

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN PLAN PILOTO DE GESTIÓN INTEGRAL
DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN EL BARRIO VILLA ALEXANDRA
EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY**

**DIANA PAOLA MARTINEZ AMAYA
MARIA ANTONIA RODRIGUEZ PALACIOS**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C

2005

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN PLAN PILOTO DE GESTIÓN INTEGRAL
DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN EL BARRIO VILLA ALEXANDRA
EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY**

**DIANA PAOLA MARTINEZ AMAYA
MARIA ANTONIA RODRIGUEZ PALACIOS**

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Civil**

**Directora
SANDRA MENDEZ FAJARDO
Ingeniera Civil**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C.

2005

**REGLAMENTO DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA Art. 23 de la
resolución No. 13 del 6 de Julio de 1964**

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará porque no se publique nada contrario al dogma y la moral católica y porque las tesis no contengan ataques o polémicas puramente personales; antes bien, se ve en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

FORMATO DE DESCRIPCIÓN DE LA TESIS

➤ AUTOR O AUTORES

Apellidos MARTÍNEZ AMAYA Nombres DIANA PAOLA
Apellidos RODRÍGUEZ PALACIOS Nombres MARIA ANTONIA

➤ TÍTULO: “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN PLAN PILOTO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL BARRIO VILLA ALEXANDRA EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY, BOGOTÁ D.C.”,

➤ CIUDAD Bogotá AÑO DE ELABORACIÓN 2005

➤ NÚMERO DE PÁGINAS 148

➤ TIPO DE ILUSTRACIONES: Gráficas, tablas, esquemas, Fotografías.

➤ MATERIAL ANEXO: Fotografías

➤ FACULTAD Ingeniería PROGRAMA Civil

➤ TÍTULO OBTENIDO Ingeniero Civil

➤ MENCIÓN (en caso de recibir alguna calificación especial)

➤ DESCRIPTORES (palabras claves que utilizará la Biblioteca para clasificar los temas que trata la Tesis)

Manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios

Bogotá, Junio 13 2005

Señores

BIBLIOTECA GENERAL

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Ciudad

Estimados Señores:

Autorizamos a los usuarios interesados, consultar y reproducir (parcial o totalmente) el contenido del trabajo de grado titulado “**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN PLAN PILOTO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL BARRIO VILLA ALEXANDRA EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY, BOGOTA D.C**”, presentado por las estudiantes Diana Paola Martínez Amaya y Maria Antonia Rodríguez Palacios, como requisito para optar el título de Ingeniero Civil, en el año 2005, siempre que mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

DIANA PAOLA MARTÍNEZ AMAYA
CC. 52776483

MARIA ANTONIA RODRIGUEZ PALACIOS
CC. 25289431

A nuestros padres
Martha, Jorge,
Antonio y Elsa con todo nuestro amor.

A nuestros hermanos.

A nuestros familiares y amigos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

OSCAR RODRIGUEZ BERNAL, evaluador del trabajo de grado, por sus observaciones y apoyo.

SANDRA MENDEZ FAJARDO, Ingeniera Civil y directora del trabajo de grado por su orientación durante el desarrollo del trabajo.

JAIRO MALDONADO, Líder Comunitario de la zona, por haber contribuido al desarrollo del proyecto.

PROFESORES DE LA ESCUELA POPULAR PARTICIPATIVA por haber colaborado en la elaboración del taller.

LA COMUNIDAD DEL BARRIO EN GENERAL, por su colaboración en la realización de las encuestas y muestreos.

CAMILO HERNÁN DÍAZ, por su colaboración durante todo el proceso, su compañía y su apoyo para poder realizar este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA	19
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	19
3. OBJETIVOS	21
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	21
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	21
4. METODOLOGÍA DEL TRABAJO	22
4.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	22
4.2 DIAGNÓSTICO DE LA ZONA.....	22
4.2.1 Caracterización de los Residuos Sólidos Domiciliarios.....	25
4.3 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	26
4.4 ALTERNATIVA VIABLE	26
5. MARCO TEÓRICO	26
5.1 BREVE TEORÍA DE GIRS	26
5.2 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	34
5.2.1 Clasificación residuos sólidos según su grado de	34
Biodegradabilidad	34
5.2.2 Características de los residuos sólidos.....	34
5.3 BREVE REFERENCIA LEGISLACIÓN GIRS.....	34
6. CARACTERIZACIÓN BARRIO VILLA ALEXANDRA	36
6.1 LOCALIZACIÓN	36
6.2 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONOMICA.....	39
6.2.1 Estratificación	39
6.2.2 Capacidad económica	40
6.2.3 Vivienda	40
6.2.4 Nivel educativo	41
6.2.5 Acceso a servicios públicos	41
6.2.6 Equipamiento.....	42
6.2.7 Aspectos económicos.....	43
6.3 CLIMA	44
6.4 TOPOGRAFÍA.....	45
6.6 RIESGOS FÍSICOS.....	46

6.6.1 Contaminación atmosférica	46
6.6.2 Contaminación acústica.....	46
6.6.3 Invasión del espacio público	46
6.6.4 Disposición inadecuada de basuras	47
6.6.5 Riesgo de inundaciones.....	47
6.7 PRODUCCIÓN DE RESIDUOS	48
7. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL BARRIO VILLA	
ALEXANDRA	48
7.1 MUESTREO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	48
7.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	50
7.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	52
8. TRATAMIENTOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS	58
8.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS MÁS COMUNES	58
8.1.1 Biogás.....	58
8.1.2 Compuestos orgánicos	60
8.1.3 Combustibles derivados de residuos	60
8.1.4 Compostaje.....	61
8.2 ANÁLISIS DE LA MEJOR ALTERNATIVA	62
9. VIABILIDAD TÉCNICA DEL DISEÑO DE COMPOSTAJE Y	63
9.1 METODOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOSTAJE.....	63
9.1.1 Etapas del compostaje.....	66
9.1.2 Infraestructura necesaria para lo producción de.....	68
compostaje.	68
9.2 METODOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DEL HUMUS	71
9.2.1 Fundamento del método	71
9.2.2 Materiales necesarios	71
9.2.3 Procedimiento	73
9.2.4 Ubicación y distribución de infraestructura.	74
10. VIABILIDAD ECONÓMICA	76
10.1 PRESUPUESTO COMPRANDO EL LOTE	79
10.2. PRESUPUESTO ASUMIENDO QUE EL LOTE EXISTE.....	81
11. VIABILIDAD LEGAL	83
11.1 LICENCIAS AMBIENTALES	89
12. VIABILIDAD AMBIENTAL	90
13. VIABILIDAD SOCIAL.....	91

14. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL BARRIO VILLA	93
ALEXANDRA	93
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.....	98
ANEXOS.....	100

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla No.1 Condiciones climáticas del Barrio Villa Alexandra.....	44
Tabla No.2 Dato requerido para encontrar la desviación estándar.....	51
Tabla No.3 Datos de caracterización realizada en el Barrio Villa Alexandra.....	53
Tabla No.4 Producción de residuos por vivienda en el Barrio Villa Alexandra.....	54
Tabla No.5 Producción per cápita y por vivienda.....	54
Tabla No.6 Producción en volumen.....	55
Tabla No. 7 Comparación % Barrio Villa Alexandra vs. Distribución típica de componentes en los RSU para países de bajos ingresos.....	56
Tabla No. 8 Valores del peso específico en campo.....	57
Tabla No. 9 Datos en campo de la materia orgánica.....	57
Tabla No. 10 Límites máximos permisibles en el compost.....	88

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura No.1 Ubicación Localidad de Kennedy.....	19
Figura No.2 Esquema del cuarteo realizado en el Barrio Villa Alexandra.....	25
Figura No.3 Diagrama de los elementos funcionales en un sistema de Gestión De Residuos Sólidos.....	31
Figura No.4 Ubicación Barrio Villa Alexandra.....	38
Figura No.5 Esquema Barrio Villa Alexandra.....	39
Figura No.6 Zonas de amenaza de inundación de la UPZ Patio Bonito y Barrio Villa Alexandra.....	47
Figura No.7 Resultados del Muestreo.....	53
Figura No.8. Producción Barrio Villa Alexandra.....	55
Figura No.9 Dimensiones de la pila de compostaje por capas.....	65
Figura No.10 Infraestructura en madera y dimensiones para la producción de compostaje.....	69
Figura No.11 Lombricero.....	72
Figura No.12 Ubicación Infraestructura.....	76

LISTA DE FOTOS

	Pág.
Foto No.1 Iniciación pila Compostaje.....	70
Foto No.2 Pila de compostaje completa.....	70
Foto No.3 Infraestructura en madera para la producción de compostaje.....	70
Foto No.4 Lombriz Californiana.....	71
Foto No.5 Lombricero Hogares Juveniles.....	72
Foto No.6 Dos lombriceros Hogares Juveniles.....	73
Foto No.7 Infraestructura del lombricero en ladrillo y con techo de plástico.....	73

ANEXOS

	Pág.
Anexo No. A Diagnóstico de la zona.....	101
Anexo No. B Muestreo Febrero 27.....	109
Anexo No. C Muestreo Marzo 7.....	130
Anexo No. D Muestreo Abril 11.....	135
Anexo No. E Taller.....	142
Anexo No. F Formato de Encuesta.....	146

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es proponer, a partir del estudio de la composición de los residuos sólidos domiciliarios del barrio Villa Alexandra, algunas alternativas de manejo para dichos residuos. A fin de determinar la producción y composición de tales residuos, fue necesario realizar 4 muestreos, los cuales arrojaron como resultado un alto porcentaje de materia orgánica. Se analizaron los diferentes tratamientos que se le puede dar a los residuos orgánicos y se tomó como alternativa de manejo para estos residuos, el compostaje. También se analizaron otros componentes a los cuales se les está dando un manejo por parte de los recicladores de la zona, quienes, posteriormente, venden este material. Una vez estudiados todos los manejos que se les da a todos estos componentes, se prosiguió a estudiar la factibilidad de implementar un plan de gestión integral en este barrio teniendo en cuenta el manejo que se le está dando a los residuos domiciliarios, para aprovecharlos al máximo y disminuir su eliminación final en los rellenos sanitarios de la ciudad.

ABSTRACT: The objective of this work of thesis is to propose some alternatives for handling domestic solid wastes in the Villa Alexandra neighborhood. In order to study the production and composition of such wastes, four samplings were necessary to collect, the result of which shows a high percentage of organic substances. After having analyzed the different treatments that can be used on organic residues, a decision was made to use COMPOSTAJE. The study of other components was also carried out showing that they are being handled by local recycles who sell them later. Once all proper handle procedures were considered, a feasibility study on implementation of an integrated management plan in the neighborhood was carried out, keeping in mind the current local environmental management that is given to these domestic wastes, to maximize their usefulness and decrease their final disposal in the city's sanitary dump.

1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

¿Cómo lograr el aprovechamiento más eficiente de los residuos sólidos domiciliarios del barrio Villa Alexandra en la localidad de Kennedy?

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Actualmente, el manejo de los residuos sólidos se ha convertido en un problema que aqueja tanto a las grandes urbes, como a los pequeños municipios. Prueba de ello son las 27.500 ton diarias que producía Colombia en el año 2004, de las cuales el 40.7% son producidas por las cuatro grandes ciudades, el 18.7% por el resto de capitales departamentales y el 40.6 % son generados por los municipios restantes.

El caso de Bogotá es de vital importancia pues en el año 2004 producía 8.500 ton /día (aproximadamente el 20% de los residuos en Colombia), siendo cada localidad un caso especial por las condiciones propias de manejo y disposición que tiene cada una. ¹

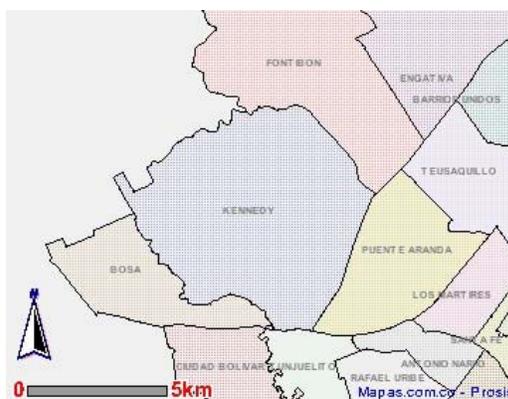


Figura No.1 Ubicación Localidad de Kennedy
Fuente www.mapas.com.co

Un buen manejo de residuos sólidos puede traer consigo beneficios que no estarían contemplados con anterioridad como es el caso del Barrio Villa Alexandra

¹ HERRERA Felipe: *Las basuras, un problema municipal aún por resolver*, www.porelpaisquequeremos.com, fecha de consulta: septiembre 10 de 2004

en la localidad de Kennedy (ver figura No.1), donde existe una granja integral² la cual presta servicio a los niños del sector, especialmente a la Escuela Popular Participativa; el objetivo principal de esta granja es fomentar en los estudiantes las labores del campo y generar una interacción con diferentes procesos propios de éste. Uno de los métodos para lograr este objetivo es el fomento del reciclaje, por parte de la escuela, en cada uno de los hogares de sus alumnos. Mediante este proceso que se está llevando a cabo con los residuos domiciliarios, se está aprovechando sólo una parte de estos, como lo es son el cartón que es recogido por los recicladores del sector y la materia orgánica, la cual es utilizada para la producción de compost sin técnicas correctas y como alimento de los animales de la granja.

Este proceso se vería complementado con la implementación de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Domiciliarios (PGIRS) para este sector y se lograría que la comunidad se una en la búsqueda del desarrollo común y el mejoramiento de las condiciones ambientales, sanitarias y de habitabilidad. Entre los beneficios que traerá este plan se pueden destacar el cambio de hábito por parte de los habitantes del sector en la separación de residuos domiciliarios, y un mayor aprovechamiento de los residuos producidos mediante el reciclaje y la generación de productos agrícolas por compostaje. De igual forma se mejorarían las condiciones de salud y estéticas de la zona al almacenar de una manera adecuada los residuos.

El diseño de este plan se hizo por medio de una metodología participativa, basada en la vinculación de la población mediante encuestas y entrevistas; y un conocimiento de la zona mediante muestreo de residuos para establecer qué tipos de residuos se producen. Todo lo anterior reforzado con información técnica, legal y económica para establecer la propuesta más viable.

Este proyecto sería un plan piloto porque podría servir de ejemplo para otros barrios, localidades, municipios y ciudades.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Estudiar la factibilidad de un Plan piloto de Gestión Integral de Residuos Sólidos Domiciliarios en el Barrio Villa Alexandra, Localidad de Kennedy para aprovechar los residuos domiciliarios que se producen en la zona.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un diagnóstico de las condiciones técnicas, sociales, económicas y legislativas de la zona, incluyendo el tipo y la cantidad de residuos que se producen, los tratamientos a los que se están sometiendo los residuos actualmente, el ruteo de la zona, así como su disposición final.
- Evaluar la viabilidad económica, técnica y social de la puesta en marcha del Plan piloto de Gestión Integral de Residuos Sólidos Domiciliarios.
- Lograr la participación de la población mediante pedagogía (talleres) para hacerla agente principal dentro del proceso del diagnóstico y de la planeación Integral de los Residuos Sólidos.

4. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

4.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.

En esta etapa se tiene como objetivo principal encontrar información útil sobre experiencias, estudios e investigaciones que puedan servir como punto de partida para alcanzar los objetivos propuestos en el trabajo. Para esto se recurrió a diferentes tipos de fuentes tales como gubernamentales, distritales y privadas.

Entre las entidades gubernamentales y distritales se visitaron el Ministerio del Medio Ambiente, CAR, DAMA, UESP y Alcaldía Local de Kennedy. En cada una de estas se recopiló información sobre los PGIRS que se están llevando a cabo en Bogotá y en algunas partes del país. Así mismo se obtuvo información sobre la zona de estudio para poder realizar una correcta caracterización de la población donde se incluyan los diferentes factores que pueden ser relevantes para este estudio.

También se recogió información por medio de trabajos de grado³, Internet y Fuentes Bibliográficas que serán descritas con precisión en la entrega del documento definitivo.

4.2 DIAGNÓSTICO DE LA ZONA.

Consiste en un reconocimiento de la zona mediante un estudio de sus habitantes y sus costumbres. Así mismo, se estudió el manejo y la reutilización de residuos sólidos existente en el sector. Esta recopilación de información se hizo mediante:

³Miranda Ávila Carlos, Palomino Cesar. Composición física de los residuos sólidos urbanos domiciliarios por estratos socioeconómicos de una localidad de Bogotá D.C. y alternativas de manejo.

Encuestas realizadas los días 20 y 21 del mes de febrero. El formato fue diseñado para obtener información acerca del nivel de vida de los habitantes del barrio Villa Alexandra, así como también los productos que consumen y la disposición final que le dan a los residuos domiciliarios (Ver Anexo F).

Esta encuesta se realizó puerta a puerta, teniendo un contacto directo con la comunidad, razón por la cual se aprovechó este espacio para informarles acerca del proyecto que se piensa realizar.

Para la realización de la encuesta se determinó primero el tamaño del barrio que está compuesto por 72 viviendas y se escogió una muestra representativa de 36 viviendas porque las condiciones de vida de los habitantes del sector son semejantes y las características socioeconómicas de la zona se asemejan a otros sectores que pertenecen también al estrato 2 y de los cuales se tiene información.

Con la encuesta realizada a la población del barrio Villa Alexandra, se pretende conocer las condiciones de vida de los habitantes del sector y el tipo de residuos sólidos que producen. Para lograr este objetivo, se establecieron primero las características de la población que se buscaban conocer por medio de la realización de la encuesta. Estas características son: vivienda, tamaño y conformación de los hogares, nivel de educación, manejo de residuos sólidos, tipo de residuos que se producen y opinión de la comunidad frente al reciclaje. Cuando los factores que se pretenden estudiar con la encuesta estuvieron claros, se procedió a establecer el tipo de preguntas por medio de las cuales se conocerían cada una de las características enunciadas anteriormente.

- **Vivienda**

Para describir este factor se requiere conocer el tipo de vivienda, la ubicación de ésta y si es propia o arrendada.

- **Tamaño y conformación de hogares**

Se busca establecer el número de personas que conforman cada hogar y los miembros que la componen.

- **Nivel de educación**

El nivel de educación se medirá con base en los siguientes niveles: algunos años de primaria, toda la primaria, algunos años de secundaria, toda la secundaria y uno o más años de carrera tecnológica.

- **Manejo de residuos sólidos**

Se busca conocer el manejo que se les da a los residuos sólidos domiciliarios en los hogares y con base en esto, establecer si existe o no recolección de basuras en el sector; si el servicio se presta, determinar su frecuencia de recolección, sus tarifas y su cobertura.

- **Tipo de residuos sólidos que se producen**

Para determinar el tipo de residuos que se producen en la zona es necesario evaluar el tipo de productos que consumen, ya que los residuos producidos en una comunidad dependen de esto. Así mismo, se busca establecer con que frecuencia hacen mercado en los hogares y si cocinan en el hogar, con el fin de determinar si en el hogar se producen residuos continuamente. Los tipos de productos que se analizaron fueron: frutas, verduras, carnes, productos enlatados, productos empacados y otros.

