

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PLANTA DE
TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE SURATÁ, PARA
EL TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE
LOS MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE SOTO, DEPARTAMENTO DE
SANTANDER.**

**ARLEY ESTEBAN ARIAS
ALDO JOSÉ TIRADO CASTAÑEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA**

2012

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PLANTA DE
TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE SURATÁ, PARA
EL TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE
LOS MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE SOTO, DEPARTAMENTO DE
SANTANDER.**

**ARLEY ESTEBAN ARIAS
ALDO JOSÉ TIRADO CASTAÑEZ**

**Monografía para optar al título de
Especialista en Evaluación y Gerencia de Proyectos**

**Director:
EDGAR SANCHEZ GOMEZ
Magister en Gerencia de Proyectos**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA**

2012

DEDICATORIA

A mis padres Aura Hermencia y Leonardo que con la gracia de DIOS siempre me han dado sabiduría y compañía para afrontar los retos que día tras día se van dando en el camino de la vida

Arley Esteban Arias

A Dios, por brindarme la salud, bienestar y sabiduría para poder lograr un nuevo peldaño de mi vida profesional.

A mi esposa Karen Milena, mi hijo José Matías y mis padres Aldo y Teresa, como agradecimiento a su esfuerzo, amor, tiempo, apoyo incondicional y constante motivación.

Aldo José Tirado Castañez

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso por llevarnos de la mano en todo momento fortaleciéndonos espiritualmente para alcanzar los sueños y traducirlos en metas.

Hoy queremos expresar nuestra alegría y compartirla con todas las personas que han estado apoyándonos a lo largo de este trabajo de grado, por sus valiosos aportes y enseñanzas, empeño y dedicación.

A los profesores de la Universidad Industrial de Santander por brindarnos el privilegio de escuchar y aprender lecciones de vida y motivarnos mas a seguir luchando por un proyecto de vida profesional.

A Edgar Sánchez Gómez, por aceptar ser nuestro director de monografía y brindarnos apoyo y orientación para la culminación de este gran objetivo.

Arley Esteban Arias
Aldo José Tirado Castañez

Contenido

INTRODUCCIÓN	19
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
1.1 Descripción del Problema.....	21
1.2 Alcance del Proyecto.....	23
1.3 Justificación.....	24
2. OBJETIVOS	27
2.1 Objetivo General.	27
2.2 Objetivos Específicos.....	27
3. MARCOS REFERENCIALES.....	28
3.1. Resumen general de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIR de la Provincia de Soto.....	28
3.2. Consolidado de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos De la Provincia de Soto.	46
4. MARCO TEÓRICO	48
4.1. ¿Qué es un Residuo?	48
4.2. Definiciones	48
4.3. Impactos y Riesgos Generados por el Inadecuado Manejo De Residuos	49
4.4. Beneficios del Manejo Adecuado de Residuos	49
4.5. ¿Qué es la Gestión Integral de los Residuos Sólidos?	50
4.6. Aprovechamiento y Tratamiento de los Residuos Sólidos.	51
4.6.1. Caracterización de los Residuos Sólidos.	54
4.6.2. Propiedades de los Residuos Sólidos.	54
4.6.3. Aprovechamiento.	56
4.6.4. Tipos de alternativas de tratamiento y tecnologías disponibles.....	56
4.6.5. Medidas utilizadas para valorar las cantidades de residuos sólidos:.....	58
5. DIAGNÓSTICO ADMINISTRATIVO, TÉCNICO Y OPERATIVO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE SURATÁ, PROVINCIA DE SOTO.....	59
5.1. Diagnóstico Técnico y Operativo	59

5.2.	Procesos de Aprovechamiento	59
5.3.	Características técnicas actuales de la maquinaria de la planta de tratamiento de residuos sólidos	62
5.3.1.	Trituradora	62
5.3.2.	Banda Transportadora	63
5.3.3.	Compactadora:	64
5.4.	Diagnóstico Administrativo	67
6.	METODOLOGIA	73
7.	ESTUDIO DEL ENTORNO	78
7.1.	Entorno General	78
7.2.	Estudio del entorno específico	84
7.3.	Servicio de aseo	89
7.4.	Manejo Actual de los Residuos Sólidos	89
7.5.	Operación Administrativa	90
8.	ESTUDIO TÉCNICO	92
8.1.	Reestructuración de la planta de residuos sólidos del municipio de Suratá	92
8.2.	Ubicación de la planta	92
8.2.1.	Ubicación y vías de acceso	93
8.2.2.	Rutas de Recolección	94
8.2.3.	Descargue de los residuos orgánicos	94
8.3.	Sistemas de tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos	94
8.3.1.	Fase I.Compostaje microbiológico.....	95
8.3.2.	Descripción del proceso de compostación	95
8.3.3.	Fase II. Residuos Inorgánicos Aprovechables	104
8.3.4.	Fase III: Residuos inorgánicos no aprovechables.....	106
8.4.	Especificaciones técnicas de la maquinaria y equipo	107
8.4.1.	Trituradora de residuos sólidos	107
8.4.2.	Prensa hidráulica.....	108
8.4.3.	Bioreactor anaerobio	109
8.4.4.	Cultivo y aplicación de la bacteria a la materia orgánica	109
8.4.5.	Envases para el Bio-estimulante	110
8.4.6.	Banda transportadora de separación	111
8.4.7.	Tornillo de transporte.....	112
8.4.8.	Sistema de aireación para los silos	113
8.4.9.	Planta móvil de generación de energía eléctrica de 15 kw.....	113
8.5.	Procesos de producción	114
8.6.	Tamaño de la Planta	114

8.7.	Remodelación de planta física.....	116
8.8.	Capacidad Productiva	121
8.9.	Tecnología	121
8.9.1.	Equipamiento de la planta:	121
8.9.2.	Descripción del diagrama de Procesos	122
8.9.3.	Planta de personal	126
8.10.	Organigrama de personal.....	127
8.11.	Obras Físicas.....	127
9.	ESTUDIO DE MERCADO.....	129
9.1.	Densidad de los residuos sólidos	133
9.2.	Producción Per Cápita de residuos sólidos de la Provincia de Soto.....	134
9.3.	Análisis de la demanda de la etapa de aprovechamiento y/o tratamiento.	137
9.4.	Determinación de flujos de entradas y salida de la planta.....	142
9.5.	Análisis DOFA	145
9.6.	Análisis de los mercados de recuperación de residuos sólidos	147
9.7.	Análisis la oferta	148
9.8.	Análisis de oferta de aprovechamiento.	148
10.	ESTUDIO LEGAL	150
11.	EVALUACIONFINANCIERA.....	158
11.1.	Inversiones	158
11.1.1.	Inversiones en activos fijos.....	159
11.1.2.	Inversiones Diferidas:	160
11.1.3.	Capital de trabajo	160
11.2.	Fuentes de financiación	161
11.2.1.	Recursos propios:	161
11.2.2.	Recursos de terceros:.....	161
11.3.	Costos de producción	161
11.4.	Costos de materia prima	162
11.5.	Costos de Mano de Obra.....	162
11.6.	Costos indirectos de fabricación	166
11.7.	Gastos	168
11.7.1.	Gastos de Administración.	168
11.7.2.	Gastos Generales.....	170
11.8.	Presupuesto de Ingresos	171

11.9. Presupuesto de Gastos	175
11.10. Punto de equilibrio.....	175
11.11. Flujo de caja proyectado	178
11.12. Evaluación Económica	182
11.12.1. Generación de Empleo	182
11.12.2. Desarrollo Regional.....	182
11.13. Evaluación Financiera	183
12. CONCLUSIONES	190
13. RECOMENDACIONES.....	191
14. BIBLIOGRAFIA.....	192

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. RESIDUOS GENERADOS EN EL MUNICIPIO DE VETAS.....	29
TABLA 2: TONELADAS PRODUCIDAS POR AÑO MUNICIPIO DE VETAS.....	30
TABLA 3: PROYECTOS PARA EL PGIRS DEL MUNICIPIO DE VETAS.....	31
TABLA 4: RESIDUOS GENERADOS EN EL MUNICIPIO DE CALIFORNIA.....	34
TABLA 5: TONELADAS PRODUCIDAS POR AÑO MUNICIPIO DE CALIFORNIA.....	35
TABLA 6: PROYECTOS PARA EL PGIRS DEL MUNICIPIO DE CALIFORNIA.....	36
TABLA 7: NÚMERO DE VIVIENDAS, FAMILIAS, Y PERSONAS EN EL MUNICIPIO DE SURATÁ. .	38
TABLA 8: TONELADAS PRODUCIDAS POR AÑO MUNICIPIO DE SURATÁ.....	40
TABLA9 : DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS EN DIFERENTES ETAPAS.....	40
TABLA 10: PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE CHARTA – SANTANDER	44
TABLA 11. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE MATANZA – SANTANDER	45
TABLA 12. CONSOLIDADO RESIDUOS PRODUCIDOS EN CADA MUNICIPIO.....	46
TABLA 13: TONELADAS PRODUCIDAS EN EL CASCO URBANO DE SURATÁ	66
TABLA 14. CAPACIDAD DE LA CINTA TRANSPORTADORA	124
TABLA 15. ZONAS PARA LA BANDA TRANSPORTADORA	125
TABLA 16. PERSONAL ESTIMADO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE SURATÁ.	126
TABLA 17. PORCENTAJE DE RESIDUOS EN PROVINCIA SOTO	130
TABLA 18. ESTADO PLANTA SURATÁ 2008	131
TABLA 19.PARTICIPACIÓN DE CADA MATERIAL APROVECHABLE EN LOS INGRESOS – CONSOLIDADO	132
TABLA 20. PRECIOS PONDERADOS EN MERCADO DE BUCARAMANGA.....	133
TABLA 21. VALORES TÍPICOS DE PPC (KG/ (HAB X DÍA) PARA MUNICIPIOS COLOMBIANOS	135

TABLA 22. PRODUCCIÓN PER CÁPITA POR HABITANTE PARA LOS MUNICIPIOS EN ESTUDIO.	136
TABLA 23. DEMANDA DE APROVECHAMIENTO	139
TABLA 24. RESUMEN DE PRODUCCIÓN PROMEDIO DE RESIDUOS SÓLIDOS MENSUALES .	140
TABLA 25. RESUMEN DE PRODUCCIÓN PROMEDIO DE RESIDUOS SÓLIDOS ANUALES.	141
TABLA 26. DATOS UTILIZADOS PARA LA PROYECCIÓN	141
TABLA 27. PROYECCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS TOTALES DEL ESTUDIO.	142
TABLA 28. RELACIÓN PORCENTUAL DE ENTRADAS- PRODUCCIÓN DE RESIDUOS	143
TABLA 29. PROMEDIO DE PRODUCCIÓN MENSUAL	143
TABLA 30. PROMEDIO DE PRODUCCIÓN ANUAL	144
TABLA 31. RELACIÓN PORCENTUAL DE SALIDAS O PRODUCTOS FINALES ANUALMENTE..	144
TABLA 32. ACTIVOS FIJOS DE PRODUCCIÓN (EN PESOS)	159
TABLA 33. ACTIVO FIJO DE OFICINA.....	160
TABLA 34. NOMINA PERSONAL OPERATIVO DE LA PLANTA	163
TABLA 35. GASTOS PRESTACIONES SOCIALES	164
TABLA 36. GASTOS SEGURIDAD SOCIAL.....	164
TABLA 37. GASTOS APORTES PARA FISCALES	165
TABLA 38. DETALLE MATERIALES INDIRECTOS.....	166
TABLA 39. DETALLE DE COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN.	166
TABLA 40. CONSUMO EN KW Y EN PESO DE LOS MOTORES	167
TABLA 41. ESTRUCTURA DE COMPENSACIONES PARA LOS GASTOS DE PERSONAL.	168
TABLA 42. GASTOS PRESTACIONES SOCIALES	169
TABLA 43. GASTOS SEGURIDAD SOCIAL.....	169
TABLA 44. GASTOS APORTES PARA FISCALES	169
TABLA 45. DETALLE DE DEPRECIACIONES.....	170
TABLA 46. DETALLE GASTOS GENERALES	171
TABLA 47. RELACIÓN PORCENTUAL DE ENTRADAS- PRODUCCIÓN DE RESIDUOS.....	172
TABLA 48. PROMEDIO DE PRODUCCIÓN MENSUAL	172
TABLA 49. RELACIÓN PORCENTUAL DE SALIDAS O PRODUCTOS FINALES.....	173

TABLA 50. INGRESOS TOTALES POR VENTA DE PRODUCTOS FINALES.....	174
TABLA 51. PRESUPUESTO DE GASTOS.....	175
TABLA 52. RESUMEN DE COSTOS.....	176
TABLA 53. PROYECCIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO.....	177
TABLA 54. FLUJO DE CAJA PROYECTADO	178
TABLA 55. ESTADO DE COSTOS PROYECTADOS.	179
TABLA 56. ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO.	180
TABLA 57. BALANCE GENERAL.	181
TABLA 58. FLUJO DE CAJA LIBRE PROMEDIO	185

LISTA DE GRAFICOS

GRÁFICO 1. RESIDUOS PRODUCIDOS POR MUNICIPIO.....	47
GRÁFICO 2. PROCESOS PGIRS	50
GRÁFICO 3: PROCESO DE COMPOSTAJE	60
GRÁFICO4: INSTALACIONES DE LA PTRS SURATÁ.....	70
GRÁFICO 5. ÁRBOL DE EFECTOS Y CAUSAS.....	75
GRÁFICO 6. ÁRBOL DE FINES Y MEDIOS	76
GRÁFICO 7. ALTERNATIVAS:.....	77
GRÁFICO 8. SISTEMAS DE DISPOSICIÓN FINAL - AÑO 2008	80
GRÁFICO 9. SISTEMAS DE DISPOSICIÓN FINAL – SANTANDER.....	83
GRÁFICO 10. TONELADAS DISPUESTAS POR SISTEMA - SANTANDER	84
GRÁFICO 11. CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SURATÁ.	88
GRÁFICO 12. UBICACIÓN GEOGRÁFICA MUNICIPIO DE SURATÁ.....	93
GRÁFICO 13. BIOREACTOR ANAEROBIO	99
GRÁFICO 14. PROCESO DE COMPOSTAJE.....	101
GRÁFICO 15. GALÓN DE BIO-ESTIMULANTE.....	110
GRÁFICO 16. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA PLANTA DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE SURATÁ	115
GRÁFICO 17. PANORÁMICA SECTOR ORIENTAL.....	116
GRÁFICO 18. PROPUESTA DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA PLANTA DE RESIDUOS SÓLIDOS DE SURATÁ	117
GRÁFICO 19. PANORÁMICA EXTERIOR DE LA PLANTA	118
GRÁFICO 20. DIAGRAMA DE PROCESOS	122
GRÁFICO 21. ORGANIGRAMA.....	127
GRÁFICO 22. RESUMEN PRODUCCIÓN PER CÁPITA MUNICIPIO SOTO.....	136
GRÁFICO 23. MATRIZ DOFA.....	146
GRÁFICO 24. CÁLCULO DEL DÉFICIT	149

LISTA DE IMÁGENES

IMAGEN 1. TRITURADORA	63
IMAGEN 2. BANDA TRASPORTADORA	63
IMAGEN 3. ESTADO ACTUAL DE LA BANDA TRANSPORTADORA	64
IMAGEN 4. COMPACTADORA	65
IMAGEN 5. ESTADO ACTUAL DE LA COMPACTADORA	65
IMAGEN 6. INFRAESTRUCTURA PLATA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE SURATÁ – SANTANDER.	69
IMAGEN 7. LOMBRICULTURA	102
IMAGEN 8. PET	105
IMAGEN 9. TRITURADORA	108
IMAGEN 10. PRENSA HIDRÁULICA	109
IMAGEN 11. BANDA TRANSPORTADORA	112

RESUMEN

TITULO: Estudio de prefactibilidad para la optimización de planta de tratamiento de residuos sólidos del municipio de Suratá, para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos de los municipios de la Provincia de Soto, departamento de Santander.*

AUTORES: Arley Esteban Arias – Ingeniero Industrial**
Aldo José Tirado Castañez – Ingeniero Electrónico**

FACULTAD:

Facultad de ingeniería físico – mecánicas. Escuela de estudios industriales y empresariales. Especialización en evaluación y gerencia de proyectos.

PALABRAS CLAVES:

Residuos sólidos, Planta de tratamiento, PGIRS (Plan de Gestión integral de Residuos sólidos), Aprovechamiento y tratamiento de Residuos sólidos, Reciclaje, Rehúso.

CONTENIDO:

El presente trabajo busca principalmente conocer, estudiar y evaluar la optimización de la planta de tratamiento de residuos sólidos del municipio de Suratá para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos de los municipios de la provincia de Soto, departamento de Santander. Nace del cierre definitivo del relleno Sanitario “El Carrasco” donde los municipios de la provincia de Soto realizaban la disposición final de residuos Sólidos. Se busca la mejor estrategia para seguir prestando el servicio de recolección de residuos sin alterar las tarifas, generando impacto positivo al medio ambiente.

En los primeros capítulos del libro, los autores abordan la primera etapa del proyecto, en la cual se muestran los alcances y la justificación del proyecto; seguido de esto presentan un capítulo donde se describen detalladamente los objetivos del proyecto.

El tercer capítulo proporciona conceptos específicos relacionados con el tema, el cuarto capítulo se resume en un diagnóstico técnico y operativo, procesos de aprovechamiento, características de funcionamiento y operación y un diagnóstico administrativo. Se hacen estudios técnicos, de entorno, de mercado, legal, de impacto ambiental; una evaluación financiera y económica. Durante el desarrollo de estos temas, se definen, cuando sea necesario, conceptos específicos relacionados con el tema a su vez que se aportan soportes legales del marco regulatorio que justifican la definición de cada uno de los procesos abordados dentro del plan de optimización del relleno sanitario.

Finalmente, basados en el conocimiento adquirido y en los análisis efectuados en capítulos anteriores, proponen ideas generalizadas enfocadas a la optimización de la planta de tratamiento y a un mejoramiento continuo de la operación y manejo, realizando análisis de factibilidad y en un futuro llegando hasta su implementación satisfactoria.

*Monografía

** Facultad De Ingeniería Físico Mecánicas. Escuela De Estudios Industriales Y Empresariales.
Director. Edgar Sánchez – Ingeniero Civil

ABSTRACT

TITLE: Pre-feasibility study for the optimization of waste treatment plant solids Surata Township, for treatment and utilization of solid waste in the Municipalities of the Province of Soto, Santander department. *

AUTHORS: Arley Esteban Arias - Industrial Engineer **
Aldo Jose Tirado Castañez - Electronic Engineer **

FACULTY:

Faculty of Physical Engineering - Mechanical. School of Industrial and Business Studies. Expertise in project management and evaluation.

KEYWORDS:

Solid waste treatment plant, PGIRS (Plan of Integrated Solid Waste Management), Development and treatment of solid waste, recycling, reuse.

CONTENTS:

The present study AIMS Mainly to know, analyze and evaluate-the optimization of treatment plant of municipal solid waste for treatment and Surata utilization of solid waste in the Municipalities of the Province of Soto, Santander department. Born of the closure of the landfill "El Carrasco" where the Municipalities of the Province of Soto performing the disposal of solid waste. Seeking the best strategy to continue to Provide the service without altering scavenging rates, generating positive environmental impact.

In the first chapters of the book, the authors address the first stage of the project, which shows the scope and rationale for the project, Followed by a chapter presents a detailed description that of the project objectives.

The third chapter Provides specific concepts related to the subject, the fourth chapter is summarized in a technical diagnosis and operative utilization Processes, Characteristics and operating performance and administrative diagnosis. Are technical, environment, marketing, legal, environmental impact, financial and Economic Evaluation. During the development of These issues are defined, where Necessary, specific concepts related to the subject in turn to Provide Legal Regulatory Framework support to justify the definition of each of the Processes Addressed in the plan optimization landfill.

Finally, based on the knowledge acquired and the analysis in previous chapters, Proposed generalized thoughts focused on Optimizing treatment plant and a continuous improvement of the operation and management, conducting feasibility studies and future reaching its Implementation satisfactory.

* Monograph

** Faculty of Physical Engineering - Mechanical. School of Industrial and Business Studies.
Director Edgar Sánchez - Civil Engineer

INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos urbanos (RSU) mal manejados se han convertido en uno de los problemas ambientales más sentidos de la humanidad.

La disposición de RSU a cielo abierto es el mayor foco de contaminación en pueblos y ciudades, la descomposición aerobia de la materia orgánica produce malos olores, gases contaminantes, líquidos lixiviados que contaminan las aguas el aire y contribuyen a la proliferación de insectos, vectores, roedores, aves de rapiña etc., que contaminan el ambiente y producen epidemias y mal aspecto estético de una población.

Para combatir este flagelo, las autoridades ambientales han creado un marco jurídico como el decreto 1713, las resoluciones 0058 y 0886 que regulan la incineración controlada de RSU. La resolución 1045 que establece la ejecución del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos "PGIRS". Sin embargo a pesar del esfuerzo de las autoridades ambientales, son muy pocos los resultados obtenidos hasta el momento por varios factores entre ellos la falta de educación y compromiso de la comunidad, la falta de proyectos sencillos, económicos y ambientalmente viables, por estos y otros factores las autoridades municipales se limitan a transportar los RSU a ciudades o municipios en donde existen rellenos sanitarios que en la mayoría de los casos no cumplen con las regulaciones ambientales establecidas. De otra parte el hecho de transportar los residuos en volquetas como generalmente lo hacen, contribuye a la contaminación y además genera elevados costos de transporte.

Para controlar y dar solución a este problema ambiental el Gobierno Nacional ha sancionado la ley 1259 de 2008 cuyo objetivo es crear e implementar el compendio ambiental como instrumento de cultura ciudadana sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y escombros, previendo la afectación del medio ambiente y la salud pública mediante sanciones pedagógicas y económicas a

todas aquellas personas naturales o jurídicas que infrinjan la regulación existente en materia de residuos sólidos, así como propiciar el fomento de estímulos a las buenas prácticas ambientales.

El problema de los residuos domiciliarios, que en otros países ha sido afrontado desde varios años atrás, apenas empieza a ser una “novedosa” preocupación en las últimas dos décadas en Colombia. La falta de planificación adecuada y oportuna, ha determinado que el estado actual de la situación alcance unos niveles críticos. Un ejemplo de ello lo constituyó la crisis generada en los años anterior por el colapso de uno de los rellenos sanitarios más grandes del país: Doña Juana en Santa Fe de Bogotá.

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del Problema

De acuerdo con las políticas públicas en el manejo integral de los residuos sólidos, todos los entes municipales y empresas encargadas de prestar los servicios de aseo (recolección y transporte, disposición final, barrido y limpieza, tratamiento, aprovechamiento, transferencia, comercialización, lavado de calles y áreas públicas), están sujetos a formular estrategias tendientes a mejorar los procesos partiendo de un manejo integral de los residuos, iniciando las actividades desde la clasificación en la fuente generadora, almacenamiento, aprovechamiento y la disposición final de los residuos sólidos.

Los municipios de la Provincia de Soto en el departamento de Santander realizan la disposición final en el relleno sanitario “ElCarrasco”, administrado por la Empresa de Aseo de Bucaramanga EMAB, sin embargo mediante **Resolución 001328 del 10 de noviembre de 2010, la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB, ordenó a partir del 16 de marzo de 2011, el cierre definitivo de El Carrasco o de la celda transitoria de disposición final ubicada en la cárcava uno del sitio denominado El Carrasco y por fallo de un juez se dio el plazo máximo para el cierre del Relleno sanitario EL CARRASCO con fecha límite y definitivo el 30 de septiembre del año 2011**, dejando sin alternativas de disposición final a estos municipios y generando emergencia sanitaria regional.

Por tal razón, los gobernantes de los diferentes entes territoriales, como responsables de la prestación efectiva del servicio público de aseo en sus municipios, deben buscar la mejor estrategia para continuar prestando el servicio,

sin alterar las tarifas aplicadas a sus usuarios y sin generar ningún impacto negativo al ambiente.

Es por ello que se identificó que el municipio de Suratá contaba con una planta de tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos y de igual forma se encontraba en un punto intermedio entre los municipios. Sin embargo esta planta no cuenta con la capacidad operativa, administrativa, técnica y de infraestructura para recibir el total de toneladas producidas por los municipios de Vetás, California, Suratá, Charta y Matanza por lo tanto esta planta no tiene el desarrollo y enfoque con que se había construido, trayendo consigo pérdidas y una prestación del servicio de aseo insolvente e ineficiente.

Teniendo en cuenta el aumento en la producción de residuos sólidos y su manejo, convierten este problema en prioritario debido principalmente a:

- Poco interés en la gestión de recursos por parte de los entes municipales, para ejecutar programas eficientes y efectivos en la prestación de los servicios de aseo, sumándose a ello la poca o ninguna voluntad política de los mandatarios de trabajar en conjunto por una solución regional.
- Los PGIRS no están proyectados a brindar una solución a mediano plazo.
- La recolección de los residuos sólidos se realiza en su conjunto sin ninguna separación y clasificación de los mismos.
- Ineficiente maquinaria y equipo para el tratamiento y el aprovechamiento de los residuos.
- No existe sitios de disposición final en ninguno de los municipios.

Se pretende desarrollar el proyecto de optimización de la planta de residuos sólidos para el aprovechamiento del material reciclable y de tratamiento para el material orgánico.

La problemática originada por la gestión inadecuada de los residuos sólidos se está agravando en la gran mayoría de las ciudades del país. En los municipios de la provincia en mención el tratamiento y el aprovechamiento de los residuos es nulo y aumentando más la problemática porque no se cuentan con sitios aptos definidos en el plan de ordenamiento territorial y por la complejidad de la ubicación geográfica. Esto da origen a una serie de problemas de salud pública graves, creando focos de infección y proliferación de enfermedades.

La problemática está creciendo, ya que la generación de residuos per.-cápita está aumentando, debido al incremento de la población por el fenómeno de las explotaciones mineras en la región.

1.2 Alcance del Proyecto.

Para este proyecto se plantea realizar un estudio de pre factibilidad para la optimización de la planta de tratamiento de residuos sólidos del municipio de Suratá, para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos de los municipios de Suratá, Charta, Vetas, California y Matanza de la Provincia de Soto, Departamento de Santander.

Se efectuará un estudio financiero, económico, técnico y administrativo de la planta de tratamiento de los residuos sólidos, se definirá el marco legal nacional que lo regula; teniendo en cuenta la información presentada por los Planes de Gestión integral de Residuos Sólidos (PGIRS) de los municipios de Vetas, Suratá, California, Charta y Matanza identificando y/o caracterizando los residuos sólidos producidos y su proyección. De igual manera se planteará un estudio de mercados

analizando la oferta y demanda de los productos finales de la planta de tratamiento.

1.3 Justificación

La resolución 1045 del año 2004 del Ministerio de Ambiente reglamenta el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos “PGIRS”, la mayoría de los municipios no han tomado con responsabilidad esta obligación y se limitan a transportar los residuos sólidos a los rellenos sanitarios de las ciudades capitales, contribuyendo a la contaminación y saturación de estos rellenos, caso el Carrasco que afronta serias dificultades judiciales y sanitarias que lo obligan a un eminente cierre definitivo.

La Corporación para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB, ha venido proponiendo soluciones a los diferentes municipios, para que estos se responsabilicen del manejo de sus propios residuos. Para ello se requieren plantas económicas y auto-sostenibles.

Los municipios de Vetas, California, Matanza, Charta y Suratá, son municipios que se encuentran a menos de 20 kilómetros entre si, por lo tanto, se parte de la hipótesis de que se justifica, realizar un mejoramiento técnico, operativo, de infraestructura y administrativo en la planta de tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos del municipio de Suratá, para que en ella se reciban los residuos generados por los municipios, y estos sean aprovechados y tratados, disminuyendo los impactos ambientales en la región y las tarifas de los usuarios del servicios público domiciliario de aseo no sean afectadas significativamente por disponer en sitios lejanos o que no cumplen con los requerimientos legales.

Los municipios de la Provincia de Soto del Departamento de Santander (Matanza, Suratá, California, Vetas, El Playón, Rionegro, Tona y Charta), una vez sea

clausurado el Relleno Sanitario El Carrasco, quedan sin alternativa de disposición final, aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos. Los municipios de Rionegro y Playón, dispondrán en el municipio de Aguachica. El municipio de Tona, cuenta con una planta de tratamiento y aprovechamiento en su corregimiento de Berlín.

El municipio de Suratá, cuenta con una Planta de Tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos pero en estado deficiente siendo utilizado solo un diez por ciento (10%) de su capacidad instalada, por falta de recursos, maquinaria y una infraestructura defectuosa. Los municipios restantes, actualmente no cuentan con un buen sistema ambientalmente viable para la disposición, aprovechamiento y tratamiento de los residuos sólidos.

Ni el Carrasco, ni el próximo sitio designado para recibir los residuos de Bucaramanga y el Área Metropolitana deben recibir además residuos de otros municipios, por ello este estudio de pre-factibilidad para optimizar la planta del municipio de Suratá para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos de los municipios de la Provincia de Soto; será el inicio de un ejemplo a seguir en proyectos regionales que permitan dar soluciones efectivas a la problemática.

La materia orgánica de los residuos sólidos, es una excelente materia prima para la producción de abonos orgánicos y fertilizantes para los diferentes cultivos de la región y no es justo desde ningún punto de vista que sean transportados a la ciudad para ser depositados en un relleno sanitario y así contribuir con la contaminación cuando pueden ser tratados y aprovechados en la planta del municipio de Suratá.

Este proyecto, aunque está concebido con propósito académico, quiere mostrar el aprovechamiento de los recursos existentes y demostrar la optimización de la planta del municipio de Suratá, aumentando su capacidad para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos generados en los municipios de la Provincia de Soto – departamento de Santander.

“El éxito del proyecto radica en la culturización, socialización y óptimo aprovechamiento de estos recursos”

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General.

Realizar el estudio de pre factibilidad para optimización de la planta de tratamiento de residuos sólidos del municipio de Suratá, para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos de los municipios de la Provincia de Soto, Departamento de Santander.

2.2 Objetivos Específicos.

- ✓ Realizar el diagnóstico administrativo, técnico y operativo de la planta de tratamiento de residuos sólidos del municipio de Surata, Provincia de Soto.

- ✓ Evaluar técnica, económica y financieramente la operación de la planta de tratamiento de residuos sólidos del municipio de Suratá, para maximizar el aprovechamiento y el tratamiento de los residuos dispuestos en ella.

- ✓ Realizar estudio de mercados, analizando la oferta y la demanda de los productos finales de la planta de tratamiento de residuos sólidos del municipio de Suratá.

3. MARCOS REFERENCIALES

Se definirán todos los aspectos que sirven como apoyo para el estudio de prefactibilidad para la optimización de la planta de tratamiento de residuos sólidos del municipio de Suratá, Provincia de Soto, tales aspectos como:

El Plan Gestión Integral de Residuos Sólidos de cada municipio de la Provincia de Soto, identificando localización, población, temperatura, producción y caracterización de residuos sólidos, hidrología, clasificación climática, componentes del servicio de aseo, programas y proyectos a desarrollar en estos planes.

Diagnóstico administrativo, operativo y de funcionamiento de la planta de tratamiento de residuos sólidos

3.1. Resumen general de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIR de la Provincia de Soto.

Se presentan a continuación los diagnósticos de los PGIRS de la Provincia de Soto conformada por los municipios de Vetas, Suratá, California, Matanza y Charta.

➤ Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Vetas.

Vetas, municipio santandereano enclavado en la cordillera oriental, localizado en el nor-orienté de la cuenca superior del río Lebrija en la Provincia de Soto.

Caracterización de los residuos sólidos en el municipio de Vetas - Santander

A continuación se presenta la clasificación y tonelaje mensual de residuos sólidos, generados en el municipio de Vetas mensualmente. Para la siguiente tabla se ha tomado un promedio de los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2011.

