

**DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ARRASTRADOS POR EL RIO
MANZANARES A LA BAHIA DE SANTA MARTA**

**LUIS HINCAPIE FRAGOSO
MARTIN ATENCIO GARCIA**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
ESPECIALIZACION EN CIENCIAS AMBIENTALES
SANTA MARTA
2002**



20030572

MFN 14626

**DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ARRASTRADOS POR EL RIO
MANZANARES A LA BAHIA DE SANTA MARTA**

LUIS HINCAPIE FRAGOSO

MARTIN ATENCIO GARCIA

Msc. LUIS CARLOS GUTIERREZ

PRESIDENTE

**Trabajo de grado presentado al Instituto de Post-grado, como requisito
para optar al título de especialista en Ciencias Ambientales**

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA

ESPECIALIZACION EN CIENCIAS AMBIENTALES

SANTA MARTA

2002



NOTA ACEPTACIÓN

Jurado

Jurado

Santa Marta, diciembre 12 de 2002.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen a las siguientes personalidades y entidades su contribución y asesoría en el desarrollo de cada uno de los procesos investigativos requeridos para el cumplimiento de nuestros objetivos:

Luis Carlos Gutierrez Moreno, Magister en Biología por sus aportes como Presidente de Tesis y su asesoría en el diseño del trabajo.

Luis Manjarrez, Ingeniero Pesquero, docente Universidad del Magdalena, por sus aportes en el diseño estadístico.

Felix Cuello, Ingeniero Pesquero por asesoría en el manejo de Software.

Gabriel Castillo, Supervisor INTERASEO S.A. por su colaboración en la obtención de información y conocimiento de la problemática de los Residuos sólidos en el distrito.

Malena Ortíz Rodríguez, Especialista en Español y Literatura, por transcribir el trabajo.

Ramón Atencio García, Magister en Economía, por su asesoría en el diseño de la investigación.

Roberto Munariz, Licenciado en Lenguas Modernas, Asesor Fundación Tierra de Esperanza, por proporcionarnos información valiosa sobre la problemática del río Manzanares.

Miguel Cantillo, Especialista en Ciencias Ambientales, por su asesoría permanente y su apoyo en el contenido del trabajo de investigación.

CORPAMAG, Centro de Documentación, por brindarnos datos geográficos referentes al río Manzanares y a **Jairo Cueto**, Funcionario del Sistema de Información Ambiental, por su colaboración en la elaboración de la cartografía del trabajo.

A los dueños de fincas ubicadas en las riveras del río Manzanares por permitirnos tomar muestras en sus predios.

Los autores



DEDICATORIA

Nuevamente, a todos,

Martín Atencio

DEDICATORIA

A todos los míos,

Luis Hincapié

PCA

00033

Ej 2

repl. sist.

TABLA DE CONTENIDO

	Págs
INTRODUCCIÓN	16
2. AREA DE ESTUDIO	20
2.1. DESCRIPCIÓN ÁREA DE ESTUDIO	21
2.1.1. Cuenca hidrográfica del río Manzanares	21
2.1.2 Clima	22
2.1.3 Geomorfología	27
2.1.4 Formas estructurales	29
2.1.5 Hidrología	32
2.1.5.1 Ciclo hidrológico	33
2.1.5.2 Sistema de drenaje	34
2.1.5.3 Balance hídrico	34
2.1.6 Vegetación	35
2.1.7 Fauna	44
2.1.8 Suelos	46
2.1.8.1 Suelos de escarpes	46
2.1.8.2 Suelos de balcones	47
2.1.8.3 Suelos de la planicie de Santa Marta	47
2.1.8.4 Manejo y usos de los suelos	47
3. METODOLOGÍA	49
3.1 DISEÑO DEL TRABAJO	49

990820 00

3.1.1	Visitas de campo	49
3.1.2	Método de colecta	50
3.1.3	Determinación de la unidad de muestreo	54
3.1.4	Ubicación de estaciones de muestreo	55
3.1.5	Determinación de tamaño de muestra	61
3.2	RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS QUE DERIVAN POR EL CAUDAL DEL RÍO	62
3.2.1	Clasificación y cuantificación de residuos sólidos	62
3.2.2	Caracterización para clasificar los principales componentes de RS	63
3.3	FASE DE GABINETE	71
4.	MARCO REFERENCIAL	72
4.1	ANTECEDENTES	73
4.2	MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL	77
4.2.1	Orígenes	77
4.2.2	Tipos de residuos sólidos	79
4.2.2.1	Criterios para clasificar los componentes en los residuos Peligrosos	81
4.2.2.2	Residuos peligrosos típicos de origen doméstico	82
4.2.2.3	Residuos peligrosos típicos de origen comercial	82
4.2.2.4	Institucionales	83
4.2.2.5	Construcción y demolición	83
4.2.2.6	Servicios municipales	84
4.2.2.7	Residuos de plantas de tratamiento y otros residuos	84
4.2.2.8	Residuos agrícolas	84
4.3	PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE RSU	85

4.4	MARCO LEGAL	86
4.4.1	Jerarquía de las normas aplicables al sector	87
4.3.2	Ident. de Leyes, Decretos, Reglamentaciones y Resoluciones del sector	87
4.3.3	Análisis general de la normatividad	92
4.3.4	Mecanismos de control del comportamiento de las normas y aplicación de sanciones	94
4.3.5	Procedimiento civil	95
5	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	97
5.1	CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ENCONTRADOS EN EL RÍO MANZANARES	97
5.2	ESTIMACIÓN DEL PESO EN GRAMOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	109
5.3	ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS SEGÚN EL ÍNDICE DE BRAY CURTIS	111
5.3.1	Asociación de los Residuos según la distribución por abundancia	111
5.3.2	Análisis del comportamiento de las estaciones de muestreo según el índice de Bray Curtis	113
5.4	ANÁLISIS GLOBAL DE LA DISTRIBUCIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL RÍO MANZANARES	128
6	CONCLUSIONES	131
7	RECOMENDACIONES	136
	BIBLIOGRAFÍA	138
	ANEXOS	141

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: MAPA 1. Mapa Base de la Cuenca del Río Manzanares

ANEXO B: MAPA 2. Mapa de Cobertura Vegetal de la Cuenca del Río Manzanares

ANEXO C: MAPA 3. Mapa de Distribución de los Residuos Sólidos en el Río Manzanares.

ANEXO D: MAPA 4. Mapa de Estratificación de las orillas del Río Manzanares

LISTA DE TABLAS

Tabla No. 1: Transeptos establecidos sobre el recorrido del río Manzanares	Págs 50
Tabla No. 2: Estaciones de muestreo	55
Tabla No. 3: Balance hídrico de la cuenca del río Manzanares. Sept. 2001	62
Tabla No. 4: Datos típicos sobre el análisis de los componentes combustibles en Residuos sólidos urbanos (RSU) domésticos	85
Tabla No. 5: Estimación de los RSU en el río Manzanares	109

LISTA DE GRÁFICOS

	Págs
Gráfica 1. Comportamiento de los residuos de plásticos en el río Manzanares	98
Gráfica 2. Comportamiento de los residuos de papel en el río Manzanares	99
Gráfica 3. Comportamiento de los residuos de textiles en el río Manzanares	100
Gráfica 4. Comportamiento de los residuos de metal en el río Manzanares	101
Gráfica 5. Comportamiento de los residuos de vidrio en el río Manzanares	102
Gráfica 6. Comportamiento de los residuos de caucho en el río Manzanares	103
Gráfica 7. Comportamiento de los residuos de pilas en el río Manzanares	104
Gráfica 8. Comportamiento de otros residuos en el río Manzanares	105
Gráfica 9. Distribución porcentual de residuos sólidos en zona rural	106
Gráfica 10. Distribución porcentual de residuos sólidos en zona urbana	106
Gráfica 11. Distribución general de residuos sólidos	107
Gráfica 12. Distribución total de los Residuos sólidos en la zona rural	107
Gráfica 13. Distribución total de los Residuos sólidos en la zona urbana	108
Gráfica 14. Comportamiento de los residuos sólidos por estaciones	108
Gráfica 15. Dendograma de similaridad según cantidad y distribución de los RS en la cuenca del río Manzanares. Urbano y rural	112
Gráfica 16. Dendograma de similaridad según cantidad y distribución de los RS en la cuenca del río Manzanares. Urbano	112
Gráfica 17. Dendograma de similaridad según cantidad y distribución de los RS en la cuenca del río Manzanares. Rural	113
Gráfica 18. Dendograma de similaridad según cantidad y distribución de plásticos en la cuenca del río Manzanares	114
Gráfica 19. Dendograma de similaridad según cantidad y distribución de papel en la cuenca del río Manzanares	116
Gráfica 20. Dendograma de similaridad según cantidad y distribución de textiles en la cuenca del río Manzanares	118

Gráfica 21. Dendograma de similaridad según cantidad y distribución de metal en la cuenca del río Manzanares	119
Gráfica 22. Dendograma de similaridad según cantidad y distribución de vidrio en la cuenca del río Manzanares	121
Gráfica 23. Dendograma de similaridad según cantidad y distribución de caucho en la cuenca del río Manzanares	123
Gráfica 24. Dendograma de similaridad según cantidad y distribución de pilas en la cuenca del río Manzanares	125
Gráfica 25. Dendograma de similaridad según cantidad y distribución de otros en la cuenca del río Manzanares	127
Gráfica 26. Dendograma de similaridad según cantidad y distribución de los Residuos sólidos en la cuenca del río Manzanares	129

LISTA DE CUADROS

	Págs
Cuadro 1. Fuentes de RS en la comunidad	78
Cuadro 2. Propiedades de residuos sólidos peligrosos	81
Cuadro 3. Peligros asociados con RS orgánicos persistentes y no Persistentes	83

CONVENCIONES

- **Bsw''h''**: Tipo de clima según el sistema de clasificación de Koeppen, modificado por Trewartha, y corresponde a un clima de estepa muy caliente con vegetación xerofítica y lluvias cenitales.
- **bms-T**: Bosque muy Seco Tropical
- **bs-T**: Bosque Seco Tropical
- **bh-ST**: Bosque Húmedo Subtropical
- **bmh-ST**: Bosque muy Húmedo Subtropical
- **bmh-MB**: Bosque muy Húmedo Montano Bajo
- **EO**: Este Oeste
- **ETP**: EvapoTransPiración
- **Foehn**: Viento cálido y seco que sopla a sotavento de las montañas. Aparece cuando una zona de baja presión situada en una de las vertientes de la montaña comienza a succionar masas de aire por encima de la cumbre.
- **m.s.n.m.:** Metros sobre el nivel del mar
- **NS**: Norte Sur
- **NE**: Noreste
- **NO**: Norte - Oeste
- **MTB**: Modelado Torrencial bajo
- **MTA**: Modelado Torrencial Alto
- **MFM**: Modelado Fluvio-Marino
- **MDD**: Modelado de Disección
- **me-T**: Monte Espinoso Tropical
- **SE**: Sur-Este
- **RS**: Residuos sólidos
- **RSU**: Residuo Sólido Urbano
- **TC**: tiempo de concentración

INTRODUCCIÓN.

El marco estructural de la ciudad de Santa Marta está configurado por un cerco de montañas del sistema Sierra Nevada que cubre sus extremos norte, este y sur, cerrado en su parte oeste por el Mar Caribe y atravesada de este a oeste por dos ríos, el Gaira y el Manzanares, los cuales conforman un interesante ecosistema Sierra - Río - Bahía.

La bahía de Santa Marta es uno de los más atractivos recursos naturales de la ciudad, sobre la cual se soporta la principal actividad económica generadora de divisas y empleo del Distrito de Santa Marta: El turismo. Actividad que se consolida cada vez más como vocación y oportunidad para apuntalar el desarrollo económico y el mejoramiento del nivel de vida de los habitantes del municipio más antiguo del país.

La importancia de ésta bahía radica en el papel de eje de desarrollo que ha desempeñado en el crecimiento de la ciudad, de ahí que la configuración urbana que en la actualidad presenta Santa Marta esté fuertemente marcada por las actividades turísticas y comerciales que se realizan en y alrededor de ella.

El Río Manzanares, a pesar de la corta longitud de la cuenca, en su trayecto atraviesa una variedad de zonas de vida, comprendida en una transición entre un bosque muy húmedo bajo y un bosque espinoso tropical, lo cual favorece ecológicamente el valle porque contribuye positivamente a la regulación del clima y del agua en la región.

También el río atraviesa centros poblados donde se llevan a cabo un sinnúmero de actividades agropecuarias, institucionales y de servicios que podrían contribuir con



su conservación; sin embargo, debido a la deficiente cobertura de los servicios de alcantarillado, a la actitud de los pobladores de las áreas adyacentes que arrojan basuras a las orillas del río como manera de disponer de los residuos sólidos y a la escasa cultura ciudadana de protección y conservación del medio ambiente, es lógico suponer que sus aguas arrastran hasta la bahía gran cantidad de materiales sólidos y líquidos que estarían ocasionando impactos negativos en todo el ecosistema, y en consecuencia, estarían atentando contra el recurso paisajístico y recreacional del río y la bahía y la seguridad de los usuarios que los disfrutan.

A lo largo de su recorrido el Río Manzanares soporta las tensiones generadas por las actividades antrópicas que en su área de influencia se llevan a cabo; pero respecto al tema de nuestro interés, los residuos sólidos urbanos arrojados en sus orillas, con excepción del material orgánico putrescible, es evidente que su mayor incidencia se presenta a partir del tramo rural contiguo al corregimiento de Bonda, región de Masinga, dónde se adelantan con cierta regularidad actividades turísticas y de recreación. Por lo tanto, el área del estudio se determina a partir del sitio conocido como el Paso del Mango, dónde se encuentra la toma de agua del acueducto de la ciudad, hasta su desembocadura en la bahía de Santa Marta.

Debido a la diversidad de las acciones antrópicas que se llevan a cabo en la ronda hidráulica del Río Manzanares, los materiales depositados y arrastrados presentan una variada composición teniendo en cuenta su origen, naturaleza, estado, cantidad y sus diferentes maneras de afectar al hombre y a su medio ambiente; como ejemplo de residuos sólidos arrastrados por el río podemos mencionar papel, cartón, maderas, vidrio, cubiertas de neumáticos, envases plásticos, chatarra, autopartes, latas, textiles sintéticos, bolsas plásticas, juguetes, artefactos del hogar, cueros y otros.

Las consecuencias generadas por los materiales depositados en sus orillas y arrastrados por el río sobre el ecosistema río-bahía y sobre las diversas actividades productivas que ésta soporta representan serios riesgos para el desarrollo social y económico del distrito. Por consiguiente, es de vital importancia

y urgente adoptar medidas que propendan por detener y disminuir los volúmenes de los materiales arrastrados por dicho río y vertidos a la bahía. Como aporte al conocimiento de este fenómeno y en consideración a la amplitud del mismo, el presente estudio se limita a establecer el impacto de los residuos sólidos, basura, que aporta el Río Manzanares a la bahía de Santa Marta.

Quizás en épocas anteriores, por razones propias del incipiente crecimiento de la ciudad, la costumbre de arrojar los residuos sólidos a la orilla de los ríos como manera de disponer de ellos, causaba impactos negativos que el ecosistema era capaz de asimilar.

En 1973 Santa Marta contaba con 152.325 habitantes y según proyección DANE para el 2001 la habitan 398.368, de los cuales el 95% se asienta en la zona urbana. Entonces, después de haber incrementado su población en 162% en menos treinta años, que la ciudad cuenta con 263 barrios y urbanizaciones agrupados en ocho comunas y 73 veredas que se integran en cuatro corregimientos, con el empobrecimiento de sus habitantes que entre 1982 y 1995 ampliaron los estratos I y II y disminuyeron el III y el IV y la llegada permanente de los desplazados por los problemas de orden público y por empobrecimiento del campo, la múltiple presión que ejerce la creciente población de la ciudad sobre el Río Manzanares debe haber aumentado varias veces.

Lo anterior se refleja en el aspecto que en la actualidad presentan sus riveras en gran parte de su travesía por la ciudad y en las condiciones de salubridad que padece la población que se asienta en sus orillas; de ahí que la progresiva acumulación de residuos sólidos en sus orillas termine por trascender lo ambiental y se convierta en un problema de salud pública.

Con este estudio se determina el impacto ocasionado por los residuos sólidos depositados y arrastrados por el Río Manzanares a la bahía de Santa Marta, con lo cual se contribuye a aumentar el nivel de conocimiento del ecosistema sierra-río-bahía, mejorando, entonces, la información básica para la toma de decisiones

respecto a la formulación de medidas para el mejoramiento y conservación de tales recursos y la identificación de soluciones a los problemas ocasionados por los usos irracionales de sus bondades.

La cantidad y calidad de información básica sobre nuestros recursos naturales y los efectos de las acciones antrópicas sobre los mismos son los requerimientos indispensables para la comprensión de su funcionamiento y evolución. De esta manera podemos establecer su uso y aprovechamiento, pero sobre todo asumir conscientemente una actitud que garantice su preservación para que las generaciones futuras también puedan disponer de ellos para la satisfacción de sus necesidades.

2. ÁREA DE ESTUDIO.

El área de estudio es la comprendida por las márgenes del Río Manzanares a partir del sitio donde se encuentra ubicada la toma de agua para el acueducto de Santa Marta, conocido como "Paso del Mango" ubicado a una altura de 250 m.s.n.m. hasta su desembocadura en la bahía de Santa Marta, por estar considerada como a zona con mayor actividad generadora de residuos sólidos de origen antrópico.

La cuenca hidrográfica del río Manzanares está localizada en la vertiente noreste de la Sierra Nevada de Santa Marta (Ver figura 1) se extiende desde el nivel del mar hasta la cota 2.300 m.s.n.m. ocupando un área aproximada de 20.000 Ha., en jurisdicción del distrito de Santa Marta, departamento del Magdalena, correspondiendo hasta la bocatoma del acueducto un área de 8.280 Ha.

Las coordenadas dentro de las cuales se enmarcan son las siguientes:

Latitud: $11^{\circ} 07' 22''$ N - $11^{\circ} 14' 27''$
 Longitud: $74^{\circ} 01' 14''$ W - $74^{\circ} 12' 25''$

A pesar de la corta longitud de la cuenca, su ubicación geográfica le permite travesar una variedad de zonas de vida, comprendida en una transición entre un bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB) y un bosque espinoso tropical (me-). Esta situación favorece ecológicamente el valle porque contribuye positivamente a la regulación del clima y del agua en la región.

Los límites comprenden:

Norte: Río Concha

Este: Río Piedra

Sur-Occidente : Río Gaira y Río Minca.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA.

Definida el área de estudio se procedió a describir cada uno de los aspectos físicos y bióticos que la caracterizan, como su clima, geomorfología, hidrología, fauna y vegetación, el suelo y sus usos; la mayor parte de la información para tal fin procede del estudio "Plan de Ordenamiento y Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Manzanares" elaborado por CORPAMAG en 1995, y de la "Monografía del Departamento del Magdalena" elaborada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en 1975.

2.1.1 Cuenca Hidrográfica Del Río Manzanares.

El Río Manzanares nace en la vertiente nororiental de la Sierra Nevada de Santa Marta en la cuchilla de San Lorenzo a una altura aproximada de 2.300 m.s.n.m. Se origina a partir de la unión de las quebradas Onaca y Girocasaca, con aguas consideradas relativamente claras y poco contaminadas y desciende hasta el nivel del mar, irrigando una cuenca hidrográfica con una extensión aproximada de 20.000 Ha. (Ver Anexo 1)

En el estudio realizado por Escobar Nieves (1987), se establecieron cinco estaciones con el propósito de evaluar las condiciones de calidad de agua que presenta el río en su recorrido. Los resultados obtenidos señalan que a 250 m.s.n.m – Estación Paso del Mango- el río presenta aguas limpias claras y condiciones poco perturbadas, afectado principalmente por la erosión y contaminación agrícola durante la estación de lluvia. A 140 m.s.n.m – Estación Vira Vira- se encuentra afectado por la deformación y la contaminación orgánica, procedente de las actividades pecuarias y de matadero; además, presenta abundante residuos y lodo de origen orgánico en su lecho. En la estación Quebrada Matogiro, el río presenta aguas claras, limpias, encontrándose poco afectado por la erosión.

A la altura de la estación Bonda, 90 m.s.n.m, el río presenta serios problemas de deforestación y erosión debido a la degradación mecánica del cauce por la extracción de arena. Durante los meses finales de la estación seca pierde su caudal transitoriamente produciéndose la acumulación de residuos domésticos y basuras de todo tipo.

En la estación Desembocadura, localizada al sur de la Bahía de Santa Marta donde esta asentado el sector urbano de la ciudad, recibe la mayor cantidad de contaminantes de origen principalmente doméstico y de basuras de todo tipo. Durante la época de lluvia los aportes por agua de escorrentía traen consigo la deposición de gran cantidad de sedimentos y nutrientes que determinan el aumento en la turbidez de las aguas de la bahía.

2.1.2 Clima.

La Sierra Nevada de Santa Marta constituye la mayor discontinuidad orográfica de la llanura del Caribe, que abarca todo el norte del país. Ella representa, asimismo, un obstáculo a los vientos zonales, a lo cual se debe en parte su originalidad climática. Cabe anotar también la orientación de sus ejes EO y NS al comparar con la dirección predominante de los vientos E, N y NE.

En cuanto a las variaciones temporal y espacial del clima en general de la Sierra Nevada de Santa Marta y en particular de la cuenca hidrográfica del Río Manzanares, dependen básicamente de dos factores:

- Su posición latitudinal dentro de la zona intertropical.
- Sus condiciones físico-geográficas propias, de manera especial su variación altitudinal, su forma y su orientación con respecto a los vientos dominantes.

A menudo el efecto orográfico se suma al efecto ocasionado por las circulaciones locales, como las brisas del mar y tierra. En las proximidades de las costas frecuentemente al final de la mañana, se establece un viento que sopla del mar,

alcanza su máxima intensidad al comienzo de la tarde, disminuye progresivamente y cesa por la noche. Este tipo de circulación recibe el nombre de brisa del mar y su causa básica es el diferente calentamiento de la superficie del mar y del continente.

La cuenca del Río Manzanares también es afectada por vientos del "tipo Foehn" que se forman en el período de sequía en el sistema de valle de los ríos Piedras y Manzanares. En esta zona se produce evapo-transpiración y alta velocidad del viento.

Desde su fuente hacia la desembocadura el Río Manzanares recorre una zona caracterizada por un clima definido según Koeppen como Bsw"h". correspondiente a un clima de estepa muy caliente y lluvias cenitales. La zona sufre, como todo el paisaje litoral, un déficit de precipitaciones que hace necesario la aplicación de riego para fines agrícolas.

En el sector del litoral, que se dobla desde la Punta de Concha al sur-sureste, los vientos soplan paralelamente a la costa y el tiempo seco esta muy marcado. En la ciudad de Santa Marta se registra una temperatura media anual de 20.3°C y una precipitación media anual de 546,6mm. Los meses más húmedos son Septiembre y Octubre, el resto del año es de carácter árido.

A una altura aproximada 1200 m.s.n.m (San Pedro de la Sierra), las precipitaciones pueden alcanzar en algunos años hasta 1.000 mm; con 5-7 meses húmedos y 5-9 meses áridos.

La etapa vertical, que llega a una altura de 650-700 m.s.n.m (alrededores de Minca), presenta 8-10 meses húmedos y 2-4 meses áridos.

Desde la desembocadura hasta el Corregimiento de Mamatoco existe una biotemperatura media mensual entre 18 y 24 °C, con lluvias entre 250 y 500 mm. de precipitación media anual.

La franja comprendida entre Mamatoco y Bonda presenta temperaturas generalmente superiores a los 30 °C, lo cual condiciona una biotemperatura cercana a los 24 °C, con promedios de lluvias entre 500 y 1000 mm.

La zona de Bonda, Matogiro y Minca: presentan biotemperaturas mayores a 24 °C y lluvias promedio de 1000 y 2000 mm.

En las estaciones San Lorenzo (ubicada a una altitud de 2.200 m.s.n.m.), la Ye, Municipio de Ciénaga, (ubicada a 29 m.s.n.m), ambas localizadas por fuera de la cuenca del Manzanares pero dentro de su área de influencia, y la estación "Los Quinientos", valores agrometeorológicos estimados por FORESTA LTDA, la precipitación durante el transcurso del año es de tipo monomodal en toda la zona de interés de la cuenca, con un ligero descenso en el mes de julio. La temporada lluviosa empieza en abril y se extiende hasta el mes de julio. Las menores cantidades ocurren durante el último y los primeros meses del año; es decir, el período seco va de diciembre a marzo y es caracterizado por una disminución muy pronunciada de la precipitación.

La temperatura media mensual del aire presenta muy poca variación a través del año, con un promedio diario anual en San Lorenzo de 13.7 °C. Se presenta un ligero incremento en los meses de mayo, junio y julio; así como una leve disminución en los meses de diciembre y enero. Para la parte baja de la cuenca, el incremento se presenta en los meses de marzo, abril y la disminución en los meses de octubre, noviembre y diciembre.

De acuerdo con FORESTA LTDA, la temperatura media mensual en el área de incidencia de la cuenca disminuye con la altura en aproximadamente 0.67 °C por cada 100 m. La temperatura media máxima mensual disminuye con un gradiente de 0.75 °C por cada 100 metros, mientras la temperatura media mínima mensual disminuye en 0.55 °C por cada 100 metros.



Al igual que el comportamiento de la temperatura ambiente, la temperatura húmeda varía muy poco a través del año, siendo su fluctuación entre 21.6 °C y 22.9 °C para el nivel de los 500 metros; con respecto a los 2.200 metros oscila entre 11.3 °C y 13.4 °C.

La distribución temporal del punto de rocío a través del año es muy uniforme. En cambio con la altura si presenta gran fluctuación. Es así como se puede decir que la media en la parte alta es 12.0 °C y en la parte baja, 24 °C.

La tensión de vapor presenta moderada variación durante el transcurso del año para cada uno de los niveles de referencia, sin embargo, si observamos su comportamiento con respecto a la altura, su mayor valor promedio anual se presenta en la zona baja con 24.9 milibares y 14.2 milibares en la zona alta.

La humedad media diaria se mantiene, en general, alrededor del 90%. En los meses secos varía entre 84 y 88%. La zona baja se caracteriza por tener una humedad promedio más baja con respecto a la zona alta; en los meses lluviosos no pasa de 82% y en los meses secos alcanza 76%.

El número de horas de brillo solar se halla influenciado en gran medida por la precipitación en los diferentes meses del año y por el sistema orográfico. El registro heliográfico para el período seco muestra que es el de mayor insolación, en tanto que la temporada húmeda se caracteriza por presentar los valores más bajos. Sin embargo, y como era de esperar, en los meses de julio y agosto, con la disminución relativa de lluvias, las horas de brillo solar aumentan.

La parte alta de la zona de estudio presenta los menores valores mensuales de horas sol con respecto a la zona baja; en la altura de 2.200 m.s.n.m. es igual a 1127.9; a 500 m.s.n.m, aumenta a un promedio multianual de 2424.0 horas sol por año.

El número de horas diarias de sol fluctúan para la estación San Lorenzo entre 2.2 y 2.4 en los meses de septiembre, octubre y noviembre; en los restantes oscila entre 3.0 y 3.8 horas. Para la altura de los 500 m.s.n.m. se registraron valores, que oscilan entre 5.2 y 5.4 en los meses de septiembre y octubre; en los meses de enero y febrero registran entre 6.1 y 7.7 horas.

El comportamiento de la evaporación a través del año es uniforme con fluctuaciones leves entre la época seca y lluviosa; la diferencia grande se observa con el cambio de altura, y así en la estación "*Los Quinientos*" es de 1635.7 mm, alcanzando en la estación *San Lorenzo* sólo 745.5 mm.

En toda la zona de estudio, los meses de octubre y noviembre presentan los menores valores, los cuales oscilan entre 56.4 y 117.4 mm para 2.200 y 500 m.s.n.m. respectivamente. El mes de enero registra el mayor valor de evaporación que fluctúa entre 74.3 y 155.7 mm para las alturas respectivas mencionadas.

Durante todo el año, el promedio diario de evaporación fluctúa entre 2.0 y 4.5 mm para la zona alta y baja, respectivamente.

Con base en la distribución porcentual acumulada, en el primer semestre en la estación *San Lorenzo* se evapora el 51% del total anual restando 49% para el segundo semestre.

El comportamiento de la nubosidad se mantiene muy uniforme durante todo el año, con una pequeña disminución para el mes de enero. El valor promedio diario anual para todo el área de interés es de 5 cotas; oscilando mensualmente entre 3 y 5 cotas.

Como se mencionó con anterioridad, para las alturas entre los 1.000 y 1.650 m.s.n.m. la nubosidad disminuye permitiendo de esta forma que las horas de brillo solar aumenten levemente para esta zona.

La distribución temporal de la velocidad del viento presenta un promedio diario anual de 1.1 y 0.9 m/seg. para las estaciones *San Lorenzo* y *la Ye* respectivamente, incrementándose a 1.4 m/seg. para la zona alta en el mes de enero. La velocidad varió entre 3.5 m/seg. a las 19:00 horas en la estación *San Lorenzo* y 3.1 m/seg. en *la Ye*, a las 13:00 horas.

Teniendo en cuenta los valores anuales y mensuales de EvapoTransPiración (ETP) presentados en las, los siguientes son los aspectos más relevantes.

Los mayores valores de ETP se sitúan en la parte baja, calculándose 1392.8 mm para una altura de 500 m.s.n.m, siendo su variación uniforme durante el transcurso del año, presentándose una fluctuación entre 21.1 y 13.0 mm, en las zonas baja y alta, respectivamente.

En la estación *la Ye*, durante todo el año, se presenta deficiencia de agua a excepción del mes de octubre cuando apenas se registra un leve almacenamiento equivalente a 19.3 mm. En la estación *San Lorenzo*, por el contrario, a partir del mes de mayo hasta noviembre se registra exceso de agua; sin ocurrir deficiencia en ningún mes.

De acuerdo con lo anterior, la estación *La Ye*, en su zona no perteneciente al área de la cuenca del Manzanares, corresponde a una provincia semiárida megatermal, caracterizada por tener un nulo o pequeño exceso de agua; mientras que la zona alta, donde se ubica la estación *San Lorenzo*, corresponde a una perhúmeda mesatermal caracterizada por tener nula o pequeña deficiencia de agua.

2.1.3 Geomorfología.

La Sierra Nevada de Santa Marta es un macizo montañoso que presenta condiciones geológicas y ambientales especiales. Estas condiciones especiales de la Sierra se reflejan parcialmente en cada una de las cuencas hidrográficas que en ella se desarrollan. Una de estas cuencas es la del río Manzanares, en cuya parte

baja y plana cercana a la desembocadura del río en el mar, se asienta la ciudad de Santa Marta.

En el documento "Plan de Ordenamiento y Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Manzanares" se identifican las siguientes zonas homogéneas que se describen a continuación:

- **Zona Homogénea de Modelado Fluvio-Marino (MFM).** La zona plana de la cuenca del río Manzanares, comprendida entre la playa (borde del mar) y el pie del escarpe de La Tigrera-Paso del Mango-Matogiro, constituye una zona homogénea conformada por acumulaciones fluviales procedentes del éste, generadas por el río Manzanares y la Quebrada Tamacá, que en el borde del mar se mezclan con acumulaciones marinas (flechas, barras marinas y algunas dunas), las cuales constituyen una zona homogénea de modelado Fluvio-Marino, a latitudes comprendidas entre el nivel del mar y los 300 de altitud.
- **Zona Homogénea de Modelado de Disección (MDD).** Comprende una altitud entre 100 y 800 m.s.n.m. Independientemente del tipo de rocas (litología) y de la resistencia que éstas rocas puedan ofrecer a la erosión, las condiciones climáticas y ambientales actuales favorecen la existencia de fuertes y profundas disecciones, que incluyen pendientes muy cortas y fuertes.

De acuerdo con Holdridge esta zona presenta un bosque seco tropical (bs-T), con especies xerofíticas conformadas por un estrato arbustivo ralo y un estrato herbáceo ralo, que cubren la superficie de esta zona, en un porcentaje inferior al 40%.

- **Zona Homogénea de Modelado torrencial Bajo (MTB)** Aparentemente existe un ligero desplazamiento altitudinal de algunas zonas homogéneas en la Sierra Nevada de Santa Marta, en relación con las conocidas en las cordilleras andinas del interior de Colombia. Estas variaciones se aprecian en los cuatro parámetros que se analizan en la identificación de zonas para la zonificación geomorfológica que nos ocupa.

El análisis minucioso del mapa topográfico ha permitido apreciar la existencia de dos tipos dominantes de pendientes. El primer tipo de pendiente presenta valores comprendidos entre 25 y 50%, pero en la parte más alta de estas serranías se observa la presencia de escarpes con valores de pendientes superiores al 100% (hasta 70-80°).

La lluvia total anual varía entre 1.500 y 2.300 mm. Anuales. El promedio anual de temperatura varía entre 16° C y 21° C.