- **Opinión de la comunidad frente al reciclaje**

Con esta clase de pregunta se busca establecer si en los hogares se reutilizan los residuos que se producen en cada uno de ellos y que clase de residuos se reutilizan. También evaluar si la comunidad apoyaría el proyecto de Gestión Integral de Residuos Sólidos –en el caso que resultara factible su implementación-, reciclando el material que se produzca en sus viviendas.

4.2.1 Caracterización de los Residuos Sólidos Domiciliarios

Después de analizar la información recogida en la encuesta y contando con la colaboración de los habitantes se llevó a cabo el proceso de recolección de basuras con el fin de realizar la caracterización física de los residuos domiciliarios. Este proceso se llevó a cabo por medio del sistema de cuarteo y se realizó durante tres días diferentes. Los tres días se recogió la basura puerta a puerta a las personas encuestadas, comenzando a las 10 a.m. Se utilizó una “zorra” como medio de transporte y almacenamiento provisional. Para esta recolección y la caracterización se contó con la colaboración de tres personas encargadas del manejo del vehículo y la manipulación de las basuras. El método del cuarteo consiste en:

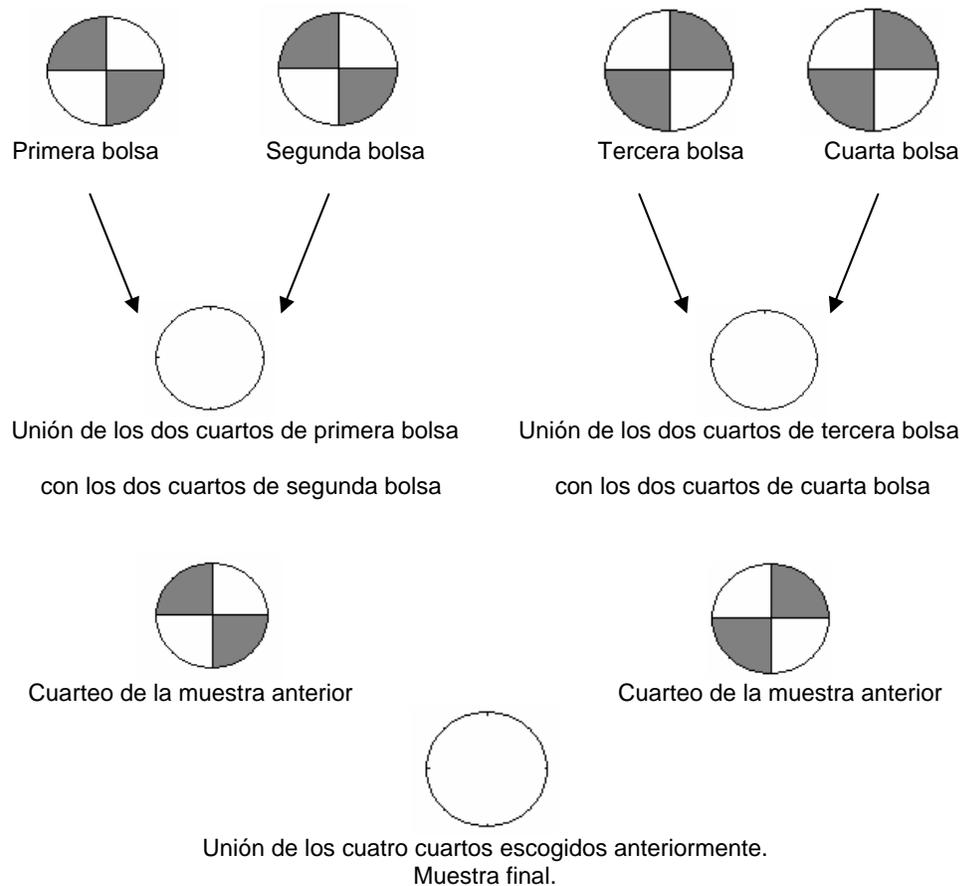


Figura No.2. Esquema del cuarteo realizado en el Barrio Villa Alexandra.

4.3 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Después de determinar el tipo de material que se va a aprovechar, es decir la materia orgánica, se estudiaron las alternativas de aprovechamiento para este tipo de material y se escogió la que fuera más económica y sencilla dadas las características del barrio.

4.4 ALTERNATIVA VIABLE

Después de escoger el compostaje y la lombricultura como los métodos más económicos y sencillos a partir de un estudio de alternativas, se procedió a determinar la viabilidad de la aplicación de estos tratamientos. Esta viabilidad consta de aspectos técnicos, económicos, legales, ambientales y sociales.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 BREVE TEORÍA DE GIRS

El manejo de los residuos sólidos se ha convertido en un problema que afecta en general a todas las actividades, personas y espacios, no sólo por lo que representa en términos de recursos abandonados, sino por la creciente incapacidad para encontrar lugares que permitan su acomodo correcto desde un punto de vista ecológico. También se atribuye su problemática a la falta de coordinación entre los diferentes entes encargados de su manejo y a su vez entre los mismos productores que muchas veces no sienten responsabilidad alguna por los residuos que producen.

Como una posible solución se está implementando en el País la Gestión Integral de Residuos Sólidos, mediante el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, el Dama y otras entidades, las cuales buscan crear una nueva forma de manejo de residuos mucho más eficiente y acorde con las necesidades de cada zona en la que se adopte.

Los residuos sólidos se definen como “cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que se abandona, bota o rechaza después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales o comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud y que se es susceptible de aprovechamiento o transformación de un nuevo bien, con valor económico”.⁴

“Los residuos sólidos comprenden todos los residuos que provienen de actividades animales y humanas, que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles y superfluos. Comprende tanto la masa heterogénea de los desechos de la comunidad urbana como la acumulación más homogénea de los residuos agrícolas, industriales y minerales”.⁵

Los desechos domiciliarios comúnmente llamados basura, por tratarse de materiales aparentemente sobrantes, que no se necesitan, ya que han sido usados en actividades previas, y por tanto, son considerados inservibles. Sin embargo, esta noción ha cambiado y hoy se habla de residuos, por tratarse de subproductos que podrían adquirir valor en si mismo a través de practicas como el reciclaje. Estos residuos domiciliarios son generados por viviendas aisladas y bloques de baja, mediana y elevada altura, unifamiliares y multifamiliares.

Según sus características físicas, se clasifican en gases, líquidos y sólidos; y por su origen en desechos orgánicos e inorgánicos. La fracción orgánica de estos

⁴ Ras 2000. Titulo F

⁵ TCHOBANOGLIOUS, GEORGE.: Gestión Integral de residuos sólidos, Edit. Mc Graw – Hill.

residuos está formada por restos de comida, papel de todo tipo, cartón, textiles, goma, cuero, madera, etc. La fracción inorgánica está formada por artículos como vidrio, latas, aluminio y metales férreos.

La cantidad de basura producida en una comunidad tiene directa relación con el número de habitantes, sus costumbres, los productos que consumen y las ocupaciones a que se dedican. Pero en general, cada persona produce en promedio cerca de un kilogramo diario de desechos.

Y aunque la responsabilidad es compartida entre los generadores y los responsables de su recolección, ninguno de los dos ha planteado una verdadera solución al problema y al contrario, se han convertido en un obstáculo más para lograr la solución a este problema en nuestro País.

Sin embargo, el gobierno mediante el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial quiso contrarrestar este problema mediante la puesta en marcha de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, legalmente constituido por el decreto 1713 del 2002. Este plan se define como: “un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos, y actividades definidos por el ente territorial para la prestación del servicio de aseo, basado en la política de Gestión de Residuos Sólidos, el cual se obliga a ejecutar durante un periodo determinado, basándose en un diagnostico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permita garantizar el mejoramiento continuo de la prestación del servicio de aseo, evaluado a través de la evaluación de resultados”.⁶

La política de Gestión Integral de Residuos Sólidos está compuesta por varios elementos funcionales:

⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO, Resolución 1045 del 26 de septiembre de 2003.

1. Generación de residuos.

Abarca las actividades en las que los materiales son identificados como sin ningún valor adicional, y son tirados o bien recogidos para la evacuación.

Esta etapa no esta controlada todavía, pero se considera un método para limitar las cantidades de residuos generados en el futuro.

2. Separación de residuos, presentación, almacenamiento y procesamiento en el origen.

La separación de residuos en la fuente consiste en la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan para su posterior recuperación. Luego se procede a la presentación que es la actividad del usuario de envasar, empacar e identificar todo tipo de residuos sólidos para su almacenamiento y posterior entrega a la entidad prestadora del servicio de aseo. En este proceso se puede realizar un pretratamiento o procesamiento en el origen a los residuos aprovechables como la compactación y el compostaje de residuos de jardinería.

3. Recolección.

No solo incluye la recolección de los residuos y materiales reciclables, sino también el transporte de estos materiales, después de haberlos recogido, al lugar donde se vacía el vehículo de recogida. Este lugar puede ser una estación de transferencia, una instalación de procesamiento de materiales o un vertedero.

4. Separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos.

Esta función abarca la recuperación de los elementos separados anteriormente, la separación y el procesamiento de los componentes de los

residuos sólidos. La separación y el procesamiento de residuos que han sido separados en la fuente y la separación de residuos no seleccionados normalmente tienen lugar en las instalaciones de recuperación de materiales, estaciones de transferencia, instalaciones de incineración y lugares de evacuación. El procesamiento generalmente incluye: la separación de objetos voluminosos, separación de los componentes de los residuos por tamaño utilizando cribas, separación manual de los componentes de los residuos, la reducción de tamaño mediante trituración, reducción del volumen mediante compactación y la incineración.

Los procesos de transformación se usan para reducir el volumen y el peso de los residuos que han de evacuarse. Consta de una gran variedad de procesos químicos y biológicos como la incineración para recuperar energía en forma de calor y el compostaje anaerobio para transformación biológica.

5. Transferencia y transporte.

Comprende dos pasos: la transferencia de residuos desde un vehículo de recogida pequeño hasta un equipo de transporte más grande y el transporte subsiguiente de los residuos, a un lugar de procesamiento o evacuación.

6. Evacuación.

Actualmente, la evacuación de los residuos se hace normalmente a los vertederos controlados o mediante la extensión en superficie. Un vertedero controlado es una instalación de ingeniería utilizada para la evacuación de residuos sólidos en el suelo o dentro del manto de la tierra, generando así condiciones de salubridad y seguridad para la población.

Estas actividades se pueden resumir en un diagrama simplificado:

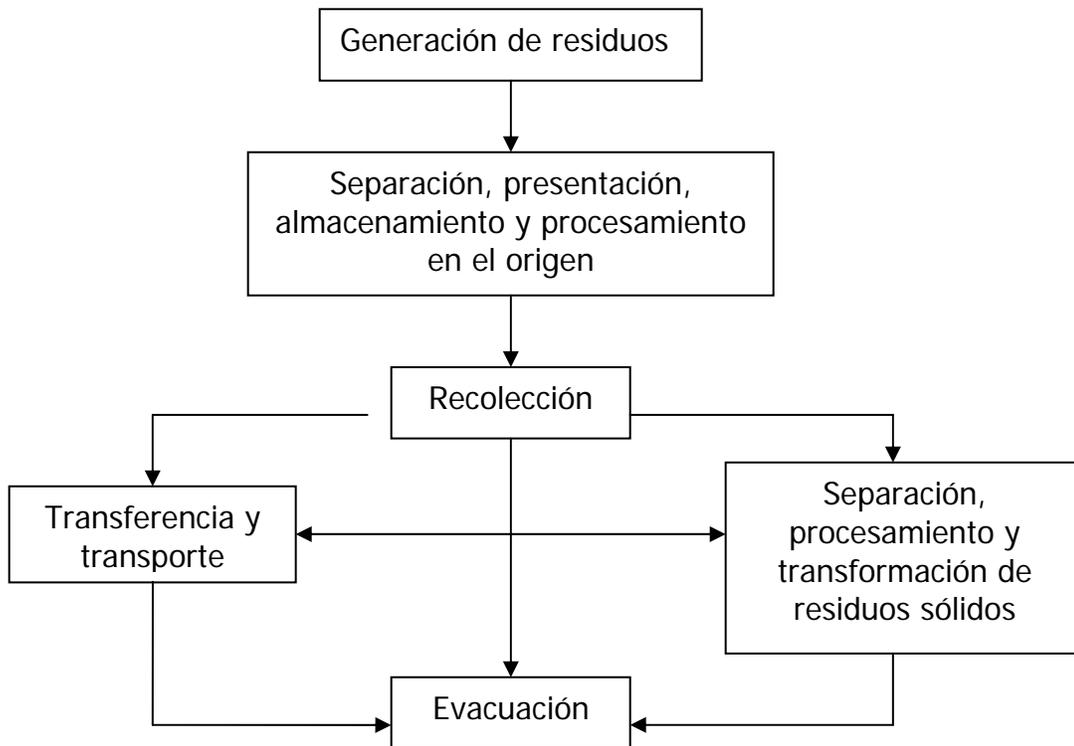


Figura No. 3. Diagrama de los elementos funcionales en un sistema de Gestión de Residuos Sólidos. Tomado de TCHOBANOGLOUS, GEORGE.: Gestión Integral de residuos sólidos, Edit. Mc Graw – Hill.

Cuando todos los elementos anteriores han sido evaluados para su uso y se conectan entre sí, generan mayor eficacia y rentabilidad. Así mismo, constituyen la columna vertebral del plan de gestión y de ahí la importancia que significa poder organizar la gestión de una manera ordenada y precisa.

Teniendo como base la política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, se procede a elaborar un Plan de Gestión de Residuos Sólidos, cuyo contenido básico según el decreto 1713 de 2002 consiste en:

1. Diagnóstico de las condiciones actuales técnicas, financieras, institucionales, ambientales, y socioeconómicas de la entidad territorial en relación con la generación y manejo de los residuos producidos.

El diagnóstico debe desarrollarse a través de un proceso de análisis de la realidad actual que permita:

- Identificar, describir, analizar y evaluar los problemas asociados a los diferentes componentes de la prestación del servicio público de aseo y a la gestión integral de los residuos sólidos en la zona a estudiar.
- Plantear las causas y reconocer las consecuencias de dichos problemas
- Definir las responsabilidades e importancia de los diferentes entes y actores involucrados.

Los resultados esperados del diagnóstico son la definición de una línea base y de los valores asociados a un conjunto de indicadores que describan el estado actual de la prestación del servicio, ordinario y especial.

Para la elaboración del diagnóstico, se deberá recopilar información técnica, operativa, administrativa, financiera, comercial, ambiental, institucional y empresarial asociada con la generación y manejo de los residuos sólidos producidos.

2. Identificación de alternativas de manejo en el marco de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos con énfasis en programas de separación en la fuente, presentación y almacenamiento, tratamiento, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final.
3. Estudios de prefactibilidad de las alternativas propuestas.
4. Identificación y análisis de factibilidad de las mejores alternativas, para su incorporación como parte de los programas del Plan.

5. Descripción de los programas con los cuales se desarrollara el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que incluye entre otros, las actividades de divulgación, concientización y capacitación, separación en la fuente, recolección, transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final.
6. Determinación de objetivos, metas, cronograma de actividades, presupuestos y responsables institucionales para el desarrollo de los programas que hacen parte del Plan.

Para la implantación de un Plan de Gestión Integral se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

- Aplicación de normativas reguladoras operativas protectoras.
- Mejora de métodos científicos para la interpretación de datos.
- Financiación de infraestructuras de gestión de residuos.
- Planificación urbana y ubicación de unidades de gestión de residuos en los grandes centros urbanos.
- Establecimiento y mantenimiento de gestores más cualificados para desarrollar y controlar unidades de gestión de residuos.

Además de la adopción del PGIRS es necesario lograr una producción más limpia que consiste en el ahorro de los recursos naturales y en la disminución de la producción de residuos. Este proceso depende más que todo de los generadores de residuos, quienes están obligados a producir cada vez menos residuos y utilizar tecnologías más limpias.

El éxito del Plan de Gestión de Residuos Sólidos dependerá tanto de los entes territoriales, como de los generadores de residuos, logrando por fin una salida al problema del manejo de los residuos sólidos.

5.2 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Los residuos sólidos urbanos normalmente incluyen todos los residuos de la comunidad con la excepción de los de procesos industriales y agrícolas.

5.2.1 Clasificación residuos sólidos según su grado de Biodegradabilidad

Según Collazos⁷, los residuos sólidos se clasifican según su biodegradabilidad de la siguiente manera:

- Fácilmente degradables: materia orgánica.
- Moderadamente degradables: papel, papelón y otros productos celulósicos.
- Difícilmente degradables: trapo, cuero, caucho, y madera.
- No degradable: vidrio, metal, plástico, piedra, tierra, otros.

5.2.2 Características de los residuos sólidos

Para poder llevar a cabo o planear un proyecto sobre residuos sólidos domiciliarios es necesario conocer sus características las cuales son:

Volumen, peso específico, componentes principales, humedad y composición física.

5.3 BREVE REFERENCIA LEGISLACIÓN GIRS.

El decreto 1713 reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Por medio de este decreto se busca “establecer normas

⁷ COLLAZOS, Héctor, Gestión Integral de Residuos Sólidos. España: MacGraw Hill. Vol. 1. 1994. 604 p.

orientadas a reglamentar el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos ordinarios, en materias referentes a sus componentes, niveles, clases, modalidades, calidad, y al régimen de las personas prestadoras del servicio y de los usuarios.”⁸ Así mismo, obliga a todos los municipios y distritos a elaborar un Plan de Gestión Integral de Residuos sólidos y mantenerlo vigente dentro de un plazo máximo de dos años a partir de la fecha de publicación del decreto (Agosto 2002). Sin embargo, este decreto fue modificado por la resolución 1045 del 2003, por el decreto 1505 del 2003 y el decreto 1140 del 2003. Luego, la resolución 477 del 2004 modificó la Resolución 1045 de 2003, en cuanto a los plazos para iniciar la ejecución de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, que dependen ahora del número de habitantes de cada municipio.

A nivel distrital, en la localidad de Kennedy se adoptó un Plan de Desarrollo Económico, Social y de Obras Públicas mediante el acuerdo local 061 del 2001, el cual crea un programa llamado Plataforma Integral de Servicios que consiste en:

- Programas para el manejo y recolección de basuras.
- Coordinación de acciones para el manejo y control de desechos sólidos y orgánicos.
- Programas de apoyo a la separación de residuos en la fuente.

Y las metas son:

- Estimular en los hogares de la localidad, la separación de los residuos sólidos.
- Desarrollo de prácticas y programas de sostenibilidad ambiental

⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO, Decreto 1713 del 2002. Capítulo II Artículo 2.

6. CARACTERIZACIÓN BARRIO VILLA ALEXANDRA

6.1 LOCALIZACIÓN

El barrio Villa Alexandra se encuentra ubicado en la localidad de Kennedy, la cual se conformó en los terrenos que pertenecían a las haciendas Techo, la Tamicera, San José y San Antonio. Entre 1930 y 1938 se construyeron barrios de carácter obrero alrededor del aeropuerto de Techo que fue construido en 1929. Otros factores que ayudaron a la conformación de Kennedy fueron la construcción de la cervecería Bavaria y el traslado del aeropuerto de Techo para dar paso a una nueva urbanización llamada Ciudad Techo que en 1967 se denominó Ciudad Kennedy.

