



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN – TESIS DE GRADO

AUTORES: YULY ANDREA RODRÍGUEZ QUIÑONES Y NANCY SERRANO SILVA

FACULTAD: DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN BIOTECNOLÓGICA

DIRECTOR : DIANA MARCELA CHAVEZ RAMÍREZ

TÍTULO DE LA TESIS: PLAN PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE VILLA CARO.

RESUMEN

En este trabajo se propone un Plan para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos en el municipio de Villa Caro. Comprende el diagnóstico de la situación actual de recolección, transporte y disposición final, la formulación de alternativas para el manejo integral de los residuos y, por último, el diseño de la alternativa más viable. La planta de gestión integral, escogida como la alternativa más viable, comprende el tratamiento de los residuos orgánicos, la recuperación y aprovechamiento de los residuos reciclables y, la disposición en un micro relleno sanitario manual, de los residuos no recuperables.

CARACTERÍSTICAS

PAGINAS 289 PLANOS 7 ILUSTRACIONES CD ROM 1

**PLAN PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN
EL MUNICIPIO DE VILLA CARO**

**YULY ANDREA RODRÍGUEZ QUIÑONES
NANCY SERRANO SILVA**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERIA DE
PRODUCCION BIOTECNOLOGICA
SAN JOSE DE CUCUTA
2003**

**PLAN PARA LA GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN
EL MUNICIPIO DE VILLA CARO**

**YULY ANDREA RODRÍGUEZ QUIÑONES
NANCY SERRANO SILVA**

**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar por el título de
Ingenieros de Producción Biotecnológica**

**Directora
DIANA MARCELA CHAVEZ RAMÍREZ
Ingeniera de Producción Biotecnológica**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERIA DE
PRODUCCION BIOTECNOLOGICA
SAN JOSE DE CUCUTA
2003**



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: OCTUBRE 22 DE 2003

HORA: 06:00 P.M.

LUGAR: EDIFICIO CREAD SALA 3

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN BIOTECNOLÓGICA

TITULO DE LA TESIS: PLAN PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE VILLA CARO.

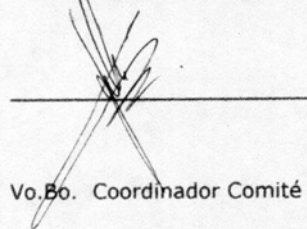
JURADOS: JHON H. SUAREZ GELVES
ANA MILENA GÓMEZ
NEYLA LUZ ALVAREZ

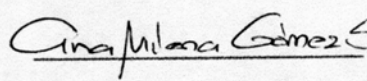
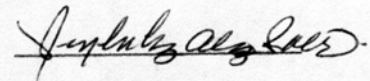
DIRECTOR: DIANA MARCELA CHÁVEZ

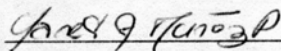
NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACION
YULY ANDREA RODRIGUEZ QUIÑONES	610023	CUATRO SEIS 4.6
NANCY SERRANO SILVA	610035	CUATRO SEIS 4.6

OBSERVACIONES:

FIRMA DE LOS JURADOS:



Vo.Bo. Coordinador Comité Curricular 

DEDICATORIA

A Dios, quien con su inmenso amor y bondad, ha iluminado todos los días de mi vida..

A mis padres y hermanas, por su amor, apoyo y comprensión Por ser mi mayor satisfacción y felicidad.

A todas aquellas personas que en el transcurso de mi existencia, contribuyeron a forjar mi personalidad y me dieron el impulso y las palabras necesarias para alcanzar esta meta.

Yuly Andrea

A Dios, por iluminar mi alma y mi ser, quien ha permitido que todos mis esfuerzos se traduzcan en actos cada día mejores.

A mi familia, mis padres y hermanas: José del Carmen, Clara, Maricela y Miryan, quienes con su apoyo hicieron que día a día mi fuerza no decayera y permitieron con su presencia labrar el sueño que hoy día culmina con mucha satisfacción y orgullo.

A Mario, mi mejor amigo, por su constante apoyo.

Desde el Corazón, Nancy

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas aquellas personas que con su trabajo, apoyo, conocimientos y experiencias, hicieron posible la realización del PGIRSU.