Tabla 1. Residuos generados en el municipio de Vetas

ITEM	PORCENTAJE (%)	CANTIDAD (TON/MES)
ORGÁNICOS	23 %	2.87
INERTES	65 %	8.12
RECICLABLES	12 %	1.5
TOTAL	100	12.14

Fuente: USPD – Vetas.

Producción per cápita de residuos sólidos en el municipio de Vetas–Santander

Teniendo en cuenta el Censo DANE del municipio se tiene una población de 1.266 personas en el área urbana y 1.132 en el área rural, sin embargo, los residuos sólidos, actualmente no son recolectados en toda la extensión del municipio, solo en las veredas de El Volcán y Borrero, por lo tanto, se tomará la producción y población de estos sitios correspondientes.

$$PPC = \frac{\text{Kg Recolectados}}{\# \text{ de Habitantes}}$$

Se tiene que:

Número de habitantes urbana : 1.132

Toneladas /mes: 12,747 equivalente a 12.747kg /mes.

$$PPC = \frac{12.747 \text{ Kg/mes}}{1.132 \text{ Habitantes}} = 11,26 \frac{\text{Kg}}{\text{mes}} * \text{Habitantes}$$

Pequeños productores de residuos sólidos en el municipio de Vetás – Santander –sector industrial.

Según aforos realizados por la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, a un promedio de empresas mineras ubicadas en las veredas de Volcán y Borrero en el municipio de Vetás, se ha registrado el promedio de los residuos NO PELIGROSOS producidos por estas industrias. Según los datos de la USPD Vetás, existe un promedio de disposición final de 404 kg/semana, es decir, 1.61 toneladas al mes, producida por el sector minero.

Producción proyectada a cinco años con base en la producción actual de residuos sólidos en el municipio de Vetás– Santander

Tomando en cuenta que el crecimiento poblacional actual del municipio de Vetás es del 5% anual, se estableció la siguiente tabla, proyectando la cantidad (toneladas/año) de residuos sólidos generados.

Tabla 2: Toneladas producidas por año municipio de Vetás

AÑO	2011	2012	2013	2014	2015	2016
TONELADAS PRODUCCIDAS POR AÑO	152,96	160,61	168,64	177.07	185,92	195,21

Fuente: USPD Vetás

Se evidencia que para el año 2016, el municipio de Vetas – Santander estará generando un mínimo de 195,21 toneladas de residuos sólidos residenciales al año.

Planes y proyectos dentro del plan de gestión integral de residuos sólidos en el municipio de Vetas– Santander

Se han planteado cinco (5) proyectos los cuales hacen énfasis en el fortalecimiento institucional del PGIR, la sensibilización y capacitación a la comunidad Vetana, la recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos, el barrido y limpieza de vías y áreas públicas, corte de césped y poda de árboles ubicados en las vías y áreas públicas y la socialización y aplicación del compendio ambiental.

Tabla 3: Proyectos para el PGIRS del municipio de Vetas

PROYECTO.	OBJETIVOS
FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL DEL PGIR	1. Plantear estrategias de fortalecimiento para desarrollar en el cuatrienio. 2. Crear el comité operativo del PGIR para el municipio de Vetas – Santander.
SENSIBILIZACIÓN Y CAPACITACIÓN A LA COMUNIDAD VETANA	1. Identificación e interpretación por parte de la comunidad Vetana del PGIR. 2. Mejorar de forma progresiva la participación de la comunidad en los procesos de gestión del PGIR
RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	1. Prestar con continuidad y calidad los componentes de recolección y transporte de residuos sólidos. 2. Disponer eficiente y legalmente los residuos sólidos generados en el municipio de Vetas 3. Incentivar la cultura del aprovechamiento de los residuos sólidos en la comunidad Vetana

BARRIDO Y LIMPIEZA DE VÍAS Y ÁREAS PÚBLICAS, CORTE DE CESPED Y PODA DE ARBOLES UBICADOS EN LAS VÍAS Y ÁREAS PÚBLICAS.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Garantizar la buena imagen del municipio, mediante el barrido y limpieza de las áreas públicas. 2. Mantener el municipio de Vetas, como ejemplo regional en la Provincia de Soto.
SOCIALIZACIÓN Y APLICACIÓN DEL COMPARENDO AMBIENTAL EN EL MUNICIPIO DE VETAS – SANTANDER	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incentivar el cumplimiento del comparendo ambiental, por parte de la comunidad Vetana.

Fuente: USP Vetas

➤ **Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del municipio de California.**

El municipio de California se encuentra ubicado en la Provincia de Soto, a 51 Km. Al Noreste (NE) de la ciudad de Bucaramanga, pasando por los municipios de Matanza y Suratá, por vía carretable sin pavimentar y en regular estado de conservación.

Geográficamente se localiza a 7° 21' de latitud y 72° 57' de longitud oeste.

Cuenta con una extensión de 5.260 Hectáreas (52.60Km²) y limita al Norte con el municipio de Suratá y el Departamento de Norte de Santander, por el Oriente con el municipio de Vetas y por el Occidente y Sur con el municipio de Suratá.

El municipio de California se localiza en una de las estribaciones de la Cordillera Oriental del Sistema Montañoso Andino Colombiano, con topografía ondulada y quebrada, con pendientes fuertes desde inclinadas hasta escarpadas.

El perímetro urbano se encuentra a una altura promedio de 2.005 m.s.n.m., aunque en el territorio se presentan alturas hasta de 4.000 m.s.n.m., su temperatura promedio es de 17°C, oscilando entre los 13°C y los 20°C.

Predomina el clima templado semi húmedo con dos períodos de lluvia: marzo – mayo y octubre – noviembre. Los suelos son de textura franco arenosa, superficiales, y con buen a excesivo drenaje.

Hidrológicamente pertenece a la Cuenca Superior del Río Lebrija, Subcuenca Río Surata, microcuenca del Río Vetás. Su principal corriente de agua es la Quebrada La Baja, con afluentes menores como la quebrada Angosturas, Páez, San Juan, Agua Limpia, entre otros, dicho sistema de drenaje vierte sus aguas al río Vetás. En la zona de Páramo se encuentra ubicada la Laguna de Páez.

Producción de residuos sólidos en el municipio de California – Santander

El municipio de California- Santander, enfrenta actualmente un crecimiento poblacional, en base a la intervención de las Multinacionales en las diferentes y numerosas minas del municipio. Por tal razón, se hace necesario actualizar los datos de producción per cápita, de los diferentes estratos y clases de uso en el municipio

Caracterización de los residuos sólidos en el municipio de California – Santander

A continuación se presenta la clasificación y tonelaje mensual de residuos sólidos, generados en el municipio de California mensualmente. Para la siguiente tabla se ha tomado un promedio de los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2011.

Tabla 4: Residuos generados en el municipio de California

ITEM	PORCENTAJE (%)	CANTIDAD (TON/MES)
ORGÁNICOS	23 %	3.33
INERTES	65 %	9.42
RECICLABLES	12 %	1.74
PELIGROSOS	0.1%	0.01
TOTAL	100	14.5

Fuente: Planeación Municipal – California

Producción per cápita de residuos sólidos en el municipio de California – Santander.

Según el censo DANE del municipio de California, la población es de 1.793 habitantes, de los cuales 849 habitantes pertenecen al sector rural y 944 al sector urbano.

$$PFC = \frac{\text{Kg Recolectados}}{\# \text{ de Habitantes}} \quad \text{Se tiene que:}$$

Número de habitantes urbana : 944

Toneladas /mes: 15,50 equivalente a 15.500 kg /mes.

$$PFC = \frac{\text{Kg Recolectados}}{\# \text{ de Habitantes}} = \frac{15.500 \text{ Kg/mes}}{944 \text{ Habitantes}} = 16,41 \frac{\text{Kg}}{\text{mes}} \text{ * Habitantes}$$

Pequeños productores de residuos sólidos en el municipio de California – Santander –sector industrial.

Actualmente no se han registrado aforos de los residuos sólidos NO PELIGROSOS generados por las empresas mineras en el municipio de California, es decir no se han evidenciado los pequeños productores.

Producción proyectada a cinco años con base en la producción actual de residuos sólidos en el municipio de California – Santander

Tomando en cuenta que el crecimiento poblacional actual del municipio de California es del 7% anual, se estableció la siguiente tabla, proyectando la cantidad (toneladas/año) de residuos sólidos generados.

Tabla 5: Toneladas producidas por año municipio de California.

AÑO	2011	2012	2013	2014	2015	2016
TONELADAS PRODUCCIDAS POR AÑO	186	199.21	213.15	228.07	244.04	261.11

Fuente: Planeación Municipal California

Se evidencia que para el año 2016, el municipio de California – Santander estará generando un mínimo de 261.11 toneladas de residuos sólidos residenciales al año.

Planes y proyectos dentro del plan de gestión integral de residuos sólidos en el municipio de California – Santander

Se han planteado cinco (5) proyectos los cuales hacen énfasis en el fortalecimiento institucional del PGIR, la sensibilización y capacitación a la comunidad, la recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos, el barrido y limpieza de vías y áreas públicas, corte de césped y poda de árboles ubicados en las vías y áreas públicas y la socialización y aplicación del compendio ambiental.

Tabla 6: Proyectos para el PGIRS del municipio de California

PROYECTO.	OBJETIVOS
FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL DEL PGIR	1. Plantear estrategias de fortalecimiento para desarrollar en el cuatrenio.
	2. Crear el comité operativo del PGIR para el municipio de Vetas – Santander.
SENSIBILIZACIÓN Y CAPACITACIÓN A LA COMUNIDAD CALIFORNIANA	1. Identificación e interpretación por parte de la comunidad Californiana del PGIR.
	2. Mejorar de forma progresiva la participación de la comunidad en los procesos de gestión del PGIR
RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	1. Prestar con continuidad y calidad los componentes de recolección y transporte de residuos sólidos.
	2. Disponer eficiente y legalmente los residuos sólidos generados en el municipio de California
	3. Incentivar la cultura del aprovechamiento de los residuos sólidos en la comunidad Californiana
BARRIDO Y LIMPIEZA DE VÍAS Y ÁREAS PÚBLICAS, CORTE DE CESPED Y PODA DE ARBOLES UBICADOS EN LAS VÍAS Y ÁREAS PÚBLICAS.	1. Garantizar la buena imagen del municipio, mediante el barrido y limpieza de las áreas públicas.
	2. Mantener el municipio de California, como ejemplo regional en la Provincia de Soto.

SOCIALIZACIÓN Y APLICACIÓN DEL COMPARENDO AMBIENTAL EN EL MUNICIPIO DE VETAS – SANTANDER	1. Incentivar el cumplimiento del comparendo ambiental, por parte de la comunidad Californiana.
--	---

Fuente: PGIRS municipio de California

➤ **Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Suratá.**

El municipio de Suratá se encuentra localizado en el nor-orienté de la región denominada Cuenca Superior del río Lebrija, en la Provincia de Soto, departamento de Santander; a una distancia aproximada de 45 Km. de la ciudad de Bucaramanga.

Por su cercanía con la capital del departamento forma parte de los municipios que están dentro de la jurisdicción de Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, C.D.M.B.

Además mantiene sus vínculos con Charta, Matanza, California, Vetas, Arboledas, Cáchira, El Playón y Rionegro, debido a su posición geográfica y por identificarse con las mismas problemáticas de la región.

Según coordenadas geográficas, se ubica entre los 07 grados 17´ de latitud norte y los 72 grados 53´ y 73 grados 06´ de longitud al oeste del meridiano de Greenwich.

- Altura sobre el nivel del mar: 1.740 Mts
- Temperatura Promedio: 18,5 °C
- Área Municipal: 363.28 Km²

El municipio de Suratá posee 1.143 viviendas, 1.264 familias, para un total de 4.970 personas, de las cuales el casco urbano tiene 194 viviendas, 227 familias, para un total de 762 personas.

Tabla 7: Número de viviendas, familias, y personas en el municipio de Suratá.

REGIÓN	VIVIENDAS	FAMILIAS	PERSONAS
Corregimiento de Cachirí	73	75	303
Corregimiento de Mohán	44	47	177
Corregimiento de Turbay	84	85	301
Casco urbano	194	227	762
Veredas (24)	748	730	3427
TOTAL	1143	1264	4970

Fuente: Datos SISBEN, octubre de 1999

La subregión que enmarca el municipio de Suratá, está conformada por los municipios de California, Matanza, Charta, Vetas, Toná, El Playón y Bucaramanga, y se localizan en la zona Andina correspondiente a la parte nororiental del Departamento de Santander, perteneciente a la Provincia de Soto. El municipio posee una extensión aproximada de 36.328 Hectáreas, de las cuales 18 Hectáreas corresponden a la zona urbana.

PRODUCCION DE RESIDUOS SÓLIDOS

La producción de residuos por habitante es de 0.12 Kg/hab-día, lo cual representa 104 el 11% de la producción per cápita de los municipios con similares características a los involucrados en el estudio. La explicación a este “fenómeno” se da por una combinación de los siguientes aspectos:

1. Los usuarios no sacan todos los residuos para ser recolectados por el operador, lo cual indica quema de los inorgánicos y un aprovechamiento de los orgánicos como comida para cerdos en cada vivienda.
2. La producción real de residuos sólidos sea realmente esa y muestre las condiciones socioeconómicas bajas de cada uno de los municipios.
3. La cobertura no es del 100%, lo cual es válido por cuanto el vehículo recolector no pasa por el frente de todas las viviendas.

Para efectos de la estimación de residuos en el horizonte del proyecto, se tomarán dos diferentes valores de producción per cápita de residuos sólidos:

- 0.12 kg/hab-día para estimar la cantidad de compost a producir y de productos reciclables a comercializar (caso crítico por defecto) en el horizonte del proyecto, con base en los porcentajes promedio que para orgánicos y reciclables se encontró en las caracterizaciones realizadas, esto es 70% orgánicos, 25% reciclables, asumiendo en que la población tiende a entregar todos los residuos producidos y a minimizar en la fuente, y 1.1 kg/hab-día para estimar la cantidad de rechazos a producir para un período de 30 años (caso crítico por exceso), con base en el promedio de los porcentajes de “Otros” o rechazos, encontrado en cada una de las caracterizaciones realizadas (5%).

$$PPC = \frac{\text{Kg Recolectados}}{\# \text{ de Habitantes}} \quad \text{Se tiene que:}$$

Número de habitantes urbana : 935

Toneladas /mes: 11,37 equivalente a 11.375 kg /mes.

$$PPC = \frac{\text{Kg Recolectados}}{\# \text{ de Habitantes}} = \frac{11.375 \text{ Kg/mes}}{935 \text{ Habitantes}} = 12,16 \frac{\text{Kg}}{\text{mes}} * \text{Habitantes}$$

Tabla 8: Toneladas producidas por año municipio de Suratá.

AÑO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
TONELADAS PROMEDIO PRODUCCIDAS POR AÑO	98,8	130	136,5	143,32	150,48	158,01	165,81
PROMEDIO POR MES (TONELADAS)	8,23	10,8	11,37	11,94	12,54	13,16	13,81

Fuente: Sistema Único de Información de servicios públicos

Se evidencia que para el año 2015, el municipio de Suratá – Santander estará generando un mínimo de 165,81 toneladas de residuos sólidos residenciales al año.

En la siguiente tabla se muestra las densidades de los residuos sólidos en los diferentes estados de conformación en diferentes etapas.

Tabla9 : Densidad de residuos sólidos en diferentes etapas.

A.	Basura suelta en recipientes	200 kg/m3
B	Basura compactada en camiones compactadores	500 kg/m3
C	Basura suelta descargada en los rellenos	400 kg/m3
D	Basura recién rellena	600 kg/m3
E	Basura estabilizada en los rellenos (2 años después de relleno)	900 kg/m3

Fuente:<http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/proyecto/repidisc/puoica/hdt/hdtO>

PROGRAMAS A SER IMPLEMENTADOS POR EL OPERADOR DELSERVICIO DE ASEO.

Definido el carácter de transición de la empresa operadora del servicio de aseo, a continuación se presentan programas que contienen tanto acciones a nivel local como a nivel regional que apuntan al fortalecimiento institucional y a la permanencia auto-sostenible de la empresa en tiempo y espacio.

PROYECTOS PGIRS

Componente	Sensibilización, educación, participación comunitaria y almacenamiento y presentación de los residuos sólidos.
Política	La educación será orientada principalmente hacia la población infantil y juvenil sin ignorar la importancia del adulto y adulto mayor como actor en el proceso.
Objetivos	Minimización de la cantidad de los residuos que se generan en los municipios de Vetás, Charta, Matanza, California y Suratá.

Componente	Recolección y transporte a planta de tratamiento.
Política	Toda vivienda dentro del casco urbano del municipio, será considerada como usuario real del servicio, quien se responsabilizará por la presentación de sus residuos en días, horas y lugar definidos por el operador del servicio.
Objetivos	Garantizar la continuidad en la prestación del servido de

	recolección y transporte de los residuos sólidos a todos los usuarios de los municipios de Vetas, Charta, Matanza, California y Suratá, sin causar impactos.
--	--

Componente	Recolección y transporte al sitio de disposición final.
Política	Todo residuo tiene alguna aplicación en el ciclo económico productivo: Hay que encontrarla
Objetivos	Impulsar el mejoramiento de las vías para la prestación oportuna, eficiente y económica del servicio de recolección y transporte al sitio de disposición final desde la planta de tratamiento de residuos sólidos de Suratá

Componente	Barrido y limpieza de áreas públicas.
Política	La idea no es recoger: Se trata de no tirar.
Objetivos	Garantizar la normal prestación de barrido y limpieza en todas las zonas de áreas públicas de los municipios de Vetas, Charta, Matanza, California y Suratá.

Componente	Aprovechamiento de Residuos Orgánicos e Inorgánicos
Política	Solo ingresarán a la planta de tratamiento para su aprovechamiento y comercialización los residuos adecuadamente separados por clase y tipo, de acuerdo a los parámetros de presentación establecidos en el Programa de Educación Ambiental.

Objetivos	Asegurar la venta a máximo costo del 100% de los productos generados en la planta de tratamiento de residuos sólidos.
-----------	---

Componente	Residuos especiales
Política	Responsabilizar a cada generador por el manejo adecuado de sus residuos especiales.
Objetivos	Incorporar las actividades de Recolección, Transporte, Estabilización y/o disposición final del 100% de los residuos especiales generados en los municipios de Vetas, Charta, Matanza, California, Suratá al servicio ordinario de aseo de Suratá.

Componente	Servicio Área Rural
Política	Incorporar el servicio de aseo de las zonas rurales al casco urbano
Objetivos	Transformar el 100% de los residuos orgánicos generados en los corregimientos Llevar el 100% de los materiales inorgánicos de los corregimientos a la Planta de residuos sólidos de Suratá.
Componente	Fortalecimiento institucional
Política	Descentralización del servicio de aseo de la administración municipal
Objetivos	Crear, consolidar y posicionar la empresa autosostenible de carácter regional del servicio público de aseo de Suratá, Vetas, Charta, Matanza y California.

Fuente: USP Suratá

➤ **Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del municipio de Charta.**

El municipio de Charta, integrante de la conocida Provincia de Soto, es uno de los más jóvenes del departamento de Santander del Sur. Está ubicado a 41 kilómetros de distancia de la capital santandereana, Bucaramanga, extendido a lo largo de la cordillera oriental, en uno de sus ramales más importantes. Se encuentra a los 7° 17' 46'' de latitud Norte y los 0° 03' 38'' de latitud al Este del meridiano de Bogotá y posee una superficie aproximada de 152 kilómetros cuadrados. Charta se comunica con la capital santandereana por vía carretable que recorre las estribaciones de la cordillera oriental, por faldas y accidentadas montañas, bordeando los ríos Charta y Suratá.⁴

Tabla 10: Producción de residuos sólidos en el municipio de Charta – Santander

AÑO	2011	2012	2013	2014	2015
TONELADAS PROMEDIO PRODUCIDAS POR AÑO	85,39	89,66	94,14	98,85	103,85
PROMEDIO POR MES (TONELADAS)	7,11	7,47	7,85	8,24	8,65

Fuente: SUI-SSPP

Se evidencia que para el año 2015, el municipio de Charta – Santander estará generando un mínimo de 103,85 toneladas de residuos sólidos residenciales al año.

⁴ municipio de Charta

Producción per cápita de residuos sólidos en el municipio de Charta – Santander

Teniendo en cuenta el Censo DANE del municipio se tiene una población de 3.142 habitantes de los cuales 583 pertenecen a la cabecera municipal y 2.599 al área rural⁵.

Se recolectan residuos de la cabecera municipal y habitantes de los corregimientos más cercanos para un total estimado de 983 habitantes

$$PPC = \frac{7.110 \text{ Kg/mes}}{983 \text{ Habitantes}} = 7,23 \frac{\text{Kg}}{\text{mes}} * \text{Habitantes}$$

➤ Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del municipio de Matanza.

Se localiza en una zona montañosa al noreste de Bucaramanga. Las tierras donde se encuentra ubicado el municipio son atravesadas por los ríos Negro y Suratá. Matanza limita con El Playón por el norte, con Bucaramanga por el sur, con Suratá y Charta por el oriente, y con Rionegro.

Tabla 11. Producción de residuos sólidos en el municipio de Matanza – Santander

AÑO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
TONELADAS PROMEDIO PRODUCIDAS POR AÑO	206,4	212,2	222,72	233,88	245,64	257,88	270,72
PROMEDIO POR MES (TONELADAS)	17,2	17,68	18,56	19,49	20,47	21,49	22,56

Fuente: SUI-SSPP

⁵ DANE, Censo 2005

Producción per cápita de residuos sólidos en el municipio de Matanza - Santander

Teniendo en cuenta el Censo DANE del municipio se tiene una población de 5.840 habitantes de los cuales 1.137 pertenecen a la cabecera municipal y 4.703 al área rural⁶.

Se recolectan residuos de la cabecera municipal y habitantes del corregimiento de Santa Cruz de la Colina para un total estimado de 2,065 habitantes

$$PPC = \frac{18.560 \text{ Kg/mes}}{2.065 \text{ Habitantes}} = 8.98 \frac{\text{Kg}}{\text{mes}} \text{ * Habitantes}$$

3.2. Consolidado de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos De la Provincia de Soto.

En la siguiente tabla se realiza un consolidado del total de toneladas generadas mensualmente por cada uno de los municipios de la Provincia de Soto – departamento de Santander, objeto de estudio para el año 2012.

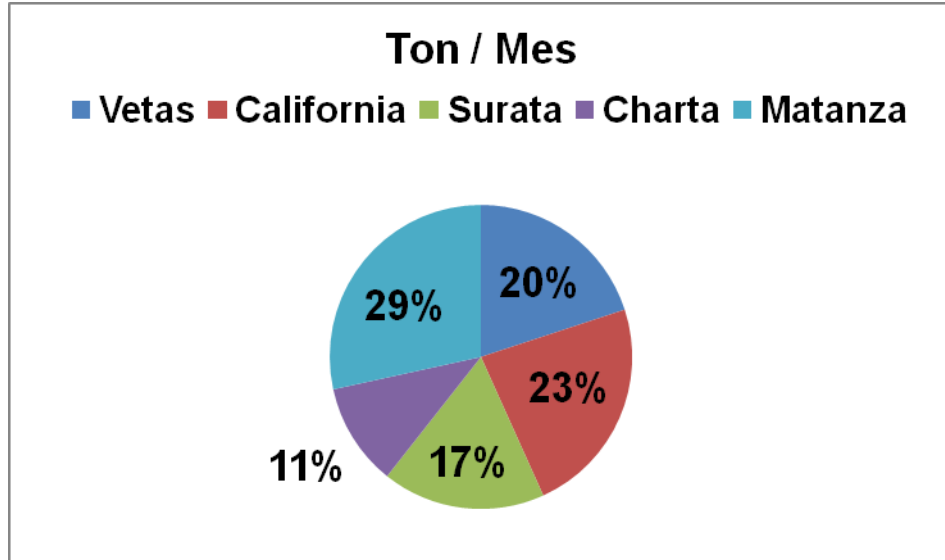
Tabla 12. Consolidado residuos producidos en cada municipio

Municipio	Ton / Mes	(Kg/mes) Habitantes	% del Total
Vetas	12,75	11,26	20,08%
California	15,50	16,41	29,09%
Suratá	11,38	12,17	21,74%
Charta	7,11	7,24	12,98%
Matanza	18,56	8,98	16,09%
Total	65,30	56,06	100%

⁶ DANE, Censo 2005

Fuente: Propia

Gráfico 1. Residuos producidos por municipio.



Fuente: Propia

En este análisis se puede observar que la planta de Suratá pasaría de recibir 11,38 toneladas/ mes a recibir 65,30 toneladas al mes de residuos sólidos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. ¿Qué es un Residuo?

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido, semisólido, líquido o gaseoso resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.

Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos, entre otros, aquellos provenientes del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles.

4.2. Definiciones

Residuos convencionales: Son objetos, materiales, sustancias de uso, consumo y/o contacto con otros elementos, objetos o productos **no son peligrosos**, el generador abandona, rechaza o entrega siendo susceptibles de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables.

Residuos especiales: Son objetos, elementos o sustancias que se abandonan, botan, desechan, descartan o rechazan y que por su naturaleza, uso, contacto, cantidad, concentración o características son infecciosos, tóxicos, combustibles, inflamables, explosivos, corrosivos, radiactivos, reactivos o volatilizables y pueden causar riesgo a la salud humana o deteriorar la calidad ambiental hasta niveles que causen riesgo a la salud humana.

Separación en la fuente: Es la clasificación de los residuos en el sitio donde se generan para su posterior eliminación y/o aprovechamiento.

Aprovechamiento: Es el proceso mediante el cual, a través de una gestión de los residuos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos.

4.3. Impactos y Riesgos Generados por el Inadecuado Manejo De Residuos

- Proliferación de vectores y enfermedades
- Contaminación de agua
- Contaminación atmosférica
- Contaminación de suelos
- Problemas paisajísticos y riesgo
- Salud mental

4.4. Beneficios del Manejo Adecuado de Residuos

Conservación de recursos: El manejo apropiado de las materias primas y residuos generados, la minimización de residuos, aprovechamiento de material reciclaje y el manejo apropiado de residuos traen como uno de sus beneficios principales la conservación y en algunos casos la recuperación de los recursos naturales. Por ejemplo puede recuperarse el material orgánico a través del compostaje.

Reciclaje: Un beneficio directo de una buena gestión lo constituye la recuperación de recursos a través del reciclaje o reutilización de residuos que pueden ser convertidos en materia prima o ser utilizados nuevamente.

Recuperación de áreas: Otros de los beneficios de disponerlos residuos en forma apropiada en un relleno sanitario es la opción de recuperar áreas de ese caso valor y convertirlas en parques y áreas de esparcimiento, acompañado de una posibilidad real de obtención de beneficios energéticos (biogas).

4.5. ¿Qué es la Gestión Integral de los Residuos Sólidos?

Es el conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final (Decreto 1713 de 2002).

Gráfico 2. Procesos PGIRS



Fuente: Elaboración propia

4.6. Aprovechamiento y Tratamiento de los Residuos Sólidos.

Los orígenes de los residuos sólidos en una comunidad están, en general, relacionados con el uso del suelo y su Idealización aunque pueden desarrollarse un número variable de clasificaciones sobre los orígenes, las siguientes categorías son útiles: 1) doméstico, 2) comercial, 3) institucional, 4) construcción y demolición, 5) servicios municipales, 6) zonas de plantas de tratamiento 7) industrial, y 8) agrícola.

Tipos de residuos sólidos: a continuación se enunciarán algunos tipos de de residuos sólidos:

Doméstica: Residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas en la calle, residuos especiales (artículos voluminosos, electrodomésticos, bienes de línea blanca, residuos de jardín recogidos separadamente, baterías, pilas, aceite, neumáticos), residuos domésticos peligrosos.

Comercial: Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, imprentas, gasolineras, talleres mecánicos, etc.

Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales, residuos peligrosos, etc.

Institucional: Escuelas, hospitales, cárceles, centros gubernamentales, construcción y demolición, lugares nuevos de construcción, lugares de reparación/renovación de carreteras, derribos de edificios, pavimentos rotos. Madera, acero, hormigón, suciedad, etc.

Servicios municipales (excluyendo plantas de tratamiento): Limpieza de calles, paisajismo, limpieza de cuencas, parques y playas, otras zonas de recreo. Residuos especiales, basura, barreduras de la calle, **recortes** de árboles y plantas, residuos de cuencas, residuos generales de parques, playas y zonas de recreo.

Plantas de tratamientos incineradores municipales: Agua, aguas residuales y procesos de tratamiento industrial, etc.

Residuos sólidos urbanos

Todos los citados

Industria: Construcción, fabricación ligera y pesada, refinerías, plantas químicas, centrales térmicas, demolición, etc.

Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra. Residuos no industriales incluyendo residuos de comida, basura, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos especiales, residuos peligrosos.

Agrícolas: Cosechas de campo, árboles frutales, viñedos, ganadería intensiva, granjas, etc. Residuos de comida, residuos agrícolas, basura, residuos peligrosos.

Composición de los residuos sólidos: Composición es el término utilizado para describir los componentes individuales que constituyen el flujo de residuos sólidos y su distribución relativa, usualmente basada en porcentajes por peso. La información sobre la composición de los residuos sólidos es importante para evaluar las necesidades de equipo, los sistemas y los programas y planes de gestión. A continuación se describe la siguiente composición:

❖ **Orgánico**

- Residuos de comida
- Papel
- Cartón
- Plásticos
- Textiles
- Goma
- Cuero
- Residuos de jardín
- Madera
- Orgánicos misceláneos

❖ **Inorgánicos:**

- Vidrio
- Latas de hojalata
- Aluminio
- Otros metales
- Suciedad, cenizas, etc.

Propiedades y clasificación de los residuos peligrosos: Los residuos peligrosos han sido definidos como residuos o combinaciones de residuos que plantean un peligro sustancial, actual o potencial a los seres humanos u otros organismos vivos porque: 1) tales residuos son no desagradables o persistentes en la naturaleza; 2) pueden acumularse biológicamente; 3) pueden ser letales, o 4) pueden de otra forma causar o tender a causar efectos perjudiciales acumulativos.

Las propiedades de los materiales residuales que han sido utilizadas para valorar si un residuo es peligroso o no están relacionadas con cuestiones de -salud y seguridad.

Propiedades relacionadas con la seguridad:

Corrosividad

Explosividad

Inflamabilidad

Propiedades relacionadas con la salud:

- Cancerogenicidad
- infecciosidad
- Irritante (respuesta alérgica)
- Mutagenicidad
- Toxicidad (venenos)
- Toxicidad aguda
- Toxicidad crónica
- Radiactividad
- Teratogenicidad : Importancia de las cantidades de residuos

4.6.1. Caracterización de los Residuos Sólidos.

La caracterización es un método que nos permite conocer el estado de la prestación del servicio, forma de presentación en la fuente y componente del residuo sólido. Su objetivo es medir la cantidad, calidad y composición de los residuos sólidos de los generadores y el estado actual del servicio público, basado en el método de conteo y de producción per- cápita (PPC).

4.6.2. Propiedades de los Residuos Sólidos.

Las propiedades de los residuos sólidos varían en función a la actividad que los genera (Domestica, industrial, institucional, comercial, etc.), ya que según su procedencia su composición es diferente. Por esta razón surge la necesidad de realizar una caracterización de los residuos sólidos, la cual consiste en una descripción cualitativa y cuantitativa detallada de los mismos con el fin de conocer la composición de estos y de esta forma proporcionar las bases necesarias para tomar las decisiones pertinentes más acertadas en los diseños de programas de manejo y disposición final de dichos recursos.

