre otras cosas la inspección, mantenimiento y continuación de las actividades, obras, controles, acciones y medidas necesarias para seguir cumpliendo los objetivos del Plan Maestro Ambiental, hasta que los resultados indiquen que las condiciones del terreno son estables y que no representan ningún riesgo potencial sobre la calidad del medio ambiente y la salud pública. El plan para la fase de posclausura del Plan de cierre del Relleno Sanitario Curva de Rodas conserva los siguientes aspectos:

- Inspecciones de rutina
- Mantenimiento de la infraestructura
- Mantenimiento del relieve y paisajismo
- Mantenimiento del sistema de control y drenajes
- Mantenimiento del sistema de manejo de gases
- Mantenimiento del sistema de manejo de lixiviados
- Sistemas de monitoreo
- Seguimiento y uso del sitio en la posclausura

La duración de la fase de posclausura será de 23 años y la misma terminará en el año 2030.

8.4.7 Rodas como Parque Natural

Luego de concluir con el proceso de recuperación de las 40 hectáreas del Relleno Sanitario Curva de Rodas, el sitio podría convertirse en un gran parque natural. Los recursos para este proyecto podrían provenir de la sobretasa a la gasolina o del dinero de las compensaciones que Empresas Varias de Medellín E.S.P invertiría en la recuperación del terreno.

El Relleno Sanitario Curva de Rodas se constituyó en su momento en un importante proyecto ambiental y por ello era visitado constantemente por estudiantes e investigadores del País, que encontraron en su infraestructura y en su manejo valiosas experiencias, que confirmaban una vez más por qué era considerado uno de los Rellenos Sanitarios más importantes de Latinoamérica.

8.4.8 Plan de abandono del Relleno Sanitario Curva de Rodas

En el terreno que se utilizó para la disposición final de los residuos sólidos se ejecutaron obras para su recuperación. Se realizaron, entre otras, las tareas de conformación de plataformas, taludes, revegetalización, organización de drenajes y recolección de lixiviados. Todas estas acciones correspondían al plan de abandono del Relleno, el cual perdurará hasta que el lugar haya recuperado por completo su estabilidad geológica y vegetal.

(EEVV@, 2006)

Tabla 11 Información general Curva de Rodas

UBICACIÓN	Kilómetro 5 de la autopista Medellín Bogotá,
LIMITES	A la margen derecha, con el municipio de Copacabana. A la margen izquierda, con el municipio de Bello.
INICIO	Noviembre de 1984
ÁREA INICIAL	64 hectáreas

ÁREA ACTUAL	73 hectáreas, sólo el 43% está ocupado por desechos.
ALTITUD PROMEDIO	1.600 metros sobre el nivel de mar
TEMPERATURA PROMEDIO	24 grados centígrados
PLUVIOMETRÍA PROMEDIO	1.600 milímetros en un año
CANTIDAD DE RESIDUOS DEPOSITADOS A DICIEMBRE DE 2000	7'118.000 Toneladas
CANTIDAD DE RESIDUOS DEPOSITADOS EN EL AÑO 2000	716.790 Toneladas
PROMEDIO DE RESIDUOS DIARIOS	2.300 Toneladas, de las cuales 1.400 son del municipio de Medellín.
VIDA ÚTIL	Estimado hasta el 2005
MUNICIPIOS QUE ATIENDE	Bello, Medellín, Copacabana, Girardota, Barbosa, Itagüí, Envigado, Sabaneta, La Estrella, Caldas, El Retiro y Rionegro
FIRMA ASESORA	Compañía Colombiana de Consultores
FIRMA OPERADORA	Procopal

8.5 RELLENO SANITARIO "PARQUE INDUSTRIAL LA PRADERA"

Después de haber evaluado una serie de sitios para encontrar una solución técnica, social, ambiental y económicamente factible, para el futuro de la disposición final de los residuos sólidos urbanos de los municipios de Bello, Itagüí, La Estrella, Copacabana, Barbosa, Caldas, Girardota, Sabaneta, Envigado y Medellín; fueron presentados a Corantioquia, con el objeto de que la Corporación Ambiental se pronunciara desde el punto de vista ambiental y con base en ese concepto solicitar los términos de referencia que permitiera a las Empresas Varias

de Medellín E.S.P. adelantar los estudios requeridos para un proyecto de disposición final de residuos sólidos a nivel regional. De acuerdo con el concepto emitido por CORANTIOQUIA, dentro de los lotes propuestos como solución definitiva, el predio de La Pradera en el municipio de Don Matías y el Lote de la Salada en el municipio de Caldas, eran los que presentaban una mayor prefactibilidad ambiental.

Una vez obtenido dicho concepto, el 22 de marzo de 2003 se solicitó a la Corporación iniciar el trámite de la Licencia Ambiental para dos sitios: La Pradera en jurisdicción del municipio de Don Matías a 60 kilómetros de Medellín y La Salada en el municipio de Caldas. La solicitud de éste último fue retirada en razón a que aún no se contaba con los estudios necesarios que permitiera aportar la documentación requerida por la Corporación para dar curso a este proceso. Se inicia el proceso con la identificación catastral y se hace el contacto con los propietarios de los lotes y el día 7 de marzo en reunión sostenida entre los directores de Corantioquia, del Área Metropolitana y la Gerencia de las Empresas Varias de Medellín E.S.P., se acuerda la definición, los alcances de los estudios y los parámetros que permitirán agilizar la solicitud de la Licencia Ambiental para los sitios propuestos y se conforma un equipo interinstitucional con la participación de profesionales de cada una de las entidades mencionadas.

El 10 de marzo se recibe de CORANTIOQUIA el documento "Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental de Rellenos Sanitarios para los planes de contingencia".

A partir de allí, 30 días después se comenzaron a elaborar los estudios de Impacto Ambiental, suelos, diseño final para la contingencia y solución definitiva en el sitio La Pradera, con el apoyo del Área Metropolitana y el acompañamiento de Corantioquia, con el propósito de cumplir con el cronograma propuesto y proceder con lo estipulado en la Resolución 4580 referente al cierre de la Curva de Rodas.

Corantioquia otorga la licencia ambiental el 3 de julio del 2003. El Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Federación Colombiana de

Municipios celebraron un Convenio cuyo objeto era desarrollar en los municipios del Valle de Aburrá, un proyecto para dar solución al manejo integral de los residuos sólidos en su disposición final.

Mediante Resolución N° 546 del 26 de Octubre de 2000, El Representante Legal del Área Metropolitana del Valle de Aburrá dispuso la apertura de la Convocatoria Pública, cuyo objeto fue:

“EL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA, desea identificar una o varias soluciones para el Tratamiento y Disposición final del los Residuos Sólidos Urbanos, mediante un proceso de Convocatoria Pública. Dicha solución debe ser presentada por una persona jurídica, que este constituida como una empresa de servicios públicos "ESP" o que prometa constituirse al momento de la firma del contrato y que proponga una o varias soluciones al Tratamiento y Disposición final de los residuos sólidos domiciliarios, comerciales, industriales (con exclusión de los escombros), que produzcan todos los municipios que conforman el ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA, o soluciones por grupos de municipios o soluciones para cada uno de los municipios en forma independiente. Para tal efecto, EL ÁREA, (invita a los interesados a presentar Propuestas en los términos y condiciones establecidos en el presente Pliego de Condiciones”.

“El Servicio de que trata la convocatoria es la disposición final de los residuos sólidos urbanos de los municipios de: Bello, Itagüí, La Estrella, Copacabana, Barbosa, Caldas, Girardota, Sabaneta, Envigado y Medellín, buscando reducir al máximo la contaminación ambiental, preservando el medio ambiente y evitando incomodidades o peligros para la seguridad o salud pública”.

Dicha convocatoria se publicó el primero de noviembre de 1999, la cual fijó un plazo de 23 días inicialmente, y tuvo una prórroga de unos 20 días más. La misma fue atendida por dos proponentes locales, INTERASEO con un Relleno Sanitario en el municipio de Sopetrán ubicado en el Occidente Antioqueño y PROACTIVA-ENVIASEO con una propuesta de Relleno Sanitario en el municipio de Yolombó, a unos 62 kilómetros de la ciudad de Medellín.

El cierre paulatino de la Curva de Rodas se venía realizando desde el año de 1999 y para comienzos del año 2003 ya se habían cerrado definitivamente los niveles (cotas) que van de los 1501 m.s.n.m.⁸. (Inicio en la zona norte del Relleno) hasta el 1609 m.s.n.m.

Para entonces las Empresas Varias de Medellín E.S.P. emprendía acciones tendientes a la incorporación de nuevas alternativas de solución que se articularan a la dinámica del manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Medellín. Como prueba de ello se tenía el estudio SIAM5 (“Sistema de información Geográfico del Servicio Integrado de Aseo para Medellín y sus Cinco Corregimientos”).

El Relleno Sanitario La Pradera entró en operación el 6 de junio del año 2003. Allí se disponen los residuos sólidos del Municipio de Medellín, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y algunas localidades vecinas.

Técnicamente se disponen en la Pradera aproximadamente 1.800 toneladas diarias de basuras.

Con La Pradera las Empresas Varias de Medellín E.S.P. y la Administración Municipal han dado un paso más en el manejo integral de los residuos sólidos, que ponen a la ciudad a la vanguardia en el ámbito nacional.

El Relleno Sanitario La Pradera contempla soluciones a futuro en el manejo integral de residuos sólidos. Ubicado en una amplia área de terreno de 354 hectáreas, posibilita la utilización de varias concavidades naturales para ser acondicionadas como sitios de disposición final por la gran capacidad volumétrica potencialmente aprovechable que poseen.

La licencia ambiental inicialmente otorgada por Corantioquia a Empresas Varias con la Resolución 5288 de julio 3 de 2002 se denominó de contingencia, pues resolvió para un periodo máximo de 30 meses la problemática presentada por los residuos sólidos del Valle de Aburrá.

⁸ m.s.n.m: metros sobre el nivel del mar

Ilustración 8 Relleno Sanitario la Pradera.



@EEVV

Mediante Resolución N° 7998 del 16 de Noviembre de 2005, Corantioquia aprobó la solicitud de modificación de la licencia ambiental hecha por EEVVM, otorgando una continuidad del Relleno equivalente al término que defina su capacidad, en el marco de una operación coherente con lo establecido en la Resolución original y sus posteriores modificaciones. (EEVV@, 2006)

Tabla 12 Información General Parque Industrial La Pradera

UBICACIÓN:	Municipio de Don Matías
DISTANCIA:	57 Km. de Medellín
AREA DEL LOTE:	382 Ha. La Pradera y ALTAIR
INICIO OPERACIÓN:	06 de junio de 2003.
LICENCIA AMBIENTAL:	5288 DE JULIO/03

MODIFICACION DE LICENCIA:	7998 DE NOV/05
CORPORACIÓN:	CORANTIOQUIA

La Pradera cuenta con una infraestructura física moderna que garantiza operar de manera eficiente, y cuenta con las siguientes instalaciones:

- Puente de 30 metros de longitud sobre el Río Porce de estructura metálica con capacidad de carga superior a las 60 toneladas. La construcción se hizo con el fin de permitir el acceso al relleno dado que el existente no cumplía con las especificaciones técnicas para soportar la carga de los vehículos, ni las dimensiones, ni los radios de giro.

Ilustración 9 Puente de acceso parque industrial La Pradera



@EEVV

- Sistema interno de vías pavimentadas con amplias especificaciones técnicas. Las vías industriales en un relleno sanitario son un aspecto muy importante para garantizar la prestación del servicio, especialmente en épocas de lluvias. La Pradera es una zona de alta pluviosidad en invierno e

intensa radiación solar en verano. Por tal razón fue necesario adecuar las vías de acceso al sitio con el objeto de garantizar la circulación de los vehículos recolectores y minimizar los impactos que por material particulado se generan en verano. Se construyó un intercambio vial para acceso al vaso de la Música y parte superior del vaso de La Carrilera, dado el flujo vehicular. La vía se pavimentó para mitigar el impacto por generación de polvo. La alta Pluviosidad en la Pradera, obligó a construir sistemas de drenaje que evacuen los caudales de agua producto de las precipitaciones.