En primer lugar a la toda la comunidad de Villa Caro, la cual muy amablemente nos acogió y en especial, a JOSÉ IGNACIO RODRÍGUEZ, quien nos presentó la inquietud sobre los alcances que tendría la ejecución del proyecto en su municipio y nos dio la base, de donde surgió la idea de realizar el PGIRSU. También debemos agradecer a la Alcaldía municipal de Villa Caro en cabeza del Alcalde, Ingeniero CARLOS YAÑEZ y, a los concejales, quienes comprendieron la necesidad de efectuar el proyecto y nos dieron el aval para iniciarlo. De igual manera, contamos de una manera muy especial, con la colaboración de los alumnos del Colegio nocturno Santo Tomás, quienes cooperaron en las actividades realizadas en la etapa de diagnóstico.

Reconocemos la labor de la directora de tesis. Ingeniera de Producción Biotecnológica, DIANA MARCELA CHAVEZ, quien nos orientó y ayudó desde el inicio del PGIRSU; también al Ingeniero Químico, JOHN SUAREZ, quien en diversas ocasiones dedicó parte de su tiempo para colaborarnos en la organización del trabajo y en la metodología aplicada.

Para la realización de este proyecto recurrimos a la colaboración de un grupo interdisciplinario de profesionales, pues el trabajo involucró diferentes áreas del conocimiento y, en todas éstas requerimos de personas capaces y conocedores de la materia. En la etapa de formulación de alternativas y diseño de la mejor alternativa, contamos con la orientación de los Ingenieros Civiles, GIOVANNI F. LÁZARO, JESÚS DAVID GONZALES y JAVIER ROMERO. En el área económica, agradecemos prioritariamente al contador público, JOSÉ A. RÍOS FORERO, quien nos orientó en la valoración económica de cada una de las alternativas.

Además debemos mencionar la importante colaboración de la UFPS, a través del personal que labora en los laboratorios de química, suelos agrícolas, suelos civiles y de topografía.

De igual manera, agradecemos la colaboración de los Ingenieros ALVARO ILLERA y MARIO YESID VELOZA, asesores de computación para la sustentación y presentación de este documento, quienes con su apoyo contribuyeron en gran parte a ver este sueño terminado.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	32
1. EL PROBLEMA	35
1.1 TÍTULO	35
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	35
1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA	35
1.4 JUSTIFICACION	36
1.5 OBJETIVOS	37
1.5.1 Objetivo General.	37
1.5.2 Objetivos Específicos	38
1.6 METODOLOGÍA	38
1.6.1 Tipo de investigación.	38
1.6.2 Técnicas de recolección de datos.	38
2. MARCO REFERENCIAL	40

2.1 MARCO CONTEXTUAL	40
2.1.1 Descripción general del municipio de Villa Caro	40
2.2 MARCO CONCEPTUAL	44
2.2.1 Definiciones	44
2.2.2 Jerarquía de la GIRS:	45
2.2.3 Etapas de la gestión	46
2.2.4 Características de los Residuos sólidos	46
2.2.5 Caracterización de residuos sólidos urbanos.	47
2.2.6 Metodología de muestro	48
2.2.6 El reciclaje	53
2.2.7 Compostaje aerobio.	56
2.2.9 Relleno sanitario	60
2.2.10 Manejo de residuos hospitalarios.	60
2.2.11 Sistema de recolección, transporte y disposición final	62
2.3 MARCO LEGAL	65

2.3.1 Constitución Política de Colombia	67
2.3.2 Decreto 1713 de 2002. Ministerio del medio ambiente. Prestación del servicio público de aseo en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos	68
3. DIAGNOSTICO DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE VILLA CARO	69
3.1 ENCUESTAS A LA POBLACIÓN	69
3.2 PRODUCCION Y COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PRODUCIDOS EN EL MUNICIPIO DE VILLA CARO	72
3.2.1 Metodología de muestreo	72
3.2.2 Número de muestras.	74
3.2.3 Tiempo de muestreo.	76
3.2.4 Sistemas de muestreo	76
3.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS	77
3.4 DETERMINACION DE LA PRODUCCIÓN PER-CÁPITA (PPC)	79
3.5 PRODUCCIÓN TOTAL DE R.S.U. EN EL MUNICIPIO DE VILLA CARO	80
3.6 PROYECCIONES DE PRODUCCIÓN FUTURA	80
3.7 ALMACENAMIENTO Y PRESENTACION	81