Entre las propiedades más importantes se encuentran:

➤ **Propiedades Físicas**

- **Peso Específico:** Se define como el peso de un material por unidad de volumen (kg/m^3). Como el peso específico de los residuos se refiere a los residuos sueltos no compactados, la base utilizada para calcular valores de esta propiedad debe ser especificada. Los datos sobre el peso específico son necesarios para calcular el volumen de los contenedores, cuartos de almacenamiento, unidades de aprovechamiento, procesos a utilizar, maquinaria de la planta a utilizar, rellenos sanitarios etc.
- **Contenido de Humedad:** Se expresa de dos maneras. El método de medición peso- húmedo, la humedad de una muestra se expresa como un porcentaje del peso del material húmedo; en el método del peso – seco, se expresa como un porcentaje del peso seco de un material.

Normalmente se expresa más el peso húmedo. Se debe tener en cuenta en los procesos de transporte, transformación, incineración, etc.

➤ **Propiedades Químicas.**

- **Poder calorífico.** Indica la cantidad de calor que pueda desprender un material cuando es quemado. Es un parámetro importante en la determinación del posible método de eliminación; básicamente un tratamiento de incineración y recuperación de energía.

- **Composición Química.** La composición química de los residuos presenta un alto grado de variabilidad y se refiere básicamente al contenido de la relación carbono/nitrógeno, la presencia de metales, metales pesados, características de inflamabilidad, corrosividad, reactividad, etc.

➤ **Propiedades biológicas.**

Las propiedades biológicas de los residuos sólidos están íntimamente ligadas a los residuos orgánicos, o a la fracción orgánica de los residuos. Las propiedades biológicas son la bio-degradabilidad, la generación de olores y a la proliferación de vectores, todas producto de la degradación natural.

4.6.3. Aprovechamiento.

El aprovechamiento es un factor muy importante para ayudar a conservar y reducir la demanda de recursos de energía, preservar los sitios de disposición final y reducir la contaminación ambiental. Esto implica la separación y recolección de material sólido en su lugar de origen, la recuperación de productos de conversión, por ejemplo compost y biogas combustible.

4.6.4. Tipos de alternativas de tratamiento y tecnologías disponibles.

La utilización de varias tecnologías en el desarrollo de elementos funcionales para el aprovechamiento y valorización, transformación y disposición final, presenta un esquema general de gestión de residuos sólidos, del cual sirve de base para la clasificación de las opciones de gestión de los residuos para su aprovechamiento y tratamiento.

Reciclaje y Reuso

Es el proceso mediante el cual se extraen materiales del flujo de residuos recuperados y se devuelven a los materiales sus potencialidades de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje generalmente incluye:

- La separación y recuperación de materiales
- El procesamiento intermedio a través de la selección y compactación.
- El procesamiento final para proporcionar materia prima para los fabricantes o bien un producto final.

Reducción procesamiento y separación de materiales.

El objetivo de ese proceso es obtener un producto final homogéneo y reducido en tamaño, aunque esto no implica necesariamente una disminución en el volumen. Este es un método mecánico que busca cambiarle las propiedades físicas a los residuos sólidos a través de la disminución y homogenización de su tamaño, para facilitar el procesamiento, tratamiento o disposición final. Los residuos sólidos se pueden procesar localmente en instalaciones residenciales, comerciales e industriales, plantas de procesado y pro- tratamiento como lo son el compostaje o reciclado que incluye:

- Reducción de tamaño y separación
- Separación por densidad
- Separación por campo eléctrico y magnético

- Compactación
- Manejo mecánico de materiales
- Separación y procesamiento en instalaciones mecanizadas

Conversión biológica y química

El objetivo de estos procesos es la estabilización de materia orgánica presente en los residuos, a través de la actividad de micro-organismos y procesos de transformación química de los residuos para la recuperación de compuestos tales como la glucosa, aceite sintético, gas y metanol, estos incluyen:

- Tratamientos aerobios o compostaje y tratamiento anaerobio o biogas.
- Lombricultura.
- Bio-generación y transformación química

4.6.5. Medidas utilizadas para valorar las cantidades de residuos sólidos:

La razón principal para medir las cantidades de residuos sólidos generadas, separadas para el reciclaje, y recolectadas para su procesamiento adicional o para su evacuación, es obtener datos que se puedan utilizar para desarrollar e implantar programas efectivos de gestión de residuos sólidos.

Medidas de volumen y peso: Se utilizan ambas, volumen y peso, para medir las cantidades de residuos sólidos.

Para los residuos industriales y agrícolas, las cantidades de residuos generadas están basadas en alguna unidad de producción.

5. DIAGNÓSTICO ADMINISTRATIVO, TÉCNICO Y OPERATIVO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE SURATÁ, PROVINCIA DE SOTO.

El municipio de Suratá, Departamento de Santander, cuenta desde el año 2004 con una planta de tratamiento de residuos sólidos por medio de convenio realizado y suscrito con la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. Esta planta es operada por la empresa encargada de la prestación del servicio de aseo – Unidad Administradora de los Servicios Públicos de Suratá, desde esa fecha.

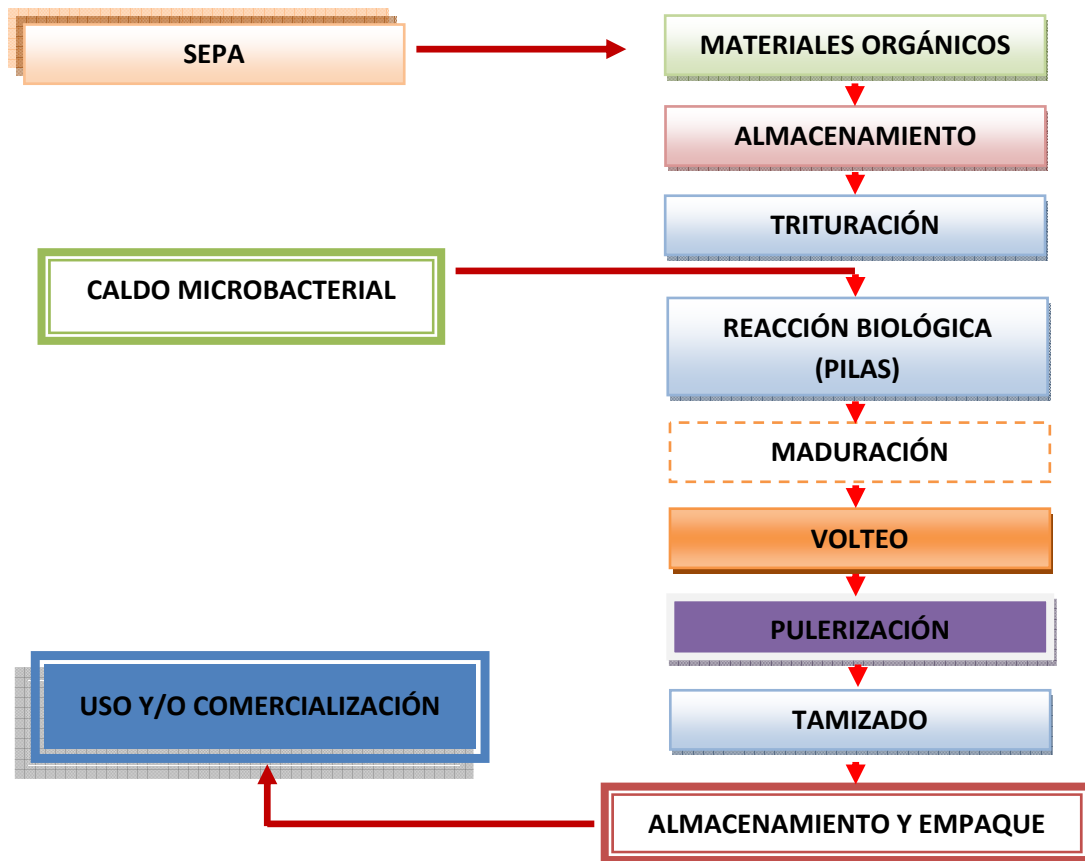
5.1. Diagnóstico Técnico y Operativo

Dentro del diagnóstico técnico y operativo se tratan temas como los diferentes procesos realizados en la PTRS y sus características, la maquinaria utilizada para los procesos de compostaje y aprovechamiento de residuos sólidos y su estado actual.

5.2. Procesos de Aprovechamiento

Para el proceso de aprovechamiento y/o compostaje de los materiales orgánicos se siguen diferentes pasos, los cuales se describen en el siguiente diagrama:

Gráfico 3: Proceso de compostaje



Fuente: USPD Suratá

Estado ideal: Una vez se realiza la estricta separación en fuente y/o clasificación de los residuos orgánicos, se separa a un almacenamiento para su posterior trituración, en este proceso, el residuo se reduce, en donde su granulometría se homogeniza en partículas no mayores a 0.5 cm. Una vez triturada, el caldo microbacterial, previamente elaborado (caneca plástica de 50 Lts disolviendo melaza con agua en proporciones 1Lb melaza en 10 Lts de agua). Los residuos triturados se distribuyen en celdas de descomposición en forma de capas y cada 10cm de altura se aplican los insumos en la proporción de 2Kg de cal y 30L de caldo microbacterial. Este proceso de maduración en el cual aumenta la temperatura pero se debe controlar para que no supere los 70° y conservando la humedad relativa entre el 50 y 70%. Para controlar la temperatura de las pilas, se

deben hacer tomas diarias en diferentes partes de la pila, con el termómetro de cúpula y hacer los registros en la ficha de control.

Cada cuatro días se realiza un volteo de cada pila, lo cual consiste en pasar el producto por capas a la siguiente celda de descomposición, hasta cumplir un ciclo de 25 a 30 días. La materia orgánica estabilizada se pasa nuevamente por la trituradora de residuos orgánicos para ser pulverizada y obtener gránulos tipo harinoso. El producto final es empacado en bolsas de polipropileno de 50Kg cada uno.

En cuanto a los residuos NO ORGÁNICOS, como es el caso del vidrio, el papel, cartón, y telas, se clasifican, compactan y se empacan, previamente prensados, para la comercialización como materia prima para industria. El vidrio se clasifica por color y se tritura para reducir su forma y volumen, y facilitar su embalaje y transporte a empresas demandantes. De igual forma los plásticos seleccionados se separan por tipo y color, según la clasificación internacional (PEAD, PVC, PEBD, PP, PS) de los cuales el mayor porcentaje en el municipio de Suratá, corresponde al PEAD. Estos son transformados mediante un proceso de aglutinado para reducir su volumen y serán embalados con los otros tipos, para su venta a la industria.

El papel se clasifica de acuerdo a las clases, es decir, periódico, archivo, kraft y plega, los cuales se compactan para su comercialización. El cartón se clasifica en acanalado y tetrabik, los cuales también se compactarán.

Los metales seleccionados se separan por tipo en aluminio, cobre, hierro y chatarra, se compactan de acuerdo a su clasificación y se embalan.

Estado actual: Actualmente no se realiza el proceso de separación en fuente, por parte de los usuarios y/o suscriptores del servicio público de aseo. El proceso de

compostaje no se está realizando ya que la banda transportadora y la trituradora de residuos orgánicos no están funcionando, por lo tanto no se puede generar materia orgánica que satisfaga las necesidades de los usuarios o compradores del abono.

El proceso de separación de los materiales como el vidrio, el papel, cartón, los metales y las telas, si se está realizando, clasificándolos, separándolos, comprimiéndolos, y comercializándolos.

5.3. Características técnicas actuales de la maquinaria de la planta de tratamiento de residuos sólidos.

Los procesos de desactivación de los residuos sólidos, están acelerados por maquinaria que existe en el mercado local y nacional, con especificaciones técnicas que cumplen con los requerimientos ambientales de eliminación de olores, ruido, minimización de emisores y vertimientos, los cuales fueron evaluados por la autoridad ambiental y que faciliten el manejo técnico de dichos residuos; de igual forma, estos materiales han sido adquiridos para adelantar procesos adicionales a la separación, con el fin de obtener mayores precios de venta.

Se describen a continuación cada una de la maquinaria utilizada en el proceso de aprovechamiento de la PTRS del municipio de Suratá – Santander.

5.3.1. Trituradora

Equipo que desintegra los residuos orgánicos de diferentes tamaños en trozos más pequeños y homogéneos facilitando el proceso de compostaje al que serán sometidos.

Imagen 1. Trituradora



Fuente: USPD Suratá - Santander

Esta Trituradora de marca Jhonson, no se encuentra funcionando, contiene un estado con corrosión de un 20%.

5.3.2. Banda Transportadora

Este equipo es el encargado de controlar el ritmo en el centro de aprovechamiento. Se mueve el material de un punto a otro, facilitando el flujo de descarga, selección, procesamiento, embalaje y finalmente, transporte y almacenamiento. Las transportadoras, aseguran que este flujo sea constante.

Imagen 2. Banda transportadora



Fuente: USPD Suratá - Santander

Actualmente, esta banda no se encuentra funcionando, se requiere de adquisición y/o mantenimiento correctivo urgente de este equipo, ya que, al igual que la trituradora, son el centro de acción para los procesos de compostaje.

Imagen 3. Estado actual de la banda transportadora



Fuente: USPD Suratá – Santander

La imagen 3, muestra el estado actual de la banda transportadora, se evidencia su inutilización y ausencia de mantenimiento.

5.3.3. Compactadora:

Este elemento permite realizar la compresión de material para un económico y fácil transporte, almacenamiento y evacuación. La compactadora de la PTRS del municipio de Suratá, es de tipo vertical, de marca FIMAR.

Imagen 4. Compactadora



Fuente: USPD Suratá – Santander

Este es el único equipo que se está utilizando actualmente en la planta de tratamiento de residuos sólidos. Se ha realizado la implementación de la red eléctrica a los 220 V, para el buen funcionamiento de su motor.

Imagen 5. Estado actual de la compactadora



Fuente: USPD Suratá - Santander

Sin embargo, en la imagen 5, se evidencia la ausencia de mantenimiento constante y la existencia de material reciclable obstaculizando el paso alrededor de dicha máquina. En la PTRS no se ha tenido en cuenta los requerimientos de calidad ni los costos de mantenimiento, energía y agua.

➤ Residuos sólidos generados.

El municipio de Suratá – Santander, tiene un promedio de producción mensual, tomando la vigencia 2011, de 11,37 toneladas mensuales.

Tabla 13: Toneladas producidas en el casco urbano de Suratá

2010	
MES	PESO (TON)
ENERO	3.335
FEBRERO	8.85
MARZO	19.61
ABRIL	12.855
MAYO	6.07
JUNIO	6.7
JULIO	7.485
AGOSTO	18.395
SEPTIEMBRE	7.95
OCTUBRE	6.72
NOVIEMBRE	2.785
DICIEMBRE	9.13
TOTAL	109,89

Fuente: USPD Suratá - Santander

5.4. Diagnóstico Administrativo

La administración de la PTRS, como se había mencionado previamente, se realiza por medio de la Unidad de Servicios públicos, entidad aún no descentralizada y que depende directamente de los recursos del ente territorial.

La mayoría de los procesos administrativos llevados a cabo en la Planta de Tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos del municipio de Suratá, son eventuales, ya que se realizan cada vez se requiera o que exista la necesidad, sin embargo, se plantean a continuación, los procesos administrativos más importantes, significativos y necesarios para su buen funcionamiento.

Estas tareas son llevadas a cabo por el Técnico en servicios públicos, quien a su vez es el coordinador de la Unidad Administradora de servicios públicos del municipio de Suratá.

➤ Características de funcionamiento y operación

La PTRS es operada actualmente por dos colaboradores, contratados a través de prestaciones de servicios. Estos operarios, no se encuentran certificados en competencias laborales, sin embargo, tienen más de cinco años de experiencia en el área. El pago de estos operarios, es dado por la Alcaldía Municipal.

La representación legal de la PTRS es ejercida por la Alcaldesa Municipal, ya que el municipio es prestador directo del servicio de aseo, sin embargo; el Técnico de Servicios Públicos, es quien hace sus veces diariamente y es quien realiza los registros de toneladas aprovechadas (eventualmente) y realiza la comercialización de los materiales reciclables.

Se confía que una vez las oficinas de la Unidad de servicios públicos sean instaladas en el área administrativa de la PTRS, se implementen mejores procesos de control de calidad, de pesaje y eficiencia en el trabajo realizado.

➤ Comercialización

En la PTRS se está comercializando actualmente vidrio, cartón, papel y plástico, cada vez que se aglomera la cantidad necesaria para hacer un viaje y poder cancelar los gastos de transporte.

No se tiene compradores fijos, se desplazan los viajes de reciclaje hasta la ciudad de Bucaramanga, con la expectativa del comprador al mejor precio, no se tiene un registro de los valores recaudados por esta venta.

➤ Infraestructura

La PTRS contaba en años anteriores con infraestructura idónea para el proceso de compostaje, sin embargo, luego de la ola invernal que se presentó en las vigencias 2010 y 2011, resultó con grandes daños e inconvenientes. La PTRS posee un área de compostaje, un área administrativa, área de prensado y área de almacenamiento. Se evidencian cada una de ellas en las imágenes siguientes.

**Imagen 6. Infraestructura Plata de Tratamiento de residuos sólidos de
Suratá– Santander.**



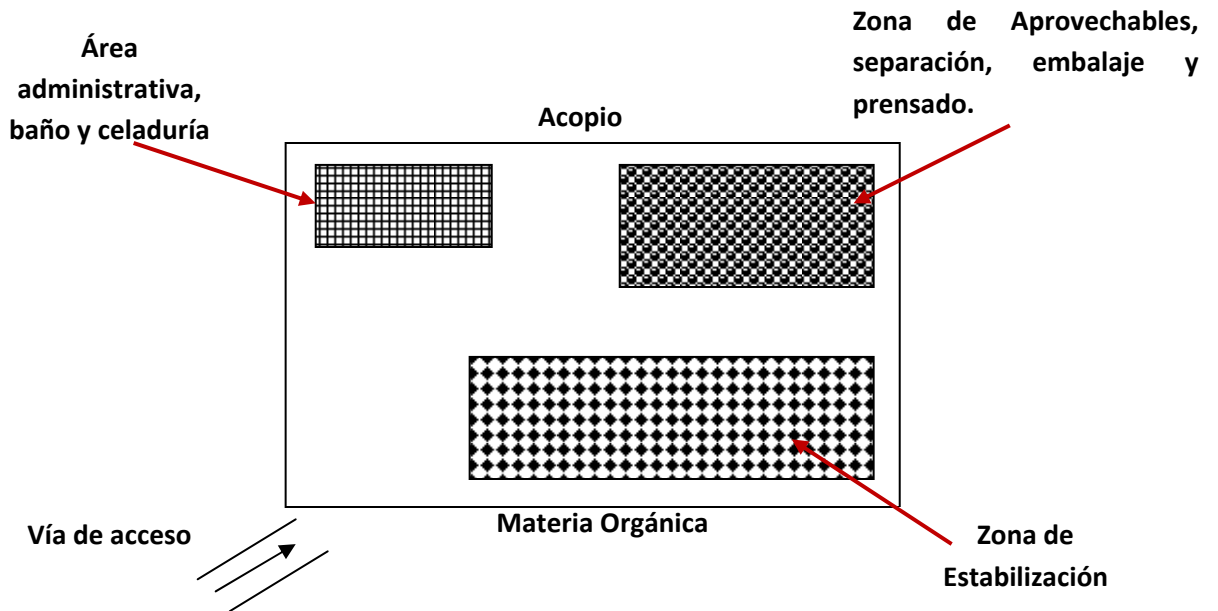
Fuente: propia

Respecto al área de compostaje, en ella se reciben los residuos sólidos, se encuentra contigua al área de clasificación y embalaje. Esta zona no cuenta con balanza que permita establecer cantidad de residuos sólidos por tipo, que ingresan y salen de la PTRS.

El área administrativa se encuentra inutilizada, ya que no se ha utilizado para los fines que se construyó. Sin embargo, y según datos de la USPD del municipio, las instalaciones de la USPD central se llevaran hasta esta área administrativa, es decir, ésta sería la sede definitiva del prestador de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en el casco urbano del municipio.

El gráfico describe las instalaciones de la PTRS del municipio de Suratá.

Gráfico4: Instalaciones de la PTRS Suratá



Fuente: USPD Suratá - Santander

➤ **Medición de residuos en la entrada**

Aunque la PTRS cuenta con peso para respectivo proceso, no se realiza el pesaje de los residuos que ingresan o salen. No se realizan aforos.

➤ **Proceso de separación en planta**

Este proceso se realiza eficientemente por dos operarios, que se encuentran de manera constante en la PTRS, ellos se encargan de la separación en planta del cartón, papel, plástico, vidrio, telas y demás residuos aprovechables. Los demás

residuos (orgánicos) son transportados a un relleno sanitario. Estos residuos son descargados en el suelo y es allí en donde se realiza la separación, abriendo bolsas y clasificando, colocándolos en montones para su posterior compresión, empaque y/o embalaje. Con este método, se generan largos periodos de trabajo, problemas de salud ocupacional y muy bajas eficiencias en la calidad de los materiales separados.

➤ Control de calidad del producto

Para la PTRS, se encuentra que la calidad del producto obtenido, no es supervisado, ni se lleva un control o registro diario de los materiales compactados, seleccionados y transportados para su comercialización.

➤ Eficiencia del proceso

El porcentaje de eficiencia del proceso de la PTRS en base a que no se lleva un registro de las toneladas recibidas y la no realización del compost, es del 4.62 %, y de igual forma el proceso de separación en planta y embalaje, con un cuello de botella que toman mucho tiempo y no es significativo el adelanto en el mismo.

➤ Transporte a sitio de comercialización

En base a que estos materiales no se pueden comercializar en el mismo municipio de Suratá, se requiere su transporte hasta la ciudad de Bucaramanga, en donde se localizan industrias o intermediarios que aglomeran estos materiales. No se tiene actualmente un vehículo para el respectivo transporte, se contrata eventualmente un camión o se lleva la volqueta del municipio, cuando se acumule

material para trasladar un viaje completo. La venta de los materiales, no cubre los costos de transporte.

➤ Disposición final de inservibles

Los materiales que no pueden ser aprovechados de forma alguna, son llevados al relleno sanitario El Carrasco, ubicado en la ciudad de Bucaramanga. Su transporte se realiza igualmente cuando la aglomeración de estos materiales es la necesaria para realizar un viaje en un vehículo contratado para este fin.

➤ Permiso ambiental

Por la naturaleza de la PTRS, no se requiere licencia ambiental, ni permisos ambientales para la operación de la misma, pues se supone que no genera lixiviados ni percolados, además, su operatividad está avalada por el ente ambiental CDMB.

6. METODOLOGIA

El estudio de pre factibilidad que se plantea en este proyecto de investigación es con el objetivo de poner en práctica los contenidos propios de la especialización. Inicialmente se describe la situación actual en cuanto a su funcionamiento, administración y operación de la planta de tratamiento de residuos sólidos del municipio de Suratá. En definitiva se hace uso de herramientas administrativas para determinar cuál sería la optimización de la PTRS en cuanto a los procesos de tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos.

En este estudio se identificarán los beneficios económicos sobre la optimización de la planta de tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos teniendo en cuenta la optimización de los recursos en cuanto a la capacidad de la planta y los procesos de producción.

El estudio consta de dos etapas fundamentales: en la primera se analiza la cantidad, calidad y caracterización de residuos sólidos de todos los municipios objeto de este estudio para ser llevados a la planta de residuos sólidos del municipio de Suratá y allí ser tratados y aprovechados; seguido a esto se realizará un análisis de la situación actual de la PTRS de acuerdo a su componente administrativo, técnico y operativo de los recursos existentes.

Después se consolida toda la información y se da inicio a un estudio de mercado que definirá las bases de oferta, demanda, precios, flujos de entrada y de salida de la planta.

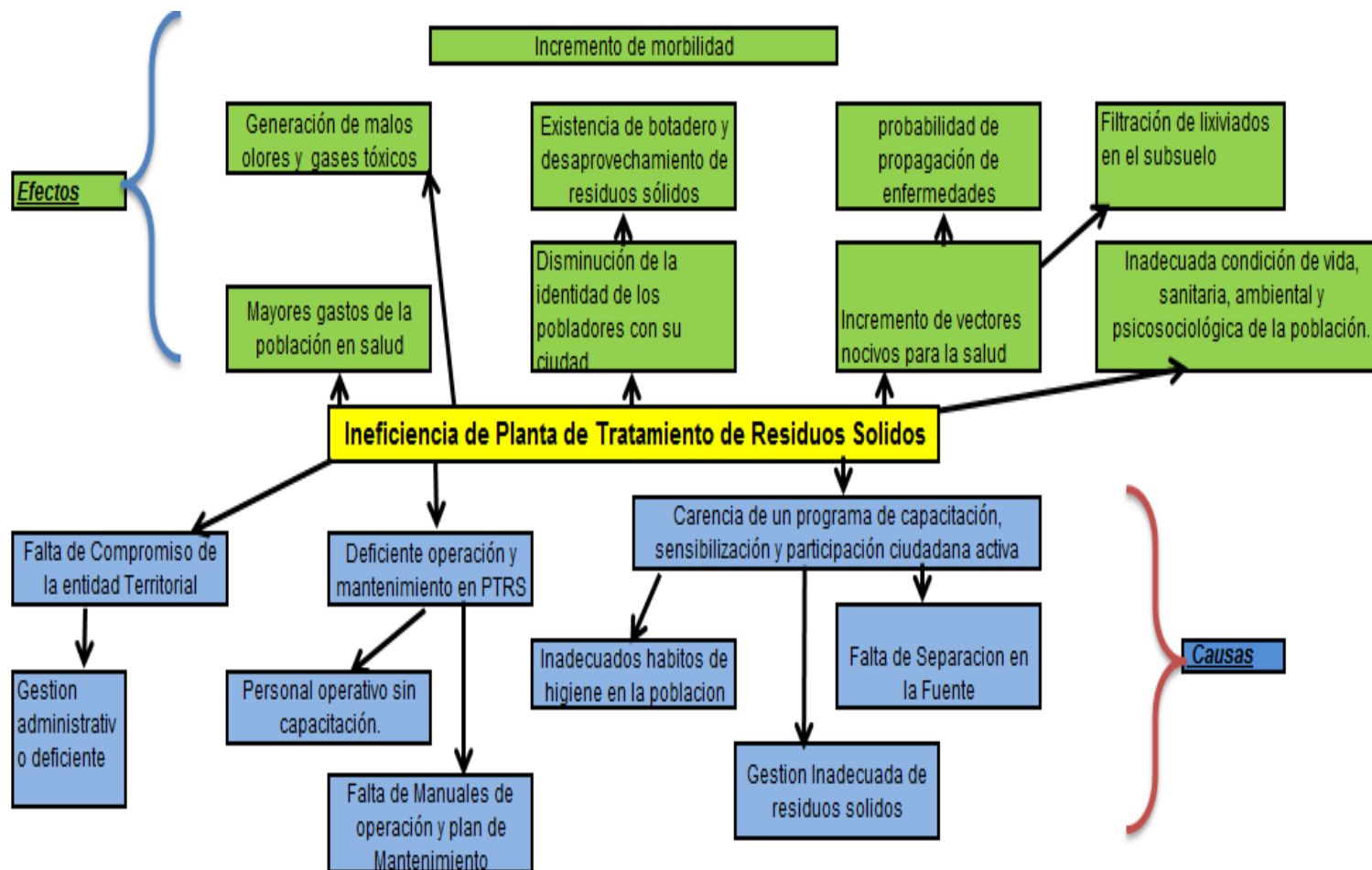
El alcance de la primera etapa se orienta a definir claramente la caracterización de los residuos sólidos, forma de presentación en la fuente y componente del residuo sólido. El objetivo es medir la cantidad, calidad y composición de los residuos

sólidos generados para determinar la producción per- cápita (PPC) y la proyección de los residuos sólidos.

Para la segunda y última etapa, se contempla proponer una optimización de la planta de residuos sólidos administrativa, técnica y operativamente; para la determinación de estos criterios se consultó con expertos de la CDMB, en el tema de trabajo en plantas de tratamiento de residuos sólidos, para tratamiento y aprovechamiento de materiales.

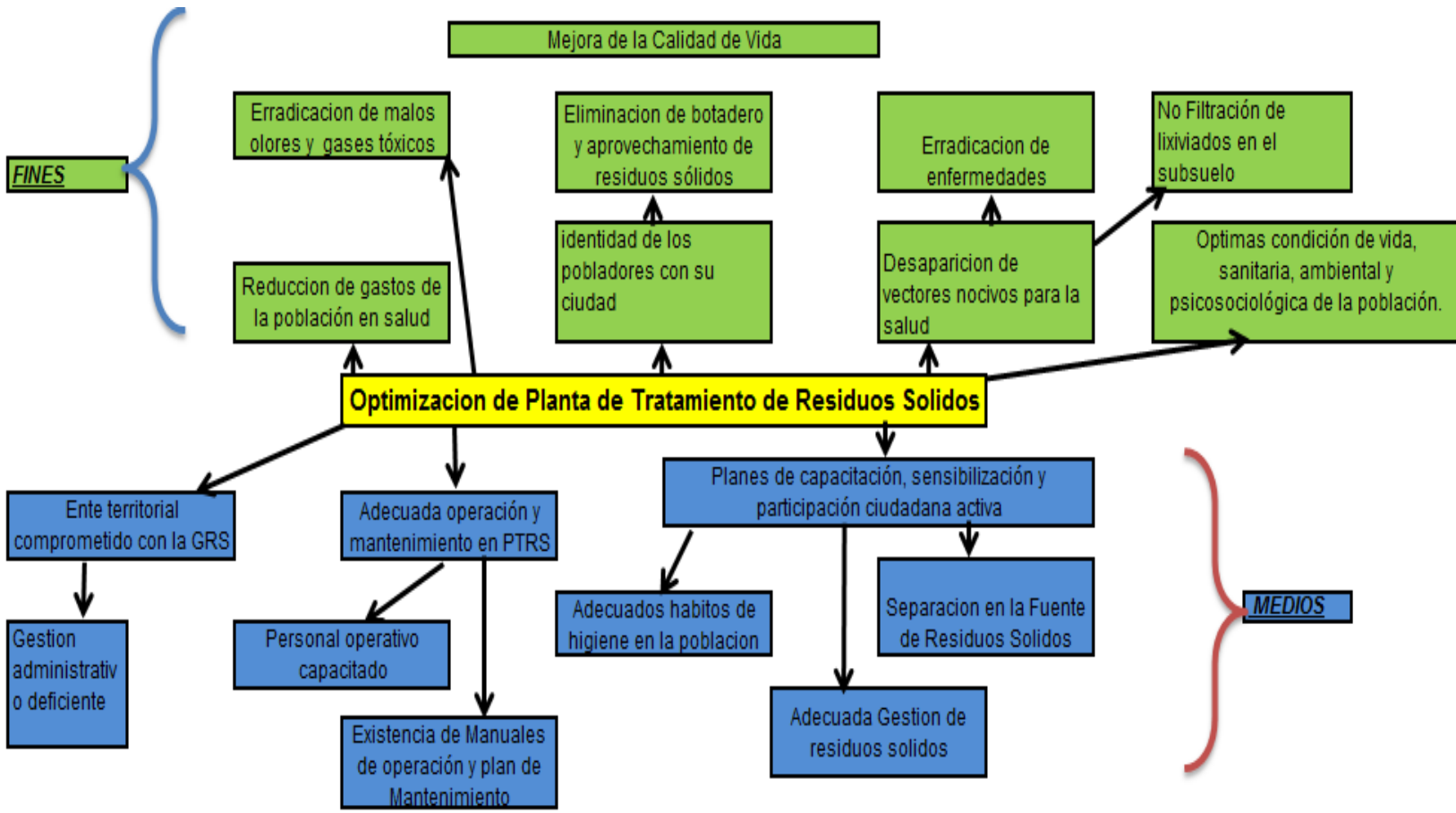
Una vez determinada la alternativa de optimización, se analiza la estructura de costos que representará dicha optimización, la determinación de las tarifas y configuración general de la planta, con estos datos es posible realizar un estudio financiero que permita determinar los flujos anuales que se requieren en la inversión para su optimización y definir la rentabilidad privada y social del estudio. Por tratarse de un estudio referente al tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos, se evaluará desde el punto de vista ambiental, de acuerdo a criterios normativos vigentes enmarcados por la autoridad ambiental.