Ilustración 10 Vías parque industrial La Pradera época invernal



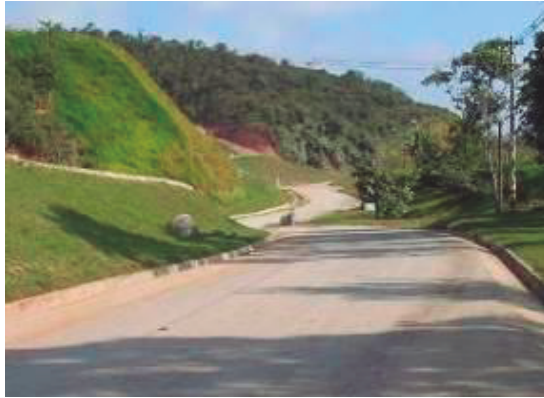
@EEVV

Ilustración 11 Vías parque industrial La Pradera época de verano



@EEVV

Ilustración 12 Vías pavimentadas parque industrial La Pradera



@EEVV

Ilustración 13 Sistemas de drenaje parque industrial La Pradera.



@EEVV

- Sistema de pesaje conformado por dos básculas, con sistema electrónico incorporado y un software que procesa la información de inmediato. De acuerdo con el Decreto 1713 todo relleno sanitario debe tener un sistema de pesaje. Al relleno sanitario La Pradera ingresan un promedio de 2300 toneladas/día y 230 vehículos recolectores, entre otros.

Ilustración 14 Bascula de pesaje parque industrial La Pradera



@EEVV

- Planta de energía con capacidad para 300 KVA con red trifásica y subestación de energía que garantiza el funcionamiento del sistema.
- Para la administración del relleno sanitario fue necesario construir las instalaciones administrativas las cuales constan de: instalaciones para el personal administrativo de la empresa y contratistas, que están ubicadas en la antigua la escuela de la Vereda, donde se encuentra también el auditorio e instalaciones sanitarias para trabajadores; además cuenta con estructura prefabricada, caseta de portería para personal de vigilancia, caseta de báscula, y ramada para atención de grupo (cumple igualmente la función de comedor).

Ilustración 15 Escuela Reparada parque industrial La Pradera



@EEVV

Ilustración 16 Caseta de vigilancia parque industrial La Pradera



@EEVV

Ilustración 17 Caseta pesaje parque industrial La Pradera



@EEVV

Ilustración 18 Ramada parque industrial La Pradera



@EEVV

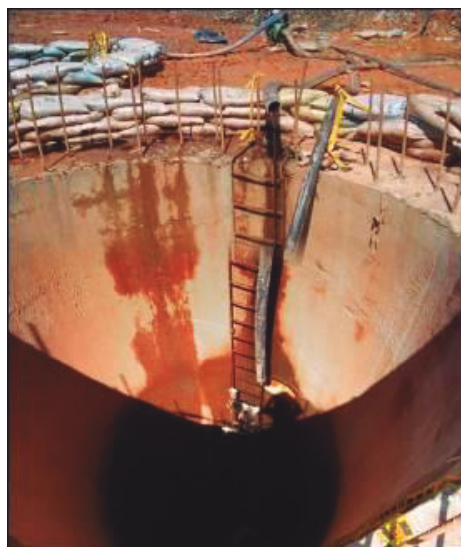
- Diversas áreas para la disposición final de residuos, aprovechables en un desarrollo secuencial del proyecto a largo plazo, entre las que se encuentran el vaso de la Carrilera, el vaso de la Música, para la disposición de residuos y el manejo de los lixiviados, y la revegetalización y reforestación.

Ilustración 19 Adecuación Vaso la Carrilera



@EEVV

Ilustración 20 Recolección de Lixiviados



Fuente: @EEVV

Ilustración 21 Adecuación Vaso de la Música



@EEVV

Ilustración 22 Reforestación parque industrial La Pradera



@EEVV

La Pradera cuenta con una amplia y extensa zona rica en recursos hídricos, bosques naturales, amplia vegetación y gran riqueza en fauna, en la que se podrán desarrollar de manera paralela con el manejo y disposición de residuos sólidos, diversos programas de contenido ambiental y ecológico.

Empresas Varias de Medellín E.S.P, entregó al municipio de Don Matías 3 mil millones de pesos durante el 2003, en obras y programas; y en los años subsiguientes, se comprometió a destinar recursos también para inversión social, de acuerdo con la totalidad de toneladas de residuos que ingresen al relleno.

Los municipios que disponen del relleno sanitario son: Medellín y Corregimientos, Barbosa, Bello, Caldas, Copacabana, Girardota, Guarne, Itagüí, La Estrella, El Retiro, Envigado, Rionegro, Sabaneta, Gómez Plata, Fredonia, Cisneros y Venecia.

8.6 CENTRO INDUSTRIAL DEL SUR- CIS

El centro Industrial del Sur se constituye en agosto del año 2004, en enero de 2005 obtiene su licencia y el 1 de junio de 2006 inicia su funcionamiento; nace con la con la fundación de EVAS ENVIAMBIENTALES S.A. E.S.P, que es una empresa de servicios públicos de aseo y complementario, única en Colombia y con gran proyección en Latino América; es todo un complejo industrial que se sale del esquema de relleno sanitario tradicional, para darle paso a una gestión integral de los residuos sólidos, licenciado por 24 años con un alcance que le permite recibir, seleccionar y procesar residuos sólidos ordinarios, especiales y lodos.

EVAS incursiona en Medellín con el servicio de Disposición Final en el Centro Industrial del Sur “El Guacal”, como una solución basada en alta tecnología, que reduce el impacto ambiental a niveles imperceptibles, aceptados por las normas colombianas y mundiales.

El C.I.S esta ubicado en el departamento de Antioquia, al occidente del Valle de Aburra, a una distancia promedio de 25 KM del sur del área metropolitana. Se encuentra en predios pertenecientes al municipio de Heliconia. Es un lugar aislado de los asentamientos urbanos, a 2700msnm, rodeado por una barrera viva de bosques que mitiga cualquier impacto negativo sobre el medio ambiente y la comunidad.

8.6.1 Procesos

EL Centro Industrial del Sur “El Guacal”, en la gestión integral de residuos sólidos involucra los procesos de pesaje, separación y tratamiento de residuos orgánicos, compactación y manejo de lixiviados.

- **Bascula:** cuenta con una bascula digital en la entrada para el pesaje y facturación de los camiones recolectores, que luego pasan a un patio de recepción cubierto donde se depositan los residuos en una unidad rompe bolsas para su posterior clasificación por personal capacitado.

Ilustración 23 Camión recolector EVAS



Fotografía EVAS

- Planta de separación y Tratamiento del Orgánico: en esta planta se separan orgánicos de inorgánicos. Los orgánicos se transforman en abono, que luego se comercializa. Los inorgánicos clasificados como material reciclable y recuperable son procesados para incluirlos de nuevo en el ciclo productivo como materia prima para la industria del plástico, la metalmecánica, el vidrio, el papel, entre otros. El proceso de transformación del plástico se tiene planeado para comenzar en mayo de 2007, a través de una licitación para las empresas en el país.

Ilustración 24 Banda Transportadora EVAS



Fotografía EVAS

Ilustración 25 Maquina de Abonos EVAS



Fotografía EVAS

- Planta de compactación: los residuos resultantes después de la separación son caracterizados como inservibles, estos son sometidos a un proceso de compactación que hace una prensa continua, produciendo pacas de 2 toneladas de peso para ser embalados en los vasos de disposición final.

Ilustración 26 Prensa continua EVAS



Fotografía EVAS

Ilustración 27 Paca Residuos EVAS



Fotografía EVAS

- Planta de lixiviados: todas las aguas residuales, precolados y lixiviados de los procesos de descargue, enfardado, compostaje y disposición final, son tratados a través de canales, filtros y conductos, hasta una planta de depuración la cual consta de siete sistemas de tratamiento entre fisico-químicos, físicos, biológicos y anaeróbicos con los cuales se supera una remoción del 90% de los contaminantes.

Ilustración 28 Manejo Lixiviados EVAS



Fotografía EVAS

Ilustración 29 Planta de depuración EVAS



Fotografía EVAS

8.6.2 Servicios

EVAS ENVIAMBIENTALES S.A. E.S.P presta el servicio de disposición final de residuos ordinarios, que consiste en recibir residuos procedentes de la recolección residencial y comercial, además de los residuos procedentes del barrido de la

ciudad. Para la disposición final de residuos ordinarios y lodos cuenta con los siguientes servicios:

Ilustración 30 Disposición Final EVAS



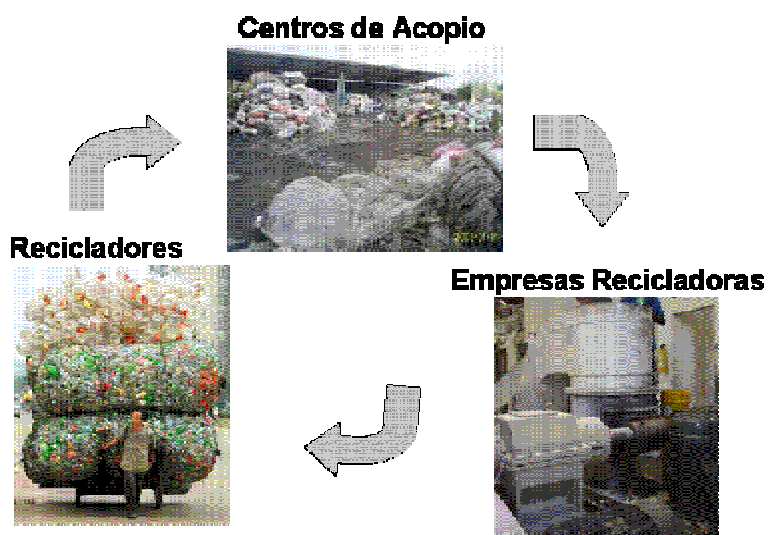
Fotografía EVAS

- Disposición final en celdas de seguridad: el Centro Industrial del Sur “El Guacal” ofrece mediante el diseño de celdas especializadas, adaptadas a las medidas de las necesidades del sector industrial de la ciudad, con el objetivo de disponer residuos hospitalarios, peligrosos o lodos que requieran de algún tratamiento.
- Investigación y desarrollo: el C.I.S cuenta con un departamento de investigación y desarrollo para trabajar conjuntamente con la universidad y la industria en la implementación de procesos técnicos de valoración, tratamiento y estabilización.
- Horno Incinerador: EVAS orienta este servicio a aquellos residuos industriales que sean factibles de cremación o provenientes de hospitales, clínicas, consultorios odontológicos, veterinarias y todo lo referente a los residuos de carácter biológico, de igual manera, a los residuos de alto riesgo de descomposición o que produzcan agentes patógenos que afecten la salud o emanen olores ofensivos.

Tabla 13 Información general C.I.S "El Guacal".

UBICACIÓN	Municipio de Heliconia Antioquia
INICIO	Junio1 de 2006
ALTURA PROMEDIO	2700 m.s.n.m
PROMEDIO DE RESIDUOS DIARIOS	800 toneladas/día
VIDA ÚTIL	50 años
CAPACIDAD	5'000.000 m3
MUNICIPIOS QUE ATIENDE	Sur del Valle de Aburra (Caldas, La Estrella, Envigado, Sabaneta, Itagüí)
MAQUINARIA	Marca ZENO (Alemania)

9. LA CADENA DE RECICLAJE



En este capítulo se muestra el resultado del trabajo de campo realizado con las personas jurídicas y naturales involucradas en la cadena de reciclaje de plástico; este trabajo se centra especialmente en los recicladores, centros de recepción de residuos sólidos y empresas de reciclaje. La base de datos de las empresas contactadas se construyó básicamente con el listado de empresas recicladoras de plásticos de la revista de Acoplasticos, Plásticos en Colombia 2005-2006, las empresas de la sección de reciclaje de las Páginas Amarillas de Publicar S.A. y con referencias de las empresas contactadas. El trabajo realizado con el directorio telefónico, consistió básicamente en llamar a cada una de las empresas para identificar cuáles de ellas involucraban en alguno de sus procesos el plástico reciclado y separarlas de las que se dedican únicamente a reciclar papel, vidrio, metal y demás elementos que en este momento no interesan, esto ya que no existe una sección específica de reciclaje de plásticos.

Después de filtrar esta información, y con los datos de las demás fuentes mencionadas, se obtuvo una población de 82 empresas recicladoras de plásticos,

de las cuales se tomo la siguiente muestra: 9 empresas comercializadoras de residuos plásticos sucios y sin seleccionar, 22 empresas comercializadoras de plástico que involucran procesos de selección, y finalmente 16 empresas transformadoras de residuos plásticos.

