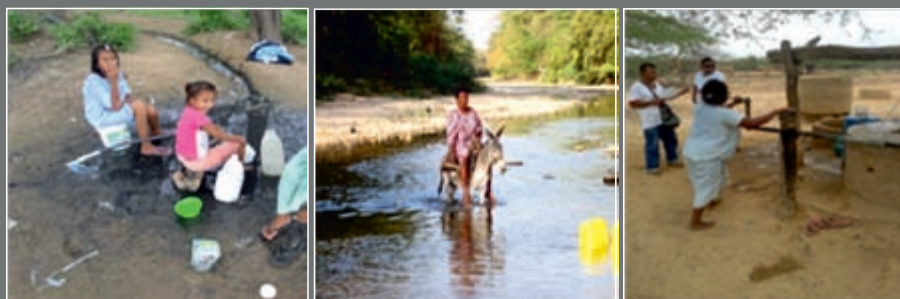


Calidad del agua de zonas rurales de la Alta y Media Guajira



Carlos Doria Argumedo
Álvaro López Torres
Harold Deluquez Viloría

**Instituto de Estudios Ambientales y
Aprovechamiento de Agua - INESAG**



UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA | SHIKI EKRAJIA
PULÉE WAJIRA



**Calidad del agua de
las zonas rurales
de la Alta y Media Guajira**

Calidad del agua de las zonas rurales de la Alta y Media Guajira

**Carlos Doria Argumedo
Alvaro López Torres
Haroldo Deluquez Viloría**

**Instituto de Estudios Ambientales
y Aprovechamiento de Agua - Inesag**



UNIVERSIDAD | SHIKII EKIRAJIA
DE LA GUAJIRA | PULEE WAJIIRA

**Calidad del agua en zonas rurales
en la Alta y Media Guajira**

© Carlos Doria Arugemdo
Álvaro López Torres
Haroldo Deluquez Viloría

© Universidad de La Guajira
2018

ISBN: 978-958-8942-89-6

Carlos Arturo Robles Julio
Rector

Hilda Choles Almazo
Vicerrectora Académica

Víctor Miguel Pinedo Guerra
Vicerrector Investigación y Extensión

Sandy Elena Romero Cuello
Decana Facultad de Ingeniería

Sulmira Medina Payares
Directora de Investigaciones

Diseño de portada
Luz Mery Avendaño

Preprensa e impresión:
Editorial Gente Nueva
Pbx: 320 21 88
Bogotá

Depósito legal

Impreso en Colombia
Printed in Colombia

*Esta obra no puede ser reproducida total o parcialmente sin autorización
expresa de su autor.*

Contenido

Prólogo	11
Capítulo 1	
La calidad del agua	15
1.1. Propiedades físicas y químicas del agua	15
1.1.1. Propiedades físicas del agua	15
1.1.2. Propiedades químicas del agua	18
1.2. Microorganismos indicadores de la calidad del agua	25
1.2.1. Bacteriófagos	25
1.2.2. Clostridium perfringens	26
1.2.3. Coliformes totales	26
1.2.4. Coliformes fecales (termotolerantes)	26
1.2.5. Escherichia coli	26
1.2.6. Streptococos fecales	27
1.2.7. Pseudomonas aeruginosa	27
1.2.8. Staphylococcus aureus	27
1.3. Enfermedades transmitidas por el agua	27
1.4. Evaluación de la calidad del agua	28
1.5. Métodos de evaluación de la calidad del agua	30
1.5.1. Técnica de evaluación química	30
1.5.2. Técnicas de evaluación biológica	31
1.6. Normativas sobre la calidad del agua de consumo humano	31
1.7. Normas sobre la potabilidad del agua en Colombia	33
1.7.1. Normas bacteriológicas	33
1.7.2. Normas fisicoquímicas	34

Capítulo 2	
La Guajira: aspectos generales de su territorio	39
Capítulo 3	
Calidad del agua de la zona rural del municipio de Riohacha	43
3.1. Aspectos generales del municipio de Riohacha	43
3.1.1. Corregimiento de Camarones	43
3.1.2. Corregimiento de Tigreras	47
3.1.3. Corregimiento de Choles	49
3.1.4. Corregimiento de Matitas	50
3.1.5. Corregimiento de Arroyo Arena	52
3.1.6. Corregimiento de Barbacoas	53
3.1.7. Corregimiento de Galán	54
3.1.8. Corregimiento de Tomarrazón	55
3.1.9. Corregimiento de Juan y Medio	58
3.1.10. Corregimiento de Cerrillo	59
3.1.11. Corregimiento de Cotoprix	61
3.1.12. Corregimiento de Monguí	64
3.1.13. Corregimiento de Villa Martín	65
3.2. Disponibilidad y usos del agua en la zona rural de Riohacha	66
3.2.1. Abastecimiento del agua en las comunidades	66
3.2.2. Utilización del agua por parte de la comunidad	69
3.2.3. Calidad del agua utilizada por la comunidad	70
Capítulo 4	
Calidad del agua de la zona rural del municipio de Dibulla	77
4.1. Aspectos generales del municipio de Dibulla	77
4.1.1. Climatología	77
4.1.2. Hidrología	77
4.1.3. División político-administrativa	78
4.1.4. Servicios públicos	78
4.1.5. Sostenibilidad ambiental	79
4.2. Aspectos generales de la zona rural de Dibulla	80
4.2.1. Corregimiento de Palomino	80
4.2.2. Corregimiento de Río Ancho	82
4.2.3. Corregimiento de Mingueo	83

4.2.4.	Corregimiento de Las Flores	85
4.2.5.	Corregimiento de la Punta de los Remedios	87
4.3.	Disponibilidad y usos del agua en la zona rural de Dibulla	88
4.3.1.	Abastecimiento del agua en las comunidades	88
4.3.2.	Utilización del agua por parte de la comunidad	89
4.3.3.	Calidad del agua utilizada por la comunidad	89
Capítulo 5		
Calidad del agua de la zona rural del municipio de Albania		95
5.1.	Aspectos generales del municipio de Albania	95
5.1.2.	Condiciones hidrográficas	96
5.1.3.	Población	98
5.2.	Disponibilidad y usos del agua en la zona rural de Albania	98
5.2.1.	Abastecimiento del agua en las comunidades	98
5.2.2.	Utilización del agua por parte de la comunidad	98
5.2.3.	Calidad del agua utilizada por la comunidad	100
Capítulo 6		
Calidad del agua de la zona rural del municipio de Maicao		105
6.1.	Aspectos generales del municipio de Maicao	105
6.2.	Aspectos generales de los corregimientos	106
6.2.1.	Corregimiento de Paraguachón	106
6.2.2.	Corregimiento de Carraipía	106
6.2.3.	Corregimiento de La Majayura	106
6.3.	Disponibilidad y usos del agua en la zona rural de Maicao	106
6.3.1.	Abastecimiento del agua en las comunidades	106
6.3.2.	Utilización del agua por parte de la comunidad	107
6.3.3.	Calidad del agua utilizada por la comunidad	108
Capítulo 7		
Calidad del agua de la zona rural del municipio de Manaure		115
7.1.	Aspectos generales del municipio de Manaure	115
7.1.1.	División política y geográfica	115
7.1.2.	Población	115
7.1.3.	Tipo de vivienda	116
7.1.4.	Aspectos sociales	116

7.1.5.	Servicios públicos	116
7.1.6.	Aspectos ambientales	117
7.2.	Disponibilidad y usos del agua en la zona rural de Manaure	118
7.2.1.	Abastecimiento del agua en las comunidades	118
7.2.2.	Utilización del agua por parte de la comunidad	119
7.2.3.	Calidad del agua utilizada por la comunidad	120

Capítulo 8

Calidad del agua de la zona rural del municipio de Uribia 127

8.1.	Aspectos generales del municipio de Uribia	127
8.1.1.	División política y geográfica	127
8.1.2.	Población	127
8.1.3.	Crecimiento poblacional	128
8.1.4.	Tipo de vivienda	128
8.1.5.	Aspectos sociales	128
8.1.6.	Servicios públicos	129
8.1.7.	Aspectos ambientales	130
8.2.	Disponibilidad y usos del agua en la zona rural de Uribia	132
8.2.1.	Abastecimiento del agua en las comunidades	132
8.2.2.	Utilización del agua por parte de la comunidad	133
8.2.3.	Calidad del agua utilizada por la comunidad	136