Gráfico 5. Árbol de Efectos y Causas.



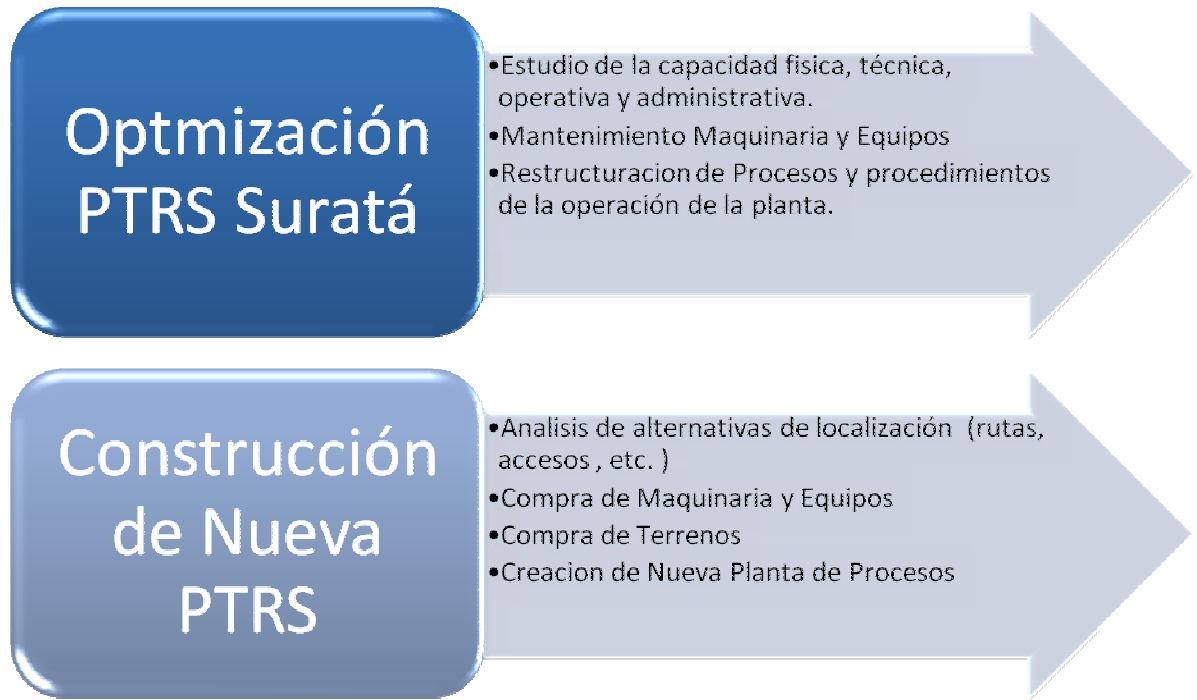
Fuente: Propia

Gráfico 6. Árbol de Fines y Medios



Fuente: Propia

Gráfico 7. Alternativas:



Fuente: Propia

7. ESTUDIO DEL ENTORNO

A través de este estudio se identifican y analizan las oportunidades del entorno general y específico donde se encuentra el proyecto.

7.1. Entorno General

El crecimiento acelerado de la población, así como el proceso de industrialización han generado el aumento en la generación de dichos residuos.

Esta situación podemos llamarla crítica si se tiene en cuenta que un alto porcentaje de estos residuos son manejados de forma inadecuada y que los entes municipales carecen de un plan metódico y organizado para dar solución a dicha problemática.

El gobierno Nacional por medio del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (MAVDT) ha venido promoviendo desde el inicio de la cartera acciones y medidas que complementadas con una serie de leyes y normas, buscan contribuir a minimizar las malas condiciones tanto ambientales como de salud.

La problemática de los residuos sólidos está presente en la mayoría de las ciudades y municipios del país por el inadecuado manejo, tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos, las entidades territoriales carecen de recursos económicos para formular proyectos para la consecución de recursos de tal manera que se puedan aprovechar de manera eficiente los residuos sólidos.

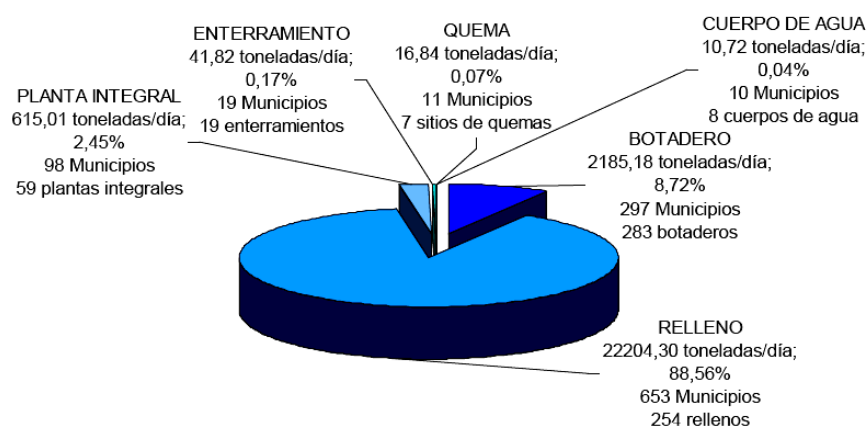
La situación actual del país nos muestra datos que se puede notar que el país genera aproximadamente 28.800 toneladas diarias de residuos, dentro de las cuales las capitales de departamento aportan 15.278 ton/día de las cuales el 90% (25,920 Ton/día) son dispuestas en rellenos sanitarios o plantas integrales de tratamiento de residuos sólidos; persistiendo la disposición inadecuada del 9.9 % restante 2,851 Ton/día.

Para el año 2008, los residuos sólidos son dispuestos en 254 rellenos sanitarios, de los cuales 43 son regionales y 59 plantas integrales de residuos sólidos, donde acuden 751 municipios del país, es decir el 69,03% de total de los municipios con información. De éste total, 653 municipios realizan la disposición del 88.54% de la producción nacional de residuos sólidos en rellenos sanitarios y 98 municipios lo realizan en plantas integrales, lo que corresponde al 2,45% de la producción.

En relación con el análisis de la evolución, en término del número de municipios, se puede observar que entre los años 2006 y 2008 la disposición final en rellenos sanitarios presentó un incremento del 16.85% (pasando de 543 a 653 municipios), igual comportamiento han tenido las plantas integrales de residuos sólidos que aumentó en un 30.61% (de 68 a 98 municipios disponiendo allí). Por el contrario los municipios disponiendo en sitios inadecuados presentan disminuciones que para el caso de los botaderos a cielo abierto es del 24,81% (de 395 a 297 municipios) y para los otros sitios inadecuados la disminución es del 49.36%, es decir de 79 a 40 municipios⁷.

⁷Superservicios, SITUACION DE LA DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN COLOMBIA

Gráfico 8. Sistemas de Disposición Final - Año 2008



Fuente: SUI – SSPD

El potencial de aprovechamiento y valorización de residuos sólidos en Colombia es muy alto, porque reincorpora al ciclo productivo aproximadamente un 10% de los residuos sólidos generados. De acuerdo con estimados de las organizaciones recicladoras, 300.000 personas agrupadas en 50.000 familias se dedican a la actividad de reciclaje en todo el país, de este total 15.000 familias se encuentran localizadas en Bogotá. Según ANDI, en Colombia se recupera para reciclaje aproximadamente 35% del consumo de papel y cartón.

A nivel latinoamericano, Colombia ocupa el primer puesto en recuperación, transformación y reincorporación de residuos sólidos al ciclo productivo. En el mundo, está ubicada en la posición número 18 en reciclaje de cartón y papel con 57 toneladas de cada 100 producidas, cantidad superior a las 31 toneladas de los Estados Unidos, 50 de Alemania y 53 de Japón.⁸

⁸Ciudades Ambientalmente Sostenibles, Gloria Amparo Rodríguez

Siendo estas cifras alentadoras, en la ciudad de Bucaramanga en 2012 se adelantan planes y propuestas para incentivar el reciclaje ya que la meta es aprovechar al menos el 15% de los residuos que se producen en la ciudad, según datos entregados por el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (AMB), actualmente solo se reciclan 8,29 Toneladas diarias de residuos, es decir aproximadamente el 2% de lo que produce la ciudad. Esta cifra es muy baja si se compara con el promedio nacional que es de 13% y el de Bogotá es de 22,85%. Por estos motivos se inician campañas de reciclaje y separación en la fuente, este es el primer paso para lograr un adecuado manejo de residuos sólidos y que las plantas de tratamiento funcionen de una forma eficiente.⁹

El departamento de Santander cuenta con 87 municipios, los cuales producen 1012 ton/día de residuos sólidos, observándose un incremento del 35,46%, con relación a la producción de residuos en el año 2006.

El 61% (53 municipios) dispone adecuadamente sus residuos sólidos en 7 sistemas de Relleno Sanitario (953 ton/día) y 5 Plantas Integrales de aprovechamiento (23,1 ton/día); para un total del 96% dispuesto en estos sistemas. Bucaramanga la ciudad capital, dispone sus residuos en el relleno sanitario El Carrasco, el cual representa el 55,54% (562,2 ton/día) del total de la producción del departamento.

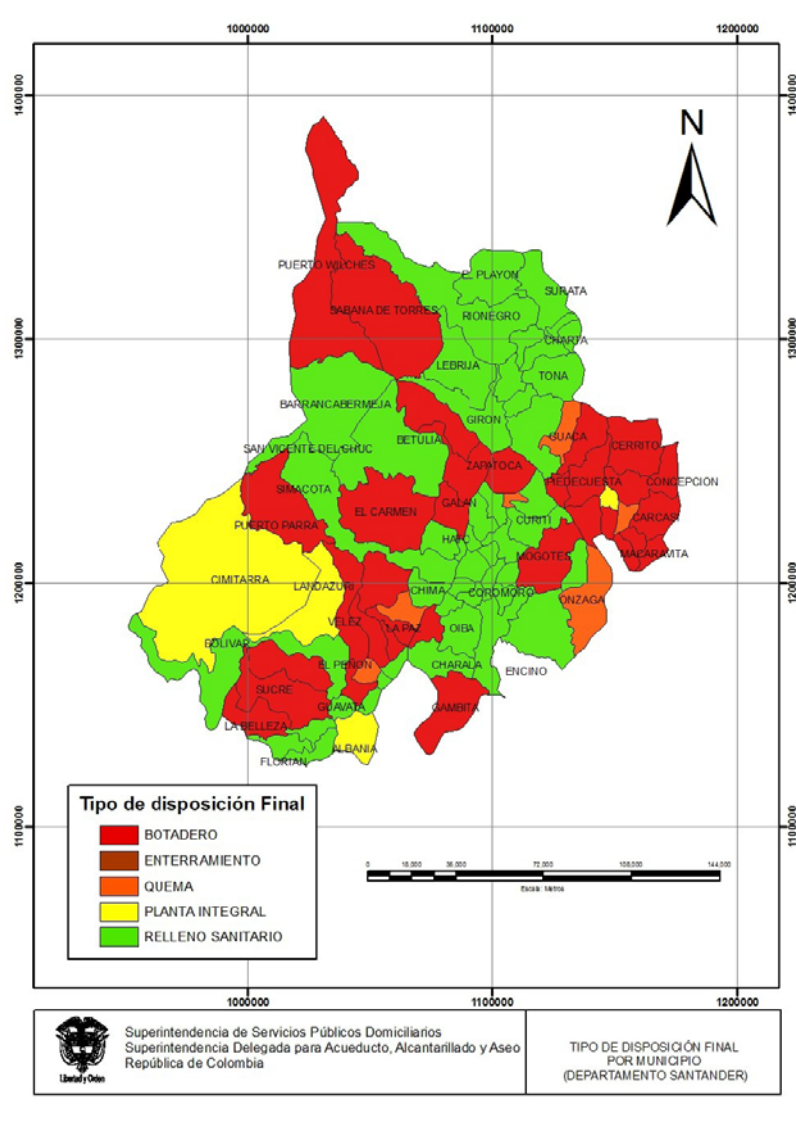
Este departamento cuenta con 7 rellenos sanitarios de los cuales se destacan el relleno sanitario El Carrasco que recibe cerca de 734,3 ton/día de residuos (72,53% de la producción del departamento) provenientes de 11 municipios (Bucaramanga, Piedecuesta, Floridablanca, Girón, Matanza, Suratá, Lebrija,

⁹ Vanguardia Liberal, 19 Mayo 2012

Rionegro, California, Charta y Playa Blanca) y la localidad de Ruitoque de la ciudad capital del departamento. La producción de Bucaramanga, ciudad que cuenta con 516.512 habitantes, genera aproximadamente 562 Ton/día, es decir el 76,5% de los residuos recibidos en el sitio.¹⁰

¹⁰Informe situación de la disposición final de residuos sólidos En Colombia, www.superservicios.gov.co

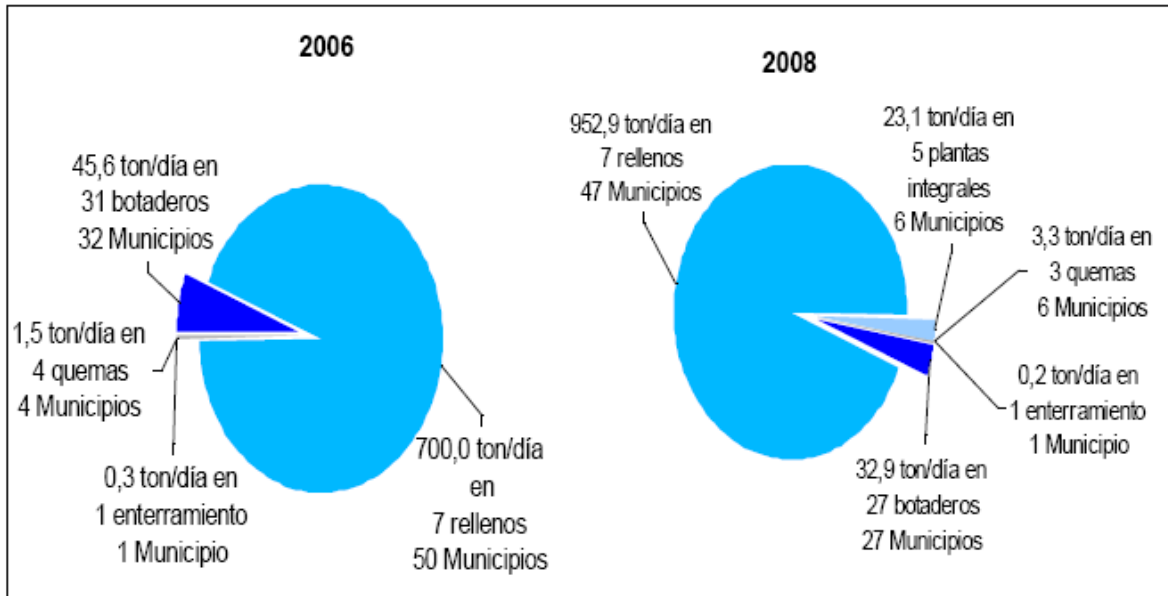
Gráfico 9. Sistemas de disposición final – Santander



Fuente: SUI - SSPD

La evolución presentada por el departamento en los últimos 2 años muestra una disminución en la cantidad de rellenos sanitarios existentes y de los municipios que disponen en estos sistemas; sin embargo se han construido plantas integrales a las cuales acuden 6 municipios del departamento.

Gráfico 10. Toneladas dispuestas por sistema - Santander



Fuente: SUI – SSPD

7.2. Estudio del entorno específico

Suratá es un municipio ubicado en el departamento de Santander, Colombia, a 1.750 metros de altura sobre el nivel del mar en su centro urbano. Se encuentra ubicado en el nor-orienté de la región denominada Cuenca Superior del río Lebrija, en la Provincia de Soto del departamento de Santander; a una distancia aproximada de 45 kilómetros de la capital del departamento Bucaramanga, y sus coordenadas son 7°22'01" N 72°59'14" O

Además mantiene sus vínculos con Charta, Matanza, California, Vetas, Arboledas, Cáchira, El Playón y Rionegro, debido a su posición geográfica y por identificarse con las mismas problemáticas de la región.

Por las características actuales y potenciales de la zona, pertenece al “Corredor Transversal de negocios internacionales y de la competitividad” según los Lineamientos Departamentales.

Este municipio en los temas ambientales se rige bajo los lineamientos de la corporación autónoma regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, C.D.M.B,

Límites del municipio:

El municipio limita así:

Norte: Con el departamento de norte de Santander. Se encuentra el páramo de Angosturas, el Boquerón de el Escorial, Cerro Pelado, el páramo de Loma Grande, el páramo de Ramírez y el páramo de Monsalve con santa bárbara, encontramos el Filo, después la cuchilla de Galán, el cerro Alto Grande, el Filo de Rampachito y luego hasta encontrar la Cuchilla del Mohán.

Sur: con Charta y Matanza. Con Charta se encuentra la Cuchilla de Arbolito y la vereda de Bucaré. Con Matanza se encuentra la quebrada de bulcaré.

Este: con el departamento de norte de Santander y califonia. Con califonia se encuentra el páramo de Monsalve, Peña de Locos, el morro de los Aburridos, quebrada El Salado, sitio El Saladito, y la quebrada Chúmbula.

Oeste: con Matanza, Rionegro y El Playón. Con Rionegro se encuentra la cuchilla El Común, cuchilla de Oriente y el río Cachirí. Con el playón se encuentra el río Romerito y la quebrada La Popa.

Extensión total: 34.183 Km²

Extensión área urbana: 58 Km²

Extensión área rural: 34.125 Km²

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 1.740

Temperatura media: 18.5° C

Ecología

El sector nor-oriente de Santander dentro del cual se encuentra al municipio de Suratá se puede subdividir topográficamente en dos áreas.

PÁRAMO: Corresponde a la zona más oriental de la jurisdicción de la CMDDB a partir de la cota 2900 y abarca sectores de los municipio de Tona, Vetas, Suratá, California y Charta.

Su relieve se caracteriza por una serie de planicies onduladas cortadas por cañones profundos. Las superficies son de suaves a rugosas, con pendiente hacia el oriente, con presencia de escarpes en los límites de los diversos páramos, especialmente en la corona del Macizo de Santander. Los suelos generados son arenas y arcillas.

Economía

La principal actividad agronómica en Suratá es la explotación de ganado doble propósito, en praderas de extensión en un 37% del área total del municipio: en segundo lugar 46% del área en bosques y rastrojo; las actividades agrícolas corresponden al 6%, predominando los cultivos de maíz, frijol, mora, etc. El 11% restante distribuido de la siguiente manera: forestal un 3%, Semiagrícolas 1% (cultivos semidensos), otros usos un 2% y terreno erosionado 5%. Cuya tendencia es a aumentar o disminuir o mantenerse estable.

Organización y división territorial. Según el IGAC¹¹, el municipio de Suratá cuenta con 19 veredas correspondientes a Nueva Vereda, Bucaré, Báchiga, El Porvenir, Cartagua, Agua Blanca, Páramo de Monsalve, Palchal, San Francisco, Gramalotico, Capacho, Santa Rosa, Cartagena, Mohán, Las abejas, San Isidro, El Silencio, Violeta, Marsella.

Para el manejo administrativo, el municipio se encuentra organizado en tres (3) corregimientos, veinticinco (25) veredas y la cabecera municipal.

Cabecera municipal. La cabecera municipal de SURATÁ cuenta con 29 manzanas y además posee un barrio llamado EL PORTAL que está conformado por 3 manzanas.

Corregimientos (Área total 26.2 Km²): Cachirí, Turbay, Mohán.

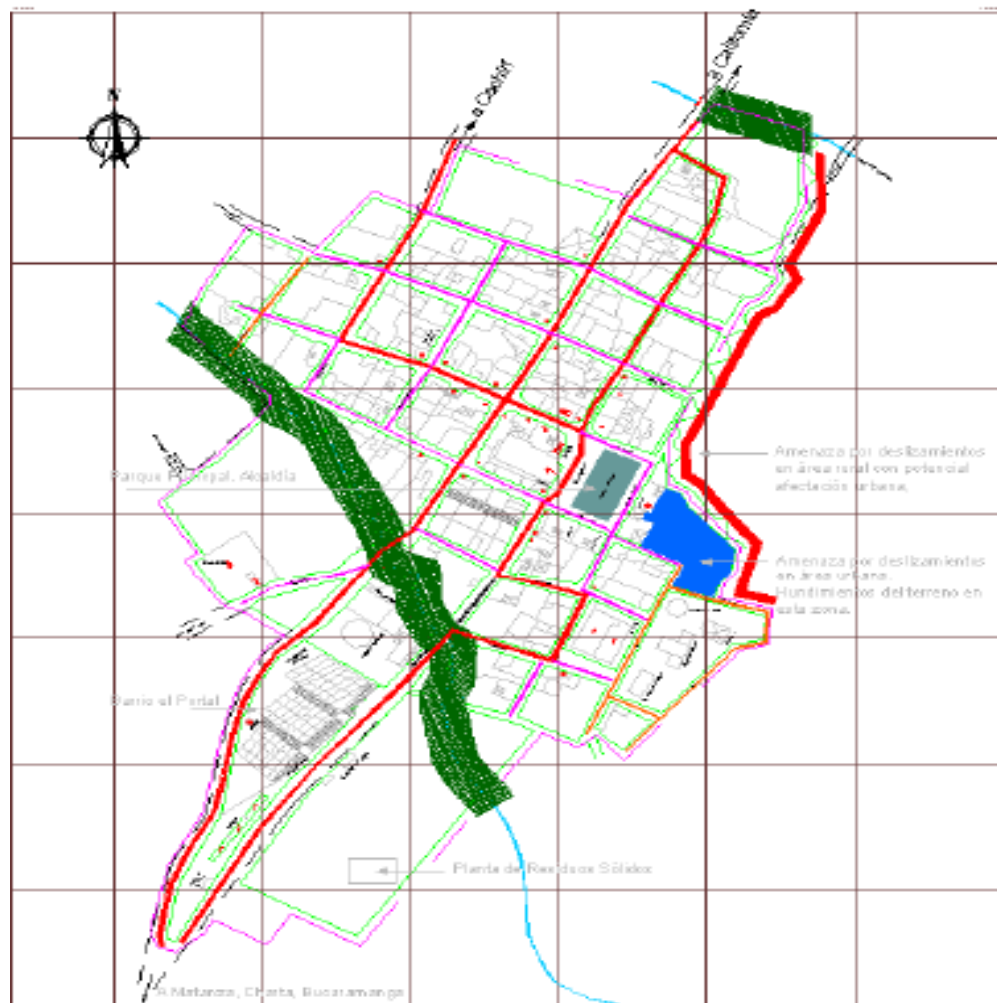
Estos corregimientos no fueron catalogados como centros de población en el E.O.T.

¹¹Documento del Ministerio de Hacienda y Crédito Público – IGAC. Sistemas. Santander.

Veredas

Nueva Vereda, Bucaré, Báchiga, El Porvenir, Cartagua, Agua Blanca, Páramo de Monsalve, Palchal, San Francisco, Gramalotico, Capacho, Santa Rosa, Cartagena, Mohán, Las abejas, San Isidro, El Silencio, Violeta, Marcela, Crucecitas, El Mineral, Mesallana, Pánaga, San José de Pantanitos, Tablanca, Urbano.

Gráfico 11. Casco Urbano del municipio de Suratá.



Fuente: Secretaria de Planeación Municipal de Suratá.

7.3. Servicio de aseo.

El servicio de aseo se recoge una vez por semana en el vehículo destinado para ello, una volqueta de propiedad del municipio. Los residuos son transportados a la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos, en donde los materiales aprovechables son embalados y acopiados para su posterior venta en las recuperadoras existentes en la ciudad de Bucaramanga, y los materiales orgánicos fermentables son estabilizados a través de procesos biológicos, obteniéndose como producto un mejorador de suelo o compost. Los rechazos, material no recuperable ni transformable con la tecnología existente en el municipio, son despachados hacia el botadero El Carrasco, ubicado en el área metropolitana de Bucaramanga.

En la zona rural, con asesoría de la UMATA, los residuos orgánicos son procesados para obtener compost, el resto de los residuos se queman o se entierran en zonas donde sus cultivos no se vean afectados.

En los corregimientos de Cachirí, Turbay y el Mohán no se presta el servicio de recolección debido a que se encuentran a 2, 4 y 8 horas alejados, respectivamente, del casco urbano de Suratá; los residuos son quemados, enterrados y/o arrojados a fuentes de agua.

7.4. Manejo Actual de los Residuos Sólidos

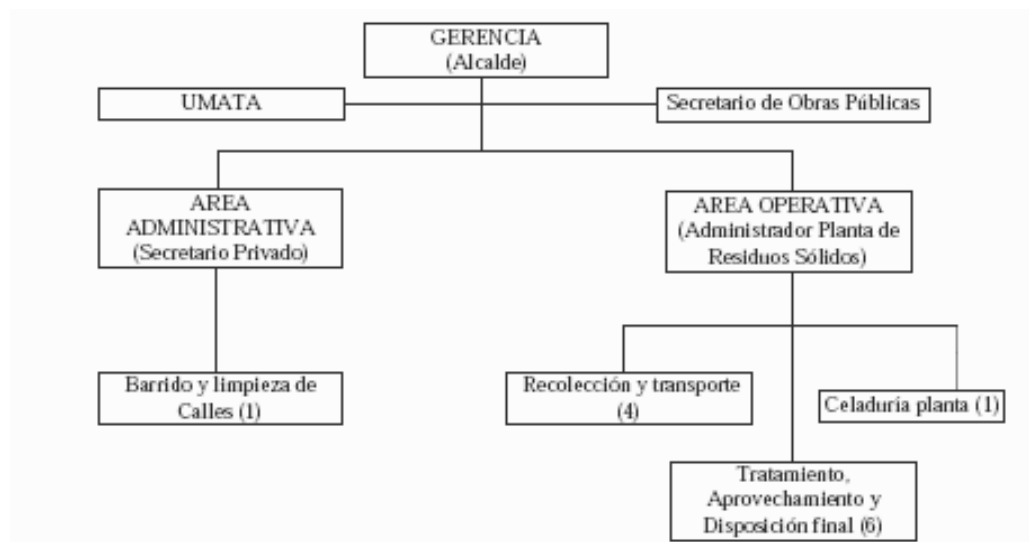
La responsabilidad de la prestación del servicio público de aseo recae totalmente en el municipio (operador), quien se encarga de la recolección, transporte, barrido y limpieza de calles, del tratamiento y aprovechamiento y de la disposición final, 56 incluidos los residuos especiales, exceptuando de estos los hospitalarios. La frecuencia de recolección es de una vez por semana.

La Unidad de Servicios Públicos del municipio es responsable por garantizar el servicio de suministro de agua potable y por mantener operable el sistema de alcantarillado, pero su alcance con relación al servicio público de aseo es nulo. Las directrices acerca de cómo debe funcionar el servicio de aseo están centradas en el alcalde, quien delega funciones en el Secretario General, el administrador de la planta de tratamiento, la UMATA y el Secretario de Obras Públicas.

La forma como la comunidad participa en el servicio público de aseo es separando en la fuente y presentando los residuos en frente de sus casas o en la esquina más próxima a su vivienda para la recolección de los mismos. No existen organizaciones formales o informales de recicladores.¹²

7.5. Operación Administrativa

Estructura administrativa – recurso humano. La estructura administrativa del actual servicio de aseo se presenta en la siguiente figura.



¹²plan de gestión integral de residuos sólidos para el municipio de Surata – pgirs

A la planta de tratamiento de residuos sólidos del municipio se le realizó un diagnóstico general del estado actual del cual se hace referencia en el capítulo 4.

8. ESTUDIO TÉCNICO

En este capítulo se mostrarán los factores técnicos que permiten encontrar la forma más eficiente y adecuada de optimizar la planta de tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos: en cuanto a los diseños en planta, tecnologías, obras físicas, maquinaria y equipo, procesos y otros aspectos operativos.

8.1. Reestructuración de la planta de residuos sólidos del municipio de Suratá.

Para la optimización de la planta de residuos sólidos del municipio de Suratá, se debe considerar los siguientes aspectos:

- Selección de un rediseño de acuerdo a los requerimientos de operación es decir de acuerdo a la maquinaria, equipo y elementos necesarios de forma que faciliten la operación en planta.
- Utilización de maquinaria y equipo de acuerdo con los volúmenes de producción de residuos con el fin de satisfacer con el flujo de entrada de desechos.
- Cumplimiento de requisitos ambientales asociados a la operación de la planta.

8.2. Ubicación de la planta.

La planta de tratamiento de residuos sólidos está localizada en el municipio de Suratá perteneciente a la Provincia de Soto, departamento de Santander. Se ha planteado este estudio de prefactibilidad debido a la problemática presente de los

municipios aledaños que no cuentan con una infraestructura donde puedan realizar trabajos de tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos de manera que también generen recursos económicos para la operación y sostenimiento de esta. La ubicación del municipio de Suratá, se muestra en el grafico 11; se aprecia la ubicación geográfica.

Gráfico 12. Ubicación geográfica municipio de Suratá



Fuente: USP- Matanza

8.2.1. Ubicación y vías de acceso

El municipio se comunica con la capital del departamento de Santander por vía terrestre, a una distancia aproximada de 45 Km de los cuales 5 Km son pavimentados y el resto corresponde a carretera destapada, las cuales se ven afectadas en época de invierno por deslizamientos de tierra y/o disminución de bancada.

Por la condición de las vías de acceso al municipio (carreteables), la interconexión con la zona rural y la cabecera del municipio son deficientes debido al mal estado de las vías.

La vía para acceder a la planta de residuos sólidos, aún cuando está localizada en El casco urbano, es destapada y de muy malas especificaciones, siendo el tránsito por esta bastante regular en época de invierno.

8.2.2. Rutas de Recolección

Es importante organizar y coordinar las rutas de recolección para llevar a la planta los residuos sólidos de modo que los municipios utilizarán dos rutas de recolección, un día para el material orgánico bien seleccionado y otro día para el material inorgánico aprovechable y no aprovechable.

8.2.3. Descargue de los residuos orgánicos

Desde el mismo momento en el que se descarga el material orgánico en la planta de tratamiento es necesario tratarlo para evitar la generación de lixiviados los cuales son altamente contaminantes y pueden afectar seriamente el desarrollo de la actividad generando malos olores y atrayendo roedores, insectos y animales de rapiña, para evitar esto es necesario aplicar enzimas que combatan los olores y ayuden a la deshidratación del material.

8.3. Sistemas de tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos

Se cuenta con tres fases importantes dentro de los procesos de tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos que ayudan a conservar y reducir la

demanda de recursos de energía, ampliar los sitios de disposición final y reducir la contaminación ambiental.

8.3.1. Fase I. Compostaje microbiológico

La compostación es un proceso natural mediante el cual se realiza degradación biológica de los residuos orgánicos, obteniéndose un compuesto sanitariamente seguro para fines agrícolas.

La materia orgánica que representa el 55% aproximadamente de los RS es reclasificada en la planta, sometida a un proceso de triturado y prensado en donde se comprime el material, realizando de esta forma la separación de sólidos y percolados los cuales requieren un tratamiento diferente y así obtener de ellos un fertilizante orgánico líquido de alta calidad.

8.3.2. Descripción del proceso de compostación

Este proceso comprende las siguientes etapas:

- Preparación: Recepción, selección y triturado
- Digestión
- Curado
- Acabado
- Almacenamiento
- Preparación

Recepción: La preparación inicia con la recepción de los residuos sólidos, generalmente en una tolva, en donde se dosifican en forma continua mediante sistemas convencionales de alimentación por medio de una banda transportadora.