En la siguiente tabla se seleccionan; de acuerdo a la actividad que realizan, las diferentes empresas que fueron contactadas; así:

Tabla 14 Clasificación empresas contactadas

	Empresas comercializadoras de residuos plásticos sucios y sin seleccionar.
	Empresas comercializadoras que tienen procesos de selección.
	Empresas transformadoras de residuos plásticos.

Las empresas que no aparecen resaltadas no fue posible contactarlas, no estaban autorizadas para dar algún tipo de información o no eran relevantes en la muestra.

Tabla 15 Población Empresas Recicladoras

1	Actuar Famiempresas
2	Asociación de Recicladores de Antioquia Arreciclar
3	Bioplastic Ltda.
4	Bodega de Reciclaje Rosalpi
5	B-Plast
6	Centro Acopio Municipal AINSA Acodal
7	Chatarrería Colias
8	Chatarrería Gota
9	Chatarrería La Amistad
10	Chatarrería La Bahía
11	Chatarrería Leon
12	Chatarrería Ochoa
13	Chatarrería Segundas Bombay Chaquiro
14	Chatarrería Única
15	Chatarrería Y Reciclaje J.R
16	Comerpa de Medellín Ltda.
17	Cooperativa Alborada
18	Cooperativa Antioqueña de Recolectores de Subproductos
19	Cooperativa De Excedentes Industriales-Coodexin

20	Cooperativa De Trabajo Asociado Manos Solidarias
21	Cooperativa De Trabajo Asociado Servimos
22	Danyplas
23	Demaplast
24	Deposito Los Marinillos
25	Dorplast6
26	Ecoplasticos de Colombia Ltda.
27	Excedentes Diego Herrera
28	Excedentes El Jardín
29	Excedentes Ismina
30	Excedentes La Sierra
31	Excedentes Nicolás Montoya
32	Excedentes San Fernando
33	Excedentes Taboga
34	Remates Cerebro
35	Envases Del Sur
36	Ereciclaje
37	Excedentes C.P.K.
38	Gesta
39	Guión Publicidad
40	Inversiones Kdc9
41	Inverplast S.A.
42	La Feria De La Chatarra
43	Mangueras y Maderas
44	Moreno Escobar Y CIA. Ltda.
45	Pellet's Ltda.
46	Planeta Verde
47	Plásticos J.D.
48	Plásticos Maya
49	Plastipol
50	Plastirios
51	Polimed
52	Precooperativa Conrecicladores (CODESARROLLO)
53	Precoambiental
54	Precooperativa Avanzacop
55	Procesadora de Plásticos O.S.J
56	Procesos Técnico Lázarostriales S.A.
57	Promovemos
58	Recicalle
59	Recicladora San Lázaro

60	Recicladora Aldao
61	Recicladora El Buen Peso
62	Recicladora J.R.
63	Recicladora Pacora
64	Recicladora Todo Envases
65	Reciclaje Ac
66	Reciclaje Gómez
67	ReciAmérica
68	Reciclaje Medellín Majitos
69	Reciclajes Mb
70	Reciclajes Unidos
71	Reciclamos La 40
72	Reciclarte
73	Recicolsa
74	Reciplasticos S.A.
75	Recuperadora El Jardín
76	Replas
77	Residuos Ecoeficiencia S.A.
78	Reciclajes Alfonso Arcila
79	Recipol
80	SC Recycling S.A.
81	Tierra Blanca S.A. E.S.P
82	Zaplás

9.1 RECICLADORES

Los recicladores son las personas encargadas de rescatar los residuos plásticos en las calles antes de ir al relleno sanitario, en este proceso no se involucra ningún tipo de tecnología y los productos obtenidos son los residuos generados por los diferentes sectores de la sociedad, como son el sector comercial, industrial, domestico e institucional.

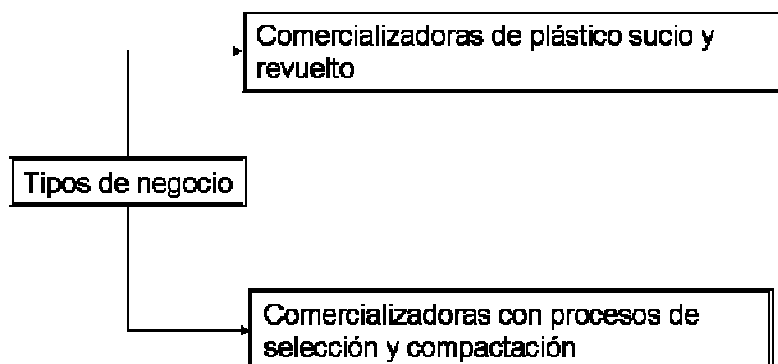
En el año 2005, la alcaldía de Medellín y la Secretaria de Medio Ambiente, realizó el primer censo a personas jurídicas y naturales dedicadas al reciclaje de residuos sólidos, la realización del censo tardó tres meses, y la manera como se recogieron los datos fue visitando a los recicladores en las calles en los puntos de

concentración que se generan de acuerdo a las rutas de recolección de basuras, donde se les preguntó el nombre de la compraventa donde cada uno llevaba el material, y luego se hizo un seguimiento varios días en cada compraventa, donde se entrevistaron los recicladores que iban diariamente. Para reconocer las personas censadas, a cada persona se le colocó una manilla.

El censo arrojó un total de 4000 recicladores en la ciudad y 225 establecimientos de compraventa de residuos sólidos recuperados, de los cuales el 80% trabaja con plástico.

9.2 LOS CENTROS DE RECEPCION DE RESIDUOS SÓLIDOS,

Los centros de recepción de residuos sólidos o centros de acopio, son las empresas que se dedican a comercializar los residuos tanto posconsumo como postindustriales, son la gran mayoría de establecimientos dedicados al reciclaje no solo de productos plásticos, sino también de materiales como vidrio, papel, metal, entre otros. En este punto de la cadena de reciclaje, se pueden reconocer dos tipos de negocio; el mas básico, que son las empresas que comercializan plástico sucio y revuelto, que tienen como único objetivo revender los residuos sin ningún proceso, y las empresas que involucran los procesos de selección y en algunos casos compactación de los residuos plásticos de acuerdo al tipo de resina. En las siguientes tablas se presentan algunas de este tipo de empresas, que están registradas en Medellín y su Área Metropolitana. Hay que tener en cuenta que la información que se presenta es solo una parte de las empresas del sector, ya que la mayoría de estas, por ser un negocio informal, aun no están registradas ante cámara y comercio por lo que no aparecen en el directorio telefónico y no fueron contactadas. Hay que resaltar además, que las empresas que acá se presentan, tampoco son la totalidad de empresas que aparecen en el directorio telefónico, ya que en algunas de las empresas no respondían o no les era posible suministrar información.



La maquinaria común en todas estas empresas son las basculas o pesas, tanto manuales como digitales, y en algunos sitios prensas para empaclar los materiales.

Tabla 16 comercializadoras de plástico sin seleccionar

	NOMBRE	TELEFONO	DIRECCIÓN
1	Deposito Los Marinillos	5130669	Cl. 57 54-114
2	Excedentes Diego Herrera	2337365	CR 50C 66-61
3	Excedentes El Jardín	2636352	k.o. 51 77-102
4	Excedentes Ismina	3161316	Cl 27ª 54-30
5	Excedentes La Sierra	2729051	Cl 46ª 46-38 Bello
6	Excedentes Nicolás Montoya	4062674	Cr 17 20-51 Barbosa
7	Excedentes San Fernando	3620775	Cr 47 85-125 Itagüí
8	Excedentes Taboga	2304666	Cr 64 44-72
9	Remate Cerebro	2512726	Cl 56 54-115

Las empresas anteriores tienen todas pocos años en el mercado, la gran mayoría empezaron a funcionar a partir del año 2000; dentro de esta muestra de empresas se destacan como la más antigua, la empresa Excedentes Diego Herrera, que lleva 7 años en el medio, y la más reciente Remates Cerebro que inició en el año 2006.

Las empresas dedicadas a la comercialización de residuos plásticos separados, son la gran mayoría de empresas y negocios en la región que aparecen en la cadena de reciclaje de plásticos. Esta mayor participación, se debe en gran parte a que el proceso de separación se hace manualmente y no involucra grandes costos ni tecnología. En la siguiente tabla aparecen las empresas que fueron contactadas y algunas de ellas visitadas; estas empresas son solo una muestra representativa que proporcionó información suficiente para reconocer el sector, cabe anotar también que la mayoría de estas empresas funcionan de manera informal, y para ubicarlas se deben visitar los sectores donde se agrupan estas empresas, como lo son Moravia, Barrio Colombia, Zamora y Naranjal, entre otros.

Tabla 17 Empresas comercializadoras

	NOMBRE	TELEFONO	DIRECCIÓN
1	Centro Acopio Municipal AINSA ⁹ Acodal	2322668	CI 26 44-27
2	Actuar Famiempresas	4508800	Cr 45 26-175 Bello
3	Arreciclar ¹⁰	5135101	Cr 46 52-140 Of. 711
4	Chatarrería Colias	2673416	CI 102 65-02
5	Chatarrería Gota	5133804	Cr 53 60-17
6	Chatarrería La Amistad	3240100	CI 51 34-36
7	Chatarrería La Bahía	2722975	CI 51 43-27 Bello
8	Chatarrería León	2781208	CI 128 Sur 48-47 Caldas
9	Chatarrería Ochoa	2887621	Cr 46Cc 74S-26 Sabaneta

⁹ Asociación Ingenieros Sanitarios Antioquia

¹⁰ Asociación de recicladores de Antioquia

10	Chatarrería Segundas Bombay Chaquiro	2883916	Cr 46 70S-35 Sabaneta
11	Chatarrería única	2320407	CI 39 52-83
12	Chatarrería Y Reciclaje J.R	5112043	Cr 55 44 ^a -11
13	Cooperativa Alborada	5431616	ClI30#30-59 El Carmen de Viboral
14	Cooperativa Antioqueña de Recolectores de Subproductos	5214474 -5214491	C Or 55 93E-15
15	Cooperativa de Trabajo Asociado Manos Solidarias	2144591	CI 104B 48-60 L- 113
16	Cooperativa De Trabajo Asociado Servimos	5618039	Cr 52 49-27 Rionegro
17	La Feria De La Chatarra	8288413	Cr 101 92 ^a -27. Apartadó
18	Planeta Verde	5321817	La Ceja
19	Promovemos	5680285	Rionegro
20	Recicalle	2556732	Cr 46A 88-26 Itagüí
21	Recicladora San Lázaro	3384659	CI 36 66B-163 Itagüí
22	Reciclajes Alfonso Arcila Rojas	2858134- 2555166	Cr 50 85B-06 Itagüí

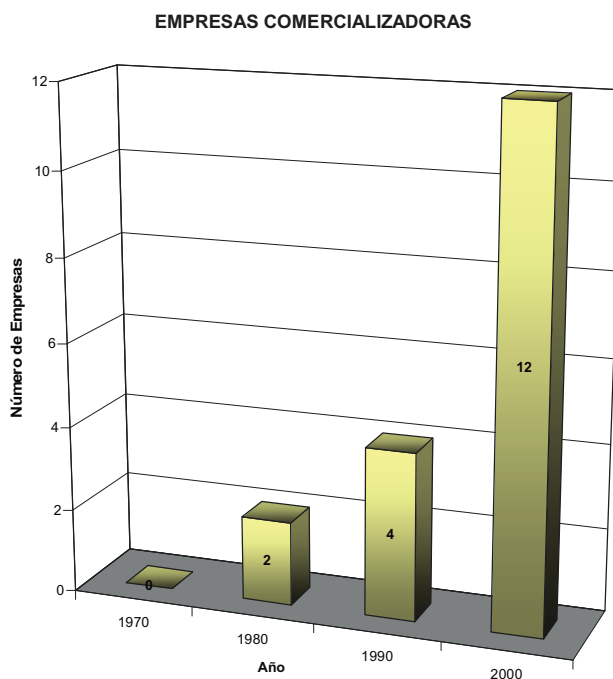
A continuación se muestra el crecimiento en las empresas comercializadoras mencionadas anteriormente, que hacen parte de la segunda etapa de la cadena de reciclaje. Con el año de creación de cada una, se puede observar como ha incrementado el número de empresas a partir de la década de los 70.