Capítulo 9

Acciones para reducir o eliminar los riesgos por consumo de agua en la zona rural de los municipios de la Zona Media y Alta de La Guajira 143

9.1.	Mantenimiento de la fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria) en la comunidad	143
9.1.1.	Criterios para el mantenimiento	144
9.1.2.	El personal	144
9.1.3.	Alternativas de mantenimiento	144
9.2.	Estrategia para el mejoramiento de la calidad del agua obtenida de la fuente de abastecimiento principal	144
9.2.1.	Desinfección solar	144
9.2.2.	Reflectores solares	145
9.2.3.	Destiladores solares	145
9.3.	Estrategias para mejorar la calidad del agua almacenada en las viviendas	149

9.3.1. Procedimiento recomendado	149
9.3.2. Acciones para maximizar la calidad del agua almacenada	150
9.4. Capacitaciones e implementación de metodologías y/o técnicas para el mejoramiento de la calidad sanitaria y ambiental del entorno de la fuente de abastecimiento principal (albercas comunitarias)	150
9.4.2. Características de las estrategias educativas	152
9.4.3. Jornadas educativas	152
9.4.4. Clubes defensores del agua	153
9.4.5. Saneamiento básico escolar y educación en higiene	153
9.4.6. Temas a desarrollar durante las jornadas educativas	153
Referencias bibliográficas	155

Prólogo

El agua potable y el saneamiento es un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos.

NACIONES UNIDAS (2010).

La Universidad de La Guajira presenta ante la comunidad esta obra, producto de su labor científica, en la cual se sintetiza información con respecto a la calidad del agua de uso y consumo humano en las comunidades rurales de los municipios de la zona Media y Alta de La Guajira. Su contenido se deriva del desarrollo de proyectos de investigación realizados por estudiantes del programa de Ingeniería Ambiental, en el marco del programa “Estudio ambiental y sanitario de las fuentes de agua para consumo humano en las zonas rurales de los municipios del departamento de La Guajira”, del Instituto de Estudios Ambientales y de Aprovechamiento de Agua –Inesag–, cuyo objetivo es el de realizar estudios ambientales y sanitarios de los sistemas de abastecimiento de agua (ríos, arroyos, jagüeyes, pozos) para consumo humano en los corregimientos y comunidades indígenas de los municipios del departamento de La Guajira, como alternativa para valorar los riesgos que puedan afectar la salud y alterar el ambiente de vida de sus habitantes, contribuyendo con ello a las acciones de inspección, vigilancia y control por parte de las autoridades competentes.

Esta obra está dirigida a la comunidad en general, por lo que ha sido escrita en un lenguaje sencillo y con términos técnicos relacionados con el tema de la calidad del agua en Colombia, bajo el marco legal de los ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, según la Resolución 2115 de 2007, “Por medio de la cual se señalan características,

instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano”.En los capítulos 3, 4, 5, 6, 7 y 8 se revela la calidad del agua en las zonas rurales de los municipios de Riohacha, Dibulla, Albania, Maicao, Manaure y Uribia, cuyos índices de riesgo indican su inviabilidad sanitaria y su alto riesgo para el consumo humano. La intención institucional es que la información consignada en esta obra sea utilizada por los diferentes actores locales y departamentales, del orden público o privado, como insumo para la formulación y definición de planes de intervención entre cuyos objetivos se encuentren definir e implementar alternativas para el logro de unas mejores condiciones de vida de la población rural del departamento de La Guajira.

Carlos Doria Argumedo

Docente de la Facultad de Ingeniería
Universidad de La Guajira



CAPÍTULO 1

La calidad del agua

El agua, recurso vital para la existencia humana, está amenazado actualmente por la creciente presión en sus múltiples usos. La competencia por el recurso aumenta en todos los sectores: agua potable, saneamiento, agricultura, industria y comercio, minería, navegación, recreación y necesidades ambientales, entre otros. Aun así, es difícil crear o destruir el agua bajo condiciones naturales. Mientras se recicla globalmente en sus tres estados básicos –líquido, sólido, y gaseoso–, el recurso ni aumenta ni se destruye. De hecho, la cantidad total de agua presente en la Tierra hoy es prácticamente la misma que existía hace millones de años (Gutiérrez, 2000, p. 30).

La evaluación de la calidad del agua ha tenido un lento desarrollo. Hasta finales del siglo XIX no se reconocía el agua como origen de numerosas enfermedades infecciosas; sin embargo, en el presente, la importancia tanto de la cantidad como de la calidad del agua está fuera de toda duda.

A pesar de ser un recurso renovable, el agua puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas que puede ya no ser útil, sino nociva, de calidad deficiente. Este problema conlleva a que el agua para consumo humano represente un grave riesgo para la salud debido a la presencia de coliformes que generan enfermedades como el cólera, la fiebre tifoidea, las disenterías, la poliomielitis, la hepatitis y la salmonelosis. Estas enfermedades amenazan a los grupos humanos más vulnerables, como los niños y las personas de la tercera edad. Por lo tanto, es necesario realizar estudios en los que se incluya el monitoreo y control de la calidad del agua para consumo humano, el cual debe seguir algunas normas simples que garanticen su buena calidad, tanto microbiológica como fisicoquímica, y que permitan un abastecimiento seguro para la población. La presencia de contaminantes de tipo fisicoquímico tiene diferentes efectos sobre la salud y otros sectores

productivos. Los riesgos en la salud dependen del contaminante, de su concentración y de la persistencia en el agua. Por ejemplo, el exceso de hierro en el agua se acumula en el hígado y produce su agrandamiento, pudiendo afectar posteriormente a otros órganos. En la turbidez del agua pueden encontrarse virus, parásitos y algunas bacterias que pueden provocar síntomas tales como náuseas, retorcijones, diarrea y dolores de cabeza (OMS, 2004).

El agua es un elemento vital que permite aprovechar otros elementos inherentes al bienestar de la sociedad. De la calidad del agua de consumo que disponen las poblaciones depende en gran medida la calidad de vida de las mismas. Al dotar de los servicios básicos a la población más necesitada se contribuye a elevar su calidad de vida, pero el riesgo que puede ofrecer la fuente de agua depende de la cantidad y calidad del líquido a ser extraído, por lo que es esencial una selección cuidadosa basada en un estudio detallado que asegure su confiabilidad y proporcione agua en buena calidad.

El acceso al agua potable es una cuestión importante en materia de salud y desarrollo en los ámbitos nacional, regional y local. Se ha comprobado en algunas regiones que las inversiones en sistemas de abastecimiento de agua y de saneamiento han sido rentables, desde un punto de vista económico, ya que han disminuido los efectos adversos para la salud puesto que el costo en prevención en salud es menor comparado con los costos superiores que implican las intervenciones. Y esto es cierto para diversos tipos de inversiones en torno al agua, desde las grandes infraestructuras de abastecimiento de agua hasta el tratamiento doméstico de esta. La experiencia ha demostrado asimismo que las medidas destinadas a mejorar el acceso al agua potable favorecen en particular a los pobres, tanto de zonas rurales como urbanas, y pueden ser un componente eficaz de las estrategias de mitigación de la pobreza (OMS, 2004).

Desde el punto de vista administrativo, la calidad del agua se define por su uso final deseado. El agua para la recreación, la pesca, para beber y para el hábitat de organismos acuáticos requiere altos niveles de pureza, mientras que para la producción de energía hidroeléctrica las normas de calidad son menos importantes. Por esta razón, la definición que se puede dar de calidad del agua llega a ser amplia: “características físicas, químicas y biológicas del agua necesarias para sostener los usos deseados” (Carol, 2006). Es importante señalar que, después de ser utilizada, el agua suele regresar al sistema hidrológico y si no es tratada puede afectar gravemente al medio ambiente (De Pauw, 1994). Tanto los criterios como los estándares y objetivos de cali-

dad de agua variarán dependiendo de si se trata de agua para consumo humano (agua potable), para uso agrícola o industrial, para recreación o para mantener la calidad ambiental (Romero, 2005).