Kennedy como zona octava, fue creada por el acuerdo 26 de 1971 y el acuerdo 2 de 1992 la constituye como localidad. Está ubicada al suroccidente de Bogotá, con un área de 3.786,16 hectáreas urbanas. Limita al occidente con el Río Bogotá, al norte con la localidad de Fontibón, al sur con la localidad de Bosa, al oriente con las localidades de Puente Aranda, Tunjuelito y Ciudad Bolívar.⁹

La localidad de Kennedy esta conformada por 12 Upz¹⁰ (unidades de planeamiento zonal), las cuales a su vez agrupan los distintos barrios de la localidad, entre ellos el barrio Villa Alexandra que pertenece a la UPZ # 82 conocida como Patio Bonito. Esta UPZ se encuentra localizada hacia el extremo occidental de la localidad de Kennedy en el borde oriental del río Bogotá, desde allí se extiende hacia el oriente hasta la Avenida Ciudad de Cali, por el norte limita con la prolongación (proyectada) de la Avenida de las Américas y por el sur con la Avenida Ciudad de Villavicencio. Limita con otras unidades de planeación zonal:

⁹ Documento de diagnostico UPZ Patio bonito. Fundación social Corporación Grupo Enlace Social. Julio 16 2002.

¹⁰ Se entienden por Unidades de Planeación Zonal UPZ, los territorios conformados por un conjunto de barrios que mantienen una unidad morfológica o funcional y que se localizan en las zonas de suelo urbano y suelo de expansión.

por el oriente con Corabastos, por el sur con la UPZ Las Margaritas, por el norte con Tintal Norte y por el occidente con la franja de protección del Río Bogotá. Consta de 42 barrios de los cuales 7 están en proceso de legalización y uno que desaparece por estar ubicado en la franja de protección del Río Bogotá¹¹.

Antes de ser poblado lo que hoy se denomina Patio Bonito los terrenos pertenecían a la finca “Los Pantanos” la cual lindaba con la hacienda “El Tintal”. Se conoce con este nombre, porque sus dos primeros desarrollos se llamaron Patio Bonito 1 y Patio Bonito 2. En 1985 lo conformaban 15 barrios que en su orden de aparición se registran de la siguiente forma: “El Llanito, Patio Bonito I sector, San Dionisio, Patio Bonito II sector, Saucedal, Patio Bonito III sector, Llano Grande, Pinar del Río, Tintalito, Tocarema, Tairona, Campo Hermoso, Paraíso, El Rosario y Las Palmeras.

Posteriormente, como en nuevas oleadas de poblamiento que se dan hacia las décadas 80 y 90 aparecen los siguientes barrios que también hacen parte del sector y que es identificado por la Asociación de Juntas de Acción comunal como el sectorial 8: Barranquillita, Villa Hermosa, Villa Andrea, Santa Mónica, Tintalito, Ciudad de Cali, Altamar, Las Vegas, Sumapaz, El Triunfo, Jazmín Occidental, La Rivera I, La Rivera II, Las Brisas, Ciudad Granada, Avenida Cundinamarca, Bellavista, Las Palmeras, Horizonte Occidente, Los Almendros, Ciudad Galán, Villa Alejandra y Dindalito.

Actualmente, esta UPZ tiene 30 años y es uno de los sectores que se buscan armonizar con el conjunto de la ciudad en el marco del Plan de Ordenamiento Territorial, construyendo obras de infraestructura como el Portal del Transmilenio hacia el norte cerca al CADE y la extensión proyectada de la Avenida de las Américas. Dentro de esta estrategia ya se han construido obras como la biblioteca del parque El Tintal y la Alameda Santa Fe.

¹¹ Diagnostico socio cultural Kennedy DAPD, agosto de 2001.

Dentro de esta UPZ de Patio Bonito se comenzó a organizar el barrio Villa Alexandra como un barrio ilegal, al igual que muchos otros barrios de este sector, que luchan por su legalidad y la obtención de servicios básicos. La legalidad urbanística de Villa Alexandra se logró por medio del decreto 970 de 2000 expedido por la Alcaldía Mayor de Bogotá. Limita al norte con los barrios Las Palmitas y Ciudad Galán, al sur con La Rivera I, al oriente con Los Almendros y al occidente con Las Acacias. (Ver figura No. 4).

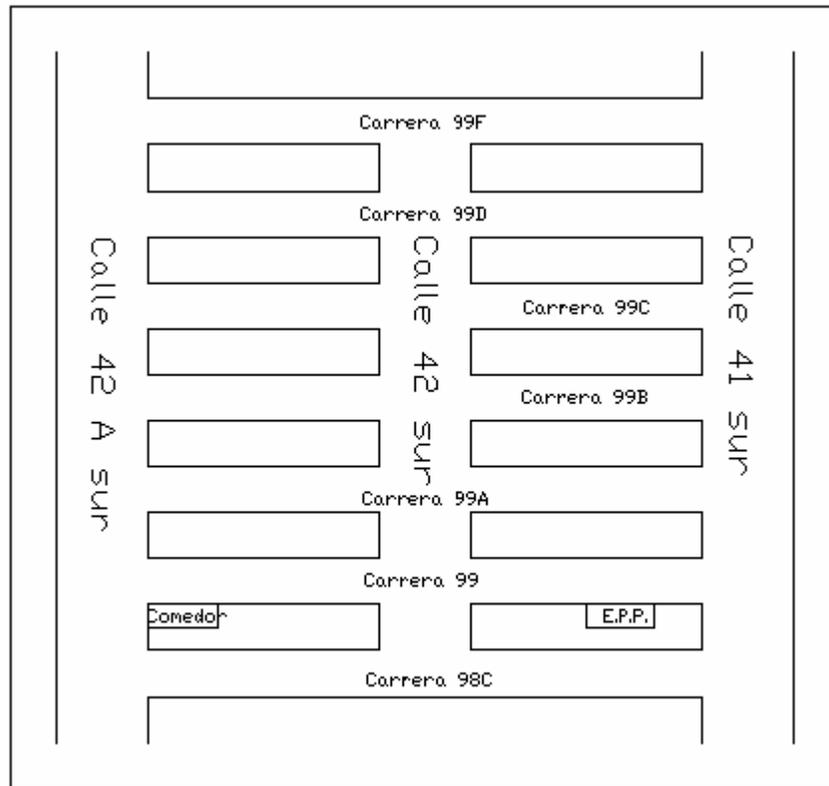


Figura No. 4. Ubicación Barrio Villa Alexandra.

Fuente: Diagnóstico físico y socioeconómico de las localidades de Bogotá. Departamento Administrativo de Planeación Distrital, 2002

La zona estudiada está comprendida entre las calles 42ª sur y la calle 41 sur y desde la carrera 99F hasta la carrera 98C.

El barrio está conformado por 10 manzanas, organizadas en dos grupos de 5 manzanas cada uno y separadas entre sí por la calle 42 sur. En total el barrio consta de 72 viviendas. (Ver esquema No. 1)



BARRIO VILLA ALEXANDRA

Figura No. 5 Esquema Barrio Villa Alexandra.

6.2 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONOMICA

6.2.1 Estratificación

Según el diagnóstico realizado por la Fundación Social (2002), la población de la UPZ 82 (Patio Bonito) en el año 2002 era de 102.709 personas, que corresponde al 11.25% de la localidad. La localidad y en especial la UPZ de Patio Bonito son altamente densificados en relación con los promedios de Bogotá.

Para determinar la población de Villa Alexandra, debido a que no se cuenta con registros del número de habitantes del barrio, se tomaron como base las 72

viviendas que componen el barrio y según la encuesta realizada a los pobladores del sector, el 57.1% de las viviendas están compuestas por 4 personas, por lo tanto se toma como representativo del sector. En conclusión, el total de habitantes se calculó multiplicando las 72 viviendas por los 4 habitantes que en promedio tiene cada hogar, definiendo así un total de 288 habitantes.

El barrio está clasificado como estrato dos porque posee un bajo nivel de equipamiento, medianos índices de necesidades básicas insatisfechas en vivienda, servicios públicos domiciliarios, servicios de educación y salud.¹²

6.2.2 Capacidad económica

Según información suministrada por los habitantes del sector por medio de la encuesta, el hombre es en mayoría, el jefe de hogar con el 88.6%.

La mayor parte de los habitantes trabajan en actividades de construcción, latonería y negocios independientes.

El ingreso per cápita para el estrato 2, de acuerdo con los datos del DANE (1999) es de \$171.845, lo que indica que el poder adquisitivo de esta población no es muy alto y el sostenimiento de hogar dependerá en muchos casos, de varias personas.

6.2.3 Vivienda

El barrio es de tipo residencial y está conformado por viviendas tipo casa que, en su totalidad, están habitadas por sus dueños. En el barrio se ve un constante desarrollo reflejado en la ampliación de las viviendas, ya que la mayoría cuenta con dos y hasta con tres plantas. El 57.1% de los hogares está compuesto por 4

¹² Documento de diagnóstico UPZ Patio bonito. Fundación social Corporación Grupo Enlace Social. Julio 16 2002.

personas, seguido de un 14.3% de hogares compuestos por 5 personas, lo que indica que no existen grandes familias viviendo bajo un mismo techo, ni mucho menos hacinamiento. Ver anexo No. A.1

6.2.4 Nivel educativo

Para establecer el nivel educativo del sector se dividió la población por edad y género, conformando el grupo de las mujeres (mayores de 25 años), el grupo de los hombres (mayores de 25 años), los jóvenes (entre 15 y 25 años) y los niños (de 0 a 14 años). En el caso de las mujeres, el 65.7% terminó la primaria, seguido de un 17.1% que terminaron secundaria. Por otra parte, el 14.3% de los hombres sólo hicieron algunos años de primaria y el 68.6% terminó la primaria. Aunque el nivel de estudios de mujeres y hombres no es muy alto, los jóvenes han superado estos registros, logrando que el 57.1% este estudiando secundaria actualmente y el 31.4% haya logrado terminar sus estudios de secundaria; además, un 11.4% de los jóvenes tiene uno o más años de carrera tecnológica, lo que indica que el nivel de estudios en este sector ha mejorado considerablemente con respecto a los años anteriores. Finalmente, el 26.7 % de la población infantil del sector ha terminado la primaria y actualmente el 42.2% la está cursando. El 31.1% de los niños no está estudiando porque no cuenta con la edad suficiente para ingresar a una institución educativa.

6.2.5 Acceso a servicios públicos

El barrio Villa Alexandra cuenta con los servicios de acueducto, alcantarillado sanitario, redes de energía y alumbrado público. Así mismo, la zona cuenta con servicio de recolección de basuras tres veces a la semana (lunes – miércoles – viernes), por parte del consorcio Ciudad Limpia, el cual cubre toda la localidad de Kennedy. Evaluando el servicio de aseo, el 74.3% considero que el servicio era bueno, seguido del 14.3% que lo considera muy bueno y solo un 11.4% lo

considera regular. La mayoría de las quejas de la comunidad con respecto al servicio de aseo tiene que ver con el pago que se efectúa cada dos meses para tener derecho a este servicio, ya que, aunque más de la mitad de la población paga entre \$10.000 y \$20.000, el 11.4% paga más de \$30.000, algo que no es lógico, debido al estrato del barrio. Ver anexo A.2.

Actualmente, se están instalando tuberías de gas natural para las viviendas del sector. Los servicios de barrido de calles y alcantarillado pluvial no se prestan porque la mayoría de las calles no están pavimentadas.

6.2.6 Equipamiento

Se conoce como equipamiento “el conjunto de espacios y edificios destinados a proveer a los ciudadanos de servicios sociales con carácter formativo, cultural, educativo, de salud, de culto religioso, de bienestar social, deportivo y recreativo; prestan también apoyo funcional a la administración pública y a los servicios urbanos básicos de la ciudad”.¹³

El barrio cuenta con una escuela de primaria y secundaria llamada “Escuela Popular Participativa”. Para la población infantil de 0 a 6 años existen dos centros comunitarios del Bienestar Familiar que prestan servicio de jardín infantil y guardería. Para reforzar los centros educativos anteriores existe un comedor comunitario que les presta este servicio a los niños de este sector.

También existe la granja integral que le presta servicio a la Escuela Social Participativa, aunque esta localizada a tres cuadras del límite occidental del barrio Villa Alexandra, en el Barrio Las Acacias. Esta granja pretende inculcar la importancia de la interacción de las personas con la naturaleza y actualmente esta adelantando un programa de reciclaje de materia orgánica con los niños de la Escuela. Ver anexos A.3, A.4, A.5 y A.6

¹³ Diagnóstico físico y socioeconómico de las localidades de Bogotá. Departamento Administrativo de Planeación Distrital, 2002

La zona presenta un déficit en lo que a centros de atención de salud se refiere. Para recibir atención médica tienen que trasladarse a otro barrio o a otro sector, como por ejemplo, al CAMI de Patio Bonito que está ubicado en la calle 38 No. 93-80 que atiende urgencias las 24 horas. En el segundo piso de este centro se encuentra la UPA 71 que cumple las funciones de una Unidad Primaria de Atención (UPA) de 7 a.m. a 4 p.m. Así mismo, la UPA Patios o 92 ubicada en la calle 17 No. 100 B-04, que presta los mismos servicios que la UPA 71.

Tampoco existen centros culturales ni recreativos en el barrio, aunque cerca se encuentra ubicada la Alameda Santa Fe, que cuenta con canchas deportivas y zonas verdes, además de la Biblioteca El Tintal.

6.2.7 Aspectos económicos

En el barrio se realizan actividades comerciales dentro de los hogares, como papelerías y tiendas de barrio. También se encuentran bodegas que son utilizadas como talleres o para diversos usos y que generalmente están ubicadas en medio de las otras viviendas. De este tipo de comercio se están formando microempresas o famiempresas, llamadas así porque el local esta compartido con la vivienda.¹⁴ Ver anexo A.7.

La mayor parte del comercio se ubica sobre la calle 42 A, debido a que esta pavimentada y garantiza mayor accesibilidad. Allí se ubican más que todo, panaderías, tiendas, mercados y pequeños restaurantes. Fuera del perímetro del barrio se encuentran negocios más grandes como tiendas de ropa, textiles, calzado, misceláneos, material para construcción, así como también sectores de servicio como institutos tecnológicos, colegios privados, entidades bancarias, etc.

¹⁴ Documento de diagnóstico UPZ Patio bonito. Fundación social Corporación Grupo Enlace Social. Julio 16 2002.

Otro negocio que está presente en la zona es el de recuperación de material reciclable. Hay familias recicladoras viviendo cerca del barrio y existen fábricas de mangueras aledañas al barrio, que utilizan plástico reciclado para su fabricación. Así mismo, existen plantas de recolección de material reciclado como cartón y madera, sobre la Avenida Ciudad de Cali. Ver anexo A.8.

La mayoría de personas dedicadas al reciclaje son desplazados que vienen de diversas zonas del país y encuentran en el aprovechamiento de residuos su forma de sustento. Según un testimonio de uno de los recicladores del sector, el Señor Sergio Osorio, -quien llegó a esta zona en Enero de 2005 procedente de Pereira con su familia-, ha encontrado en este oficio una forma de ganarse la vida; y aunque existen cooperativas de recicladores en el sector, como la Asociación Nacional de Recicladores, el asegura que los precios de compra del material reciclado no son los mejores y prefiere seguir trabajando en forma independiente.

6.3 CLIMA

La zona presenta un clima semejante al de la ciudad de Bogotá, con temporadas de lluvia y temporadas de sequía.

Temperatura promedio	14°C
Humedad Relativa	86 a 87% en los meses lluviosos 79 a 81% en los meses secos
Precipitación	151 y 218 mm en los meses lluviosos 29 y 54 mm en los meses secos

Tabla No. 1. Condiciones climáticas del Barrio Villa Alexandra
Fuente: Agendas Locales Ambientales DAMA

Meses lluviosos: abril, mayo, junio, agosto, octubre, noviembre

Meses secos: enero, febrero, marzo, julio, septiembre, diciembre.

6.4 TOPOGRAFÍA

En general, el sector está cimentado sobre un terreno plano, pero el barrio y en general la UPZ, presenta un declive bastante notorio, que corresponde al área anegadiza del río Bogotá¹⁵. Es un terreno inundable, drenaje natural del río en épocas de fuertes lluvias.

6.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS VÍAS

El barrio está delimitado por las calles 42 A sur y 41 sur, entre las carreras 99F y 99 A. Sin embargo, es atravesado por la calle 42 sur que empieza en el límite occidental con el barrio Las Acacias. La calle 42 A sur está pavimentada desde la Avenida Ciudad de Cali hasta la carrera 100, y es por esta calle por donde entra todo el transporte público para este sector. La calle 41 sur no está pavimentada, aunque tiene un ancho considerable debido a que antes era un caño que luego fue cubierto, pero en general está en buen estado. Las carreras que conforman el barrio son las carreras 99F, 99D, 99C, 99B y 99 A, ninguna de las cuales está pavimentada. Además, presentan muy mal estado en algunos sectores, ondulaciones profundas, desechos de construcción en la mitad de algunas (piedras, agregado, ladrillos), lo que no garantiza una buena circulación vehicular por el sector. La calle 42 sur, además de ser muy estrecha (solo hay espacio para un vehículo), presenta las mismas características que describen a las carreras. Ver anexos A.9, A.10, A.11, A.12 y A.13.

Independientemente de las características de las vías, todas las casas cuentan con andenes de concreto de más o menos 50 cm. de ancho.

¹⁵ Documento de diagnóstico UPZ Patio bonito. Fundación social Corporación Grupo Enlace Social. Julio 16 2002.

Otro problema que presentan las vías sin pavimentar es que su estado depende del clima reinante en la zona, porque en épocas de lluvia las vías se convierten en enormes barrizales, y en verano, el polvo se levanta y causa problemas de respiración y de visibilidad. Ver anexos A.14 y A.15.

6.6 RIESGOS FÍSICOS

6.6.1 Contaminación atmosférica

Este tipo de contaminación es provocada por los automotores, autobuses y vehículos pesados que transitan por la zona, especialmente por la calle 42 A., los cuales, además de emanar sus gases, levantan el polvo de las vías sin pavimentación en épocas de sequía.

Otra fuente de contaminación es la quema de cocinol y la fabricación de carbón vegetal que se hace cerca de la zona, en el barrio Las Acacias.

6.6.2 Contaminación acústica

Se presenta más que todo en las calles con gran movimiento de comercio de industria, en este caso, la calle 42 A, por equipos de sonido en las calles, vendedores ambulantes, pregoneros, etc.

6.6.3 Invasión del espacio público

Se presenta invasión del espacio público por vendedores ambulantes y por vehículos que transportan mercancías, los cuales se estacionan sobre las vías de acceso al barrio, dificultando el libre paso de vehículos.

Otro factor de la invasión del espacio público lo producen los desechos de construcción que son arrojados en medio de algunas vías interiores del barrio o en lotes baldíos. Ver anexo A.16.