Tabla 18 Crecimiento empresas comercializadoras.

DECADA	EMPRESAS CREADAS
70	No se tiene registro de empresas comercializadoras creadas en esta década y que actualmente funcionen.

80	1987: Reciclajes Alfonso Arcilla Rojas 1989: Cooperativa Servimos
90	1995: Cooperativa Alborada 1998: Chatarrería Y Reciclaje J.R 1999: Recicladora San Lázaro 1999: Chatarrería Segundas Bombay Chaquiro
2000	2001: Cooperativa de Trabajo Asociado Manos Solidarias 2002: Chatarrería única 2002: Chatarrería Colias 2003: Chatarrería León 2003: La Feria De La Chatarra 2004: Chatarrería Ochoa 2004: Chatarrería La Amistad 2004: Recicalle 2004: Chatarrería Gota 2005: Centro Acopio Municipal 2005: Cooperativa Antioqueña de Recolectores de Subproductos 2005 Chatarrería La Bahía

Ilustración 31 Crecimiento empresas comercializadoras



9.2.1 Visitas Empresariales Realizadas a Centros de Recepción.

- COOPERATIVA SERVIMOS

Persona de contacto: Pedro Toro Arias (Gerente)

La cooperativa esta ubicada en el Km. 37 autopista Medellín Bogotá; empezó su funcionamiento en el año 1989 y desde sus inicios se ha dedicado al reciclaje de todo tipo de materiales. Los procesos que involucra para su funcionamiento son la recolección, acopio, clasificación, embalaje y despacho de plástico, papel, metal y vidrio. Actualmente la empresa cuenta con dos compactadoras de fabricación nacional. La participación de los plásticos con respecto a los demás materiales, es del 48% en volumen y 4% en peso aproximadamente; la captación promedio de plásticos mensualmente es de 12 toneladas, que a su vez son comercializadas en fardas o pacas de 300Kg. El precio de los diferentes productos plásticos es de

\$500/Kg. a \$1400/Kg., siendo el más costoso las películas transparentes de Polietileno de baja densidad y el más económico el plástico mezclado.

Ilustración 32 Cooperativa Servimos



- COOPERATIVA ALBORADA

Persona de contacto: Magnolia Hernández, Beatriz Moreno

La cooperativa fue fundada en 1994 en el municipio del Carmen de Viboral; es la entidad encargada del barrido de las vías, la recolección de residuos y el manejo del relleno sanitario. Los procesos que involucran los materiales plásticos, son la recolección, selección y comercialización de todo tipo de resinas. La cooperativa

tiene un registro de la recuperación anual de materiales plásticos desde que inicio su funcionamiento, donde se observa claramente el crecimiento del reciclaje. La siguiente tabla muestra el registro.

Tabla 19 Plástico Recuperado Cooperativa Alborada

Año	Plástico recuperado (Kg.)
1994	77.3
1995	1139
1996	1960
1997	2360
1998	1745
1999	3452
2000	5968
2001	25923
2002	53678
2003	36034
2004	77197
2005	94688
2006	75492



- CENTRO ACOPIO MUNICIPAL AINSA ACODAL

Persona de Contacto: Ing. Maria Victoria Gómez

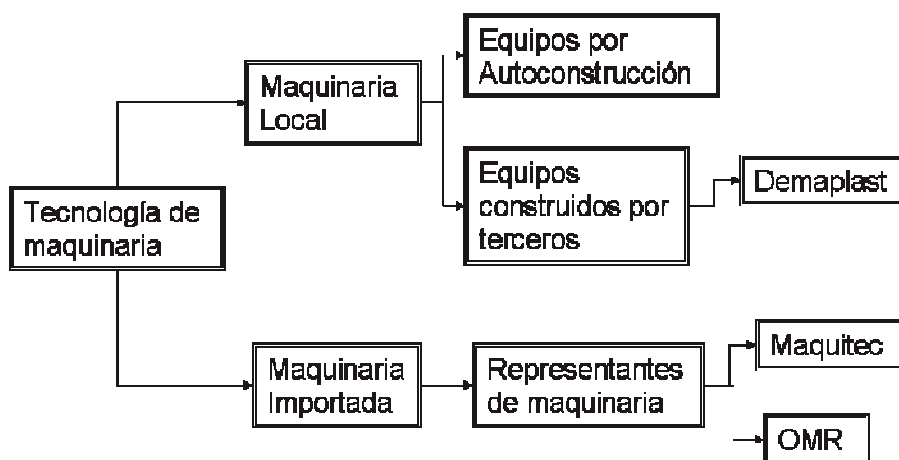
La empresa surge a mediados del año 2005, las actividades que se realizan son la separación y selección de diferentes materiales, como cartón, vidrio, plástico (PET en mayoría), y metales. Con lo que se refiere al reciclaje de plásticos, la principal función de la empresa es recibir el material recogido por los recicladores, pesarlo y

seleccionarlo, adicional e eso, Las botellas de PET con etiqueta plástica se les retira, luego todas las botellas son compactadas y amarradas en bloques. En cuanto a máquinas y equipos, la bodega cuenta con una maquina compactadora, varias básculas y muchas caretilas para alquilar a los recicladores.

9.3 EMPRESAS TRANSFORMADORAS DE LOS RESIDUOS PLASTICOS,

El tercer elemento de la cadena son aquellas empresas transformadoras de los residuos plásticos, en las que se involucran los procesos de selección, molido, aglutinado, lavado, secado, y pelletizado.

En el proceso de visitas a empresas transformadoras de residuos plásticos en la ciudad de Medellín, se encontró que estas se pueden clasificar de acuerdo a la tecnología utilizada así:



9.3.1 Tecnología local

Se define como tecnología local a todos aquellos equipos fabricados a nivel regional; este tipo de maquinaria se puede clasificar en dos tipos:

- Equipos y maquinaria por autoconstrucción, maquinaria fabricada en las instalaciones de la empresa transformadora de residuos plásticos, como es el caso de las empresas B-Plast y Danyplast que se encuentran en los informes de visitas realizadas.

- Equipos y maquinaria construida por terceros; es decir, empresas informales dedicadas a la fabricación y comercialización de maquinaria de acuerdo a las necesidades de un cliente específico para el procesamiento de plástico, como es el caso de la empresa Demaplast que se incluye en los informes de visitas empresariales realizadas.

El diseño y funcionamiento de estos dos tipos de maquinaria es tomado de la maquinaria existente en el medio y de las exposiciones de equipos en las ferias internacionales. La gran mayoría de empresas transformadoras que constituyen la cadena de reciclaje utilizan esta maquinaria local, ya que la diferencia en costos es bastante grande comparada con la maquinaria importada aunque es importante aclarar que por la capacidad de producción de la maquinaria importada se puede llegar a justificar la inversión.

La maquinaria local difiere de la maquinaria importada, como se acabo de mencionar, en gran parte por su capacidad de producción, lo que a su vez, se ve claramente reflejado en los diseños y procesos de fabricación de los equipos. Los equipos fabricados a nivel local, presentan grandes consumos de energía para su funcionamiento, esto debido a que las piezas que conforman la maquina, en su gran mayoría están sobredimensionadas; son piezas a las que no se les realizo ningún calculo de diseño de maquinas, ni se les calculó un factor de seguridad y por ende son construidas de tal forma, con componentes tan robustos que tienen una vida mucho mas larga de lo que realmente se esperaría. Pensando en lo que se refiere al mantenimiento que se le debe realizar a los equipos en planta, a la mayoría de las maquinas construidas a nivel local se les hace es un mantenimiento correctivo, se reparan cuando fallan, generando tiempos muertos de producción. Otro de los problemas observados con este tipo de maquinaria, es que en algunos casos, piezas como tornillos y tuercas no están estandarizadas, y al momento de hacer un desarme o sustitución de una pieza, se complica la labor de mantenimiento.

9.3.2 Tecnología importada

En Colombia el interés de las empresas por hacer inversiones en maquinaria importada en el sector del reciclaje de plásticos, es impulsado en gran parte por las ferias internacionales, como es el caso de Colombiaplast, que se lleva realizando cada dos años, en la ciudad de Bogotá desde el año 2000.

La tecnología importada que se encuentra en la ciudad de Medellín esta ubicada en muy pocas empresas y ha tenido acogida en los últimos años; las grades empresas que se encontraron, y que trabajan con alta tecnología son: Pellets, SC. Recycling y la Fundación Codesarrollo. Los principales países en los que se importa, son países Europeos, China, Taiwán y Estado Unidos. Este tipo de maquinaria, tiene buenos acabados, tiene en cuenta la seguridad del operario, y realiza procesos limpios, además de generar menores desperdicios o eliminarlos completamente, este tipo de maquinaria es reconocida por tener una mayor capacidad de producción, aunque hay que aclarar que la producción no solo depende del nivel tecnológico, sino también del orden y la distribución de los materiales y equipos al interior de la planta.

En la ciudad de Medellín, se pudo contactar dos representantes de maquinaria Internacional para el reciclaje de plásticos, como son Maquitec y OMR.

Maquitec, lleva en la ciudad alrededor de 30 años como representante de maquinaria para todo tipo de materiales como son textiles y plásticos entre otros, pero solo hasta hace dos años incursionó en el tema de maquinaria para el reciclaje de plásticos representando a una empresa Taiwanesa (MATILA), con la que hasta el momento no ha vendido maquinaria para algún proyecto de reciclaje de plásticos. La empresa ha importado molinos para el sector del plástico hace aproximadamente tres o cuatro años.

Ilustración 33 Logo Maquitec



@maquitecandina

OMR, es el otro representante de maquinaria contactado en la ciudad de Medellín. Con el tema de plásticos, lleva trabajando alrededor de 15 años en la ciudad, y específicamente con maquinaria para el reciclaje de plástico, tienen aproximadamente 10 años en el medio; representan maquinaria de fabricación nacional como es el caso de la empresa Indiser y maquinaria Taiwanesa con la empresa Matila. Desafortunadamente la empresa no ha vendido maquinaria para el reciclaje de plásticos, lo que demuestra una vez más que la mayoría de empresas en la región trabajan con maquinaria local y no invierten en tecnología importada.

Ilustración 34 Fabricante de maquinaria Taiwanesa



@matila

9.3.3 Comparación de Maquinaria Local e Importada.

A continuación se hace un paralelo entre la maquinaria local e importada para la transformación del plástico reciclado en los procesos de selección, molido, lavado, aglutinado, secado y pelletizado.

La capacidad de producción de los equipos para el reciclaje de plásticos difiere para cada empresa, depende de los requerimientos de la misma y de la manera de fabricación de la maquina. Los indicadores que se presentan en la comparación de maquinaria, son para tener una idea del funcionamiento de la maquinaria que actualmente opera en la ciudad de Medellín. Hay que resaltar que la evolución de las maquinas para la transformación de residuos plásticos se ha presentado básicamente en el diseño exterior de los equipos y no tanto en sus principios de funcionamiento, como lo son los materiales de fabricación, .el tipo conexiones eléctricas y motores y los elementos de básicos para cada máquina, como lo son cuchillas, rejillas, entre otras.

Una diferencia importante entre los equipos locales e importados es que en los equipos de fabricación local aproximadamente el 90% los materiales utilizados para su construcción son usados, mientras que en los equipos importados todos los materiales son nuevos por que deben cumplir una norma internacional para asegurar la calidad de los mismos.

- Selección

El proceso de selección en las empresas de la región se hace manualmente, tanto en las grandes empresas, como en los pequeños negocios, la diferencia esta en los equipos que se utilizan; por lo general, en las empresas con maquinaria de fabricación local la selección de los diferentes tipos de plástico se hace sobre una mesa o en algún lugar de la plata, mientras que en las grande empresas, que tienen procesos mas organizados, la selección es la primera etapa de una cadena de transformación del material y se hace sobre una banda transportadora, como se puede observar en las siguientes imágenes.



Ilustración 35 Comparación proceso de selección

Tecnología local	Tecnología importada
	

- Molido

Los molinos de fabricación local comparados con los importados, en cuanto a capacidad de producción no difieren mucho, son equipos sencillos, y de fácil mantenimiento. Tienen como desventaja el mayor consumo de energía debido al tipo de conexiones eléctricas que se utilizan y al igual que los demás equipos de fabricación local carecen de tableros e indicadores de operación.