3.7.1 Recipientes para el almacenamiento.	81
3.7.2 Tiempo de almacenamiento.	81
3.7.3 Presentación de los residuos.	81
3.8 RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y BARRIDO	82
3.8.1 Recursos del servicio de recolección:	82
3.8.2 Rutas y Frecuencia.	84
3.8.3 Cobertura.	85
3.8.4 Barrido.	86
3.8.5 Recuperadores.	86
3.9 DISPOSICIÓN FINAL	86
3.10 INDICADORES DEL SISTEMA ACTUAL	87
3.11 RECOMENDACIONES	89
3.11.1 Necesidades técnicas.	89
3.11.2 Necesidades económicas.	89
3.11.3 Necesidades socioculturales.	90

3.11.4 Necesidades administrativas.	90
3.12 SENSIBILIZACION Y SOCIALIZACION COMUNITARIA	90
3.12.1 Capacitación de facilitadores educativos.	90
3.12.2 Socialización en los diferentes sectores de la comunidad	91
3.12.3 Conclusiones.	92
4. PRUEBAS DE COMPOSTAJE PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONO, A PARTIR DE LA FRACCIÓN ORGÁNICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE VILLA CARO	93
4.1 VARIABLES	93
4.1.1 Independiente.	93
4.1.2 Dependientes.	93
4.1.3 Intervinientes.	93
4.2 ESTABLECIMIENTO DE LOS ENSAYOS 1 Y 2 DE COMPOSTAJE	93
4.2.1 Adecuación del sitio de trabajo.	94
4.2.2 Recolección de la muestra.	94
4.2.3 Transporte de la muestra al sitio de trabajo.	94
4.2.4 Conformación de las hileras.	94

4.3 ESTABLECIMIENTO DE LOS ENSAYOS 3 Y 4 DE COMPOSTAJE	95
4.3.1 Visitas puerta-puerta a las amas de casa.	95
4.3.2 Relación Carbono – Nitrógeno.	95
4.3.3 Recolección y transporte de residuos orgánicos.	96
4.3.4 Separación y trituración de residuos orgánicos.	96
4.3.5 Conformación de las hileras.	96
4.4.1 Monitoreo.	98
4.5 ANALISIS DE LABORATORIO	101
4.5.1 Análisis químicos y resultados.	101
4.5.2 Análisis físicos y resultados.	102
4.7 RECOMENDACIONES	104
4.8 ESTUDIO PRELIMINAR DE MERCADO DEL COMPOST	106
5. PROYECCIONES DE PRODUCCIÓN FUTURA	110
6. ALTERNATIVAS PARA LA GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE VILLA CARO	114
6.1 SEPARACIÓN EN LA FUENTE	114

6.2.1 Principales materiales reciclables y comercialización.	114
6.3 MANEJO DE RESIDUOS HOSPITALARIOS7	119
6.3.1 Manipulación de residuos médicos.	120
6.4 TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS - COMPOSTAJE	121
6.4.1 Proceso de tratamiento de residuos orgánicos.	121
6.5 TRATAMIENTO DE MATERIALES NO RECUPERABLES	122
6.6 CONCLUSIONES	122
6.7 RECOMENDACIONES	123
6.7.1 Alternativa 1	124
6.7.2 Alternativa 2	126
6.7.3 Alternativa 3	128
6.8 EVALUACIÓN DE LA INVERSIÓN ECONÓMICA EN LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS	130
6.8.1 Inversión de la Alternativa 1: Planta de manejo integral de residuos sólidos urbanos.	130
6.8.2 Inversión de la Alternativa 2: Planta de aprovechamiento de residuos orgánicos y micro relleno sanitario.	130

6.9 EVALUACIÓN DE INGRESOS Y EGRESOS DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS	130
6.9.1 Ingresos y egresos de la Alternativa 1	130
6.9.2 Ingresos y egresos de la Alternativa 2	130
6.9.3 Distribución de tarifas para la prestación del servicio	130
7. SELECCION DEL LOTE Y ESTUDIOS TÉCNICOS	136
7.1 PRESELECCION DEL LOTE	136
7.2 SELECCIÓN DEL LOTE	136
7.3 ESTUDIOS TECNICOS AL LOTE SELECCIONADO	137
7.3.1 Predimensionamiento	137
7.3.2 Red hidrológica del sector	137
7.3.3 Levantamiento topográfico	138
7.3.4 Análisis geológico	138
7.4 ANALISIS DE SUELOS	138
8. PLANTA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE VILLA CARO	140
8.1 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA	140