6.6.4 Disposición inadecuada de basuras

Se presenta especialmente por desechos de construcción, cuyos propietarios ignoran la legislación existente acerca de la disposición final de éstos, o simplemente los dejan en cualquier parte. El problema es que, por ahora, los residuos de construcción son los que presentan este problema, pero más adelante puede tratarse de otro tipo de desechos como industriales o tóxicos.

6.6.5 Riesgo de inundaciones

El barrio Villa Alexandra pertenece a la zona de amenaza media de inundación, lo que significa que tiene una probabilidad entre el 10% y el 65% de sufrir una inundación. El periodo de retorno para este tipo de amenaza media está dentro del rango de 10 a 100 años de ocurrencia. Los efectos causados por una inundación de este tipo se pueden calificar como moderados pero potencialmente dañinos. (Ver figura No. 5).



Figura No. 6. Zonas de amenaza de inundación de la UPZ Patio Bonito y Barrio Villa Alexandra.
Fuente: Diagnóstico físico y socioeconómico de las localidades de Bogotá. Departamento Administrativo de Planeación Distrital, 2002

6.7 PRODUCCIÓN DE RESIDUOS

El tipo de residuos sólidos domiciliarios que una población determinada produce, está directamente relacionado con el tipo de productos que consuma. Según las respuestas de la población, los tipos de productos alimenticios que más consumen son frutas y verduras, con un 74.3% de los hogares. Así mismo, un 54.3% de los hogares encuestados consumen regularmente carne y un 31.4% incluye productos empacados. Los productos que menos se consumen son los enlatados.

Por otro lado, los productos que más reutilizan los habitantes del sector son los envases de plástico y vidrio con un 22.5% y el papel con un 11.4%. Sin embargo, estos porcentajes podrían aumentar si se concientiza a la población de reutilizar los residuos que ellos mismos producen, ya que en un 60% de los hogares no se recuperan los residuos que podrían volver a ser útiles.

A la pregunta de si estarían dispuestos a reciclar en sus casas, el 82.5% de los hogares respondió de manera afirmativa lo que indica que la comunidad apoyaría el proyecto en el caso que se pueda implementar.

7. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL BARRIO VILLA ALEXANDRA

Los residuos urbanos varían conforme a las costumbres de la población, clases sociales, las estaciones y hasta con la política económica del poder público.

7.1 MUESTREO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

El sistema de recolección de basuras con el cual cuenta este barrio es Ciudad Limpia la cual los lleva al relleno sanitario de Doña Juana.

Se realizaron tres muestreos utilizando el método del cuarteo. Los tres días se recogió la basura puerta a puerta de las personas encuestadas anteriormente; durante la encuesta se les dijo que acumularan la basura normalmente pero que no se la dieran al camión de la basura sino a nosotras. La recolección comenzó a las 10 a.m. utilizando una “zorra” como medio de transporte y almacenamiento provisional. Para esta recolección y la caracterización se contó con la colaboración de tres personas encargadas del manejo del vehículo y la manipulación de las basuras.

El domingo 27 de febrero, se recogió la basura de 15 viviendas comprendidas entre las carreras 99 A hasta la 99 F entre las calles 42 A sur y 41 sur. Fueron transportadas hasta la parte de atrás de la granja integral ubicada en la carrera 100 A No. 41-83 sur con el fin de realizar la evaluación de estos residuos. Para la preparación del lugar se procedió a la elección de un sitio plano y se extendió una lona en el suelo para que sobre ella se hiciera el cuarteo. Se vaciaron las bolsas sobre la lona y se empezó a voltear la basura con unas palas. (Ver anexo B)

El segundo día fue el miércoles 3 de marzo, se recogió la basura de 20 viviendas comprendidas entre las carreras 99 A hasta la 99 F entre las calles 42 A sur y 41 sur. Fueron transportadas hasta la parte de atrás de la granja integral ubicada en la carrera 100 A No. 41-83 sur y se le dio el mismo procedimiento que el anterior.

Finalmente, el tercer día fue el lunes 7 de marzo, la basura de 22 viviendas comprendidas entre las carreras 99 A hasta la 99 F entre las calles 42 A sur y 41 sur. Fueron transportadas hasta la parte de atrás de la granja integral ubicada en la carrera 100 A No. 41-83 sur y se le dio el mismo procedimiento que el anterior (Ver anexo C).

Después de transportar los residuos que se van a estudiar hasta la granja, se busco un lugar plano y abierto para hacer el análisis. Cuando ya estuvo ubicado el

sitio detrás de la granja, se extendió una lona con el fin de verter allí todos los residuos para mezclarlos por medio de palas. Cuando ya se tenía una mezcla uniforme se agruparon los residuos en cuatro bolsas de 10,5 kg. y 13 kg. para el primer y últimos muestreos, la cuales fueron pesadas en campo. Luego cada una de las bolsas se vació en la lona y se dividió en cuatro partes para realizar el cuarteo (ver metodología).

La caracterización de los residuos se hizo con base en la muestra final, ya que esta era una buena representación de los residuos estudiados. Esta muestra se dividió por componentes, es decir, papel, cartón, materia orgánica, vidrio, plástico y textiles, pesando cada uno de ellos en campo.

7.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis estadístico del resultado de la producción de residuos obtenida por medio del cuarteo, para establecer la confiabilidad de la muestra.

El primer paso fue encontrar la media que se define como la media aritmética de un número de observaciones. Se calcula de la siguiente manera:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \text{ (Ecuación 1)}$$

Siendo \bar{x} : La media de la muestra

x : El valor de cada una de las muestras, en este caso, la producción de residuos (kg/vivienda/día)

n : Número de muestra.

Con el valor de la media se puede calcular la desviación estándar, que mide el error de una medición individual dentro de una serie. Puede concluirse, que en cuanto mayor sea la dispersión en una serie de mediciones, mayor será el valor

de la desviación. Se considera que un error aceptable esta entre un 5% y un 10% de la media (\bar{x}). Se calcula de la siguiente forma:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}} \text{ (Ecuación 2)}$$

Siendo s : Desviación estándar

\bar{x} : La media de la muestra

x : El valor de cada una de las muestras, en este caso, la producción de residuos (Kg./vivienda/día)

n : Número de muestra.

Con base en los datos hallados anteriormente se halla el intervalo confidencial, que indica si los datos de la muestra se pueden considerar como confiables o no.

El intervalo se halla con base en:

$$\begin{aligned} & \bar{x} + 1.96 * s \\ & \bar{x} - 1.96 * s \end{aligned} \text{ (Ecuación 3)}$$

Los datos de la muestra, es decir, los datos de producción de residuos sólidos (kg/vivienda/día) se consideran confiables si están dentro de este intervalo.

Los resultados de este análisis se encuentran a continuación, concluyendo que los datos medidos si se consideran confiables.

Muestra	Producción (kg/vivienda/día)	$\sum(x - \bar{x})^2$
1	2,07	0,019
2	1,88	0,003
3	1,83	0,010
4	1,94	0,000

Tabla No. 2 Dato requerido para encontrar la desviación estándar.

La media aritmética de la muestra será:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{2.07 + 1.88 + 1.83 + 1.94}{4} = 1.93 \text{ (Ecuación 4)}$$

Por lo tanto la desviación estándar será igual a:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0.019 + 0.003 + 0.01 + 0.00}{4 - 1}} = 0.104 \text{ (Ecuación 5)}$$

La desviación se considera aceptable porque se encuentra dentro del rango de un 5% a un 10% del valor de la media (\bar{x}).

$$5\% (\bar{x}) = (0.05 * 1.93) = 0.096 \text{ (Ecuación 6)}$$

$$10\% (\bar{x}) = (0.10 * 1.93) = 0.193 \text{ (Ecuación 7)}$$

Finalmente, el intervalo confidencial estará entre:

$$\begin{aligned} \bar{x} + 1.96 * s &= 1.93 + (1.96 * 0.104) = 2.131 \\ \bar{x} - 1.96 * s &= 1.93 - (1.96 * 0.104) = 1.723 \end{aligned} \text{ (Ecuación 8)}$$

Lo que indica que los datos de producción (kg/vivienda/día), están dentro de este intervalo y se pueden considerar confiables.

7.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Los resultados obtenidos del análisis realizado a los tres muestreos fueron los siguientes:

	Domingo 27 de Febrero		Miércoles 3 de Marzo		Lunes 7 de Marzo		Lunes 11 de Abril	
	Muestra 1(15.5 kg)		Muestra 2 (13 kg)		Muestra 3 (13 kg)		Muestra 4 (5.5 Kg)	
Material	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
Materia orgánica	11,2	72,2	5,84	44,9	5,95	45,8	2,93	52,32
Plástico	0,61	3,9	0,35	2,7	0,66	5,1	0,02	3,52
Papel	0,17	1	0,12	0,9	3	23,1 ¹⁶	0,3	5,36
Cartón	0,32	2,2	0	0	0,2	1,5	0	0,00
Textiles	0,34	2,2	0,59	4,5	0	0	0	0,00
Vidrio	0	0	0,62	4,8	0	0	0	0,00
Material no aprovechable	2,91	18,6	0,55	42,1	3,2	24,6	2,17	38,79

Tabla No 3. Datos de Caracterización realizada en el Barrio Villa Alexandra.

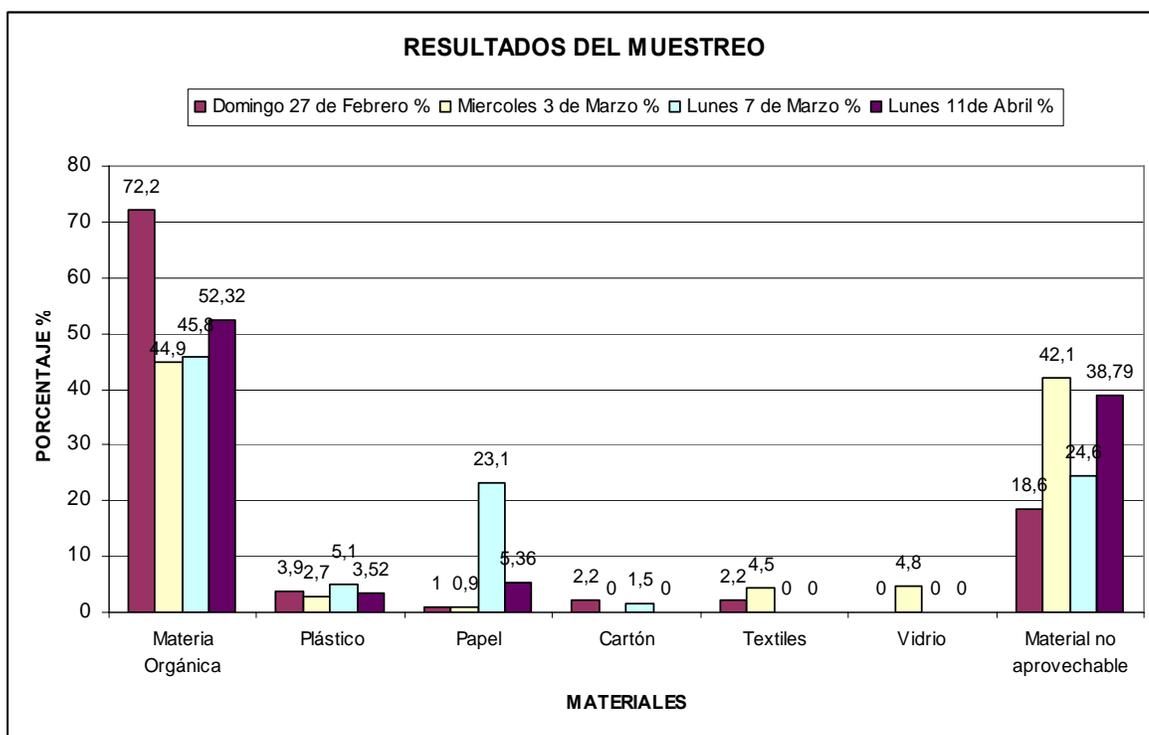


Figura No. 7. Resultados del Muestreo.

PRODUCCIÓN PER CÁPITA

Para calcular la producción por vivienda se multiplica la producción total del día del muestreo por el número de viviendas que produjeron esos residuos.

¹⁶ La cantidad de papel en este muestreo fue sustancialmente mayor que en los anteriores muestreos porque había un directorio telefónico entre los residuos analizados y por esta razón el peso del papel aumentó.

Debido a que los residuos recogidos en cada uno de los muestreos fueron resultado de la acumulación de dos días, la producción por vivienda/día se calcula dividiendo la producción por vivienda por dos.

Después de tener los datos de los tres muestreos se hace un promedio aritmético con los datos y ese es el resultado de producción kg/vivienda/día con el que se trabaja, es decir, 1.93 kg/vivienda/día. (Ver tabla No. 4).

Muestra	Producción total (kg)	# viviendas	Producción (kg/vivienda)	Producción (kg/vivienda/día)
1	62	15	4,13	2,07
2	75,08	20	3,75	1,88
3	80,32	22	3,65	1,83
4	50,43	13	3,88	1,94
Promedio			3,85	1,93

Tabla No 4. Producción de Residuos por vivienda Barrio Villa Alexandra.

La producción total del Barrio Villa Alexandra es de 136,76 Kg/día. Este resultado sale de multiplicar 1,93 kg/vivienda/día * 72 viviendas, las cuales conforman el barrio. Para determinar la producción per cápita se divide la producción del barrio entre el número de habitantes del barrio que es 288 habitantes, dando como resultado 0.48 kg/hab/día.

Por otro lado, para determinar los porcentajes de cada uno de los componentes de los residuos, se hizo un promedio entre los porcentajes de cada uno de los componentes en los diferentes muestreos y con base en esos resultados se determinó la producción por componentes en kg/hab/día, kg/vivienda/día y kg/barrio/día. (Ver tablas No. 5 y No. 6)

Material	Producción Per cápita (kg/Hab/día)		Producción por vivienda (kg/vivienda/día)	
	(kg/Hab/día)	%	Kg/vivienda/día	%
Materia orgánica	0,26	53,8	1,04	53,8
Plástico	0,02	3,8	0,07	3,8
Papel	0,04	7,6	0,15	7,6
Cartón	0,00	0,9	0,02	0,9
Textiles	0,01	1,7	0,03	1,7
Vidrio	0,01	1,2	0,02	1,2
Material no aprovechable	0,15	31,0	0,60	31,0
Total	0,48	100	1,93	100

Tabla No 5. Producción per cápita y por vivienda.

Producción Barrio Villa Alexandra (kg/día)					
Material	Kg/día	%	Pesos específicos (kg/m ³) *	Humedades (%) *	Volumen (m ³) ¹⁷
Materia orgánica	74,66	53,8	291	70	0,26
Plástico	5,28	3,8	65	2	0,08
Papel	10,53	7,6	89	6	0,12
Cartón	1,28	0,9	50	5	0,03
Textiles	2,32	1,7	65	10	0,04
vidrio	1,67	1,2	196	2	0,01
Material no aprovechado	43,05	31,0	131	15	0,33
Total	138,76	100			

Tabla No 6. Producción en Volumen.
Fuente: TCHOBANOGLOUS George, Gestión Integral de Residuos Sólidos. España: MacGraw Hill.
Vol. 1. 1994. 604 p

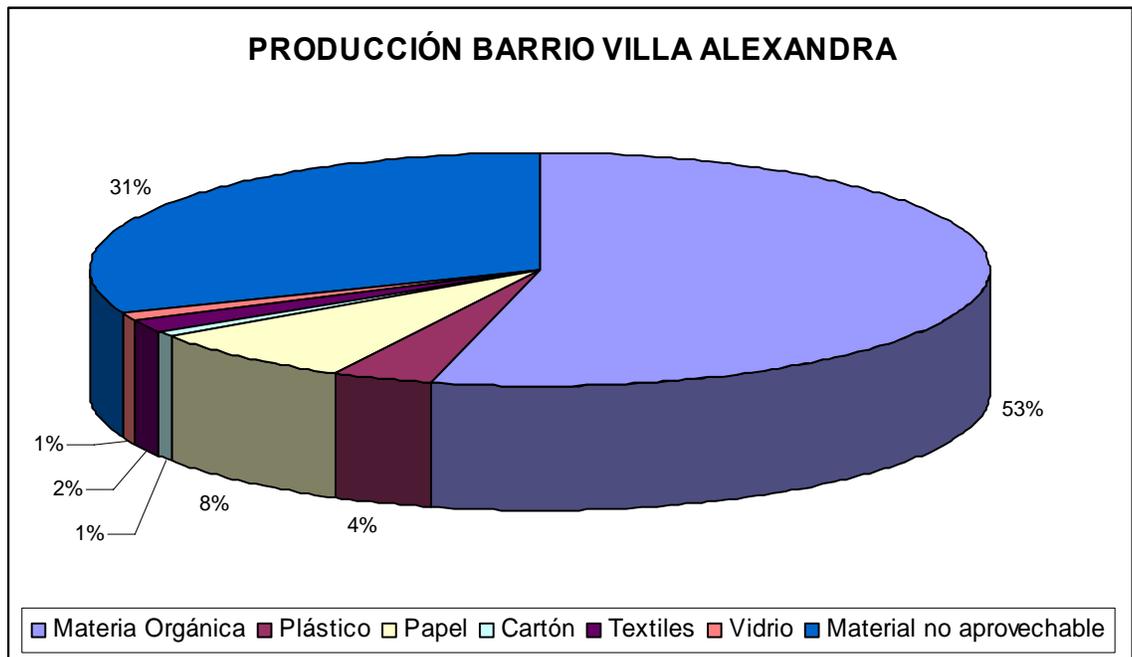


Figura No. 8. Producción barrio Villa Alexandra.

¹⁷ El cálculo de los volúmenes fue realizado con los pesos específicos en condiciones húmedas no compactas.

Material	% Barrio Villa Alexandra	% Distribución típica de componentes en los RSU para países de bajos ingresos¹⁸
Materia orgánica	53,8	40 – 85
Plástico	3,8	1 – 5
Papel	7,6	1 – 10
Cartón	0,9	1 – 10
Textiles	1,7	1 – 5
vidrio	1,2	1 – 10
Material no aprovechable	31,0	1 – 40

Tabla No 7. Comparación % Barrio Villa Alexandra vs. % Distribución típica de componentes en los RSU para países de bajos ingresos.

Se puede analizar de la Tabla No 6. que los porcentajes obtenidos para cada uno de los componentes de los residuos están en los rangos estipulados, teniendo en cuenta que para poder darle un tratamiento a cualquier tipo de material se debe contar con volúmenes razonables para la producción. Por tal razón para esta caracterización realizada se debe escoger la materia orgánica por su alto porcentaje, 53.8% y por el volumen producido 0.25 m³/día, y descartar los otros elementos pues por sus bajos volúmenes no sería rentable hacer un tratamiento a tan poca producción. Así mismo, el cartón y papel que se utiliza en las viviendas es recogido por recicladores del sector, por lo tanto, estos elementos ya se están aprovechando.

Para corroborar los datos de producción en volumen de materia orgánica se midió el volumen en campo y se determinó el peso específico para compararlo con el peso específico teórico (Ver anexo D). El método para medir el volumen consistió en obtener la materia orgánica producida en 13 casas del sector y llevarla a la granja integral; allí se mezcló y se fue introduciendo en un balde que tiene un volumen de 0.01m³, hasta que el balde estuviera colmado. A continuación se pesaba cada uno de esos baldes, llegando a llenar en total 10 baldes. (Ver tabla No. 8).