Ilustración 36 Comparación Molinos



Tecnología local	Tecnología importada
 <p data-bbox="220 1771 724 1912"> Producción promedio: 120 -150Kg/h Potencia: 15Hp Velocidad: 1700 rpm </p>	 <p data-bbox="831 1771 1335 1912"> Producción promedio: 120 -150Kg/h Potencia: 15Hp Velocidad: 1700 rpm </p>

Motor trifásico Material cuchillas: Platina HR recubierta con soldadura	Motor trifásico Material cuchillas: Acero antifricción K100 ó DF2
--	--

- Aglutinado

Las aglutinadoras locales en algunos casos son utilizadas también como lavadoras, son fabricadas de diferentes tamaños según la capacidad de producción de la empresa, tiene como desventaja con respecto a algunos equipos importados, que son maquinas que funcionan independientemente, mientras que las de mayor tecnología hacen parte de un proceso continuo lo que agiliza la producción.

Ilustración 37 Comparación Aglutinadoras

Tecnología local	Tecnología importada
 <p>Motor 40Hp Velocidad: 1750 rpm Producción: 80Kg/h</p>	 <p>Motor 60Hp Velocidad: 3600 rpm Producción: 150Kg/h</p>

- Lavado

Tanto en la tecnología local como importada, el lavado de los residuos plásticos, se hace con agua, detergente y soda cáustica. La diferencia entre ambos procesos radica en el manejo de aguas; en la tecnología local no hay ningún tipo de aprovechamiento de esta, va directamente al alcantarillado, mientras que la tecnología importada hay un tratamiento para hacer recircular las aguas, es un proceso continuo de molido, lavado y secado. Para el proceso de lavado, la maquinaria de tecnología importada es difícil de hallar ya que los países fabricantes reciclan los materiales antes de ir a la basura. En las empresas de la región; en lo que se refiere a lavadoras, tienen mayor acogida las construidas localmente, ya que están fabricadas de acuerdo a las condiciones de contaminación en que se encuentran los residuos plásticos en los rellenos, lo que no sucede con las lavadoras importadas, ya que presentan problemas, como por ejemplo obstrucción en filtros.

En el medio, las lavadoras y aglutinadoras son la misma maquina. Anteriormente, el lavado se hacia por medio de canecas, lo que demandaba mas operarios y mayor tiempo en el proceso

Ilustración 38 Comparación Lavadoras

Tecnología local	Tecnología importada
 <p data-bbox="220 1756 549 1883"> Motor: 25Hp Velocidad: 1700 rpm Consumo agua: 40 Lt/h </p>	

- Secado

Básicamente la diferencia entre los equipos de secado locales e importados esta en que el plástico previamente molido y lavado, en las secadoras locales, se necesita una persona para que este moviendo el material, lo que puede llegar a causar incendios en caso de que no se haga continuamente.

Ilustración 39 Comparación Secadoras



Tecnología local	Tecnología importada
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p>Anteriormente las secadoras funcionaban con resistencias eléctricas, que mas tarde fueron sustituidas por sistemas de gas debido al ahorro de energía que estas ultimas presentan. Se utilizan sistemas de gas hace aproximadamente 8 años. Trabaja con una turbina de aire con motores de 1Hp de potencia a 3600 rpm.</p>	

- Pelletizado.

Se muestran algunos de los componentes de una pelletizadora importada, y aunque no es de ultima tecnología es en su mayoría automatizada, hace parte de un proceso continuo en el que la materia prima en su estado original es transportada por una banda, que pasa a ser molida, aglutinada y finalmente paletizada sin intervenir en el proceso; el producto final, que en este caso son los pellets pasan a un silo para ser almacenados. Estas maquinas poseen por lo general un tablero de control electrónico para regular la temperatura, la frecuencia de pelletizado, tener claro el estado de operación de la maquina, entre otras

funciones. También cubre los elementos mecánicos y eléctricos que pongan en riesgo la seguridad de los operarios, tiene protectores para los motores, cadenas y elementos que puedan ser peligrosos. En el caso de los equipos de fabricación local, la mayoría de pelletizadoras operan de forma mecánica y tienen algunos elementos eléctricos, requieren de un operario que este pendiente del buen funcionamiento del proceso, de alimentar la maquina y de almacenar los pellets cada vez que la caneca donde se recogen se llene, no posee reguladores de temperatura, ni controles o tableros de operación, funcionan independiente de las demás maquinas que realizan los procesos previos al pelletizado y deja al descubierto elementos mecánicos y eléctricos, como bandas que pueden poner en riesgo la seguridad de la persona que opere la maquina. Adicionalmente, se incluye un ejemplo de maquinaria importada con aplicaciones locales, como lo es el caso de una pelletizadora en las que se incorporan escobas para separar y secar los hilos de plástico extruido, lo que podría ser fácilmente reemplazado por rodillos y sistemas de aire caliente haciendo más eficiente el proceso.

Ilustración 40 Comparación Pelletizadoras

Tecnología local	Tecnología importada
	

Motor extrusora: 25Hp – 1750 rpm Motor picadora: 2 Hp – 1750 rpm Cambia mallas metálico Producción: 80-100 Kg/h	Producción: 50-1000Kg/h
Pelletizadora con aplicaciones locales	
	

- Sistema de separación y secado de hilos extruidos en pelletizadora

En la mayoría de empresas que utilizan maquinaria local, involucran en sus procesos elementos no convencionales, y es común ver una escoba haciendo parte de las piezas de la maquina para separar y secar los hilos de material extruido, mientras que en los sistemas de tecnología importada se involucran sistemas de aire para el secado.



Ilustración 41 Comparación Sistemas de separación y secado

Tecnología local		Tecnología importada
		

- Almacenamiento

Los equipos locales para el almacenamiento de los pellets, son canecas plásticas y metálicas o costales, tienen poca capacidad por lo que se deben estar cambiando frecuentemente, lo que requiere mano de obra adicional y retarda los procesos, mientras que en la tecnología importada se utilizan silos, donde el material llega directamente de la pelletizadora.

Ilustración 42 Comparación Almacenamiento

Tecnología local	Tecnología importada
	

- Componentes eléctricos y electrónicos

Los equipos importados tienen por lo general componentes eléctricos y electrónicos para regular el consumo de energía y proteger la máquina en caso de alguna falla. Poseen tableros de control para facilitar la operación del equipo, permiten graduar y conocer el estado de operación del mismo. Los equipos locales por su parte son mucho más sencillos, algunos operan con instalaciones eléctricas domiciliarias y no industriales, a lo que se atribuye el mayor consumo de energía ya que se hace necesario crear una tercera fase en las líneas de corriente por

medio de capacitores para poder operar las maquinas, lo que le resta potencia al motor entre un 25 % al 30% de su capacidad.

Ilustración 43 Comparación Componentes eléctricos y electrónicos



9.3.4 Empresas Transformadoras contactadas

En este punto de la cadena del reciclaje del plástico, existen también empresas informales de las que no se tiene registro, aunque es claro que en menor cantidad que las empresas comercializadoras. Las siguientes son las empresas más reconocidas y con mayor trayectoria.

Tabla 20 Empresas Transformadoras

	NOMBRE	TELEFONO	DIRECCIÓN
1	Danyplas	2336748	Cr 51C 81-62
2	Inversiones Kdc	3739921	Cl 36 64-03 Itagüí
3	Mangueras y Maderas	2859895	Cra 42 85-75 Itagüí
4	Plasticos J.D.	2882205	Cr 43A 61S-152
5	Plasticos Maya	2122421	Cr 52 78-55
6	Plastirios	4631717	Cr 52 117-53
7	B-Plast	5713846	Cr 51B 78-56
8	Cooperativa De Excedentes Industriales-Coodexin	4562069	Cr 44 52-35 Bello
9	Demaplast	3615473	Cra 52 N°6 sur 100
10	Dorplast	2336742	Cr 53ª 85-89
11	Pellets		
12	Plastipol	3778493	Cra 50ª N°39ª-6

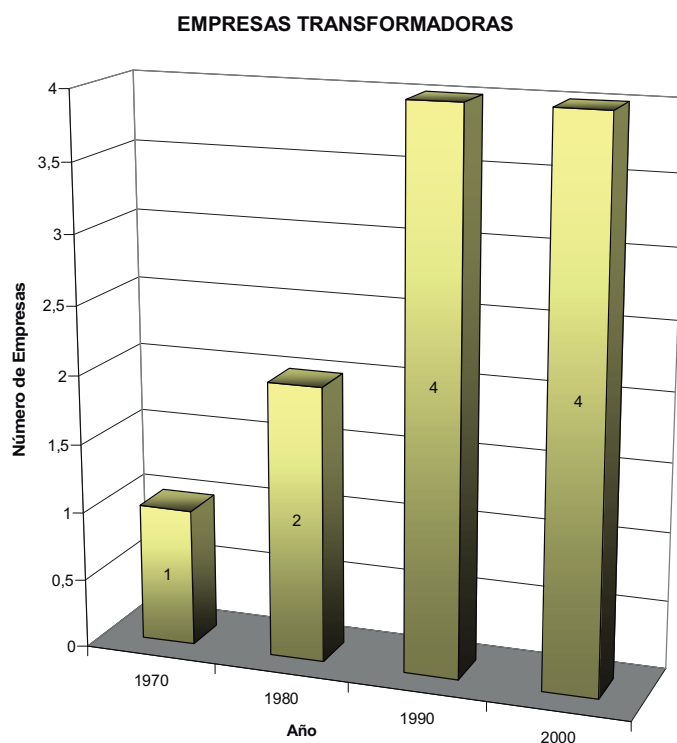
			Itagüí
13	Precooperativa Conrecicladores (CODESARROLLO)	4647272	Cr 64Aa 113-112
14	Recipol	2346603	Cr 84 63-76
15	Sc Recycling S.A.	2819068	CI 51 40-124 Itagüí
16	Zaplás	2579002	CI 75 64A-30

En la siguiente tabla se encuentra la fecha de creación de las empresas transformadoras de plástico recuperado en Antioquia, buscando con esto tener una idea de cómo ha evolucionado el sector a partir de la década de los 70.

Tabla 21 Crecimiento empresas Transformadoras

DECADA	EMPRESAS CREADAS
70	1961: Precooperativa Conrecicladores (CODESARROLLO)
80	1985: B-Plast 1987: Zaplás
90	1994: Cooperativa De Excedentes Industriales-Coodexin 1997: Plastirios 1997: plásticos J.D. 1999: plásticos Maya
2000	2000: Sc Recycling S.A 2001: Inversiones Kdc 2002: Danyplas 2005: Dorplast

Ilustración 44 Crecimiento Empresas Transformadoras



9.3.5 Visitas Realizadas a Empresas transformadoras

- S.C RECYCLING S.A

Persona de contacto : Federico Martinez (Gerente)

La empresa esta ubicada en el municipio de Itagüí y tiene como principal actividad la transformación y el reciclaje de plásticos; fue fundada en el año 2000 e involucra todo tipo de resinas plásticas en sus procesos de recolección, compra, selección, molido, aglutinado, pelletizado, y comercialización. Actualmente trabaja con maquinaria semiautomática importada. Cuenta con una pelletizadora China importada en el año 2002, cuatro aglutinadoras italianas importadas en el mismo año y una línea de lavado importada en el año 2004. En el año 2006 la empresa tuvo un promedio de recuperación de 350 toneladas de plástico mensuales, lo que

muestra el gran incremento con respecto a los años anteriores, en los que tenía una recuperación promedio de 100 a 150 toneladas mensuales desde que inicio su operación.

- B-PLAST

Persona de contacto: Bernardo José Zapata Jiménez

La empresa esta ubicada en la ciudad de Medellín, fue fundada en el año 1985 como una empresa de reciclaje de plásticos. Trabaja con todo tipo de resinas plásticas, excluyendo únicamente los materiales de ingeniería o materiales compuestos. En sus inicios solo involucraba el proceso de selección de los plásticos y el molido como un servicio que se contrataba. En el año 1988 la empresa además de la selección, contaba con los procesos de molido y secado realizado con maquinaria fabricada por ellos mismos, y el proceso de lavado que se hacia manualmente. En 1990 la empresa comienza a paletizar y en 1992 se fabrica al interior de la empresa la primer lavadora. Actualmente la empresa hace énfasis el proceso de pelletizado, ya que por ser el que involucra mayor tecnología, es el mas rentable, y esta incursionando en la fabricación de grapas y zunchos, aunque continua con los procesos de selección, molido, lavado, secado, que ha ido mejorando con el tiempo.