- ***Zona Homogénea de Modelado Torrencial Alto (MTA).*** El desplazamiento de hacia abajo, nombrado en las zonas homogéneas anteriores, también afecta la presente zona. Los límites altitudinales de esta zona pueden ser considerados como continuación de la anterior, de tal manera que su límite inferior se localiza a los 1.800 m.s.n.m.

Su límite superior debería estar localizado a los 3.500 m.s.n.m., sin embargo, de acuerdo con el mapa base el límite superior de la cuenca se localiza a 5.400 m.s.n.m. Lo anterior muestra que la zona homogénea de modelado torrencial alto (MTA) está representada por una angosta banda de terreno de apenas 800 m de ancho.

2.1.4 Formas Estructurales.

Las formas de las estructuras de la Sierra Nevada de Santa Marta y las cuencas hidrográficas que en ella se desarrollan, presentan en las partes baja y alta, lo que Bartels denomina "Escalonamiento Vertical de las Geoformas", que presenta siempre una pareja de formas estructurales, representadas por un balcón y un escarpe. Anterior de las zonas homogéneas, unas veces el carpe se encuentra en la parte alta y el balcón en la parte baja, otras veces es lo contrario.

Además de las formas estructurales se identifican varias fallas y lineamientos, principalmente en la parte baja de la cuenca. Igualmente, aparecen varias formas de acumulación en la que dominan los suelos de soporte. Las más importantes formas de acumulación se describen a continuación:

Los Balcones.

Así como aparecen el Balcón Periférico, el Balcón Jirocasaca-Onaca, el Balcón de Minca y el Balcón del Paso del Mango-Tigrera. Cada una de estas grandes unidades morfoestructurales están compuestas por dos partes:

El Balcón, que es una zona alta, relativamente poco inclinada con pendientes que varían entre 40 y 60%, conformando el balcón propiamente dicho.

El escarpe, que es una unidad geomorfológica de muy fuerte pendiente, que alcanza valores de hasta 100%. Está localizado en la parte baja del balcón. El balcón con su escarpe inferior, semeja una terraza talud inferior.

En la cuenca del río Manzanares se pueden diferenciar los siguientes balcones:

- **El Balcón Periférico.** Se localiza en la parte más alta de la cuenca terminando en un escarpe, que contiene la línea que sirve de divisoria de aguas con el río Piedras; en estas condiciones este balcón contiene únicamente el escarpe, pero carece de la zona alta poca inclinada; ocupa toda la zona de Modelado Torrencial Alto (MTA) de la cuenca del río Manzanares y está constituido totalmente por un escarpe que sirve de límite altitudinal a los modelados torrenciales altos (MTA) y bajo (MTB).

La parte más alta de este escarpe se localiza a 2.200 m.s.n.m. y la parte más baja a 2000 m.s.n.m., incluyendo, además, una faja de poca pendiente, localizada entre 2.000 y 1.200 m.s.n.m.

En principio en la zona correspondiente a este balcón, se debería cultivar Papa (*Solanum* sp). Sin embargo, parece que por tratarse de una zona angosta, las

influencias externas no permiten que las condiciones morfoclimáticas de esta zona se manifiesten claramente.

- **El Balcón de Jiromasaca-Onaca.** La zona homogénea de modelado torrencial bajo (MTB), está comprendida entre los 1.200 y 800 m. Esta franja incluye un corto escarpe interno al norte de Minca, una amplia zona poco inclinada, localizada entre Minca y Onaca-Jiromasaca: y, por último, un escarpe localizado al este de estas poblaciones, entre 1.000 y 1.200 m.

El escarpe localizado arriba de Jiromasaca-Onaca, se desarrolla sobre los esquistos metamórficos, mientras que la zona de poca pendiente de Jiromasaca-Onaca, se desarrolla sobre los granitos alterados del batolito de Santa Marta. Se encuentran allí bosques grandes en abundante matriz arcillosa procedente de la alteración de los esquistos.

La vegetación que cubre esta zona poco inclinada, es fundamentalmente higrófila, constituida por un estrato arbóreo con individuos de más de 25 m. de altura. Un estrato arbustivo con árboles de talla comprendida entre 10 y 15 m y finalmente un estrato herbáceo con individuos de hasta 20 m de altura.

- **El Balcón del Paso del Mango - La Tigrera.** Este balcón hace parte de la zona de modelado de disección (MDD), que al igual que en el numeral precedente, incluye un escarpe localizado entre 100 y 300 m.s.n.m., una zona fuertemente disectada, comprendida entre la cota 300 (zona de Tigrera y el Paso del Mango) y la cota 600, localizada en el pie del escarpe de Minca. Entre los 600 y los 800 m.s.n.m., aparece una zona poco disectada, de menor pendiente (60-70%).

La vegetación que cubre esta zona es fundamentalmente higrófila, constituida por un estrato herbáceo con especies gramíneas, helechos y de hojas anchas, que



alcanzan hasta 2.50 m de altura. Se observa igualmente un estrato arbustivo y un estrato arbóreo con árboles de hasta 25 m de altura.

En la zona de menor pendiente se encuentran las rocas metamórficas con alteraciones de hasta 5 m de profundidad. Además de las alteraciones, se aprecian depósitos torrenciales con espesores que alcanzan hasta 7-8 m. La matriz de estos depósitos está constituida por arcillas de colores amarillos y rojo, en las que se aprecian pequeñas plaquetas micáceas.

2.1.5 Hidrología.

De acuerdo al análisis de la parte noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, elaborado por Reiner Hernán, las formaciones regionales hidrobiológicas, denominadas "hidrócoras", con incidencias en las cuencas del río Manzanares son:

Hidrócoras con evaporación y esorrentía permanente; se presentan entre los 1800-2900 m.s.n.m., formándose en material de deslizamiento de ladera sobre granito y esquistos cristalinos suelos de tipo Pseudogley con mucha micas que se encuentran en capas ordenadas. Hidrócoras con evaporación media y esorrentía permanente, sobre los esquistos cristalinos, pero solamente sobre una altura de 1.500 m.s.n.m.

La vegetación casi natural del bosque montano-húmedo está remplazada en gran parte por cafetales con árboles de sombrío. Tanto la descomposición como el material de deslizamiento exigen una regularización de la esorrentía.

Hidrócoras con consumo de aguas freáticas y predominantes con corrientes del agua freáticas, se encuentran en las regiones de sedimentación con agua freáticas cerca de la superficie de las regiones climáticas secas.

La cuenca se subdividió en 5 subregiones o microcuencas, de las cuales no se tuvo en cuenta para las características morfométrica la microcuenca denominada Cuñas del Manzanares, por no presentar un afluente definido. Además, en este sector hay presencia de nubes afectándose la fotointerpretación, se presenta una serie de drenaje que se filtran antes de llegar al cauce principal del río Manzanares.

El área de la cuenca del Río Manzanares es de aproximadamente 20.000 hectáreas y es recorrida de SE – NO y EO en una longitud de 32.5 Km. esta orientación puede beneficiarla en horas luz en el recorrido que hace desde su nacimiento, a 2.350 m.s.n.m, hasta los 90 m.s.n.m donde recibe las aguas de la quebrada Aserrío. Desde este sitio hasta la desembocadura su orientación suele perjudicarle por presentarse una mayor evaporación de agua.(ver mapa Hidrológico)

2.1.5.1 Ciclo Hidrológico.

- Estación San Lorenzo: 456 mm (entre 1975 y 1980), a 2200 m.s.n.m.
- Estación de Minca: 2728 mm; a 650 m.s.n.m.
- Estación Universidad del Magdalena: 617 mm; a 7 m.s.n.m.
- Precipitación promedio mensual: 168 mm.

Entre 1800 y 1000 m.s.n.m. existen precipitaciones media promedio anual de 2500 mm, en 10 – 12 meses húmedos. La vegetación natural arriba de 700 m.s.n.m. consiste en bosques tropicales siempre húmedos y bosques nublados.

En la hacienda "Las Nubes" situada a 1500 m.s.n.m., se registran precipitaciones medias anuales de 3450 mm y temperatura media anual de 19.1 °C. Como época relativamente árida se pueden considerar los meses entre enero y marzo.

La zona de Matogiro es la cabecera de la cuenca, aproximadamente a 200 m.s.n.m. Bosques muy húmedos, premontanos. Biotemperatura 18-24°C; promedio anual de lluvia, más de 2000 mm, o superior; piso de bosque. La elevación mediana para la cuenca es de 400 m.

2.1.5.2 Sistema de drenaje. Esta conformado por el río principal y sus atributos. Suelos fácilmente erosionables, caudales altos e instantáneos con altas velocidades de flujo. La longitud del cauce es de aproximadamente 33 Km. y su pendiente promedio es de 6,66%.

2.1.5.3 Balance Hídrico. La cantidad de agua en la cuenca es la siguiente:

Parte alta: 80 mm por metro de profundidad.

Parte baja: 40 mm por metro de profundidad.

Tiempo de concentración (Tc): 82 Horas; durante su evacuación, 49 minutos.

El caudal pico para lluvias con períodos de retorno de 50 años y con tiempo de concentración de 49 minutos: 672m³/seg.

Algunas observaciones relacionadas con el balance hídrico son:

- a. En la parte alta hay una fuerte concentración de volúmenes de agua de creciente; sin embargo, cuando llega a la zona de Bonda, por la forma que toma la cuenca y la dirección del cauce, el volumen del escurrimiento no es muy grande.
- b. La curva hipsométrica (elevación vs área) muestra realmente la zona donde se ubican los bosques muy húmedos y el seco tropical; corresponde a menos del 20% del área de la cuenca.
- c. La cuenca tiene una altura baja. El 50% de ella se encuentra distribuida a los 0 y 400 m.s.n.m.
- d. La pendiente por curva de nivel que indica que entre los 800 y 1200 m.s.n.m. debe ser zona exclusiva de conservación, ya que el manejo inadecuado de estas tierras tan frágiles, por la pendiente, aumentaría la zona de erosión.

- e. Los períodos más cálidos en la parte alta (San Lorenzo) se presentan entre los meses de abril a agosto; igual que en la estación de la Universidad se registran dos períodos calurosos, uno en abril y otro entre junio y agosto.
- f. Los meses más críticos por sequía en la cuenca, son diciembre, enero, febrero, marzo y abril. En septiembre y octubre hay grandes amenazas de crecidas por la gran cantidad de precipitaciones que ocurre sobre la cuenca.
- g. El tiempo de concentración de 49 minutos indica que cuando caiga una lluvia en la cuenta, en 49 minutos el río estará evacuando el agua de aquella.
- h. En los meses sin lluvias, la cuenca entrega un caudal de 483 litros/segundo. (El acueducto de Santa Marta necesita 900 m³/seg.). Es decir la lluvia mínima mensual para que no falte agua en el acueducto deberá ser de 37 mm lo que indica que durante los meses de enero a marzo, el nivel del río después de la bocatoma es cero metro. Por otro lado, hay una probabilidad de que cada 50 años se presente un caudal de 672 m³/seg.

2.1.6 Vegetación.

// La vegetación natural de la cuenca hidrográfica del río Manzanares fue alterada aproximadamente en un 70%, ocasionándose un desequilibrio ecológico y un deterioro de los recursos naturales, más aun con la implementación de usos y manejos inadecuados en la mayor parte de los suelos deforestados.}}

En el área plana de la cuenca, se ha desarrollado el complejo turístico de la ciudad de Santa Marta y corregimientos aledaños; en el resto del área, por el déficit de agua existente, no se ha podido implementar una agricultura de alta rentabilidad a pesar de la óptima calidad de sus suelos, sin embargo se aprecian en algunos sectores el pastoreo con ganadería extensiva y cabras, como también pequeños lotes de árboles frutales.

En las colinas, los suelos desde el punto de vista agropecuario son totalmente improductivos, pues la falta de una meteorización de la roca madre no ha

permitido su desarrollo. Estos suelos sostienen una vegetación xerofítica, donde juega un papel predominante la familia de las cactáceas. El estrato inferior constituido por herbáceas que permanecen, muchos de ellos en estado latente durante el verano, rebrotando en invierno, en este sector predominando la cactáceas conocida como piñuelo.

A partir del pie de monte y hasta la línea divisoria de la Cuenca se desarrollan actividades agropecuarias; destacándose la ganadería extensiva antitécnica, sin ninguna práctica de conservación de suelos, con la utilización de quemas continuas e indiscriminadas, lo que ha propiciado, a través del tiempo, la transformación de los biomas de bosques a sabanas en la parte baja y media baja de la cuenca; también se ha afectado la sucesión secundaria por el ramoneo del ganado en época de verano, además, de la alteración de la estructura de los suelos por el sobrepastoreo.

Últimamente, la ganadería vacuna se ha concentrado en la parte media y media baja, encontrándose en la parte media y alta se encuentra principalmente la ganadería caballar y mular, utilizadas para la extracción de la cosecha cafetera. Entre los pastos utilizados se encuentran los pastos de pastoreo: *Jaragua* (*Hypharhenia xuxa*), *Guinea* (*Paricum maximum*), *Yaraguá* (*Melinis minutiflora*), *Kikuyo* (*Pennisetum clandestinum*), *Pangola* (*Digitaria dicumbens*) y *Admirable* (*Panicum pupuracea*); Pasto de corte: *Elefante* (*Pennisetum pupureun*) y *Kingrass*.

El principal renglón de la agricultura es el cultivo del café (*Coffea arábigo*) tradicional con sombrío (Guamo); últimamente se han plantado pequeñas áreas con café tecnificado. Esta asociación, denominada como el "bosque cafetero" presenta una buena protección de los suelos contra el impacto de las gotas de lluvia y la escorrentía difusa superficial por su formación multiestrato (guamo, café, pasto u hojarasca). También se siembran cultivos de pancoger, como yuca (*Manihot sp*), maíz (*Zea maíz*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), tomate (*Lypersicum esculentus*), implementando sin considerar la susceptibilidad de los suelos a la

erosión y las fuertes pendientes, por lo que se pierden constantemente, en áreas relativamente grandes, parte de los horizontes orgánicos de suelos y con ellos la capacidad de sostenibilidad de la producción de los mismo. Asimismo, se observan cultivos de hortalizas como: cebolla en rama, remolacha, zanahoria etc.

Los frutales juegan un papel importante, desde el punto de vista económico y ecológico, entre estos: Cacao (*Theobroma cacao*), Plátano (*Musa sapientum*), Coco (*Cocos nucifera*), Guanábana (*Annona muricata*), Zapote (*Matisia cordata*), Papaya (*Carica papaya*), Guayaba (*Psidium guajaba*), Cítricos (*Citrus sp.*), Tamarindo (*Tamarindus indica*), Marañón (*Anacardium occidentale*), Pomarroso (*Eugenia jambos*), Banano (*Musa paradisiaca*), Mango (*Mangifera indica*), Aguacate (*Persia americana*), Cañandonga (*Casia grandis*), Ciruelo (*Spondias purpurea*), Perehuetano (*Parinari pachyphyle*) y Níspero (*Manilkara zapote*). La caña de azúcar, que ha sido un cultivo tradicional, continúa cultivándose para consumo doméstico.

Para el análisis de la vegetación natural se han identificado, de acuerdo con Holdridge, las formaciones vegetales que cubren el rango altitudinal de la cuenca desde los 0 - 2350 m.s.n.m., condicionados a las relaciones edáficas y climáticas.

- **Formación Vegetal Monte Espinoso Tropical (me-T).**

Esta formación se caracteriza por una precipitación promedio anual de 250 - 500 mm y biotemperatura promedio superior de 24° C, con una localización altitudinal entre los 0 - 100 m.s.n.m.

Los suelos de esta formación están desarrollados a partir de rocas metamórficas en los sectores de colinas, que por su poco desarrollo carecen de importancia agropecuaria y los suelos formado sobre depósitos aluviales que conforman el cono de Santa Marta y la Quebrada de Tamacá donde es posible desarrollar la actividad ganadera, sin embargo cuenta con un límite que es la escasez de agua.

Los bosques secundarios que se observan en esta formación se están degradando debido, principalmente, al sometimiento continuo del fuego. Igual condición presentan los bosques naturales que aún persisten.

A continuación se relacionan las principales especies arbóreas y arbustivos de esta formación:

Vara santa (*Triplaris americana*) y Guayabo (*Coccoloba sp.*) de la familia Polygonaceae; Trupillo (*Prosopis juliflora*), Aromo macho (*Acacia Tortuosa*), Aromo real (*Acacia Macracantha*) y Aramo hembra (*Acacia farnesiana*) de la familia Mimosaceae; Cardón (*Cephalocereus colombianus*) y Guamacho (*Pereskia colombiana*) de la familia Cactaceae; Dividivi (*Libidivia coriaria*) de la familia Caesalpinaceae; Trébol (*Platymiscium pinnatun*) de la familia Papilionaceae; Quebracho (*Astronium graveolens*) de la familia Anacardiaceae; Majagua (*Bombax barrigon*) de la familia Bombacaceae y Volador (*Gyrocarpus americanus*) de la familia Hernandiaceae.

- **Formación Vegetal Bosque muy Seco Tropical (bms-T).**

Esta formación vegetal esta ubicada entre los 100 - 200 m.s.n.m. en la zona considerada, fisiográficamente, como el pie de monte de la Sierra Nevada de Santa Marta; está considerada por una precipitación promedia anual que oscila entre los 500 - 1000 mm y una temperatura $>27^{\circ}$ C.

Los suelos en esta formación provienen de rocas graníticas y metamórficas que dan origen a suelos sueltos, friables, con poca capacidad de retención de agua y baja fertilidad. En las áreas más pendientes de los cerros, los suelos pedregosos provienen de rocas granodioríticas; también, y en menor áreas, se encuentran suelos de vega del río Manzanares, y suelos aluviales, arcillo-limosos bastante fértiles en el sector Quebrada Mojada.

El bosque natural se presenta en esta formación como pequeñas manchas de bosques degradados diseminados en el área con árboles dominantes de buena

altura ($\geq 15\text{m}$) y diámetros de 40 a 60 cm, predominando las leguminosas, en el área de mejores suelos, como en las vegas, se observan árboles de mejor porte que los indicados anteriormente, como el caracolí (*Anacardium excelsum*), campano (*Samanea saman*), ceiba roja (*Bomcacopsis quinatum*), con cierto valor comercial utilizados para leña, carbón, construcción, etc., lo que ha propiciado su tala incontrolada.

Las áreas desmontadas dedicadas a pastos, donde se han utilizado como prácticas de manejo las quemadas periódicas, han originado los sistemas de sabanas presentándose un predominio de gramíneas resistentes al fuego y algunas plantas leñosas como el peralejo (*curatella americana*), chaparro (*Byrsomina crassifolia*) y el guazimo (*Cuazuma ulmifolia*).

También se observan áreas en etapas de sucesión secundaria, correspondiente a rastrojo medio y alto y bosque secundario. En espacios abiertos se presenta la colonización de la planta comúnmente llamada abrojo (*Tributo cistoides*).

A continuación se relacionan las principales especies arbóreas y arbustivas halladas en esta formación vegetal: Vara santa (*Triplaris americana*) y Guayabo (*Coccoloba* sp.) de la familia Polygonaceae; Volador (*Gyrocarpus americanus*) de la familia Henandiaceae; Mamón (*Melicocca bijuga*) de la familia Sapindaceae; Majagua (*Bombax barrigón*), Ceiba Blanca (*Huracrepitan* sp.) y la Ceiba de Agua (*Ceiba pentandra*) de la familia Bombaceae; Quebracho (*Astronium graveolens*) y Caracolí (*anacardium excelsum*) de la familia Anacardiaceae; Bija (*Bursera graveolens*) de la familia Burceraceae; Tuna (*Opuntia* sp.), Guamacho (*Pereskia colombiana*) y Cardón (*Cephalocerus colombianus*) de la familia Caétaceae; Aromo (*Acacia* sp.), Buche (*Pithecelabium* sp.) y Trupillo (*Prosopis juliflora*) de la familia Mimosaceae; Trebol (*Platymiscium pinnatun*) y matarratón (*Glericidia sepium*) de la familia Papilionaceae; Dividivi (*Libidivia coriaria*) y Brasil (*Haematoxylon brasiletto*) de la familia Caesalpiniaceae; Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) y Camajón (*Sterculia apetala*) de la familia Sterculiaceae; Guarumo (*Cecropia* sp.) de la familia Moraceae; Olivo (*Capparis odoratissima*) de

la familia Caparidaceae; Olla de Mono (*Lecythis magdalénica*) de la familia Lecythidaceae; Naranjito (*Crataeva tapia*) de la familia Coppanidaceae; y el Muñeno (*Cordia glabra*) de la familia Boraginaceae.

- Formación Vegetal Bosque Seco Tropical (bs-T)

Esta formación tiene como límites climáticos una temperatura superior a los 24°C y una precipitación promedia anual entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m.

Los suelos pendientes de esta formación producto de rocas ígneas que dan origen al batolito complejo de Santa Marta (granito moscovito - cuarzomonsonita) susceptibles a la erosión ocupan la mayor parte de su área; muy localizados se hallan suelos de vega.

En algunos sectores, en las partes superiores de los cerros, se observan bosques degradados, achaparrados que han sido afectados por los fuertes vientos que soplan sobre ellos; además, en los cerros de fuertes pendientes, donde el bosque fue talado y los suelos sometidos a las quemadas continuas y al sobrepastoreo se han originado las sabanas con mejores condiciones de producción y menos propensas a la erosión con respecto a las sabanas de la formación vegetal del bosque muy seco tropical.

Las áreas con bosques secundarios o con rastrojos altos también es pastoreado en forma extensiva, lo que ha afectado el desarrollo normal de los rodales. En estas áreas abunda la Palma de Vino (*Scheelea butyracea*).

Entre los árboles y arbustos más comunes de esta formación se encuentran:

Tachuelo (*Zantoxylum sp.*) de la familia Rutaceae; Guimaro (*Brosimum sp.*), Caucho (*Ficus sp.*) y Guarumo (*Acropia sp.*) de la familia Moraceae; Payandé (*Pithecellobium dulce*), Piñón de oreja (*Enterolobium cyclocarpus*), Campano (*Samanea saman*), Igua (*Pseudosamanea guachapele*) y Guamo (*Inga sp.*) de la familia Mimosaceae; Dinde (*Chlorophora tinctora*) de la familia Maraciceae; Quebrancho (*Asthonium gravealens*), Caracolí (*Anacardium excelsus*) y Hobo (*Spondias mombis*) de la familia Anacardiaceae; Palma de vino (*Shellea*

magdalénica) y Palma amarga (*Sabal sp.*) de la familia Palmaceae; Matarratón (*Glicidia sepium*) de la familia Fabaceae; Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y Camajón (*Sterculia apetala*) de la familia Sterculiaceae; Mamón (*Meelicocoea bijuga*) de la familia Sapindaceae; Majagua (*Bombaz barrigo*) y Ceiba roja (*Bombacopsis quinatum*) de la familia Bombacaceae; Peralijo (*Curatela americana*) de la familia Delliniaceae; Olla de mono (*Lecythis magdalencia*) de la familia Lecythidaceae; Tronador (*Hura crepitans*) de la familia Euphorbiaceae; Aceituno (*Vitex sp.*) de la familia Verbanaceae; Crucito (*Randia sp.*) de la familia Rubiaceae; Laurel (*Aniba perutilis*) de la familia Lauraceae; Algarrobo (*Hymenia courbanil*) de la familia Caesalpiniaceae; Noro (*Byrsonima sp.*) de la familia Malpighiaceae; Flor amarillo (*Tecoma stan*) y Guandalay (*Jacarandá caucana*) de la familia Bignoniaceae; Carreto (*Aspidosperma dognadi*) de la familia Apocinaceae; Trebol (*Platymiscium pinnatum*) de la familia Papilionaceae; Vara santa (*Triplaris americana*) de la familia Poliganaceae; Indio desnudo (*Bursera simaruba*) de la familia Burseraceae; y Cedro (*Cedrela sp.*) de la familia Meliaceae.

- Formación Vegetal Bosque Húmedo Subtropical (bh-ST)

Esta formación vegetal ocupa una estrecha franja entre el Bosque seco tropical (bs-T) y el bosque muy húmedo subtropical (bmh-ST), ubicada entre las cotas 700 900 m.s.n.m. Caracterizan esta formación, además de su altitud, una precipitación promedio anual entre los 1.000 – 2.000 mm, y una biotemperatura promedio de 21°C.

Los suelos de esta formación también están influenciado por el batolito complejo de Santa Marta, con textura franco arenosa, buen drenaje y susceptible a la erosión.

El bosque natural primario ha sido talado en su gran mayoría, quedando sólo relictos de bosque degradado, esta área ha sido ocupada por cafetales y pasto; también se encuentran áreas enrastradas que han sido utilizadas erróneamente en ganadería extensiva y cultivos transitorios.

Entre los árboles y arbustos más comunes de esta formación tenemos:

Caucho (*Ficus sp.*) y Guarumo (*Acropia sp.*) de la familia Moraceae; Cedrillo (*Guarera sp.*) y Cedro (*Cedrela sp.*) de la familia Meliaceae; Carbonero (*Calliandra sp.*) y Guamo (*Inga sp.*) de la familia Mimosaceae; Canalete (*Cordia sp.*) de la familia Boraginaceae; Roble (*Tabebuia pentaphylla*) de la familia Bignoniaceae; Sauce (*Salix humboldtiana*) de la familia Salicaceae; Cucharo (*Rapanea sp.*) de la familia Myrsinaceae; Mango (*Mangifera indica*) de la familia Anacardiaceae; Aguacate (*Persea americana*) de la familia Lauraceae; y Balso (*Ochoma luyopus*) de la familia Bombacaceae.

- Formación Vegetal Bosque Muy Húmedo Subtropical (bmh-ST)

La formación vegetal bosque muy húmedo subtropical tiene como límites climáticos una precipitación promedio anual de 2.000 a 4.000 mm y una temperatura media aproximada entre 17 y 24°C. Se presenta, en términos generales, entre los 900 y 1.700 m.s.n.m.

Los suelos de esta formación en su mayoría son desarrollados sobre arenas graníticas (batolito complejo de Santa Marta) y rocas metamórficas de tipo esquistos micáceos de San Lorenzo de Gaira y Santa Marta, presentan textura franco arenosa, color pardo a pardo rojizo, de regular a buena fertilidad bajo condiciones de bosque o cafetal, pero fáciles de erosionar cuando quedan desprovistos de vegetación.

Esta formación presenta un área de gran importancia cubierta de bosque natural, el cual se caracteriza por su alta densidad con árboles que superan los 30 metros de altura y 80 cms de diámetro; además, estructuralmente presenta árboles dominantes, codominantes, un sotobosque constituido por arbustos y árboles suprimidos y en algunos sectores la capa herbácea, donde se observa con frecuencia el helecho (*Alsophilla sp.*) y sobresale el alto epifitismo y lianas en esta área boscosa.

EN los potreros abandonados y en los claros se desarrolla, rápidamente, el bosque secundario que juega un papel importante en la protección de los suelos.

En esta formación se concentra el área cafetera, cubierta en la mayor parte por Guamos (*Inga sp.*) y otras leguminosas, como el Cámbulo, que contribuyen a la nutrición de los suelos por el reciclaje de la hojarasca.

Entre las principales especies arbóreas y arbustivas de esta formación vegetal tenemos:

Laurel (*Nectandra sp.*), Aguacatillo (*Persea coerulea*) y Aguacate (*Persea americana*) de la familia Lauraceae; Higerón (*Ficus sp.*), Guarumo (*Cecropia sp.*) y Caucho (*Ficus sp.*) de la familia Moraceae; Balso (*Ochoma lagopus*) y Zapote (*Cluvararibea cordata*) de la familia Bombacaceae; Quebrabarrigo (*Trichanthera gigantesca*) y Drago (*Craston sp.*) de la familia Euphorbiaceae; Guamo (*Inga sp.*) y Carbonero (*Calliandra sp.*) de la familia; Chachafruto (*Erythrina edulis*) y Cámbulo (*Erythrina glauca*) de la familia Fabaceae; Guayacán (*Tabebuia chrysantha*) y Chirlobirlo (*Tecoma stans*) de la familia Bignoniaceae; Roble (*Tabebuia pentaphyllia*) de la familia Rutaceae; Cedro (*Cedrela sp.*) de la familia Meliaceae; Palma Real (*Attalea regia*) de la familia Palmae; Zurrumbo (*Trema micrantha*) de la familia Ulmaceae; Canalete (*Cordia alliodora*) de la familia Boraginaceae; Caña fistulo (*Cassia spectabilis*) de la familia Causalpinaceae; Guadua (*Guadua sp.*) de la familia Gramineae; Espadero (*Rapanea quianensis*) de la familia Myrcinaceae; Mango (*Mangifera indica*) de la familia Anacardiaceae, Bonga (*Ceiba pentandra*), Bambú (*Bambusa vulgaris*), Higuerilla (*Ricinus comunis*). (CORPAMAG, 1995).

- Formación Vegetal Bosque Muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB)

La formación vegetal bosque muy húmedo montano bajo presenta como límites climáticos una precipitación media anual de 2.000 a 4.000 mm, y una temperatura promedia entre 12 y 18°C, localizada entre las cotas 1.700 y 2.350 m.s.n.m.

Los suelos de esta formación, en su mayoría, son pocos profundos y están desarrollados sobre rocas graníticas y metamórficas.

Las características atmosféricas en esta formación dan lugar a los bosques nublados, destacados con árboles de regular porte y sotobosque denso, además de la abundancia de especies epífitas.

En algunos sectores el bosque fue talado y su área utilizada en actividades agropecuarias y posteriormente parte de esta área abandonada, encontrándose actualmente en estado sucesional secundario.

En esta formación los árboles y arbustos más comunes son:

Pino colombiano (*Podocarpus oleifolius*) de la familia Podocarpaceae; Guarumo (*Cecropia sp*) de la familia Moraceae; Guamo (*Inga sp.*) y Carbonero (*Calliandra sp.*) de la familia Mimosaceae; Arenillo (*Aniba sp.*) y Aguacatillo (*Persea caerulea*) de la familia Lauraceae; Chágualo (*Clusia sp*) y Carate (*Vismia sp.*) de la familia Guttiferae; Drago (*Cortón sp.*) de la familia Euphorbiceae; Encenillo (*Wenmannia sp.*) de la familia Cunoniaceae; Chusque (*Chusque sp.*) de la familia Gramineae; Borrachero (*Daterra glauca*) de la familia Solanaceae, y Arrayán (*Myrcia popayanensis*) de la familia Myrtaceae.

2.1.7 Fauna.

A continuación se relacionan las principales especies representativas de la fauna de la cuenca del Río Manzanares.

Mamíferos: Gato pardo (*Felis sp.*), Tigrillo (*Felis pardalis*), Tigre (*Felis wieddi*), León (*Felis sp.*) de la familia Felidae; Ñeques (*Dasyprocta punctata*) y Guartinaja (*Aguoti paca*) de la familia Agoutidae; Murciélagos (*Leptonycteris sp.*) y (*Mimon crenulatum*) de la familia Phyllostomidae; Zaíno (*Tayassu pecari*) de la familia Tayassuidae; Venado (*Mazama geozanbina*) de la familia Cervidae; Osos

hormiguero (*Tamandua mexicana*) de la familia Myrmecophagidae; Conejo (*Silvitagus brasiliensis*) de la familia Leporidae; Ardilla (*Sciurus sp.*) de la familia Seimridae; Armadillo (*Dary podidae*) de la familia Dasypodidae; Ratón (*Oryzomis sp.*) de la familia Heteromyidae; Zaino chucho (*Didelphis-marsupiales*) de la familia Didelphidae y Zaino mapuro (*Cerdocyon thous*) de la familia Canidal.

Reptiles: Boquidorada (*Bothrops atrox*) y Cascabel (*Crotalus durissus*) de la familia Viperidae; Coral (*Pseudoboa neuwiendii*) y Cazadora (*Drymaryhon corais*) de la familia Colubridae; Boa (*Boa epicrates*) de la familia Boidee y Pudridora Mapaná(*Bothrus sp*) y Patoco

Lagartija (*Ctenopleparis janes*), Iguana (*Iguana iguana*), Pasa royo(*Basiliscus basiliscus*), Camaleón(*Anolis sp*) y Lagarto (*Anolis sp.*)

Anfibios: Ranas (*Leptodactylus sp.*) de la familia Leptodactylidae, Sapos (*Bufo granulasus*) de la familia Bufonidae y Salamandras

Aves: Tórtola (*Columbina talpacoti*), Torcaza (*Leptotiya vevrauxi*) y Paloma (*Columba fasciata*) de la familia Columbidae; Turpial (*Icterus icterus*) y Toche (*Icterus nigrogularis*) de la familia Icteridal; Perico (*Brotogeris sp.*) y Catora (*Aratinga pertinax*) de la familia Psitacidal; Tucán (*Pteroglossus torquatus*) y Carraco (*Aulacorhynchus prassinus*) de la familia Ramphastidal; Sagre toro (*Tranpis episcopus*) y Azulejo (*Tranpis episcopus*) de la familia Traupidae; Chau chau (*Cianocorcu affinis*) de la familia Corvidae; Carpintero (*Campephilus melanlocus*) de la familia Picidal; Colibrí (*Amazilia sancirottei*) de la familia Trochilidal; Golondrina (*Streptoprogne zonarin*) de la familia Apodidal; Pava (*Chamaepteris gondatle*) de la familia Cracidal; Galero (*Velter gryphus*) de la familia Cathartidad; Mirto (*Turdus fuscaster*) de la familia Trinidad y Sirini (*Tyrannus milancholicus*) de la familia Tyrannidal.