La calidad del agua se determina a partir de análisis físicos, químicos y bacteriológicos, los cuales pueden variar desde análisis sencillos, con los que se determinan los principales elementos, hasta análisis complejos que incluyen la determinación de una gran variedad de especies presentes en el agua (Romero, 2005).

1.1. Propiedades físicas y químicas del agua

El agua nunca es pura, excepto, posiblemente, en su estado gaseoso. El agua contiene impurezas que son constituyentes de origen natural, si bien con frecuencia contiene contaminantes que son constituyentes de origen antrópico. Por ejemplo, la presencia de impurezas químicas de los iones calcio y magnesio (Ca^{2+} y Mg^{2+}) en las aguas subterráneas son normalmente de origen natural, debidas estas a la disolución de estos minerales a partir de las rocas del suelo y subterráneas. Sin embargo, la presencia de compuestos de nitrógeno amoniacal (NH_4^+), nitrito (NO_2^-) o nitrato (NO_3^-) en aguas subterráneas se debe a la contaminación procedente de fertilizantes agrícolas, de residuos líquidos agrícolas o de aguas residuales fecales o industriales (Fernández et al., 1989, pp. 157-167).

1.1.1. Propiedades físicas del agua

Las principales características físicas del agua son: sólidos totales, en suspensión y disueltos; turbidez, color, sabores, olores, temperatura y conductividad eléctrica.

1.1.1.1. Temperatura

Es un factor abiótico que regula procesos vitales para los organismos vivos, así como también afecta las propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en un ecosistema. La temperatura del agua es importante, en términos del uso que se le intente dar, del tratamiento para quitar impurezas y de su transporte.

1.1.1.2. Color

Muchas aguas superficiales, especialmente las que proceden de áreas pantanosas, con frecuencia tienen altos grados de color, de modo que no son

aceptables para el uso doméstico o para algunos usos industriales sin que antes reciban un tratamiento adecuado para eliminarlo. El material colorante resulta del contacto del agua con detritus orgánicos como hojas, aguas de coníferas y madera, en diversos estados de descomposición. Está formado por una considerable variedad de extractos vegetales. Se considera que las principales fuentes de color son los taninos, ácidos húmicos y los humatos, que provienen de la descomposición de la lignina. El hierro algunas veces está presente como humato férrico que produce una coloración de alta intensidad (Navarro, 2006).

El color del agua causado por sustancias coloidales o disueltas que permanecen después de la filtración a través de un filtro de 0,45 mm se llama *color verdadero*. *Color aparente* es, a su vez, el término aplicado a los compuestos coloreados en solución junto con materia coloreada en suspensión; en el análisis del agua es importante diferenciar entre el color aparente y el verdadero. La intensidad del color generalmente aumenta con el pH y por esta razón se aconseja medir el pH con el color. La aceptación de un agua para un uso definido depende de sus propiedades físicas, químicas y biológicas y a veces de si estas propiedades pueden modificarse para adaptarla a tal fin. La composición del agua es el resultado final de muchos procesos químicos o bioquímicos posibles (Romero, 2005).

1.1.1.3. Sabor

El sabor, al igual que el olor, puede ser debido a la disminución de los microorganismos o algas. Puede también ser debido a las altas concentraciones de sales tales como Ca^{+2} , Mg^{+2} y Cl^- .

1.1.1.4. Turbidez

El término *turbio* se aplica a las aguas que contienen materia en suspensión que interfiere con el paso de la luz a través del agua, o a aquella en las aguas en las que está restringida la visión de la profundidad. *La turbiedad* puede ser causada por una gran variedad de materiales en suspensión, de tamaño variable entre las dispersiones coloidales y las gruesas, dependiendo del grado de turbulencia (Azario *et al.*, 2004).

En la práctica de la ingeniería ambiental, las determinaciones de la turbiedad son importantes, entre otras, por las siguientes razones (Sawyer *et al.*, 2001):

- La turbiedad excesiva reduce la penetración de la luz. Al disminuir esta se afecta la producción de oxígeno por fotosíntesis.

- Cuando los valores de turbiedad llegan a 200 o más unidades se pone en peligro el sistema ecológico.
- En el agua potable las turbiedades mayores a 5 unidades son detectables visualmente, lo que produce en el consumidor poco deseo de ingerirla y utilizarla en sus alimentos.
- Al aumentar la turbiedad aumenta el costo de tratamiento de las aguas. Las columnas de intercambio iónico pierden su capacidad intercambiadora al aumentar la turbiedad. Por encima de ciertos valores de turbiedad las plantas de tratamiento convencionales pierden eficiencia.
- Interfiere en la desinfección, pues muchos organismos patógenos quedan ocluidos en las partículas generadoras de la turbiedad protegiéndose del desinfectante.

1.1.1.5. *Sólidos*

El término *sólidos* se refiere a la materia suspendida (no filtrable) o disuelta (filtrable) presente en aguas de consumo y aguas de desecho.

El contenido de sólidos en las aguas es uno de los parámetros más significativos; la cantidad, el tamaño y el tipo de sólidos dependen del agua específica.

Estrictamente, toda la materia, excepto el agua contenida en los materiales líquidos, se clasifica como materia sólida; sin embargo, la definición usual de sólidos se refiere a la materia que permanece como residuo después de evaporar una muestra de agua y secarla a una temperatura de 103-105 °C.

1.1.1.6. *Conductividad eléctrica*

La conductividad eléctrica, que es una medida de la capacidad de una solución acuosa para conducir una corriente eléctrica, depende de la presencia de iones, su concentración total, movilidad, valencia, concentración relativa y temperatura de medición. La conductividad eléctrica se expresa en microsiemens por centímetro (mS/cm) e indica el contenido de sales disueltas o de minerales en el agua (mineralización). Los sólidos disueltos totales, expresados en mg/L, pueden ser obtenidos por multiplicación de la conductividad por un factor comprendido entre 0,55 y 0,75. Este factor puede ser determinado para cada cuerpo de agua, pero permanece relativamente constante de acuerdo con las proporciones iónicas en el cuerpo de agua y si estas permanecen estables.

Los intervalos de conductividad eléctrica de las aguas superficiales varían de 10 a 1.000 mS/cm, pero pueden exceder los 1.000 mS/cm, especialmente en aguas superficiales que reciben una gran cantidad de aguas residuales contaminadas. La conductividad está relacionada con las zonas de contaminación alrededor de la descarga de un afluente y su seguimiento puede ser utilizado para estimar la extensión de la influencia del mismo; los valores asumidos por esta variable determinan el uso potencial del agua, debido a que el efecto de las actividades domésticas e industriales modifican los valores naturales de la conductividad (Gray, 1996, pp. 12-20).

1.1.2. Propiedades químicas del agua

Su importancia reside en que casi la totalidad de los procesos químicos que suceden en la naturaleza, no solo en organismos vivos sino también en la superficie no organizada de la tierra, así como los que se llevan a cabo en laboratorios y en la industria, tienen lugar entre sustancias disueltas en agua. El agua es disolvente universal puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en ella.

Entre los procesos químicos que influyen en la calidad del agua están:

- Reacción ácido-base.
- Procesos de intercambio entre la atmósfera y el agua.
- Precipitación y disolución de sustancias.
- Acciones/reacciones complejas.
- Reacciones de oxidación-reducción.
- Procesos de absorción-desorción.

Las propiedades químicas del agua son importantes para estimar su calidad como conveniente para su uso doméstico o industrial. La presencia o ausencia de ciertas sustancias químicas definirán la idoneidad del agua como no corrosiva a los metales o al hormigón. Estas pueden clasificarse como orgánicas e inorgánicas (Romero, 2005).

1.1.2.1. Alcalinidad

La alcalinidad del agua es la medida de su capacidad para neutralizar ácidos. En las aguas naturales la alcalinidad está relacionada con el bicarbonato, el carbonato y con la concentración de hidróxido. Como las sales alcalinas se presentan muy frecuentemente en los terrenos, la mayor parte de las aguas

son más o menos alcalinas. La alcalinidad varía con el lugar de procedencia del agua, encontrándose desde unos cuantos mg/L hasta varios cientos; también su valor medio puede variar significativamente con el pH usado como punto final (véase la tabla 1.1).