8.1.1 Zona de administración y servicios	140
8.1.2 Zona de recepción de residuos.	140
8.1.3 Zona de biodegradación de residuos orgánicos.	141
8.1.4 Zona de almacenamiento de materiales recuperables y abono orgánico.	143
8.1.5 Zona de disposición final de residuos.	144
8.2 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA P.T.R.S.U.	145
8.2.1 Presupuesto de inversión detallado.	145
8.2.2 Personal requerido para la prestación del servicio de aseo y para la operación de la planta.	145
8.2.3 Distribución de tarifas.	154
8.2.4 Evaluación de ingresos y egresos	155
8.3 DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL PREELIMINAR	159
8.3.1 Metodología para la cualificación de impactos.	159
8.3.2 Construcción.	161
8.3.3 Operación.	161
9. DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCION, TRANSPORTE Y BARRIDO	163

9.1 RUTAS	163
9.2 VEHICULO RECOLECTOR	165
9.2.1 Cálculo de tiempos de operación.	165
9.2.2 Cálculo del tiempo real o efectivo de la recolección	166
9.2.3 Cálculo del peso del recipiente con basura	166
9.2.4 Cálculo del volumen del vehículo recolector	166
9.2.5 Cálculo del peso del vehículo recolector	167
9.2.6 Cálculo del volumen de las cajas de almacenamiento comunitario	167
9.3 CUADRILLA DE RECOLECCION	167
9.3.1 Rendimiento de la cuadrilla	167
9.4 FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN	168
9.5 SERVICIO DE BARRIDO	168
9.6 ALMACENAMIENTO Y PRESENTACION DE LOS RESIDUOS	169
9.6.1 Tamaño de los recipientes domiciliarios.	169
9.6.2 Peso de los recipientes domiciliarios.	169

9.7 PROPUESTA DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN.	170
9.7.1 Alternativa 1: Usando la volqueta municipal.	170
9.7.2 Alternativa 2: Contratación de una volqueta.	171
10. MANUAL OPERATIVO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS (PTRSU) MUNICIPIO DE VILLA CARO	172
10.1 PERSONAL REQUERIDO	172
10.1.1 Operarios.	172
10.1.2 Vigilante.	173
10.1.3 Administrador.	173
10.2 REGISTRO DE MATERIALES	174
10.3 TRATAMIENTO DE RESIDUOS RECUPERABLES	174
10.3.1 Plástico.	174
10.3.2 Papel.	174
10.3.3 Vidrio.	174
10.3.4 Metal.	175
10.4 PROCESO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS	175

10.4.1 Trituración.	175
10.4.2 Establecimiento de hileras.	175
10.4.3 Control de parámetros	175
10.4.4 Control de moscas y olores	176
10.4.5 Registro y control.	176
10.5 PROCESO EN EL MICRO RELLENO SANITARIO MANUAL	176
10.5.1 Maquinaria y equipo.	176
10.5.2 Proceso.	176
10.6 PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	179
10.6.1 Normas generales de la PTRSU	179
10.6.2 Requisitos del personal.	179
10.6.3 Medidas de seguridad laboral.	180
10.7 PLAN DE CONTINGENCIA	181
11. PROGRAMA DE EDUCACION Y SENSIBILIZACION	183
11.1 INTRODUCCION	183

11.2 CAPACITACIÓN E INFORMACIÓN	184
11.3 DEFINICION DE OBJETIVOS	185
11.3.1 Objetivo General.	185
11.3.2 Objetivos Específicos.	186
11.4 PROPUESTA DE SENSIBILIZACION	186
11.4.1 Educación comunitaria.	186
11.4.2 Medios de comunicación.	186
11.4.3 Población a Cubrir	187
11.4.5 Educación a escuelas y colegios.	187
11.5 MEDIOS EDUCATIVOS	187
11.5.1 Comité coordinador.	187
11.5.2 Participantes	188
11.6 COSTOS DEL PROGRAMA DE SENSIBILIZACION	188
12. CONCLUSIONES	190
13. RECOMENDACIONES	193

BIBLIOGRAFÍA	196
ANEXO	198