¹⁸ TCHOBANOGLOUS George, Gestión Integral de Residuos Sólidos. España: MacGraw Hill. Vol. 1. 1994. 604 p.

Para determinar el peso específico se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Peso específico } (\gamma) = \frac{\text{Peso} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}{\text{Volumen} \left(\frac{\text{m}^3} \right)} \text{ Ecuación 9.}$$

Balde	Peso (Kg)	Peso unitario(Kg/m3)
1	3,06	306
2	2,836	283,6
3	2,741	274,1
4	2,91	291
5	2,951	295,1
6	3,07	307
7	3,171	317,1
8	3,162	316,2
9	2,9	290
10	2,824	282,4
$\Sigma = 29,625$		Promedio= 227,88

Tabla No.8 Valores del peso específico en campo.

Para hallar el peso específico de la muestra se hizo un promedio aritmético con los datos de los 10 baldes, dando como resultado 227.88 Kg/m³. Si se compara este dato con el teórico (291 Kg/m³), se puede notar que el teórico es mayor porque para hallar este dato se tuvieron en cuenta desechos de cocina como huesos, granos y restos de carnes, que hacen que el peso sea mayor.

Tomando el peso específico en campo, el volumen de materia orgánica producido en el barrio es 0.33 m³.

Material	Kg/día	%	Peso específico (kg/m ³)	Volumen (m ³) ¹⁹
Materia orgánica	74,66	53,8	227.88	0,33

Tabla No.9 Datos en campo de la materia orgánica.

¹⁹ El cálculo del volumen fue realizado con el peso específico en condiciones húmedas no compactas.

La humedad también se midió en campo tomando una muestra en campo de 2000 gr. Después se traslada esta muestra al laboratorio y se introduce en un horno a una temperatura de 60°C por 24 horas. Al cabo de este tiempo se toma el peso seco y se halla la humedad:

$$\text{Humedad} = \frac{\text{Peso Humedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso Humedo}} = \frac{2000\text{gr} - 554.64\text{gr}}{2000\text{gr}} * 100 = 72.2\%$$

El dato de humedad teórico es de 70%, así que comparando los datos se puede comprobar que son muy similares.

8. TRATAMIENTOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

8.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS MÁS COMUNES

8.1.1 Biogás

La producción de gas a partir de los materiales orgánicos contenidos en los RSU no seleccionados se lleva a cabo biológicamente y bajo condiciones anaerobias. La descomposición anaerobia (sin oxígeno) es lenta y menos eficaz que la aerobia, pero reduce el volumen de la materia orgánica convirtiéndola en minerales, humus, metano, anhídrido carbónico y agua. El proceso para la obtención de gas metano o biogás se hace por medio de un biodigestor anaerobio de sólidos en baja concentración 6% – 10% de sólidos, o de sólidos de alta concentración 20% – 30% de sólidos, en condiciones controladas. En los vertederos sanitarios también se produce pero en condiciones incontroladas. En estos biorreactores actúan cuatro clases de bacterias que ayudan a la descomposición de la materia orgánica y producen ácido acético, compuestos monocarbonados, compuestos policarbonados y gas metano que es el principal componente del biogás. Las proporciones de los componentes del biogás son las

siguientes: 40 a 70 % de metano (CH₄), de 30 a 60 % de dióxido de carbono (CO₂), de 0 a 1 % de hidrógeno (H₂) y de 0 a 3 % de gas sulfhídrico (H₂S).

Los birreactores pueden ser industriales o mini digestores (hasta 50 m³). Los biodigestores industriales realizan el proceso por medio de unos tanques metálicos que almacenan el biogás y la materia orgánica por separado. Los mini digestores son más fáciles de manejar y más económicos que los industriales, por lo tanto su uso es más común. Existen diversos tipos de diseño de los mini digestores, entre los cuales están:

Diseño hindú.

Tiene una campana móvil, que puede ser de hormigón o plástico, la cual asciende cuando aumenta la presión del gas. También cuenta con dos tubos, uno que permite la entrada de materia orgánica y el otro que deja salir el bioabono producto de la transformación. El tanque tiene forma cilíndrica y puede ser construido de ladrillo, piedra u hormigón.

Diseño chino.

Para almacenar el gas dentro del biodigestor, existe una cúpula fija que puede ser de ladrillo u hormigón. Este tipo de biodigestor tiene una larga vida útil (20 años) pero su costo es muy elevado, ya que un biodigestor de 5 m³ (suficiente para generar gas para cuatro personas) cuesta entre \$800 y \$900 dólares.²⁰

Polietileno.

Puede tener varias formas: de gusano, alargado o en forma de saco. Este polietileno debe ser capaz de soportar las presiones de trabajo del biogás ya que es allí donde se almacena la mezcla de agua y material orgánico y debe estar complementado con tuberías y válvulas. Este diseño es más económico que el anterior pero su vida útil solo alcanza los tres años de vida y además puede sufrir roturas por diversos factores como el clima y acciones externas.

Cúpula de polietileno.

²⁰ LOPEZ LUGONES, Bárbaro, Análisis de biodigestores. www.cubasolar.cu. Fecha de consulta: abril 6 2005.

Este tipo de biodigestor reemplaza la campana y la cúpula por una semiesfera de polietileno pero conserva el tanque tradicional de ladrillo o piedra. Sin embargo, su costo sigue siendo elevado porque un biodigestor de 4 m³ cuesta alrededor de \$500 dólares.¹⁶

El biogás puede ser empleado de igual modo que el gas propano convencional, incluso con los mismos artefactos (cocinas, lámparas, motores a gas, etc.), para producir energía y calor. Además del gas, esta descomposición produce bioabono rico en nitrógeno, fósforo y potasio. Sin embargo, este proceso necesita acumular los desechos orgánicos cerca del birreactor y además, si no se siguen las normas de seguridad básicas para el manejo de combustibles, puede presentar una explosión. Otro aspecto desventajoso es el alto costo de inversión de los biodigestores y la corta vida útil de estos, lo cual hace que se tengan que estar renovando continuamente. Además, los birreactores que tienen alta vida útil presentan un alto costo.

8.1.2 Compuestos orgánicos

Los materiales orgánicos contenidos en los RSU no seleccionados también pueden utilizarse para la producción de diversos compuestos orgánicos, incluyendo azúcares, alcoholes, disolventes, ácidos orgánicos, gases hidrocarburos y compuestos aromáticos; aunque implican procesos similares a los del gas metano y requieren de infraestructuras grandes para poder almacenar el producto.

8.1.3 Combustibles derivados de residuos

Se refiere a los residuos procesados para servir como combustible utilizando unas calderas para producir vapor o energía eléctrica. Este combustible se quema en calderas de servicio público y en sistemas de combustión especialmente diseñados. También se puede mezclar y quemar junto con carbón.

Este tratamiento requiere de grandes calderas y también de una infraestructura grande en la cual se pueda almacenar el combustible, para después ser quemado y poder producir la energía.

8.1.4 Compostaje

Los RSU contienen normalmente del 70 al 80% de material orgánico y el compostaje se está haciendo cada vez más popular como una alternativa de gestión de residuos. Casi todos los sistemas de compostaje de RSU empiezan con la separación de reciclables, metales y materiales peligrosos, seguido por la reducción en tamaño y la separación adicional. Los usos finales para el compost de RSU normalmente se limitan a usos agrícolas o de recuperación terreno. Pocos operadores venden el producto acabado, aunque algunos los venden a agencias públicas, granjeros y centros de jardinería.²¹

El compostaje o “composting” es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia biodegradable rápidamente (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener "compost", abono excelente para la agricultura.

El compost o mantillo se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura, reduce la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

²¹ TCHOBANOGLIOUS George, Gestión Integral de Residuos Sólidos. España: MacGraw Hill. Vol. 1. 1996. 841 p.

La gran ventaja de este proceso es la estabilización de los residuos orgánicos con una recuperación neta de energía y sin la necesidad de equipamiento importante.

8.2 ANÁLISIS DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Analizando cada uno de los tratamientos mencionados anteriormente se concluye que por infraestructura y tecnología requerida, el tratamiento más viable para las características socioeconómicas de este barrio es el compostaje aerobio, ya que no requiere de grandes espacios ni tecnologías avanzadas que demanden altos costos en maquinarias, equipos y mantenimientos.

Aunque el compostaje aerobio se puede hacer por diferentes métodos, se analizaron todos y se escogió el método que requiriera de menos espacio y menor inversión, pues no se puede olvidar que este es un proyecto de carácter social y la parte económica juega un papel muy importante. Por tal razón se escogió el compostaje aerobio con infraestructura en madera.

Razones por las cuales el compostaje es la mejor alternativa:

- Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.
- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macro nutrientes, Nitrógeno, fósforo, calcio, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.

- La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.
- La infraestructura necesaria no es muy costosa.
- El procedimiento para la producción de compostaje es fácil de aprender.

9. VIABILIDAD TÉCNICA DEL DISEÑO DE COMPOSTAJE Y LOMBRICULTURA

9.1 METODOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOSTAJE

Aunque el tratamiento más factible hasta el momento es el compostaje, es necesario pasar a analizar otros aspectos para que sea del todo viable, pues el compostaje puede tener varias infraestructuras y se puede llevar a cabo por diferentes métodos descritos a continuación.

La separación se hará en la fuente mediante un tarro de basura mediano que tenga una tapa hermética, para evitar que salgan malos olores; este tarro se donaría por primera vez a cada una de las casas del barrio con el fin de incentivar, motivar y acostumbrar a la comunidad a separar en la fuente la materia orgánica que sirve para la producción del compostaje y ayuda a que el proceso sea más fácil.

La recolección de la materia orgánica que se puede hacer cada semana o diaria. Para el barrio Villa Alexandra la recolección se llevaría a cabo cada 2 días para no incomodar a los habitantes cambiándoles los días de recolección de basura por la empresa ciudad limpia, que sería los días lunes, miércoles y viernes. El transporte de este material se hará por medio de un vehículo de tracción animal que recorrerá el barrio y recogerá la materia orgánica de cada una de las casas. El uso de este tipo de vehículo es posible porque las vías son planas, estrechas y dentro del barrio no hay vías pavimentadas, lo que afectaría el uso de vehículos motorizados. Además, el costo de operación de un vehículo de tracción animal es mucho menor que el uso de un vehículo motorizado.

Después de analizar en el muestreo los diferentes componentes de la materia orgánica, se nombrarán los componentes que sirven para la producción de compostaje.

1. Cáscaras de plátano, cebolla, frutas, maduro, papa, en general todo tipo de cáscaras.
2. Todo tipo de verduras y frutas.
3. Cilantro y todo tipo de hierbas.
4. Pasto cortado, malezas, raíces, hojas de árboles, plantas y pétalos de flores.

No es recomendable mezclar con desperdicios de alimentos ya preparados. Como huesos de pollo, arroz cocinado.

Después de haber recolectado ésta materia orgánica, se debe picar con machete dejando las partículas de un tamaño más o menos de 10 cm.

Luego se procede a armar las pilas de compostaje (ver que tipo de infraestructuras se pueden utilizar 9.4.3), para este caso se van a utilizar microorganismos que tienen el objeto de disminuir el tiempo de elaboración del abono orgánico, obtener un material microbiológico y nutricionalmente mejorado, es mucho mejor que utilizar cal.

Entre las ventajas de la adición de microorganismos al compostaje están:

- Aceleración del incremento de las temperaturas, manteniéndose en la etapa termófila del proceso, independiente de la aireación y las condiciones ambientales.
- Promueven la transformación aeróbica de compuestos orgánicos, evitando la descomposición de la materia orgánica por oxidación en la que se liberan gases generadores de olores molestos (sulfuros, amoniacales y mercaptanos). Adicionalmente, evitan la proliferación de insectos vectores, como moscas, ya que estas no encuentran un medio adecuado para su desarrollo.

Los microorganismos o también conocidos como levaduras se aplican disolviéndolos en agua de la siguiente forma:

- ❖ 1 litro de levadura se disuelve en 4 litros de agua.
- ❖ 1 tonelada de Materia Orgánica se revuelve con 5 litros de levadura; Tener en cuenta que se deben disolver en agua. Así sucesivamente se va haciendo una regla de tres para la cantidad de M. O. que salga²².

Después de que está lista la mezcla se empieza a armar la pila por capas hasta alcanzar 1.5 m de altura, (ver figura No. 6).

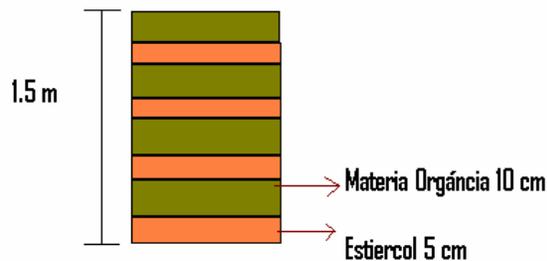


Figura No.9. Dimensiones de la pila de compostaje por capas.

Una capa de estiércol de animal, una capa de materia orgánica y así sucesivamente hasta que la pila alcanza 1.5 m.

Volumen requerido para hacer una pila de 1.50m de altura es:

M.O: Materia orgánica.

E: Estiércol.

$$V_{m.o.} = 0.1m * 1m * 1m = 0.1m^3 \text{ capa}$$

$$V_{total M.O} := 0.1m^3 * 10 = 1m^3$$

$$V_{estiercol} = 0.05m * 1m * 1m = 0.05m^3$$

$$V_{total estiercol} = 0.05m^3 * 10 = 0.5m^3$$

²² HOGARES JUVENILES CAMPESINOS, Asesoría.

Después que la pila ha alcanzado la altura de 1.5m se empieza a medir un tiempo de 2 meses para que esté listo el abono orgánico; durante este tiempo el compostaje pasa por 4 etapas en las cuales la aireación, la temperatura y la humedad juegan un papel importante y se debe estar midiendo con frecuencia la temperatura pues este es un parámetro importante para saber en que etapa va el compostaje.

9.1.1 Etapas del compostaje

El proceso de compostaje tiene cuatro etapas básicas en las que se conjugan las variaciones de temperatura y tipo de microorganismos, estos microorganismos surgen de la descomposición de la mezcla y la interacción con los agentes como el sol, aire, humedad, agua.

ETAPA 1: FASE MESÓFILA

Esta etapa puede durar más o menos 3 días y tiene las siguientes características:

- ❖ La temperatura de la pila de compostaje sube rápidamente hasta los 40°C.
- ❖ Los microorganismos mesófilos se alimentan de proteínas y azúcares que son consumidos rápidamente.
- ❖ Predominan las bacterias.

ETAPA 2: FASE TERMÓFILA

Esta etapa puede durar más o menos 15 días.

- ❖ Esta etapa se caracteriza por la presencia de altas temperaturas, por encima de los 40°C.
- ❖ Los microorganismos termo tolerantes continúan la transformación del material orgánico. Predominan los hongos termófilos y actinomiceto. Por

encima de los 65°C, las bacterias que forman esporas preponderan y los hongos mueren.

- ❖ En esta fase, la celulosa y la hemicelulosa son transformadas.
- ❖ El pH de la pila sube a causa del consumo de los ácidos orgánicos por parte de los microorganismos, estando entre 8 y 9, mientras se da la producción de iones, como los de potasio, magnesio y calcio.

ETAPA 3: FASE MESÓFILA

Esta etapa puede durar más o menos 20 días, si se desea preparar humus ésta etapa es la ideal para pasar el abono orgánico al lombricero (Ver figura No.8) donde se mezcla el abono con la lombriz. Para preparar el humus es necesario por cada m² de compostaje agregar 5 kilos de lombriz californiana (Ver preparación de Humus 9.4.4).

- ❖ En esta etapa se da un descanso paulatino de la temperatura a 40°C y los microorganismos mesófilos se reactivan.
- ❖ Las bacterias y los hongos transforman otra parte de la celulosa, como la lignina y la lignoproteína.
- ❖ Hay presencia de microorganismos e invertebrados.

Nota: para saber en que etapa va el abono orgánico diariamente se mide la temperatura, se observa la evolución del mismo (cambio de color, textura, olor, humedad) y se tiene presente el tiempo que lleva.

ETAPA 4: FASE DE MADURACIÓN

Esta etapa puede durar más o menos 20 días, sin importar si se ha mezclado con la lombriz o se va a dejar solo el abono orgánico.

- ❖ En esta etapa la temperatura de la pila disminuye continuamente hasta asemejarse a la del ambiente. Se produce la madurez o el enfriamiento del compost.
- ❖ Hay una disminución de las poblaciones de microorganismos.
- ❖ El pH del compost terminado puede oscilar entre 7 y 8.

9.1.2 Infraestructura necesaria para lo producción de compostaje.

Para la producción de compostaje son necesarios los siguientes materiales incluidos los de la infraestructura donde se van a armar las pilas de compost y humus.

MATERIALES NECESARIOS:

Implementos de seguridad: Para evitar contraer enfermedades es necesario tener unos mínimos cuidados en el momento de manipular la materia orgánica durante todo su proceso hasta cuando ya este listo el abono orgánico; para ello es necesario que el operario utilice los siguientes implementos.

- ❖ Botas.
- ❖ Guantes.
- ❖ Overol dos piezas en dril.
- ❖ Mascarilla desechable.

Infraestructura para el compostaje: para poder llevar a cabo la fermentación de la mezcla (Materia orgánica con microorganismos y capa de estiércol animal), es necesario utilizar una infraestructura donde la mezcla este ventilada y protegida del agua y del sol.

- ❖ Viga de madera estándar.
- ❖ Tabla burra ordinaria de 25 cm.
- ❖ Lámina de Zinc H=2m.
- ❖ Termómetro de sonda.
- ❖ 2 Palas.
- ❖ Carretilla.
- ❖ Puntilla de cabeza 2.

Se entierran cuatro vigas o postes de madera a una profundidad de 60cm, y separados 1m x 1m formando un cuadrado, luego se arma una cama de tablas la cual va a ser el piso que soportara la pila, ésta va a estar sujeta a los cuatro postes y a una altura de 10 cm del suelo. Después se irán atravesando vigas entre si a los lados que tendrán como fin sostener la pila de compostaje que se ira armando al pasar de los días por capas hasta alcanzar una altura de 1.5m. Ésta infraestructura debe tener un techo para proteger el abono del sol y del agua, pero permitiéndole una buena ventilación. (Ver figura No. 7, fotos No. 1, No. 2 y No. 3).