Aunque son muchos los materiales que pueden contribuir a la alcalinidad, en aguas naturales o tratadas, esta es primariamente una función del contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos y, efectivamente, se toma como un indicativo de la concentración de estos constituyentes.

La alcalinidad en el agua es de poca importancia sanitaria. Solo aguas altamente alcalinas son rechazadas para el abastecimiento público, teniendo que someterse a algún tratamiento. Es de gran importancia en muchos usos y tratamientos de aguas naturales y de desecho, y sus mediciones se usan para la interpretación y control de tales procesos. También, debido a su estrecha relación con el pH, aguas muy alcalinas (pH 9,0) afectan la ecología del cuerpo receptor.

Tabla 1.1.
Relación del pH con la calidad del agua.

Nivel de pH	Calidad del agua
Menos de 5,5	Mala: Muy ácida. A los peces y otros organismos les será casi imposible sobrevivir.
5,5-5,9	Aceptable
6,0-6,4	Buena
6,5-7,5	Excelente
7,6-8,0	Buena
8,1-8,5	Aceptable
Más de 8,6	Mala: Muy alcalina. A los peces y otros organismos les puede ser casi imposible sobrevivir.

Fuente: Instituto Nacional de Salud (1999).

La alcalinidad no solo representa el principal sistema amortiguador del agua dulce, sino que también desempeña un rol principal en la productividad de cuerpos de agua naturales, sirviendo como una fuente de reserva para la fotosíntesis. Históricamente, la alcalinidad ha sido utilizada como un indicador de la productividad de lagos, donde niveles de alcalinidad altos indicarían una productividad alta y viceversa (tabla 1.2).

Tabla 1.2.
Rangos de alcalinidad en el agua

Rango	Alcalinidad (mg/L CaCO₃)
Baja	< 75
Media	75-150
Alta	> 150

Fuente: Instituto Nacional de Salud (1999).

1.1.2.2. Acidez

Se expresa en términos de la cantidad de carbonato de calcio que se necesita para neutralizar el agua. La causa más normal de acidez del agua es el anhídrido carbónico (CO₂) que puede hallarse presente de un modo natural o bien como resultado de las reacciones de los productos químicos coagulantes empleados en el tratamiento de la misma. El CO₂ disuelto es el compuesto más común en las aguas naturales superficiales, ya que estas lo toman de la atmósfera cuando su presión parcial en el agua es menor que en la atmósfera, de acuerdo con la ley de Henry (Restrepo & Tobón, 2002).

Otra fuente de CO₂ es la oxidación biológica de la materia orgánica, particularmente en aguas contaminadas. En algunos casos, cuando la actividad fotosintética es limitada, la presión parcial del CO₂ en el agua puede exceder la de la atmósfera, por lo que se escapará el CO₂ del agua. Se concluye, entonces, que existe un constante intercambio de CO₂ entre la superficie de un cuerpo de agua y la atmósfera, a fin de mantener un equilibrio.

En algunos desechos industriales la acidez se debe a la presencia de ácidos minerales, principalmente en la industria metalúrgica y otras, por la producción de materiales organosintéticos. Ciertas aguas naturales también pueden contener acidez mineral. En la práctica de la Ingeniería Ambiental, tiene importancia por sus características corrosivas y los gastos producidos por la remoción y control de las sustancias que producen. Además alteran el pH del cuerpo de agua receptor produciendo reacciones secundarias que rompen su ciclo ecológico.

1.1.2.3. Dureza

La dureza es causada por cationes metálicos polivalentes. Estos iones pueden reaccionar con el jabón para formar costras; los principales cationes causantes de la dureza son los iones bivalentes de calcio, magnesio, estroncio, hie-

rro ferroso e ion manganoso. Se cree que algunas veces los iones de aluminio y férrico contribuyen a la dureza del agua; sin embargo la solubilidad es tan limitada en los niveles de pH de las aguas naturales que las concentraciones iónicas son insignificantes.

La dureza de carbonatos la producen los carbonatos y bicarbonatos de calcio y de magnesio. Los carbonatos de estos elementos son ligeramente solubles en agua pura, pero cuando esta contiene anhídrido carbónico (CO_2) los disuelve fácilmente formando bicarbonatos. La dureza de las aguas naturales varía considerablemente en todo el territorio. Se origina por contacto del agua con el suelo de formación rocosa y en áreas donde la capa de suelo es gruesa y hay calizas presentes.

De acuerdo con el grado de dureza que tienen, las aguas pueden ser aproximadamente clasificadas (tabla 1.3), pese a que los rangos difieren notablemente. Las aguas saladas contienen grandes cantidades de Na^+ y presentan una acción con el jabón similar a la de la dureza, debido al efecto del ion común. Este fenómeno es denominado dureza aparente. La dureza del agua se deriva en gran medida de su contacto con el suelo y las formaciones rocas. El agua lluvia al caer sobre la tierra no es suficiente para disolver las excesivas cantidades de sólidos que existen en muchas aguas naturales. La capacidad disolvente se obtiene del suelo, donde la acción bacteriana libera dióxido de carbono. El agua del suelo queda muy cargada de dióxido de carbono, el cual, desde luego, está en equilibrio con el ácido carbónico. Las condiciones de bajo pH inducidas por el dióxido de carbono disuelven los materiales básicos, especialmente las formaciones de piedra caliza. En general, las aguas duras se originan en áreas donde la capa superior del suelo es gruesa y contiene formaciones de piedra caliza. Las aguas blandas se originan donde la capa superior del suelo es delgada y las formaciones de piedra caliza están dispersa y ausentes.

Tabla 1.3.
Clasificación del agua según el grado de dureza.

Dureza total mg/L como CaCO_3	Clasificación dureza total	Dureza total mg/L como CaCO_3	Clasificación dureza total
Menos de 15	Agua muy blanda	0-75	Agua suave
15-60	Agua de dureza media	75-150	Agua poco dura
61-120	Agua blanda	150-300	Agua dura
121-180	Agua dura	Más de 300	Agua muy dura
Mayor de 180	Agua muy dura		

Fuente: Instituto Nacional de Salud (1999).

1.1.2.4. Cloruros

El cloruro (Cl^-) es uno de los aniones inorgánicos que se encuentra en mayor concentración en aguas de consumo y aguas de desechos. En agua potable el sabor salino producido por la presencia de cloruros es variable y depende de la composición química del agua. Algunas aguas contienen 250 mg/LCl^- y pueden tener un sabor salino detectable si el principal catión que le acompaña es el sodio. El típico sabor salino puede estar ausente aun cuando la concentración de cloruro sea de 1.000 mg/LCl^- , si los cationes predominantes son el calcio y el magnesio. Un alto contenido de cloruros en las aguas puede dañar las estructuras y tuberías metálicas, al igual que afecta el crecimiento de la flora.

1.1.2.5. Sulfatos

El sulfato (SO_4^{-2}) se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y puede estar presente en aguas naturales en concentraciones que van desde unos pocos miligramos por litro hasta algunos gramos por litro. Algunos drenajes de minería pueden contribuir con grandes cantidades de sulfatos a través de la oxidación de piritas. Como los sulfatos de sodio y de magnesio tienen un efecto purgante, especialmente entre los niños, se recomienda un límite superior en aguas potables de 250 mg/L de sulfatos. El contenido es también importante porque las aguas con alto contenido de sulfatos tienden a formar incrustaciones en las calderas y en los intercambiadores de calor.

1.1.2.6. Hierro

Bajo condiciones reductoras el hierro está como ion ferroso: al ser expuesto al aire o por adición de oxidantes pasa a ion férrico que a su vez puede ser hidrolizable a su forma insoluble (óxido férrico hidratado). El ion férrico es significativamente soluble en presencia de iones formadores de complejos o a un pH muy bajo.

En las muestras de agua, el hierro se presenta en diferentes formas: en solución verdadera, en estado coloidal, en iones complejos orgánicos o inorgánicos y en partículas suspendidas (Jaramillo, 2002).