Insectos y otros: Los estudios para el reconocimiento de los insectos en el área han sido escasos. Respecto a los insectos se pueden mencionar: Mariposa(Papillio

sp), Luciérnaga o cocuyo(*Silis* sp), Araña (*Dichrostichus furcatus*), Saltamonte verde(*Neoconocephalus* sp), Chicharra(*Magacicoda* sp), Maria palitos(*Megaphasma* sp), Hormiga arriera(*Atta* sp), Avispas(*Bracomidaes* sp), Gusanos(*Diplópodos* sp), Alacrán (*Tettigonia viridisimo*).

La domesticación de animales ha contribuido, en parte, a disminuir la presión de los habitantes de la cuenca hacia la fauna silvestre, además de constituirse en la principal fuente de carne. Entre los animales domesticados sobresalen: carnero, chivo, cerdo, gallina, patos, pavos, vacas, etc.

Es importante anotar que los animales silvestres no sólo son acosados por los habitantes de la cuenca, sino que también son perseguidos por personas ajenas a la cuenca que incursionan en ella, especialmente en búsqueda de la guartinaja (*Agonti paca*) por su comercialización en la ciudad de Santa Marta.

2.1.8 Suelos.

En la cuenca del Río Manzanares se identifican cuatro zonas homogéneas: una zona homogénea de modelado torrencial bajo (MTB), una zona homogénea de modelado de disección (MDD), una zona homogénea de modelado fluvio-marino (MFM) y una zona de planicie de Santa Marta-Gaira (INDERENA, 1970;1991).

Los suelos de la cuenca del Río Manzanares pueden ser clasificados en tres clases agrológicas, de acuerdo con sus características morfológicas, pedológicas y agrológicas. Existen dos grandes grupos de suelos:

2.1.8.1 Suelos de Escarpes. Estos suelos pertenecen a la clase Agrológica VII, con uso limitado o bosques, cobertura permanente y en algunos sitios para pastos; presentan fuertes limitaciones de orden geomorfológicos, pedológicos y agrológicos. Los suelos del balcón del alto del Mango quedan incluidos en esta categoría.

2.1.8.2 Suelos de Balcones. Estos suelos se ubican en zonas de menos pendiente, con mayor abundancia de vegetación natural, en algunas zonas; y bosques arbustivos, con estrato herbáceo. La gran mayoría de estos suelos pertenece a la clase Agrológica IV, por la presencia de algunas limitaciones, como pendiente, pedregosidad y baja fertilidad en zonas de afloramiento graníticos. Se exceptúa aquí el balcón del Alto Mango que se clasificaría dentro de la clase Agrológica VII.

2.1.8.3 Suelos de la Planicie de Santa Marta. También se encuentran los suelos de la planicie de Santa Marta, desarrollados sobre los conos del río Manzanares y la Quebrada Tamacá. Estos conos forman una zona plana de pendiente inferior al 1%; los suelos varían entre limosos y arenosos, produciéndose una fuerte infiltración y de acuerdo con las características descritas, y desde el punto de vista agrológico, estos suelos se pueden clasificar dentro de la clase agrológica II.

Es bueno recordar que esta clasificación se hace desde el punto de vista agropecuario únicamente, teniendo en cuenta, entonces, este tipo de aptitud natural, no se hace aquí clasificación para otras aptitudes.

2.1.8.4 Manejo y usos de los suelos. El uso de los suelos correspondientes al 36.3% del total de los predios del área de estudio, los bosques ocupan el 40.25% del área; le siguen en importancia los rastrojos (30.00%); los pastos, 16.0%; los cultivos permanentes con 13.00%; cultivos transitorios, 0.87% y otras áreas, 0.03%.

En el área de los cultivos transitorios, el maíz ocupa 23.42% y la yuca 16.55%; el frijol y el tomate sólo representan el 9.13% de la superficie.

Entre los cultivos permanentes y semipermanentes sobresale el café con 85.81%; le siguen los frutales que cubren el 12.99% y el banano y el cacao con 1.2%.

El área de los pastos ocupa 16.28% del total de la cobertura vegetal registrada en los predios encuestados. Las especies faragua, Kikuyo y Yaraguá son las gramíneas más importantes que manejan los campesinos para la producción pecuaria.

Existe una práctica muy tradicional entre los campesinos asentados en la cuenca, como es la quema, utilizada para adecuar áreas determinadas con fines de establecer cultivos agrícolas y pecuarios. Generalmente este método es considerado útil por los agricultores debido a los resultados aparentes alcanzados, ya que rebaja los costos de limpieza y puede aumentar los porcentajes de nutrientes en el suelo por el aporte de cenizas con altos contenidos de Ca, Mg, K Y Na. Las quemas pueden producir inicialmente buenas cosechas, pero posteriormente generan el incremento de escorrentía, efecto negativo para el suelo, pues el arrastre de materiales en la superficie da comienzo a su degradación progresiva.

El uso y manejo inadecuado dado a los suelos en la cuenca ha traído como consecuencia un preocupante proceso erosivo. La ganadería extensiva, cultivos transitorios y la utilización de agroquímicos en áreas para cultivos ilícitos son actividades que han afectado el equilibrio ecológico en la cuenca.

3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo se adelantó inicialmente una revisión bibliográfica de los estudios relacionados con el tema realizados sobre el Río Manzanares y los residuos sólidos como fuente de información secundaria, simultáneamente se procedió a su análisis para extraer la información que sirvió de soporte para la caracterización del área de estudio y el establecimiento de los aspectos de mayor importancia sobre los residuos sólidos. Para la realización de esta actividad se consultaron los centros de documentación de entidades del orden nacional y regional tales como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC, Alcaldía Distrital, Planeación Distrital, Corpamag, Universidad del Magdalena y la empresa encargada de la recolección y disposición de los residuos sólidos en el Distrito - Interaseo. S.A.

3.1 DISEÑO DEL TRABAJO.

Establecida como área de estudio las márgenes del Río Manzanares en el trayecto comprendido entre el Paso del Mango y su desembocadura en la bahía de Santa Marta, para adelantar las mediciones y muestreos requeridos se diseñaron los siguientes procedimientos:

3.1.1 Visitas de campo.

Inicialmente se trabajó en el reconocimiento del área de estudio con el objeto de obtener una imagen directa del estado de las orillas del río en lo biofísico y socioeconómico; además conocer el aspecto que éstas presentan en relación con la presencia de residuos sólidos.

Posteriormente se llevó a cabo un segundo recorrido, igualmente desde el Paso del Mango hasta la desembocadura, con el objeto de hacer las mediciones de los transeptos en que se dividió el curso del río para disponer de un elemento de muestreo. Finalmente se realizaron las visitas a los transeptos seleccionados para la recolección de las muestras de residuos sólidos.

3.1.2 Método de colecta

A partir del Paso del Mango, punto de inicio del área de estudio, se recorrió el cauce del río hasta la desembocadura y con la ayuda de un Sistema de Posicionamiento Global, se establecieron las coordenadas para cada punto que determina un transepto paralelo y adyacente a las orillas del río de aproximadamente 100 metros de longitud; pudiéndose establecer 182 transeptos debidamente posicionados. (Ver Tabla No. 1)

Tabla No. 1
Transeptos establecidos sobre el recorrido del Río Manzanares

No	COORDENADAS	
	LATITUD N	LONGITUD O
000	11° 12,371'	74° 05,940'
001	11° 12,411'	74° 05,937'
002	11° 12,434'	74° 05,884'
003	11° 12,418'	74° 05,847'
004	11° 12,452'	74° 05,792'
005	11° 12,526'	74° 05,788'
006	11° 12,614'	74° 05,783'
007	11° 12,687'	74° 05,789'
008	11° 12,739'	74° 05,835'
009	11° 12, 718	74° 05,870
010	11° 12,703'	74° 05,952'
011	11° 12,758'	74° 05,932'
012	11° 12,808'	74° 05,916'
013	11° 12,871'	74° 05,948'
014	11° 12,882'	74° 06,023'
015	11° 12,874'	74° 06,095'
016	11° 12,873'	74° 06,198'
017	11° 12,845'	74° 06,276'
018	11° 12,851'	74° 06,326'
019	11° 12,850'	74° 06,375'
020	11° 12,865'	74° 06,459'
021	11° 12,887'	74° 06,506'
022	11° 12,903'	74° 06,571'

023	11° 12,948'	74° 06,628'
024	11° 13,046'	74° 06,627'
025	11° 13,079'	74° 06,695'
026	11° 13,159'	74° 06,766'
027	11° 13,230'	74° 06,748'
028	11° 13,305'	74° 06,771'
029	11° 13,379'	74° 06,768'
030	11° 13,434'	74° 06,748'
031	11° 13,500'	74° 06,697'
032	11° 13,540'	74° 06,613'
033	11° 13,585'	74° 06,614'
034	11° 13,647'	74° 06,671'
035	11° 13,710'	74° 06,691'
036	11° 13,374'	74° 06,689'
037	11° 13,831'	74° 06,693'
038	11° 13,903'	74° 06,697'
039	11° 13,974'	74° 06,703'
040	11° 14,042'	74° 06,736'
041	11° 14,063'	74° 06,786'
042	11° 14,068'	74° 06,866'
043	11° 14,094'	74° 06,925'
044	11° 14,112'	74° 06,997'
045	11° 14,127'	74° 07,061'
046	11° 14,148'	74° 07,117'
047	11° 14,193'	74° 07,195'
048	11° 14,246'	74° 07,228'
049	11° 14,285'	74° 07,261'
050	11° 14,281'	74° 07,320'
051	11° 14,265'	74° 07,377'
052	11° 14,237'	74° 07,431'
053	11° 14,257'	74° 07,487'
054	11° 14,266'	74° 07,547'
055	11° 14,302'	74° 07,597'
056	11° 14,300'	74° 07,646'
057	11° 14,273'	74° 07,703'
058	11° 14,283'	74° 07,755'
059	11° 14,318'	74° 07,800'
060	11° 14,366'	74° 07,836'
061	11° 14,419'	74° 07,857'
062	11° 14,477'	74° 07,888'
063	11° 14,508'	74° 07,934'
064	11° 14,470'	74° 07,974'
065	11° 14,418'	74° 07,994'
066	11° 14,367'	74° 08,036'
067	11° 14,334'	74° 08,079'
068	11° 14,328	74° 08,139
069	11° 14,337	74° 08,191
070	11° 14,316	74° 08,236
071	11° 14,274	74° 08,269
072	11° 14,301	74° 08,327
073	11° 14,320	74° 08,381

074	11° 14,326	74° 08,432
075	11° 14,287	74° 08,466
076	11° 14,243	74° 08,500
077	11° 14,193	74° 08,530
078	11° 14,145	74° 08,554
079	11° 14,103	74° 08,594
080	11° 14,073	74° 08,647
081	11° 14,015	74° 08,670
082	11° 13,974	74° 08,697
083	11° 13,999	74° 08,754
084	11° 13,962	74° 08,801
085	11° 13,930	74° 08,835
086	11° 13,925	74° 08,900
087	11° 13,922	74° 08,957
088	11° 13,923	74° 09,019
089	11° 13,919	74° 09,081
090	11° 13,901	74° 09,141
091	11° 13,848	74° 09,185
092	11° 13,785	74° 09,204
093	11° 13,728	74° 09,211
094	11° 13,626	74° 09,252
095	11° 13,583	74° 09,301
096	11° 13,584	74° 09,410
097	11° 13,580	74° 09,473
098	11° 13,543	74° 09,532
099	11° 13,581	74° 09,566
100	11° 13,630	74° 09,594
101	11° 13,686	74° 09,597
102	11° 13,755	74° 09,575
103	11° 13,787	74° 09,531
104	11° 13,829	74° 09,570
105	11° 13,777	74° 09,647
106	11° 13,789	74° 09,716
107	11° 13,841	74° 09,767
108	11° 13,853	74° 09,839
109	11° 13,827	74° 09,938
110	11° 13,847	74° 10,031
111	11° 13,941	74° 10,021
112	11° 14,010	74° 10,028
113	11° 14,055	74° 10,003
114	11° 14,108	74° 10,036
115	11° 14,144	74° 10,087
116	11° 14,105	74° 10,118
117	11° 14,051	74° 10,112
118	11° 14,016	74° 10,123
119	11° 14,003	74° 10,179
120	11° 13,975	74° 10,238
121	11° 13,976	74° 10,309
122	11° 13,912	74° 10,321
123	11° 13,849	74° 10,359
124	11° 13,847	74° 10,420



125	11° 13,824	74° 10,473
126	11° 13,761	74° 10,529
127	11° 13,771	74° 10,620
128	11° 13,847	74° 10,706
129	11° 13,843	74° 10,767
130	11° 13,839	74° 10,855
131	11° 13,872	74° 10,912
132	11° 13,853	74° 10,977
133	11° 13,825	74° 11,025
134	11° 13,864	74° 11,107
135	11° 13,838	74° 11,190
136	11° 13,839	74° 11,277
137	11° 13,771	74° 11,264
138	11° 13,716	74° 11,264
139	11° 13,649	74° 11,324
140	11° 13,665	74° 11,391
141	11° 13,679	74° 11,438
142	11° 13,634	74° 11,501
143	11° 13,654	74° 11,549
144	11° 13,718	74° 11,536
145	11° 13,738	74° 11,602
146	11° 13,768	74° 11,538
147	11° 13,820	74° 11,490
148	11° 13,869	74° 11,579
149	11° 13,867	74° 11,652
150	11° 13,893	74° 11,714
151	11° 13,833	74° 11,791
152	11° 13,780	74° 11,809
153	11° 13,725	74° 11,814
154	11° 13,667	74° 11,868
155	11° 13,616	74° 11,923
156	11° 13,691	74° 12,035
157	11° 13,725	74° 12,095
158	11° 13,763	74° 12,109
159	11° 13,822	74° 12,103
160	11° 13,798	74° 12,157
161	11° 13,732	74° 12,197
162	11° 13,672	74° 12,185
163	11° 13,655	74° 12,240
164	11° 13,703	74° 12,267
165	11° 13,787	74° 12,321
166	11° 13,812	74° 12,400
167	11° 13,881	74° 12,420
168	11° 13,923	74° 12,459
169	11° 13,970	74° 12,501
170	11° 14,000	74° 12,545
171	11° 14,022	74° 12,602
172	11° 14,042	74° 12,661
173	11° 14,066	74° 12,714
174	11° 14,072	74° 12,780
175	11° 14,057	74° 12,852

176	11° 14,062	74° 12,909
177	11° 14,064	74° 12,986
178	11° 14,067	74° 13,037
179	11° 14,087	74° 13,093
180	11° 14,127	74° 13,133
181	11° 14,137	74° 13,175
182	11° 14,163	74° 13,216

Fuente: Autores

El muestreo se realizó utilizando el método de transepto lineal en dirección paralela al las orillas del río, sobre áreas de 100 metros de largo por una anchura que se inicia en la línea de agua del cauce del río y se proyecta perpendicularmente hasta los 2 metros. Sobre cada transepto de 200 m² seleccionado se realizó un submuestreo que atendió a cinco Unidades de muestreo. (Ver Tabla No. 2)

3.1.3 Determinación de la unidad de muestreo.

Para determinar el área mínima de muestreo se realizaron premuestreos considerando la cantidad de los residuos sólidos contenida en un área establecida, y partiendo de un espacio de un metro cuadrado (1 m²) se fue duplicando hasta ocho metros cuadrados (8 m²). Se encontró que la curva se sostenía sobre los cuatro metros cuadrados (4 m²) por cuanto arroja datos significativos de cantidad y diversidad de residuos sólidos. La unidad de muestreo fue de cuatro metros cuadrados (4 m²), recolectando en dicha área todos los residuos encontrados.

3.1.4 Ubicación y Descripción de las Estaciones de Muestreo.

Tabla No. 2
Estaciones de Muestreo

Estaciones	Punto	Coordenadas		Descripción
		Longitud	Latitud	
Estación de Muestreo No. 1	002	11° 12,434'	74° 05,884'	Bocatoma del acueducto de Santa Marta, en la región de "Masinga"
Estación de Muestreo No. 2	011	11° 12,758'	74° 05,932'	"Finca Las Canoas". Localizada en la región de Masinga, corregimiento de Bonda
Estación de Muestreo No. 3	018	11° 12,851'	74° 06,326'	"Finca La Isla". Localizada en la región de Masinga, corregimiento de Bonda; orillas del río.
Estación de Muestreo No. 4	019	11° 12,850'	74° 06,375'	"Finca Las Palmeras". Localizada en la región de Masinga, corregimiento de Bonda; orillas del río
Estación de Muestreo No. 5	040	11° 14,042'	74° 06,736'	Puente de Bonda. - Las orillas o márgenes del río.
Estación de Muestreo No. 6	041	11° 14,063'	74° 06,786'	"Estadero Selva de Oro". (Corregimiento de Bonda).
Estación de Muestreo No. 7	045	11° 14,127'	74° 07,061'	Área rural de Bonda.
Estación de Muestreo No. 8	046	11° 14,148'	74° 07,117'	Área Urbana de Bonda.
Estación de Muestreo No. 9	078	11° 14,145'	74° 08,554'	Barrio Los Laureles(Bonda).
Estación de Muestreo No. 10	081	11° 14,015'	74° 08,670'	Quebrada Mojada.- Limite Urbano del Distrito Turístico de Santa Marta
Estación de Muestreo No. 11	089	11° 13,919'	74° 09,081'	Urbanización Garagoa.
Estación de Muestreo No. 12	092	11° 13,785'	74° 09,204'	• Urbanización Timayú. I y II (Invisan)
Estación de Muestreo No. 13	093	11° 13,728'	74° 09,211'	• Urbanización Cantilito.
Estación de Muestreo No. 14	099	11° 13,581'	74° 09,566'	• Puente Ferroviario (Barrio Once de Noviembre).
Estación de Muestreo No. 15	113	11° 14,055'	74° 10,003'	• Urbanización Bulevar del Río.(Mamatoco).
Estación de Muestreo No. 16	154	11° 13,667'	74° 11,868'	• Puente El Mayor.
Estación de Muestreo No. 17	164	11° 13,703'	74° 12,267'	• Puente La Platina.

Estación de Muestreo No. 18	172	11° 14,042´	74° 12,661´	• <i>Puente Manzanares (carrera 5ª).</i>
Estación de Muestreo No. 19	173	11° 14,066´	74° 12,714´	• <i>Sector Barrio Manzanares (Carreras 5ª - 4ª)</i>
Estación de Muestreo No. 20	174	11° 14,072´	74° 12,780´	• <i>Puente Rafael Hernández Pardo (Barrio Manzanares, carrera 4ª)</i>

Fuente: Autores

La ubicación y las características más importantes de cada una de las estaciones de muestreo se describen a continuación:

- **Estación de Muestreo No. 1** : Ubicada en la bocatoma del acueducto de Santa Marta, en la región de "Masinga", sitio conocido como "Paso del Mango". En este sitio las orillas o márgenes del Río Manzanares son anchas, presentan abundante vegetación conformada por árboles frondosos, abundantes y gigantescas piedras que forman sistemas de pequeñas represas y cascadas. Las aguas son claras, fondo arenoso y profundidades que oscilan entre los 40 - 60 cm. Las orillas son limpias de residuos sólidos (basura).
- **Estación de Muestreo No. 2**: "*Finca Las Canoas*". Localizada en la región de Masinga, corregimiento de Bonda; orillas del río con abundante vegetación y piedras, el uso en este sector es netamente agrícola, fondo arenoso, abundante agua y orillas limpias de basura.
- **Estación de Muestreo No. 3**: "*Finca La Isla*". Localizada en la región de Masinga, corregimiento de Bonda; orillas del río con abundante vegetación y piedras, el uso del suelo en este sector es netamente agrícola, fondo arenoso, abundante agua y orillas limpias de basura.
- **Estación de Muestreo No. 4**: "*Finca Las Palmeras*" .- Localizada en la región de Masinga, corregimiento de Bonda; orillas del río con abundante vegetación y piedras, el uso del suelo en este sector es netamente agrícola; fondo arenoso,

abundante agua, el lugar es visitado ocasionalmente por bañistas lo cual se evidencia por la presencia de trazas de basura en las orillas del río.

- **Estación de Muestreo No. 5:** *Puente de Bonda*. - Las orillas o márgenes del río son anchas con alturas hasta los dos metros con abundante vegetación, fondo arenoso y pedregoso. Esta zona se caracteriza por la presencia de gran cantidad de bañistas y recreacionistas de manera especial los fines de semana. En sus orillas el río tiene bastante acumulación de residuos sólidos, entre los que se encuentran: bolsas plásticas, latas, icopor, papel, pilas, botellas.
- **Estación de Muestreo No. 6:** *"Estadero Selva de Oro"*. (Corregimiento de Bonda). Riveras anchas, abundante vegetación, los márgenes de las orillas del río son planas, la zona está conformada por piedras y pequeños represamiento de agua, fondo arenoso y pedregoso; zona escogida por los bañistas para actividades de recreación y turismo los fines de semana y épocas de vacaciones, en las orillas se observan residuos sólidos como: Envases plásticos, bolsas plásticas, botellas. Papel, etc.
- **Estación de Muestreo No. 7:** *Área rural de Bonda*. - Riveras amplias con abundante vegetación, fondo arenoso y pedregoso, aguas claras con profundidades entre 20-40 cm. La margen derecha es de uso agropecuario, mientras que la izquierda es de uso recreacional, se observa residuos de basura en las orillas y en el cauce del río.
- **Estación de Muestreo No. 8:** *Área Urbana de Bonda*. - márgenes amplias y con orillas hasta de 1,50 m. de altura con abundante vegetación, fondo arenoso y pocas piedras, aguas claras con profundidades entre 10-30 cm. La margen derecha es de uso agropecuario, mientras que la izquierda es de uso residencial, distanciadas apenas de 4 -5 m. del cauce del río. Se observa residuos de basura en las orillas y en el cauce del río.
- **Estación de Muestreo No. 9:** *Barrio Los Laureles* (Bonda). - Riveras con bastante vegetación, orillas del río un poco angostas y relativamente limpias

con altura entre 1,50- 2,0 m. con respecto al cauce del río.; fondo arenoso y sin grandes piedras, aguas claras y profundidad promedio de 20 cm.

- **Estación de Muestreo No. 10:** *Quebrada Mojada.*- Limite Urbano del Distrito Turístico de Santa Marta, en esta zona las márgenes del río son anchas y planas y con sectores con maleza y rastros que permiten atrapar algunos residuos sólidos transportados por el río. La margen derecha es de uso agropecuario, mientras que la izquierda es de uso residencial, encontrándose estas viviendas a escasos 200 m. de distancia de las orillas del río. En esta zona el cauce del río se bifurca formando dos cauces angostos pero con suficiente agua. Fondo bastante arenoso lo que permite en esta área la extracción de arena.
- **Estación de Muestreo No. 11:** *Urbanización Garagoa.*- Orillas del río un poco angostas y con barrancos con alturas promedios de 3.0 m. con respecto al cauce del mismo. El uso del suelo en este sector es agrícola en su margen derecha mientras que la margen izquierda es ocupada por la urbanización del mismo nombre cuyas viviendas se localizan a una distancia aproximada de 200 m. presenta sectores con maleza y rastros que permiten atrapar algunos residuos sólidos transportados por el río. Fondo arenoso con profundidades aproximadas entre los 20 - 50 cm.
- **Estación de Muestreo No. 12:** *Urbanización Timayú. I y II (Invisan)* - Orillas del río angostas y con altura entre los 2,5- 3.0 m aproximadamente con respecto al cauce del río; el uso del suelo en ambas márgenes del río es residencial , viviendas localizadas a una distancia entre los 250 -300 m. aproximadamente de las márgenes del río. Acumulación de residuos en ambas orillas, fondo arenoso con profundidad promedio de 30 cm., zona de extracción de arena.
- **Estación de Muestreo No. 13.** *Urbanización Cantilito.*- Orillas del río un poco angostas y con barrancos de altura aproximada de 4.0 m. con respecto al cauce del mismo. El uso del suelo en este sector es agrícola en su margen

derecha mientras que la margen izquierda es ocupada por la urbanización del mismo nombre a una distancia de 200 m. Fondo arenoso y acumulación de basura en sectores donde ha crecido la maleza.

- **Estación de Muestreo No. 14:** *Puente Ferroviario (Barrio Once de Noviembre).*- Suelo arenoso, con presencia de limos y limo - arcilloso, se practica la extracción de arena, orillas angostas y cubiertas de maleza y rastrojo con abundante acumulación de basura represadas a lo largo del sector, bifurcación del cauce en algunos tramos, el uso del suelo en ambas orillas es residencial; y es convertida esta zona en el paso cotidiano de los habitantes que residen en el barrio El Oasis, el lecho del río en algunos sectores es fangoso y en otros sectores arenoso pedregoso, con profundidades entre 10 y 40 cm.
- **Estación de Muestreo No. 15:** *Urbanización Bulevar del Río.(Mamatoco).*- Presenta una anchura aproximada en el cauce de 5 m y en las inmediaciones del la Quinta de San Pedro Alejandrino alcanza una anchura de hasta 25 m, suelo arenoso arcilloso, ambas orillas son angostas con alturas aproximadas de los 2,0 - 3,0 m. con respecto al cauce del río, en algunos tramos la vegetación es de rastrojos que permite la acumulación de basuras en las riveras. El uso del suelo en la margen derecha del río es agrícola (potreros y rastrojos), mientras que la margen izquierda es ocupada por la urbanización del mismo nombre a unos 200 m de distancia de la orilla del río en el sector de Mamatoco.
- **Estación de Muestreo No. 16:** *Puente El Mayor.*- Con una anchura aproximada de 7 m, presencia de gran cantidad de lodos, las orillas del río son angostas y cubiertas de rastrojos y maleza que en ciertos lugares originan el represamiento de basura. La altura de las riveras oscila entre 3,5 y 4,5 m con respecto al cauce del río; el lecho del río tiene abundante material de construcción, el uso del suelo es residencial para ambas orillas donde los patios de las residencias se encuentran a 10 m. de la orilla del río. En esta zona el cauce del río se torna angosto y con un mayor caudal.

- **Estación de Muestreo No. 17: Puente La Platina.**- Con un ancho aproximado de 5 m, orillas angostas, con riveras altas entre 3,0 y 3,5 m. de altura con respecto al cauce, vegetación compuesta por rastrojos y maleza con acumulación de basura en ambas márgenes del río. En esta zona desemboca la quebrada Tamacá a unos 100 m de distancia aproximadamente del puente la platina. El uso del suelo en esta zona es residencial comercial en ambas márgenes; fondo del río arenoso y en algunos tramos con material de construcción. El cause del manzanares en este tramo es angosto con abundante agua y profundidades que oscilan entre 20 y 50 cm.
- **Estación de Muestreo No. 18: Puente Manzanares (carrera 5ª).**- Las orillas del río en esta zona están constituidas por los patios de las residencias en ambas márgenes, quedando tan solo una franja de orilla de 1,5 m. con vegetación tipo maleza que retienen en las orillas cualquier cantidad de basura; el uso del suelo en este lugar es residencial. El fondo del río es lodoso, con profundidad de 20 y 50 cm, aguas turbias y cause angosto.
- **Estación de Muestreo No. 19: Sector Barrio Manzanares (Carreras 5ª - 4ª)** Las márgenes derecha e izquierda del río en este sector son de uso residencial, cauce estrecho con acumulación de basura en ambas orillas, fondo lodoso, las paredes de los patios constituyen ambas orillas a lo largo del sector.
- **Estación de Muestreo No. 20: Puente Rafael Hernández Pardo (Barrio Manzanares, carrera 4ª).**- Las márgenes derecha e izquierda del río en este sector son de uso residencial, cauce estrecho con acumulación de basura en ambas orillas, fondo lodoso, las paredes de los patios constituyen ambas orillas en el sector. Acumulación de material de construcción en algunos sectores a lo largo de la zona.

3.1.5 Determinación del tamaño de la muestra.

Con base en la consideración establecida por la división territorial del distrito que define un área rural y otra urbana delimitadas por Quebrada Mojada, el cauce del río se dividió igualmente en un tramo rural que corresponde al trayecto entre el Paso del Mango y Quebrada Mojada, y un tramo urbano entre esta última y la desembocadura del río en las aguas de la bahía. En este sentido le correspondieron 152 transeptos al tramo rural del río, que representan el 45% de todo el trayecto a estudiar, y 210 transeptos al tramo urbano, que corresponden al restante 55%.

Debido a la ausencia de investigaciones relacionadas con el tema del presente estudio, el procedimiento para establecer el tipo de diseño estadístico para determinar la cantidad y tipos de residuos sólidos en el Río Manzanares atendió a las siguientes consideraciones:

- Presencia de dos estratos claramente definidos en el trayecto estudiado debido a las condiciones de uso del río en cada uno de ellos, que se corresponden con la división política administrativa del distrito: Tramo rural y Tramo urbano.
- El aporte de residuos sólidos del río se compone de los que se encuentran temporalmente depositados en sus orillas, más los que en ese momento viajan a través de sus aguas.
- Debido a la poca disponibilidad de recursos económicos y de tiempo, la recolección de muestras se adelantó en un único período de tiempo, Septiembre de 2001, de ahí que los resultados obtenidos sólo podrán mostrar el comportamiento del río en cuanto al aporte de residuos sólidos en dicho lapso de tiempo.
- Para la determinación del tamaño de la muestra se utilizó el método de muestreo aleatorio estratificado que arrojó como resultado la estimación de 20 Estaciones de muestreo para las orillas del Río Manzanares e igual número de estaciones de muestreo para el cauce.

3.2 RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS QUE DERIVAN POR EL CANAL DEL RÍO.

Se utilizó una red con un ojo de malla de una pulgada (1") y de 12 m. de longitud colocada en el cauce del río atravesada de orilla a orilla en el mismo punto de muestreo durante dos horas.

Periodo de toma de las muestras.

La recolección de las muestras de residuos sólidos se adelantaron durante el mes de Septiembre de 2001, que corresponde en nuestro régimen de lluvias al inicio de la temporada conocida como húmeda baja (Márquez G. E. 1982).

Se describe a continuación el comportamiento climatológico, referido al Balance Hídrico, de la Cuenca del río durante el mes de Septiembre de 2001.

Tabla No. 3

Balance Hídrico De La Cuenca Del Rio Manzanares. Sept / 2001		
Parámetros	Cabecera	Zona Baja
Precipitación (mm)	433	106
Evaporación (mm)	53	123
Evapotranspiración potencial	37	86
Almacenamiento del suelo	80	20
Exceso	396	
Déficit		

Fuente: IDEAM, Santa Marta.

3.2.1 Clasificación y cuantificación de los residuos sólidos.

Los residuos sólidos en cada parcela de muestreo se secaron, clasificaron y pesaron. En atención a las inspecciones del material recolectado, se estableció un sistema de clasificación de los elementos representativos de los residuos sólidos los siguientes: plásticos, Papel, Textiles, Vidrio, Metal, Pilas, caucho y Otros.



3.2.2 caracterización para clasificar los principales componentes de los residuos sólidos.

- **Plásticos:** materiales poliméricos orgánicos (los compuestos por moléculas orgánicas gigantes) que son plásticos, es decir, que pueden deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de extrusión, moldeo o hilado. Las moléculas pueden ser de origen natural, por ejemplo la celulosa, la cera y el caucho (hule) natural, o sintéticas, como el polietileno y el nailon. Los materiales empleados en su fabricación son resinas en forma de bolitas o polvo o en disolución. Con estos materiales se fabrican los plásticos terminados.

Los plásticos se caracterizan por una relación resistencia/densidad alta, unas propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y una buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes. Las enormes moléculas de las que están compuestos pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, dependiendo del tipo de plástico. Las moléculas lineales y ramificadas son termoplásticas (se ablandan con el calor), mientras que las entrecruzadas son termoendurecibles (se endurecen con el calor).

Dado que los plásticos son relativamente inertes, los productos terminados no representan ningún peligro para el fabricante o el usuario. Sin embargo, se ha demostrado que algunos monómeros utilizados en la fabricación de plásticos producen cáncer. De igual forma, el benceno, una materia prima en la fabricación del nailon, es un carcinógeno. Los problemas de la industria del plástico son similares a los de la industria química en general.