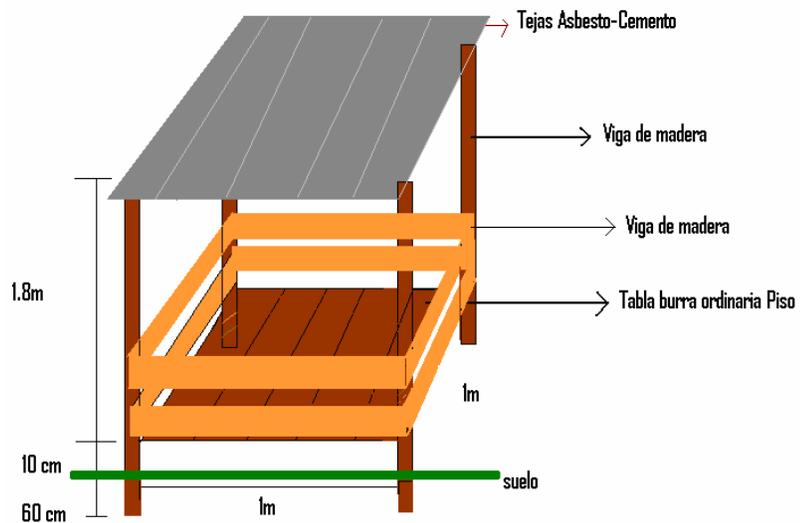


Figura No.10 Infraestructura en madera y dimensiones para la producción de compostaje.



Foto No.1 Iniciación pila Compostaje.



Foto No.2 Pila de compostaje completa.



Foto No.3 Infraestructura en madera para la producción de compostaje.

9.2 METODOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DEL HUMUS

9.2.1 Fundamento del método

Transformar materiales orgánicos de desecho de origen vegetal y/o animal en humus o abono orgánico por acción de lombrices. La lombriz ingiere los restos orgánicos previamente fermentados, que luego de atravesar su intestino son defecados como humus.

9.2.2 Materiales necesarios

Lombrices Llamadas "californianas" o "lombriz roja", que si bien pueden encontrarse en la naturaleza, convendrá pedírselas a alguien que ya las esté usando. Este tipo de lombriz es más eficiente que la lombriz de tierra común para producir humus. Por día defeca una cantidad de humos igual a la de su peso. (Ver foto No. 4).



Foto No.4 Lombriz Californiana.

Fermentador Una infraestructura donde se pueda apilar la materia orgánica y se le pueda hacer el proceso de fermentación previa (Ver producción de compostaje 9.4).

Lombricero Si el lombricero está sobre el terreno bastará con formar una caja rectangular de 1X 6 metros o más grande, utilizando tablas, ladrillos o esterilla de

guadua, con una profundidad de unos 30 o 40 cm y forrado por dentro con un geotextil. (Ver figura No. 8 y fotos No. 5 y No. 6)

Materiales:

- ❖ Esterilla de guadua.
- ❖ Guadua rolliza tubo 3m.
- ❖ Geotextil.

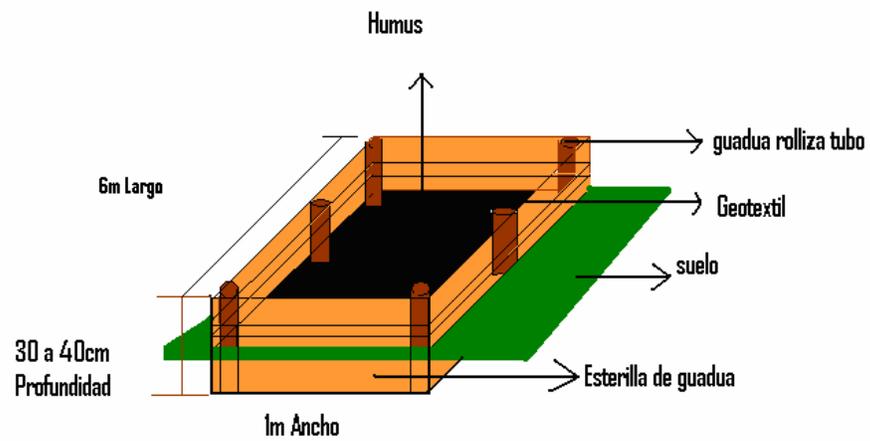


Figura No.11 Lombricero



Foto No.5 Lombricero Hogares Juveniles.



Foto No.6 Dos Lombricultivos Hogares Juveniles.

9.2.3 Procedimiento

1) Colocar en el lombricultivo una capa de compostaje fermentado, humedecer muy bien y depositar las lombrices sobre la superficie. Taparlas someramente con el mismo material. Cubrir todo el lombricultivo con techo o plástico para que se mantenga húmedo y para evitar su inundación en caso de lluvias abundante, cuidando que permitan la ventilación (ver foto No.7) . Regar superficialmente a menudo para mantenerlo permanentemente húmedo. No inundar, pues se mueren las lombrices. Agregar paulatinamente y a medida que sea consumido, nuevo material fermentado (alimento) sobre la superficie. Nunca agregar material sin fermentar, pues resulta tóxico para las lombrices.



Foto No.7 Infraestructura del lombricultivo en ladrillo y con techo de plástico.

2) Recolección del humus: cuando ya ha transcurrido el tiempo para que el humus este listo (20 días mas después de la tercer etapa del compostaje), se deja de alimentar a las lombrices durante dos semanas; después de este tiempo a un lado del lombricero se coloca una lona y sobre ella se pone estiércol fresco para que las lombrices adultas emigren del humus al estiércol. Luego se toma una zaranda y se pasa el humus por ella, así las lombrices pequeñas y lo huevos quedaran atrapadas en la malla y así se podrán llevar a un nuevo lombricero para comenzar un nuevo ciclo.²³

9.2.4 Ubicación y distribución de infraestructura.

El volumen estimado a producir con esta infraestructura es:

$$Vm.o. = 0.1m * 1m * 1m = 0.1m^3 \text{ capa}$$

$$VtotalM.O := 0.1m^3 * 10 = 1m^3$$

$$Vestiercol = 0.05m * 1m * 1m = 0.05m^3$$

$$Vtotalestiercol = 0.05m^3 * 10 = 0.5m^3$$

$$Vtotalteórico = 1.5m^3$$

Compostaje:

- Para calcular la cantidad de pilas se tomó el volumen total teórico.
- Como la producción de Materia orgánica en el barrio es de 0,33 m³/día y la recolección se llevará a cabo tres días a la semana, la producción semanal será de :

$$\text{Volumen M.O.} = 0.33 \text{ m}^3/\text{día} * 6 \text{ día} = 1.98 \text{ m}^3$$

- Cantidad de estiércol necesaria por semana:

$$\text{Volumen Estiércol} = 1 \text{ m}^3$$

²³ www.infoagro.com/abonos/lombricultura.asp, Fecha de Consulta 19 de Abril 2005

- Teniendo en cuenta estos volúmenes son necesarias 2 pilas por semana, debido a que cada pila tiene una capacidad de 1.5 m^3 y la producción de la mezcla por semana sería de 2.98 m^3 por semana.
- Debido a que el proceso para la producción de compostaje dura 2 meses (incluyendo el tiempo en el lombricero), son necesarias 12 pilas, pues en el momento que se va a completar el mes y medio, el material de las primeras dos pilas es pasado a los lombriceros para la etapa final de la producción del humus, así en este orden y siguiendo este ciclo se irán desocupando y llenando sucesivamente.

Humus:

- Es necesario tener en cuenta que este volumen total es un valor teórico y que a partir de las experiencias tenidas en los hogares juveniles, en la práctica, este abono orgánico tiene una reducción del 30% debido a las características de la materia orgánica, la cual esta compuesta un 90% por cáscaras de verduras, hortalizas y frutas; por tal razón al volumen teórico es necesario quitarle este porcentaje para poder estimar la infraestructura en la etapa final del abono orgánico (Humus).

$$V_{\text{lombricero}} = 1\text{m} * 6\text{m} * 0.40\text{m} = 2.4\text{m}$$

$$V_{\text{mezcla}} = 2.98 * 0.30 = 0.894$$

$$V_{\text{mezcla final}} = 2.98 - 0.894 = 2.086\text{m}^3$$

- Para la producción de humus son necesario 2 lombriceros, debido a que en un lombricero cabe el material de dos pilas y estará allí por 15 días, empatando con los tiempos de las pilas.

A continuación se muestra la distribución y las dimensiones de las pilas de compostaje y de los lombriceros; para llevar a cabo este proyecto es necesario un lote de $20 \text{ m} * 14.5 \text{ m}$.

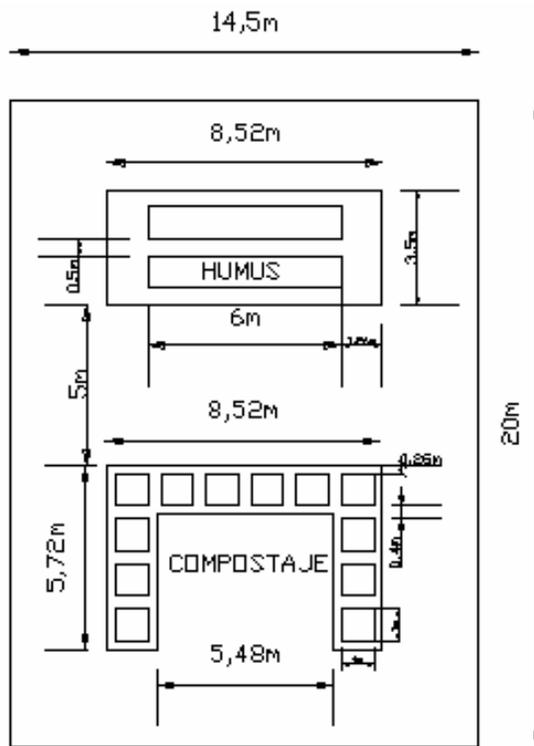


Figura No.12 Ubicación Infraestructura.

10. VIABILIDAD ECONÓMICA

Para el estudio financiero se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La inversión inicial debe ser donada por una institución o una organización no gubernamental (ONG), porque el proyecto es de carácter social y la comunidad no cuenta con ese dinero ni tiene la facilidad de adquirir un crédito. Se pueden tener en cuenta las siguientes instituciones:

- CAR.
- DAMA
- Ministerio del Medio Ambiente.
- Administraciones locales

Y algunas ONG con presencia en Colombia:

- Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE)
<http://www.ddc.admin.ch>
 Sede: Berna, Suiza.
 Materias: Ayuda humanitaria, cooperación internacional, desarrollo y programas
- Acción Verapaz Euskadi
<http://www.dominicos.org/verapaz/delegaciones.htm>
 Sede: España.
 Tipo de organización: ONG desarrollo
 Cooperación internacional, desarrollo, integración social, sensibilización y voluntariado
- Acción Solidaria Aragonesa (ASA)
<http://asa.solidaragon.org/>
 Tipo de organización: Agencia de cooperación
 Materias: Cooperación internacional y desarrollo
- Asociación Centro Nacional Salud Ambiente y Trabajo. Agua Viva (CENSAT. Agua Viva)
<http://www.censat.org>
 Sede: Bogota, Colombia.
 Tipo de organización: ONG medio ambiente
 Materias: Cambio climático, desarrollo sostenible, medio ambiente y recursos naturales
- Broederlijk Denle
<http://www.broederlijkdelen.be>
 Bruselas, Bélgica.
 ONG desarrollo
 Cooperación internacional, desarrollo, desarrollo sostenible, sensibilización
- Christian Aid
<http://www.christianaid.org.uk/>
 Sede: Londres, Reino Unido

Tipo de organización: ONG desarrollo

Materias: Cooperación internacional y desarrollo

- Confederación Colombiana de Organizaciones No Gubernamentales

<http://www.ccong.org.co>

Sede: Bogotá, Colombia.

2. El sueldo de la mano de obra que se especifica en el presupuesto, no incluye prestaciones sociales ni aportes parafiscales porque el trabajo se realizará tres días a la semana y durante medio tiempo.

3. Para lograr las ganancias que se definen en el presupuesto se tuvo en cuenta que se vendería un 90% de la producción del abono. Para poder hallar la producción se llevo a cabo el siguiente procedimiento:

$$V_{\text{lombricero}} = 1m * 6m * 0.40m = 2.4m$$

$$V_{\text{mezcla}} = 2.98 * 0.30 = 0.894$$

$$V_{\text{mezcla final}} = 2.98 - 0.894 = 2.086m^3$$

Entonces, el volumen de humus que se va a producir cada dos semanas será de $2.086 m^3$, por lo tanto, en un mes la producción será de $4.172 m^3$.

Con base en experiencias y estudios anteriores, se adopta un valor de peso específico del humus: $0.6\text{ton}/m^3$.²⁴ Teniendo este valor y el volumen producido mensual, se puede determinar el peso de humus producido:

$$\text{Peso específico } (\gamma) = \frac{\text{Peso} \left(\frac{kg}{m^3} \right)}{\text{Volumen} \left(\frac{m^3}{m^3} \right)}$$

²⁴ CONTRERAS VEGA, Sergio. Caracterización bioquímica y fisicoquímica del humus producido por lombrices rojas. www.biofiltro.cl. Fecha de consulta: mayo 3 2005
DELGADO, Manlio. Caracterización y valor fertilizante. www.lombricultura.cl. Fecha de consulta: mayo 3 2005

$$\text{Peso(Kg)} = \text{Peso específico } (\gamma) * \text{volumen(m}^3) = 0.6\text{ton / m}^3 * 4.172\text{m}^3 = 2.5\text{ton}$$

Teniendo la producción mensual y con base en información suministrada en la asesoría de Hogares Juveniles Campesinos, el valor de una tonelada de humus es de \$600.000 pesos, para poder hacer el flujo de caja se tuvo en cuenta que mensualmente se vendería un 90% del producto para una producción de \$1.356.000 pesos.

4. Se tuvo en cuenta la instalación de la acometida de agua y un cargo fijo de agua mensual, esto se hizo con el fin de separar los servicios públicos.

5. El análisis financiero se hizo teniendo en cuenta dos escenarios, el primero si se compra el lote, y el segundo asumiendo que el lote ya existe.

10.1 PRESUPUESTO COMPRANDO EL LOTE

PRESUPUESTO

IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

MATERIALES	Cantidad	Unidades	Valor unitario	Valor Total
Botas	1	unidad	\$ 49.800	\$ 49.800
Guantes	2	unidad	\$ 3.400	\$ 6.800
Overol dos piezas en dril	1	unidad	\$ 32.000	\$ 32.000
			SUBTOTAL	\$ 88.600

INFRAESTRUCTURA COMPOSTAJE

MATERIALES	Cantidad	Unidades	Valor unitario	Valor Total
Viga de madera estándar 20*10cm	83	ml	\$ 2.960	\$ 245.680
Tabla burra ordinaria de 25 cm	48	ml	\$ 7.540	\$ 361.920
Tarro de basura con tapa hermética	72	unidad	\$ 7.000	\$ 504.000
Teja ondulada Perfil 7 #5	23	m2	\$ 25.823	\$ 593.929
EQUIPOS				
Termómetro de sonda	1	unidad	\$ 400.000	\$ 400.000
2 Palas	2	unidad	\$ 12.000	\$ 24.000
Carretilla	1	unidad	\$ 110.000	\$ 110.000
			SUBTOTAL	\$ 2.239.529

LOMBRICERO (humus)

MATERIALES	Cantidad	Unidades	Valor unitario	Valor Total
Esterilla de guadua	14	m2	\$ 2.529	\$ 35.406
Guadua rolliza tubo 3m	17	m	\$ 4.500	\$ 76.500
Puntilla de cabeza 2"	5	lb	\$ 2.782	\$ 13.910
Geotextil NT 1600	13	m2	\$ 2.204	\$ 28.652
Plástico 4m ancho	23	m	\$ 6.300	\$ 144.900
SUBTOTAL				\$ 299.368
COMPRA DE LOTE 300m2				SUBTOTAL \$ 90.000.000
ACOMETIDA DE AGUA				SUBTOTAL \$ 120.000
MANO DE OBRA				SUBTOTAL \$ 300.000

INVERSION INICIAL

TOTAL	\$ 93.047.497
--------------	----------------------

MANO DE OBRA (mensual)	PERSONAS	Jornal/Día	Días a la semana	Sueldo semanal	Sueldo Mensual
Administrativo	1	\$ 15.000	3	\$ 45.000	\$ 180.000
Operario	1	\$ 15.000	3	\$ 45.000	\$ 180.000
Recolección (transporte)	1	\$ 20.000	3	\$ 60.000	\$ 240.000
Cargo Fijo de Agua					\$ 20.000
				Total	\$ 620.000

MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN (Mensual)	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor Total
Mascarilla desechable	12	unidad	\$ 1.200	\$ 14.400
Microorganismos	9	lt	\$ 3.000	\$ 27.000
Lombriz California	60	kg	\$ 7.000	\$ 420.000
Total				\$ 461.400

GASTO MENSUAL

TOTAL	\$ 1.081.400
--------------	---------------------

ANALISIS ESTÁTICO

Producción (mensual)	\$ 1.356.000
Ganancias	\$ 274.600

ANALISIS
DINÁMICO

Tasa de Interés: 2%

FLUJO DE FONDOS SIN FINANCIAMIENTO COMPRANDO EL LOTE

	AÑOS		0	1	2	3	4
+ INGRESOS OPERACIÓN			14916000	16272000	16272000	16272000	16272000
-COSTOS DE OPERACION			12976800	12976800	12976800	12976800	12976800
Ganancias Netas contables			1939200	3295200	3295200	3295200	3295200
-COSTOS DE INVERSION		93047497	0	0	0	0	0
FLUJO DE FONDOS NETO		-93047497	1939200	3295200	3295200	3295200	3295200
TIR		-13%					
VPN		\$ -62.127.287,09					

Después de haber hecho un análisis dinámico a 10 años y sacado los indicadores VPN y TIR se pudo concluir que:

- ✓ VPN = \$-62.127.287 < 0 su valor es menor que cero por lo tanto bajo arroja perdidas.
- ✓ TIR = -13% es menor al valor de la tasa de oportunidad del mercado la cual es del 2 % mensual en CDT y títulos valores, lo cual indica que no seria rentable el proyecto.