1.1.2.7. Nutrientes

Los nutrientes, compuestos necesarios para los procesos bioquímicos de los organismos acuáticos, son derivados químicos inorgánicos del nitrógeno y del fósforo. Los nutrientes así definidos tienen significado ambiental si se

tiene en cuenta dos consideraciones básicas: la primera, los ciclos biogeoquímicos de los elementos nitrógeno y fósforo, cada uno de ellos en sus diferentes formas químicas, muchas de las cuales están asociadas a los diferentes grados de oxidación: nitratos, nitritos, amonio, fosfatos y pirofosfatos y pueden estar presentes dependiendo de las condiciones particulares del recurso hídrico. La otra, originada por los procesos químicos y bioquímicos implicados en la transformación de las sustancias químicas dispuestas por las actividades de origen antrópico, como los vertimientos de efluentes industriales, domésticos, agrícolas (plaguicidas, fertilizantes) y relaves de las industrias extractivas (minería) (Roldán, 2003).

Cuando se exceden los intervalos de concentración natural de estos nutrientes en los sistemas acuáticos naturales, se producen alteraciones, como pérdida del oxígeno disuelto, proliferación de especies acuáticas indeseables, hasta llegar finalmente a las condiciones de anoxia y pérdida total del oxígeno, que se manifiesta por expulsión de gases tóxicos, como el sulfuro de hidrógeno, olor característico de los huevos descompuestos.

1.1.2.8. Oxígeno disuelto y déficit de oxígeno

Se entiende por oxígeno disuelto (OD) el oxígeno libremente disponible en el agua. La solubilidad del oxígeno en el agua se debe a varios factores, en particular, a la temperatura, presión atmosférica y salinidad, que para la mayoría de aguas superficiales se puede considerar cercana a cero. El contenido de oxígeno de las aguas naturales varía con la temperatura, la salinidad, la turbulencia, la actividad fotosintética y la presión atmosférica; la solubilidad del oxígeno disminuye a medida que la temperatura y la salinidad se incrementan (Garay *et al.*, 2001). En aguas superficiales al nivel del mar, el OD varía de 15 hasta 8 mg O₂/L, a temperaturas entre 0 °C y 25 °C. El déficit de oxígeno indica la diferencia del oxígeno disuelto en el agua, en relación con el máximo teórico que puede estar presente, el cual se calcula a partir de los valores de altitud, temperatura y oxígeno disuelto, medidos en cada punto de monitoreo. La variación del contenido de oxígeno disuelto y, por ende, del déficit de oxígeno, puede ser función de la presencia de vegetales, materia orgánica oxidable, organismos y gérmenes aerobios, así como de la perturbación de los cambios atmosféricos y la presencia en la superficie de grasas, hidrocarburos o detergentes, entre otros. Mientras mayor sea el déficit, más críticas son las condiciones de oxigenación en el agua. Cada especie de peces tiene cierta tolerancia a los valores de déficit de oxígeno, pero en términos generales el valor mínimo de oxígeno disuelto

que garantiza la supervivencia y viabilidad de la mayoría de especies de peces y comunidades acuáticas es aproximadamente de 4 a 5 mg/L que, para las condiciones naturales, equivale a un déficit de oxígeno entre 30 y 60 %, dependiendo de la temperatura del agua y de la altitud de cada sitio de monitoreo en particular; valores de OD por debajo de 2 mg O₂/L causan la muerte a la mayoría de los peces.

Las variaciones del déficit de oxígeno y, por consiguiente, del oxígeno disuelto en un cuerpo de agua suceden de acuerdo con la época del año y también en un período de 24 h, dependiendo de la temperatura y la actividad biológica; la respiración está relacionada con los procesos de descomposición de la materia orgánica y aumenta el déficit de oxígeno en aguas estancadas. En cuanto a las descargas de aguas domésticas con alto contenido de materia orgánica y nutrientes, aumentan el déficit de oxígeno como resultado de la actividad microbiológica. En muchos casos el aumento del déficit de oxígeno determina condiciones anaeróbicas, especialmente en la proximidad de los sedimentos.

1.1.2.9. Demanda bioquímica de oxígeno

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es una medida de la cantidad de oxígeno consumido en el proceso biológico de degradación de la materia orgánica en el agua; la DBO₅ representa la cantidad de oxígeno consumido por dicho proceso en cinco días. El término degradable puede interpretarse como expresión de la materia orgánica que eventualmente sirve de alimento a las bacterias presentes en las aguas naturales, en las aguas residuales domésticas y en las aguas residuales industriales. La DBO permite obtener información sobre la capacidad de amortiguación de los efectos relacionados con la disminución de oxígeno, en términos de la autodepuración de una corriente de agua y es la base de cálculo para el diseño de las plantas de tratamiento (Romero, 2005).

1.1.2.10. Demanda química de oxígeno

La demanda química de oxígeno (DQO) es una medida del oxígeno requerido para oxidar todos los compuestos químicos, tanto orgánicos como inorgánicos, presentes en el agua, por la acción de agentes fuertemente oxidantes en un medio ácido. Esta demanda se expresa en miligramos de oxígeno por litro (mg O₂/L). La materia orgánica se oxida hasta convertirse en dióxido de carbono y agua, mientras que el nitrógeno orgánico se convierte en amoníaco.

Su significado ambiental tiene que ver con la presencia de especies químicas susceptibles de ser oxidadas. Por ejemplo, la materia orgánica, ya sea biodegradable o no, además del hierro ferroso y otras especies químicas oxidables (Sawyer *et al.*, 2001).

Las concentraciones de la DQO en aguas naturales no contaminadas presentan valores de hasta 20 mg O₂/L y llegan hasta 200 mg O₂/L cuando los cuerpos de agua reciben efluentes domésticos o industriales.

1.2. Microorganismos indicadores de la calidad del agua

Todos los organismos que se encuentran en el agua son importantes en el momento de establecer el control de la calidad de la misma, sin considerar si tienen su medio natural de vida en el agua o pertenecen a poblaciones transitorias introducidas por el ser humano; si su crecimiento lo propician los nutrientes presentes en el escurrimiento natural y en aguas residuales municipales, o lo frenan los venenos procedentes de la actividad agrícola o industrial; y si tienen capacidad para intoxicar a las personas y a los animales superiores (Needham & Needham, 1978).

Los microorganismos indicadores de la calidad microbiológica del agua son habitantes normales del intestino del hombre y otros animales de sangre caliente; por eso, su presencia en las muestras de agua nos indica la contaminación del agua con materia fecal y en consecuencia la posibilidad de transmisión de enfermedades de origen hídrico (Curtis & Barnes, 1993).

1.2.1. Bacteriófagos

Los colifagos son bacteriófagos que infectan y se replican en las bacterias coliformes; parecen estar presentes donde se encuentran los coliformes totales y fecales. Los colifagos se pueden dividir en dos grupos principales: los somáticos, que son los que entran a la célula por la pared celular, y los F-específicos, que son los que se ligan a los cilios sexuales de la *E. coli*. Tanto los colifagos somáticos como los F-específicos pueden multiplicarse en las aguas residuales si disponen de un hospedero adecuado; sin embargo, es menos probable que lo hagan los F-específicos. La correlación entre colifagos y coliformes, en aguas dulces, indica que estos pueden ser utilizados para indicar la calidad sanitaria del agua (APHA, *Standard Methods*, 2005). Los colifagos son una herramienta útil en la evaluación de procesos de tratamiento, especialmente en lo referente a la remoción e inactivación de enterovirus.

1.2.2. *Clostridium perfringens*

Los clostridios reductores de sulfito son bacilos Gram positivos, anaerobios, formadores de esporas y reductores del sulfito a sulfuro. *Cl. perfringens* forma un coágulo en medios como la leche litmus. Los clostridios reductores de sulfito son utilizados como indicadores complementarios en el control de calidad del agua porque pueden indicar contaminación remota o intermitente. *Cl. perfringens* es un miembro importante del grupo de los clostridios porque está asociado a contaminación fecal; se encuentra cuando otros indicadores no pueden ser detectados.