Selección: Tiene por objeto el aprovechamiento de los materiales reciclables, la protección de los equipos de trituración y la preservación de la calidad del compost.

Triturado: Después de realizar la separación de los materiales, se someten a la trituración, este procedimiento es importante para aumentar la velocidad de descomposición.

Digestión: En esta etapa se lleva a cabo el proceso de biodegradación que puede realizarse mediante un proceso natural anaeróbico a través de un proceso aeróbico acelerado.

Proceso anaeróbico de compostación: Se realiza en ausencia de oxígeno por la acción de microorganismos anaeróbicos mesolíticos. Es lento y puede durar de 4 a 6 meses, las temperaturas oscilan entre 38 y 55 °C.

Procesos aeróbicos de compostación: Este proceso es más rápido ya que permite que los microorganismos puedan descomponer la porción orgánica de los residuos. Para esta digestión las bacterias requieren del oxígeno que es suministrado volteando el material en descomposición o si se trata de un recinto cerrado a través de tuberías.

El calor generado hace que la temperatura se eleve entre 60 y 70 °C destruyendo los organismos patógenos.

Curado: Es donde termina la estabilización del compost, el tiempo requerido depende de la aireación que tenga el área donde se lleva a cabo, varios días e incluso meses.

Acabado: El acabado consiste en el tamizado y/o triturado, retirando elementos que hubiesen quedado y que no corresponden al producto.

Almacenamiento: Es necesario disponer de un área para su almacenamiento.

➤ Compostaje en hilera

Este sistema no es más que la disposición de material orgánico en hileras con una sección transversal normalmente de 2 X 4.5 mt de anchura, depende mucho de la disponibilidad de infraestructura física. Antes de formar las hileras se procesa el material orgánico mediante trituración y cribación hasta obtener un tamaño aproximado de 2.5 a 5 cm y un contenido de humedad del 50 al 60 %.

➤ Compostaje en pila estática aireada hilera

El sistema de pila estática aireada consiste en una red de tuberías aireadas sobre el cual se coloca la fracción orgánica procesada de los residuos orgánicos.

➤ Compostaje en un sistema cerrado

Estos sistemas se caracterizan por la alta tecnología que presentan, requieren poca mano de obra, pero son costosos, requieren menos área y no generan olores. El tipo bioreactor empleado para llevar a cabo el proceso de descomposición aeróbica de alta velocidad da origen a diferentes sistemas de compostación. Los bioreactores se definen en tres categorías:

- ❖ De lecho fluidizado
- ❖ De silo
- ❖ Y de túnel

Bioreactor de lecho fluidizado: son de forma rectangular, las principales diferencias de los equipos son los sistemas de cargue, mezcla y descargue.

Con métodos alternativos de carga se utilizan tornillos sin fin y bandas transportadoras. Las materias primas mezcladas se conducen a lo largo del reactor por medio de un dispositivo mecánico. La mayoría de equipos realizan cinco operaciones básicas:

1. Reducción de tamaño
2. Transporte de biomasa
3. Mezcla
4. Aireación
5. Controles necesarios

Bioreactores tipo silo: Estos generalmente son verticales y la compostación se hace contra corriente, es necesario contar con una planta de aguas residuales para aprovechar los lodos, así el material orgánico pre procesado junto con los lodos deshidratados y una fracción de compost reciclado se mezclan y se introducen en el bioreactor.

Bioreactor tipo túnel: Generalmente son horizontales y trabajan en contra corriente. Debido a que las operaciones de pre proceso, manejo de materiales y almacenamiento, se manejan en el reactor se requieren grandes volúmenes.

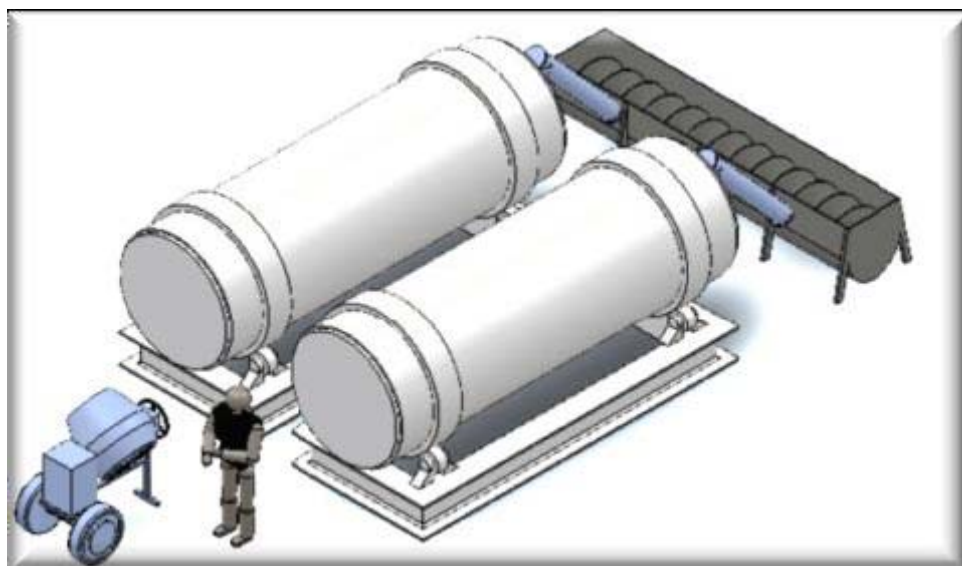
➤ Compostaje y fertilizante líquido.

La materia orgánica que representa el 55% aproximadamente de los RSU es reclasificada en la planta, sometida a un proceso de triturado y prensado en donde se comprime el material, realizando de esta forma la separación de sólidos y percolados los cuales requieren un tratamiento diferente y así obtener de ellos un fertilizante orgánico líquido de alta calidad.

Al material orgánico sólido se le agrega la biota o Bioestimulante y se deposita en un Bioreactor anaerobio, este es un método totalmente novedoso y consiste en un tambor giratorio accionado por un motor reductor eléctrico de 7 HP que gira a 13 rpm durante 4 horas diarias permaneciendo el resto del tiempo estático facilitando que los percolados fluyan a través de un drenaje que los lleva a un tanque, el segundo día se agrega aserrín o residuo de cosecha para lograr un equilibrio carbono nitrógeno cumpliéndose así el ciclo de fermentación y deshidratación de la materia orgánica.

Esta operación tiene una duración de 6 días al cabo de los cuales se obtiene compost o base para abono orgánico totalmente seco y deshidratado y que presenta un agradable olor a capote de monte el cual puede utilizarse como fertilizante o como alimento de lombriz para obtener humus que es un abono completamente balanceado y rico biológicamente. Al cosechar el humus también se puede cosechar la lombriz sobrante de las camas que es un excelente alimento para aves y peces o para aumentar la producción de abono en nuevas camas.

Gráfico 13. Bioreactor anaerobio



Fuente: Asesorías, Experto residuos sólidos

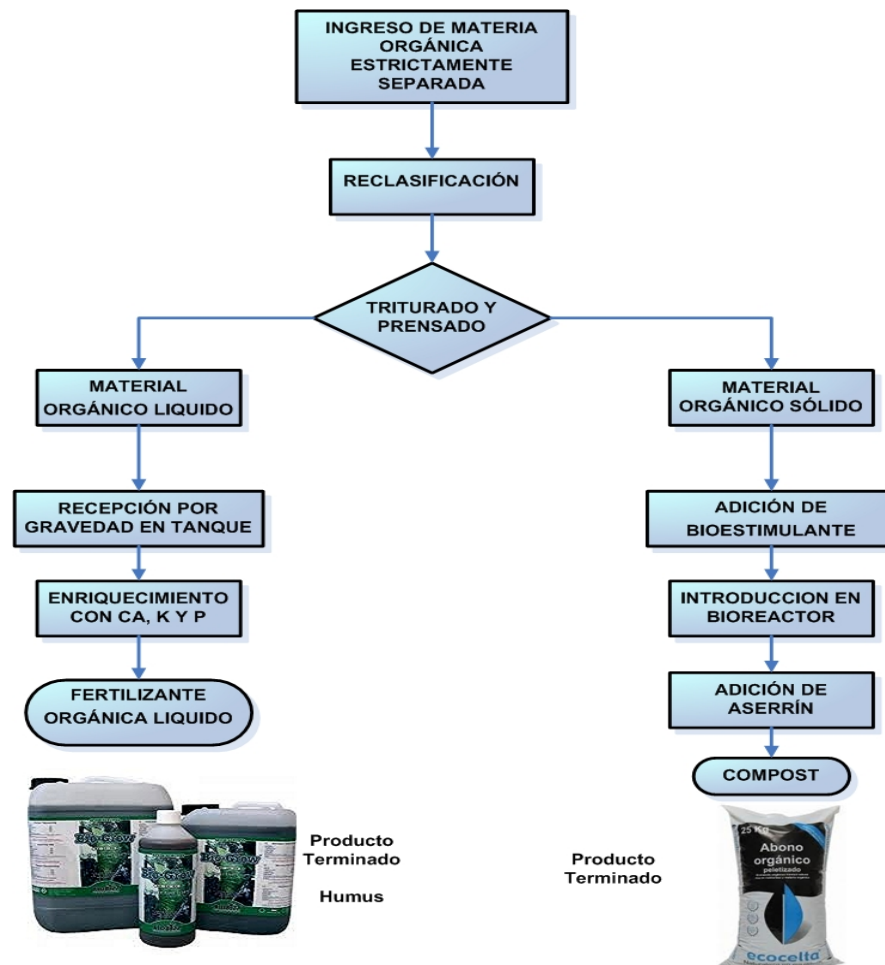
Este método sustituye el tradicional método de compostaje en pilas que requiere 60 días para su descomposición, produce malos olores y proliferación de moscas, además requiere espacio y mano de obra para el volteo y el manejo en general.

El triturado es uno de los procesos más importantes ya que en él se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El material a triturar debe estar bien clasificado para evitar atascamientos, daños en la máquina y sobre todo contaminación en el producto final.
- El proceso de triturado debe estar muy bien sincronizado con el cargue de los Bioreactores para evitar el derrame de percolados los cuales se pueden convertir en lixiviados.
- Este proceso debe realizarse con mucho cuidado y atención, utilizando los implementos requeridos de seguridad industrial.

El método de utilización del BIOREACTOR sustituye el tradicional método de compostaje en pilas que requiere 60 días para su descomposición, produce malos olores y proliferación de moscas, además requiere espacio y mano de obra para el volteo y el manejo en general.

Gráfico 14. Proceso de Compostaje



Fuente: Elaboración propia

Se conoce como percolados al material líquido que resulta en el proceso de trituración y deshidratación de la materia orgánica. Para su aprovechamiento se requiere un manejo especial y rápido para evitar contaminación pues estos líquidos son propensos a convertirse en lixiviados.

Los percolados fluyen por gravedad hacia un tanque receptor de 1000 Lts, allí son tratados y enriquecidos (con fósforo, potasio, calcio) obteniendo de esta forma un

Bio-estimulante y fertilizante orgánico líquido rico en proteínas y microorganismos, listo para ser envasado y comercializado.

➤ Lombricultura

La materia orgánica desactivada o biocompostada es utilizada como sustrato para alimentar el cultivo de lombriz. Este pequeño animalito gracias a un verdadero don de la naturaleza, a través de un proceso digestivo transforma esta materia orgánica compostada en el mejor abono orgánico del mundo, rico en nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y los más importante una gran riqueza micro bacterial donde aparecen colonias benéficas hasta de 2 billones de microorganismos lo cual lo convierte en el mejor inoculador de vida de los suelos.

Los percolados que resultan del proceso se depositan en un tanque con oxigenación, se inoculan y se produce caldo micro-bacterial que se utiliza como sustrato en el cultivo de bacterias y también como fertilizante líquido orgánico.

Imagen 7. Lombricultura



Fuente: Elaboración Propia

Nota:

Un bulto de compost oscila entre \$8.000 y \$10.000.

Un bulto de humus oscila entre \$20.000 y 25.000.

➤ Residuos orgánicos líquidos o percolados

Se conoce como percolados al material líquido que resulta en el proceso de trituración y deshidratación de la materia orgánica.

Para su aprovechamiento se requiere un manejo especial y rápido para evitar contaminación pues estos líquidos son propensos a convertirse en lixiviados.

Los percolados fluyen por gravedad hacia un tanque receptor de 1000 Lts, allí son tratados y enriquecidos con fósforo, potasio y calcio, obteniendo de esta forma un Bio estimulante y fertilizante orgánico líquido rico en proteínas, microorganismos y listo para ser envasado y comercializado. Su valor actual es de \$2.000/Lt.

Bioestimulante y enriquecedor de materia orgánica para producción de abonos de alta calidad el cual acondiciona el suelo y restablece el equilibrio microbiológico y mejora sus condiciones físicas.

Contiene nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, magnesio, boro y zinc, además de microorganismos nitrificantes, fosforeductores, celulíticos y enzimas.

Maquinaria y Equipo:

- Una trituradora de residuos orgánicos.
- Una prensa Hidráulica. Se utiliza en el proceso de separar sólidos de percolados.

- Un Bioreactor.
- Un Tanque para cultivo de bacteria.
- Camas para el cultivo de lombriz.
- Dos tanques para tratamiento de percolados con oxigenación.

8.3.3. Fase II. Residuos Inorgánicos Aprovechables

Los residuos inorgánicos aprovechables como el vidrio, el papel, la chatarra, los envoltorios, los plásticos y envases entre otros representan aproximadamente el 25% del total de los residuos sólidos urbanos y sirven para reutilizarlos nuevamente en procesos de fabricación de otros productos, sin embargo al no ser recolectados y dispuestos correctamente representan para el ecosistema un daño grave ya que en su mayoría no se degradan.

Estos materiales serán recolectados y almacenados en el ala A de la planta de tratamiento. Pero el material inorgánico del que vamos a hablar a continuación tendrá un tratamiento particular.

¿Qué es el PET?

Los PET (Polietileno Tereftalato) es un material fuerte de peso ligero de poliéster claro. Se usa para hacer recipientes para bebidas suaves, jugos, agua, bebidas alcohólicas, aceites comestibles, limpiadores caseros, y otros.

En los últimos años el consumo de este material se ha incrementado considerablemente de tal manera que también se ha incrementado el volumen de sus residuos, en países como Italia, Inglaterra y especialmente en España la reutilización de este tipo de material tiene una gran demanda pero en nuestro medio aún no se ha dado importancia a estos residuos y terminan siendo depositados en los rellenos sanitarios.

Imagen 8. PET



Fuente: Revista www.plastico.com

Según la ANEP (Asociación Nacional de envases PET) de España, este material posee un alto poder calorífico (12.000) BTU similar al carbón y por estar compuesto de elementos orgánicos como carbono (C), oxígeno (O) e hidrógeno (H), su combustión es limpia y puede utilizarse eficientemente como sustituto de combustibles fósiles en la producción de energía, esto nos ha motivado a adelantar un estudio combinando PET con carbones minerales limpios como antracitas y semi-antracitas y hemos obtenido un combustible limpio que se denomina COMSECOL (Combustible Sólido Ecológico), cuya patente de invención se encuentra en trámite bajo solicitud número 08-90100 del 28 de Agosto de 2008.

Considerando la posibilidad de que sea aceptada la instalación de un incinerador de residuos inertes ordinarios que cumpla con las normas dispuestas en la resolución 909 del 2010, sería muy importante utilizar esta clase de residuos como energía lo cual disminuiría considerablemente el costo energético en el proceso.

8.3.4. Fase III: Residuos inorgánicos no aprovechables

Son materiales que no pueden ser reutilizados ya que están contaminados o mezclados con sustancias químicas y/o peligrosas que no hacen posible su aprovechamiento, entre ellos tenemos:

Residuos de limpieza, químicos, industriales, estopas y trapos, madera, plástico y papel contaminado, filtros, baterías, pilas y balastos, elementos de protección personal etc.

Existen mecanismos para dar disposición final a los residuos inorgánicos como la micro-celda sanitaria y la incineración sin embargo representan una inversión considerable.

Nuestra propuesta consiste en prensar y empacar herméticamente los residuos inorgánicos no aprovechables de tal modo que puedan ser almacenados hasta completar la cantidad requerida para un viaje y llevarlos al relleno sanitario más cercano.

Las ventajas que conlleva esta solución son las siguientes:

- Se optimiza el espacio de almacenamiento.
- Se ahorran gastos de transporte ya que se puede esperar a que el peso y volumen sean suficientes para realizar un viaje al relleno sanitario.
- La prensa hidráulica utilizada en este proceso sirve de igual modo para utilizarse en el proceso orgánico en el cual el material triturado se comprime y de este modo se extrae el material líquido o percolado con mayor facilidad.

8.4. Especificaciones técnicas de la maquinaria y equipo

8.4.1. Trituradora de residuos sólidos

- Capacidad 2 toneladas /hora
- Motor trifásico de 7,5 HP con su contactor y / o arrancador
- Cuchillas móviles y fijas en acero rápido
- Estructura metálica en Angulo de 2 ½ “ X ¼ “
- Colector de salida en lamina
- Un juego de martillos y cuchillas adicionales
- Carcaza y rotor en lamina de acero de ¼ “, ½ de espesor estructura y base en perfiles en U de 3” x 1/8 “
- Sistema de transmisión por poleas en 2 canales en hierro gris y correas en V.
- Eje de 60 cms de largo 2 ½ “ en acero de 4140
- Chumaceras de ¼ “ diámetro interno
- 30 martillos de corte.

Imagen 9. TRITURADORA.



Fuente: Asesorías, Experto residuos sólidos

8.4.2. Prensa hidráulica

- Capacidad de 30 toneladas
- Bomba hidráulica de 6 Galones con 2000 PSI
- Cilindro de doble acción
- Recorrido vertical de 70 cms
- Motor de 5 Hp y manómetro indicador de presión.

Imagen 10. Prensa hidráulica



Fuente: Asesorías, Experto residuos sólidos

8.4.3. Bioreactor anaerobio

- Para compostaje de materia orgánica sin producir olores ni contaminación
- Capacidad 4 toneladas
- Tiempo de operación 6 horas diarias durante 2 días
- Motor reductor de 7.5 HP a 13 Rpm

8.4.4. Cultivo y aplicación de la bacteria a la materia orgánica

- Cepa de la bacteria

- 2 tanques de 1000 litros
- 2 tanques de 500 litros
- Motobomba de ½ “ HP.
- Manguera
- Motores para aireación artificial de 8 salidas
- Tubería en PVC, 5 válvulas de paso.

8.4.5. Envases para el Bio-estimulante

- Envases para el almacenamiento del Bio estimulante
- Material plástico
- Capacidad de 20 litros.

Gráfico 15. Galón de Bio-estimulante



Fuente: Técnico Asesor

8.4.6. Banda transportadora de separación

- Capacidad de transporte de 2 toneladas
- Ancho de la banda de 15 “
- Longitud de 6 metros
- Potencia transportadora de 1 HP
- Voltaje de 220 trifásico

Componente de la banda transportadora

- Estructura en lámina de acero calibre 14 de espesor, bases y soportes perfiles en L de 2 “ x 1/16 “
- Moto reductor de 1 HP a 90 rpm
- Sistema de transmisión por piñones de 50 pasos
- Chumacera de placa de 1 1/4 de diámetro interior
- Banda corrugada de 2 lonas de 15”
- Diámetro de altura 160 cm, ancho 50 cm, largo 5m, peso kg.

Imagen 11. Banda transportadora



Fuente: Elaboración propia

8.4.7. Tornillo de transporte

- Capacidad de transporte de dos toneladas
- Ancho del tornillo de 7"
- Longitud de 10 metros
- Potencia del transportador 2 HP
- Voltaje de 220 trifásico

Componente del tornillo

- Tornillo de acero de 1/8 " y carcasa , calibre 14 de espesor
- Moto reductor de 2 HP salida de 90 rpm
- Transmisión por piñones y cadena paso 50

- Dimensión: altura de 150 cm, ancho 20cms, largo 8mts y peso 100kg.

8.4.8. Sistema de aireación para los silos

- Potencia : 1 HP
- Flujo de aire mínimo : 300 cfm
- Tubería en manguera de 2 ½ “ y 1 ½ “

Componente del equipo de ventilación.

- Soplador centrifugo fluido mínimo 300 cfm , 2 psi motor 1 HP a 3600rpm
- 2 mallas de 2x1 para la entrada de aire en acero galvanizado calibre 14 a los silos.
- Dimensiones : altura 60 cms , ancho 20cms largo 70 cms peso 50 kgs

8.4.9. Planta móvil de generación de energía eléctrica de 15 kw

- Motor diesel LISTER de 20 HP
- Acople flexible motor generador
- Tablero de control
- Arranque manual

- Tanque base de combustible

8.5. Procesos de producción.

Se contempla la optimización de la planta de tratamiento de residuos sólidos del municipio de Suratá, para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos generados en la Provincia de Soto, la prestación de este servicio lo asume la Unidad de Servicios públicos del municipio de Suratá.

Desde el punto de vista técnico la planta constituye una unidad fundamental capaz de recibir una cantidad heterogénea de residuos sólidos, una vez entra a la planta el material se tendrá una línea llamada de separación, que por medio de una banda transportadora y de forma manual clasificará los residuos sólidos en tres grupos: Vidrio, plástico, y cartón o papel; los restantes pasarán a formar parte de los orgánicos y los inertes serán dispuestos en el relleno sanitario.

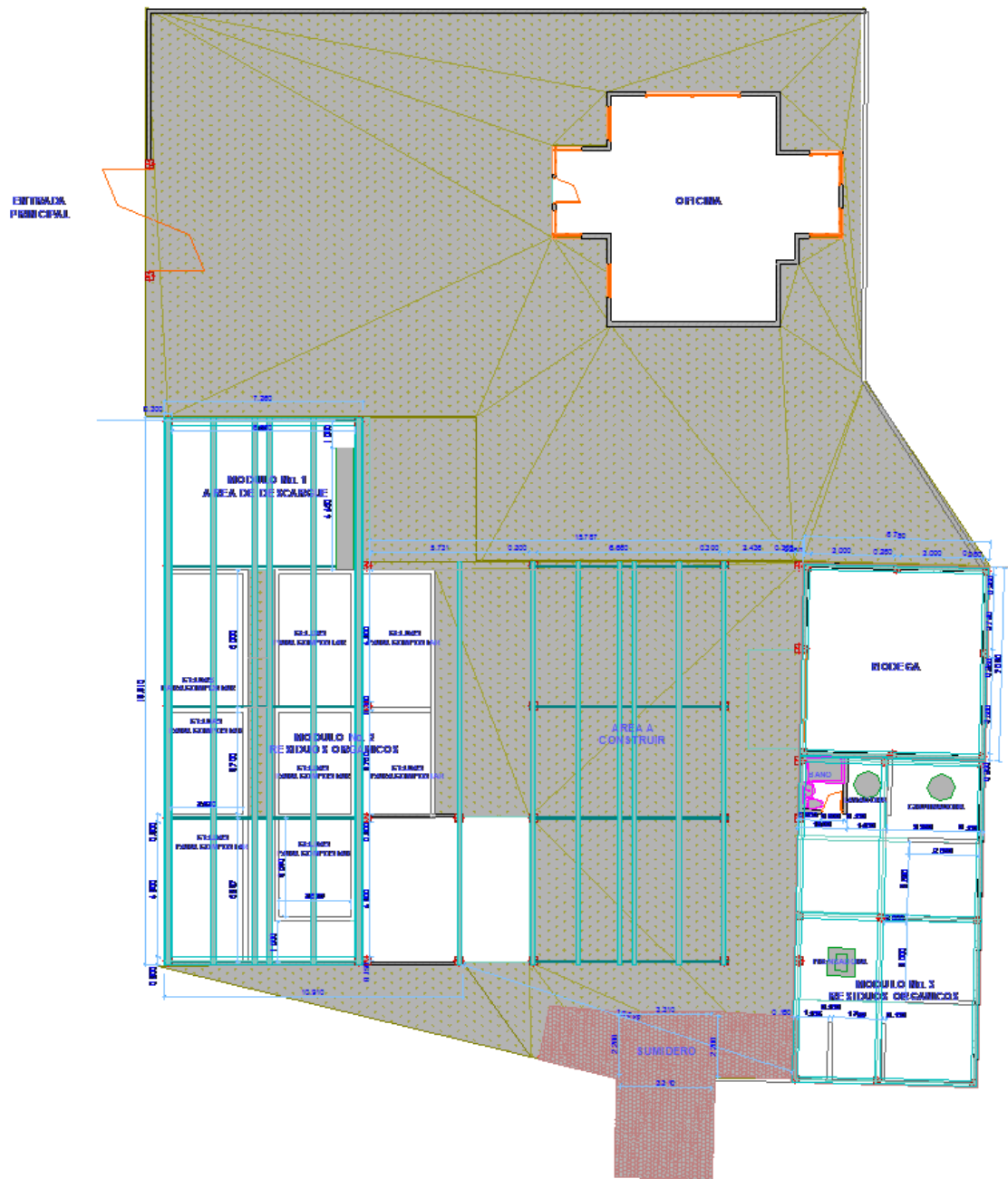
8.6. Tamaño de la Planta

De acuerdo al estudio de Mercados elaborado anteriormente por los autores del presente estudio, El input estimado es de 62,30 Ton/mes, de la Provincia de Soto, donde la capacidad de la planta aumenta en un 574,31% la capacidad de recepción de residuos sólidos de los municipios de Vetas, California, Matanza, Charta y Suratá a la planta de tratamiento y aprovechamiento del municipio de Suratá.

Para lograr esta capacidad de la planta es necesaria la ampliación de la planta, debido a las alternativas presentadas anteriormente, se propone la modernización

y ampliación de la planta existente y existe una propuesta de remodelación arquitectónica de la planta.

Gráfico 16. Diseño estructural de la planta de residuos sólidos del municipio de Suratá



Fuente: USP- de Suratá

8.7. Remodelación de planta física.

Gráfico 17. Panorámica sector oriental



Foto: ESTADO ACTUAL – PARTE ORIENTAL

Fuente: USP – de Suratá

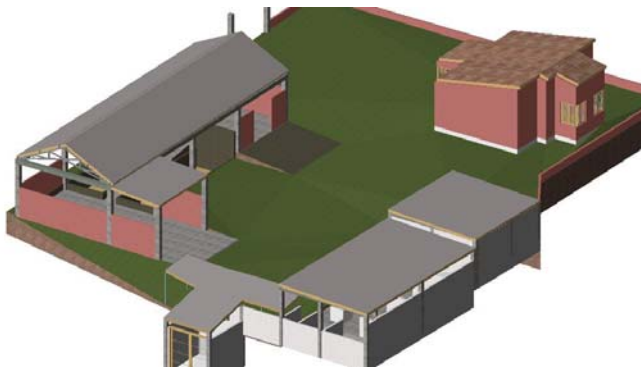


IMAGEN : ESTADO ACTUAL

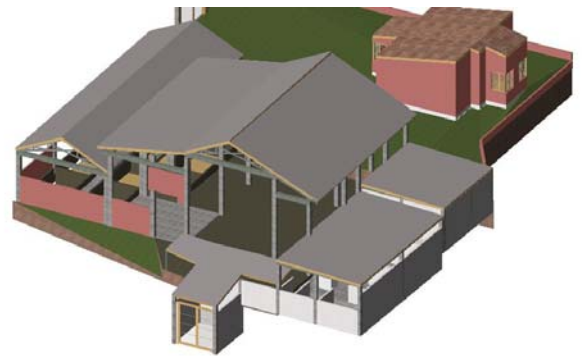
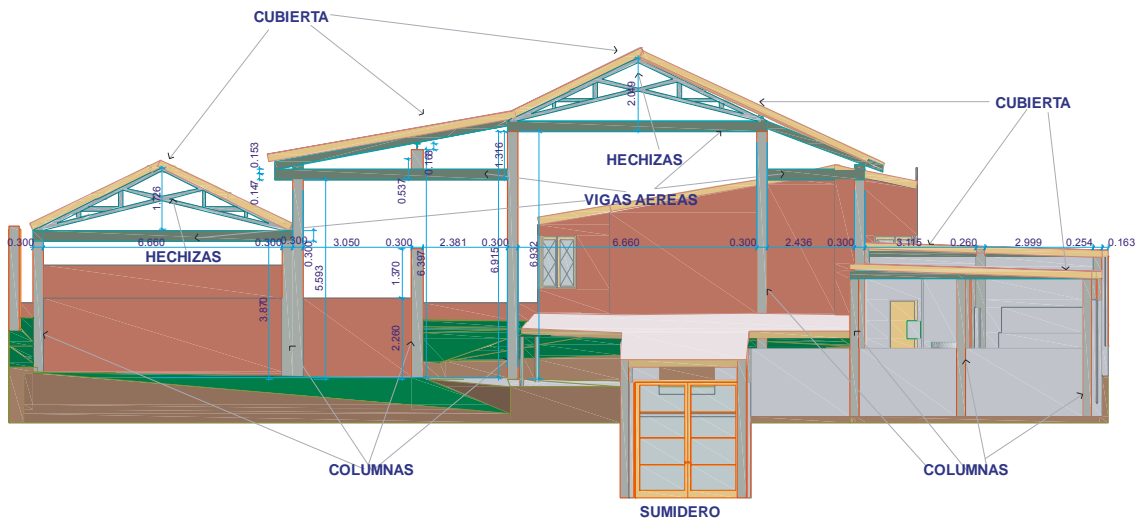


IMAGEN : ESTADO FUTURA

Gráfico 18. Propuesta de diseño Arquitectónico de la planta de residuos sólidos de Suratá



Fuente: Técnico Asesor USP- de Suratá
PLANO: POSESIÓN ORIENTAL

Gráfico 19. Panorámica Exterior de la Planta

POSESIÓN OCCIDENTAL



Foto: ESTADO ACTUAL – PARTE ORIENTAL

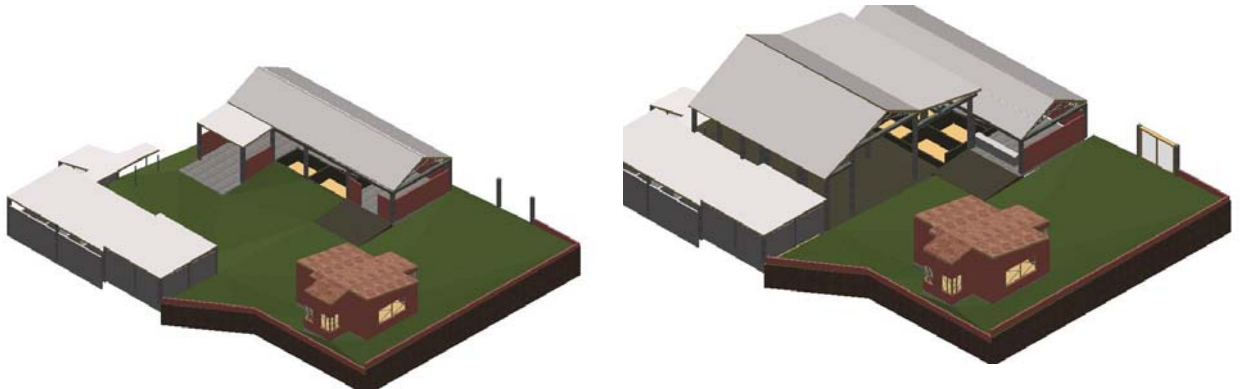
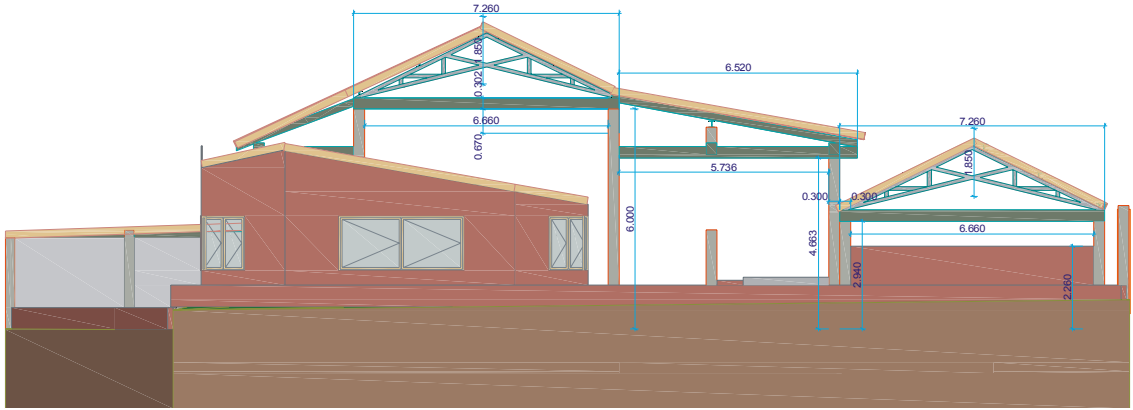


IMAGEN : ESTADO ACTUAL

IMAGEN : ESTADO FUTURA



PLANO: POSESIÓN OCCIDENTAL

POSESIÓN NORTE



Foto: ESTADO ACTUAL - NORTE

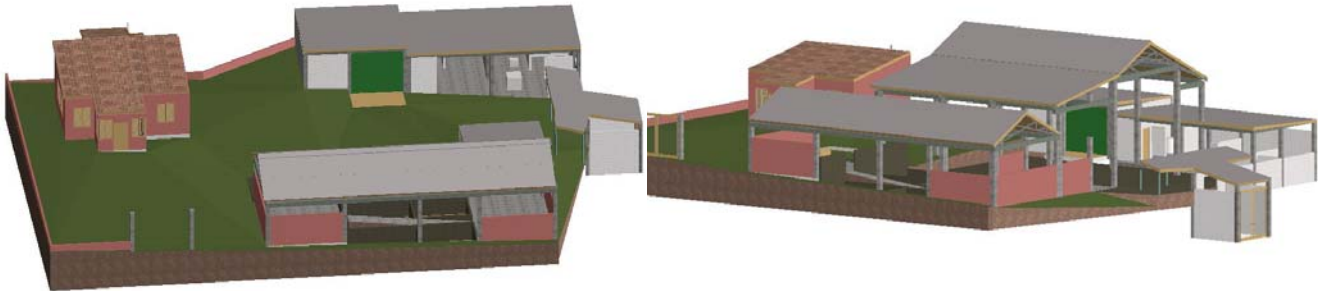
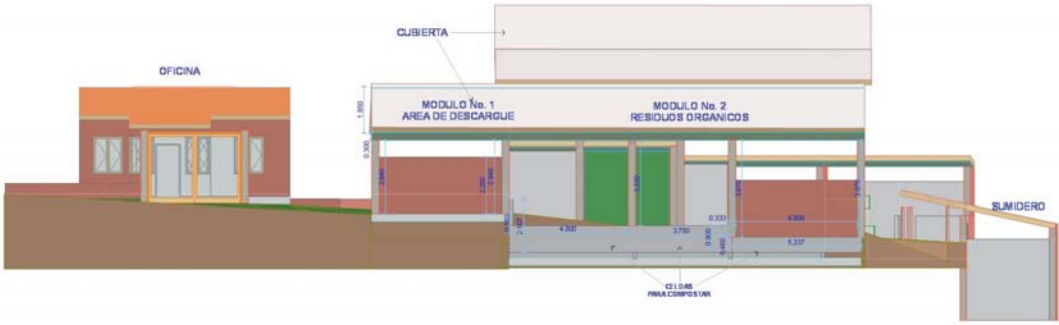


IMAGEN : ESTADO ACTUAL

IMAGEN : ESTADO FUTURA



PLANO: POSESIÓN NORTE

8.8. Capacidad Productiva

La metodología que se utilizará consta del análisis cualitativo de las variables de la capacidad de planta y la capacidad de la maquinaria y equipo, además de un análisis cuantitativo de la cantidad de residuos sólidos que genera cada municipio de la Provincia de Soto. De esta manera se analizan los aspectos generales, el procesamiento de los residuos sólidos en la planta, el diseño en planta para cada sección productiva, con el fin de aumentar la capacidad de recepción de los residuos sólidos en planta.