10.2. PRESUPUESTO ASUMIENDO QUE EL LOTE EXISTE

PRESUPUESTO

IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

MATERIALES	Cantidad	Unidades	Valor unitario	Valor Total
Botas	1	unidad	\$ 49.800	\$ 49.800
Guantes	2	unidad	\$ 3.400	\$ 6.800
Overol dos piezas en dril	1	unidad	\$ 32.000	\$ 32.000
			SUBTOTAL	\$ 88.600

MATERIALES	Cantidad	Unidades	Valor unitario	Valor Total
Viga de madera estándar 20*10cm	83	ml	\$ 2.960	\$ 245.680
Tabla burra ordinaria de 25 cm	48	ml	\$ 7.540	\$ 361.920
Tarro de basura con tapa hermética	72	unidad	\$ 7.000	\$ 504.000
Teja ondulada Perfil 7 #5	23	m2	\$ 25.823	\$ 593.929
EQUIPOS				
Termómetro de sonda	1	unidad	\$ 400.000	\$ 400.000
2 Palas	2	unidad	\$ 12.000	\$ 24.000
Carretilla	1	unidad	\$ 110.000	\$ 110.000
SUBTOTAL				\$ 2.239.529

LOMBRICERO (humus)

MATERIALES	Cantidad	Unidades	Valor unitario	Valor Total
Esterilla de guadua	14	m2	\$ 2.529	\$ 35.406
Guadua rolliza tubo 3m	17	m	\$ 4.500	\$ 76.500
Puntilla de cabeza 2"	5	lb	\$ 2.782	\$ 13.910
Geotextil NT 1600	13	m2	\$ 2.204	\$ 28.652
Plástico 4m ancho	23	m	\$ 6.300	\$ 144.900
SUBTOTAL				\$ 299.368
SUBTOTAL				\$ 120.000
SUBTOTAL				\$ 300.000

ACOMETIDA DE AGUA MANO DE OBRA

INVERSION INICIAL

TOTAL \$ 3.047.497

MANO DE OBRA (mensual)	PERSONAS	Jornal/Día	Días a la semana	Sueldo semanal	sueldo Mensual
Administrativo	1	\$ 15.000	3	\$ 45.000	\$ 180.000
Operario	1	\$ 15.000	3	\$ 45.000	\$ 180.000
Recolección (transporte)	1	\$ 20.000	3	\$ 60.000	\$ 240.000
Cargo Fijo de agua					\$ 20.000
Total					\$ 620.000

MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN (Mensual)	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor Total
Mascarilla desechable	12	unidad	\$ 1.200	\$ 14.400
Microorganismos	9	lt	\$ 3.000	\$ 27.000
Lombriz California	60	kg	\$ 7.000	\$ 420.000
Total				\$ 461.400

GASTO MENSUAL

TOTAL \$ 1.081.400

ANALISIS ESTATICO

Producción (mensual)	\$ 1.356.000
Ganancias	\$ 274.600

ANALISIS DINÁMICO

Tasa de Interés: 2%

FLUJO DE FONDOS SIN FINANCIAMIENTO COMPRANDO EL LOTE

	AÑOS		0	1	2	3	4
+ INGRESOS OPERACIÓN			14916000	16272000	16272000	16272000	16272000
-COSTOS DE OPERACION			12976800	12976800	12976800	12976800	12976800
Ganancias Netas contables			1939200	3295200	3295200	3295200	3295200
-COSTOS DE INVERSION		3047497	0	0	0	0	0
FLUJO DE FONDOS NETO		-3047497	1939200	3295200	3295200	3295200	3295200
TIR		87%					
VPN		\$ 27.872.712,91					

Después de haber hecho un análisis dinámico a 10 años y sacado los indicadores VPN y TIR se pudo concluir que:

- ✓ $VPN = \$27.872.712 > 0$ su valor es mayor que cero por lo tanto no arroja perdidas.
- ✓ $TIR = 87\%$ es mayor al valor de la tasa de oportunidad del mercado la cual es del 2 % mensual en CDT y títulos valores, lo cual indica que seria rentable el proyecto.

El análisis estático se llevo a cabo para tener en cuenta la inversión inicial, la producción mensual y estimar un valor para los ingresos mensuales del proyecto.

11. VIABILIDAD LEGAL

El aprovechamiento de residuos sólidos, -en este caso el compostaje y la lombricultura-, está reglamentado por el decreto 1713 de 2002 y por el Titulo F del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000), los cuales abarcan diferentes aspectos:

Propósitos de la recuperación y aprovechamiento

La recuperación y aprovechamiento de los materiales contenidos en los residuos sólidos tiene como propósitos fundamentales:

1. Racionalizar el uso y consumo de las materias primas provenientes de los recursos naturales.
2. Recuperar valores económicos y energéticos que hayan sido utilizados en los diferentes procesos productivos.
3. Reducir la cantidad de residuos a disponer finalmente en forma adecuada.
4. Disminuir los impactos ambientales, tanto por demanda y uso de materias primas como por los procesos de disposición final.

Personas que efectúan la actividad de aprovechamiento

El aprovechamiento de residuos sólidos podrá ser realizado por personas naturales o jurídicas que produzcan para ellas mismas o para el bien de una organización o cooperativa, los bienes y servicios relacionados con el aprovechamiento y valorización de los residuos. Cabe aclarar que la responsabilidad por los efectos ambientales causados y las repercusiones a la salud pública que pueda traer el proceso de aprovechamiento de residuos, será de quien ejecute la actividad.

Selección de residuos sólidos

El aprovechamiento de residuos sólidos, se puede realizar a partir de la selección en la fuente con recolección selectiva, o mediante el uso de centros de selección y acopio. En este caso se optó por la recolección en la fuente.

Características de los residuos sólidos para el aprovechamiento

Para la realización óptima del compostaje y la lombricultura, los materiales utilizados no deben estar contaminados con residuos peligrosos, metales pesados, ni bifenilos policlorados.

Localización de la planta de aprovechamiento

Para la localización de la planta de aprovechamiento de materiales contenidos en los residuos sólidos, se deben considerar entre otros los siguientes criterios:

1. Debe tenerse en cuenta los usos del suelo establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial, POT. Según el POT, las UPZ se clasifican según sus características predominantes en tipos de unidades; la upz Patio Bonito²⁵ esta clasificada como unidad tipo 1 cuyas características son: residencial de urbanización incompleta; son sectores periféricos no consolidados, en estratos 1 y 2, de uso residencial predominante con deficiencias en su infraestructura, accesibilidad, equipamientos y espacio público. El uso del suelo de esta localidad es zona urbana con actividad industrial.²⁶ Para el manejo integral de residuos sólidos a escala urbana, el uso del suelo estará supeditado a las disposiciones y prevalencia del Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
2. Debe ser técnica, económica y ambientalmente viable, teniendo en cuenta las condiciones de tráfico, ruido, olor, generación de partículas, esparcimiento de materiales, descargas líquidas y control de vectores.
3. Debe considerar las rutas y vías de acceso de tal manera que minimice el impacto generado por el tráfico.

²⁵ El barrio Villa Alexandra pertenece a la localidad de Patio Bonito.

²⁶ Departamento Administrativo de Planeación Distrital. POT, mapa No. 25 uso del suelo urbano y de expansión.

Almacenamiento de materiales aprovechables

El almacenamiento de los materiales aprovechables deberá realizarse de tal manera que no se deteriore su calidad ni se pierda su valor.

Recolección y transporte de materiales para el aprovechamiento

Para la recolección y transporte de materiales dedicados al aprovechamiento se deberá seguir, entre otras las siguientes especificaciones:

1. La persona prestadora del servicio establecerá frecuencias, horarios y formas de presentación para la recolección de los residuos aprovechables.
2. La recolección puede efectuarse a partir de la acera, o de unidades o cajas de almacenamiento.
3. El transporte debe realizarse en vehículos motorizados cerrados y debidamente adecuados para tal fin y cuando las condiciones lo permitan, la recolección puede efectuarse mediante transporte de tracción humana o animal.

Recomendaciones para la elaboración de compost

a. Procesamiento de los desechos

Deben retirarse de la materia orgánica los residuos sólidos tóxicos o que generen una mala apariencia visual, los cuales son:

- Elementos que contengan metales pesados: pilas gastadas, metales férreos, baterías usadas.
- Residuos sólidos que aporten tóxicos orgánicos: aceites usados, insecticidas gastados, solventes orgánicos, etc.

- Residuos sólidos que generen una mala apariencia visual: plástico, vidrio, envases de aluminio.

b. Ajustes

Se realizarán en los casos especificados en los siguientes puntos:

1. Homogenización del material: deben disminuirse los residuos sólidos que tengan un tamaño mayor a 5cm.
2. Ajuste de la cantidad de nutrientes: esto se debe hacer cuando se compostan materiales como papel y hojas secas si la relación carbono-nitrógeno se encuentra fuera del rango óptimo 20:1 y 25:1.
3. Ajuste de pH: se recomienda un pH inicial entre 5 y 7. Para el material fermentado debe basarse en la curva pH-tiempo y para el resto del proceso el pH puede subir hasta 8 u 8.5.
4. Ajuste de humedad: la humedad inicial de la mezcla debe ajustarse a una humedad de 45% a 50%.
5. Descomposición y maduración: en el compostaje aerobio pueden desarrollarse las técnicas de descomposición de hileras, pilas estáticas y compostaje en reactor. La maduración puede hacerse utilizando la lombricultura y en este proceso hay que controlar la presencia de sustancias tóxicas de tal forma que el compost no se contamine.

En el caso de la lombricultura se exige la realización del análisis de contenido de sustancias tóxicas en la lombriz como: cadmio, mercurio, plomo, cromo, níquel y pesticidas, organoclorados y organofosforados. Así mismo, deben retirarse todos los materiales tóxicos o contaminados que puedan acumularse en la lombriz.

Requisitos previos para comercialización de materia orgánica estabilizada

Existen una serie de técnicas recomendadas para mejorar el compost:

- *Tamizado*: Mejora la uniformidad y apariencia y retira cualquier contaminante que pueda estar presente como vidrios o plástico.
- *Mezcla con fertilizantes*: mejora las condiciones de retención del compost.

Los materiales que se pueden usar pueden ser urea o piedra fosfórica.

Los productos finales obtenidos mediante procesos de compostaje y lombricultura, para ser comercializados, deben cumplir, previamente, los requisitos de calidad exigidos por las autoridades agrícolas y de salud en cuanto a presentación, contenido de nutrientes, humedad, garantizar que no tienen sustancias y/o elementos peligrosos que puedan afectar la salud humana, el medio ambiente y obtener sus respectivos registros. Debe tener una adecuada relación de C/N (<30:1), un valor de pH neutro tendiendo a alcalino (>5,5) y un estado óptimo de madurez.

El producto final debe cumplir con los límites permisibles siguientes:

Parámetro	mg/kg (peso seco)
Cadmio	18
Cromo	1200
Cobre	1200
Níquel	180
Plomo	300
Zinc	1800
Arsénico	54
Mercurio	5
Cobalto	15
Molibdeno	20
Selenio	14
PCB	1.9
Patógenos	<1000 ²⁷
Plástico	<3% ²⁸

Tabla No 10. . Límites máximos permisibles en el compost. Fuente: RAS 2000 Título F Capítulo F4

²⁷ Coliformes fecales/g de sólidos totales

²⁸ Porcentaje en peso

Manejo de aguas residuales provenientes de la recuperación y aprovechamiento de residuos sólidos

Las aguas residuales provenientes de los procesos de aprovechamiento de residuos sólidos, deberán manejarse bajo los principios y la normatividad sobre el tema, de tal manera que se eviten los posibles impactos sobre la salud humana y el medio ambiente.

Fortalecimiento del aprovechamiento

Con el objeto de fomentar y fortalecer el aprovechamiento de los residuos sólidos, en condiciones adecuadas para la salud y el medio ambiente, el Ministerio del Medio Ambiente en coordinación con el Ministerio de Desarrollo Económico podrá, con apoyo de la industria y la participación de las universidades y/o Centros de investigación, adelantar estudios de valoración de residuos potencialmente aprovechables, con el fin de promocionar la recuperación de nuevos materiales, disminuir las cantidades de residuos a disponer y reunir la información técnica, económica y empresarial necesaria para incorporar dichos materiales a los procesos productivos.

11.1 LICENCIAS AMBIENTALES

Según el decreto 1753 de 1994, el cual regula la ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales, la recolección y manejo de residuos reciclables no tóxicos o no peligrosos destinados a reciclaje, no requiere de licencia ambiental.²⁹

Así mismo, el decreto 1220 del 2005, que reglamenta el título VIII de la Ley 99 del 2003 sobre licencias ambientales, establece que “cuando el aprovechamiento y/o

²⁹ Decreto 1753 1994, artículo 8, numeral 16.

el almacenamiento temporal de residuos sólidos requieran del uso y aprovechamiento de los recursos naturales, deberán contar con los permisos, concesiones y/o autorizaciones necesarias. Así mismo, la disposición final de los subproductos no aprovechables que se generen en desarrollo de estas actividades, deberá realizarse en un sistema de disposición final autorizado por la autoridad ambiental competente“. En este caso, el aprovechamiento de la materia orgánica no involucra la utilización de recursos naturales ni tampoco genera subproductos no aprovechados.

12. VIABILIDAD AMBIENTAL

De acuerdo al decreto 1713 de 2002, para aprovechamiento de residuos, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos ambientales:

Emisiones de ruido:

Este impacto no es muy significativo porque no se utiliza maquinaria que pueda producir ruidos molestos a la comunidad. Otro factor que podría causar ruido sería el transporte del material pero debido a que se utilizará un vehículo de tracción animal, este no emitirá sonidos fastidiosos que puedan producir contaminación auditiva.

Emisiones de olores y vectores:

- Para controlar los malos olores de la materia orgánica en la fuente, es necesario utilizar un tarro con tapa hermética, el cual evita que se salgan los olores y la presencia de moscas y roedores.
- En el proceso de armar las pilas, se evita el origen de malos olores a través de la utilización de microorganismos (levadura) que aceleran

el proceso de descomposición, controlan la aparición de malos olores y de moscas.

- El lote debe tener un área de amortiguamiento de olores de por lo menos 100 metros a la edificación más cercana.³⁰

Emisiones de polvo:

Durante la elaboración de compost no se producen grandes emisiones de polvo porque el material durante todo el proceso tiene un grado de humedad considerable (40% - 60%). Sin embargo, para prevenir la presencia de polvo no se deben realizar operaciones como el tamizado o el cambio de lugar, durante la presencia de grandes vientos.

Producción de lixiviados:

- En el momento que se descompone la materia orgánica se producen lixiviados³¹. Estos lixiviados no son producidos en gran cantidad debido a que el volumen de producción de este barrio son muy pequeños.
- Estas pilas estarán protegidas de la lluvia por medio de un techado, lo que ayudara a que no se mezclen los lixiviados con la lluvia y que no haya escorrentía.

13. VIABILIDAD SOCIAL

La viabilidad social se basa en la aceptación del proyecto por parte de la comunidad. Durante la realización de este proyecto la comunidad participó

³⁰ RAS 2000 Título F Capítulo F4: Aprovechamiento.

³¹ Es el fluido proveniente de la descomposición de los residuos bien sea por su propia humedad, reacción, arrastre o disolución de un solvente o agua al estar en contacto con ellos. (Decreto 605 1996).

activamente en la caracterización de la zona por medio de las encuestas y en la caracterización de los residuos por medio de los muestreos, así como también en los talleres realizados. Para la realización de las encuestas y los muestreos se tomó una muestra de 36 casas que se consideró una muestra representativa de las 72 casas que conforman el barrio. Seguidamente de las encuestas se realizaron los muestreos, en donde cada hogar donaba su basura para poder determinar el tipo de residuos que se producían en la zona. En una ocasión se les pidió que separaran en sus casas los residuos orgánicos del resto de materiales, brindándoles con antelación información escrita (volantes) acerca de los residuos sólidos orgánicos y que productos se podían considerar como residuos orgánicos. Finalmente, en los hogares separaron los residuos de manera adecuada, lo que indica que la población del barrio puede estar lista para realizar esta tarea diariamente y contribuir así con la realización del proyecto. Además, en la encuesta se les preguntó a los hogares si estarían dispuestos a apoyar al proyecto separando sus residuos y el 82.5% de los hogares encuestados respondió de manera afirmativa.

El taller se llevo a cabo en la Escuela Popular Participativa el día sábado 28 de mayo en horas de la mañana, la participación de la comunidad fue baja, pues solo asistieron 8 personas, entre ellos tres profesores de la escuela quienes pueden ser útiles debido a que ellos ayudaran a transmitir el objetivo de este proyecto y la importancia de reciclar y cuidar el medio ambiente.

El objetivo del taller era hacer participe a la comunidad del proyecto, como también explicarles la importancia de reciclar los residuos sólidos domiciliarios, y los beneficios que se pueden obtener de estos desechos; entre ellos está el reciclar la materia orgánica de la cual se puede obtener abono orgánico mediante el proceso de compostaje, este abono puede ser comercializado o utilizado en la misma granja. En esta charla también se explico el procedimiento para elaborar el compostaje y el humus. (Ver anexo E)

14. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL BARRIO VILLA ALEXANDRA

La gestión que se llevaría a cabo en el barrio Villa Alexandra aprovechando al máximo todos los residuos que salen sería de la siguiente manera:

1. la generación de los residuos sería en cada una de las casas que conforman el barrio.
2. la separación de los residuos se hará en la fuente, debido a que los habitantes del barrio ya reciclan el papel, plástico, cartón y vidrio. Quedaría faltando la materia orgánica la cual se separaría y almacenaría en un tarro mediano el cual tiene tapa hermética para que no salgan malos olores y el material no aprovechable se pondría en un recipiente a parte.
3. la recolección de cada uno de estos materiales se hace cada dos días para un total de tres veces por semana, el papel, el plástico, el cartón y el vidrio es recogido por los recicladores de la zona, la materia orgánica será recogida por un operario mediante un vehículo de tracción animal y el material no aprovechable es recogido por la empresa Ciudad limpia.
4. el papel y el cartón son vendidos a empresas grandes las cuales hacen productos de estos, el plástico también es vendido a empresas que hacen mangueras con plástico reciclado, el vidrio lo reutilizan en cada una de las casas, por ejemplo los frascos de mermelada los utilizan como vasos, y la materia orgánica sería utilizada para producir abono por medio del compostaje.
5. la disposición final del material no aprovechable es el botadero de Doña Juana.

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CARACTERIZACIÓN BARRIO

- En el aspecto económico, el barrio cuenta con una actividad comercial como: tiendas caseras, fotocopiadoras caseras, jardines infantiles, panaderías, comedores escolares y un colegio. Las actividades comerciales desarrolladas en el barrio no influyen sustancialmente en el proyecto, debido a que no producen gran cantidad de materia orgánica.
- En el aspecto técnico, el barrio cuenta con el servicio de recolección de basura por parte de la empresa Ciudad Limpia, la cual recoge la basura tres veces por semana; en estos mismos días se recogerá la materia orgánica con el fin de no incomodar a los habitantes del barrio adicionándoles otros días diferentes de recolección de basura y así se facilita y se motiva su participación y colaboración. El resto de la basura es llevada por la empresa Ciudad Limpia al botadero de Doña Juana

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS

- La producción de residuos per cápita calculada del barrio es de 0.48 Kg./hab.*día, siendo la materia orgánica el componente que más se produce con un 54.3%, comparando este porcentaje con estudios realizados en zonas con características similares y el libro de TCHOBANOGLIOUS, muestran que la distribución de los residuos sólidos domiciliarios para estratos 1 y 2 de la materia orgánica debe estar entre 40 – 80 % de la producción total, lo cual indica que el dato obtenido para el barrio Villa Alexandra esta dentro del rango.

VIABILIDAD SOCIAL

- Se logró la participación de los habitantes del barrio Villa Alexandra por medio de encuestas, las cuales son muy significativas para el proyecto, pues estas sirvieron para recoger información sobre el barrio y también para saber que tanto estarían dispuestos los habitantes a colaborar en el proyecto, de acuerdo a los resultados el 82,5% de los hogares dieron una respuesta afirmativa en cuanto a la colaboración con el proyecto, por otra parte los habitantes también colaboraron dando los residuos domiciliarios para poder llevar a cabo los muestreos. Y por ultimo se realizaron talleres los cuales tuvieron como propósito informar acerca de la importancia de reciclar la materia orgánica y los beneficios del compostaje.