Ilustración 45 Zunchos B-Plast



La empresa solo tiene registro de la cantidad de plástico que recupera desde el año 2000. En el año 2006, la empresa recupero un total de 1380 toneladas, y tiene un crecimiento aproximado de 50 a 100 toneladas por año.

Toda la maquinaria con que B-Plast cuenta actualmente es de fabricación local, hecha, siendo estos equipos no muy tecnificados y con una capacidad de producción menor en comparación con maquinaria internacional. La empresa cuenta con dos molinos, tres secadoras a gas, dos lavadoras y dos pelletizadoras.

Ilustración 46 Secadora B-Plast



Ilustración 47 Pelletizadora B-Plast



Ilustración 48 Lavadora B-Plast



- DANYPLAST

Persona de contacto: José Contreras

La empresa esta ubicada en la ciudad de Medellín, en el barrio Miranda; hace 5 años esta en el medio trabajando con el tema de reciclaje de plásticos enfocándose únicamente a los residuos hospitalarios. La empresa involucra los procesos de separación, molido, lavado y secado de los residuos plásticos y tiene una capacidad de producción de 20 toneladas mensualmente. Cuenta con maquinas lavadoras, secadoras a gas y molinos construidas al interior de la empresa, bajo la supervisión del señor José Contreras, quien a su vez presta el servicio de construcción de maquinaria cuando alguien lo requiera. Estas son algunas de las fotos de la empresa:

Ilustración 49 Residuos Hospitalarios



Ilustración 50 Secadora Danyplast



Ilustración 51 Jeringa molida



Ilustración 52 Cuchillas Molino



- PLASTIPOL LTDA

Persona de Contacto: Dayro López

La actividad de la empresa es básicamente la transformación de residuos post industriales plásticos en “madera plástica” principalmente estibas y estacones, entre otras piezas como perreras, palomeras, sillas y demás que se realizan bajo pedidos por catálogos. Los materiales involucrados son la rafia amarilla y negra (derivado de PP y PS u otras mezclas, después de pasarlos por el aglutinador), PP, PS, remolido negro y verde y recuperados post industriales internos. Actualmente cuenta con tres extrusoras, un molino, una aglutinadora, un taladro de banco, un chiller, diferenciales, moldes todo construido a nivel local

Ilustración 53 Logo Plastipol



- PLANTA DE PET – CODESARROLLO

Persona de Contacto: Guillermo Cardona

La actividad de la empresa es el reciclaje de botellas de PET y fibra de poliéster.

El PET utilizado por la empresa es de tipo postindustrial y post consumo. Con el material de post consumo el proceso que se realiza es el siguiente: se debe tener mucho cuidado en retirar el liner¹¹ de las tapas que por lo general son de PVC. EL PVC es un gran contaminante del PET ya este ambos tiene una densidad aproximada de 1.38 gr/cm³ por lo cual puede ser confundido muy fácilmente en un proceso de separación por densidades. Después de separar el PVC del PET se muele toda la botella con etiqueta y tapa. El producto molido es lanzado a un tanque con agua donde por diferencia de densidades el PET se hunde y el PP y PE flotan. Por medio de tornillos sin fin se transporta tanto el PET como el PP y PE hasta ser empacados en sacos diferentes. De aquí pasa el producto al lavado con soda cáustica. Luego el material es secado con maquinas de centrifugado. En este punto se tienen escamas de PET lavadas y listas para uso industrial. Un porcentaje de la producción es exportado en escamas y el complemento continúa el proceso de extrusión utilizando una mezcla de 50% de escamas de PET y un 50% de fibra de poliéster para finalmente obtener los gránulos de poliéster.

¹¹ Liner: película plástica, por lo general translúcida ubicada en la parte interior de las tapas plásticas.

La empresa cuenta con toda la maquinaria importada necesaria para sacar su producto de manera casi automática. La primera maquina es una picadora de fibra de poliéster, en conjunto con una picadora de PET. La segunda maquina es la que se separa el PET de los demás materiales en un tanque de agua. Luego se tienen varias secadoras centrifugas de impacto y de velocidad. La de velocidad es la que seca a la escama y la de impacto la separa del ripio o material muy pequeño que es casi polvo y no puede ser procesado posteriormente. La siguiente maquina es la extrusora a la que se le introduce 50% PET y 50% poliéster. Inmediatamente después de la extrusión y su enfriamiento se tiene una cortadora que corta el material extruido en pequeños gránulos. Finalmente antes de ser empacado el material es cernido en una maquina semiautomática para garantizar un tamaño de grano uniforme.

- DEMAPLAST

Persona de contacto: Kennedy Gaitan Suárez.

La empresa esta ubicada en el municipio de Itagüí, y se dedica al desarrollo de maquinaria para plásticos. La empresa funciona hace 5 años y ha realizado maquinaria como lavadoras, aglutinadoras, pelletizadoras y extrusoras para el reciclaje de plásticos. Fabricar una maquina a nivel local cuesta alrededor de 8 millones de pesos y es vendida a un valor promedio de 15 millones, mientras que comprar una maquina importada, esta alrededor de 50 millones de pesos, razón por la cual aparece el negocio de fabricación de maquinaria. Estas empresas, al igual que todas las relacionadas con el reciclaje de plásticos trabajan de manera informal en la ciudad y están en su gran mayoría por personas empíricas que tienen experiencia en el tema. Las siguientes fotografías muestran una aglutinadora y una pelletizadora en proceso de construcción.

Ilustración 54 Maquinaria Demaplast

Base Aglutinadora	Tanque Aglutinadora	Extrusora en construcción
		

10. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS CORPORACIONES AMBIENTALES

A continuación se documenta la información de las corporaciones ambientales de la región, como son Corantioquia, Cornare y Corpuraba con lo que se refiere al tema de manejo integral de residuos sólidos y reciclaje de plásticos.

En Antioquia, las tres corporaciones ambientales existentes, empiezan a funcionar como tal con la creación del ministerio del medio ambiente en el país, a partir de la Ley 99 del año 1993 buscando reordenar el sector ambiental en Colombia. En el año de 1997, el estado expide la política nacional de residuos sólidos, que buscaba básicamente lograr la separación de residuos desde la fuente y organizar los procesos de recolección, transporte y entierro de residuos. Con esta política, se empieza a hablar del manejo integral de residuos sólidos en los municipios, conocido con las siglas MIRS. La política tenía cuatro principios fundamentales que eran: la Minimización, que busca la optimización de materiales por parte de los generadores industriales para lograr una producción mas limpia, el Máximo Aprovechamiento, que esta dirigido a todo tipo de generadores y se preocupa por que hacer con los residuos, y promueve estrategias como el reciclaje, el compostaje y la lombricultura, la Disposición Final Controlada, para la disminución de impactos negativos en el medio ambiente, y finalmente la Educación para sensibilizar la sociedad. Esta política, tuvo un inconveniente, y fue justamente que estar en calidad de política ya que esto no implicaba un estricto cumplimiento por parte de todos los municipios de la región. Debido a esto, en el año 2002, aparece el decreto 1713, que reglamenta el servicio publico de aseo en el marco de la Gestión Integral de Residuos sólidos; GIRS, lo que obligó a los municipios a formular un plan para la gestión integral de residuos sólidos.

Actualmente, ninguna de las tres corporaciones ambientales en Antioquia tiene un manejo específico para el reciclaje de plásticos, lo que hacen trabajos de educación con las comunidades urbanas, con los generadores domiciliarios, institucionales, del comercio y la industria, para optimizar los recursos. Manejan proyectos de separación de residuos en la fuente, recolección selectiva y para lograr un máximo aprovechamiento, tanto de los residuos orgánicos, con la construcción de composteras y lombricultivos y construcción de bodegas de reciclaje y dotación de equipos para el trabajo con materiales inorgánicos. Uno de los proyectos que más se acerca al reciclaje de plásticos, lo tiene Corantioquia que trabaja con una ONG llamada ECORREGION y tienen una red de comercialización de reciclaje en el Suroeste, con sede en el municipio de Bolombolo y cuenta con una máquina picadora de plástico, prensas y molinos para vidrio.

Una de las causas de no tener procesos de transformación de reciclaje en las corporaciones ambientales, es por que los municipios de la región son muy pequeños, ya que solo para municipios de más de 8000 usuarios; entendiéndose como usuario cada una de las viviendas u entidades públicas y privadas, se debe hacer un estudio de factibilidad para reciclar.

10.1 CORANTIOQUIA

CORANTIOQUIA es una entidad corporativa de carácter público y de orden nacional, con patrimonio propio, personería jurídica y autonomía administrativa y financiera, integrada por ochenta municipios cuyos territorios se localizan en las vertientes y tierras tributarias del Cauca antioqueño y la cuenca del Río Medellín, Porce, Nechí, así como parte del Magdalena Antioqueño

Corresponde a Corantioquia administrar los recursos naturales renovables a través de un conjunto de actuaciones jurídicas y técnicas, tanto para el otorgamiento de permisos, autorizaciones y licencias ambientales exigidos en la

ley para el uso, aprovechamiento y movilización de los mismos, como para regular el desarrollo de actividades que puedan afectar el medio ambiente.

Ilustración 55 Logo Corantioquia



@Corantioquia

La ley 99 de 1993, que instauró en Colombia el Ministerio del Medio Ambiente y reordenó el sector público para la gestión y conservación del mismo y sus recursos naturales renovables, dispuso la creación de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, CORANTIOQUIA, y a su vez asignó en su Artículo 31 las funciones que deben ejercer las Corporaciones Autónomas Regionales; como son:

- Ejecutar las políticas, planes y programas nacionales en materia ambiental definidos por la ley aprobatoria del Plan Nacional de Desarrollo y del Plan Nacional de Inversiones o por el Ministerio del Medio Ambiente, así como los del orden regional que le hayan sido confiados conforme a la ley, dentro del ámbito de su jurisdicción.
- Ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, de acuerdo con las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente.
- Promover y desarrollar la participación comunitaria en actividades y programas de protección ambiental, de desarrollo sostenible y de manejo adecuado de los recursos naturales renovables.

- Coordinar el proceso de preparación de los planes, programas y proyectos de desarrollo medioambiental que deban formular los diferentes organismos y entidades integrantes del Sistema Nacional Ambiental (SINA) en el área de su jurisdicción y en especial, asesorar a los Departamentos, Distritos y Municipios de su comprensión territorial en la definición de los planes de desarrollo ambiental y en sus programas y proyectos en materia de protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, de manera que se asegure la armonía y coherencia de las políticas y acciones adoptadas por las distintas entidades territoriales.
- Participar con los demás organismos y entes competentes en el ámbito de su jurisdicción, en los procesos de planificación y ordenamiento territorial a fin de que el factor ambiental sea tenido en cuenta en las decisiones que se adopten.
- Celebrar contratos y convenios con las entidades territoriales, otras entidades públicas y privadas y con las entidades sin ánimo de lucro cuyo objeto sea la defensa y protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, con el fin de ejecutar de mejor manera alguna o algunas de sus funciones, cuando no corresponden al ejercicio de funciones administrativas.
- Promover y realizar conjuntamente con los organismos nacionales adscritos y vinculados al Ministerio del Medio Ambiente, y con las entidades de apoyo técnico y científico del Sistema Nacional Ambiental (SINA), estudios e investigaciones en materia de medio ambiente y recursos naturales renovables.
- Asesorar a las entidades territoriales en la formulación de planes de educación ambiental formal y ejecutar programas de educación ambiental no formal, conforme a las directrices de la política nacional.

- Otorgar concesiones, permisos, autorizaciones y licencias ambientales requeridas por la ley para el uso, aprovechamiento o movilización de los recursos naturales renovables o para el desarrollo de actividades que afecten o puedan afectar el medio ambiente. Otorgar permisos y concesiones para aprovechamientos forestales, concesiones para el uso de aguas superficiales y subterráneas y establecer vedas para la caza y pesca deportiva.
- Fijar en el área de su jurisdicción, los límites permisibles de emisión, descarga, transporte o depósito de sustancias, productos, compuestos o cualquier otra materia que puedan afectar el medio ambiente o los recursos naturales renovables y prohibir, restringir o regular la fabricación, distribución, uso, disposición o vertimiento de sustancias causantes de degradación ambiental. Estos límites, restricciones y regulaciones en ningún caso podrán ser menos estrictos que los definidos por el Ministerio del Medio Ambiente.
- Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de las actividades de exploración, explotación, beneficio, transporte, uso y depósito de los recursos naturales no renovables, incluida la actividad portuaria con exclusión de las competencias atribuidas al Ministerio del Medio Ambiente, así como otras actividades, proyectos o factores que generen o puedan generar deterioro ambiental. Esta función comprende la expedición de la respectiva licencia ambiental. Las funciones a que se refiere este numeral serán ejercidas de acuerdo con el artículo 58 de esta ley.
- Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que

puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. Estas funciones comprenden la expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos.