La mayoría de los plásticos sintéticos no pueden ser degradados por el entorno. Al contrario que la madera, el papel, las fibras naturales o incluso el metal y el vidrio, no se oxidan ni se descomponen con el tiempo. Se han desarrollado algunos plásticos degradables, pero ninguno ha demostrado ser válido para las condiciones

requeridas en la mayoría de los vertederos de basuras. En definitiva, la eliminación de los plásticos representa un problema medioambiental. El método más práctico para solucionar este problema es el reciclaje, que se utiliza, por ejemplo, con las botellas de bebidas gaseosas fabricadas con tereftalato de polietileno. En este caso, el reciclaje es un proceso bastante sencillo. Se están desarrollando soluciones más complejas para el tratamiento de los plásticos mezclados de la basura, que constituyen una parte muy visible, si bien relativamente pequeña, de los residuos sólidos.

- **Papel:** material en forma de hojas delgadas que se fabrica entretejiendo fibras de celulosa vegetal. El papel se emplea para la escritura y la impresión, para el embalaje y el empaquetado, y para numerosos fines especializados que van desde la filtración de precipitados en disoluciones hasta la fabricación de determinados materiales de construcción. El papel es un material básico para la civilización del siglo XX, y el desarrollo de maquinaria para su producción a gran escala ha sido, en gran medida, responsable del aumento en los niveles de alfabetización y educación en todo el mundo.

El proceso básico de la fabricación de papel no ha cambiado a lo largo de más de 2.000 años, e implica dos etapas: trocear la materia prima en agua para formar una suspensión de fibras individuales y formar láminas de fibras entrelazadas extendiendo dicha suspensión sobre una superficie porosa adecuada que pueda filtrar el agua sobrante.

- **Textiles:** término genérico (derivado del latín *texere*, 'tejer') aplicado originalmente a las telas tejidas, pero que hoy se utiliza también para filamentos, hilazas e hilos sintéticos, así como para los materiales tejidos, hilados, fieltros, acolchados, trenzados, adheridos, anudados o bordados que se fabrican a partir de los mismos. También se usa para referirse a telas no tejidas producidas mediante la unión mecánica o química de fibras.

El término 'fibras textiles' se refiere a las que se pueden hilar o utilizar para fabricar telas mediante operaciones como tejido, trenzado o fieltro. El tejido, una de las primeras actividades artesanales, ya se practicaba en el neolítico, como lo demuestran los fragmentos de fibras de lino hallados en los restos de poblados lacustres de Suiza. En el antiguo Egipto los primeros textiles se tejían con lino; en la India, Perú y Camboya con algodón; en Europa meridional con lana y en China con seda.

El nailon se introdujo en la década de 1930. Esta fibra, más resistente que la seda, se utiliza mucho en la confección de prendas de vestir, calcetería, tela de paracaídas y cuerdas. A partir de 1940 muchas otras fibras sintéticas alcanzaron importancia en la industria textil, como el poliéster (a veces denominado dacrón), el polivinilo, el polietileno y la olefina (véase Plásticos). En 1968 se introdujo un nailon parecido a la seda conocido como *qiana*. Los tejidos fabricados con *qiana* no se arrugan, mantienen los plisados y tableados y presentan colores bien definidos y estables al ser teñidos.

- **Vidrio:** cuerpo sólido, transparente y frágil que proviene de la fusión a 1.200 °C de una arena silíceo mezclada con potasa o sosa. A temperatura ordinaria constituye una masa amorfa, dura, frágil y sonora. Por lo general es transparente, aunque también puede ser incoloro u opaco, y su color varía según los ingredientes de la hornada.

El vidrio líquido es de gran plasticidad y se moldea mediante diferentes técnicas. Una vez frío, puede tallarse. A bajas temperaturas es frágil y presenta un tipo de fractura concoidea. Los vidrios naturales como la obsidiana y las tectitas (provenientes de meteoritos) presentan una composición y unas propiedades similares a las del vidrio sintético.

La fabricación del vidrio es anterior al año 2000 a.C. En esa época siempre se trabajaba a mano, usando moldes, y desde entonces el ser humano lo ha utilizado

con diversos fines: para fabricar recipientes utilitarios y para objetos decorativos y ornamentales, entre los que se incluyen trabajos de joyería. También tiene aplicaciones en la arquitectura y la industria.

La sílice se funde a temperaturas muy altas para obtener una masa vítrea. Dado que este vidrio tiene un punto de fusión muy alto y no se contrae ni se dilata demasiado con el cambio de temperatura, es muy apropiado para aparatos de laboratorio y para los objetos que han de someterse a grandes variaciones térmicas, como los espejos de los telescopios. El vidrio es mal conductor tanto del calor como de la electricidad, por lo que suele utilizarse como aislante eléctrico y térmico. Para elaborar la mayor parte de los vidrios se combina la sílice con diferentes proporciones de otras materias primas. Los fundentes alcalinos, normalmente carbonato de sodio o de potasio, hacen que descienda la temperatura requerida para la fusión y la viscosidad de la sílice. La piedra caliza o la dolomita (carbonato de calcio y magnesio) actúan como estabilizantes en el horneado. Si se añaden otros ingredientes, como el plomo y el bórax, se confiere al vidrio propiedades físicas determinadas.

- **Metales**, grupo de elementos químicos que presentan todas o gran parte de las siguientes propiedades físicas: estado sólido a temperatura normal, excepto el mercurio que es líquido; opacidad, excepto en capas muy finas; buenos conductores eléctricos y térmicos; brillantes, una vez pulidos, y estructura cristalina en estado sólido. Metales y no metales se encuentran separados en el sistema periódico por una línea diagonal de elementos.

Los elementos metálicos más comunes son los siguientes: aluminio, bario, berilio, bismuto, cadmio, calcio, cerio, cromo, cobalto, cobre, oro, iridio, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, osmio, paladio, platino, potasio, radio, rodio, plata, sodio, tantalio, talio, torio, estaño, titanio, volframio, uranio, vanadio y cinc. Los elementos metálicos se pueden combinar unos con otros y también con otros elementos formando compuestos, disoluciones y mezclas. Una mezcla de dos o más metales o de un metal y

ciertos no metales como el carbono se denomina aleación. Las aleaciones de mercurio con otros elementos metálicos son conocidas como amalgamas.

Los metales suelen ser duros y resistentes. Aunque existen ciertas variaciones de uno a otro, en general los metales tienen las siguientes propiedades: dureza o resistencia a ser rayados; resistencia longitudinal o resistencia a la rotura; elasticidad o capacidad de volver a su forma original después de sufrir deformación; maleabilidad o posibilidad de cambiar de forma por la acción del martillo; resistencia a la fatiga o capacidad de soportar una fuerza o presión continuadas y ductilidad o posibilidad de deformarse sin sufrir roturas.

Los metales tienen energía de ionización baja: reaccionan con facilidad perdiendo electrones para formar iones positivos o cationes. De este modo, los metales forman sales como cloruros, sulfuros y carbonatos, actuando como agentes reductores (donantes de electrones).

- **Pila eléctrica:** dispositivo que convierte la energía química en eléctrica. Todas las pilas consisten en un electrolito (que puede ser líquido, sólido o en pasta), un electrodo positivo y un electrodo negativo. El electrolito es un conductor iónico; uno de los electrodos produce electrones y el otro electrodo los recibe. Al conectar los electrodos al aparato que hay que alimentar, llamado carga, se produce una corriente eléctrica.

Las pilas en las que el producto químico no puede volver a su forma original una vez que la energía ha sido convertida (es decir, que las pilas se han descargado), se llaman pilas primarias o voltaicas. Las pilas en las que el producto químico puede ser reconstituido pasando una corriente eléctrica a través de él en dirección opuesta a la operación normal de la pila, se llaman pilas secundarias o acumuladores.

La pila primaria más común es la pila Leclanché o pila seca, inventada por el químico francés Georges Leclanché en los años sesenta. La pila seca que se utiliza hoy es muy similar al invento original. El electrolito es una pasta consistente en una mezcla de cloruro de amonio y cloruro de cinc. El electrodo negativo es de cinc, igual que la parte exterior de la pila, y el electrodo positivo es una varilla de carbono rodeada por una mezcla de carbono y dióxido de manganeso. Esta pila produce una fuerza electromotriz de unos 1,5 V.

Otra pila primaria muy utilizada es la pila de cinc-óxido de mercurio, conocida normalmente como batería de mercurio. Puede tener forma de disco pequeño y se utiliza en audífonos, células fotoeléctricas y relojes de pulsera eléctricos. El electrodo negativo es de cinc, el electrodo positivo de óxido de mercurio y el electrólito es una disolución de hidróxido de potasio. La batería de mercurio produce unos 1,34 V.

La pila de combustible es otro tipo de pila primaria. Se diferencia de las demás en que los productos químicos no están dentro de la pila, sino que se suministran desde fuera.

- **Caucho:** Puede llamarse caucho sintético a toda sustancia elaborada artificialmente que se parezca al caucho natural. Se obtiene por reacciones químicas, conocidas como condensación o polimerización, a partir de determinados hidrocarburos insaturados. Los compuestos básicos del caucho sintético, llamados monómeros, tienen una masa molecular relativamente baja y forman moléculas gigantes denominadas polímeros. Después de su fabricación, el caucho sintético se vulcaniza.

El origen de la tecnología del caucho sintético se puede situar en 1860, cuando el químico británico Charles Hanson Greville Williams descubrió que el caucho natural era un polímero del monómero isopreno, cuya fórmula química es $\text{CH}_2\text{-}$

$C(CH_3)CH-CH_2$. Durante los setenta años siguientes se trabajó en el laboratorio para sintetizar caucho utilizando isopreno como monómero. También se investigaron otros monómeros, y durante la I Guerra Mundial químicos alemanes polimerizaron dimetilbutadieno (de fórmula $CH_2-C(CH_3)C(CH_3)-CH_2$), y consiguieron sintetizar un caucho llamado caucho de metilo, de pocas aplicaciones.

Tipos de caucho sintético.

Se producen varios tipos de caucho sintético: neopreno, buna, caucho de butilo y otros cauchos especiales.

- **Neopreno.** Uno de los primeros cauchos sintéticos logrados gracias a la investigación de Carothers fue el neopreno, el polímero del monómero cloropreno, de fórmula $CH_2-C(Cl)CH-CH_2$. Las materias primas del cloropreno son el etino y el ácido clorhídrico. El neopreno fue desarrollado en 1931 y es resistente al calor y a productos químicos como aceites y petróleo. Se emplea en tuberías de conducción de petróleo y como aislante en cables y maquinaria.
- **Buna o caucho artificial.** Químicos alemanes sintetizaron en 1935 el primero de una serie de cauchos sintéticos llamados buna o cauchos buna, obtenidos por copolimerización, que consiste en la polimerización de dos monómeros denominados comonómeros. La palabra buna se deriva de las letras iniciales de butadieno, uno de los comonómeros, y natrium (sodio), empleado como catalizador. En el buna N, el otro comonómero es el propenonitrilo ($CH_2-CH(CN)$), que se produce a partir del ácido cianhídrico. El buna N es muy útil en aquellos casos que se requiere resistencia a la acción de aceites y a la abrasión. También se obtiene caucho industrialmente por copolimerización de butadieno y estireno (buna S).
- **Caucho de butilo.** Este tipo de caucho sintético, producido por primera vez en 1949, se obtiene por copolimerización de isobutileno con butadieno o isopreno. Es un plástico y puede trabajarse como el caucho natural, pero es

difícil de vulcanizar. Aunque no es tan flexible como el caucho natural y otros sintéticos, es muy resistente a la oxidación y a la acción de productos corrosivos. Debido a su baja permeabilidad a los gases, se utiliza en los tubos interiores de las llantas de automóviles.

Se han desarrollado numerosos tipos de cauchos con propiedades específicas para aplicaciones y usos especiales. Uno de estos cauchos especiales es el coroseal, un polímero de cloruro de vinilo ($\text{CH}_2\text{-CHCl}$). Estos polímeros son resistentes al calor, la corrosión y la electricidad, y no se deterioran por la acción de la luz ni por un almacenamiento prolongado. El coroseal no se puede vulcanizar, pero mientras no se le someta a altas temperaturas, se muestra más resistente a la abrasión que el caucho natural o el cuero.

Otro tipo de caucho especial es el tiocol, que se obtiene por copolimerización de dicloruro de etileno (CHCl-CHCl) y tetrasulfuro de sodio (Na_2S_4). Puede trabajarse y vulcanizarse como el caucho natural y es resistente a la acción de los aceites y los disolventes orgánicos usados en barnices; se emplea para aislamientos eléctricos pues no se deteriora con la luz ni la electricidad.

Muchos otros tipos de caucho sintético se producen con métodos parecidos a los antes descritos. Algunos cambios introducidos en los procesos de polimerización han mejorado la calidad de los productos y abaratado costes. Uno de los mayores avances ha sido la utilización del petróleo como aditivo, bajando los costes al poder conservarse grandes cantidades de caucho sintético almacenado. Gracias a ello se ha conseguido fabricar neumáticos de larga duración. Otros dos avances importantes son el desarrollo de la espuma de caucho sintética, que se usa en tapicería, colchones y almohadas, y el caucho bruto de superficie arrugada, para la industria del calzado.

- **Otros Residuos Sólidos:** Para efecto de este trabajo corresponde a aquellos residuos que no aplican en las categorías previas, destacándose entre ellos los retales de fibra de vidrio, abrasivos, hueso, fieltro, cuero sintético, fracciones de elementos eléctricos, etc. Además, se incluyen los materiales orgánicos de madera o de otra naturaleza que han sido procesados y se utilizan como accesorios de productos alimenticios, como los soportes de los halados, paletas, chuzos, etc.

3.3 FASE DE GABINETE.

Las pruebas aplicadas fueron: Frecuencia absoluta y Relativa, la Media de abundancia por Residuo Ligamiento por Índice de Bray – Curtis.

4. MARCO REFERENCIAL.

Las sociedades humanas siempre han producido residuos, pero es ahora, en la sociedad de consumo, cuando el volumen de las basuras ha crecido de forma desorbitada. Además se ha incrementado su toxicidad hasta convertirse en un gravísimo problema.

Cada ciudadano genera por término medio 1 kg. de basura al día (365 kg. por persona - año). Estas basuras domésticas (llamadas Residuos Sólidos Urbanos, RSU) van a parar a vertederos e incineradoras. Buena parte de estos RSU, el 60% del volumen y 33% del peso de la bolsa de basura, lo constituyen envases y embalajes, en su mayoría de un sólo uso, normalmente fabricados a partir de materias primas no renovables, o que aun siendo renovables se están explotando a un ritmo superior al de su regeneración (p. ej., la madera para la fabricación de celulosa), y difícilmente reciclables una vez se han utilizado. (Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Colombia. Min. Ambiente - OPS, 1996)

A lo largo de la historia, el primer problema de los residuos sólidos ha sido su eliminación, pues su presencia es más evidente que otros tipos de residuos y su proximidad resulta molesta. La sociedad solucionó este problema quitándolo de la vista, arrojándolo a las afueras de las ciudades, cauces de los ríos o en el mar, u ocultándolo mediante enterramiento. El crecimiento acelerado de la población en los últimos años, así como el proceso de industrialización han aumentado la generación de residuos.

Hace 30 años, la generación de residuos por persona era de unos 200 a 500 gr/hab-día, mientras que hoy se estima entre 500 y 1.000 gr/hab-día. En los

países desarrollados, esta cifra es dos a cuatro veces mayor. Pero el problema no radica solamente en la cantidad sino también en la calidad o composición que pasó de ser densa y casi completamente orgánica a ser voluminosa, parcialmente no biodegradable y con porcentajes crecientes de materiales tóxicos. (Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Colombia. Min. Ambiente – OPS, 1996).

Los factores limitantes tales como la explosión demográfica, la cantidad cada vez mayor de residuos que genera la sociedad, la crisis económica que ha obligado a reducir el gasto público, la debilidad institucional y la falta de educación sanitaria y participación comunitaria han conducido a esta situación de manejo escaso e inadecuado de los residuos sólidos municipales que aflige a toda la Región.

El incremento del comercio ambulante y la ocupación informal de los espacios públicos que se agudiza en algunas grandes ciudades del continente, tienden a hacer más críticos los problemas de la limpieza pública.

La segregación informal, sin ningún control sanitario, se practica en las puertas de las casas, en las calles, orillas de los ríos, en los vehículos colectores, botaderos y rellenos de casi todas las ciudades.

Existe una clara insuficiencia de información en relación con el sector residuos sólidos. La escasa información disponible está dispersa y, con frecuencia, no es compartida entre las distintas instituciones, por lo que la duplicación de esfuerzos no es la excepción.

4.1 ANTECEDENTES.

El manejo de los residuos sólidos en el país, históricamente se ha hecho en función de la prestación del servicio de aseo. La preocupación por los residuos generados en los centros urbanos y turísticos ha partido de las consideraciones de tipo higiénico y sanitario, por lo tanto el problema se abordó desde el momento en que la comunidad arrojaba los residuos en la vía pública o en los cuerpos de agua

existentes para que alguien los retirara y en dicho momento aparece la necesidad de establecer un proceso de recolección como parte fundamental de un servicio público, sin importar donde irían a parar dichos residuos o estableciendo como método de disposición la descarga al aire libre, a los mares o ríos sin considerar las consecuencias de dichas acciones (Minambiente, 1997).

La colonización de las orillas del Río Manzanares y el ineficiente servicio de recolección de basuras que tradicionalmente caracterizó a la ciudad generó la costumbre de los habitantes de los sectores aledaños y de los que de alguna manera se encargaban de resolver el problema de la basura de forma subrepticia de arrojar los residuos a la corriente del río, con el propósito de que éste la arrastrara hasta las aguas de la bahía, dónde supuestamente causaría menos daño.

Con el paso del tiempo, el crecimiento de la ciudad, la invasión desbordada de las orillas del Manzanares y la persistencia malsana de tal costumbre, convirtió el trayecto urbano del río en prácticamente un botadero de basuras, que hoy es responsable de gran parte de las afecciones patológicas de los residentes en su área de influencia, de los que obligatoriamente todavía hacen uso de sus recursos y del triste espectáculo que presentan sus orillas. (Expedición por el Río Manzanares. Informe Final. Asociación Tierra de Esperanza, Santa Marta/97)

Con la llegada de la temporada de lluvias, sobre todo en la húmeda mayor, los residuos sólidos acumulados durante el año y depositados en su mayor parte en las zonas críticas de disposición y en las áreas de retención por la configuración de las orillas, son arrastrados y vertidos por las crecientes de las aguas a la Bahía de Santa Marta, donde desemboca el Río Manzanares.

Tal costumbre de arrojar los residuos sólidos al Río Manzanares como manera de desembarazarse de ellos, por la configuración de la ciudad como espacio urbano

atravesado de Este a Oeste por dicho río y a la vez como destino final o desembocadura del mismo en las aguas de la bahía sobre la cual comienza la ciudad, es el patético ejemplo de cómo se degradan dos ecosistemas con una sola acción. Por cuanto esos residuos sólidos, después de impactar negativamente las márgenes del río, al llegar al mar atentan directamente contra la fauna, flora y suelos de la bahía.

*"Las basuras marinas provenientes de los desechos urbanos arrojados a los ríos y aportados por éstos al mar, sumados a los desechos arrojados por barcos mercantes, cruceros de turismo, botes turísticos costeros actividades de pesca o el turismo en general, y constituidas por una variada gama de materiales como plásticos, equipos de pesca, fibra textil, metales, madera, icopor o poliestireno expandido, vidrio, entre otros, que son arrastradas por las corrientes marinas las cuales las depositan finalmente en las playas, afectan negativamente la fauna y la flora del litoral, entre otros a las tortugas marinas, especies de aves y a las frágiles comunidades de coral"*¹.

*"En general, el impacto de estos residuos, principalmente los plásticos, que atrapan o enredan a los individuos de la fauna marina y causan daños por ingestión de los mismos, se conocen solamente a nivel individual y no a nivel de población en sí. Sin embargo, se conocen efectos graves además de las tortugas marinas, sobre poblaciones de mamíferos marinos por obstrucción con redes de pesca u objetos plásticos, también en las aves marinas, peces y cangrejos porque quedan enredados en muchos de los tipos de redes de pesca, bolsas plásticas o trozos de plásticos de diversa índole"*²

¹GARAY. Jesús. Monitoreo de residuos sólidos flotantes en el Caribe Colombiano. 1990-1992. Comisión Colombiana de Oceanografía. VII Seminario Nacional de Ciencias y tecnología del mar. Memoria. Santa Marta. 1992.

² Ibid. GARAY, Jesús. Monitoreo. 58p.

La Empresa de Servicios Públicos de Aseo (ESPA) del Distrito de Santa Marta contrata el servicio con la empresa INTERASEO. El barrido de las calles se realiza todos los días de forma manual y mecánica con 36 operarios, siendo el índice de operarios de 0,12/1.000 habitantes. La recolección se realiza todos los días de manera manual, utilizando 38 carretillas, 2 volquetas, 10 compactadores y 52 operarios. El índice de operarios es de 0,24/1.000 habitantes y la relación personal operativo (barrido, recolección y disposición final)/personal administrativo: es de 4,65. El servicio de aseo en los barrios asentados en los espacios adyacentes a las orillas del río es regular y con una frecuencia de dos o tres veces a la semana; sin embargo, a lo largo del río existen áreas de difícil acceso para el equipo recolector convencional, por lo cual la empresa encargada acude a contenedores estacionarios o vehículos más pequeños que puedan acceder a las zonas mas cercanas a las orillas. A pesar de lo anterior, es bastante usual que algunas áreas queden al margen del servicio de aseo municipal, generándose situaciones de deterioro ambiental que agravan las condiciones, ya de por si deprimidas, que presentan las orillas del río.

Se reconocen los esfuerzos adelantados por la empresa prestadora del servicio de aseo por ampliar la cobertura y la calidad del servicio, pero la fuerza de la costumbre reforzada por los años y el pésimo funcionamiento del servicio de aseo que se prestaba hasta hace poco, el facilismo, la comodidad y la indolencia de los vecinos para disponer de los residuos sólidos tirándolos al río y la ausencia de una permanente y agresiva campaña de educación para construir un mejor comportamiento ante nuestro río, continúan siendo los responsables del aspecto de basurero que presenta el río en muchos lugares de su recorrido. Tanto, que parece ya normal la existencia de puntos del río donde la gente, el vecino y el transeúnte, arroje sin ningún reato la basura.

La relación entre salud pública y el almacenamiento, recolección y disposición inadecuados de desechos sólidos es muy clara. Autoridades de Salud Pública han demostrado que las ratas, moscas y otros vectores de enfermedades procrean en botaderos a campo abierto, lo mismo que en viviendas pobremente construidas o mantenidas, en instalaciones de almacenamiento de alimentos, y en muchos otros lugares donde hay alimento y albergue disponible para las ratas y los insectos

asociados con ellas. El Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos (USPHS) ha publicado los resultados de un estudio que señala la relación de 22 enfermedades humanas al manejo impropio de desechos sólidos. También hay datos disponibles para mostrar que la tasa de enfermedad-accidente para trabajadores empleados en la recolección y disposición de desechos sólidos es varias veces mayor que para empleados de industrias (3. Hanks, T.G.: Solid Waste/Disease Relationships, U.S. Department of Health, Education and Welfare, Solid Wastes Program, Publication SW-1c, Cincinnati, Ohio, 1967.).

4.2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.

Los residuos sólidos incluyen todos los materiales sólidos o semisólidos que el poseedor ya no considera de suficiente valor como para ser retenidos. La disposición final adecuada de estos materiales residuales es la preocupación fundamental de todas las actividades englobadas en la gestión de residuos sólidos, bien sea a nivel de planificación local, regional o subregional, o estatal o federal. Por esta razón es importante conocer tanto acerca de los residuos sólidos urbanos (RSU) como sea posible.

4.2.1 Orígenes.

Los orígenes de los residuos sólidos en una comunidad están, en general, relacionados con el uso del suelo y su localización. Aunque pueden desarrollarse un número variable de clasificaciones sobre los orígenes, las siguientes categorías son útiles: 1) Domésticos, 2) Comercial, 3) Institucional, 4) Construcción y demolición. 5) Servicios municipales, 6) Zonas de plantas de tratamientos, 7) Industrial, y 8) Agrícola. Las instalaciones, actividades y localizaciones típicas para la generación de residuos asociadas a cada uno de los orígenes son expuestas en el Cuadro No. 1, donde los *residuos sólidos urbanos* (RSU) normalmente se supone que incluyen a todos los residuos de la comunidad con la excepción de los residuos de procesos industriales y de los residuos agrícolas.

Cuadro No. 1
Fuentes de Residuos Sólidos en la comunidad

FUENTE	INSTALACIONES, ACTIVIDADES O LOCALIZACIONES DONDE SE GENERAN	TIPOS DE RESIDUOS SÓLIDOS
Doméstica	Viviendas aisladas y bloques de baja, mediana y elevada altura, etc, unifamiliares y multifamiliares.	Residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cueros, residuos de jardín, madera, vidrio, lata de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas en la calle, residuos especiales (artículos voluminosos, electrodomésticos, bienes de línea blanca, 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 (ver párrafo superior), residuos peligrosos, etc.
Institucional	Escuelas, hospitales, cárceles, centros gubernamentales.	(Como en comercial)
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, barraduras de la calle, recortes de árboles y plantas, residuos de cuenca, residuos generales de parques, playas y zonas de recreo.
Plantas de tratamiento: incineradoras municipales	Agua, aguas residuales y procesos de tratamiento industrial, etc.	Residuos de plantas de tratamiento, compuestos principalmente de fangos.
Residuos Sólidos Urbanos	Todos los citados.	Todos los citados.
Industrial	Construcción, fabricación ligera y pesada, refinerías, plantas químicas, centrales térmicas, demolición, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Residuos no industriales incluyendo residuos de comida, basura, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos especiales, residuos peligrosos.
Agrícolas	Cosechas de campo, arboles frutales, ganadería, granjas, etc.	Residuos de comida, residuos agrícolas, basura, residuos peligrosos.

Fuente: TCHOBANOGLIOUS George, THEISEN Hilary y VIGIL Samuel A.
Gestión Integral de Residuos Sólidos.

4.2.2 Tipos De Residuos Sólidos

- **Doméstico y comercial.** Los residuos sólidos domésticos, excluyendo los residuos especiales y peligrosos, consisten en residuos orgánicos (combustibles) e inorgánicos (incombustibles) de zonas residenciales y de establecimientos comerciales. Típicamente la fracción orgánica de los residuos sólidos domésticos y comerciales está formada por materiales como residuos de comida, papel de todo tipo, cartón, plásticos de todo tipo, textiles, goma, cuero, madera y residuos de jardín. La fracción inorgánica está formada por artículos como vidrio, cerámica, latas, aluminio, metales férreos, suciedad. Si los componentes de los residuos no se separan cuando se desechan, entonces la mezcla de estos residuos se conocen como *RSU domésticos y comerciales no seleccionados*.

Los residuos que se descomponen rápidamente, sobre todo en climas cálidos, también se conocen como residuos putrefactibles. La fuente principal de residuos putrefactibles es la manipulación, la preparación, la cocción y la ingestión de comida. Frecuentemente, la descomposición conducirá al desarrollo de olores molestos y a la reproducción de moscas.

Aunque existen más de 40 clasificaciones para el papel, el papel residual encontrado en los RSU está típicamente compuesto de periódicos, libros y revistas, impresos comerciales, papel de oficina, cartón, embalajes de papel, otros papeles no destinados al embalaje, pañuelos y toallas de papel, y cartón ondulado.

Los materiales plásticos encontrados en los RSU se sitúan dentro de las siete categorías siguientes:

- Polietileno tereftalato (PET/1)
- Polietileno alta densidad (PE-HD/2)
- Policloruro de vinilo PVC/3)

- Polietileno de baja densidad (PE-LD/4)
- Polipropileno (PP/5)
- Poliestireno (PS/6)
- Otros materiales plásticos laminados (7)

- **Residuos especiales.** Los residuos especiales de origen domésticos y comercial incluyen artículos voluminosos, electrodomésticos de consumo, productos de línea blanca, baterías, aceites y neumáticos. Estos residuos normalmente se manipulan separadamente de los otros residuos domésticos y comerciales.

- **Artículos voluminosos.** son artículos domésticos comerciales e industriales grandes, gastados o rotos, tales como muebles, lámparas, librerías, gabinetes de archivos y otros artículos similares. *Electrodomésticos de consumo* incluye artículos gastados o rotos ya no queridos, tales como radios, estéreos y televisores. *Productos de línea blanca* son grandes electrodomésticos, comerciales o industriales, gastados o rotos, tales como cocinas, frigoríficos, lavavajillas, y lavadoras y secadoras. Cuando se recogen separadamente, los productos de línea blanca normalmente se desmontan para la recuperación de materiales específicos (por ejemplo, cobre, aluminio, etc.)

Las principales fuentes de pilas y baterías son las viviendas y las instalaciones para la revisión de automóviles y otros vehículos. Las pilas domésticas vienen en una gran variedad de tipos, incluyendo alcalinas, de mercurio, de plata, cinc, níquel y cadmio. Los metales que se encuentran en las pilas domésticas pueden causar la contaminación de las aguas subterráneas por su presencia en el lixiviado. Los automóviles utilizan baterías plomo - ácido, y cada una contiene aproximadamente 8 kilos de plomo y 4 litros de ácido sulfúrico, siendo ambos materiales peligrosos.

El almacenamiento de neumáticos provoca graves problemas estéticos y ambientales. Grandes incendios, y difíciles de extinguir, han tenido lugar en pilas

de almacenamiento. Además, neumáticos almacenados en pilas configuran un lugar de reproducción perfecto para los mosquitos.

- **Residuos peligrosos.** Se consideran aquellos residuos o las combinaciones de residuos que representan una amenaza sustancial, presente o potencial, a la salud pública o a los organismos vivos porque: 1) tales residuos no son degradables 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.

Cuadro No. 2
Propiedades de los Residuos peligrosos

PROPIEDADES RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD	PROPIEDADES RELACIONADAS CON LA SALUD	PROPIEDADES UTILIZADAS POR LOS MUNICIPIOS PARA DEFINIR UN RESIDUO PELIGROSO.
- Corrosividad - Explosividad - Inflamabilidad - Reactividad	- Cancerogenicidad - Infecciosidad - Irritante (respuesta alérgica) - Mutagenicidad - Toxicidad (venenos) - Toxicidad aguda - Toxicidad crónica - Radiactividad - Teratogenicidad	- Inflamabilidad - Corrosividad - Reactividad - Toxicidad - Cancerogenicidad

Fuente: TCHOBANOGLIOUS George, THEISEN Hilary y VIGIL Samuel A.
Gestión Integral de Residuos Sólidos.

4.2.2.1 Criterios para clasificar los contaminantes presente en los residuos peligrosos.

- Los daños actuales o potenciales que pueden crear una descarga de estos materiales en agua, debido a ciertas propiedades toxicológicas. Estas propiedades incluyen bioacumulación, cancerogenicidad, nutagenicidad, teratogenicidad, o toxicidad aguda alta.

- La gravedad de la descarga o de la descarga potencial del contaminante en orígenes puntuales. Como actores se incluyen la naturaleza y extensión de los efectos tóxicos asociados con el contaminante; la extensión en que las descargas han sido identificadas; la producción y distribución, la forma de utilización del contaminante.
- La imposición de normas de vertido para emisarios puntuales.
- El efecto ambiental global de las medidas de control disponibles.

4.2.2.2 Residuos peligrosos típicos de orígenes domésticos. Muchos de los productos utilizados todos los días en la casa, tales como productos de limpieza, productos de aseo personal, productos del automóvil, de pintura y de jardín, son tóxicos y pueden ser peligrosos para la salud y el ambiente debido a sus propiedades corrosivas, inflamables, irritantes y venenosas.

4.2.2.3. Residuos peligrosos típicos de origen comercial. Los residuos peligrosos producidos por establecimientos comerciales (a menudo identificados como generadores de pequeña cantidad) están relacionados en primer lugar con los servicios suministrados. Como ejemplos típicos se pueden incluir: tintas de imprentas, disolventes de establecimientos de limpieza en seco, disolventes de limpieza de talleres de automóviles y pinturas, y disolventes utilizados por pintores. (Ver Cuadro No. 2)

El destino de las pequeñas cantidades de residuos peligrosos encontrados en los RSU es, generalmente, desconocido. La persistencia ambiental de estos compuestos peligrosos es uno de los asuntos críticos en su gestión a largo plazo. Frecuentemente los residuos peligrosos se clasifican en no persistentes y persistentes. El concepto de vida media se puede utilizar para caracterizar y comparar la persistencia ambiental relativa de varios residuos peligrosos.



Cuadro No. 3
Peligros asociados con residuos orgánicos no persistentes y persistentes.