1.2.3. *Coliformes totales*

Los coliformes totales se definen como bacilos Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados, que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares y otros agentes tensoactivos con propiedades similares de inhibición del crecimiento; no tienen citocromo oxidasa y son capaces de fermentar la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído a $35\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$, en un período de 24 a 48 horas. Por definición, las bacterias coliformes presentan actividad de la β -galactosidasa. Se pueden encontrar tanto en las heces como en el medio ambiente y en el agua para consumo con concentraciones de nutrientes relativamente elevadas.

1.2.4. *Coliformes fecales (termotolerantes)*

Los coliformes fecales o termorresistentes son bacterias anaeróbicas facultativas, no esporuladas, Gram negativas, que pueden fermentar la lactosa a $44,5 \pm 0,2\text{ °C}$, en un período de 24 horas. Comprenden el género *Escherichia* y en menor grado especies de *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. Están presentes en grandes cantidades en las heces de animales de sangre caliente y del ser humano. Su presencia en aguas o alimentos sirve de indicador indirecto de contaminación fecal y del riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas intestinales. La presencia de los coliformes termoresistentes, y en especial la de *E. coli*, indica contaminación fecal reciente.

1.2.5. *Escherichia coli*

Escherichia coli pertenece a la familia de las enterobacterias. Se caracteriza por poseer las enzimas β -galactosidasa y β -glucuronidasa. Se desarrolla a $44\text{-}45\text{ °C}$ en medios complejos, fermenta la lactosa y el manitol liberando ácido y gas, produce indol a partir del triptofano. Algunas cepas pueden de-

sarrollarse a 37 °C, pero no a 44-45 °C, y algunas no liberan gas. No produce oxidasa ni hidroliza la urea.

1.2.6. *Streptococcus faecalis*

Los estreptococos son cocos Gram positivos que forman pares o cadenas, y poseen el antígeno del Grupo D de Lancefield. Pueden crecer en presencia de sales biliares y de concentraciones de azida de sodio, inhibitorias para los organismos coliformes y la mayoría de los Gram negativos, a una temperatura de $44 \pm 0,5$ °C. Hidrolizan la esculina y son catalasa negativa (Arcos *et al.*, 2005).

1.2.7. *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa es un bacilo Gram negativo, monotrico que pertenece a la familia *Pseudomonadaceae*; produce catalasa, oxidasa y pirocianina. Es capaz de crecer entre 41 y 42 °C, produciendo un pigmento verde azulado diferente del pigmento verde pálido producido por otras especies de *Pseudomonas* encontradas en el agua. Su presencia en el agua es uno de los factores a considerar en la evaluación de la limpieza del sistema de distribución, particularmente en hospitales y otros lugares donde personas comprometidas inmunológicamente son particularmente propensas a infecciones.

1.2.8. *Staphylococcus aureus*

Los estafilococos son cocos Gram positivos, anaerobios facultativos, no motiles, que no forman esporas, usualmente catalasa positivos. *Staphylococcus aureus* fermenta el manitol y es capaz de crecer en presencia de 7,5 % de cloruro de sodio y 0,005 % de azida de sodio. Los estafilococos, particularmente *Staphylococcus aureus*, son de importancia en el ambiente hospitalario debido a su potencial para causar infecciones. Son utilizados como indicadores de la calidad del agua de baño, incluyendo piscinas y agua de mar. Normalmente no están presentes en los suministros de agua para consumo humano, pero su detección puede ser necesaria en la manufactura de alimentos y fármacos y en hospitales (Marchand, 2002).

1.3. Enfermedades transmitidas por el agua

Las enfermedades relacionadas con el agua son causa de enfermedad y fallecimiento en casi toda América Latina, y constituyen la causa principal de fallecimiento entre los niños menores de cinco años en muchos países de esta región.

Desde el punto biológico, existen cuatro grupos de enfermedades vinculadas con el líquido vital. En primer lugar estas las *transmitidas por el agua*, entre las que se encuentran las gastrointestinales, comúnmente ocasionadas por la contaminación biológica de orina o heces fecales de hombres o animales infectados con virus o bacterias capaces de causar enfermedad (patógenas). Pueden ocasionar diarreas, que al de no atenderse, llegan a ser mortales.

Entre este tipo de padecimiento se encuentran aquellos responsables de que al año mueran en el mundo más de cuatro millones de niños menores de cinco años: el cólera, la fiebre tifoidea y las infecciones por amibas.

Un segundo grupo de enfermedades son las denominadas *lavadas por el agua*; su origen es la escasez del líquido, lo que hace difícil y poco frecuente la higiene personal. Entre ellas figuran la leishmaniosis y el tracoma. Este último ha causado ceguera en gran cantidad de personas, principalmente en zonas de alta marginación socioeconómica.

El tercer grupo de enfermedades *son las basadas en el agua*, ya que esta es el habitat de los soperos intermedios, parásitos que pasan una parte de su ciclo vital en un cuerpo de agua. Las enfermedades se producen cuando el parásito penetra la piel de una persona (como la llamada esquistosomiasis, que produce más de 200 mil muertes por año en el mundo) o por ingestión (como la dracunculiasis o gusano de guinea).

El cuarto grupo corresponde a las enfermedades *relacionadas con el agua*, en las que esta sirve como hábitat a insectos transmisores de enfermedades: muchas veces se trata de aguas estancadas. Aquí se ubican la tripanosomiasis africana o enfermedad del sueño, el paludismo o malaria (causante de más de un millón de muertes al año), la oncocercosis (que además de causar ceguera es responsable de 20 mil muertes anuales), la fiebre amarilla y el dengue.

Además, desde el punto de vista químico, la presencia de plaguicidas, hidrocarburos y otro tipo de sustancias pueden causar problemas para la salud, como irritaciones en la piel e intoxicación por vía digestiva (OMS, 2004).

De manera general, en la tabla 1.4 se indican algunos de los agentes patógenos de origen hídrico y las enfermedades que producen.

1.4. Evaluación de la calidad del agua

La evaluación de la calidad del agua ha tenido un lento desarrollo. Hasta finales del siglo XIX no se reconoció el agua como origen de numerosas enferme-

dades infecciosas; sin embargo hoy en día, la importancia tanto de la cantidad como de la calidad del agua está fuera de toda duda. La importancia que ha cobrado la calidad del agua ha permitido evidenciar que entre los factores o agentes que causan la contaminación de ella están: agentes patógenos, desechos que requieren oxígeno, sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, nutrientes vegetales que ocasionan crecimiento excesivo de plantas acuáticas, sedimentos o material suspendido, sustancias radioactivas y el calor.

Mantener y evaluar la calidad del agua son procedimientos importantes para la sociedad moderna. Los primeros métodos, más simples, eran puramente subjetivos (¿el agua parece limpia?, ¿huele bien?, etcétera) y puede que una evaluación de este tipo sea suficiente para algunos procesos de consumo, pero en la mayoría de los casos el hecho de que al agua sea un solvente tan eficaz, capaz de contener todo tipo de sustancias, requiere métodos de evaluación más precisos como los que se han desarrollado mediante técnicas analíticas hidroquímicas. A cada parámetro químico se le asocia con una norma, y el agua químicamente analizada es medida rutinaria para garantizar que reúna los requisitos de calidad para cada uno de los tipos de consumo.

Tabla 1.4.
Agentes y enfermedades de origen hídrico.

Organismo	Fuente	Enfermedad	Síntomas
<i>Salmonella</i>	Excrementos humanos y de animales	Gastroenteritis	Diarrea aguda y vómito
<i>Entamoeba histolytica</i>	Excrementos humanos	Amibiasis	Cólicos, diarrea
<i>Salmonella typhosa</i>	Excrementos humanos	Tifoidea	Inflamación intestinal, fiebre, bazo agrandado
<i>Vibrio cholera</i>	Excrementos humanos	Cólera	Vómito, diarrea severa, rápida deshidratación
<i>Giardialamblia</i>	Excrementos humanos y de animales	Giardiasis	Diarrea, cólicos, náuseas
<i>Shigela</i>	Excrementos humanos	Disentería	Diarrea
Virus hepático	Excrementos humanos, mariscos contaminados	Hepatitis infecciosa	Piel amarilla, hígado inflamado, dolores de abdomen

Fuente: Organización Mundial de la Salud – oms (2004).