- Recaudar, conforme a la ley, las contribuciones, tasas, derechos, tarifas y multas por concepto del uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, fijar su monto en el territorio de su jurisdicción con base en las tarifas mínimas establecidas por el Ministerio del Medio Ambiente.
- Ejercer el control de la movilización, procesamiento y comercialización de los recursos naturales renovables en coordinación con las demás Corporaciones Autónomas Regionales, las entidades territoriales y otras autoridades de policía, de conformidad con la ley y los reglamentos; y expedir los permisos, licencias y salvoconductos para la movilización de recursos naturales renovables.
- Administrar, bajo la tutela del Ministerio del Medio Ambiente las áreas del Sistema de Parques Nacionales que ese Ministerio les delegue. Esta administración podrá hacerse con la participación de las entidades territoriales y de la sociedad civil.
- Reservar, alinderar, administrar o sustraer, en los términos y condiciones que fijen la ley y los reglamentos, los distritos de manejo integrado, los distritos de conservación de suelos, las reservas forestales y parques naturales de carácter regional, y reglamentar su uso y funcionamiento. Administrar las Reservas Forestales Nacionales en el área de su jurisdicción.
- Imponer y ejecutar a prevención y sin perjuicio de las competencias atribuidas por la ley a otras autoridades, las medidas de policía y las sanciones previstas en la ley, en caso de violación a las normas de

protección ambiental y de manejo de recursos naturales renovables y exigir, con sujeción a las regulaciones pertinentes, la reparación de los daños causados.

- Ordenar y establecer las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas ubicadas dentro del área de su jurisdicción, conforme a las disposiciones superiores y a las políticas nacionales.
- Promover y ejecutar obras de irrigación, avenamiento, defensa contra las inundaciones, regulación de cauces y corrientes de agua, y de recuperación de tierras que sean necesarias para la defensa, protección y adecuado manejo de las cuencas hidrográficas del territorio de su jurisdicción, en coordinación con los organismos directores y ejecutores del Sistema Nacional de Adecuación de Tierras, conforme a las disposiciones legales y a las previsiones técnicas correspondientes; Cuando se trate de obras de riesgo y avenamiento que de acuerdo con las normas y los reglamentos requieran de Licencia Ambiental, esta deberá ser expedida por el Ministerio del Medio Ambiente.
- Ejecutar, administrar, operar y mantener en coordinación con las entidades territoriales, proyectos, programas de desarrollo sostenible y obras de infraestructura cuya realización sea necesaria para la defensa y protección o para la descontaminación del medio ambiente y los recursos naturales renovables.
- Adelantar en coordinación con las autoridades de las comunidades indígenas y con las autoridades de las tierras habitadas tradicionalmente por comunidades negras, a que se refiere la Ley 70 de 1993, programas y proyectos de desarrollo sostenible y de manejo, aprovechamiento, uso y conservación de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.

- Implantar y operar el Sistema de Información Ambiental en el área de su jurisdicción, de acuerdo con las directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente.
- Realizar actividades de análisis, seguimiento, prevención y control de desastres, en coordinación con las demás autoridades competentes, y asistirles en los aspectos medioambientales en la prevención y atención de emergencias y desastres; adelantar con las administraciones municipales o distritales programas de adecuación de áreas urbanas en zonas de alto riesgo, tales como control de erosión, manejo de cauces y reforestación.
- Transferir la tecnología resultante de las investigaciones que adelanten las entidades de investigación científica y de apoyo técnico del nivel nacional que forman parte del Sistema Nacional Ambiental, SINA, y prestar asistencia técnica a entidades públicas y privadas y a los particulares, acerca del adecuado manejo de los recursos naturales renovables y la preservación del medio ambiente, en la forma que lo establezcan los reglamentos y de acuerdo con los lineamientos fijados por el Ministerio del Medio Ambiente.
- Imponer, distribuir y recaudar las contribuciones de valorización con que haya de grabarse la propiedad inmueble, por razón de la ejecución de obras públicas por parte de la Corporación, fijar los demás derechos cuyo cobro pueda hacer conforme a la ley.
- Asesorar a las entidades territoriales en la elaboración de proyectos en materia ambiental que deban desarrollarse con recursos provenientes del Fondo Nacional de Regalías o con otros de destinación semejante.
- Adquirir bienes de propiedad privada y los patrimoniales de las entidades de derecho público y adelantar ante el juez competente la expropiación de bienes, una vez surtida la etapa de negociación directa, cuando ello sea necesario para el cumplimiento de sus funciones o para la ejecución de

obras o proyectos requeridos para el cumplimiento de las mismas, e imponer las servidumbres a que haya lugar, conforme a la ley.

- Promover y ejecutar programas de abastecimiento de agua a las comunidades indígenas y negras tradicionalmente asentadas en el área de su jurisdicción, en coordinación con las autoridades competentes.
- Apoyar a los concejos municipales, a las asambleas departamentales y a los consejos de las entidades territoriales indígenas en las funciones de planificación que les otorga la Constitución Nacional.
- Las demás que anteriormente estaban atribuidas a otras autoridades, en materia de medio ambiente y recursos naturales renovables, dentro de sus respectivos ámbitos de competencia, en cuanto no pugnen con las atribuidas por la Constitución Nacional a las entidades territoriales, o sean contrarias a la presente ley o a las facultades de que ella inviste al Ministerio del Medio Ambiente.
- Sin perjuicio de las atribuciones de los municipios y distritos en relación con la zonificación y el uso del suelo, de conformidad por lo establecido en el artículo 313 numeral séptimo de la Constitución Nacional, las Corporaciones Autónomas Regionales establecerán las normas generales y las densidades máximas a las que se sujetarán los propietarios de vivienda en áreas suburbanas y en cerros y en montañas, de manera que se protejan el medio ambiente y los recursos naturales. No menos del 70% del área a desarrollar en dichos proyectos se destinará a la conservación de la vegetación nativa existente.

Corantioquia con el fin de realizar la gestión de una manera integral, ha dividido su jurisdicción en 8 oficinas Territoriales, que agrupan a los municipios socios de la corporación, obedeciendo a los criterios de funcionalidad administrativa y características biogeográficas. La jurisdicción tiene un área de 36.000 Km² (66% de los municipios del departamento), con un cubrimiento de 3'200.000 habitantes (65% de la población de Antioquia).

Las denominaciones de las unidades regionales son un homenaje a los antiguos habitantes que ocuparon el territorio a la llegada de los españoles con el fin de recuperación de la identidad cultural de las diferentes regiones y aportar elementos de identidad a las generaciones futuras. (CORANTIOQUIA@2007)

Ilustración 56 Jurisdicción Corantioquia



@Corantioquia

La tabla que se presenta a continuación muestra como están conformadas las 8 oficinas que componen la jurisdicción de Corantioquia.

Tabla 22 Jurisdicción Corantioquia

TERRITORIAL PANZENU	
Extensión	9.030 Km2
Municipios	Cáceres, Caucasia, El Bagre, Nechí, Tarazá, Valdivia, Zaragoza.
Sede Territorial	Caucasia
Temperatura	28 grados

TERRITORIAL LOS TAHAMÍES	
Extensión	8.275 Km2
Municipios	Angostura, Anori, Gómez Plata, Briceño, Carolina del Principie, Don Matías, Entrerios, Ituango, Yarumal, Belmira, Toledo, San Andrés de Cuerquí, San Jose de la Montaña, Guadalupe, San Pedro de los Milagros, Santa Rosa de Osos, Campamento.
Sede Territorial	Santa Rosa de Osos.
Temperatura	21 grados
TERRITORIAL LOS HEVÉXICOS	
Extensión	2.516 Km2
Municipios	Anzá, Buriticá, Caicedo, Ebéjico, Liborina, Olaya, Sabanalarga, San Jeronimo, Santa Fé de Antioquia, Sopetrán.
Sede Territorial	Santa Fé de Antioquia.
Temperatura	28 grados
TERRITORIAL CITARÁ	
Extensión	2.077 Km2
Municipios	Andes, Betania, Betulia, Ciudad Bolivar, Cocordia, Hispania, Jardín, Salgar.
Sede Territorial	Hispania.
Temperatura	28 grados
TERRITORIAL CARTAMA	
Extensión	1.567 Km2
Municipios	Caramanta, Fredonia, Jericó, La Pintada, Montebello, Pueblo Rico, Santa Bárbara, Tamesis, Tarso, Valparaíso, Venecia.
Sede Territorial	Jericó
Temperatura	28 grados

TERRITORIAL ABURRÁ SUR	
Extensión	1.691 Km2
Municipios	Amaga, Armenia, Caldas, Envigado, Sabaneta, Itagui, Heliconia, Angelopolis, Titiribí, La Estrella.
Sede Territorial	Medellín
Temperatura	28 grados
TERRITORIAL ABURRÁ NORTE	
Municipios	Barbosa, Bello, Copacabana, Girardota, Medellín.
Sede Territorial	Medellín.
Temperatura	28 grados
TERRITORIAL ZENUFANÁ	
Extensión	10.818 Km2
Municipios	Amalfí, Caracolí, Cisneros, Maceo, Puerto Berrio, Puerto Nare, Remedios, Segovia, Yalí, Yolombó, Yondó, Vegachí.
Sede Territorial	Puerto Berrio.
Temperatura	22 grados

10.2 CORNARE

En la década de los 70, el Oriente Antioqueño era considerado como una región estratégica para Antioquia y el país por su potencial biodiverso, empezaba a abrirse paso como polo de desarrollo con grandes obras de infraestructura, entre ellas la construcción del aeropuerto José María Córdova, la autopista Medellín - Bogotá y la zona de embalses. Ante esta apertura de la industrialización, fue necesario de crear una entidad para encauzar el desarrollo sostenible de la región; es así como se gesta un movimiento en donde comunidades e instituciones expresaron al Gobierno Nacional este sentir y fruto de ello, surge CORNARE

como Corporación creada mediante ley 60 de 1983. Su misión esencial era direccional el desarrollo regional mediante la adecuada utilización de los recursos naturales, humanos y económicos para mejorar la calidad de vida de la población. Con la expedición de la ley 99 de 1993 que reordena el sector ambiental en Colombia y crea el entonces Ministerio del Medio Ambiente, se definen nuevas directrices a CORNARE, suprimiéndole la función de electrificación rural y de planificación del desarrollo para que oriente su misión como entidad ambiental autónoma, encargada específicamente de la administración eficiente de los recursos naturales y la biodiversidad del Oriente Antioqueño.

Ilustración 57 Logo Cornare



@Cornare

CORNARE tiene jurisdicción en 26 Municipios del Oriente Antioqueño que a su vez comprende las subregiones Bosques Húmedos Tropicales, Aguas, Valles de San Nicolás, Porce Nus y Páramo.

La región tiene una extensión de 8.318 KM² y una población aproximada de 640 mil habitantes distribuida en los municipios: Rionegro, Guarne, La ceja, Marinilla, El retiro, san Vicente, La Unión, El Santuario, El Carmen de Viboral, San Luís, Puerto Triunfo, Cocorná, San Francisco, Abejorral, Nariño, Argelia, Sonsón, Alejandría, Santo Domingo, San Roque, Concepción, Guatapé, San Rafael, San Carlos, El Peñol y Granada.

Tiene como principales objetivos, ejecutar políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales, y aplicar oportunamente las disposiciones legales vigentes sobre administración, control y manejo de los

recursos naturales renovables y en general la biodiversidad del Suroriente Antioqueño conforme a las regulaciones expedidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; que fueron definidos por la Ley 99. Entre las funciones de CORNARE, se encuentran:

- Coordinar y participar en los procesos de planificación y ordenamiento territorial con el fin de incluir el factor ambiental en las decisiones y proyectos que se adopten y ejecuten.
- Normatizar en la región del suroriente antioqueño los límites permisibles para uso y aprovechamiento de los recursos naturales.
- Asesorar, coordinar y apoyar las actividades de análisis, seguimiento, prevención y control de desastres con las autoridades competentes y prestar la asesoría técnica requerida.
- Ejercer la función de máxima autoridad ambiental en la jurisdicción.
- Otorgar concesiones, permisos, autorizaciones y licencias ambientales requeridas por la ley para uso, aprovechamiento o movilización de recursos naturales renovables, o para el desarrollo de actividades que afecten el medio ambiente.
- Promover y desarrollar la participación comunitaria en actividades y programas de gestión ambiental y desarrollo sostenible.
- Fomentar y realizar estudios e investigaciones en materia de medio ambiente y recursos naturales renovables, entre otras
- Propender por el desarrollo humano sostenible en la jurisdicción.