COMPUESTOS TÍPICOS	PELIGROS
Residuos orgánicos No Persistentes. - Aceites, disolventes de peso molecular bajo, algunos pesticidas biodegradables (organofosfatos, carbamatos, triacinos, anilinas, ureas, aceites residuales, la mayoría de los detergentes)	Problemas de toxicidad principalmente para el ambiente y biota en la fuente o punto de emisión. Se producen los efectos tóxicos rápidamente después de la exposición (agudos y subagudos)
Residuos orgánicos Persistentes - Hidrocarburos clorados y aromáticos con peso molecular alto, algunos pesticidas (insecticidas clorados como el hexaclorobenceno, DDT, DDE, Lindane), PCBs, ftalatos.	Efectos tóxicos inmediatos (agudos y subagudos) pueden producirse en la fuente o punto de emisión. Puede producir toxicidad crónica a largo plazo. El transporte de residuos orgánicos desde la fuente puede producir contaminación y bioacumulación global en la cadena de alimentación. El transporte ambiental puede exponer a la biota a niveles más bajos de contaminante, produciendo toxicidad crónica.

Fuente: TCHOBANOGLIOUS George, THEISEN Hilary y VIGIL Samuel A.
Gestión Integral de Residuos Sólidos.

4.2.2.4 Institucionales. Las fuentes institucionales de residuos sólidos incluyen centros gubernamentales, escuelas, cárceles y hospitales. Excluyendo a los residuos de fabricación de las cárceles y los residuos sanitarios de los hospitales, los residuos sólidos generados en estas instalaciones son muy similares a los RSU no seleccionados. En la mayoría de los hospitales, los residuos sanitarios son manipulados y procesados separadamente de otros residuos sólidos.

4.2.2.5 Construcción y demolición. Los residuos de la construcción, remodelación y arreglos de viviendas individuales, edificios comerciales y otras estructuras, son clasificados como *residuos de construcción*. La composición es variable, pero puede incluir suciedad, piedras, hormigón, ladrillos, escayola, madera, grava y piezas de fontanería, calefacción y electricidad. Los residuos de los edificios demolidos, calles levantadas, aceras, puentes y otras estructuras, son clasificados como *residuos de demolición*, cuya composición es similar a la de los residuos de la construcción, pero puede incluir vidrios rotos, plásticos y acero de reforzamiento.

4.2.2.6 Servicios municipales. Otros residuos de la comunidad, que se derivan de la operación y mantenimiento de las instalaciones municipales y de la provisión de otros servicios municipales, incluyen barreduras de las calles, basuras en la calle, residuos de los cubos de basuras municipales, residuos de sumideros, animales muertos y vehículos abandonados. Como es imposible predecir dónde se van a encontrar los animales muertos y los carros abandonados, estos residuos frecuentemente son identificados como de origen difuso no especificado. Los residuos de orígenes difusos no especificados se pueden comparar con aquellos de orígenes domésticos, que también son difusos pero específicos, ya que la generación de estos residuos es un acontecimiento repetitivo.

4.2.2.7 Residuos de plantas de tratamiento y otros residuos. Los residuos sólidos y semisólidos de agua, aguas sucias e instalaciones de tratamiento de residuos industriales son llamados *residuos de plantas de tratamiento*. Las características específicas de estos materiales varían, según la naturaleza del proceso de tratamiento.

Los materiales restantes de la incineración de madera, coque, carbón y otros residuos combustibles son caracterizados como *cenizas y rechazos* (los residuos de planta de energía normalmente no se incluyen en esta categoría porque son manipulados y procesados separadamente. Estos rechazos normalmente están compuestos por materiales finos y pulvulentos, cenizas, escorias de hulla y pequeñas cantidades de los materiales quemados y parcialmente quemados. El vidrio, la cerámica y varios metales también se pueden encontrar en los rechazos de las incineradoras municipales.

4.2.2.8 Residuos agrícolas. Los residuos y rechazos que se obtienen de diversas actividades agrícolas -tales como plantar y cosechar cultivos en hilera, de campo y de árbol, la producción de leche, la crianza de animales para matadero, y la operación de ganadería- colectivamente se llaman residuos agrícolas.

Tabla No. 4
Datos típicos sobre el análisis elemental de los componentes combustibles
en los RSU domésticos.

Componentes	Porcentaje en peso (base seca)					
	Carbono	Hidrógeno	Oxígeno	Nitrógeno	Azufre	Cenizas
Orgánicos						
Resid. comida	48.0	6.4	37.6	2.6	0.4	5.0
Papel	43.5	6.0	44.0	0.3	0.2	5.0
Cartón	44.0	5.9	44.6	0.3	0.2	5.0
Plásticos	60.0	7.2	22.8	-	-	10.0
Textiles	55.0	6.6	31.2	4.6	0.15	2.5
Inorgánicos						
Vidrio	0.5	0.1	0.4	<0.1	-	98.9
Metales	26.3	3.0	2.0	0.5	0.2	68.0

Fuente: TCHOBANOGLIOUS George, THEISEN Hilary y VIGIL Samuel A. Gestión Integral de Residuos Sólidos.

4.3 PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LOS RSU.

Excluyendo el plástico, la goma y el cuero, la fracción orgánica de la mayoría de los RSU se puede clasificar de la forma siguiente:

- Constituyentes solubles en agua, tales como azúcares, féculas, aminoácidos y diversos ácidos orgánicos.
- Hemicelulosa, un producto de condensación de azúcares con cinco y seis carbonos.
- Celulosa, un producto de condensación de glucosa de azúcar con seis carbonos.
- Grasas, aceites y ceras, que son ésteres de alcoholes y ácidos grasos de cadena larga.
- Lignina, un material polímero que contiene anillos aromáticos con grupos metoxi ($--OCH_3$), cuya formula exacta aún no se conoce (presente en algunos productos de papel como periódicos y en tablas de aglomerado).
- Lignocelulosa, una combinación de lignina y celulosa.
- Proteínas, que están formadas por cadenas de aminoácidos.

Quizás la característica biológica más importante de la fracción orgánica de los RSU es que casi todos los componentes orgánicos pueden ser convertidos biológicamente en gases y sólidos orgánicos e inorgánicos relativamente inertes.

La producción de olores y la generación de moscas están relacionadas también con la naturaleza putrefactible de los materiales orgánicos encontrados en los RSU (por ejemplo residuos de comida).

Los olores pueden desarrollarse cuando los residuos sólidos se almacenan durante largos períodos de tiempo *in situ*. Normalmente la formación de olores se produce por la descomposición anaerobia de los fácilmente descomponibles componentes orgánicos que se encuentran en los RSU. Por ejemplo en condiciones anaerobias (reducción), el sulfato puede ser reducido a sulfuro (S^{2-}), que subsiguientemente se combina con el Hidrógeno para formar H_2S .

El color negro de los residuos sólidos que han experimentado descomposición anaerobia en un vertedero se debe principalmente a la formación de sulfuros metálicos. Si no fuera por la formación de diversos sulfuros, los problemas de olor en los vertederos podrían ser muy importantes.

4.4 MARCO LEGAL.

Colombia se encuentra en un proceso de modernización que incluye la reducción del tamaño del Estado, la reducción del gasto público y un ordenamiento institucional que abarca la prestación de los servicios públicos domiciliarios y la gestión ambiental, con la adopción de nuevos marcos legales en la materia.¹¹

Es así como la Ley 99 de 1993 crea el Ministerio del Medio Ambiente y organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA) con el propósito de imponer un orden institucional a la gestión ambiental; la Ley 142 de 1994 sobre servicios públicos domiciliarios impone un nuevo marco para su prestación, con el objeto de lograr eficiencia, cobertura y calidad, bajo un esquema de libre competencia a través de la participación del sector privado en la prestación de los servicios. Con dicha Ley, se pretende lograr un orden institucional asignando las funciones de vigilancia y control, regulación y formulación de políticas a La Superintendencia de Servicios

Públicos, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico y el Ministerio de Desarrollo, respectivamente.

4.4.1 Jerarquía de las normas aplicables al sector.

El orden jerárquico de la normatividad nacional incluye, en orden descendente, las normas constitucionales, leyes, decretos leyes, decretos reglamentarios, resoluciones ministeriales, ordenanzas departamentales y acuerdos municipales.

4.4.2 Identificación de leyes, decretos, reglamentos y resoluciones del sector.

||A continuación, se presenta la normatividad que regula el sector residuos sólidos expresando de manera resumida la materia de que trata. ||

Constitución Nacional (Título XII, Capítulo 5)

- ||Define los servicios públicos como una finalidad social del Estado, estableciendo en consecuencia que es un deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. Será objetivo fundamental la solución de necesidades básicas insatisfechas: salud, educación, saneamiento ambiental y agua potable;^{1/}
- Señala que los servicios podrán ser prestados por el Estado directa o indirectamente, por comunidades organizadas o por particulares, pero el Estado en todo caso mantendrá el control, la regulación y la vigilancia de tales servicios;
- Define las responsabilidades territoriales, indicando que la prestación de los servicios se hará en forma directa por el municipio cuando las condiciones técnicas y económicas del servicio y las conveniencias generales lo permitan y aconsejen;

- Señala que los departamentos deberán cumplir funciones de coordinación y complementariedad;
- Establece que el régimen tarifario tendrá en cuenta, además de los criterios de costos, los de solidaridad y redistribución de ingresos y posibilita a la Nación, los departamentos, distritos y municipios y entidades descentralizadas conceder subsidios, en sus respectivos presupuestos, para que las personas con menores ingresos puedan pagar las tarifas de los servicios que cubran sus necesidades básicas;
- Asigna al Presidente la facultad de señalar 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.

Ley 09 de 1979: Código Sanitario 1120

- Contiene normas sobre disposición de residuos líquidos y sólidos, y un régimen sancionatorio y el procedimiento para su aplicación. Las sanciones pueden consistir en amonestación, multas, decomiso de productos, suspensión o cancelación de la licencia, cierre temporal o definitivo del establecimiento; ||
- Establece que las sanciones pueden imponerse de manera directa.

Ley 99 de 1993

- Crea el Ministerio del medio Ambiente y organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA) con el propósito concentrar la gestión ambiental que estaba dispersa en varias instituciones del Estado.
- Desarrolla los principios de la Agenda 21 estableciendo unos principios rectores de la gestión ambiental:
- Establece el desarrollo sostenible;
- Da prioridad al recurso hídrico para el consumo humano; ||

- Descentraliza el manejo ambiental;
- . Establece el manejo democrático de la gestión ambiental, promoviendo la participación de la comunidad, el Estado, organizaciones no gubernamentales y el sector privado;
- Exige estudios de impacto ambiental como instrumento básico en la construcción de las obras;
- Crea el Fondo Nacional Ambiental (FONAM), con personería jurídica, patrimonio independiente y jurisdicción en todo el territorio nacional. El Fondo, que se constituye en un instrumento financiero de apoyo a las gestiones y proyectos ambientales, tiene como patrimonio las asignaciones que le haga el Presupuesto Nacional, rendimientos financieros de su actividad, aportes y donaciones y 50% de las indemnizaciones de que trata el Artículo 88 de la Constitución Nacional, recursos de crédito externo y recursos asignado por el Fondo Nacional de Regalías, los cuales tienen destinaciones específicas para zonas específicas como Amazonia y Choco, cuencas, resguardos indígenas y financiación de proyectos que adelanten las entidades territoriales;
- Crea la Procuraduría Delegada para el Medio Ambiente con funciones para intervenir en los asuntos que tengan que ver con la defensa del medio ambiente;
- Dispone que la policía nacional tenga un cuerpo especializado de policía ambiental;
- Dispone la creación de una comisión revisora de la legislación relacionada con el medio ambiente, especialmente del Código de Recursos Naturales y el Código Sanitario, para introducir las reformas necesarias dentro de un plazo de 18 meses a partir de la vigencia de la ley;

- Regula todo lo relacionado con los servicios públicos domiciliarios, incluido el de aseo que comprende la recolección, transporte y disposición final.

El objetivo de la expedición de un nuevo marco legal para la prestación de servicios públicos domiciliarios es lograr universalización de los servicios, calidad, eficiencia, autofinanciación, acudiendo a la vinculación del sector privado a la prestación como instrumento para lograr un sistema de competencia que permita los objetivos planteados.

A su vez, la participación del sector privado contribuiría a la reducción del tamaño del Estado y del gasto público en la medida en que las inversiones que demande el sector sean asumidas por este nuevo oferente de servicios.

- Establece el principio de imponer economías de escala para la reducción de costos de los servicios y un régimen de subsidios para cubrir la incapacidad de pago de los sectores pobres de la población de usuarios. Cuando quiera que no se logre competencia en la prestación de los servicios, se simulará por la Comisión de Regulación con la imposición de índices de eficiencia;
- Establece la delimitación de funciones asignado a la Superintendencia de Servicios el control y vigilancia, a la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico la función reguladora y al Ministerio de Desarrollo la política sectorial y la asesoría técnica.

Decreto Ley 2811 de 1974: Código de Recursos Naturales

- Establece normas generales sobre la política ambiental y dedica algunos artículos a los residuos sólidos, estableciendo que los municipios deberán adoptar sistemas adecuados de recolección, transporte y disposición final de basuras; //

- Establece las tasas retributivas y la obligación de hacer una declaración de efecto ambiental antes de la ejecución de cualquier obra o actividad que pueda generar consecuencias ambientales.

Decreto Ley 1594 de 1984

- Regula todo lo relacionado con vertimientos líquidos y las responsabilidades de los productores cuando quiera que afecten el medio ambiente y especialmente las aguas. //

Decreto 2104 de 1983: Ministerio de Salud

- Define la terminología técnica relacionada con residuos sólidos;
- Contiene normas sanitarias aplicables al almacenamiento, presentación, recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición sanitaria de los residuos sólidos;
- Distingue entre servicio de aseo ordinario y aseo para manejo de residuos sólidos especiales;
- Establece un régimen sancionatorio y un procedimiento para su aplicación.

Podría decirse que este estatuto mantiene vigencia conforme a las demandas del sector en lo que tiene que ver con sus aspectos técnicos y de definiciones.

Decreto 1843 de 1991: Ministerio de Salud.

- Establece el manejo sanitario de plaguicidas y el régimen sancionatorio por la inobservancia de las normas en la materia, similar al consignado en el Decreto 2104.

Resolución 2309 de 1986: Ministerio de Salud.

- Contiene normas para el manejo de residuos sólidos especiales: patógenos, tóxicos, combustibles, inflamables explosivos, radiactivos o volátiles;

- Impone la disposición adecuada de estos residuos como obligación del generador, dando la posibilidad de que contrate directamente su manejo y establece que es responsable de los daños que cause al medio ambiente;
- Otorga facultades de policía a las autoridades sanitarias para efectos de vigilancia y control, permitiendo aplicar las sanciones del caso.

Resolución 541 de 1994: Ministerio de Ambiente.

- Regula la carga, descarga, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.

Resolución 00189 de 1984: Ministerio de Ambiente.

- Establece la prohibición de introducir residuos peligrosos al territorio nacional;
- Establece un régimen sancionatorio, que es el contenido en el Artículo 85 de la Ley 99 de 1993 y el que está contenido en la Ley 09 de 1979 (Código Sanitario), al cual ya se ha hecho mención anteriormente.

4.4.3. Análisis general de la normatividad.

La Ley 99 de 1993 recoge los principios consignados en la Agenda 21 sobre desarrollo sostenible. Asimismo, ya se sentaba el principio de mantener el medio ambiente para el presente y futuras generaciones desde la sanción del Código de Recursos Naturales en 1974. No obstante, las medidas de protección del medio ambiente en lo relativo al sector de residuos sólidos en cuanto a políticas nacionales se refiere, no aparecen incluidas en el Plan de Desarrollo para el cuatrienio 1994-1998. De manera general, existe un plan de manejo ambiental denominado Programa Mejores Ciudades que sería el único que incluye el manejo de residuos sólidos.

La demanda de políticas en el sector de residuos sólidos por parte de los usuarios es escasa en la medida en que el problema de recolección de residuos puede calificarse como satisfactorio. Ello ha generado que los usuarios se despreocupen de la disposición final ya que su impacto ambiental aún no se percibe de manera notoria, salvo en casos excepcionales cuando se producen epidemias que afectan la salud humana.

Por otro lado, por la cantidad de normas existentes sobre el tema y su dispersión en varias entidades y corporaciones, se percibe como necesario la identificación de la normatividad vigente y atender la conciliación de sus contradicciones y, sobre todo, promover su divulgación; la identificación y coordinación de los responsables de su control; la habilitación de las instituciones para asumir el papel dentro del nuevo marco legal de prestación del servicio; la capacitación de sus funcionarios; la inclusión de un programa de residuos sólidos en los planes de desarrollo municipales concordante con un programa nacional sobre la materia; la definición de la situación legal de la actividad del recuperador – reciclador; la utilización eficaz de los mecanismos de control de gestión de los actores involucrados en el cumplimiento de la normatividad en materia de residuos sólidos.

También se puede señalar que legislación vigente no contempla normas que obliguen o estimulen la utilización de tecnologías limpias: los avances se limitan a pactos de buena intención entre gremios de industriales y los organismos estatales. No bastará con la implementación de normas para tal efecto, se requieren organismos de control con capacidad técnica y científica para realizar un eficaz control de contaminación lo que, a su vez, será un instrumento eficiente en el cobro de tasas retributivas y compensatorias. En este último aspecto, son muy pocos los organismos con capacidad para realizar los análisis pertinentes para la aplicación de las mismas.

Con respecto a la separación de residuos para facilitar su reutilización, no existe en el productor de residuos la cultura y normativamente no hay facultad para

lograrla. En materia de disposición final, el panorama no es menos desalentador: si bien existen normas suficientes que imponen un tratamiento final ecológicamente responsable, la realidad muestra que la disposición final no se realiza adecuadamente (empezando por grandes ciudades como Cali y señalando que en las goteras de Bogotá, se permite la existencia de botaderos de basura al aire libre como el de Mondoñedo, donde las quemas se realizan sin control alguno). Estas son ciudades donde el control supone el cumplimiento estricto de las normas en la materia ya que se trata de dos de las cinco ciudades con mayor población y habida cuenta de que los órganos principales de control y responsables de la vigilancia y las políticas ambientales están centralizados en la ciudad en Bogotá, Distrito Capital. En ciudades medianas y municipios menores, la disposición final se hace indistintamente en botaderos al aire libre o en el río más próximo al perímetro urbano.

4.4.4 Mecanismos de control del cumplimiento de normas y aplicación de sanciones.

Facultades de inspección por parte de los funcionarios de salud.

El Decreto 2104 de 1984, artículo 153, establece que los funcionarios de salud podrán visitar los sitios donde se realicen actividades relacionadas con el manejo de residuos sólidos, con el propósito de verificar el cumplimiento de las normas sanitarias.

- **Licencia ambiental:** La Ley 99 de 1993, artículo 45, impone la obligación de obtener licencia ambiental cuando la ejecución de una obra, establecimiento de una industria o cualquier actividad, pueda producir efectos graves en el medio ambiente. En los proyectos que requieran licencia ambiental, los interesados deben solicitar que la autoridad ambiental se pronuncie sobre la necesidad de un diagnóstico ambiental de alternativas en la etapa de prefactibilidad. Sobre ese diagnóstico de alternativas, el interesado deberá elaborar un estudio de

impacto ambiental que garantice los planes de prevención, mitigación, corrección y compensación de impactos.

Al respecto, el Decreto No. 1728 del 6 de Agosto de 2002, precisa la necesidad de Licencia Ambiental par los proyectos de construcción y operación de rellenos sanitarios y determina como autoridad ambiental competente para tal caso a las corporaciones autónomas regionales.

- **El control ciudadano:** La Ley 99, artículo 69 y siguientes, le otorga al ciudadano la facultad para intervenir en los procedimientos administrativos, a través de la celebración de audiencias donde se oirán argumentos y recibirán pruebas sobre la inconveniencia del otorgamiento de la licencia ambiental.
- **Acción de cumplimiento:** La Ley 99, artículo 77, establece la posibilidad de hacer cumplir las decisiones de las autoridades ambientales acudiendo al proceso ejecutivo singular previsto en el Código de

4.4.5 Procedimiento Civil.

- **Procuraduría Delegada para la Protección del Medio Ambiente:** La Ley 99, artículo 97, establece que la Procuraduría cumplirá su función de acuerdo a lo previsto en el artículo 227 de la Constitución Nacional.
- **Policía Ambiental y Servicio Militar Obligatorio en Funciones Ambientales:** Se establece la obligación de que la policía cree un cuerpo especializado en la protección del medio ambiente para apoyar a las autoridades del ramo y que 20% de los bachilleres presten servicio con el mismo fin.

A los mecanismos descritos, se suman: acciones ante las autoridades judiciales que permiten el cumplimiento de las decisiones ambientales (acción de tutela,

acciones populares y acciones colectivas) y están sancionadas por la Constitución Nacional; la prohibición de actos que atenten contra la conservación del medio ambiente; la indemnización por los daños causados; y las recompensas a los ciudadanos.

- **Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios:** Es un órgano de vigilancia y control de la prestación de los servicios públicos domiciliarios de reciente creación y se encuentra funcionando en la ciudad de Bogotá. Está definido como un organismo de carácter técnico con funciones de control y vigilancia de las relaciones entre empresas y usuarios; evaluación del cumplimiento legal y económico de las empresas; control, registro e información y establecimiento de sistemas uniformes de información y contabilidad; e imposición de sanciones (amonestaciones, multas, suspensión de actividades del infractor, tomar de posesión de las empresas, solicitud de declaración de caducidad de contratos). Su ubicación geográfica impone el desplazamiento de funcionarios a las diferentes ciudades y el control que se ejerce en forma centralizada obstaculiza el cumplimiento de las tareas, aumenta costos y produce demoras.
- **Comités de desarrollo y control social de los servicios públicos domiciliarios:** Se conforman por iniciativa de los usuarios y usuarios potenciales, quienes nombran un vocal de control que actúa como representante ante las personas prestadoras de servicios públicos. Tienen como funciones principales proponer planes y programas, solicitar modificaciones en los asuntos relacionados con el subsidio, la estratificación y el cumplimiento de la ley. El gran número de actores responsables del control satura la gestión y, consecuentemente, diluye la responsabilidad en caso de identificar las omisiones en el control.

5. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

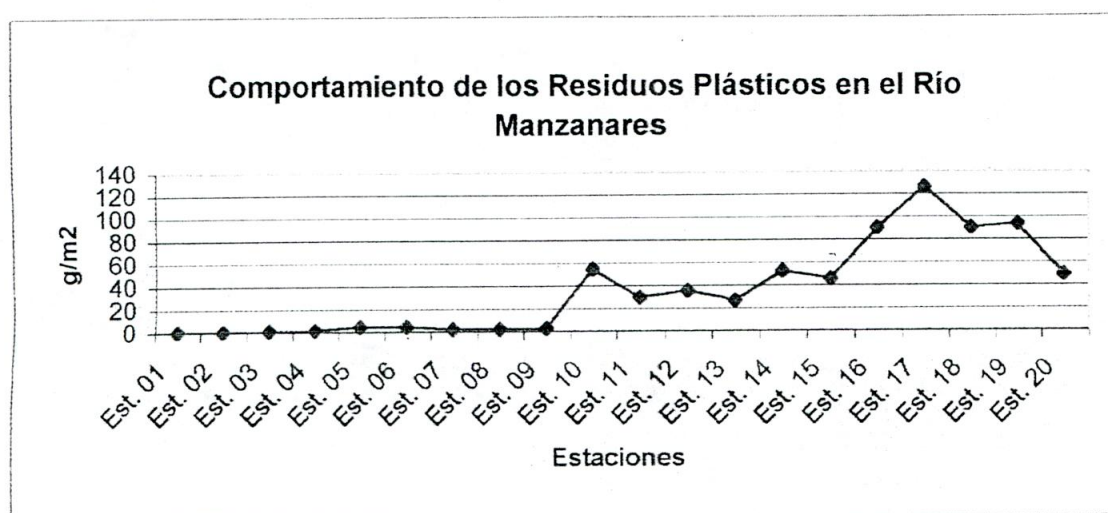
La descripción de los residuos sólidos arrastrados por el río manzanares hacia la bahía de Santa Marta, se presenta y se analiza teniendo en cuenta los métodos, estrategias y recursos aplicados en el desarrollo de la investigación, mediante el procesamiento de datos extraídos en las 20 estaciones seleccionadas por los investigadores y asesores que participaron en el estudio. El equipo también realizó consultas con diferentes expertos para revisar la documentación y registros existentes sobre el tema.

5.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS (RS) ENCONTRADOS EN EL RÍO MANZANARES.

Plásticos. Los residuos plásticos encontrados en las orillas del río corresponden a restos de botellas de bebidas gaseosas, de muebles o utensilios de cocina, de accesorios de PVC, de envases de aceites lubricantes, de contenedores de agua, detergentes, aceite y otros productos de cocina, de envases de artículos de tocador, bolsas y sacos de diferentes materiales y propósitos, restos de partes de electrodomésticos, juguetes, restos de láminas, relleno protector, envases o depósitos de icopor, envases de películas fotográficas, tapas y etiquetas de botellas, envolturas de alimentos.

Los residuos plásticos en general ocuparon el primer lugar entre los RSU con el 39,7%, igualmente tanto para el sector rural como el urbano con valores de 22% y 40,7% respectivamente. Las estaciones 5 y 6 de la zona rural presentaron la mayor presencia de plásticos aportando en conjunto el 44,3%; de las estaciones de la zona urbana la 17, 19, 16 y 18 fueron las que ocuparon las primeras posiciones, que juntas aportan el 57,7%.

Gráfico No. 1

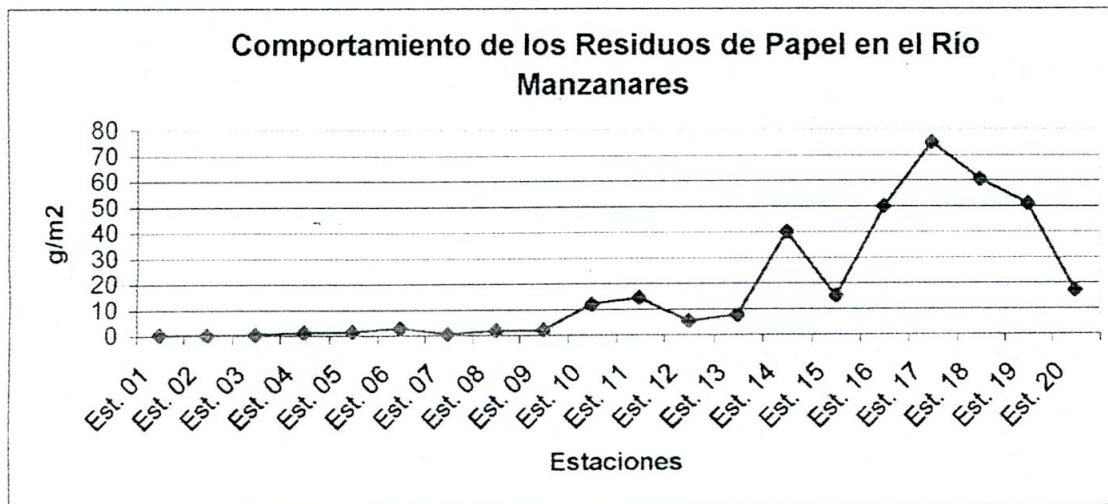


Fuente: Autores

Papel. Entre los materiales de papel encontrados en las riveras del río se destacan restos de cajas de cartón ondulado y plano de diferentes tamaño, papel periódico, papel de informática, hojas de cálculo en blanco, recortes, revistas, papel higiénico, papel de cocina. EL papel encontrado presenta agregados de materia orgánica o residuos de hidrocarburos que prácticamente impiden su recolección para el reciclaje.

Tanto en general como para la zona urbana el papel ocupó el segundo lugar con un aporte de 19,9% y 20,4% respectivamente. En la zona rural la presencia de papel alcanzó el cuarto lugar correspondiéndole el 11,6%. Respecto a las estaciones con mayor presencia de papel, se tiene que para la zona rural las estaciones 6 y 9, con un aporte conjunto del 43,6%, ocupan los dos primeros lugares; para la zona urbana los primeros lugares corresponden a las estaciones 17 y 18, las cuales juntas representan el 39%.

Gráfico No. 2



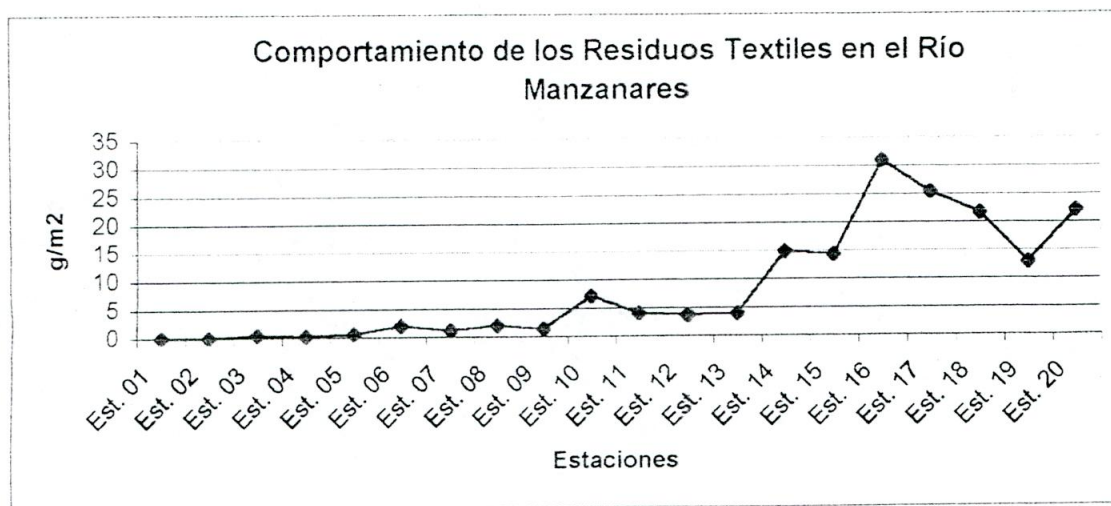
Fuente: Autores

Textiles. Los materiales textiles hallados en las orillas del río corresponden a restos de prendas para vestir, restos de toallas, de pañales, sacos o empaques para diversos materiales, trapos de cocina y de limpieza. En la parte más cercana al cauce del río, estos residuos atrapados en la vegetación de la orilla presentan desgarramientos por la presión que ejerce la corriente del río.

Para el tramo estudiado en general como para el recorrido en la zona urbana, los textiles ocupan el tercer lugar con el 9,4% y el 9,5% respectivamente; en la zona rural, por el contrario, los textiles se hacen presente en el penúltimo lugar con el 8,3%. En la zona rural por mayor presencia de textiles se destacan las estaciones 6 y 8, que juntas suman el 50,6%; en la zona urbana las estaciones 16, 17, 20 y 18, con un aporte conjunto del 62,2%, son las más afectadas por este tipo de residuo.



Gráfico No. 3

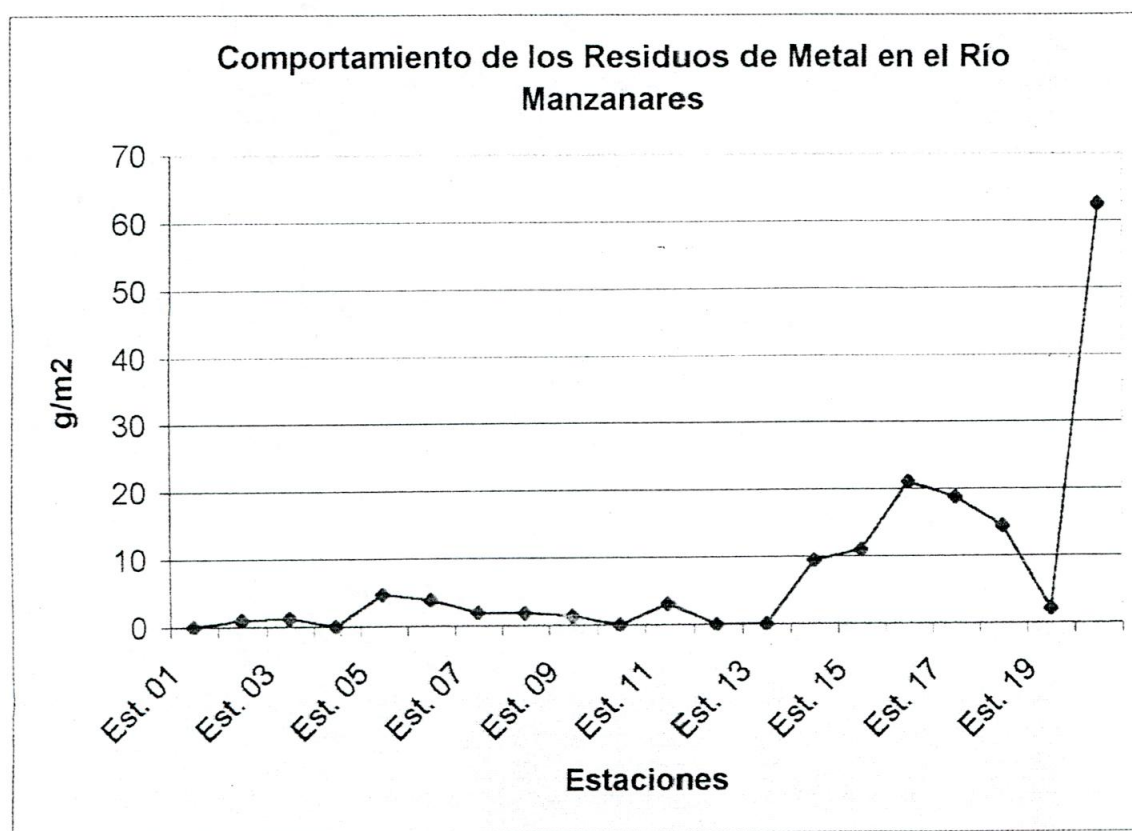


Fuente: Autores

Metales. Entre los materiales metálicos encontrados en las orillas del río se pueden señalar los siguientes: latas de hojalata, restos de electrodomésticos, envases de galletas, restos de autopartes, alambres, cintas metálicas, restos de artículos de cocina. Se percibe en estos residuos la acción oxidante del agua del río y se advierte, además, su condición de fragmentos inservibles.