➤ **Aspectos Generales:** La capacidad productiva de la planta de tratamiento y aprovechamiento se calculará de modo que pueda recibir los residuos sólidos a los cuatro municipios aledaños al área de influencia; en la medida que el número de habitantes aumente, la unidad de servicios públicos domiciliarios tendrá que aumentar la capacidad de producción, a modo de brindar sostenibilidad en la prestación del servicio de tratamiento y aprovechamiento.

8.9. Tecnología

A continuación se describirá algunos elementos de maquinarias y equipos a tener en cuenta

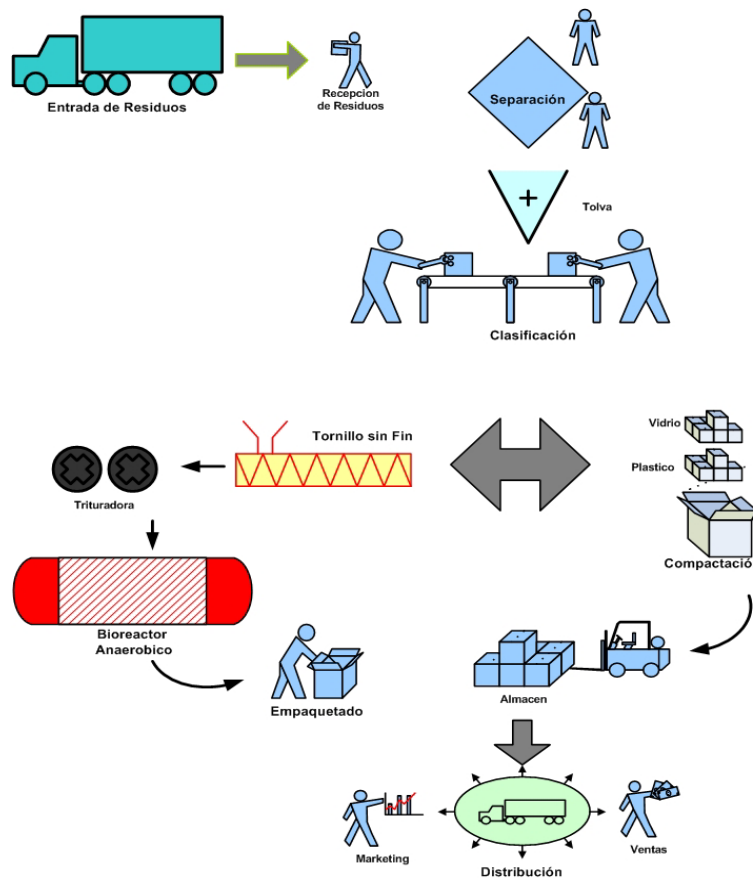
8.9.1. Equipamiento de la planta:

Se presenta un listado de la maquinaria y equipo para la optimización de la planta de tratamiento y aprovechamiento del municipio de Suratá.

- Tolva de Recepción y alimentación del sistema
- Banda transportadora
- Tornillo sin fin
- Trituradora
- Cribadora
- Equipo de compactación
- Bioreactor anaeróbico
- Sistema de aireación para los silos
- Planta móvil de generación de energía eléctrica de 15 kw

8.9.2. Descripción del diagrama de Procesos

Gráfico 20. Diagrama de Procesos



Fuente: Elaboración Propia

Una vez se realice la descarga de los residuos sólidos provenientes de los municipios, se depositan en una plataforma para su primera etapa de clasificación y separación de los materiales orgánicos, inorgánicos e inertes.

En la segunda etapa de separación del material son depositados en una tolva la cual por su dosificación es llenada la banda transportadora y en esta línea se encuentran los operarios realizando la selección manual de los residuos, posteriormente sigue por un tornillo sin fin, hasta llegar a la trituradora y finalmente a la zona de fermentación, maduración y estabilización donde vamos a encontrar las pilas estáticas. En la última etapa encontramos un equipo compactador para el aprovechamiento del material reciclable y por la otra línea el producto final del tratamiento como lo es el compost y finalmente el almacenamiento, para ser comercializados en el mercado local y regional.

- Patio o plataforma de recepción de los residuos sólidos provenientes del municipio de Soto.

Se requiere un área (patio) construido en cemento para descargar los residuos sólidos para ser clasificados y previamente seleccionados en tres componentes: a) orgánicos, b) inorgánicos y c) los materiales inertes.

- Tolva.

Estructura estática en acero inoxidable de forma de un trapecio isósceles con capacidad de acumular 1 Toneladas para depositar los residuos seleccionados del patio de recepción de residuos.

➤ Banda transportadora

Está en acero inoxidable con una altura desde el piso de 1.2 mt, su trayecto completamente horizontal, con capacidad de poder transportar su carga a velocidad que está dentro del rango de 1 mt x minuto a 5 mt x min.

Tabla 14. Capacidad de la cinta transportadora

Altura RSD sobre cinta (CM)	Ancho de cinta (CM)	Velocidad cinta (MT/HR)	Factores	Área nominal transversal L(MT2)	Caudal cinta (MT/hrs)	Peso cinta (Ton/Hrs)	Velocidad cinta (MT/min)
15	100	270	7,79	0.12663	34,1901	13,676	4,5

Fuente: Manual McGraw Hill de Reciclaje

De acuerdo a la necesidad de operarios en la cinta se puede calcular el largo de ella, se extrajo el modelo del libro de McGraw Hill de reciclaje donde se muestran las características para una óptima operación en la banda transportadora. Ver tabla No. 15

Tabla 15. Zonas para la banda transportadora

ZONA	DESCRIPCION
SEGURIDAD I	Considerada a 0.5 mt desde el inicio de la cinta.
PREPARACIÓN	Trabajador que rompe las bolsas y el segregador de voluminosos a 3 mt
INTERMEDIA	1 mt de distancia para diferenciar la zona de preparación a la zona de separación.
SEPARACION	14 mt para realizar la clasificación de materiales.
SEGURIDAD II	2mts antes del término de la cinta

Fuente: Manual McGraw Hill de Reciclaje

- Tornillo sin fin. Una vez son preseleccionados e inoculados los residuos, pasan por este tornillo sin fin que los transporta a una trituradora.
- Triturado: .Esta trituradora muele los residuos a un tamaño que oscila entre 2 y 2.5 cm, con unas especificaciones técnicas antes mencionadas.
- Zonas de fermentación: y estabilización. Estas zonas forman pilas estáticas con aireación forzada, donde el total de las 8 pilas con capacidad de almacenar 18 toneladas equivalentes a 90 mt³.
- Compactadora: La máquina compactadora se utiliza para prensar materiales reciclables, minimizando la repercusión de incidencias medio ambientales y sanitarias por el almacenamiento de dichos residuos, los materiales a compactar: plástico, cartón, papel, aluminio, etc.

- Bodega de almacenamiento. La bodega de almacenamiento donde se permite acopiar los residuos sólidos provenientes de los procesos llevados en la planta de tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos antes de ser comercializados.

8.9.3. Planta de personal

La operación de la planta deberá contar con personal en las diferentes áreas de trabajo, tanto como administrativo y operativo.

Tabla 16. Personal estimado en la planta de tratamiento de los residuos sólidos del municipio de Suratá.

DESCRIPCIÓN DE LAS AREAS	TOTAL PERSONAL
AREA ADMINISTRATIVA:	
Administrador de la planta de Residuos sólidos del municipio de Suratá	1
AREA OPERATIVA:	
Operario selección de residuos en la banda transportadora	2
Operación molino triturador	1
Operador residuos voluminosos compactador	1
Personal de vigilancia	1
Personal almacén	1
TOTAL	7

Fuente: Elaboración propia

8.10. Organigrama de personal

Gráfico 21. Organigrama



Fuente: Elaboración Propia

8.11. Obras Físicas

Las obras físicas necesarias para la optimización de la planta de tratamiento de residuos sólidos de acuerdo al flujo de los procesos definidos anteriormente.

Además como su operación es necesario que los nuevos diseños cumplan con los requerimientos técnicos y ambientales vigentes, dispuestos por el ministerio de medio ambiente y desarrollo territorial y la autoridad ambiental.

Las obras físicas necesarias se listan a continuación:

- Construcción de cubierta
- Construcción y adecuación de bases para el montaje de maquinaria

Estas son algunas de las obras físicas contempladas para la optimización de la planta, esto permite tener un primer nivel de aproximación a un costo de construcción y mejoras que se necesitarán más adelante para realizar algunos cálculos de los indicadores de rentabilidad.

9. ESTUDIO DE MERCADO.

Este capítulo comprende el análisis de la oferta, demanda, análisis de precios, proyecciones y canales de distribución de los materiales aprovechados y tratados en la planta del municipio de Suratá.

La Política Nacional de Residuos Sólidos tiene como objetivo fundamental impedir o minimizar de la manera más eficiente los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente, en especial minimizar la cantidad o la peligrosidad de los sitios de disposición final. Para ello establece como prioridad la minimización de la cantidad de residuos que se generan, el aumento del aprovechamiento racional de los residuos generados, así como el mejoramiento de los sistemas de eliminación, tratamiento y disposición final de residuos.

Por tal motivo es necesaria la utilización de los métodos de reciclaje y aprovechamiento luego de una selección de residuos para su posterior comercialización.

Dentro de los elementos que en los últimos años ha tenido un auge importante y masificación está el plástico; el reciclaje de PET se está proyectando como parte fundamental del boom ambiental que se vive actualmente y con esto, se está convirtiendo en una de las mayores oportunidades de negocios para toda la industria del plástico.

A pesar de que se exalta la reciclabilidad del PET como uno de sus más preciados beneficios, para la mayoría de los mercados la cantidad de material que va a parar a un relleno sanitario o vertedero aún supera a la cantidad que se recicla; por ejemplo, Japón, el país más avanzado en este campo, registró una tasa de reciclaje de botellas de PET (volumen total de recolección/volumen de botellas

vendidas) de 77,9 % en 2009, según datos del Consejo de Reciclaje de Botellas de PET de ese país. Por su parte, Europa tiene cifras consolidadas de 48,3%, de acuerdo con la Asociación Europea de Reciclaje de Contenedores de PET (Petcore), y Estados Unidos de 28%, según la Asociación de Resinas de PET (Petra). Brasil es el líder con una tasa de 55,6%, seguido por Argentina con 34%, según reportes de la Asociación Brasileña de la Industria del PET (Abipet).

Tabla 17. Porcentaje de residuos en provincia soto

ITEM	PORCENTAJE (%)
ORGÁNICOS	23%
INERTES	65%
RECICLABLES	12%
PELIGROSOS	0.1%
TOTAL	100

Fuente: elaboración propia.

Estos datos son tomados directamente de los PGIRS de cada municipio en estudio de la Provincia de Soto en Santander. A pesar de las campañas y programas de separación en la fuente diseñados por la alcaldía municipal de Suratá Santander se detecta que no se tienen claros los conceptos y por esta razón algunos elementos que antes estaban clasificados como reciclables se convierten en orgánicos e inertes por la mezcla de productos ocasionando una disminución del material aprovechable.

Se obtienen datos donde se muestra el estado de la planta de tratamiento de residuos sólidos del municipio de Suratá.

Tabla 18. Estado Planta Suratá 2008

Planta	Residuos Recibidos en planta(Ton/mes)	Orgánicos Separados (Ton/mes)	Reciclables Separados (Ton/mes)	Total residuos Aprovechados (Ton/mes)	% (Aprovechados / Re-cibidos en planta)	Rendimiento Humus y/o Compost	Cantidad Residuos Organicos que van a Procesamiento (Ton/Mes)
Suratá	24	12	1,9	13,9	58,00%	42%	16

FUENTE: Información remitida por los prestadores del servicio para el informe del Diagnóstico Sectorial de Plantas de Aprovechamiento de Residuos Sólidos. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Bogotá, Marzo de 2008.

Según esta tabla se puede observar que el 58% de los residuos recibidos al final de pasar por la planta son tratados, aprovechados y comercializados.

Los elementos y materiales reciclables que salen al final del proceso tales como vidrio, papel, cartón, plástico, metales entre otro, son aprovechables económicamente y son comercializados en el mercado, estos son trasladados a la ciudad de Bucaramanga, ciudad más cercana para la distribución de estos debido a la falta de industrialización del municipio de Suratá y municipios aledaños; estos son almacenados hasta tener una gran cantidad que puedan ser vendidos a la industria. Se obtienen datos del mercado local.

De acuerdo a estudio de la superintendencia de servicios públicos se determinó que de la venta de los materiales aprovechables es de donde obtienen sus ingresos los cuales están representados en la siguiente tabla.

Tabla 19. Participación de cada material aprovechable en los Ingresos – consolidado

Material	Ingresos por material / Ingresos por venta de material (%)
Compost	27%
Vidrio	16%
Plástico	38%
Papel	3%
Cartón	2%
Chatarra	9%
Aluminio	4%
Cobre	1%

Fuente: diagnóstico sectorial plantas de aprovechamiento de residuos sólidos, SSPD.

Se nota que la mayoría de los ingresos en la planta están dados por el plástico y el compost, teniendo una particularidad este último, se realiza la venta de manera informal al sector agropecuario y población en general, sin ningún tipo de registro o certificado por parte de las entidades agrícolas competentes. El ICA cuenta con requisitos para expedir certificados de calidad del compost (Resolución 0375 de 2004 – Registro ICA) que aseguren que su uso es inocuo. El precio de venta más común de los productos orgánicos corresponde entre \$8000 y \$12000 el bulto (cada bulto oscila entre 30 y 40kg).

Para el mercado local se obtiene una tabla de precios aproximados.

Tabla 20. Precios ponderados en mercado de Bucaramanga

Productos	Valor Kilo (\$)
Cartón	110
Aluminio	1700
Cobre	10800 *
Vidrio	45
Plástico	450
Papel	60
Chatarra	400
Archivo	350

Fuente: Elaboración Propia

Nota: * El cobre es uno de los materiales que fluctúa en el precio diariamente.

9.1. Densidad de los residuos sólidos

El volumen medio de recolección en el origen hasta los dispositivos de recepción en la planta para su tratamiento y aprovechamiento se debe tener en cuenta: La clase de residuo, su densidad y su capacidad de compresión. Esta última permite mayor transporte de residuos y de esta forma optimizar los costos derivados de esta operación debido a que aumenta la relación ton/km (peso transportado por kilo recorrido).

La densidad según el autor George Tchobanoglous¹³ en origen varía desde 80 kg/m³ hasta 250 kg/m³ en volqueta recolectora, con este dato es posible determinar los sistemas de transporte y compactación que se ajustan a los costos.

¹³Tchobanoglous, George et al. Gestión Integral de Residuos Sólidos. España: McGraw Hill, 1994.

9.2. Producción Per Cápita de residuos sólidos de la Provincia de Soto.

A continuación se muestra la producción promedio diaria por persona de los municipios.

La producción per cápita, se define como la cantidad generada de residuos por habitante por día (Kg / (hab x día)).

Hay conceptos que constituyen el vocabulario esencial para presentar y analizar información referente a la generación de residuos, por ejemplo la producción per cápita, densidad del residuo, porcentaje de un material con respecto al total de los residuos, etc. A continuación se detallan algunas de estas definiciones y términos comúnmente utilizados en los cálculos y presentación de datos¹⁴ :

$$\text{ProduccionPercapita} = \text{Cantidad Diaria Residuos Generados por Hab} \left(\frac{\text{KG}}{\text{Dia}} \right)$$

Población atendida por el servicio de recolección = Habitantes

$$\text{Produccion Diaria Percapita Promedio} = \frac{\text{Kg}}{\text{Dia}} * \text{Habitante}$$

$$\text{PPC} = \frac{\text{Kg Recolectados}}{\# \text{ de Habitantes}} = \frac{\text{Kg/Dia}}{\text{Habitantes}} \times 100$$

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso del Material}}{\text{Volumen que ocupa el material}} \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Porcentaje Peso Material (\%)} = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Peso total de los residuos}} \frac{\text{Kg}}{\text{Kg}} \times 100$$

¹⁴ Aspectos Generales de Residuos Sólidos, Darío Sbarato

Los métodos utilizados para estimar la PPC (numero de cargas, peso – volumen y balance de masas) tienen en cuenta la cantidad de residuos generados por día y el número de habitantes del área en estudio.

Se han establecido valores típicos de PCC para Colombia (ver la tabla 21), pueden ser utilizados como datos bibliográficos cuando no se cuenta con la información necesaria para su determinación.

Tabla 21. Valores típicos de PPC (kg/ (hab x día) para municipios Colombianos

Nivel de Complejidad	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Promedio
Bajo	0.30	0.75	0.45
Medio	0.30	0.95	0.45
Medio Alto	0.30	1.00	0.53
Alto	0.44	1.00	0.79

Fuente:(GIIAUD)

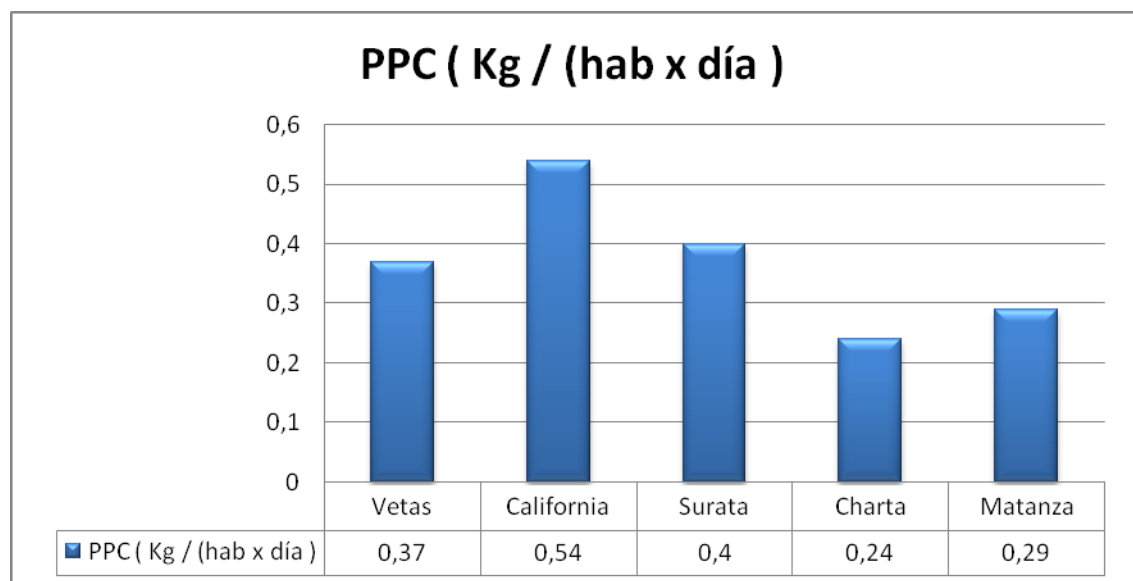
En la tabla 21. Se presentan los resultados del estudio realizado, donde se puede observar la producción per cápita de los municipios de Soto.

Tabla 22. Producción per cápita por habitante para los municipios en estudio.

Nombre del municipio	PPC (Kg / (hab x día).
Vetas	0,37
California	0,54
Suratá	0,40
Charta	0,24
Matanza	0,29
TOTAL	1,84

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 22. Resumen Producción per cápita municipio Soto



Fuente: Elaboración Propia.

Realizando un análisis, se puede afirmar que la producción de residuos sólidos está íntimamente relacionada con el crecimiento poblacional debido al fenómeno de la llegada de más multinacionales a la provincia o simplemente el crecimiento de las actividades mineras.

El gobierno nacional por intermedio del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, ha emprendido un plan para la puesta en marcha de la política de promover proyectos de producción limpia , mercados verdes hacia un desarrollo sostenible al utilizar eficientemente los recursos naturales con la mínima afectación al medio ambiente y a la salud humana.

9.3. Análisis de la demanda de la etapa de aprovechamiento y/o tratamiento.

Está determinada por la cantidad de residuos sólidos de cada uno de los municipios de la Provincia de Soto, en estudio.

La caracterización señala qué porcentaje de los residuos representan la materia orgánica presente en los residuos urbanos, así como la cantidad de cada uno de los residuos inorgánicos reciclables y los inertes.

Es importante dejar nota que existe una población flotante, debido a la actividad minera que se desarrolla en los municipios de Vetas y California.

Estimar la demanda de aprovechamiento de los residuos inorgánicos es más complejo, en principio habría que realizar una caracterización de los residuos más en detalle por producto que pudiera reciclarse, (papel blanco, plástico tipo PET, cartón, botellas de vidrio, metales, etc.), estableciendo qué porcentaje de lo inorgánico representan estos productos reciclables.

Se presenta en la tabla 23, el resumen de producción de residuos sólidos aprovechados.

Tabla 23. Demanda de Aprovechamiento

M/pio	Generación de residuos (kg/mes)	Generación total de residuos orgánicos (42%) (kg/mes)	Merma de compost (20%) percolado (kg/mes)	Generación total de residuos orgánicos (kg/mes)	Generación total de residuos inorgánicos (kg/mes)	Generación total de residuos inorgánicos aprovechables (58%) (kg/mes)	Generación total de residuos inorgánicos no aprovechables (42%) (kg/mes)
Vetas	12747	5353,74	1070,74	4282,99	7396,26	4288,09	3105,16
California	15500	6510	1302	5208	8990	5214,2	3775,8
Suratá	11375	4777,5	955,5	3822	6597,5	3826,55	2770.95
Charta	983	2986,2	597,24	2388,9	4123,7	2391,80	1731,99
Matanza	18560	7795,2	1559,04	6236,16	10724,8	6243,58	4521,21
TOTAL	65.292	27.423	5.485	21.938	37.869	21.964	15.905

Fuente: Elaboración Propia

Se presenta en las siguientes tablas el resumen de la producción promedio mensual y anual proyectada de los residuos sólidos de los municipios de la Provincia de Soto, que iría a recibir la planta de tratamiento y aprovechamiento del municipio de Suratá.

Se presenta en la tabla 24, el resumen de producción promedio de residuos sólidos de forma mensual. Se evidencia una producción de 65,29 toneladas mensuales.

Tabla 24. Resumen de producción promedio de residuos sólidos mensuales

Suscriptor	Promedio toneladas mes	Orgánicos	Reciclables	Inertes
Vetas	12,75	5,35	4,28	3,10
California	15,50	6,5	5,21	3,77
Suratá	11,37	4,7	3,82	2,77
Charta	7,11	2,98	2,39	1,73
Matanza	18,56	7,79	6,24	4,52
TOTAL	65,29	27,42	21,96	15,90

Fuente: Elaboración Propia

Se presenta en la tabla 25, el resumen de producción promedio de residuos sólidos de forma Anual. Se evidencia una producción de 783,48 toneladas

Tabla 25. Resumen de producción promedio de residuos sólidos Anuales.

Suscriptor	Promedio toneladas/año	Orgánicos (Ton/Año)	Reciclables (Ton/Año)	Inertes (Ton/Año)
Vetas	153	64,2	51,36	37,2
California	186	78	62,52	45,24
Suratá	136,44	56,4	45,84	33,24
Charta	85,32	35,76	28,68	20,76
Matanza	222,72	93,48	74,88	54,24
TOTAL	783,48	329,04	263,52	190,8

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se presenta una proyección de la generación de residuos sólidos totales del estudio en función de la producción promedio diaria por persona y el crecimiento de la población estimado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Los datos utilizados para la proyección se muestran en la tabla No. 26

Tabla 26. Datos utilizados para la proyección

Tasa de crecimiento poblacional promedio.	1.09%
Producción per cápita promedio en kg/habitante/día	0,36
No. Habitantes promedio provincia año 2011	6.059

Fuente Elaboración Propia

La proyección se establece para un horizonte de 10 años y teniendo un valor PCC promedio de 0,36 de la tabla No27. La siguiente es la proyección de residuos sólidos que va recibir la planta de tratamiento y aprovechamiento del municipio de Suratá.

Tabla 27. Proyección de generación de residuos sólidos totales del estudio.

Año	PCC en kg/hab/diaria	No. Habitantes	Producción diaria (ton/día)	Producción Anual (ton/año)
2011	0,36	6059	2,18	783,50
2012	0,36	6125	2,20	793,80
2013	0,36	6192	2,23	802,48
2014	0,37	6259	2,31	833,69
2015	0,37	6328	2,34	842,88
2016	0,38	6396	2,43	874,97
2017	0,38	6466	2,45	884,54
2018	0,38	6537	2,48	894,26
2019	0,39	6608	2,57	927,76
2020	0,39	6680	2,60	937,87
2021	0,40	6753	2,70	972,43

Fuente: Elaboración Propia

9.4. Determinación de flujos de entradas y salida de la planta

Como datos de entrada se tienen las toneladas de residuos sólidos depositadas en la PTRS, y como salidas se tienen el Compost, abono líquido, material reciclable y material inerte.

La tabla No. 28 muestra el porcentaje de residuos sólidos a recibir por municipio.

Tabla 28. Relación Porcentual de entradas- producción de residuos

ENTRADAS			
Residuos Recibidos	Porcentaje (%)	Cantidad (Ton/mes)	Cantidad (Ton/Año)
Vetas	19,52 %	12,74	152,88
California	23,74 %	15,50	186
Suratá	17,42 %	11,37	136,44
Matanza	10,89 %	7,11	85,32
Charta	28,43 %	18,56	222,72
Total	100 %	65,30	783,36

Fuente: Elaboración propia

La tabla siguiente permite identificar que una vez obtenidos los residuos orgánicos, que son el 42% del total de residuos sólidos, y se puede aprovechar un setenta y cinco por ciento (75%) de la totalidad de los residuos sólidos generados en la Provincia de Soto, es decir se les realiza tratamiento y aprovechamiento a 49.387 kg/mensuales del total de 65.292 kg/mes que se recibirían en la planta.

Tabla 29. Promedio de Producción mensual

Residuos sólidos (kg/mes)	Residuos orgánicos (kg/mes)	Percolados Merma (20%)	Material Orgánico compost	Material Inorgánico	Material Aprovechable	Material Inerte
65.292	27.423	5.485	21.938	37.869	21.964	15.905

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla No. 30 se muestra el promedio de la producción Anual de los residuos sólidos en toneladas.

Tabla 30. Promedio de Producción Anual

Residuos sólidos (ton/anual)	Residuos orgánicos (ton/anual)	Percolados Merma (20%)	Material Orgánico compost	Material Inorgánico	Material Aprovechable	Material Inerte
783,504	329,076	65,820	263,256	454,428	263,568	190,860

Fuente: Propia

Se establece mediante la Tabla 31, el cálculo promedio de la producción mensual de COMPOST y PERCOLADO. Se evidencia que se producirían aproximadamente 22 toneladas de compost mensualmente.

Tabla 31. Relación porcentual de salidas o productos finales anualmente

SALIDAS			
RESIDUOS RECIBIDOS	% DEL RESULTANTE	CANTIDAD	UNIDAD
Percolados	20	5485	Litros/mes
Compost	80	21938	Kg/mes

SUBPRODUCTOS	%	Cantidad	Unidad
Cartón	20	4393	Kg
Aluminio	4	879	Kg
Cobre	1	132	Kg
Vidrio	19	4173	Kg
Plástico	22	4832	Kg
Papel	17	3734	Kg
Chatarra	8	1258	Kg
Archivo	9	1977	Kg

Fuente: Propia

9.5. Análisis DOFA

Este análisis nos permitirá estudiar un poco más la pre-factibilidad de la optimización de la planta de tratamiento y aprovechamiento del municipio de Suratá, con base en las fortalezas y oportunidades, teniendo como referencia las amenazas y debilidades presentes en el medio de estudio.