Los científicos también descubrieron que el control biológico de los sistemas acuáticos puede ser valioso para la evaluación de la calidad del agua y la detección de la contaminación. Los organismos acuáticos muestran una respuesta duradera a los episodios de contaminación intermitentes que no siempre se detectan mediante el control químico rutinario, que solo muestra un volumen de agua relativamente pequeño en un momento dado.

Los métodos biológicos también proporcionan información sobre el impacto de los contaminantes en la ecología del sistema, algo que los métodos químicos, si se aplican por separado, no pueden ofrecer. No obstante, la mayoría de las técnicas biológicas presentan inconvenientes.

De este modo, en la actualidad se utilizan tres enfoques para describir la calidad del agua:

- Medidas cuantitativas, como los parámetros fisicoquímicos del agua, de los sedimentos o de los tejidos biológicos.
- Análisis bioquímicos/biológicos (incluida la estimación de la demanda bioquímica de oxígeno DBO, análisis de toxicidad, etcétera).
- Descriptores semi-cuantitativos y cualitativos que implican indicadores biológicos e inventarios de especies.

El proceso real de evaluación de la calidad del agua es una apreciación de la naturaleza fisicoquímica y biológica de esta en relación con la calidad natural, los efectos en el hombre y los usos a los que se le piense destinar; es decir, sirve básicamente para verificar si la calidad observada en el agua es adecuada para el uso que se piensa hacer de ella. Por ello, resulta fundamental el seguimiento, que se realiza mediante la recopilación de la información en localizaciones determinadas a intervalos regulares.

1.5. Métodos de evaluación de la calidad del agua

1.5.1. Técnica de evaluación química

Las técnicas de evaluación química son bastante conocidas y requieren un muestreo regular del agua en el sistema natural o en algún punto de los procesos de abstracción y tratamiento, y la mayoría de efluentes, antes de que se vuelvan a verter al medio ambiente. La evaluación necesita de un análisis riguroso para detectar la presencia de los principales parámetros químicos (descritos anteriormente). La descripción de estos análisis figura en muchos textos y manuales, como por ejemplo *Standard Methods*.

1.5.2. Técnicas de evaluación biológica

Los conteos bacteriales se realizan filtrando un volumen medido de agua a través de un acetato de celulosa o filtro de vidrio con aberturas de menos de 0,5 μm . Las bacterias retenidas sobre el filtro son luego incubadas en un medio nutriente especial, el cual produce sin dificultad colonias perceptibles de las especies que están siendo evaluadas.

1.6. Normativas sobre la calidad del agua de consumo humano

La contaminación y la degradación de la calidad del agua interfieren en los usos vitales y legítimos en escalas que varían desde el nivel local al regional, nacional e internacional (dada la naturaleza transfronteriza y unidireccional de los sistemas fluviales y la densidad de mares y océanos). Los criterios de calidad del agua son necesarios para garantizar la existencia de un recurso de calidad apropiado para cada proceso de consumo concreto y la legislación al respecto se utiliza como medio administrativo para lograr y mantener sus propiedades para el mayor número de usuarios posibles.

La calidad del agua y las normas aplicadas varían y pueden proceder de organismos diferentes. Existen normas internacionales establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Unión Europea (UE); normas regionales aplicadas por estados individuales e incluso normas locales establecidas por autoridades locales. Cada país regula la calidad del agua de consumo humano estableciendo y exigiendo el cumplimiento de normas de calidad de agua segura o potable. Además, a través de las entidades de manejo del recurso, se deben establecer los mecanismos necesarios para proteger las fuentes de agua de cualquier contaminación o atentado, así como para atender cualquier emergencia eventual.

Las normas y los niveles se establecen a partir de parámetros fisicoquímicos y microbianos, teniendo en cuenta los diferentes usos para los que se debe asegurar la calidad del agua (Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2002).

En Colombia, los estándares de calidad del agua fueron establecidos por las reglamentaciones que se indican en la tabla 1.5.

Tabla 1.5.
Normatividad para agua potable en Colombia

Denominación	Concepto	Cobertura
Ley 09 de 1979	Código Sanitario Nacional.	Nacional
Ley 373 de 1997	Establecimiento del programa para el uso eficiente y ahorro de agua.	Nacional
Decreto 2105 de 1983, derogado parcialmente por el Decreto 475 de 1998.	Normas y criterios sobre calidad física, química y bacteriológica que debe cumplir el suministro de agua potable; normas y diseño del sistema de agua y clasificación de los sistemas de suministro de agua y su mantenimiento y conservación.	Nacional
Decreto 1594 de 1984	Usos del agua y residuos líquidos.	Nacional
Decreto 951 de 1989	Reglamentario para la prestación de servicios públicos de acueducto y alcantarillado.	Nacional
Decreto 901 de 1997	Establece tarifas por utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales.	Nacional - Minambiente
Decreto 3102 de 1997	Reglamentación del Artículo 16 de la Ley 373 de 1997, con relación a la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.	Nacional
Decreto 475 de 1998	Normas Técnicas de Calidad del agua Potable.	Nacional - Ministerio de Salud
Decreto 1575 de 2007	Se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano.	Nacional
Resolución 0273 de 1997	Tarifas mínimas por vertimientos líquidos para los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos totales (SST).	Nacional - Minambiente
Resolución número 2115 de 2007	El sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano	Nacional - Minambiente

Denominación	Concepto	Cobertura
Acuerdo 007 de 1983	Estatuto Metropolitano del Medio Ambiente	Metropolitano
Decreto 3930 de 2010	Reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI –Parte III– Libro II del Decreto– Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.	Nacional

1.7. Normas sobre la potabilidad del agua en Colombia

Son los valores recomendados y máximos permisibles que se aprueban, mediante decreto ejecutivo, para los componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua.

En la actualidad, la Resolución 2115 de 2007 señala las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. En esta se establece que toda agua para consumo humano no debe contener microorganismos patógenos ni sustancias tóxicas o nocivas para la salud. Por tanto, el agua debe cumplir ciertas normas bacteriológicas y fisicoquímicas para que pueda ser considerada apta para el consumo humano las cuales se detallan a continuación.

1.7.1. Normas bacteriológicas

El reconocimiento del hecho de que el agua contaminada por materias fecales puede ocasionar la difusión de infecciones microbianas ha dado lugar al desarrollo de métodos sensibles de examen sistemático que permiten asegurar que el agua destinada al consumo humano esté libre de contaminación fecal. Aunque actualmente es posible detectar la presencia de numerosos agentes patógenos en el agua, los métodos de aislamiento y recuento a menudo son complejos y consumen demasiado tiempo. Por ello, no es factible localizar en el agua de bebida todos y cada uno de los patógenos microbianos posibles. Un método más lógico es detectar organismos indicadores que se encuentran en elevado número en las heces humanas y animales. La ausencia de estos organismos se utiliza como prueba circunstancial de la presencia o de ausencia de organismos patógenos.

En Colombia las características microbiológicas del agua para consumo humano están enmarcadas dentro de los siguientes valores máximos aceptables, los cuales son establecidos teniendo en cuenta los límites de confianza del 95 % y para técnicas con habilidad de detección desde 1 Unidad Formadora de Colonia (UFC) o 1 microorganismo en 100 cm³ de muestra (tabla 1.6).

Tabla 1.6.

Características microbiológicas del agua para consumo humano en Colombia

Técnicas utilizadas	Coliformes totales	<i>Escherichia coli</i>	Microorganismos hemofílicos
Filtración por membrana	0 UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³	100 UFC en 100 cm ³
Enzima sustrato	< de 1 microorganismo en 100 cm ³	< de 1 microorganismo en 100 cm ³	100 UFC en 100 cm ³
Sustrato definido	0 microorganismos en 100 cm ³	0 microorganismos en 100 cm ³	100 UFC en 100 cm ³
Presencia – ausencia	Ausencia en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³	100 UFC en 100 cm ³

Fuente: Colombia, Ministerio de la Protección Social, Resolución 2115 de 2007.

1.7.2. Normas fisicoquímicas

Las sustancias que el agua no debe contener se pueden clasificar en características físicas y químicas.