(CORNARE@, 2007)

10.3 CORPOURABA

Corpouraba es un Ente corporativo de carácter público creado mediante la ley 65 de 1968. La Ley 99 de 1993 la transforma en Corporación de Desarrollo Sostenible. Tiene una jurisdicción en 19 municipios del departamento de

Antioquia, 1'871.000 hectáreas de extensión, 623.792 habitantes, 329.446 asentados en la zona rural y 294.346 en áreas urbanas.

Ilustración 58 Logo Corpouraba



@Corpouraba

Su sede principal está en el municipio de Apartadó. Sus funciones son las de ejecutar las políticas, planes y programas nacionales en materia ambiental definidas por ley aprobatoria del Plan Nacional de Desarrollo y el Plan Nacional de Inversiones o por el Ministerio del Medio Ambiente como órgano rector de la política ambiental nacional, así como los del orden regional que le hayan sido confiados conforme a la ley, dentro del ámbito de su jurisdicción. Ejerce la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, de acuerdo con las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazados por el Ministerio del Medio Ambiente. Promueve inversiones ambientales y promueve la participación comunitaria en actividades y programas de protección ambiental, de desarrollo sostenible y de manejo adecuado de los recursos naturales renovables. En su vasta geografía comparte ecosistemas estratégicos y límites con los Departamentos de Córdoba y Chocó; hace parte de las regiones Andina, Caribe y Pacífico y constituye una porción del denominado Chocó Biogeográfico; tiene áreas costeras y marinas y comparte áreas de la cuenca del río Cauca y el Nudo del Paramillo. (CORPOURABA@,2007)

11.CONCLUSIONES

Los orígenes del reciclaje de plástico a nivel mundial, en Colombia, y especialmente en Antioquia son inciertos; no se conoce la fecha ni el lugar donde se inicio esta actividad; esto debido en gran parte, a que el reciclaje de plásticos nació como un negocio informal. Existen algunas instituciones; como Acoplasticos y el Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho, que se preocupan por el desarrollo del sector del plástico en el país; y aunque tienen información actualizada de los procesos, productos y tecnologías empleadas en el reciclaje del plástico, no tienen un conocimiento preciso de los orígenes de esta actividad.

Al consultar las tesis y proyectos de grado en las principales universidades de Medellín y algunas universidades en el país, se puede observar que el interés por el estudio del reciclaje de plásticos empezó en la década de los 90 y tuvo un gran incremento en la actividad por investigar el tema de reciclaje de plásticos a partir del año 2000; se puede ver también, que el tema es de interés en diversas áreas del conocimiento, como son la mayoría de ingenierías, administración, mercadeo, arquitectura y diseño, y aunque los estudios realizados tienen todos diferentes enfoques, no se encontró alguno que se interesara por conocer la evolución del reciclaje de plásticos .

En Antioquia comenzó la actividad de el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos; se inicio con la creación de una Planta de Trituración de Basuras, entre los años de 1968 y 1972, donde el vidrio era considerado como el principal problema, ya que el abono obtenido de dicho tratamiento estaba

mezclado con este y no fue bien aceptado en el medio. Hasta entonces el plástico no era considerado un residuo que necesitara tratamiento por parte de las entidades prestadoras del servicio de aseo de la ciudad. Solo hasta la apertura del parque industrial la pradera, y en convenio con la fundación CODESARROLLO, se empieza a seleccionar el plástico, específicamente PET, y en lo que se refiere a la transformación de residuos plásticos por parte de estas empresas, a penas, empieza a funcionar en mayo de 2007 en el Centro Industrial del Sur liderado por EVAS Enviambientales S.A E.S.P.

Se realizó un trabajo de campo con las empresas y personas involucradas en la cadena de reciclaje de plásticos en Antioquia, donde se pudo reconocer los procesos y las tecnologías que hay actualmente en la ciudad de Medellín. De una población de 82 empresas, fueron contactadas 47 de ellas, donde se encontró que solo tres empresas grandes importan maquinaria, correspondiente al 6.3% del total de la muestra, lo que significa que más del 90% de las empresas de la región trabajan con maquinaria local.

Localmente se fabrican máquinas muy eficientes, más que todo en el caso de molinos, aglutinadoras y secadoras, estas últimas a gas para ahorrar energía desde hace aproximadamente 8 años. En cuanto a la evolución de estos equipos, se puede decir que hay un avance significativo en lo que concierne al diseño exterior de los equipos, pero no tanto en el diseño mecánico de las piezas, los motores y sistemas eléctricos. En este caso no se puede generalizar al decir que toda la maquinaria local es buena o no, por que varía mucho de acuerdo a la fabricación y la manera como se utiliza en cada empresa, además cada máquina está adecuada a las necesidades particulares de los diferentes usuarios, y desde el momento que se empezó a usar de este tipo de maquinaria en la ciudad, ha habido fabricantes de máquinas eficientes, como también personas que buscan básicamente reducir costos y fabricar maquinaria de menor calidad.

En la actividad del reciclaje de plásticos la producción no depende solamente del nivel tecnológico que posea la empresa, si no también de los procesos productivos que tenga implementados, la rotación o flujos de inventarios, sistemas de selección, y en general el orden en que se encuentren las diferentes localidades de la planta.

Las corporaciones ambientales para Antioquia son Cornare, Corpuraba y Corantioquia, en el momento ninguna de ellas tiene un manejo específico para el reciclaje de residuos plásticos, lo que hacen es apoyar proyectos en los municipios de cada jurisdicción, por medio de capacitaciones a la comunidad, dotación de maquinaria y equipos y construcción de bodegas para garantizar una adecuada gestión integral de residuos sólidos generales.

12.RECOMENDACIONES

El Reciclaje de Plásticos en Antioquia, es un tema en el que la información esta muy dispersa, tanto así que hasta el momento no se conocen sus orígenes, ni se puede hablar con certeza de cuantas empresas o negocios dedicados al reciclaje de plásticos hay en la ciudad. La recomendación que se hace entonces es realizar un estudio para reconocer la totalidad de empresas, formales e informales que reciclan plástico actualmente en Medellín y el área metropolitana.

Una recomendación que se hace especialmente a los estudiantes de ingeniería mecánica y demás ingenierías de la universidad EAFIT, es empezar a desarrollar proyectos y a crear maquinas para el reciclaje de plásticos que estén adecuadas a las necesidades del país, para que en un futuro se pueda reconocer la maquinaria local a nivel nacional y se pueda comparar satisfactoriamente con la maquinaria internacional.

13. BIBLIOGRAFÍA

13.1 CLÁSICA

ACOPLASTICOS. Manual del Reciclador de Residuos Plásticos, Bogotá, Colombia, 1999. ISBN 958-33-0855-2.

ACOPLASTICOS. "Mercado nacional de resinas plásticas". En revista: Plásticos en Colombia, XXXV Edición, Colombia, 2005. 89p.

_____ "Un avance gremial y sectorial en reciclaje de plásticos". Colombia, 1998. 151p.

BUSTAMANTE PEREZ, Sergio. Guía para el manejo integral de residuos sólidos en el Valle de Aburra: área metropolitana del Valle de Aburra, Colombia, 2004.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA-CAR. Guía ambiental pequeñas empresas de transformación de residuos plásticos y textiles. 1997, Colombia, ISBN 958-8009-308.

EMPRESAS VARIAS DE MEDELLIN E.S.P. Estudio de mercado para material inorgánico parque ambiental La Pradera, Medellín, 2003.

FUNDACION CODESARROLLO. Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales, Medellín, Colombia, 2000.

G. Matthes. "Reciclaje de materiales plástico." En: Plásticos universales. 1991. ISSN 0303-4011. 33 p.

GIRALDO JIMENEZ, Oscar. Evaluación del Manejo de los Residuos Sólidos en Medellín, Contraloría General de Medellín, 2002-2003.

INDUSTRIAL WORLD, Reciclaje de plásticos. 1993, ISSN 0193- 0508. 13 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas Colombianas para la presentación de trabajos de grado. Quinta actualización. Bogotá DC.: ICONTEC, 2004. NTC 1486.

JARAMILLO VILLEGAS, Germán Alberto. Seminario internacional sobre reciclaje de plásticos: aspectos socioeconómicos del reciclaje de plásticos, Medellín-Colombia, 1995.

LUND, Herbert F. Manual Mc Graw-Hill de Reciclaje, España, 1996, ISBN 84-4810750-0

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO, Decreto N° 1713, Colombia, Agosto 6 de 2002.

MUÑOS SANCHEZ, Alberto. Residuos sólidos plásticos. Cuadernos del CIFCA, Madrid, 1980. ISBN 84-50002843-4

TCHOBANOGLOUS, George, THEISEN, Hilary, VIGIL, Samuel A. Gestión integral de Residuos Sólidos, Volumen 2, Mc Graw-Hill, España 1996, ISBN 84-481-1765-4

VON DER OHE, Walter, "Reciclaje mecánico de plásticos posconsumo en Alemania: ¿hasta donde se ha llegado?". En revista: Tecnología del plástico, 1996. ISSN 0120- 7644.

13.2 INTERNET

ACOPLASTICOS@

Asociación de plásticos Colombiana. Visitado en Noviembre de 2006.
http://www.acoplasticos.com/~acoplast/institucion/index.php?id_sesion

CORANTIOQUIA@

Corporación autónoma regional del centro de Antioquia. Visitado en enero de 2007. Disponible en: <http://www.corantioquia.gov.co/>

CORNARE@

Corporación Autónoma Regional Rionegro-Nare. Visitado en enero de 2007.
Disponible en: www.cornare.gov.co/

CORPOURABA@

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Uraba. Visitado en enero de 2007.
Disponible en: <http://www.corpouraba.gov.co/>

DANE@

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Visitado en enero de 2007.
Disponible en: www.dane.gov.co/

EAFIT@

Enlaces con otras universidades Biblioteca Luís Echevarría Villegas Universidad EAFIT. Visitado en enero de 2007. Disponible en: <http://www.eafit.edu.co/biblioteca/>

ENCARTA@

Enciclopedia Virtual Encarta. MSN, 2005. Visitado en julio de 2006. Disponible en: <http://es.encarta.msn.com/>

ENVIASEO@

Empresa prestadora de servicio de aseo para el Sur del Valle de Aburrá. Visitado en enero de 2007. Disponible en: <http://www.enviaseo.gov.co/>

EEVV@

Empresas Varias de Medellín. Visitado en octubre de 2006. Disponible en: www.eevvm.com.co/

GOOGLE@

Evolución del reciclaje de plásticos. Visitado en 2006 - 2007. <http://www.google.com.co/search?hl=es&q=evolucion+del+reciclaje+de+plasticos&meta=>

ICIPC@

Instituto de capacitación e investigación del plástico y del caucho. Visitado en abril de 2006. <http://www.icipc.com/icipc/es/organization/index.html>

MAQUITEC@

Representante de maquinaria para reciclaje de plásticos importada. Visitado en febrero de 2007. Disponible en: www.maquitectandina.com

MATILA@

Maquinaria para reciclaje de plásticos importada. Visitado en febrero de 2007. Disponible en: www.matila.com.tw/

MONOGRAFIAS@

Reciclaje de plásticos, visitado en marzo de 2006 Disponible en: <http://www.monografias.com/cgi-bin/search.cgi?substring=0&bool=and&query=evolucion+del+reciclaje&l1=Buscar>

PAGINAS AMARILLAS@

Paginas Amarillas de Publicar S.A. Visitado en noviembre de 2006. Disponible en: <http://www.paginasamarillas.com>

PLASTICO@

Tecnología del Plástico, Visitado en enero de 2007. Disponible en: www.plastico.com

PLASTIVIDA@

Entidad técnica profesional especializada en plásticos y medio ambiente. Visitada en noviembre de 2006.

<http://www.plastivida.com.ar/>