Los residuos metálicos en términos generales ocupan el cuarto puesto con el 8,8%. Vistos en relación con la división política del río, los metales aparecen en el segundo lugar en la zona rural con el 16,9%, y en el quinto puesto para la zona urbana con el 8,3%. Entre las estaciones con mayor presencia de residuos metálicos tenemos para el área rural la 5 y la 6, que juntas representan el 53,7%; y en el área urbana las estaciones 20, 16 y 17 que en conjunto representan el 72%.

Gráfico No. 4



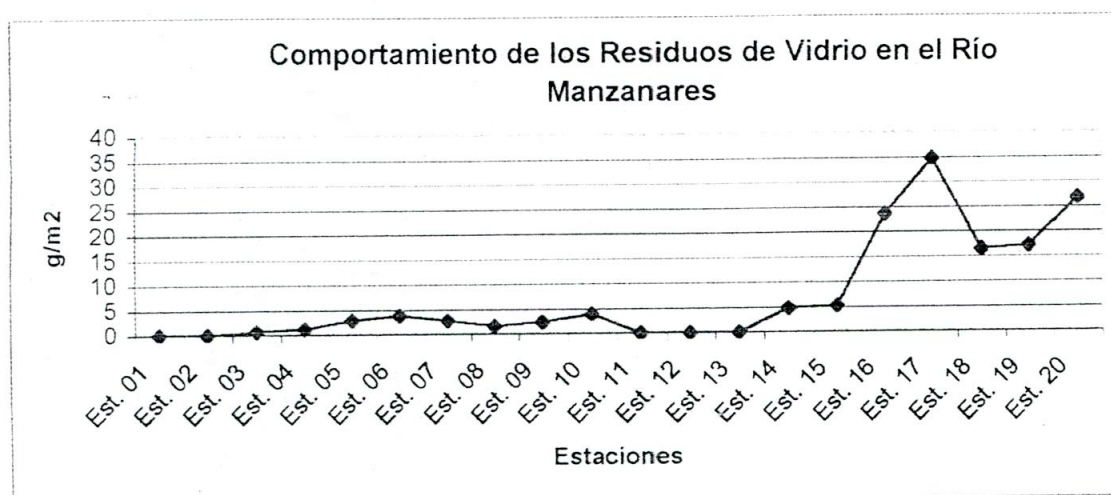
Fuente: Autores

Vidrio. Entre los residuos de vidrio hallados a lo largo de las orillas del río podemos enunciar los restos de botellas de cervezas, jugos y bebidas gaseosas, recipientes de medicinas, restos de electrodomésticos, bombillas. Generalmente corresponden a fracciones o restos de recipientes con escaso valor como elementos de reciclaje.

En la clasificación general el residuo sólido Vidrio en atención al porcentaje que le corresponde, 8,2%, ocupa el sexto lugar. Respecto a la división política del río, en el área rural el vidrio se hace presente con el 15,8% que lo ubica en el tercer puesto, mientras que en el área urbana a este residuo le corresponde el 7,8% que lo fija en el sexto lugar. Las estaciones del área rural que presentaron las mayores cantidades de este tipo de residuo fueron la 6, 5 y 7 las cuales en total sumaron el

61,8%; en cuanto al área urbana los más altos porcentajes correspondieron a las estaciones 17, 20 y 16 que en conjunto les correspondió el 64,2%.

Gráfico No. 5

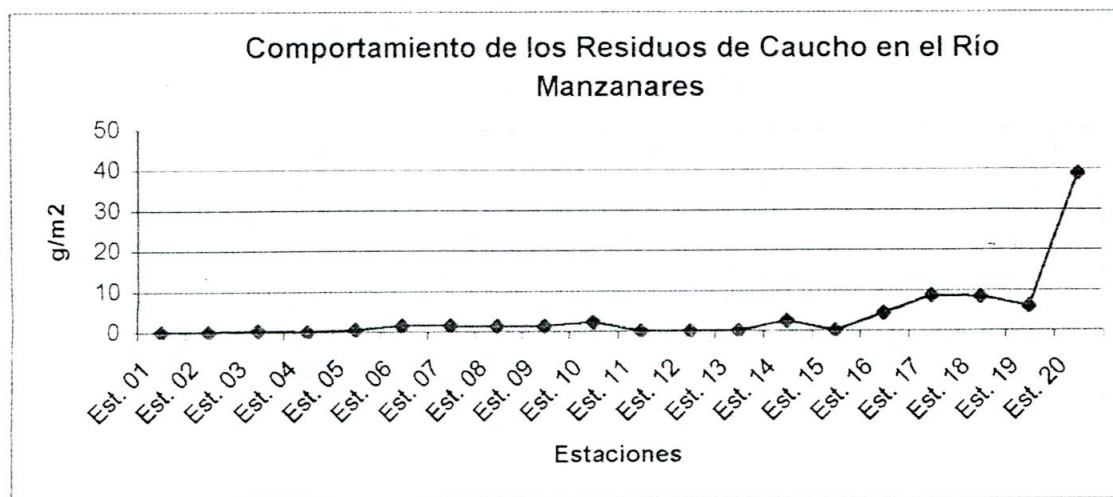


Fuente: Autores

Caucho. De los residuos de caucho encontrados en las orillas del río cabe mencionar los restos de neumáticos y llantas de carros y bicicletas, bujes y piezas de automóviles, empaques. Igual que los demás residuos, éstos correspondieron a fracciones inservibles de variados objetos constituidos en su mayor parte por caucho.

El residuo Caucho por la cantidad reportada en las orillas del río ocupó el séptimo lugar tanto para el curso del río en general como para el área urbana, con unos valores del 4,3% y 4,2% respectivamente. Su presencia en el área rural correspondió con el último puesto al representar el 6,7%. Las estaciones 6, 7, 8 y 9 del área rural presentaron los mayores valores del residuo caucho y juntas aportaron el 87,1%; en tanto en el área urbana la estación 20 representó por sí sola el 54,8%

Gráfico No. 6

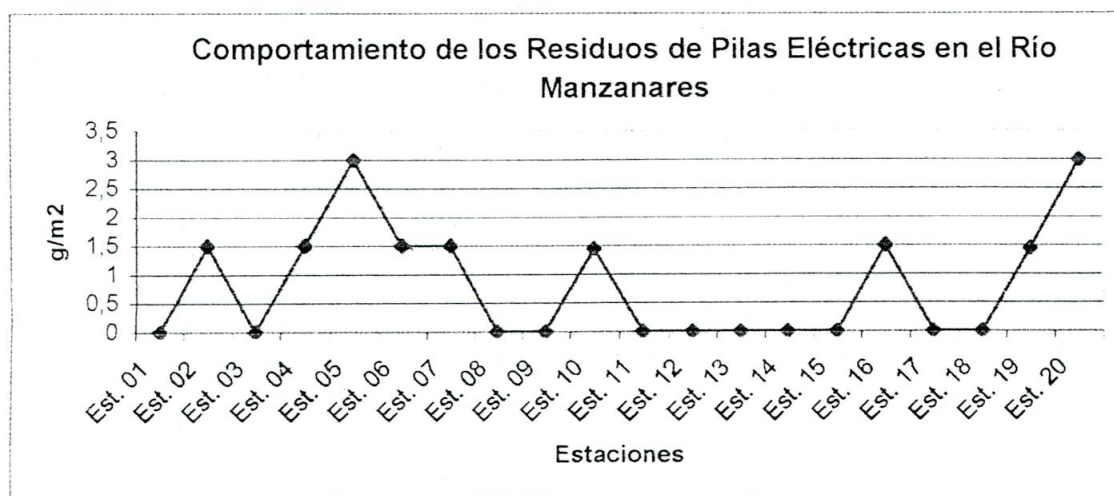


Fuente: Autores

Pila eléctrica. Las pilas observadas entre los residuos sólidos depositados en las orillas del río todas correspondieron al tamaño AA y del tipo normal y alcalinas. Algunas presentaban deterioro en sus envolturas plásticas y debilitamiento de las paredes metálicas, otras habían perdido partes de sus componentes.

Este residuo por los guarismos alcanzados en el curso del río tanto en general como en el área urbana ocupó el último lugar con valores de 0,9% y 0,4% respectivamente, mientras que para el área rural las pilas se muestran en el quinto lugar con un valor del 9,5%. Para el caso del residuo Pilas se presenta la particularidad que algunas de las estaciones asumen la totalidad de la presencia en las orillas del río; de tal manera que en el área rural las estaciones 5, 2, 4, 6 y 7 en conjunto representan el 100%, y en el área urbana el 100% le corresponde a las estaciones 20, 16, 10 y 19.

Gráfica No. 7

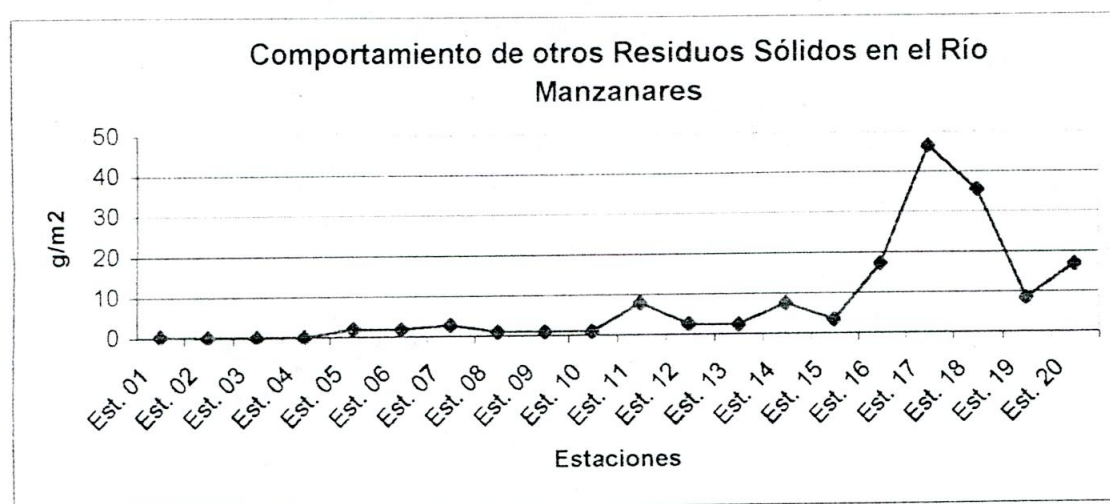


Fuente: Autores

Otros Residuos Sólidos. Como otros tipos de residuos sólidos urbanos hallados en las orillas del río tenemos retales de fibra de vidrio, abrasivos, hueso, fieltro, cuero sintético, fracciones de elementos eléctricos y restos de madera procesada y utilizada en productos alimenticios. Comparten junto con los demás residuos el escaso valor para ser reciclados.

En su conjunto, estos residuos ocupan el puesto número cinco, con el 8,8% del total de RSU a lo largo del tramo estudiado. En cuanto al área rural los residuos considerados como Otros se ubican en el sexto lugar con el 9,2%, mientras que para el área urbana estos mismos residuos ocupan el cuarto puesto y les corresponde el 8,7%. Para el área rural la más alta presencia de tales residuos se presentó en las estaciones 7, 5 y 6 que juntas representan el 75% y respecto al área urbana estos residuos se concentran en las estaciones 17 y 18, que entre ambas suman el 55%.

Gráfico No. 8



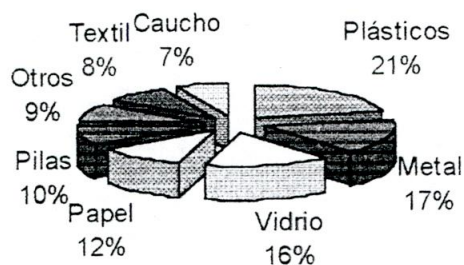
Fuente: Autores

Ordenados de acuerdo a la mayor o menor cantidad presente, en general los RSU encontrados en las orillas del Río Manzanares fueron los siguientes:

Plásticos, Papel, Textiles, Metal, Otros, Vidrio, Caucho y Pilas. En atención a la división política del área de estudio, la presencia de acuerdo al mismo parámetro fue la siguiente: en la zona rural el orden correspondió a Plásticos, Metal, Vidrio, Papel, Pilas, Otros, Textiles y Caucho; para la zona urbana el orden presentado fue Plásticos, Papel, Textiles, Otros, Metal, Vidrio, Caucho y Pilas.

Gráfico No 9

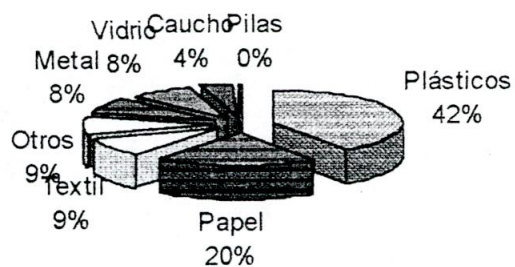
**Distribución porcentual de los Residuos Sólidos.
Zona Rural**



□ Plásticos ■ Metal □ Vidrio □ Papel ■ Pilas □ Otros ■ Textil □ Caucho

Gráfico No. 10

**Distribución porcentual de los Residuos Sólidos.
Zona Urbana**

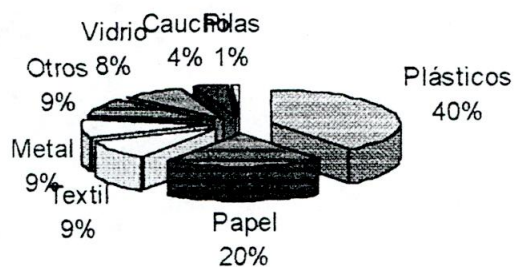


□ Plásticos ■ Papel □ Textil □ Otros ■ Metal □ Vidrio ■ Caucho □ Pilas

Fuente: Autores.

Gráfico No. 11

Distribución porcentual general de los Residuos Sólidos



□ Plásticos □ Papel □ Textil □ Metal □ Otros □ Vidrio □ Caucho □ Pilas

Fuente: Autores.

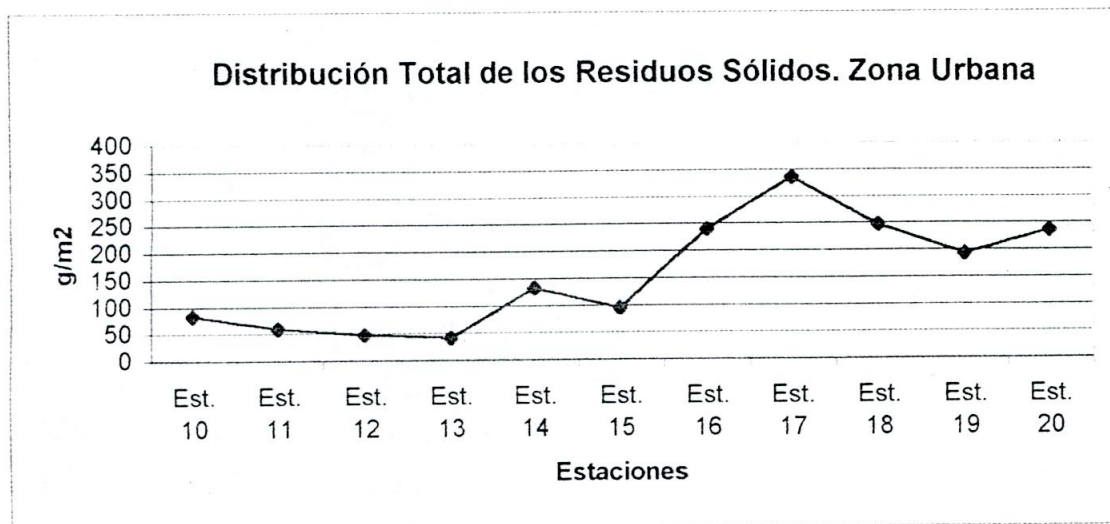
Gráfico No. 12

Distribución Total de los Residuos Sólidos. Zona Rural



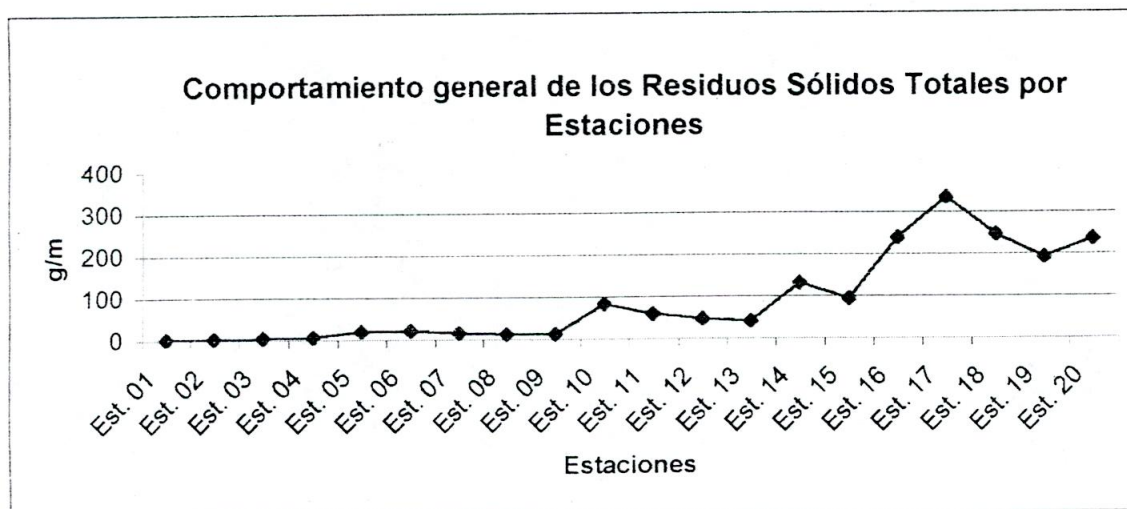
Fuente: Autores.

Gráfico No. 13



Fuente: Autores

Gráfico No 14



Fuente: Autores

5.2 ESTIMACIÓN DEL PESO EN GRAMOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS (RS)

Tabla No. 5

Residuos Sólidos en el Río Manzanares (g).

Estrato	N_i	n_i	$\bar{y}_i$	s_i^2	$N_i * \bar{y}_i$	$N_i^2 * \left(\frac{1}{n_i} - \frac{1}{N_i} \right)$	$N_i^2 * \left(\frac{1}{n_i} - \frac{1}{N_i} \right) * s_i^2$
Rural	154	9	2.098	2.141.885	323.075	2.481	5.314.254.672
Urbana	210	11	31.027	398.453.962	6.515.727	3.799	1.513.762.824.725
Total	364	20	-	-	6.838.802	-	1.519.077.079.398

N_i = Número de parcelas en cada estrato

n_i = Número de parcelas de la muestra por estrato

s_i^2 = Varianza muestral en cada estrato

$\hat{y}_i$ = Total de RS estimado cada estrato

$\hat{y}$ = Total estimado para todo el río

$\bar{y}_i$ = Media muestral por estrato

$$\hat{y} = \sum_{i=1}^2 y_i = 6.838.802 \text{ gr.} \cong 6.84 \text{ ton.}$$

$$\hat{y}_{st} = \sum N_i * \bar{y}_i = 6.838.802 \text{ gr.} \cong 6,84 \text{ ton.}$$

$$\bar{y}_{st} = \frac{6.838.802}{364} = 18.79 \text{ Kg.}$$

$$v(\hat{y}_{st}) = v(\hat{Y}) = \text{Varianza del total estimado} = v(\hat{y}_{st}) = 1.519.077.079.398 \quad y$$

$$s_{\hat{y}_{st}} = s(\hat{Y}) = \text{error estándar del total estimado}$$

$$s_{\hat{y}_{st}} = s(\hat{Y}) = \sqrt{v(\hat{y}_{st})} = \sqrt{1.519.077.079.398} = 1.232.508$$

Por tanto,

$$cv(\hat{y}_{st}) = cv(\hat{y}) = \text{Coeficiente de variación del Total estimado} =$$

$$cv(\hat{y}_{st}) = \frac{1.232.508}{6838.802} * 100 = 18.02\% \cong 18\%$$

$$v(\hat{y}_{st}) = v(\hat{y}) = \text{Varianza de la media estimada}$$

$$v(\hat{y}_{st}) = \frac{1.519.077.079.398}{364^2} = 11.465.079 = v(\hat{y}) \quad y$$

$$s\bar{y}_{st} = s(\hat{y}) = \text{Error estándar de la media estratificada}$$

$$s\bar{y}_{st} = \sqrt{11.465.079} = 3.386 \text{ gr.} = s(\hat{y}) \cong 3,39 \text{ Kg.}$$

Un intervalo de confianza del 90% de la media de Residuos Sólidos viene dado por la expresión $\bar{Y} \pm t_{\alpha(2), n-1} * s(\hat{Y})$

$$t_{0,10(2), 19} = 1,729$$

$$18,79 \pm (1,729)(3,39) = 5,86$$

Error absoluto de la estimación = E = 5,86 Kg

$$18,79 \pm 5,86 = [18,79 - 5,86 ; 18,79 + 5,86]$$

[12,93 ; 24,65] kg de Residuos Sólidos por parcela de 200m²

$$\epsilon = \text{Error relativo} = (E/\bar{Y}) * 100 = (5,86/18,79) * 100 = 31,18\%$$

La cantidad aproximada de Residuos Sólidos en el Río Manzanares es de 6,84 ton $\pm$ 2,13 ton, con una Media de 18,8 Kg/200² y un Coeficiente de Variación de la Estimación de aproximadamente 18%.

Con un intervalo de confianza del 90%, aceptable para la condición de aproximación del presente estudio, la cantidad de RS por parcela de 200 m² se encuentra entre 12,93 y 24,65 Kg, lo cual implica un error relativo de 31,18%.

Del total aproximado de residuos sólidos, el 95% se encuentra en las orillas del río correspondiente a su área urbana y el resto se concentra en los diferentes puntos del área rural donde se adelantan actividades turísticas y de recreación.

5.3 ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS SEGÚN EL ÍNDICE DE BRAY CURTIS.

5.3.1 Asociación de los residuos sólidos según la distribución por abundancia. La asociación de los residuos sólidos, según la prueba de Bray Curtis y considerando una significancia en asociación a 50%, se tradujo en la conformación de las siguientes agrupaciones: a la similitud entre los Plásticos y el Papel, los cuales conforman el primer grupo que aporta la mayoría de los Residuos Sólidos con el 59,1%; el segundo grupo reúne a los Textiles, Metales, Otros Residuos Sólidos, Vidrio y Caucho que juntos representan el 39,1%; y como tercer grupo aislado se representa al residuo Pilas que constituye el 1,8%.

Este comportamiento en la distribución de los Residuos Sólidos es resultado de la deriva que ejerce la corriente sobre algunos residuos y otros son transportados con menor facilidad. Es importante resaltar que residuos como Papel y Plástico, al igual que los del segundo grupo se pueden asociar por el uso, éstos son materiales que se caracterizan como residuos de visitantes de áreas recreativas y desechos urbanos de una ciudad poco industrializada.

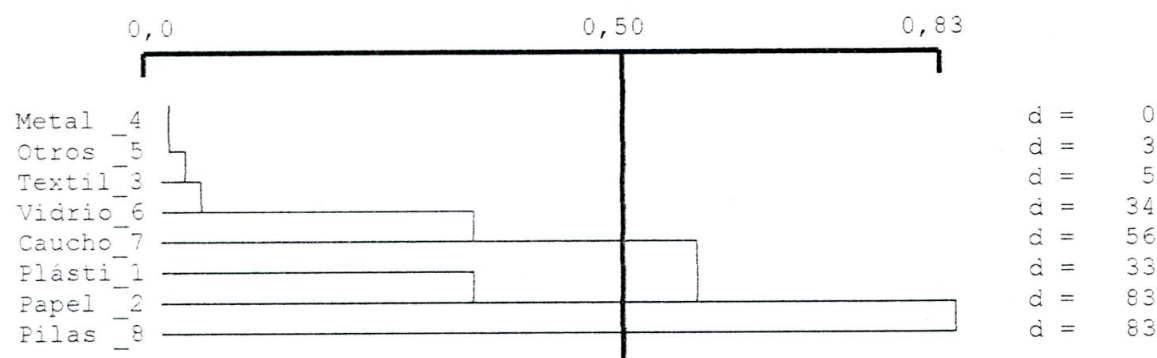
En atención a la división política del río, el comportamiento de los componentes de los residuos sólidos en la zona urbana es similar al mostrado a lo largo del tramo general estudiado; mientras que para la zona rural por la cantidad que muestra

cada uno de los componentes se pueden considerar en su conjunto como un solo grupo.

Gráfica No 15

Dendrograma de similaridad según la cantidad y distribución de los residuos sólidos en la cuenca del río Manzanares. Tramo urbano y rural

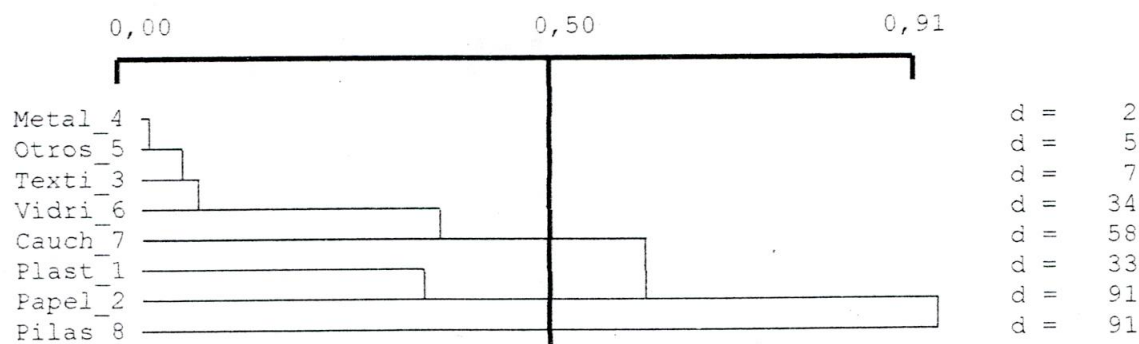
No. De Residuos: 8
 Parámetro: Tramos Urbano y Rural
 Transformation: No
 Resemblance Index: Bray-Curtis-Index
 Cluster Strategy: UPGMA-Linkage



Gráfica No 16.

Dendrograma de similaridad según la cantidad y distribución de los residuos sólidos en la cuenca del río Manzanares. Tramo urbano

No. De Residuos: 8
 Parámetro: Tramo Urbano
 Transformation: No
 Resemblance Index: Bray-Curtis-Index
 Cluster Strategy: UPGMA-Linkage

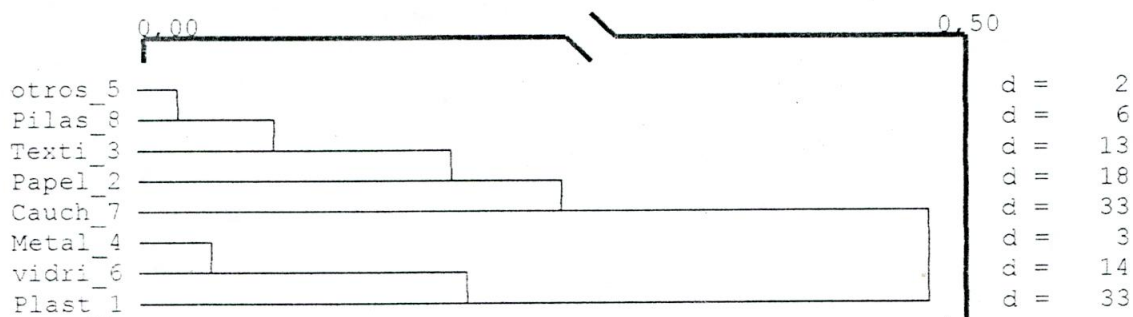


Cophenetischer Koeffizient CI = .9585

Gráfica No. 17.

Dendrograma de similaridad según la cantidad y distribución de los residuos sólidos en la cuenca del río Manzanares. Tramo rural

No. De Residuos: 8
 Parámetro: Tramo Rural
 Transformation: No
 Resemblance Index: Bray-Curtis-Index
 Cluster Strategy: UPGMA-Linkage



Cophenetischer Koeffizient CI = .8272

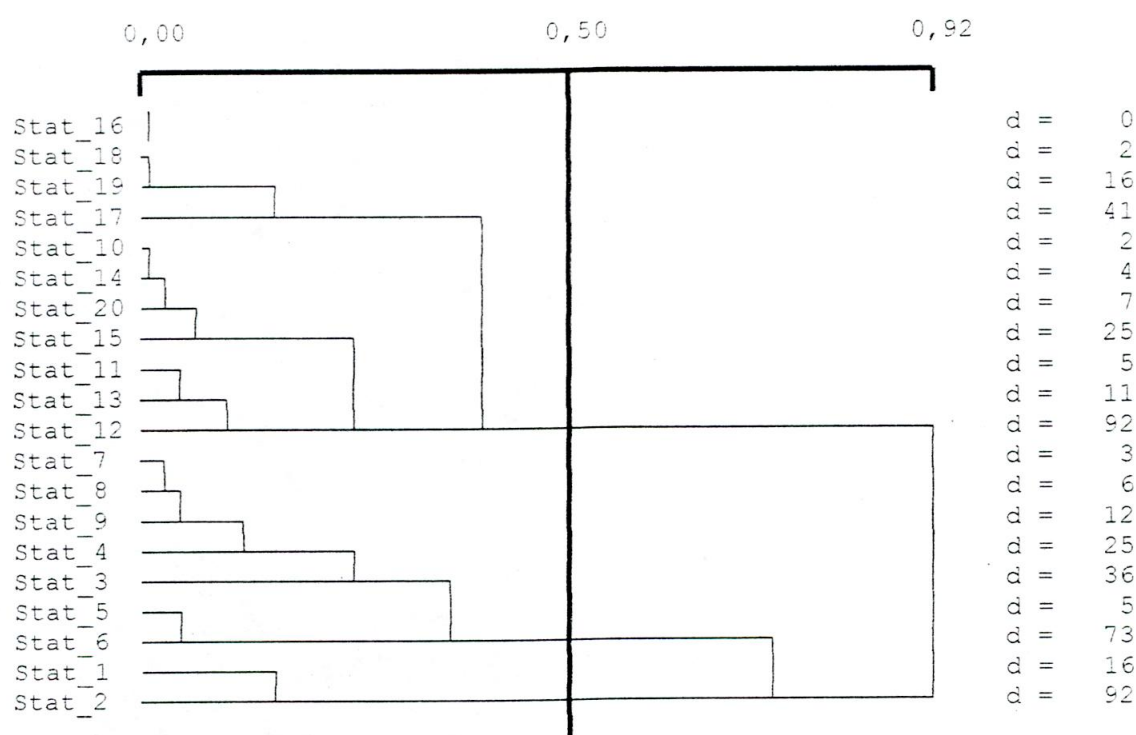
5.3.2 Análisis del comportamiento de las Estaciones de Muestreo según el Índice de Bray Curtis.

Asociación De Estaciones Por Tipo Y Abundancia. El siguiente es el resultado de las agrupaciones por estaciones planteadas por la prueba Bray Curtis para cada uno de los principales residuos sólidos urbano, con un nivel de significancia del 50%:

- **Plásticos.** La prueba Bray Curtis para el residuo sólido plástico, componente que aporta la mayor cantidad entre los considerados, configuró el siguiente agrupamiento:

Gráfica No. 18.
Dendrograma de similitud según la cantidad y distribución de plástico en la
cuenca del río manzanares

No. Estaciones: 20
 Parámetro: Plástico
 Transformation: no
 Resemblance Index: Bray-Curtis-Index
 Cluster Strategy: UPGMA-Linkage



Cophenetischer Koeffizient CI = .9711

Grupo I: conformado por las estaciones 1 y 2.

Grupo II: constituido por las estaciones 7, 8, 9, 4, 3, 5 y 6.

Grupo III: lo conforman las estaciones 16, 18, 19, 17, 10, 14, 20, 15, 11, 13 y 12

El dendrograma para plásticos muestra la conformación de tres grupos, de los cuales el grupo I y II corresponden al área rural y el grupo III integra a las estaciones del área urbana.