VIABILIDAD TÉCNICA

- Después de estudiar los diferentes tratamientos que se le puede hacer a la materia orgánica y teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los muestreos realizados en el barrio Villa Alexandra, se pudo concluir que el tratamiento más viable para estos residuos domiciliarios es el compostaje, debido a que es un tratamiento que no requiere maquinaria y su implementación es muy fácil de llevar a cabo. Teniendo en cuenta que el compostaje se puede realizar por diferentes métodos, se estudio el método que requiriera de menos inversión y de espacio. Por ello se escogió el compostaje mediante pilas con infraestructura de madera, debido a que si la producción aumenta se tiene la posibilidad de incrementar más infraestructuras de madera, sin necesidad de aumentar el área del lote.

ANÁLISIS FINANCIERO

- Del análisis financiero se pudo concluir que si se compra el lote la inversión no se alcanza a recuperar, pues aunque el análisis se hizo a 10 años los indicadores están muy lejos de ser positivos y esto indica que se necesitaría una producción más grande y una espera de 40 años para recuperar lo invertido; por esta razón el proyecto no es viable pues no se puede garantizar que en 40 años sea siendo este método el mejor y el más viable para tratar los residuos domiciliarios de este barrio. Si el lote ya se tuviera o fuera donado, la inversión inicial se recuperaría en 18 meses, aunque el análisis se hizo para 10 años y los indicadores nos dan por encima de cero, lo que indica que el proyecto en estas condiciones sería viable económicamente.

FACTIBILIDAD

- Es factible implementar el plan piloto de gestión integral de residuos sólidos domiciliarios del barrio Villa Alexandra, pues se aprovecharían en un 69% los residuos de la producción total, pero siempre y cuando el terreno para el tratamiento de la materia orgánica exista o sea donado, de lo contrario no se podría aprovechar los residuos orgánicos, y la gestión puede seguir aprovechándose únicamente un 16% de la totalidad de los residuos.

RECOMENDACIONES

Se aconseja que antes de implementar el proyecto se tengan en cuenta los siguientes aspectos:

- Legalmente debe contar con permisos de la curaduría el terreno donde se va a construir.
- El terreno debe contar con acueducto y alcantarillado, así como también alumbrado público y energía.

- Ambientalmente se debe mitigar la producción de vectores a raíz del estiércol de los animales por medio del compostaje.
- Técnicamente el terreno debe tener 14,5m x 20 m para la producción del compostaje y el humus.
- Se recomienda que este terreno se encuentre al lado de los corrales de los animales con el fin de facilitar al operario el traslado del estiércol hasta las pilas de compostaje.

Durante la producción del compostaje se recomienda medir y tener en constantemente los siguientes parámetros:

- Se debe tener un control diario de la temperatura, debido a que esta no debe sobrepasar los 60°C. en caso de que llegara a sobrepasar este rango se debe humedecer inmediatamente la pila con una manguera.
- se recomienda estar observando y tocando el compost, para así saber que tanta humedad tiene.
- En el momento que se comience a formar las pilas y ya estén listas, es necesario llevarle el seguimiento a cada una y tener en cuenta el tiempo, debido que al mes y medio este abono debe ser trasladado a los cajones del humus para ahí terminar su proceso.

Se recomienda tener en cuenta los siguientes parámetros y cuidados para la comercialización del producto:

- El almacenamiento del humus debe ser en un lugar fresco, seco y se debe asegurar que las bolsas queden bien selladas.
- Cuando este listo el humus, es importante llevar una muestra al laboratorio para que le midan la humedad, la relación carbono/nitrógeno y pH, pues estos parámetros permiten garantizar al cliente la calidad del producto y se recomienda colocar esta información en el empaque.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- DEFFIS CASO, Armando: *La basura es la solución*, Edición No. 1, Editorial Árbol, México, 1994.
- TCHOBANOGLIOUS, George: *Gestión integral de residuos sólidos*, Edición No. 2, Editorial Mc Graw- Hill, España 1998.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO, Resolución 1045 del 26 de septiembre de 2003.
Modificación: Resolución 477 del 2004
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1713 del 6 de agosto del 2002.
Modificaciones: Decreto 1505 del 2003
Decreto 1140 del 2003
- PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. Ley 99 de 2003.
- MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. Resolución 1096 del 17 de Noviembre del 2000. RAS 2000, título F
- HERRERA, Felipe: *Las basuras, un problema municipal aún por resolver*, www.porelpaisquequeremos.com, fecha de consulta: septiembre 10 de 2004.
- DEL VAL, Alfonso: *Tratamiento de los residuos sólidos urbanos*. <http://habitat.aq.upm.es>. Fecha de consulta: septiembre 13 de 2004.

- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. *Metodología para la elaboración del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.* www.minambiente.gov.co/sias/Descarga/Metodologia%20PGIRS-Definitiva.htm. Fecha de consulta: Septiembre 13 de 2004.
- ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C., DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN. *Recorriendo Kennedy, diagnóstico físico y socioeconómico de las localidades de Bogotá.* <http://www.segobdis.gov.co/kennedy/fdlk/planeacion/kennedy.pdf>. Fecha de consulta: Noviembre 16 de 2004.

ANEXOS

ANEXO A. DIAGNÓSTICO DE LA ZONA



Anexo No. A.1 Tipo de vivienda del sector.



Anexo No. A.2 Recolección por parte del servicio de aseo.



Anexo No. A.3 Hogar comunitario del ICBF.



Anexo A.4. Escuela Popular Participativa.



Anexo A.5. Comedor escolar



Anexo A.6. Granja Integral.



Anexo A.7. Vivienda con actividad comercial



Anexo A.8. Vivienda de familia recicladora cercana al barrio.



Anexo No. A.9. Calle 41 sur.



Anexo No. A.10 Calle 42 A sur.



Anexo No. A.11 Carrera 99 F.



Anexo No. A.12 Calle 42 sur



Anexo No. A.13 Carrera 99B



Anexo No. A.14 Estado de las vías en época invernal.



Anexo No. A.15 Estado de las vías en época de sequía.



Anexo A.16. Al fondo se puede observar material de construcción sobre la vía.

ANEXO B. MUESTREO FEBRERO 27



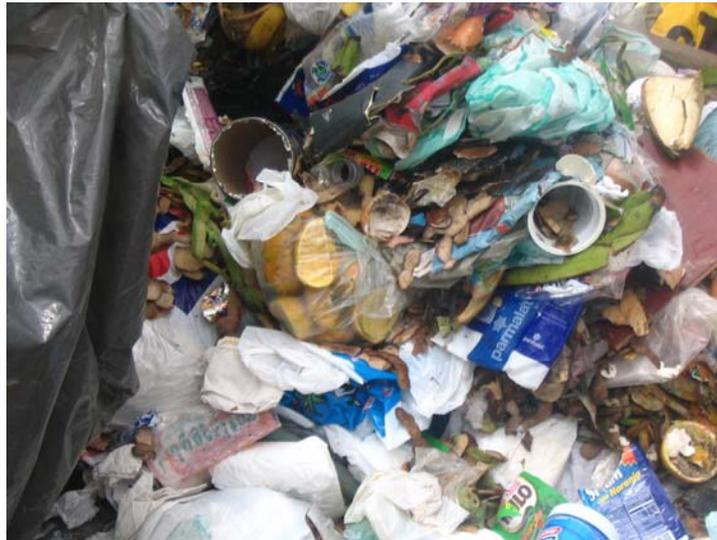
Anexo B.1 Bolsas de basura en el vehiculo de tracción animal.



Anexo B.2 Total de bolsas que se analizaron en el muestreo



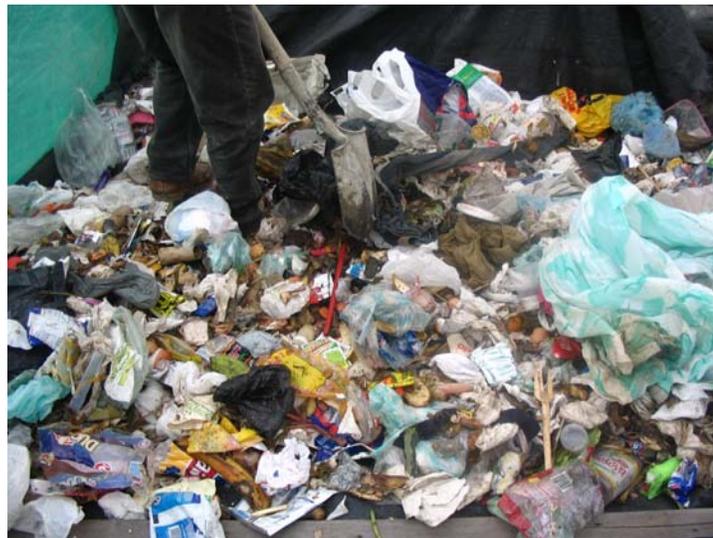
Anexo B.3 Volteo de las bolsas sobre la lona



Anexo B.4 Detalle de la basura



Anexo B.5 Mezcla de los residuos



Anexo B.6. Detalle Mezcla



Anexo B.7 Mezcla lista



Anexo B.8 Mezcla en detalle



Anexo B.9 Almacenaje de la mezcla en lonas de 10.5 Kg.



Anexo B.10 Dos bolsas de 10.5 Kg.



Anexo B.11 Cuarteo primera bolsa



Anexo B.12 Los dos cuartos escogidos de bolsa 1.



Anexo B.13 Cuarteo segunda bolsa



Anexo B.14 Los dos cuartos escogidos segunda bolsa



Anexo B.15 Unión de los dos cuartos bolsa 1 con los dos cuartos bolsa 2



Anexo B.16 Cuarteo de unión bolsa 1 con bolsa 2



Anexo B.17 Cuarteo tercera bolsa



Anexo B.18 Dos cuartos tercera bolsa



Anexo B.19 Cuarteo cuarta bolsa



Anexo B.20 unión dos cuartos tercera y cuarta bolsa



Anexo B.21 Cuarteo unión bolsa tres y cuatro



Anexo B.22 Muestra final: unión de 1 y 2 con 3 y 4



Anexo B.23 Plástico



Anexo B.24 Papel



Anexo B.25 Cartón.



Anexo B.26 Periódico.



Anexo B.27 Envase Plástico



Anexo B.28 Plástico ya pesado.



Anexo B.29 Cartón ya pesado



Anexo B.30 Papel ya pesado



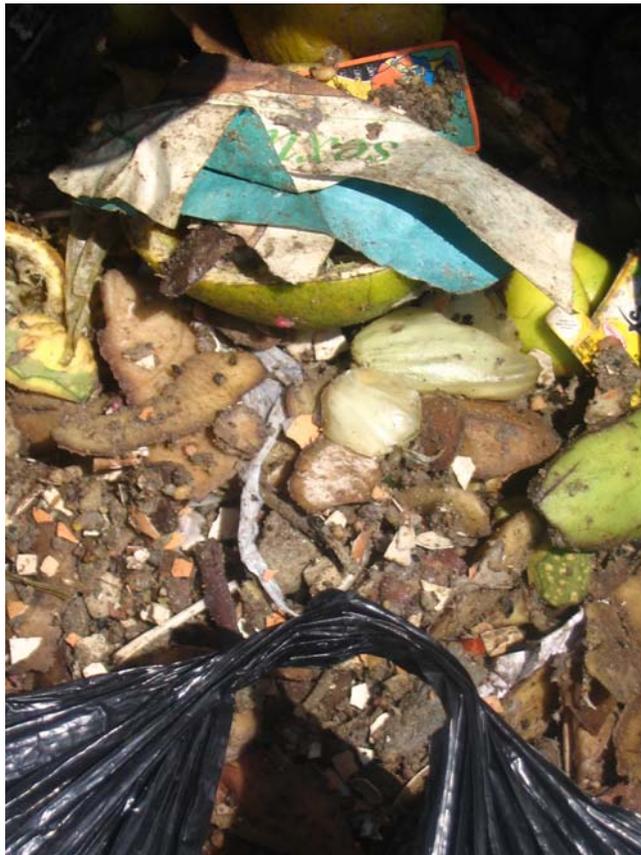
Anexo B.31 Peso del papel



Anexo B.32 Peso de textiles



Anexo B.33 Separación materia orgánica



Anexo B.34 Materia orgánica



Anexo B.35 Peso materia orgánica



Anexo B.36 Granja



Anexo B.37 Disposición de la lona



Anexo 2.38 Lugar donde se realizó el cuarteo



Anexo B.39 Centro de abono



Anexo B.40 Parte de atrás de la granja



Anexo B.41 Casa prefabricada donde funciona la granja

ANEXO C. MUESTREO MARZO 7



Anexo C.1 Transporte utilizado para la recolección



Anexo C.2 Lugar donde se realizó el cuarteo



Anexo C.3 Lona



Anexo C.4 Vaciado de los residuos sobre la lona



Anexo C.5 Mezcla



Anexo C.6 Reunión de los residuos



Anexo C.7 Separación materia orgánica



Anexo C.8 Peso del plástico



Anexo C.9 Peso del papel



Anexo C.10 Peso de la materia orgánica

ANEXO D. MUESTREO ABRIL 11



Anexo D.1 Bolsas de los residuos recolectados



Anexo D.2 Materia orgánica, especialmente cáscara de papa y restos de hierbas



Anexo D.3 Materia orgánica (ameros)



Anexo D.4 Peso materia orgánica



Anexo D.5 Balde con materia orgánica para determinar peso específico



Anexo D.6 Otro balde con materia orgánica



Anexo D.7 Balde con el plástico resultante del muestreo



Anexo D.8 Balde con papel resultante



Anexo D.9 Muestra de materia orgánica llevada al laboratorio para determinar la humedad



Anexo D.10 Muestra envasada en un platón de aluminio



Anexo D.11 Detalle muestra



Anexo D.12 Muestra introducida en el horno



Anexo D.13 Horno en el que permaneció la muestra por 24 horas a 60°C

ANEXO E. TALLER



Anexo E.1 Técnica agropecuaria de los Hogares Juveniles Campesinos, quien dictó el taller



Anexo E.2 Instalaciones de la Escuela Popular Participativa



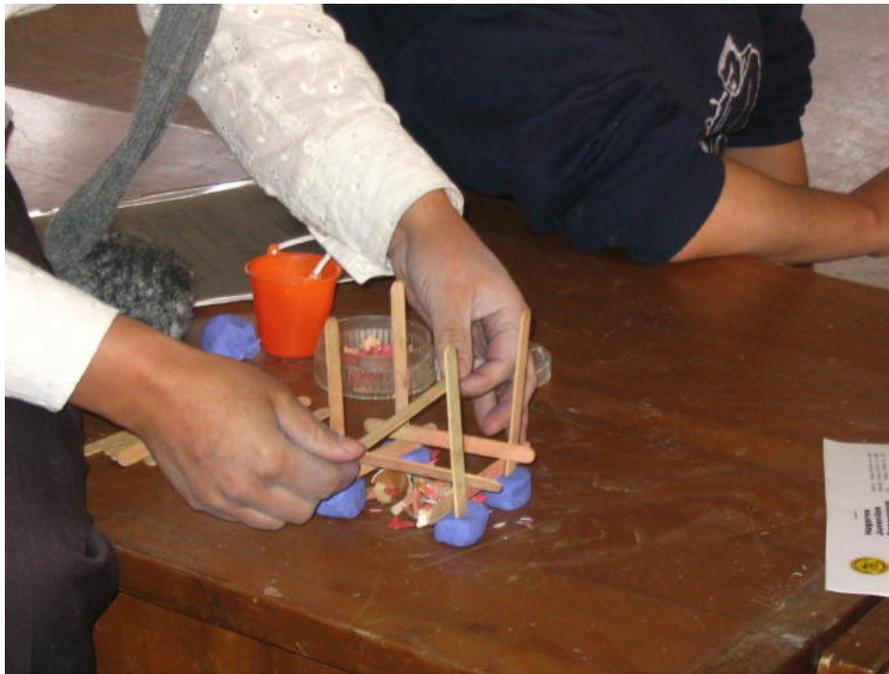
Anexo E.3 Personas asistentes al taller



Anexo E.4 Desarrollo del taller



Anexo E.5 Reunión explicativa para el entendimiento del taller



Anexo E.6 Modelo de la infraestructura para el compostaje y su proceso de construcción



Anexo E.7 Despeje de dudas de los asistentes

ANEXO F. FORMATO DE LA ENCUESTA

ENCUESTA SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS BARRIO VILLA ALEXANDRA, PARA LA REALIZACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PLAN PILOTO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL BARRIO VILLA ALEXANDRA EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY”

Objetivo: Conocer el tipo y la cantidad de residuos sólidos domiciliarios que se producen en la zona y las características generales de sus habitantes.

1. Tipo de vivienda
 - Casa
 - Apartamento
 - Cuarto en inquilinato
 - Cuarto en otro tipo de estructura
 - Otro tipo de estructura (carpa, vagón, etc)

2. La vivienda ocupada por este hogar es:
 - Propia totalmente pagada
 - Propia, la están pagando.
 - En arriendo o subarriendo
 - En usufructo
 - Ocupante de hecho

3. La vivienda se encuentra ubicada cerca a:
 - Fábricas o industrias
 - Basureros
 - Plazas de mercado o mataderos
 - Caños de aguas negras
 - Plantas de tratamiento de aguas residuales
 - Líneas de transporte de hidrocarburos
 - Líneas de energía de alta tensión
 - Otro: _____

4. ¿Cuál es el manejo que se les da a los residuos producidos en su vivienda?
 - Recolección por parte de los servicios de aseo
 - Quema
 - Entierro
 - Al río, quebrada
 - Al patio o lote
 - Recolección por parte de un servicio informal (zorra, carreta, etc)

Si la opción en la pregunta anterior fue la primera responde las preguntas 5 y 6; de lo contrario no las tome en cuenta.

5. ¿Con qué frecuencia se realiza esta recolección?
6. ¿Cómo considera que fue la calidad del servicio de recolección de basuras el mes pasado?
 - Muy mala o pésima
 - Mala
 - Regular
 - Buena
 - Muy buena
7. ¿Pagan en este hogar por el servicio de recolección de basuras?
 - Si.
 - Si, con el arriendo.
 - No.
8. Si la respuesta anterior fue si, ¿cuánto pagaron el mes pasado o la ultima vez por el servicio de recolección de basuras?
 \$_____ a cuantos meses corresponde ese pago?_____
9. ¿Cuántas personas componen este hogar?
10. ¿Quien es el jefe del hogar?
11. Su estado civil actual es:_____
12. ¿Su cónyuge vive con usted?
 Si_____ No_____
13. El nivel de estudios de cada uno de los miembros de la familia es:
 (Marque con una X)

Miembro de la familia	Algunos años de primaria	Toda la primaria	Algunos años de secundaria	Toda la secundaria	Uno o mas años de carrera tecnológica

14. ¿Cocinan todos los días en su casa?

Si _____

No _____

15. Si la respuesta anterior es afirmativa, ¿cada cuanto tiempo hacen mercado en su vivienda?

16. ¿Cuáles productos son los que mas consumen en su casa?

- Frutas
- Verduras
- Carnes
- Productos empacados
- Productos enlatados
- Otros, ¿cuáles? _____

17. ¿Con base en los productos consumidos, ¿qué clase de residuos reutiliza?

18. ¿le gustaría apoyar en las actividades de la granja, reciclando el material?

- Si
- No
- Porque