Gráfico 23. Matriz DOFA

		INTERNO	EXTERNO
		FORTALEZA	OPORTUNIDADES
POSITIVO		<ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con una planta de tratamiento de residuos sólidos para el tratamiento y aprovechamiento en la provincia de soto. • La planta se encuentra ubicada en un punto intermedio entre los municipios de Vetas, California, Matanza y Charta. • Adopción de buenas practicas en tecnologia, apoyados por la CDMB. Se cuenta con una infraestructura administrativa Capacidad de recepción para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos. • Capacidad de almacenamiento para disminuir el transporte para su respectiva comercialización de los productos finales, recuperados o tratados. la clasificación de los residuos fortalece su fácil comercialización La salud publica se vera enormemente beneficiada 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre del relleno Sanitario del Carrasco por sentencia judicial. • Recepción de la totalidad de los residuos generados por los municipios de la provincia de soto Norte • Es una política del gobierno nacional apoyar los proyectos para el aprovechamiento de los recursos naturales y minimizar los impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud de la población. • Posicionamiento de la planta en la provincia, aumento de la comercialización de los productos finales y generación de empleo • Asociaciones estratégicas para la optimización de la planta • El proyecto en poco tiempo se convierte en auto - sostenible generando importantes ingresos producto del aprovechamiento tanto de la materia orgánica, como la materia inorgánica. • Oportunidades de negocio a todas aquellas personas que ven los residuos sólidos como materia prima y no como basura
NEGATIVO		<ul style="list-style-type: none"> • Falta de compromiso en la gestión de recursos económicos • Inversión en los elementos necesarios para su funcionamiento • Falta de compromiso y capacitación del personal operativo para el cumplimiento de metas • Los precios de los materiales recuperados son muy bajos • La dependencia de los municipios de tener que disponer los residuos sólidos en el lugar de disposición señalado 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre de la planta de tratamiento de residuos sólidos por no cumplimiento de requisitos de la autoridad ambiental • No disponibilidad de la capacidad administrativa, operativa para la recepción de los residuos sólidos para su tratamiento y aprovechamiento. • Desconocimiento en la solicitud de recursos para implementar tecnología • Viabilidad y sostenibilidad de la planta de residuos sólidos • Falla en la operación de los equipos, ya que sin estos la línea de producción de todo el proceso de selección, clasificación, transformación y aprovechamiento depende del funcionamiento de estas. • Que los precios de los materiales reciclables y transformados bajen a niveles que imposibiliten generar rentabilidad
		DEBILIDADES	AMENAZAS

Fuente: Elaboración Propia

Con este análisis estratégico se puede llegar a la conclusión parcial que la optimización de la planta de tratamiento y aprovechamiento del municipio de Suratá, sería una de las mejores alternativas para solucionar la problemática de los residuos sólidos producidos en la Provincia de Soto.

9.6. Análisis de los mercados de recuperación de residuos sólidos

En todo proyecto se debe proyectar una estimación del nivel de ventas que se tendrá por periodos de tiempo, así como los mercados posibles como locales y regionales.

La implementación de los planes de gestión integral de residuos sólidos es una de las herramientas más importantes en cada uno de los municipios para realizar y desarrollar programas que permitan el aprovechamiento de los residuos sólidos en la fuente, con el fin de llevar a la planta los residuos seleccionados de tal manera que sean aprovechados eficientemente. En las grandes ciudades existen organizaciones, empresas privadas, personas independientes que realizan labores de separación y recuperación, bajo los más simples métodos que van acopiando el material reciclable como cartón, vidrio, latas de aluminio, y papel. Por este motivo los datos de este sector industrial son desconocidos.

En estos municipios no existe una cultura clara del reciclaje, todos los residuos se recogen en un vehículo volqueta y se llevan todos a un mismo lugar.

9.7. Análisis la oferta

El punto de partida de este análisis es la determinación de la oferta optimizada, calculada bajo el supuesto que no se realizara el proyecto, por ello se le llama también, oferta en la situación del proyecto.

Partimos de los servicios físicos y humanos disponibles de la planta de tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos, o sea de la situación actual en la cual se analiza la capacidad operativa instalada de cada etapa de los procesos, considerando la vida útil del fabricante de los equipos. Tal capacidad está dada por la maquinaria y equipo de los procesos de trituración, compactación y la infraestructura.

9.8. Análisis de oferta de aprovechamiento.

Las actividades formales para realizar aprovechamiento de los productos inorgánicos reciclables y materia orgánica que es separada del total de los residuos para ser comercializada y transformada en compost y productos percolados respectivamente, bajo los procedimientos técnicos establecidos.

Para realizar la optimización de la planta de tratamiento de residuos sólidos del municipio de Surata se deberá estimar la oferta optimizada, es decir se debe calcular en que porcentaje se pueden aumentar los servicios ofrecidos, si se mejora la utilización y distribución de los servicios físicos y humanos, eliminando y/o reduciendo deficiencias en la operación de las actividades desarrolladas.

A partir del análisis de la oferta y la demanda podemos lograr conocer cuál es el déficit del servicio de recepción de los residuos sólidos de la planta, y así poder determinar cuál sería la optimización en planta a realizar.

A través del estudio de pre factibilidad para la optimización de la planta, que implica una mejora en la operación y administración para que la oferta quede en un escenario optimista.

Gráfico 24. Cálculo del Déficit



Fuente: Guía de orientación MEF

Con esta gráfica se quiere mostrar el balance entre la demanda y la oferta de los componentes que tienen que ver con el objeto de estudio.

10. ESTUDIO LEGAL

El enfoque que se ha dado a la legislación que se aplica para los residuos sólidos municipales en Colombia ha sido principalmente el de la salud pública, reflejando el desarrollo histórico de las concepciones de control del problema de los residuos sólidos en el país. Los residuos sólidos se veían históricamente como un problema sanitario que aún lo es para una gran parte de la población Colombiana, dejando en un segundo plano las preocupaciones ambientales. Los residuos sólidos, como ya se ha mencionado anteriormente, también tienen una dimensión ambiental muy clara asociada al consumo de recursos naturales por una parte, y por otra, al impacto que generan cuando son detectados indiscriminadamente.

A escala nacional, encontramos Leyes y Decretos que a continuación comentamos, pero es importante resaltar que en el ámbito municipal existe la posibilidad de legislar a través de acuerdos que impulsarían de mejor forma los programas desarrollados por la administración local y que permiten una mayor participación de la comunidad y a su vez un mejor control en el desarrollo de los mismos

- **Ley 99 de 1993.** En el año 1993 se dictó la ley 99 mediante la cual se creó el Ministerio de Medio Ambiente y se organizaron las entidades encargadas de la gestión para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables. En su artículo 1 se consagran los principios que debe seguir la política ambiental en Colombia, dentro de estos se destaca que la acción para proteger y recuperar el medio ambiente no es solo del Estado sino que debe ser un esfuerzo conjunto con la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado.

- **Decreto 2811 de 1974.** En los Artículos 34 a 38 se regula lo relacionado con el manejo de los residuos sólidos, su procesamiento, la obligación de los municipios de organizar la recolección, transporte y disposición final de basuras y establece la posibilidad de exigir el manejo de estos residuos a quien los produce. Se hace referencia a reintegrar esos materiales al proceso económico y material.
- **Ley 9 de 1999.** Esta ley es llamada Código Sanitario Nacional, y a través de ellos se dictan medidas sanitarias que complementan la regulación del medio ambiente y manejo de los recursos naturales, constituyendo la base del Derecho Sanitario, mediante el establecimiento de un ordenamiento jurídico único en tres áreas claramente definidas: Saneamiento Ambiental, Atención a las personas y Vigilancia y Control Sanitario, en el cual se regulan íntegramente todos los aspectos de orden sanitario que pueden afectar la salud individual o colectiva de la comunidad como un bien de interés público.

Esta Ley en su artículo 45 párrafo 2 define el saneamiento básico de la siguiente manera:

“Se entiende por saneamiento básico y mejoramiento ambiental la ejecución de obras de acueductos urbanos y rurales, alcantarillados, tratamientos de aguas y manejo y disposición de desechos líquidos y sólidos”.

El artículo 5 numeral 32 de la Ley 99 de 1993 establece que dentro de las funciones del MAVDT está la de promover estrategias para implantar tecnologías limpias y fomentar la descontaminación, el reciclaje y la reutilización de residuos en concertación con la industria.

El artículo 8 se refiere al plan para la Gestión de los residuos sólidos (PGIRS) que deben realizar los municipios y Distritos, con un plazo máximo de 2 años a partir de la entrada en vigencia del decreto. El programa debe estar diseñado en

armonía y coherencia con lo dispuesto en los planes y/o esquemas de ordenamiento territorial y en los planes de desarrollo de nivel municipal o a nivel departamental.

El artículo 31 de la Ley en estudio, le asigna las funciones a las Corporaciones Autónomas Regionales dentro de las cuales se encuentran la de ser la máxima autoridad ambiental dentro de su jurisdicción y, según la política del MAVDT, promover la participación comunitaria para la protección del medio ambiente, y en el numeral 11 dice que le corresponde:

“Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo y el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión e incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. Estas funciones comprenden la expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos”.

Por lo anterior, las Corporaciones son las autoridades encargadas de velar porque los recursos naturales no se vean afectados por la actividad del hombre, dentro de las cuales se encuentran el vertimiento de líquidos o la disposición de residuos sólidos en lugares no apropiados o sin las medidas necesarias para que no se vea afectado el ambiente. Ella deberá velar por la conservación de los recursos naturales, así como por imponer las sanciones a quien de alguna u otra manera los afecte con su actividad.

Por medio de esta Ley se establecen los fundamentos de la Política Ambiental Colombiana, se crea el Ministerio del Medio Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental SINA, el cual sigue el siguiente orden jerárquico descendente (Art. 1 a 4):

- Ministerio del medio ambiente.
 - Corporaciones Autónomas regionales.
 - Departamentos, Distritos o municipios.
- **Resolución 2309 de 1986.** Esta norma regula lo relacionado con los residuos especiales, entendiendo por tales los patógenos, tóxicos, combustibles, inflamables, radioactivos o volatizabas, así como lo relacionado con el manejo de los empaques y envases que los contienen.
 - **Política Nacional para la gestión Integral de Residuos, 1997.** Elaborada por el Ministerio del Medio Ambiente; contiene el diagnóstico de la situación de los residuos, los principios específicos (Gestión integrada de residuos sólidos, análisis del ciclo del producto, gestión diferenciada de residuos aprovechables y basuras, responsabilidad, planificación y gradualidad), los objetivos y metas, las estrategias, el plan de acción. Plantea como principio la reducción en el origen, aprovechamiento y valorización, el tratamiento y transformación y la disposición final controlada, cuyo objetivo fundamental es “impedir o minimizar” de la manera más eficiente, los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente que ocasionan los residuos sólidos y peligrosos, y en especial minimizar la cantidad o la peligrosidad de los que llegan a los sitios de disposición final, contribuyendo a la protección ambiental eficaz y al crecimiento económico.

- **Ley 142 de 1994.** el Congreso estableció las normas aplicables a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía fija pública básica acumulada y telefonía pública local móvil en el sector rural, los cuales definió como servicios públicos esenciales.

La ley que regula los servicios públicos domiciliarios, entre estos el de aseo, es la Ley 142 de 1994. El artículo 14 numeral 24 define lo que es el servicio público de aseo:

“Es el servicio de recolección municipal de residuos, principalmente sólidos. También se aplicará esta Ley a las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de tales residuos”.

Esta ley regula, de manera general, todo lo relacionado con los servicios públicos domiciliarios y no se enfoca específicamente en ninguno de ellos, puesto que es función del Presidente de la República, tal como lo establece el artículo 189 numeral 11 y 370 de la Constitución Política, por medio de la potestad reglamentaria dictar “con sujeción a la ley, las políticas generales de administración y control de eficiencia de los servicios públicos domiciliarios y ejercer por medio de la Superintendencia de Servicios Públicos domiciliarios, el control, la inspección, y vigilancia de las entidades que los presten”.

La Ley 142 de 1994 de régimen de servicios públicos de salud. En la exposición de motivos que dio lugar a la promulgación de esta Ley se reconoció tres criterios fundamentales:

- La calidad de vida y los niveles de salud de la población.

- La prestación eficiente de los servicios como condición necesaria para mejorar la productividad y la posibilidad de competencia, de acuerdo con las tendencias mundiales de apertura y globalización de la economía.
- El impacto de los presupuestos de inversión y en los recursos de crédito del Estado. Sobre estos criterios, se responde al logro de objetivos, como la ampliación de coberturas, la financiación, el avance en el proceso de descentralización y autonomía municipal, en la prestación de los servicios.
- De este modo la ley responde a la exigencia de la norma constitucional, al precisar los fines y alcances de la intervención del Estado en el sector de servicios públicos y dispone de mecanismos orientados al logro de cuatro grandes propósitos.
- Ampliación de coberturas especialmente deficitarias en algunas áreas como las de saneamiento básico y con bajo cubrimiento en los sectores más pobres de la población.
- Continuidad de su financiación destinando recursos para su inversión.
- Avance del proceso de descentralización y la autonomía municipal en la prestación de algunos servicios.
- Mejoramiento de la gestión de las entidades que presten el servicio.

La Ley también da cuenta de las exigencias a un replanteamiento institucional del sector de los servicios públicos.

En ella se redefine el papel de la nación para fortalecer instituciones reguladoras, cuya gestión, más allá de definir de manera aislada, esquemas tarifarios, debería orientarse al mejoramiento de la eficacia del servicio, la disminución de costos, el

repunte de productividades y en general a criterios de mercado. En los términos que se consignan en la Ley, la función reguladora ya no se entiende como ejercicio de un intervencionismo entorpecedor de la iniciativa empresarial, sino como una actividad estatal encaminada a desregular y eliminar barreras a la competencia, impedir el abuso de la posición dominante de los monopolios naturales y las prácticas discriminatorias o desleales para el competidor.

En consecuencia la aceptación del término “regular” implica determinar las normas a que debe someterse o algo con el fin de poner en regla u orden una cosa, así como ajustar el funcionamiento de un sistema a determinados fines, bien sea por comparación o deducción; las connotaciones políticas y económicas de la regulación se expresan, de una parte, en la utilización, de los instrumentos de intervención estatal previstos por el ordenamiento constitucional y jurídico, de otra, en el diseño, y aplicación de mecanismos para controlar los precios, Las tarifas, los gastos de las empresas, etc.

- **Decreto N0 0605 de 1996 (Deroga al 2104 de 1983).** En este decreto se tratan las normas sobre características y calidad de la prestación del servicio de aseo: el almacenamiento y presentación de los residuos (recipientes retornables y desechares), el establecimiento de macro rutas y microrutas para la recolección; se define las características de los vehículos transportadores de basura y los pasos a seguir para la realización de barrido y limpieza de áreas públicas. También se trata la posibilidad de establecer estaciones de transferencia y las pautas legales a seguir para ello, Deja claro que para los municipios de más de 100.000 habitantes, es obligación analizar la viabilidad de proyectos de recuperación de residuos sólidos y promover su desarrollo, si es el caso.
- **Decreto 1713 de 2002.** Considera el aprovechamiento dentro de la gestión integral de residuos sólidos como: “el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se

reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración, con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos”.

- **El Decreto 1505 de 2003** (modificatorio del Decreto 1713). Adiciona la siguiente definición para el aprovechamiento en el marco del servicio público domiciliario de aseo. “Es el conjunto de actividades dirigidas a efectuar la recolección, transporte y separación, cuando a ello haya lugar, de residuos sólidos que serán sometidos a procesos de reutilización, reciclaje o incineración con fines de generación de energía, compostaje, lombricultura o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos en el marco de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos”.

Adicionalmente en el capítulo VII del mismo decreto se establece que la separación y el aprovechamiento de los materiales contenidos en los residuos sólidos tienen como propósitos fundamentales los siguientes:

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.”

11.EVALUACIONFINANCIERA.

En el presente capítulo se realizará el análisis de pre factibilidad financiera de la Planta de Tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos del municipio de Suratá.

Los elementos financieros , se presentan retomando la información que aparece en los estudios de oferta, demanda , técnico y organizacional, para determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del estudio de pre-factibilidad para la optimización de la planta de tratamiento y aprovechamiento del municipio de Suratá.

El estudio financiero se desarrolla teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Inversión
- Costos
- Presupuesto de ingresos y Gastos
- Punto de equilibrio
- Flujo de caja proyectado
- Estado de resultados
- Balance General
- Cálculo de razones financieras

11.1. Inversiones

Los costos de inversiones hacen referencia a los recursos necesarios, desde el momento que se propone realizar la optimización de la planta de residuos sólidos del municipio de Suratá.

A continuación se describen el tipo de inversiones:

- Inversiones fijas
- Inversiones Variables
- Inversiones de capital de trabajo

11.1.1. Inversiones en activos fijos.

Estas inversiones son aquellas que se utilizarán para garantizar la operación de la planta en sus diferentes áreas como: producción, administración y ventas.

Tabla 32. Activos fijos de producción (En pesos)

No.	Maquinaria	Valor Unitario \$	Valor/Total \$	Depreciación mensual \$	Depreciación Anual \$
1	Trituradora de RSU	10.946.000	10.946.000	91.216	1.094.600
1	Prensa hidráulica	15.054.000	15.054.000	125.450	1.505.400
1	Bioreactores	20.000.000	20.000.000	166.666	2.000.000
1	Tolva	12.400.000	12.400.000	103.333	1.240.000
1	Cribadora	4.200.000	4.200.000	35.000	420.000
	Total		62.600.000	521.665	6.260.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Activo Fijo de Oficina

CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR/UNIDAD	VALOR TOTAL
2	Escritorios de oficina	260.000	520.000
1	Silla giratoria	180.000	180.000
1	Computador compaq , completo con impresora	3.950.000	3.950.000
1	Archivador de 5 compartimientos	480.000	480.000
2	Sillas de oficina	180.000	360.000
Total Activos Fijos			\$ 5.490.000

Fuente: Elaboración Propia, Cálculos efectuados por los autores

11.1.2. Inversiones Diferidas:

Se realizan sobre la compra de servicios que son necesarios para la puesta en marcha del proyecto, tales como estudio técnico, económico, jurídico, gastos de organización, gastos de montaje y puesta en marcha y gastos de capacitación del personal.

11.1.3. Capital de trabajo

Representa el capital con el cual la planta de tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos debe contar para arrancar con las operaciones y su funcionamiento ya con la optimización de la planta propuesta y atender el servicio de recepción de los residuos sólidos de los municipios de la Provincia de Soto, para atender un mes de operaciones. Además de los costos de Mano de Obra Directa, CIF Y Gastos de Administración, se cuenta con \$3.000.000 en efectivo proveniente de la unidad de servicios públicos del municipio de Suratá del cierre financiero a 31 de diciembre de 2011.

11.2. Fuentes de financiación

11.2.1. Recursos propios:

La Alcaldía del municipio de Suratá es la dueña de los terrenos, las instalaciones y la planta y equipo donde está funcionando la planta de tratamiento de residuos sólidos, pero debido a la normatividad vigente la administración y operación serán a cargo de la unidad de servicios públicos domiciliarios del municipio de Suratá con autonomía administrativa, técnica y operativa. Por lo tanto dichos bienes serán transferidos a la USP.

11.2.2. Recursos de terceros:

Los recursos más significativos del valor de la inversión del estudio se financian a través de solicitud de recursos al departamento y al fondo nacional de regalías y los aportes de las empresas mineras que operan en la región. De ser necesario en mediano plazo se utilizarán recursos de crédito.

11.3. Costos de producción

Son aquellas erogaciones necesarias para la prestación de un servicio, en este caso recibir el total de residuos sólidos generados en cada uno de los municipios de la Provincia de Soto, para ser tratados y aprovechados por la planta del municipio de Suratá de acuerdo al estudio de pre-factibilidad para la optimización de dicha planta.

- **Costos fijos:** Los costos fijos son aquellos que permanecen constantes en un periodo de tiempo sin importar que cambie el volumen de producción

o ventas para la planta de residuos sólidos de Suratá; están representados por la depreciación de la maquinaria y equipo, servicios públicos, mantenimiento de maquinaria, sueldos y administrativos.

- **Costos Variables:** Son aquellos que cambian o fluctúan en relación directa a un volumen de producción o venta determinado.
- **Costos totales:** Son aquellos que resultan de la suma de los costos fijos y los costos variables.

11.4. Costos de materia prima

La materia prima se obtiene de la venta de un servicio, por lo tanto no representa ningún costo directo.

11.5. Costos de Mano de Obra

La mano de obra se toma como un costo fijo cuando el personal está contratado directamente por la unidad de servicios públicos domiciliarios y variable cuando se tenga que contratar al personal debido a la fluctuación de la cantidad de residuos sólidos a procesar, como se espera un incremento en la oferta debido al crecimiento poblacional, se ha estimado que en el arranque de las operaciones con la optimización de la planta se requieren 7 personas.

Las obligaciones laborales de ley se calcularán en la siguiente tabla de acuerdo a lo estipulado por la ley para el año base del proyecto 2012.

Tabla 34. Nomina personal Operativo de la planta

CARGO	No. Cargos iguales	Mensual	Anual
Operador Banda Transportadora	1	566.700	6.800.400
Operador Banda Transportadora	1	566.700	6.800.400
Operador Molino	1	566.700	6.800.400
Operador Compactación	1	566.700	6.800.400
Vigilante	1	566.700	6.800.400
Almacenista	1	566.700	6.800.400
TOTAL			40.802.400

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes tres tablas se calculan las prestaciones sociales, la seguridad social y los aportes de los parafiscales del personal operativo.

Tabla 35. Gastos Prestaciones sociales

CARGO	PRIMA DE SERVICIOS	PRIMA DE VACACIONES	PRIMA DE NAVIDAD	CESANTIAS	INTERESES A LAS CESANTIAS	INDEMNIZACION DE VACACIONES	DOTACION	TOTAL PRESTACIONES
Operador Banda 1	283.350	283.350	566.700	566.700	68.004	340.020	600.000	2.708.124
Operador Banda 2	283.350	283.350	566.700	566.700	68.004	340.020	600.000	2.708.124
Operador Molino	283.350	283.350	566.700	566.700	68.004	340.020	600.000	2.708.124
Operador Compactación	283.350	283.350	566.700	566.700	68.004	340.020	600.000	2.708.124
Vigilante	283.350	283.350	566.700	566.700	68.004	340.020	600.000	2.708.124
Almacenista	283.350	283.350	566.700	566.700	68.004	340.020	600.000	2.708.124
TOTAL	\$ 1.700.100	\$ 1.700.100	\$ 3.400.200	\$ 3.400.200	\$ 408.024	\$ 2.040.120	\$ 3.600.000	\$ 16.248.744

Fuente: Propia

Tabla 36. Gastos seguridad social

CARGO	SALUD	PENSION	RIESGO PROFESIONAL	TOTAL SEGURIDAD SOCIAL	SEGURIDAD SOCIAL ANUAL
Operador Banda 1	48.170	68.004	15.414	131.588	1.579.056
Operador Banda 2	48.170	68.004	15.414	131.588	1.579.056
Operador Molino	48.170	68.004	15.414	131.588	1.579.056
Operador Compactación	48.170	68.004	15.414	131.588	1.579.056
Vigilante	48.170	68.004	15.414	131.588	1.579.056
Almacenista	48.170	68.004	15.414	131.588	1.579.056
TOTAL	\$ 289.020,00	\$ 408.024,00	\$ 92.484,00	\$ 789.528,00	\$ 9.474.336,00

Fuente: Propia

Tabla 37. Gastos aportes para fiscales

CARGO	CAJA COMPENSACION	ICBF	SENA	ESAP	MEN	TOTAL APORTES PARAFISCALES	TOTAL PARAFISCALES ANUAL
Operador Banda 1	22.668	17.001	2.834	2.834	5.667	51.004	663.052
Operador Banda 2	22.668	17.001	2.834	2.834	5.667	51.004	663.052
Operador Molino	22.668	17.001	2.834	2.834	5.667	51.004	663.052
Operador Compactación	22.668	17.001	2.834	2.834	5.667	51.004	663.052
Vigilante	22.668	17.001	2.834	2.834	5.667	51.004	663.052
Almacenista	22.668	17.001	2.834	2.834	5.667	51.004	663.052
TOTAL	\$ 136.008,00	\$ 102.006,00	\$ 17.004,00	\$ 17.004,00	\$ 34.002,00	\$ 306.024,00	\$ 3.978.312,00

Fuente: Propia

11.6. Costos indirectos de fabricación

Materiales indirectos: Los materiales indirectos utilizados son los sacos de fibra y los zunchos que serán utilizados para el embalaje de los materiales compactados y el compost resultante de los procesos de tratamiento de los residuos.

Mano de Obra indirecta: De acuerdo a los picos de producción se hará uso de mano de obra indirecta, esto para el caso de personal de transporte y embalaje.

Tabla 38. Detalle materiales indirectos

Materiales Indirectos	Cantidad	Mensual	Anual
Sacos de fibra	600 unidades	90.000	1.080.000
Zunchos	200 Mts	5.000	60.000
Total		95.000	1.140.000

Fuente: Propia

Tabla 39. Detalle de costos indirectos de fabricación.

CIF	Mensual	Anual
Lubricantes y aceites	160.000	1.920.000
Agua	3.500	42.000
Celular plan	45.000	540.000
Energía	314.032	3.768.390
Depreciaciones	521.665	6.259.992
Seguros	54.166	650.000
Fletes y transporte	150.000	1.800.000
Mantenimiento de maquinaria y equipo	60.000	720.000
Total	1.308.364	15.700.364

Fuente: Propia

- Depreciaciones: Se trata de incorporar el valor anual de la depreciación de la maquinaria y equipo que se propone para optimizar la planta, de acuerdo a las normas tributarias se fijan las pautas para la depreciación de activos fijos.
- Consumo de energía: Se refiere al costo energético generado por los motores de la maquinaria y equipo que existen actualmente en la PTRS y los nuevos que se instalarán.

Tabla 40. Consumo en kw y en peso de los motores

CONSUMO EN KW/H Y PESOS DE LOS MOTORES							
No.	Hp	Máquina	Kw/h	H/día aprox	Kw/día	Valor kw/h	Consumo/día \$
1	2	Banda transportadora	1,49	3	4,48	346,5	1550,80
1	15	Trituradora de RSU	11,19	3	33,57	346,5	11631,00
1	7.5	Prensa hidráulica	5,60	3	16,79	346,5	5815,50
1	7.5	Trituradora de RSU	5,60	3	16,79	346,5	5815,50
1	10	Bioreactores	7,46	6	44,76	346,5	15508,00
1	2	Cribadora	1,49	3	4,48	346,5	1550,80
TOTAL			33	21	121	346,5	41.872

Fuente: Propia

Los dos primeros ítems descritos en la anterior tabla, se encuentran actualmente en la PTRS, las cuales se reacondicionarán para el proceso de tratamiento de residuos sólidos. El total diario consumido equivalente en pesos es de cuarenta y un mil ochocientos setenta y dos pesos (\$ 41.872).

11.7. Gastos

11.7.1. Gastos de Administración.

Se encuentra dentro de este grupo los gastos de personal, la amortización de los diferidos, depreciaciones y gastos generales. Para estas erogaciones, se aplica el mismo concepto de los costos, en cuanto al IPC y el incremento salarial. Se detallan así:

Tabla 41. Estructura de compensaciones para los Gastos de personal.

CARGO	No. Cargos iguales	Mensual	Anual
Administrador de la planta	1	800.000	9.600.000
Total	1	800.000	9.600.000

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes tres tablas se calculan las prestaciones sociales, la seguridad social y los aportes de los parafiscales del personal administrativo.

Tabla 42. Gastos Prestaciones sociales

CARGO	PRIMA DE SERVICIOS	PRIMA DE VACACIONES	PRIMA DE NAVIDAD	CESANTIAS	INTERESES A LAS CESANTIAS	INDEMNIZACION DE VACACIONES	DOTACION	TOTAL PRESTACIONES
Administrador	400.000	400.000	800.000	800.000	96.000	480.000	0	2.976.000

Fuente: Propia

Tabla 43. Gastos seguridad social

CARGO	SALUD	PENSION	RIESGO PROFESIONAL	TOTAL SEGURIDAD SOCIAL	SEGURIDAD SOCIAL ANUAL
Administrador	68.000	96.000	21.760	185.760	2.229.120

Fuente: Propia

Tabla 44. Gastos aportes para fiscales

CARGO	CAJA COMPENSACION	ICBF	SENA	ESAP	MEN	TOTAL APORTES PARAFISCALES	TOTAL PARAFISCALES ANUAL
Administrador	32.000	24.000	4.000	4.000	8.000	72.000	936.000

Fuente: Propia

En la siguiente tabla se muestra el cálculo de la depreciación de los bienes correspondientes al área administrativa.

Tabla 45. Detalle de depreciaciones.

CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR DE COMPRA	VIDA UTIL	DEPRECIACION MENSUAL	DEPRECIACION ANUAL
2	Escritorios de oficina	260.000	10	4333	52.000
1	Silla giratorias	180.000	10	1500	18.000
1	Computador compaq , completo con impresora	3.950.000	5	65833	790.000
1	Archivador de 5 compartimientos	480.000	10	4000	48.000
2	Sillas de oficina	180.000	10	3000	36.000
Total					944.000

Fuente: Propia

Las depreciaciones se han calculado por el método de línea recta teniendo en cuenta una vida útil de 10 años para los muebles, enseres y equipos de oficina y de 5 años para los equipos de computación.

11.7.2. Gastos Generales

Se encuentra dentro de este grupo los gastos de personal, la amortización de los diferidos, depreciaciones y gastos generales. Para estas erogaciones, se aplica el mismo concepto de los costos, en cuanto al IPC y el incremento salarial. Se detallan así:

Tabla 46. Detalle gastos generales

Gastos Generales	Mensual	Anual
Papelería y útiles de oficina	40.000	480.000
Correo y portes	12.000	144.000
Elementos de aseo	15.000	180.000
Total	67.000	804.000

Fuente: Propia

11.8. Presupuesto de Ingresos

Como datos de entrada se tienen las toneladas de residuos sólidos depositadas en la PTRS y como salidas se tienen el Compost, abono líquido, material reciclable y material inerte.

Tabla 47. Relación Porcentual de entradas- producción de residuos

ENTRADAS					
Residuos Recibidos	Porcentaje (%)	Cantidad (Ton/mes)	Valor tonelada	Valor entrada mensual	Valor entrada Anual
Vetas	19,52 %	12,74	35.000	445.900	5.350.800
California	23,74 %	15,51	35.000	542.500	6.514.200
Suratá	17,42 %	11,37	35.000	397.950	4.775.400
Charta	10,89 %	7,11	35.000	248.850	2.986.200
Matanza	28,43 %	18,56	35.000	649.600	7.795.200
Total		65,29			27.421.800

Fuente: Propia

La tabla siguiente permite identificar que una vez obtenidos los residuos orgánicos, que son el 42% del total de residuos sólidos, y se puede aprovechar un setenta y cinco por ciento (75%) de la totalidad de los residuos sólidos generados en la Provincia de Soto, es decir se les realiza tratamiento y aprovechamiento a 49.387 kg/mensuales del total de 65.292 kg/mes que se recibirían en la planta.

Tabla 48. Promedio de Producción mensual

Residuos sólidos (kg/mes)	Residuos orgánicos (kg/mes)	Percolados Merma (20%)	Material Orgánico Compost	Material Inorgánico	Material Aprovechable	Material Inerte
65.292	27.423	5.485	21.938	37.869	21.964	15.905

Fuente: Propia

Mediante este resumen se establece el cálculo promedio de la producción mensual de COMPOST y PERCOLADO. Se evidencia que se producirían aproximadamente veintidós 22 toneladas de compost mensualmente.