El grupo I vincula a las estaciones con menor presencia de plásticos, que corresponden a las estaciones 1, ubicada en el área del Paso del mango, y 2, en predios de la finca Las Canoas, sector donde el río presenta las orillas más limpias del tramo objeto del presente estudio. Este grupo presenta valores de residuos plásticos por debajo de 100 gramos por parcela de 200 m².

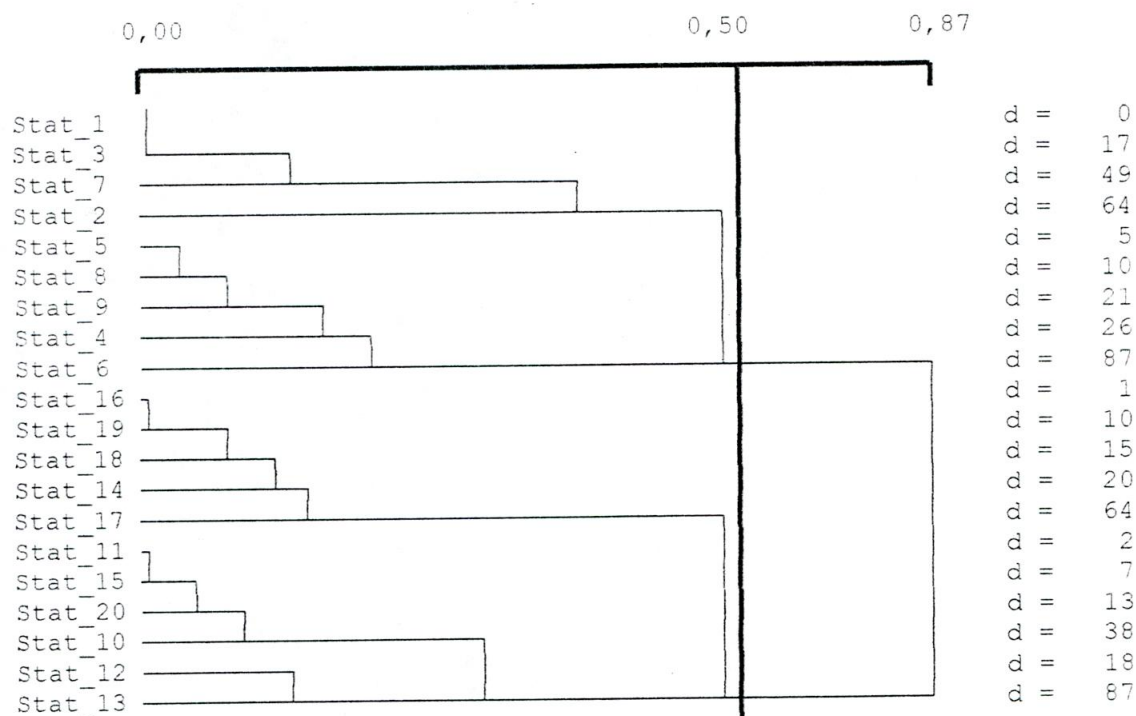
El grupo II, que integra el resto de las estaciones de la zona rural, muestra una presencia media de residuos plásticos debido a la existencia de áreas de recreación y turismo (balnearios, restaurantes, estaderos) y áreas residenciales de barrios pertenecientes al Corregimiento de Bonda. La cantidad de residuos plásticos se encuentra entre los 100 y 500 gramos por parcela de 200 m².

El grupo III, que recoge todas las estaciones de la zona urbana, evidencia un cambio significativo en la cantidad de residuos plásticos respecto a las presentadas por las estaciones de la zona rural, por cuanto se pasó de un máximo de 481 gramos por parcela de 200 m² en la zona rural a un mínimo de 2670 gramos por parcela de 200 m² para la zona urbana, estableciéndose un máximo para la misma de 12.630 que corresponde a la parcela 17, en los alrededores del Puente de la Platina, lugar en el cual el río recibe las aguas de la Quebrada Tamacá, y donde el río presenta el peor aspecto a los largo de su recorrido.

- **Papel.** El resultado de la prueba de Bray Curtis para el residuo sólido papel, presenta una configuración grupal compuesta por cuatro grupos, conformados de la siguiente manera:

Gráfica No 19.
Dendrograma de similitud según la cantidad y distribución de papel en la
cuenca del río Manzanares

No. Estaciones: 20
 Parámetro: Papel
 Transformation: no
 Resemblance Index: Bray-Curtis-Index
 Cluster Strategy: UPGMA-Linkage



Cophenetic Koeffizient CI = .9038

Grupo I: estaciones 1, 3, 7, y 2

Grupo II: estaciones 5, 8, 9, 4 y 6

Grupo III: estaciones 11, 15, 20, 10, 12, y 13

Grupo IV: estaciones 16, 19, 18, 14 y 17

Para el caso del residuo Papel, que ocupa el segundo lugar por cantidad aportada, el dendrograma establece la similitud entre cuatro grupos, de los cuales el grupo I y II corresponden al área rural y los grupos III y IV al área urbana, manteniéndose la diferencia en el comportamiento respecto a la abundancia de residuos sólidos entre éstas dos grandes zonas.

El grupo I, el de menor presencia de papel, integra las estaciones ubicadas en las partes donde el río presenta mayor dificultad para el acceso, sus orilla están resguardadas por predios privados dedicados a una agricultura de frutales y pastos, de otro lado la afluencia de visitantes es regularmente escasa.

El grupo II relaciona las estaciones del área rural expuestas a un mayor impacto por la actividad turísticas y de recreación que se lleva a cabo en los establecimientos ubicados en sus orilla. Además vincula el área del río colonizada por las viviendas, ubicadas a pocos metros, de barrios del Corregimiento de Bonda. Este grupo se considera crítico respecto a la presencia de residuos sólidos, y presentó cantidades apreciables de residuos de Papel.

El Grupo III cubre la parte de la zona urbana contigua a la zona rural, con urbanizaciones nuevas un poco retiradas de las orillas del río. Este grupo recoge las estaciones urbanas que presentan volúmenes considerables, pero no alarmantes, de Papel.

El IV Grupo lo conforman las estaciones que corresponden a las zonas céntricas de la ciudad, con una colonización extrema de sus orillas y que muestra las mayores cantidades de papel, con un aspecto que ofende a la vista del transeúnte.

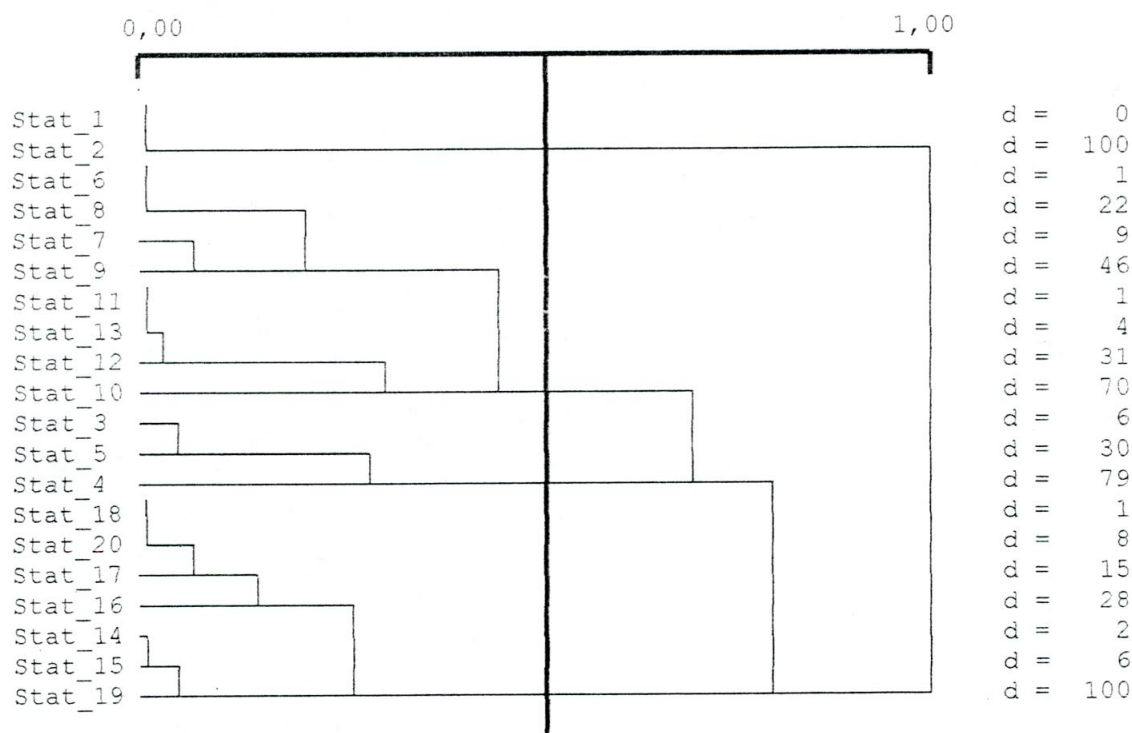
Plásticos y Textiles por la cantidad que presentan en las estaciones estudiadas, respecto a los otros componentes de los residuos sólidos, conforman el principal grupo de atención en la formulación de estrategias para detener y disminuir la contaminación del río por residuos sólidos urbanos.

- **Textiles.** La prueba Bray Curtis aplicada al residuo sólido Textil presenta como resultado el siguiente agrupamiento:

Gráfica No 20.

Dendrograma de similitud según la cantidad y distribución de textil en la cuenca del río Manzanares

No. Estaciones: 20
 Parámetro: Textil
 Transformation: no
 Resemblance Index: Bray-Curtis-Index
 Cluster Strategy: UPGMA-Linkage



Cophenetic Koeffizient CI = .9102

Grupo I: lo conforman las estaciones 1 y 2.

Grupo II: conformado por las estaciones 3, 5 y 4.

Grupo III: lo conforman las estaciones 6, 8, 7, 9, 11, 13, 12 y 10.

Grupo IV: conformado por las estaciones 18, 20, 17, 16, 14, 15 y 19.

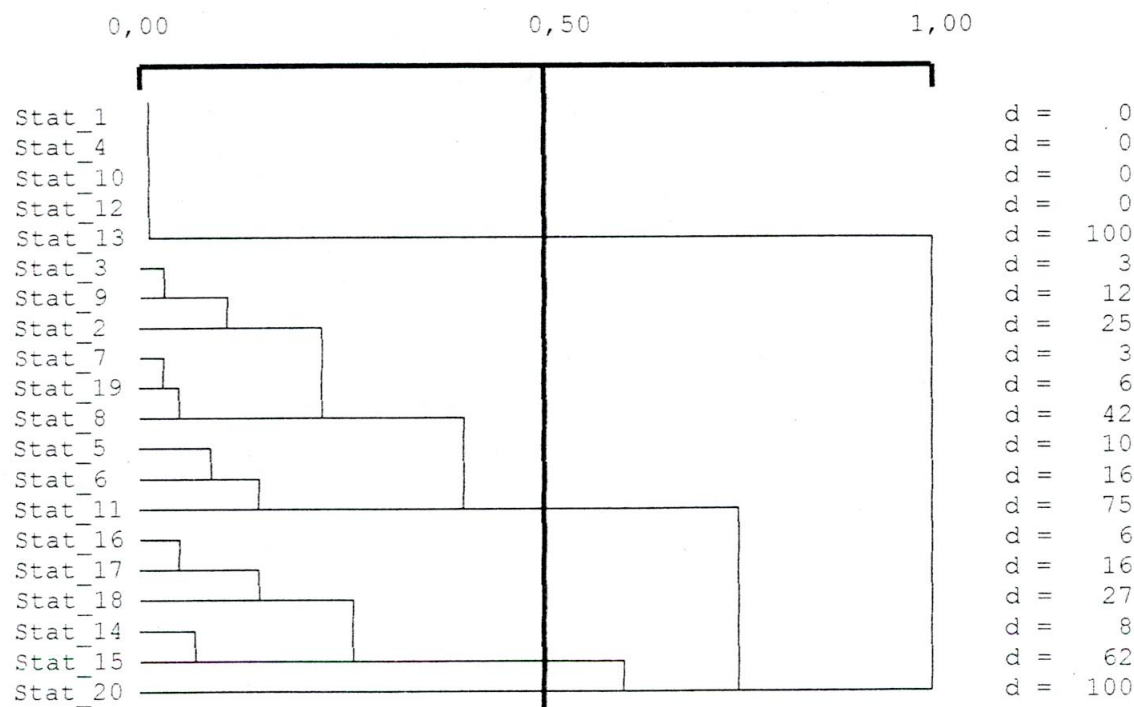
La conformación por similitud entre estaciones con base en la abundancia del residuo Textiles, tercero por la cantidad presente en la muestra, estableció cuatro grupos: el primero caracterizado por la ausencia del residuo textiles y corresponde a las dos primeras estaciones del trayecto estudiado, las menos impactadas en todo sentido; el grupo II que integra las estaciones donde hay presencia de actividades turísticas y recreativas participa con cantidades mínimas de textiles; el

grupo III, que cobija estaciones tanto del área rural como de la urbana donde se empieza a apreciar la invasión de las orillas del río por la actividad residencial, presenta cantidades mayores de residuos textiles que los anteriores grupos; y el grupo IV, que presenta un comportamiento desbordado al mostrar grandes cantidades de residuos textiles, y corresponde a las estaciones que representan zonas fuertemente intervenidas y con altos niveles de degradación ambiental.

- **Metal.** Como resultado de la prueba Bray Curtis para los residuos sólidos Metal se tiene el siguiente agrupamiento:

Gráfica No 21.
Dendrograma de similitud según la cantidad y distribución de metal en la
cuenca del río Manzanares

No. Estaciones: 20
Parámetro: Metal
Transformation: no
Resemblance Index: Bray-Curtis-Index
Cluster Strategy: UPGMA-Linkage



Cophenetic Koeffizient CI = .9623

Grupo I: constituido por las estaciones 1, 4, 10, 12 y 13.

Grupo II: lo conforman las estaciones 3, 9, 2, 7, 19, 8, 5, 6 y 11.

Grupo III: conformado por las estaciones 16, 17, 18, 14 y 15.

Grupo IV: constituido por la estación 20.

El agrupamiento plantea la configuración de cuatro grupos en atención a la abundancia de residuos metálicos, el cual ocupa el cuarto lugar en orden a la cantidad presente en las muestras tomadas en las orillas del río.

El primer grupo lo constituyen las estaciones que no reportaron la presencia de este residuo sólido y vincula estaciones de las zonas rural y urbana, asociadas las primeras a una muy reducida actividad turística y las segundas a la distancia entre las orillas del río y las áreas de actividades generadoras de este tipo de residuos sólidos.

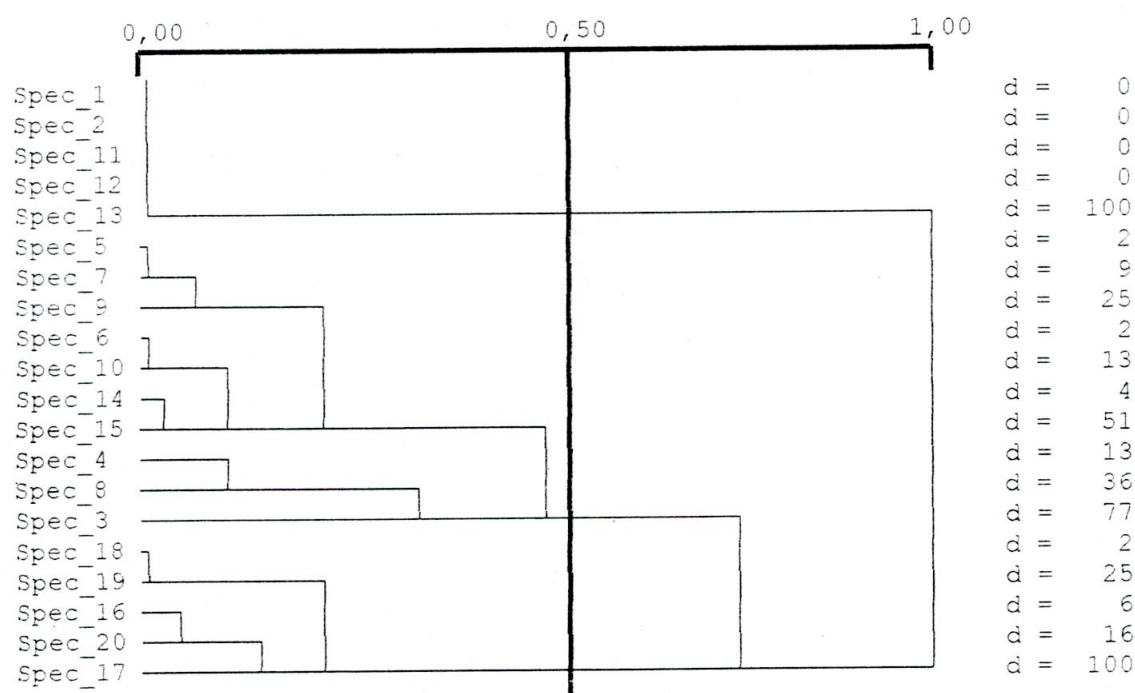
El grupo II recoge las estaciones que reportaron una mínima presencia de este tipo de residuo sólido, igualmente integra estaciones de ambas zonas pero con el predominio de las primeras. Las estaciones comprometidas se relacionan con las de mayor actividad turística y con la cercana presencia de viviendas y áreas de servicios mecánicos y de construcciones civiles.

El tercer grupo lo conforman las estaciones intermedias de la zona urbana, con niveles relativamente altos de residuos metálicos y, desde luego, asociadas con las múltiples actividades de servicios propias del área urbana. El grupo IV, constituido sólo por la última estación que corresponde a la desembocadura del río, se destaca por presentar el mayor nivel de residuos metálicos, tanto que triplica al mayor alcanzado en el grupo anterior.

- **Vidrio.** El dendrograma resultado de la prueba Bray Curtis muestra el siguiente agrupamiento para el residuo sólido vidrio:

Gráfica No 22.
Dendrograma de similaridad según la cantidad y distribución de vidrio en la
cuenca del río Manzanares

No. Estaciones: 20
 Parámetro: Vidrio
 Transformation: no
 Resemblance Index: Bray-Curtis-Index
 Cluster Strategy: UPGMA-Linkage



Cophenetic Koeffizient CI = .9707

Grupo I: constituido por las estaciones 1, 2, 11, 12 y 13.

Grupo II: conformado por las estaciones 4, 8 y 3.

Grupo III: lo conforman las estaciones 5, 7, 9, 6, 10, 14 y 15.

Grupo IV: lo constituyen las estaciones 18, 19, 16, 20 y 17.

Para el residuo Vidrio, que ocupa el sexto puesto por abundancia, los grupos configurados por similitud fueron cuatro. El grupo I, que corresponde a las estaciones donde no se reportó la presencia de Vidrio, asocia las dos primeras estaciones de la zona rural, destacadas por la poca intervención antrópica de las orillas del río, y tres de las primeras estaciones de la zona rural que se caracterizan por conservar una considerable franja de amortiguación entre las orillas del río y las soluciones de vivienda hace poco tiempo construidas.

El grupo II asocia tres de las estaciones del área rural que ya muestran la presencia de Vidrio en sus orillas, por cuanto en ellas se adelanta una mínima actividad recreacional y se dejan ver los efectos de las viviendas cercanas que pertenecen a barrios del Corregimiento de Bonda.

EL grupo III lo componen las estaciones con mayor uso recreativo del área rural, las estaciones límites entre ambas áreas donde se aprecia cierta actividad de servicios mecánicos y uso residencial y dos estaciones del área urbana caracterizadas, una por cubrir un paso obligado y de gran frecuencia de uso por los habitantes de los barrios aledaños y la otra por tener viviendas establecidas muy cerca de sus orillas. Todo lo anterior se manifiesta en una considerable abundancia de vidrio en las márgenes del río.

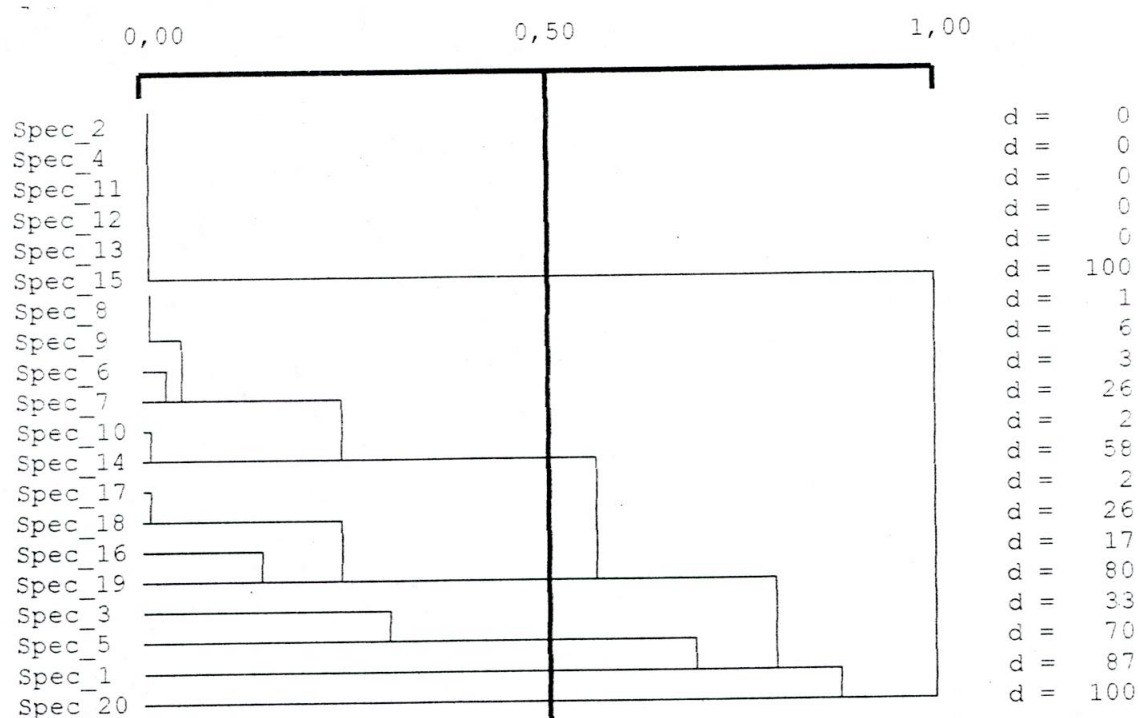
El grupo IV lo conforman las últimas cinco estaciones del área urbana, las cuales registran los más altos valores del residuo Vidrio, y se corresponden con las estaciones más intervenidas por la presencia de residuos sólidos a lo largo del río.

- **Caucho.** El dendrograma elaborado por la prueba Bray Curtis para los residuos sólidos Caucho presenta el siguiente agrupamiento:

Gráfica No 23.

Dendrograma de similitud según la cantidad de caucho en la cuenca del río Manzanares

No. Estaciones: 20
 Parámetro: Caucho
 Transformation: no
 Resemblance Index: Bray-Curtis-Index
 Cluster Strategy: UPGMA-Linkage



Cophenetic Koeffizient CI = .9671

Grupo I: lo constituyen las estaciones 2, 4, 11, 12, 13 y 15.

Grupo II: conformado por la estación 1.

Grupo III: constituido por las estaciones 3 y 5.

Grupo IV: lo constituyen las estaciones 8, 9, 6, 7, 10 y 14.

Grupo V: conformado por las estaciones 17, 18, 16 y 19.

Grupo VI: constituido por la estación 20.

La prueba pudo configurar seis grupos con base en la similitud respecto a la abundancia del residuo sólido Caucho, que ocupa el penúltimo lugar entre los componentes considerados.

Los grupos I y II asocian estaciones urbanas que reportan la ausencia o una mínima presencia de Caucho en las orillas del río, corresponden las primeras a estaciones con muy poca actividad antrópica que genere este tipo de residuo sólido y las otras con estaciones que representan áreas residenciales un poco retiradas de las orillas.

El grupo III vincula dos estaciones del área rural que muestran una apreciable cantidad de caucho, la primera describe un área con actividad agrícola que por necesidades de la infraestructura puede generar este tipo de residuo, y la segunda se ubica en el centro de la zona turística y recreacional del río asumiendo las implicaciones múltiples por contaminación que tal actividad implica.

El cuarto grupo lo componen las cuatro últimas estaciones de la zona rural y la primera y la quinta del área urbana. Las estaciones rurales señaladas relacionan actividades turísticas y recreacionales, residenciales y de servicios mecánicos que generan residuos de caucho.

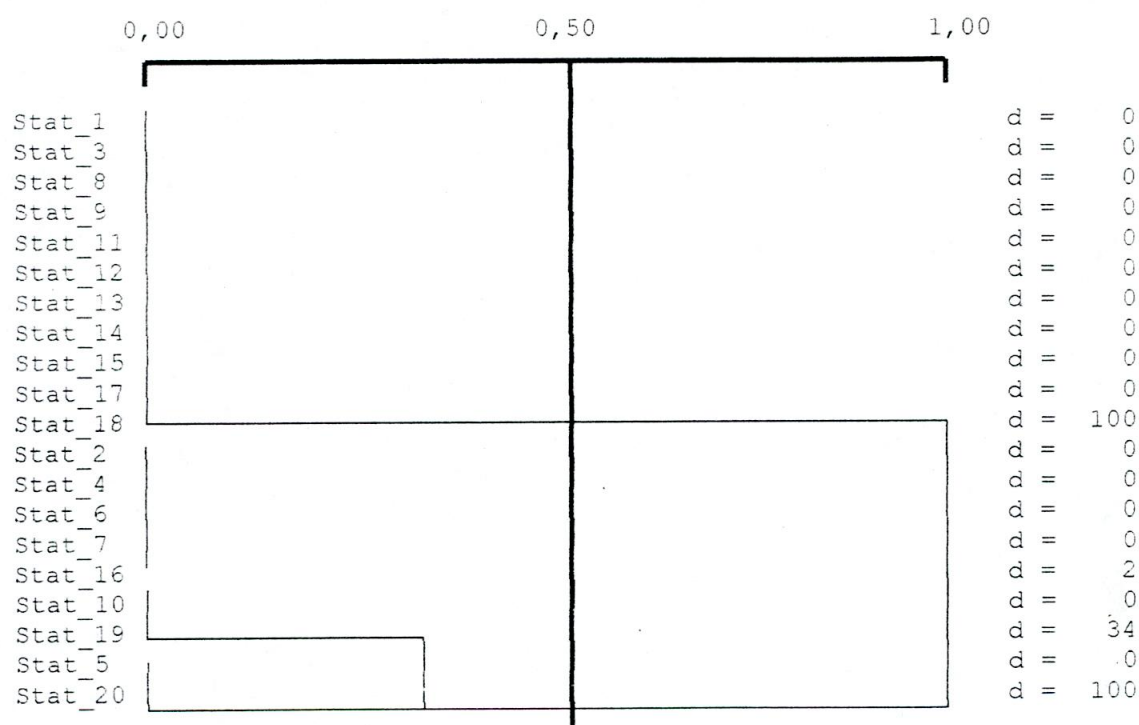
Los grupos cinco y seis, que comprenden las últimas cinco estaciones del área urbana, reflejan en las altas cantidades de caucho encontradas en las orillas del río el fuerte impacto ocasionado en este sentido por las actividades urbanas sin consideración por la conservación del recurso natural.

- **Pila.** La prueba Bray Curtis aplicada a los residuos sólidos Pilas arrojó el siguiente agrupamiento:



Gráfica No 24.
Dendrograma de similitud según la cantidad y distribución de pilas en la
cuenca del río Manzanares

No. Estaciones: 20
 Parámetro: Pilas
 Transformation: no
 Resemblance Index: Bray-Curtis-Index
 Cluster Strategy: UPGMA-Linkage



Cophenetischer Koeffizient CI = .9999

Grupo I: lo conforman las estaciones 1, 3, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17, y 18.

Grupo II: constituido por las estaciones 2, 4, 6, 7, 16, 10, 19, 5 y 20.

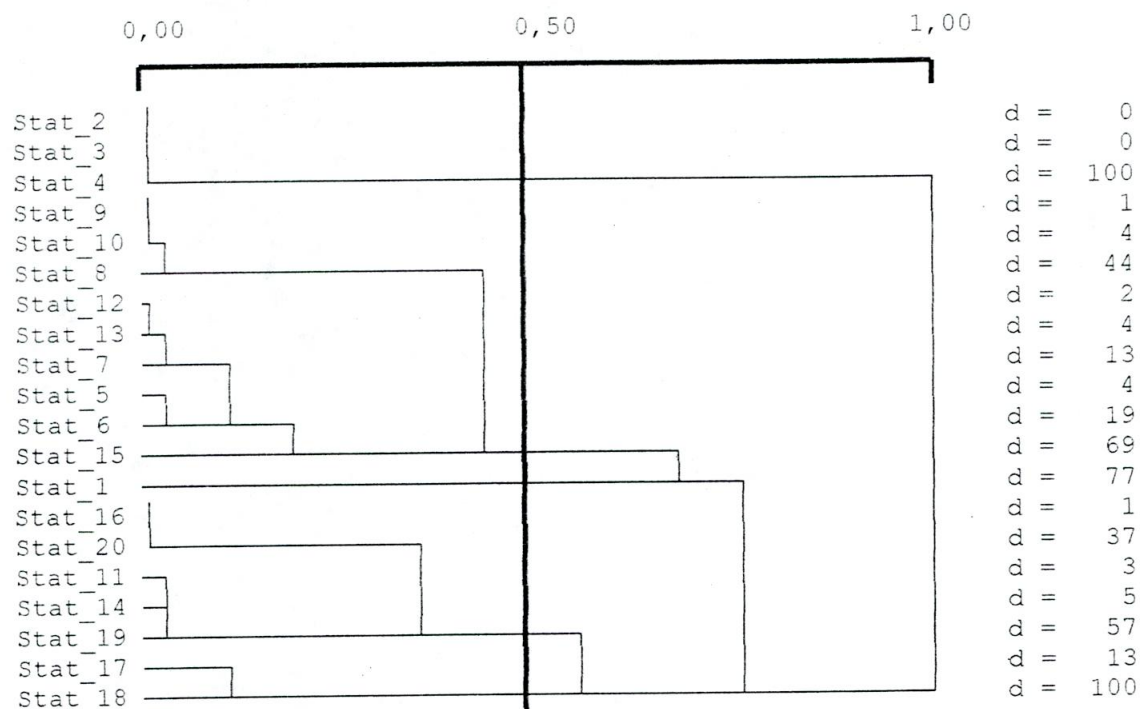
La configuración por similitud en la abundancia de este residuo sólido en las orillas del río estableció la existencia de dos grupos claramente diferenciados. Por un lado, están las estaciones donde no se reportó la existencia de este residuo sólido que corresponden a cuatro del área rural, estaciones un poco ajenas a las actividades de turismo y recreación, y siete del área urbana, que a pesar de representar áreas con alto uso residencial y de servicios no registró la presencia de Pilas.

El otro grupo lo integran estaciones del área rural, especialmente las relacionadas con las actividades de turismo y recreación, y estaciones del área urbana, principalmente las que representan focos de contaminación por la presencia regular de residuos sólidos. El residuo sólido Pilas fue el que presentó la menor abundancia de los componentes considerados en el estudio. En cuanto a las cantidades encontradas, las mayores se presentaron en la estación 5, que corresponde al área rural con mayor movimiento turístico y recreacional, y la penúltima estación del área urbana que aparece como un importante foco de contaminación por residuos sólidos.

- **Otros.** El resultado de la prueba Bray Curtis aplicada a los residuos sólidos Otros determinó el siguiente agrupamiento:

Gráfica No 25.
Dendrograma de similitud según la cantidad y distribución de otros residuos sólidos en la cuenca del río Manzanares

No. Estaciones: 20
 Parámetro: Otros Residuos Sólidos
 Transformation: no
 Resemblance Index: Bray-Curtis-Index
 Cluster Strategy: UPGMA-Linkage



Cophenetic Koeffizient CI = .9370

Grupo I: constituido por las estaciones 2, 3 y 4.

Grupo II: conformado por la estación 1

Grupo III: lo constituyen la estaciones 9, 10, 8, 12, 13, 7, 5, 6 y 15.

Grupo IV: lo conforman las estaciones 16, 20, 11, 14 y 19.

Grupo V: lo constituyen las estaciones 17 y 18.

El agrupamiento por similitud determinó la configuración de cinco grupos entre las estaciones en relación con los residuos sólidos Otros, que ocupó el quinto lugar por abundancia en las orillas del río.

El primer grupo está constituido por las estaciones donde no hubo presencia alguna de Otros residuos sólidos y el grupo II, conformado por una sola estación, donde sólo se encontró una mínima cantidad de los mismos. Ambos grupos vinculan las cuatro primeras estaciones, sobre las cuales se ejerce la menor presión por actividades antrópicas.

El grupo III, que asocia al resto de las estaciones del sector rural y a las primeras del sector urbano, empieza por mostrar la presencia apreciable de Otros residuos sólidos ya que en éstas se llevan a cabo las mayores actividades de recreación y se colonizan para vivienda los espacios cercanos a las orillas del río.

Los grupos IV y V recogen las estaciones urbanas más comprometidas con las actividades propias del área urbana, presentando los niveles más altos de abundancia de Otros residuos sólidos en las dos estaciones que conforman el grupo V.

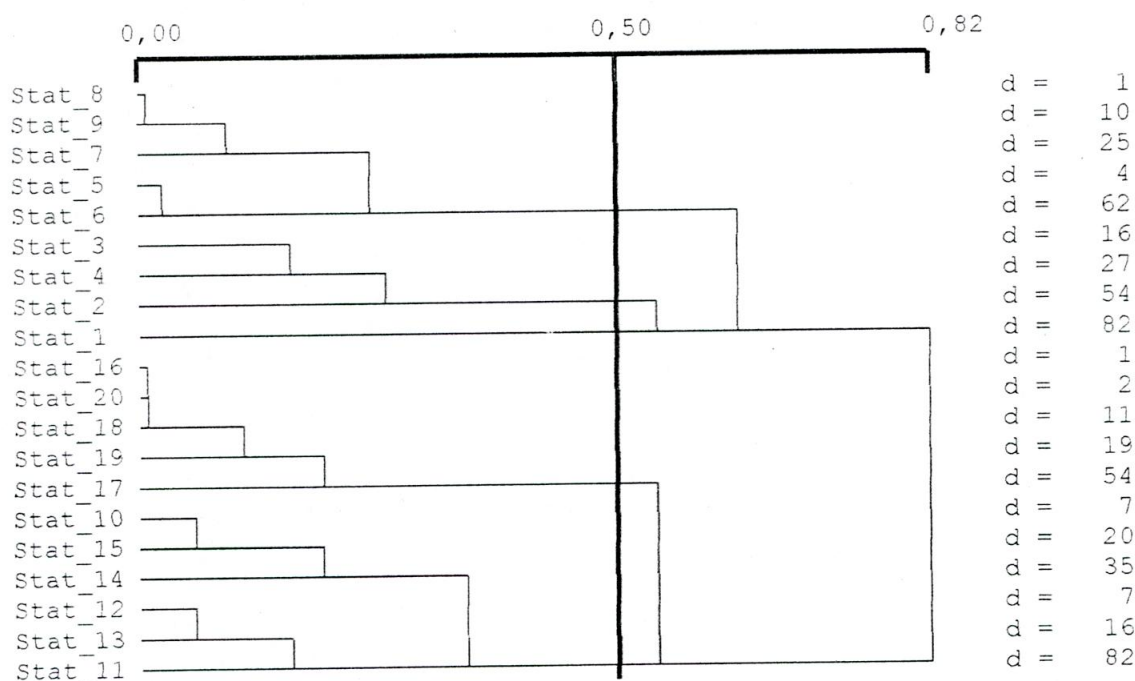
5.4 ANALISIS GLOBAL DE LA DISTRIBUCIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL RIO MANZANARES.

El dendrograma resultado de la aplicación de la prueba Bray Curtis incluyendo todos los residuos sólidos muestra el siguiente agrupamiento:

Gráfica No 26.

Dendrograma de similitud según la cantidad y distribución de residuos sólidos en la cuenca del río Manzanares

No. Estaciones: 20
 Parámetro: Tramo Completo de estudio.
 Transformation: no
 Resemblance Index: Bray-Curtis-Index
 Cluster Strategy: UPGMA-Linkage



Cophenetischer Koeffizient CI = .8564

Grupo I: conformado por la estación 1.

Grupo II: constituido por la estación 2,4 y 3.

Grupo III: lo constituyen las estaciones 6, 5, 7, 9, y 8

Grupo IV: lo conforman las estaciones 11, 13, 12, 14, 15 y 10.

Grupo V: constituido por las estaciones 17, 19, 18, 20 y 16.

Con base en la similitud de la abundancia de los residuos sólidos considerados en su totalidad presentes en las orillas del río, la configuración viene dada por la aparición de cinco grupos.

Los grupos I y II constituidos por las primeras 4 estaciones del sector rural que presentan un aspecto agradable y natural, reportaron cantidades menores que no superan los 2.000 g. de residuos sólidos por parcela de 200 m², se pueden considerar limpios en relación con las demás estaciones.

EL grupo III, que agrupa el resto de las estaciones del área rural, presenta valores de residuos sólidos mayores de 2.000 g. y menores de 5.000 por parcela de 200 m², se caracteriza por mostrar sitios específicos de concentración de residuos sólidos, relacionados con las actividades que en los mismos se llevan a cabo, como son el turismo, la recreación y en menor medida las actividades agropecuarias menores. Lo anterior nos permite catalogarlo como áreas de menor contaminación por residuos sólidos.

El grupo IV, lo constituyen las seis primeras estaciones del área urbana, presenta valores entre 5.000 g. y 30.000 g. por parcela de 200 m². Con orillas intervenidas por el uso residencial y de servicios, con sitios de tránsito obligado de peatones, con alguna actividad agropecuaria menor y haciendo parte del área de la periferia del casco urbano, este grupo se puede considerar como medianamente contaminado por los residuos sólidos arrojados en sus orillas.

EL grupo V que asocia a las últimas cinco estaciones del área urbana y presenta los valores más altos de residuos sólidos a lo largo del trayecto en estudio, mayores de 30.000 g. por parcela de 200 m², se considera, en atención a los valores hallados, fuertemente contaminada. Tan altos valores se asocian al asalto a las orillas para el establecimiento de viviendas, al carácter de patio trasero y basurero que le han dado estos pobladores al río, a las actividades furtivas para el reciclaje de basuras de otros lugares y al secular trato de segunda con que las administraciones municipales han atendido al Río Manzanares.

6. CONCLUSIONES.

Con base en el análisis de los resultados de los datos obtenidos, a continuación se presentan las siguientes anotaciones a manera de conclusiones:

1. Los residuos sólidos urbanos depositados en las orillas del Río Manzanares, desde el Paso del Mango hasta su desembocadura, están constituidos principalmente por Plásticos (39,7%), Papel (19,9%), Textiles (9,4%), Metal (8,8%), Vidrio (8,2%), Caucho (4,3%), Pilas (0,9%) y una fracción definida como Otros Residuos Sólidos (9,2%) que agrupa a elementos distintos a los anteriores que hacen presencia en menor cantidad.
2. La cantidad aproximada de Residuos Sólidos en el Río Manzanares es de 6,84 ton., con una Media aproximada de la variable (RS) de 18,8 kg. y con un Coeficiente de Variación de la Estimación del 18%.
3. La gran mayoría (95%) de los residuos sólidos se presenta en la zona urbana del tramo del río considerado por el estudio. A pesar de la actividad turística y de recreación que se practica en la zona rural, la cantidad de residuo sólido presente es muy poca.
4. Entre los componentes de los residuos sólidos, los Plásticos presentaron la mayor abundancia seguido por Papel, textiles, Metal, Otros, Vidrio, Caucho y Pilas. El Papel y los Plásticos en conjunto representaron más de la mitad (60%) de todos los residuos sólidos depositados en las orillas del río.

5. En la zona urbana del río los Plásticos (40,7%) y el Papel (20,4%) igualmente constituyen la mayor parte de los residuos sólidos; mientras que en la zona rural puede decirse que los plásticos (22%), los metales (16,9%), los vidrios (15,8%) y las Pilas (9,5%) representan la mayoría de los residuos sólidos.
6. En términos generales las estaciones 16, 17, 18, 19 y 20, localizadas en el centro de la ciudad y de fácil acceso, conforman el grupo que aporta la mayor cantidad de residuos sólidos, alcanzando casi las dos terceras partes de ellos; en tanto que las estaciones 10, 11, 12, 13, 14 y 15, las cuales constituyen el segundo grupo, representan una cuarta parte de los mismos, y el resto de los residuos sólidos le corresponde, con porcentajes no significativos a las estaciones del área rural.
7. Atendiendo a la división política del río, para el área rural las estaciones 5, 6, 7, 8 y 9, que comprenden la zona de balnearios y el área urbana del corregimiento de Bonda, representan el 83% de los residuos sólidos; mientras que en el área urbana las estaciones 16, 17, 18, 19 y 20 constituyen por sus aportes el 73% de los mismos.
8. El tipo y el estado de los residuos sólidos presentes en las orillas del río sugiere la presencia de una labor de reciclaje no solo de los residuos arrojados en sus márgenes, sino que se traslada residuos sólidos recolectados en otros lugares y se procesa en las orillas dejando en el sitio el residuo sólido no reciclable, concentrándose esta actividad en las estaciones 16, 17, 18 y 19.
9. El estudio arrojó como resultados la clasificación de cuatro(4) zonas o sectores a lo largo del área de estudio del Río manzanares (Ver Anexo 2), teniendo en cuenta la menor o mayor concentración de residuos sólidos urbanos (basura) reportados en las márgenes y cauce en el río Manzanares. a continuación se detallan:

- **Zonas con muy poca basura:** Estas zonas conforman una parte del sector rural de la cuenca del manzanares, las cuales presentan un aspecto paisajístico agradable y natural, con vegetación abundante, el sector esta conformado por fincas agrícolas y ganaderas en ambas márgenes del Río, con restringido acceso para las personas ajenas al sector, sus orillas son amplias y el cause del río presenta pendientes fuertes con mucha correntía de aguas y abundantes piedras. Los valores estimados para estas zonas son menores a los 10 g. de residuos sólidos por m².
- **Zonas con poca basura:** Está asociada a sitios de esparcimiento recreativo y de turismo, como balnearios y estaderos públicos; esta zona esta caracterizada por la presencia abundante de bañistas especialmente los fines de semana confluídos preferencialmente en determinadas épocas del año por bañistas y turistas, las márgenes del río son anchas y con abundante vegetación, algunos patios conforman la rivera del río a no menos de 20 metros. Los valores estimados para estas zonas son mayores de 10 g. y menores de 25 por m².
- **Zonas con mucha basura:** Estas zonas presentan un aspecto paisajístico bastante deplorable, con orillas intervenidas por el uso residencial en ambas márgenes del río, donde la mayor parte de los patios de las residencias conforman las orillas del mismo. No hay una vegetación abundante, el río en esta zona carece de orillas. Esta zona se puede considerar como medianamente contaminada por los residuos sólidos arrojados en sus orillas. Para estas zonas los valores estimados son mayores de 25 g. y menores de 150 g. por m².
- **Zonas con abundante basura:** Estas zonas, forman parte del casco urbano de la ciudad. las orillas en este sector han sido utilizadas para el establecimiento de viviendas, por lo tanto el uso del suelo es residencial en ambas márgenes del río, el carácter de patio trasero y basurero que le han dado estos pobladores al río hacen de estas zonas un sector de poco

atractivo ambiental. Estas zonas presentan los valores más altos de residuos sólidos a lo largo del trayecto en estudio, con valores mayores de 150 g. por m², se considera, en atención a los valores anteriores, fuertemente contaminada.

10. Los puntos de mayor presencia de residuos sólidos coinciden con los lugares por donde se atraviesa el río, bien sea a través de los puentes o directamente sobre el lecho del río, los sitios de fácil acceso a sus orillas y las áreas donde sus orillas han sido colonizadas con asentamientos que corresponden a los estratos más bajos (Ver Anexo 3). También se relaciona estos puntos con los establecimientos comerciales situados en las áreas colindantes o cercanas a las orillas del río donde se ofrecen servicios múltiples.
11. El impacto visual ocasionado por los residuos sólidos depositados en las márgenes del río, sobre todo en la zona urbana, es incrementado por la composición, la distribución y estado de los mismos. El paisaje de sus orillas se muestra altamente degradado por la presencia de relativamente poca cantidad de residuos sólidos.
12. Las principales fuentes generadoras de residuos sólidos en las orillas del río son la actividad doméstica, producto de la fuerte colonización para uso residencial de las orillas; la actividad comercial, debido a la presencia de pequeños establecimientos prestadores de servicios colindantes o cercanos al río; y en menor medida la actividad institucional, por la presencia de centros de educación, un cementerio y la granja departamental. A lo anterior hay que agregar el apreciable porcentaje de residuos sólidos generados por la actividad furtiva de botadero de basuras que se le ha asignado al Río Manzanares.
13. El mejoramiento del servicio de recolección de basuras en los sectores residenciales de los estratos más bajos no ha generado una disminución significativa de los residuos sólidos en el río, por cuanto lo importante no es solo que se preste el servicio sino que la comunidad haga uso de éste.

14. La acción combinada de la vegetación de orilla que retiene los residuos sólidos y la corriente del río que los arrastra produce su paulatina desintegración contribuyendo de esta manera a la descomposición y eliminación de los residuos sólidos.

7. RECOMENDACIONES.

1. Ampliar el estudio sobre los residuos sólidos en las orillas del Río Manzanares, realizando tomas de muestras en los distintos períodos climáticos del año para conocer su frecuencia de acumulación y eliminación y sus variaciones espacio – temporales.
2. Las instancias competentes deben gestionar la aplicación de las orientaciones contempladas en el plan de ordenamiento territorial en relación con la recuperación de las orillas del río en los términos que lo establece la ley.
3. Vigilar e impedir por las instancias competentes el uso de las orillas del río como lugar para adelantar actividades de reciclaje de desechos sólidos recolectados en otras partes de la ciudad.
4. Establecer y aplicar una reglamentación particular relacionada con la conservación del Río Manzanares y en especial sobre disposición de residuos sólidos para las actividades comerciales que se adelanten en sus orillas y lugares colindantes.
5. Desarrollar programas de educación ambiental para generar un comportamiento responsable y amable con el río; que destaque y promocióne los beneficios y bondades con que el río contribuye para el bienestar de los habitantes del Distrito y los riesgos a que se expone la población con la disminución o pérdida de las mismas.
6. La empresa encargada de la recolección de basuras debe promocionar en los barrios establecidos en las inmediaciones del río a través de campañas de

información puerta a puerta los horarios de recolección de sus vehículos o, en sitios de difícil acceso, la ubicación de contenedores y sus respectivos horarios de recambios.

7. Promover la conservación y mejoramiento del cauce y la vegetación de orilla por cuanto entre sus funciones se cuenta la desintegración y eliminación de los residuos sólidos, arrojándolos a la bahía en condiciones de ocasionar menores impactos.
8. Por parte de las entidades comprometidas por competencia directa e indirecta, promocionar y adelantar campañas periódicas de limpieza de residuos sólidos del cauce y orillas del río implicando a los habitantes de los barrios aledaños y a las ONG's que asumen el río como objeto de especial atención.
9. Considerar el río como un elemento determinante en el diseño del modelo urbanístico para el ordenamiento territorial de la ciudad y establecer un plan de manejo para su aprovechamiento acorde con los beneficios que el río representa para el desarrollo integral del distrito.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación Tierra de Esperanza. Expedición por el Río Manzanares. Proyecto Ambiental. Informe Final. Santa Marta, 1997.

Convenio Suna Hisca – Cinep – Asociación Tierra de Esperanza. Estudio hidrológico de la Cuenca del río Manzanares. Santa Marta, 1992.

Corpamag. Plan de Ordenamiento y Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Manzanares. Santa Marta DTCH, 1995.

GARAY, Jesús. Monitoreo de residuos sólidos flotantes en el Caribe Colombiano, 1990-1992. Comisión Colombiana de Oceanografía. VII Seminario Nacional de Ciencias y tecnología del mar. Memoria. Santa Marta, 1992.

GUTIERREZ M. Luis C, et al. Condiciones Ambientales Actuales de la Bahía de Santa Marta. Universidad del Magdalena. Instituto de Formación Avanzada. Especialización en Ciencias Ambientales. Santa Marta, 1996.

Hanks, T.G.: Solid Waste/Disease Relationships, U.S. Department of Health, Education and Welfare, Solid Wastes Program, Publication SW-1c, Cincinnati, Ohio, 1967.

INDERENA. Levantamiento Agrológico de las Hoyas Hidrográficas Córdoba, Toribio, Gaira y Manzanares. Santa Fe de Bogotá DC. 1970.

-----, Plan de Ordenamiento de las Cuencas Hidrográficas de los Ríos Gaira, Toribio, Córdoba y Manzanares – Sierra Nevada de Santa Marta. Santa Fe de Bogotá DC. 1992.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Monografía del Departamento del Magdalena. Bogotá, 1975.

-----, Departamento del Magdalena: Características Geográficas. Santa Fe de Bogotá, 1993.

Jacqueline Acuña Padilla y Juan Álvarez Caballero. Diagnóstico y evaluación de la contaminación por residuos sólidos en la bahía del Rodadero, Distrito turístico, cultural e histórico de Santa Marta. Universidad del Magdalena. Instituto de Formación Avanzada. Especialización en Ciencias Ambientales. Santa Marta, 1999.

Ministerio de Medio Ambiente – Viceministerio de Política y regulación Grupo de gestión ambiental urbana. Lineamientos preliminares para iniciar el proceso de consolidación de una política ambiental urbana (Documento preliminar). Bogotá, 1999.

Ministerio de Medio Ambiente – Organización Panamericana de la Salud. Análisis sectorial de residuos sólidos en Colombia. Bogotá, 1996.

MÁRQUEZ G. E. 1982. Los sistemas ecológicos marinos del sector adyacente a Santa Marta, Caribe Colombiano I: Generalidades. Ecol Trop., 2(1): 5 – 18.

MOZO, M.T., Catálogo de Especies Forestales. Segunda Edición. Santa Fe de Bogotá DC. 1968.

-----, M.T., Algunas Especies Aptas para la Reforestación en Colombia. Editorial ABC. Santa Fe de Bogotá DC. 1974.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. La Recolección de Estadísticas de Captura y Esfuerzo. Roma, Abril 1982.

PARODI A. Hernán et al. Influencia del Río Manzanares sobre la Bahía de Santa Marta. Universidad del Magdalena. Instituto de Formación Avanzada. Especialización en Ciencias Ambientales. Santa Marta, 1996.

PINTO C. Augusto. Alternativas de Rehabilitación Urbano - Paisajísticas de las Riveras del Río Manzanares. Tomo I.

SCHEAFFER L. Richard et al. Elementos de Muestreos. Grupo Editorial Iberoamérica. México, 1987.

TCHOBANOGLIOUS George, THEISEN Hilary y VIGIL Samuel A. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Mc. Graw - Hill. Madrid, 1994.

ANEXOS





BAHIA DE SANTA MARTA

SANTA MARTA



LEYENDA	Ha	%
A Quebrada Seca	603.62	2.75
A Quebrada Aserrio	3,107.11	14.15
B Manzanares	6,090.67	27.74
C Quebrada Mojada	1,595.27	7.27
D Quebrada Tamaca	6,181.77	28.07
E Cuñas de manzanares	4,395.42	20.02
Caudal (paso del mango)	5,092.00	23.19

Y: 820000

X: 172 1000

Y: 100000

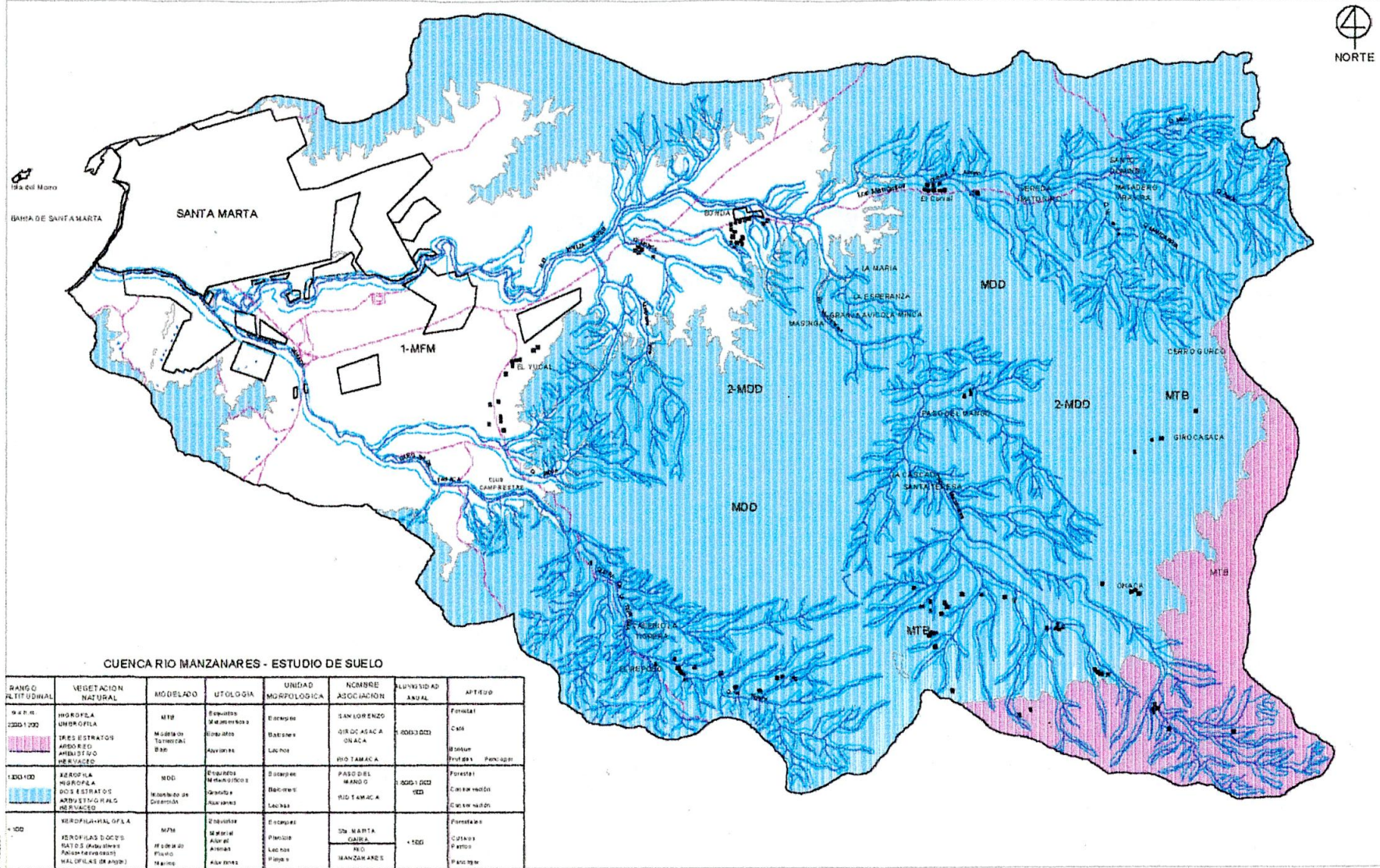


MAPA DE MICROCUENCA

CONVENCIONES

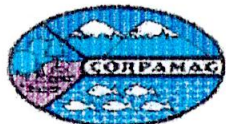
Límite Municipal
 Río Principal
 Afluentes
 Red Vial
 Curvas de Nivel
 Viviendas, Caseríos





CUENCA RIO MANZANARES - ESTUDIO DE SUELO

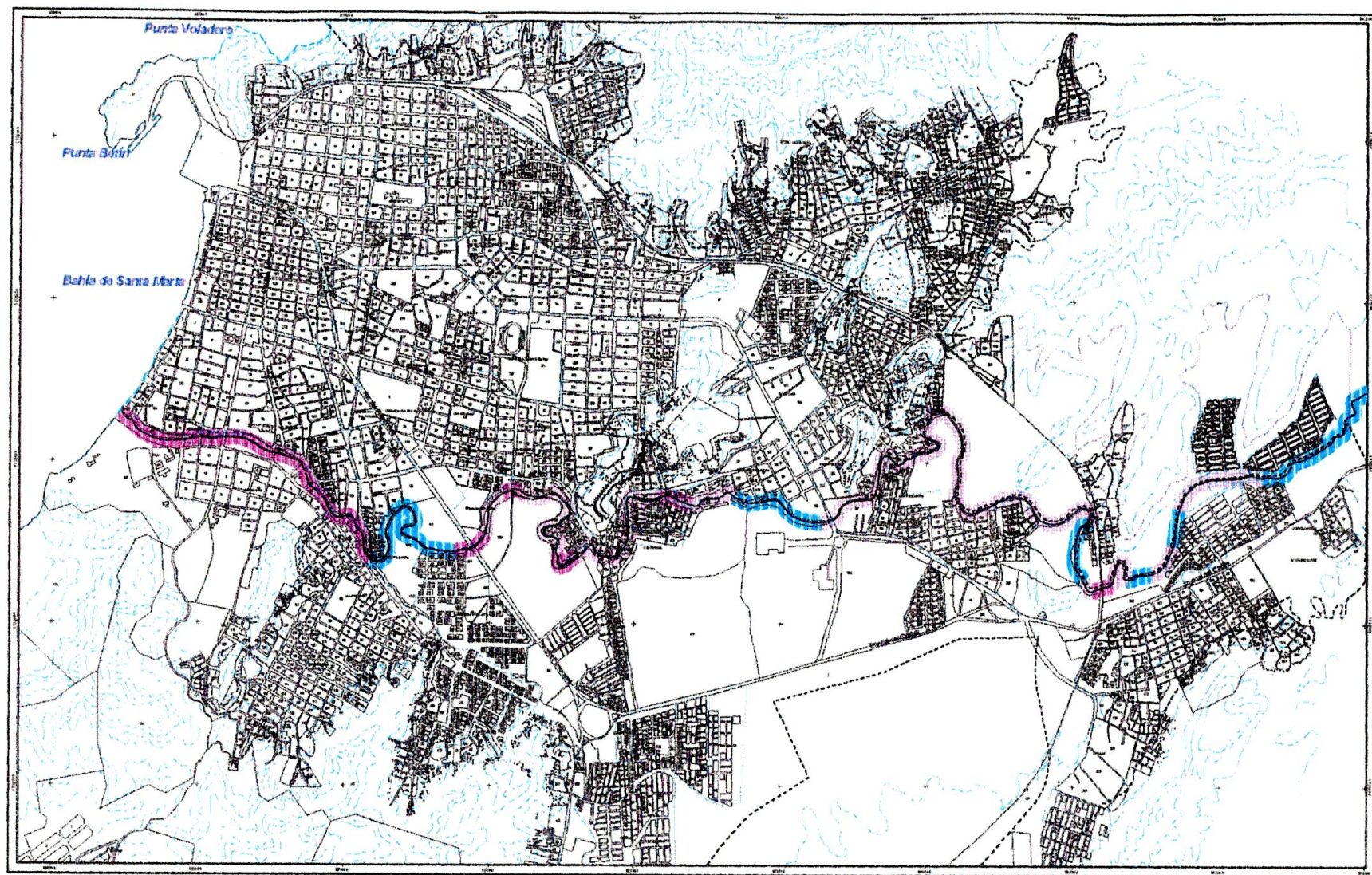
RANGO ALTITUDINAL	VEGETACION NATURAL	MODELO	UTOLOGIA	UNIDAD MORFOLOGICA	NOMBRE ASOCIACION	ALTITUD ANUAL	APETIDO
1000-1200	HOYUELA UNIFORME	MTB	Escarpado	Escarpado	SAN LORENZO	1000-1200	Formoso
1200-1300	DESERTESTRATOS ARBOREOS MONTAÑOSOS	MTB	Escarpado	Escarpado	QUIROCASACA ONACA	1200-1300	CMA
1300-1400	HOYUELA UNIFORME	MDD	Escarpado	Escarpado	RIO TAMACA	1300-1400	Formoso
1400-1500	HOYUELA UNIFORME	MDD	Escarpado	Escarpado	PASO DEL MANDO	1400-1500	Formoso
1500-1600	HOYUELA UNIFORME	MDD	Escarpado	Escarpado	RIO TAMACA	1500-1600	Formoso
1600-1700	HOYUELA UNIFORME	MDD	Escarpado	Escarpado	SAN MARTIN	1600-1700	Formoso
1700-1800	HOYUELA UNIFORME	MDD	Escarpado	Escarpado	MANZANARES	1700-1800	Formoso



MAPA DE VEGETACION

CONVENCIONES

- Santa Marta D.T.C.H.
- Rio Principal
- Afluente
- Red Vial
- Cercas de Nivel
- Viviendas, Caseríos



UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
PROGRAMA DE POST-GRADO
EN CIENCIAS AMBIENTALES

MARTÍN ATENCIO GARCÍA
LUIS HINCAPIÉ FRAJISCO

CONVENCIONES

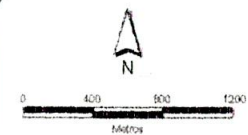
- Manzanares Lotero
- Límite
- Río, Quebrada, Arroyo
- Curvas de Nivel

LEYENDA

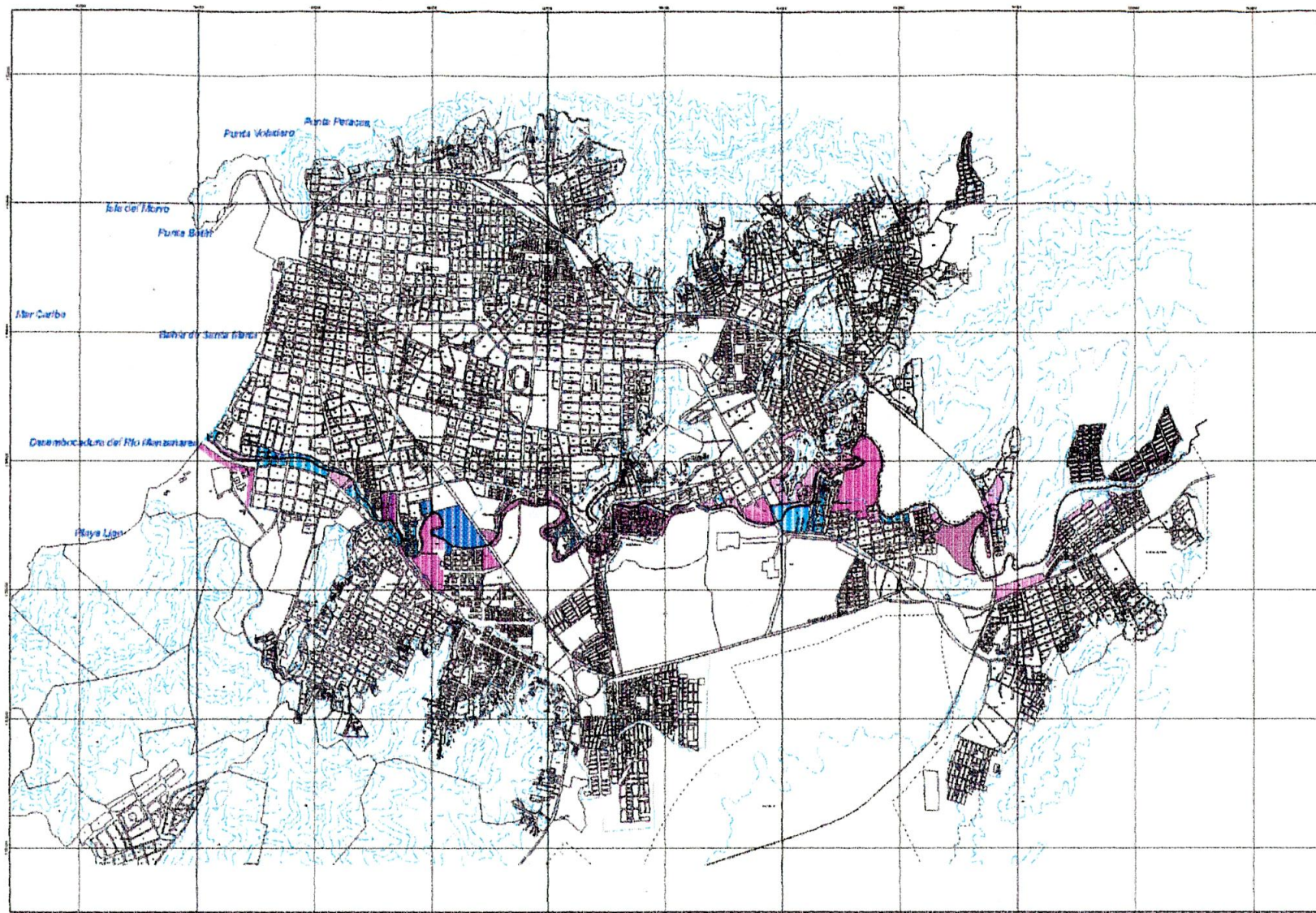
- Zonas con Poca Basura
- Zonas con Mucha Basura
- Zonas con Abundante Basura

MAPA DE ZONIFICACIÓN DE RESIDUOS
SÓLIDOS SOBRE EL RÍO MANZANARES
ZONA URBANA DISTRITO DE SANTA MARTA

FECHA: Marzo de 2002
Estación: Grupo Técnico del Trabajo de Grado
Fuente: Mapa Oficial Planchas IGAC, Segundo Original



Escala 1:10000



UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
PROGRAMA DE POST-GRADO
EN CIENCIAS AMBIENTALES

MARTÍN ATIENZA GARCÍA
LIES HINCAPIE PRADO SO

CONVENCIONES

- Manzano Lito
- Límite
- Río, Quebrada, Arroyo
- Carretera Nacional

LEYENDA

- Zona Baja
- Zona
- Zona Alta
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
- Zona
-