Tabla 49. Relación porcentual de salidas o productos finales

SALIDAS			
RESIDUOS RECIBIDOS	% DEL RESULTANTE	CANTIDAD	UNIDAD
Percolados	20	5485	Litros/mes
Compost	80	21938	Kg/mes

SUBPRODUCTOS	%	Cantidad	Unidad
Cartón	20	4393	Kg
Aluminio	4	879	Kg
Cobre	1	132	Kg
Vidrio	19	4173	Kg
Plástico	22	4832	Kg
Papel	17	3734	Kg
Chatarra	8	1258	Kg
Archivo	9	1977	Kg

Fuente: Propia

En base a los valores dados por el mercado actual del área de reciclaje, compostaje y ventas de percolado, se identifican a continuación, los ingresos por las ventas de estos productos, concluyendo que mensualmente se tendrá un ingreso de Siete millones seiscientos cuarenta y nueve mil ochocientos sesenta y tres pesos (\$7.649.863).

Tabla 50. Ingresos totales por venta de productos finales

Producto	Cantidad promedio mensual	Envase-embalaje	Unidad	Valor unidad peso	Cantidad promedio Anual	Valor mensual	Valor Anual
Percolados	5485	Tanque 20	Litros	15.000	65820	4.113.750	49.365.000
Compost	21938	Bultos de 40	Kilos	8000	263256	4.387.600	52.651.200
Cartón	366	Prensado	Kg	110	4392	40.260	483.120
Aluminio	73	Bultos	Kg	1700	876	124.100	1.489.200
Cobre	11	Bultos	Kg	10800	132	118.800	1.425.600
Vidrio	348	Bultos	Kg	45	4176	15.660	187.920
Plástico	403	Prensado	Kg	450	4836	181.350	2.176.200
Papel	312	Prensado	Kg	60	3744	18.720	224.640
Chatarra	105	Prensado	Kg	400	1260	42.000	504.000
Archivo	165	Prensado	Kg	350	1980	57.750	693.000
Total						9.099.990	109.199.880
Recepción RSD	65,29		Ton	35000	783,48	2.285.150	27.421.800
TOTAL DE INGRESOS							136.621.680

Fuente: Propia.

11.9. Presupuesto de Gastos.

Corresponde a los valores que ocasionan egresos a la planta, estos están conformados por los costos y gastos administrativos. (Ver tabla 51).

Tabla 51. Presupuesto de gastos

Concepto	Mensual	Anual
Materiales Directos	0	0
Mano de obra directa	5.212.269	62.547.227
Costos indirectos de fabricación	1.308.364	15.700.364
Sub-total egresos por costos	6.520.633	78.247.592
Gastos de administración	1.234.427	14.813.120
Gastos Generales	67.000	804.000
Total Gastos	7.822.059	93.864.712

Fuente: Propia

11.10. Punto de equilibrio

Es el nivel en el cual las ventas generan los ingresos suficientes para cubrir los costos y gastos y de esta forma no tener ni excedentes, ni déficit. Se calcula teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{\text{Costos Fijos}}{\text{Precio de Venta Unitario} - \text{Costo Variable Unitario}}$$

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{\text{Costos Fijos}}{1 - \frac{\text{Costo Variable Total}}{\text{Ventas Totales}}}$$

$$\text{PE} = \frac{\text{CF}}{1 - \frac{\text{CVT}}{\text{VT}} \#}$$

Tabla 52. Resumen de costos

	Costos fijos	Costos variables	Costos totales
Materiales	0	1.140.000	1.140.000
Mano de obra	76.416.347	0	76.416.347
CIF	1.232.000	14.468.364	15.700.364
TOTALES	77.648.348	15.608.364	93.256.712

Fuente: Propia

Tabla 53. Proyección del punto de equilibrio

Producto	% de participación costos	Costo fijo	Costo variable	Cantidad promedio	Ventas	Punto de equilibrio
Percolados	20	15.529.670	3.121.673	274	49.365.000	16.578.006
Compost	40	31.059.339	6.243.346	548	52.651.200	35.237.817
Cartón	8	6.211.868	1.248.669	4393	483.120	-3.920.163
Aluminio	3	2.329.450	468.251	879	1.489.200	3.397.836
Cobre	2	1.552.967	312.167	132	1.425.600	1.988.364
Vidrio	8	6.211.868	1.248.669	4173	187.920	-1.100.481
Plástico	8	6.211.868	1.248.669	4832	2.176.200	14.574.465
Papel	4	3.105.934	624.335	3734	224.640	-1.745.625
Chatarra	4	3.105.934	624.335	1258	504.000	-13.008.654
Archivo	3	2.329.450	468.251	1977	693.000	7.182.717

Fuente: Propia

Se puede analizar que durante el desarrollo de la investigación, las ventas de vidrio no alcanzan a cubrir los costos que le pertenecen, pero cabe considerar que la planta no puede desconocer dichos residuos ya que estos hacen parte dentro de los programas integrales de residuos sólidos, que está encaminado al desarrollo social y ambiental en la búsqueda de una mejor calidad de vida, ya que iría en contra del medio ambiente no recibir este tipo de desechos.

11.11. Flujo de caja proyectado

Se realizó con base en la información suministrada en los numerales anteriores y se proyecta a cinco años, teniendo en cuenta el IPC y el incremento salarial, indicados con anterioridad

Tabla 54. Flujo de caja proyectado

Concepto	Año cero (2011)	2012	2013	2014	2015	2016
INVERSIONES FIJAS						
Maquinaria y equipo	62.600.000					
Equipos de oficina	1.540.000					
Equipos de computo	3.950.000					
CAPITAL DE TRABAJO						
Efectivo	3.000.000					
Mano de obra directa	62.547.227					
CIF	15.700.364					
Gastos generales	804.000					
Gastos de administración	14.813.120					
INVERSIÓN TOTAL	164.834.729					
Ingresos por ventas		136.621.680	151.774.424	157.086.529	162.584.558	168.275.017
(-) egresos por ventas		-94.884.729	-98.205.695	-101.642.894	-105.200.395	-108.882.409
Flujo de caja		51.757.227	53.568.730	55.443.635	57.384.163	59.392.608
(+) Depreciaciones		6.682.327	6.916.208	7.158.276	7.408.815	7.668.124
TOTAL FLUJO DE CAJA NETO		58.439.554	60.484.938	62.601.911	64.792.978	67.060.732

Fuente: Propia

Tabla 55. Estado de costos Proyectados.

ESTADO DE COSTOS PROYECTADO

		3,5	4	4,5	5
CONCEPTO	2011	2012	2013	2014	2015
MANO DE OBRA DIRECTA					
Operario selección de residuos en la banda transportadora	10.424.538	10.789.397	11.167.026	11.557.871	11.962.397
Operario selección de residuos en la banda transportadora	10.424.538	10.789.397	11.167.026	11.557.871	11.962.397
Operación molino triturador	10.424.538	10.789.397	11.167.026	11.557.871	11.962.397
Operador residuos voluminosos compactado	10.424.538	10.789.397	11.167.026	11.557.871	11.962.397
Personal de vigilancia	10.424.538	10.789.397	11.167.026	11.557.871	11.962.397
Personal almacén	10.424.538	10.789.397	11.167.026	11.557.871	11.962.397
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA	62.547.227	64.736.380	67.002.154	69.347.229	71.774.382
		0	0	0	0
Costos indirectos de fabricación		0	0	0	0
MATERIALES INDIRECTOS		0	0	0	0
Zunchos	60.000	62.100	64.274	66.523	68.851
Sacos de fibra	1.080.000	1.117.800	1.156.923	1.197.415	1.239.325
TOTAL MATERIALES INDIRECTOS	1.140.000	1.179.900	1.221.197	1.263.938	1.308.176
		0	0	0	0
MANO DE OBRA INDIRECTA	13.869.120	14.354.539	14.856.948	15.376.941	15.915.134
TOTAL MANO DE OBRA INDIRECTA	13.869.120	14.354.539	14.856.948	15.376.941	15.915.134
		0	0	0	0
CIF		0	0	0	0
Lubricantes y aceites	1.920.000	1.987.200	2.056.752	2.128.738	2.203.244
Agua	42.000	43.470	44.991	46.566	48.196
Celular plan	540.000	558.900	578.462	598.708	619.662
Energía	3.768.385	3.900.278	4.036.788	4.178.076	4.324.308
Depreciaciones	6.259.980	6.479.079	6.705.847	6.940.552	7.183.471
Seguros	650.000	672.750	696.296	720.667	745.890
Fletes y transporte	1.800.000	1.863.000	1.928.205	1.995.692	2.065.541
Mantenimiento de maquinaria y equipo	720.000	745.200	771.282	798.277	826.217
Total CIF	15.700.365	16.249.878	16.818.623	17.407.275	18.016.530
		0	0	0	0
COSTOS TOTALES	93.256.712	96.520.697	99.898.922	103.395.384	107.014.222

Tabla 56. Estado de resultados proyectado.

CONCEPTO	2011	2012	2013	2014	2015
INGRESOS					
ingresos por ventas	136.621.680	141.403.439	146.352.559	151.474.899	156.776.520
(-) costos de producción	93.256.712	96.520.697	99.898.921	103.395.383	107.014.222
UTILIDAD BRUTA	43.364.968	44.882.742	46.453.638	48.079.516	49.762.299
		0	0	0	0
(-) GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS		0	0	0	0
Gastos de personal	13.869.120	14.354.539	14.856.948	15.376.941	15.915.134
Depreciaciones	944.000	977.040	1.011.236	1.046.630	1.083.262
Gastos generales	804.000	832.140	861.265	891.409	922.608
		0	0	0	0
UTILIDAD OPERACIONAL ANTES IMPUESTOS	27.747.848	28.719.023	29.724.189	30.764.535	31.841.294
Provisión impuestos de renta y complementarios	0	0	0	0	0
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO	27.747.848	28.719.023	29.724.189	30.764.535	31.841.294
Reserva legal 10%	2.774.785	2.871.902	2.972.419	3.076.454	3.184.129
Reserva para compra de equipos 20%	5.549.570	5.743.805	5.944.838	6.152.907	6.368.259
Reserva de seguridad social 10%	2.774.785	2.871.902	2.972.419	3.076.454	3.184.129
UTILIDAD NETA POR DISTRIBUIR	16.648.709	17.231.414	17.834.513	18.458.721	19.104.776

Fuente: Propia

Tabla 57. Balance General.

CUENTA	2011	2012	2013	2014	2015
1. ACTIVO	63.886.008	66.122.018	68.436.289	70.831.559	73.310.664
ACTIVO CORRIENTE	3.000.000	3.105.000	3.213.675	3.326.154	3.442.569
Disponible	3.000.000	3.105.000	3.213.675	3.326.154	3.442.569
Caja	100.000	103.500	107.123	110.872	114.752
Bancos	2.900.000	3.001.500	3.106.553	3.215.282	3.327.817
ACTIVO NO CORRIENTE	60.886.008	63.017.018	65.222.614	67.505.405	69.868.095
ACTIVOS FIJOS	60.886.008	63.017.018	65.222.614	67.505.405	69.868.095
Maquinaria y equipo	62.600.000	64.791.000	67.058.685	69.405.739	71.834.940
Muebles y enseres	1.540.000	1.593.900	1.649.687	1.707.426	1.767.185
Equipos de computo	3.950.000	4.088.250	4.231.339	4.379.436	4.532.716
Depreciaciones Acumuladas	-7.203.992	-7.456.132	-7.717.096	-7.987.195	-8.266.747
		0	0	0	0
2. PASIVO	3.000.000	3.105.000	3.213.675	3.326.154	3.442.569
PASIVO CORRIENTE	3.000.000	3.105.000	3.213.675	3.326.154	3.442.569
Impuestos , grávame, tasas	3.000.000	3.105.000	3.213.675	3.326.154	3.442.569
3. PATRIMONIO	54.801.853	56.719.918	58.705.115	60.759.794	62.886.387
Capital social	22.997.901	23.802.828	24.635.926	25.498.184	26.390.620
reserva legal	3.788.811	3.921.419	4.058.669	4.200.722	4.347.747
reserva compra equipo	7.577.621	7.842.838	8.117.337	8.401.444	8.695.495
reserva seguridad social	3.788.811	3.921.419	4.058.669	4.200.722	4.347.747
utilidad o perdida	16.648.709	17.231.414	17.834.513	18.458.721	19.104.776
TOTAL PASIVO Y PAT	57.801.853	59.824.918	61.918.790	64.085.947	66.328.956

Fuente: Propia.

11.12. Evaluación Económica

Con esta evaluación se identificarán los impactos del proyecto y bienestar socio económico de la población en general, los beneficios recibidos se determinarán en impactos positivos junto con la colaboración de la comunidad. El manejo de los residuos sólidos que incluye desde la recolección, hasta el tratamiento, aprovechamiento y disposición final, tiene importancia ambiental, social, cultural, económica y de gran significancia para la salud de la población de los municipios que integran la Provincia de Soto , departamento de Santander.

11.12.1. Generación de Empleo

Con la implementación de la optimización de la planta de tratamiento de residuos sólidos se generan empleos directos e indirectos debido a la operación de maquinaria nueva y procesos que complementan la producción.

11.12.2. Desarrollo Regional.

Con este estudio se contribuye al desarrollo regional de la Provincia de Soto, solucionando la problemática de los residuos sólidos que se generan en los municipios de Vetas, California, Suratá, Charta y Matanza, para ser llevados a la planta de tratamiento y aprovechamiento del municipio de Suratá.

Para el municipio de Suratá y la unidad de servicios públicos domiciliarios, representa una oportunidad excelente, ya que se podrán tratar y aprovechar los residuos sólidos generados, transformándolos para ser comercializados y así

obtener utilidades, generando confianza y poder apalancar recursos del gobierno nacional para seguir modernizándola.

Mejoramiento en la calidad de vida y desarrollo sostenible.

El concepto de desarrollo sostenible que busca la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes, mediante un buen manejo del patrimonio natural, con el fin de mantener opciones de bienestar para las generaciones futuras, se ve aplicado totalmente, ya que el mismo hecho de tener la planta de tratamiento y aprovechamiento para los materiales reciclables, permite una disminución significativa en los impactos negativos de los sitios de disposición final y se evita la destrucción del medio ambiente y aprovechamiento de los recursos naturales.

11.13. Evaluación Financiera

Considerando que el valor de una empresa está dado por el valor presente de los futuros flujos de caja que pueda generar, en la evaluación financiera se analizarán los criterios de decisión como el VPN, TIR, la relación B/Cy el Payback que permitirán conocer la rentabilidad y viabilidad financiera del proyecto.

Es preciso que antes de realizar este análisis se establezca el costo de capital del proyecto, considerando que este es un proyecto social y que se espera que los recursos necesarios para su implementación provengan de una fuente pública, no se puede establecer una tasa de descuento específica del inversionista basada en sus expectativas de rentabilidad, porque la retribución a la inversión estará dada por el impacto positivo en la calidad de vida de la comunidad y el cuidado del medio ambiente.

Sin embargo para efectos del proyecto se debe analizar el desempeño que tendrá en términos financieros, por esto se ha decidido calcular el costo de capital utilizando el modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model) que busca considerar la tasa mínima de retorno que deberá tener un inversionista para un nivel de riesgo determinado. La fórmula del CAPM está dada por la siguiente expresión:

$$r = r_f + \beta(R_m - r_f)$$

Donde r_f es la tasa libre de riesgo, que para este caso está dada por la tasa promedio a la que rentan los bonos de tesorería (TES) de Colombia (5,3%), β es el coeficiente que mide el riesgo de la inversión, este fue consultado de la página del profesor Aswath Damodaran para las empresas de Servicios Ambientales y de basuras en los países emergentes cuyo valor es (0,91) y R_m es la prima de riesgo del mercado, consistente en el retorno promedio que tiene el mercado por escoger una inversión con un nivel de riesgo determinado por sobre una inversión libre de riesgo, este dato fue consultado igualmente de la página del profesor Damodaran en la cual se encuentra que para Colombia es del (8%). De esta manera el costo de capital que se utilizará para descontar los flujos de caja es del 7,27%.

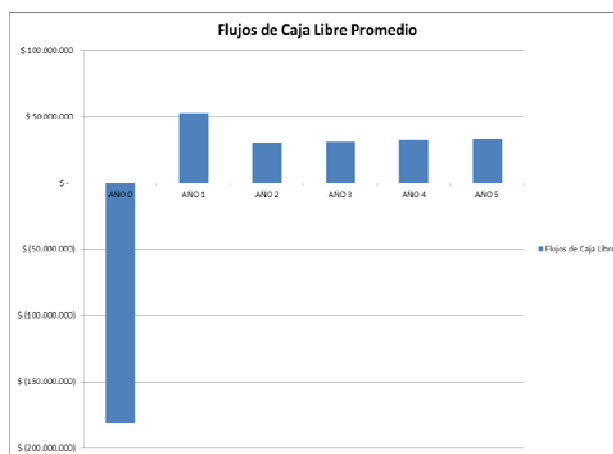
Desde esta perspectiva y luego de haber realizado las estimaciones necesarias se procede a construir el Flujo de Caja Libre para tres escenarios diferentes uno Promedio, uno Optimista y otro Pesimista, el que se presenta a continuación es el Escenario Promedio en el cual se muestran los datos iniciales que se han utilizado para hacer las proyecciones de ingresos y costos, los escenarios optimista y pesimista lo que buscan es analizar el impacto que podría tener sobre el proyecto que tanto el precio de Venta como la cantidad de material recibido y procesado en la planta aumenten 5% en el caso optimista o disminuyan 5% en el pesimista.

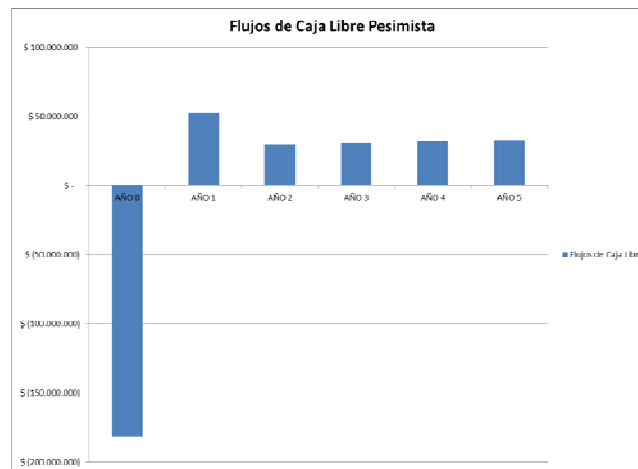
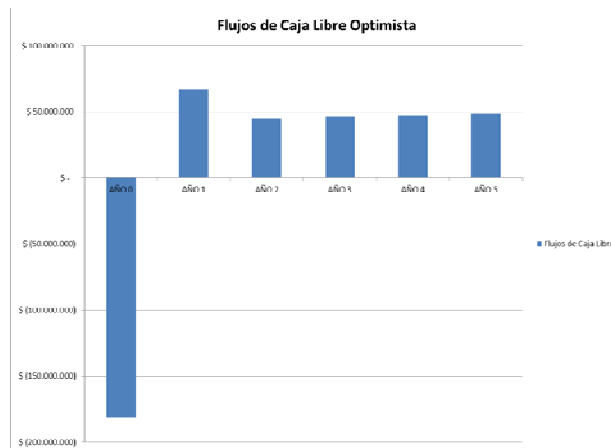
Tabla 58. Flujo de Caja Libre Promedio

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
TOTAL INGRESOS		\$ 136.621.680	\$ 140.720.330	\$ 144.941.940	\$ 149.290.199	\$ 153.768.904
TOTAL COSTOS OPERATIVOS		\$ 69.942.534	\$ 96.054.413	\$ 98.936.045	\$ 101.904.127	\$ 104.961.251
EBITDA		\$ 52.810.026	\$ 30.311.378	\$ 31.148.947	\$ 32.009.130	\$ 32.892.520
Depreciación (-)		\$ 9.626.000	\$ 7.204.000	\$ 7.204.000	\$ 7.204.000	\$ 7.204.000
Amortización (-)						
EBIT		\$ 43.184.026	\$ 23.107.378	\$ 23.944.947	\$ 24.805.130	\$ 25.688.520
Impuestos (-)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UTILIDAD NETA		\$ 43.184.026	\$ 23.107.378	\$ 23.944.947	\$ 24.805.130	\$ 25.688.520
Depreciación		\$ 9.626.000	\$ 7.204.000	\$ 7.204.000	\$ 7.204.000	\$ 7.204.000
Amortización (-)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FLUJO DE CAJA LIBRE	\$ (181.171.405)	\$ 52.810.026	\$ 30.311.378	\$ 31.148.947	\$ 32.009.130	\$ 32.892.520

Fuente: Propia

Por tanto se procederá a analizar los criterios evaluados para cada uno de los escenarios planteados. Con este fin se procedió a graficar los Flujos de Caja Libre para cada escenario mostrados a continuación.





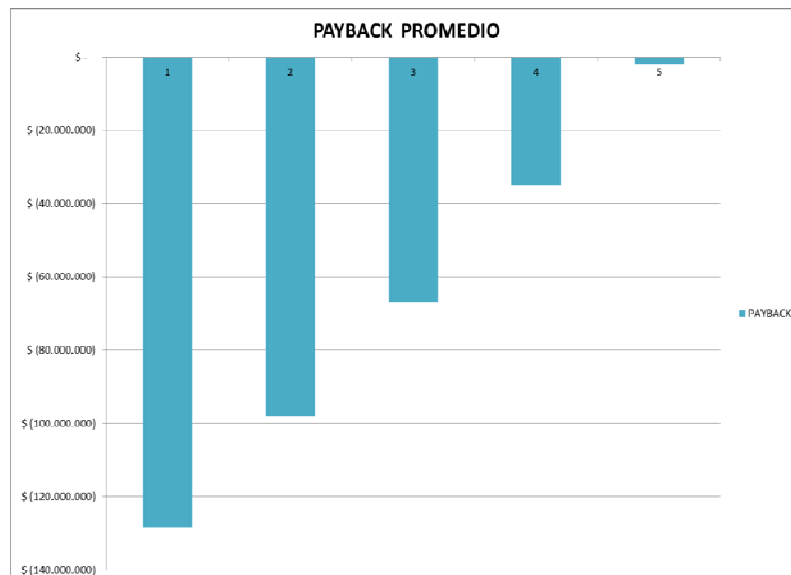
En términos de los flujos de caja el cambio para cada uno de los escenarios como puede observarse anteriormente no es significativo, pero si se procede a analizar los criterios financieros se ve que si existe una diferencia apreciable.

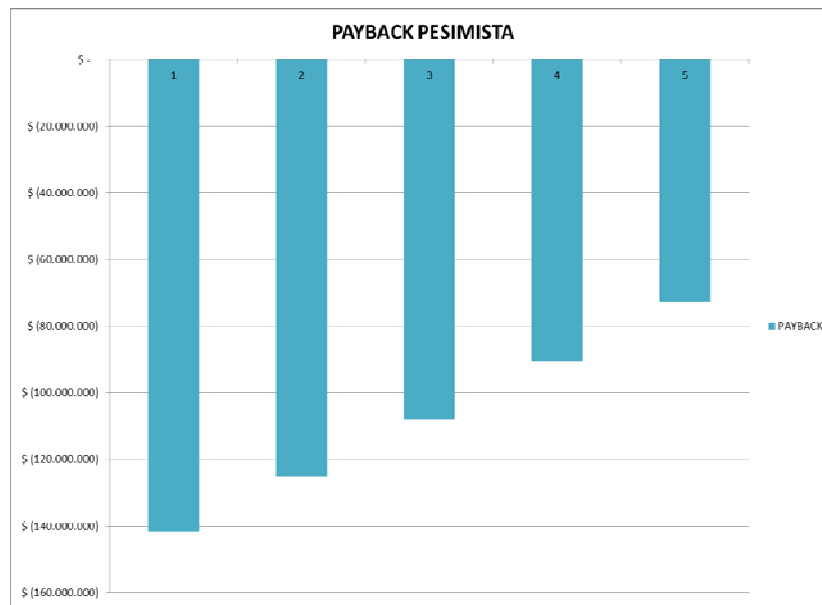
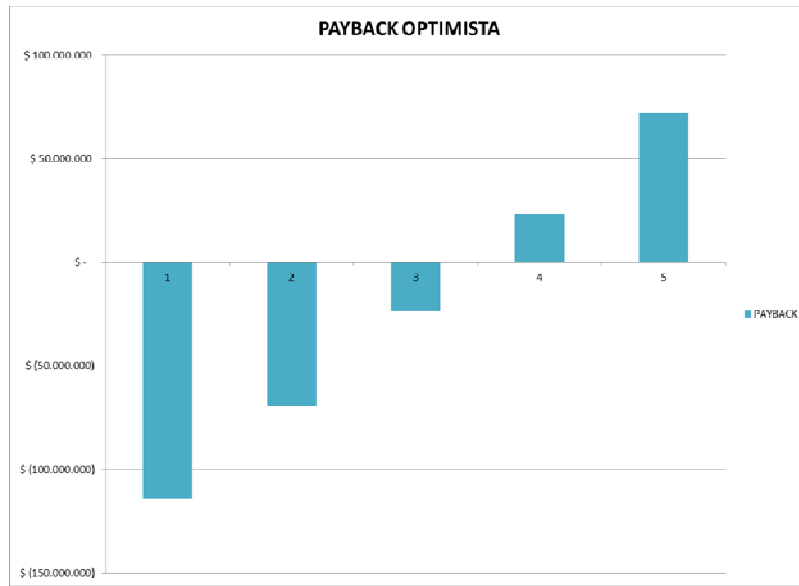
CRITERIO	PROMEDIO	OPTIMISTA	PESIMISTA
VALOR PRESENTE NETO	\$ (33.033.848)	\$ 27.243.982	\$ (90.371.295)
TASA INTERNA DE RETORNO	-0,397%	13,071%	-16,630%
RELACIÓN B/C	0,82	1,15	0,50

Teniendo en cuenta los criterios mostrados en la tabla se puede analizar que bajo la única condición en que el proyecto sería rentable es en el escenario Optimista en el cual el VPN es mayor que cero, la TIR es mayor que la tasa de descuento utilizada y la relación B/C es mayor que uno es decir que los ingresos son mayores a los egresos.

Para el caso del escenario Promedio y Pesimista el VPN es negativo lo que significa que el proyecto no alcanza a cumplir las expectativas del inversionista y analizando las TIR se evidencia que el proyecto no está rentando, sino que está destruyendo valor, en cuanto a la relación B/C es menor que uno, lo que permite concluir que los ingresos no son suficientes para cubrir los costos y la inversión inicial que el proyecto demanda.

Por otra parte se analiza el Payback o tiempo de repago de la inversión que permite conocer el momento en que se recuperará la inversión inicial del proyecto. Este criterio se muestra a continuación de una forma gráfica; se puede ver que el único escenario en el que se da un tiempo de repago en el horizonte de vida del proyecto es en el escenario optimista en el cuál el payback es de cuatro años, mientras que en los escenarios promedio y pesimista no existe tiempo de repago.





Estos resultados lo que permiten es conocer el desempeño financiero del proyecto, sin embargo este se encuentra planteado de tal forma que se espera contribución gubernamental para el desarrollo del mismo, por tanto en caso de que el proyecto no alcance a cumplir el punto de equilibrio, toda vez que variables como cantidad de residuos recogidos y precios del mercado presentan incertidumbre que puede traducirse en posibles pérdidas que dichas entidades deberían subsidiar.

12. CONCLUSIONES

- Se pudo analizar y evaluar en cada uno de los estudio la prestación del servicio de recolección, tratamiento y disposición final, y de esta manera medir la cantidad, calidad y composición de los residuos sólidos generados en cada uno de los municipios objeto del estudio de pre factibilidad para la optimización de la planta del municipio de Surata.
- Se realizo un estudio del entorno, del mercado, técnico, legal y ambiental donde nos permitió conocer y determinar la capacidad de la prestación del servicio de la planta como la capacidad operativa y administrativa en los procesos de recepción, tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos de la provincia de Soto.
- Se logró determinar cuánto porcentaje aumento la cantidad de residuos sólidos por tratar y aprovechar, así mismo demostramos que si mejoramos la utilización y distribución de los recursos físicos y humanos, eliminamos y/o reducimos deficiencias en operación de las actividades desarrolladas en la planta.
- Con la evaluación económica se analizaron los impactos del proyecto y la importancia de este, en lo social, cultural, económica y la gran importancia del mejoramiento de la salubridad, calidad del ambiente y condiciones de vida de los habitantes de los municipios de la provincia de Soto y contribuir con el desarrollo regional solucionando la problemática de los residuos sólidos, permitirá generar alianzas estratégicas con el estado, las cuales redundan en beneficios financieros del proyecto y de la comunidad en general.
- Una vez analizados y estudiados los elementos financieros y los criterios de decisión bajo los tres escenarios expuestos, podemos concluir que en la medida que la cantidad de residuos sólidos recibidos en la planta sean mayores a los promedios mostrados será viable la ejecución del proyecto en el escenario optimista y el tiempo de repago de la inversión se empieza a recuperar en el cuarto año del horizonte de vida del proyecto y los demás escenarios no son rentables

13.RECOMENDACIONES

- Es necesario la optimización, remodelación y reemplazo de algunos elementos de la planta física, equipos, maquinaria, procesos, estructura operativa y administrativa para el buen desempeño de la planta de tratamiento y aprovechamiento desde su recepción, hasta los entregables todo esto lo debe analizar y evaluar la administración del municipio de Surata y la unidad de servicios públicos como prestador del servicio de aseo.
- Se recomienda a la unidad de servicios públicos domiciliarios realizar una programación detallada con tiempos e indicando quien realizara el mantenimiento de la maquinaria y equipos, por tal motivo es necesaria la capacitación continua del personal operativo, mejoras continuas y las buenas prácticas en la manipulación y operación.
- El estudio de pre factibilidad realizado en este proyecto de grado , servirá como base fundamental para la realización de un estudio de factibilidad que le permita a la alcaldía del municipio de Surata, presentar ante el Ministerio del Medio Ambiente a nivel nacional , para su viabilidad y posteriormente la gestión de importantes recursos económicos ante el fondo nacional de regalías para la ejecución de este importante proyecto de impacto regional que, significara el mejoramiento de la salubridad, calidad del ambiente y condiciones de vida de los habitantes de los municipios de la provincia de Soto.

14. BIBLIOGRAFIA

1. Administración exitosa de proyectos, Jack Guido, James Clements, International Thomson Editore
2. Aspectos Generales de Residuos Sólidos, Darío Sbarato
3. Ciudades Ambientalmente Sostenibles, Gloria Amparo Rodríguez, Universidad Javeriana , Octubre de 2008
4. Estudio de pre factibilidad para la puesta en marcha de una estación de transferencia de residuos sólidos para la empresa de servicios públicos domiciliarios limpieza urbana s.a. e.s.p. Blanco Pérez, Rojas Navarro, y otros. Tesis posgrado, Universidad Industrial de Santander, 2008.
5. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Tchobanoglous, George et al. España: McGraw Hill, 1994.
6. <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/proyecto/repidisc/puoiica/hdt/hdtO>
7. Informe situación de la disposición final de residuos sólidos En Colombia, www.superservicios.gov.co
8. PGIRS, Plan de gestión integral de residuos sólidos para el municipio de Suratá-
9. PGIRS, Plan de gestión integral de residuos sólidos para el municipio de Vetás.
10. PGIRS, Plan de gestión integral de residuos sólidos para el municipio de California.
11. PGIRS, Plan de gestión integral de residuos sólidos para el municipio de Matanza.

12. PGIRS, Plan de gestión integral de residuos sólidos para el municipio de Charta

13. Sistema Único de información de servicios públicos, www.sui.gov.co

14. www.superservicios.gov.co

15. www.cdmb.gov.co