1.7.2.1. Características físicas

Las características de una fuente hidráulica determinan también su conveniencia para el consumo humano. La temperatura, el color y la turbiedad están estrechamente relacionados con la percepción humana de la pureza del agua potable. Una turbiedad excesiva puede interferir gravemente con la efectividad del cloro como desinfectante. La protección, gestión y tratamiento de la fuente son, todas ellas, alternativas viables para el control de estos problemas.

El agua para consumo humano no podrá sobrepasar los valores máximos aceptables para cada una de las características físicas que se señalan a continuación en la tabla 1.7.

Tabla 1.7.*Características físicas del agua para consumo humano en Colombia.*

Características	Expresadas como	Valor máximo aceptable
Color	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	2

Fuente: Colombia, Ministerio de la Protección Social, Resolución 2115 de 2007.

1.7.2.2. Características químicas

En el agua de bebida en las diversas regiones del mundo se han identificado millares de sustancias orgánicas e inorgánicas, muchas de ellas en concentraciones extremadamente reducidas. Aunque la presencia de ciertos compuestos químicos puede afectar directamente a la salud humana, la mayoría de ellos actúan haciendo el agua menos apetecible por la producción de sabores y olores. Algunos compuestos químicos pueden imponer, asimismo, graves restricciones en los usos industriales y agrícolas del agua.

Los compuestos químicos que plantean mayores problemas corresponden a metales pesados y algunos minerales. Asimismo, el elevado contenido en sal interfiere con el sabor agradable. A continuación se relacionan estas sustancias, los valores máximos recomendables y permisibles establecidos por la normatividad colombiana vigente (tabla 1.8, tabla 1.9 y tabla 1.10).

Tabla 1.8.*Características químicas del agua para consumo humano en Colombia.*

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Antimonio	Sb	0,02
Arsénico	As	0,01
Bario	Ba	0,7
Cadmio	Cd	0,003
Cianuro libre y disociable	CN ⁻	0,05

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Cobre	Cu	1,0
Cromo total	Cr	0,05
Mercurio	Hg	0,001
Níquel	Ni	0,02
Plomo	Pb	0,01
Selenio	Se	0,01
Trihalometanos totales	THMs	0,2
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	HAP	0,01

Fuente: Colombia, Ministerio de la Protección Social, Resolución 2115 de 2007.

Tabla 1.9.

Características químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana.

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Carbono orgánico total	COT	5,0
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1
Nitratos	NO ₃ ⁻	10
Fluoruros	F	1,0

Fuente: Colombia, Ministerio de la Protección Social, Resolución 2115 de 2007.

Tabla 1.10.

Características químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana.

Elementos y compuestos químicos que tienen implicaciones de tipo económico	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Conductividad	Microhmios/cm	Hasta 1000 micro-siemens/cm
Potencial de hidrógeno	A dimensional	5,5 y 9,0
Calcio	Ca	60

Elementos y compuestos químicos que tienen implicaciones de tipo económico	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Alcalinidad total	CaCO ₃	200
Cloruros	Cl ⁻	250
Aluminio	Al ⁺³	0,2
Dureza total	CaCO ₃	300
Hierro total	Fe	0,3
Magnesio	Mg	36
Manganeso	Mn	0,1
Molibdeno	Mo	0,07
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	250
Zinc	Zn	3
Fosfatos	PO ₄ ⁻³	0,5

Fuente: Colombia, Ministerio de la Protección Social, Resolución 2115 de 2007.



CAPÍTULO 2

La Guajira: aspectos generales de su territorio

El departamento de La Guajira se localiza en la parte más septentrional de la República de Colombia, sobre una península, y está integrado a la Región Caribe. Limita al norte y al occidente con el Mar Caribe, al oriente con la República Bolivariana de Venezuela y el Golfo de Venezuela, al sur con el departamento del Cesar y al suroccidente con el departamento del Magdalena (véase la figura 2.1) (Gobernación de La Guajira, 2004).

Este departamento está conformado por serranías de baja altura ubicadas al norte, entre las que se cuenta la Serranía de Macuira, y por grandes planicies en el centro que abarcan la mayor parte del territorio. Dichas planicies se encuentran limitadas al oriente y al occidente por el mar y por dos cadenas montañosas al sur; la primera cadena es conocida como Sierra Nevada de Santa Marta y la segunda como Montes de Oca, que corresponde a las estribaciones de la Cordillera Oriental y de la cual hace parte la Serranía del Perijá (Contraloría General del Departamento de La Guajira, 1997).

Desde el punto de vista astronómico, La Guajira se localiza entre los 10° 23' y 12° 28' de latitud norte y los 71° 6' y 73° 39' de longitud oeste del Greenwich. El departamento ocupa una extensión aproximada de 20.669,6 km². A pesar de encontrarse en la zona intertropical con variaciones mínimas de temperatura durante todo el año, su localización particular hace que el departamento presente características geológicas, geomorfológicas, edáficas, climáticas, ecológicas, sociales y culturales muy particulares que lo diferencian notablemente de los otros departamentos del país. La Guajira es conocida por ser un desierto, aunque la parte desértica solo se encuentra al norte de departamento.

Según su división política, el departamento de La Guajira cuenta con 15 municipios, 44 corregimientos y 69 inspecciones de policía. Desde el punto de

vista geológico, esta región de Colombia es el resultado de la interacción de las placas Caribe y Suramérica, que generan tres grandes ambientes geológicos separados entre sí por grandes sistemas de fallas, las más antiguas de dirección N-NE y las más recientes con dirección E-W (Gobernación de La Guajira, 2008). El clima depende de eventos astronómicos y geográficos muy marcados que generan ambientes climáticos contrastantes; el movimiento de las corrientes marinas cálidas en la costa norte, la intensidad de los vientos alisios del noreste, aunado a la presencia de cadenas montañosas en el sur que detienen los vientos, han producido una gran diversidad de climas dependiendo de la altura, que se caracterizan, primero, por ser muy cálidos y secos en la mayor parte de su extensión, y por ser muy constantes y con pocas variaciones dentro del año (Corpoguajira, 2009).



Figura 2.1. Mapa de ubicación del departamento de La Guajira, Colombia.
Tomado de Corpoguajira-MPX (2012).

El comportamiento de la precipitación está regido por el movimiento de los vientos, ya que a su paso por las serranías bajas del norte y por las grandes planicies se generan acentuadas condiciones de sequedad y aridez, y al encontrarse de frente con las cadenas montañosas de la Sierra Nevada se generan condiciones de mayor precipitación, dando como resultado un panorama en donde la pluviosidad aumenta de noreste a suroeste con valores promedios anuales que van desde 200 mm hasta cerca de 2.000 mm al norte, en la Sierra Nevada de Santa Marta.

El departamento presenta régimen de precipitaciones de tipo bimodal, con dos períodos húmedos de abril a junio y de septiembre a diciembre, siendo el período más húmedo el del segundo semestre, y julio el mes más seco del año. Presenta, a su vez, 14 tipos de climas: cálido árido (c-A), cálido semiárido (c-SA), cálido muy seco (c-MS), cálido seco (c-S), cálido húmedo (c-H), templado muy seco (t-MS), templado seco (t-S), templado húmedo (t-H), frío seco (f-S), frío húmedo (f-H), muy frío seco (mf-S), muy frío húmedo (mf-H), subnival muy húmedo (s-MH) y nival (N) (Corpoguajira-Invemar, 2008).

Para esta región, y como en todos los demás departamentos de Colombia, para las sociedades rurales y urbanas establecidas el suelo y el clima son los principales agentes naturales que intervienen en su sostenibilidad como cultura, en su producción agropecuaria como fuente de fibra y alimento y en la satisfacción de sus necesidades de agua. El departamento muestra una gran diversidad de suelos que se pueden categorizar desde muy jóvenes, jóvenes, maduros y viejos, con diferente profundidad. De manera general, en la región se presentan: suelos de montaña, suelos de lomerío, suelos de piedemonte, suelos de planicie y suelos de valles. El departamento se caracteriza por presentar numerosas reservas minerales, las cuales se distribuyen a lo largo de todo el territorio y son explotadas en muchos casos de forma artesanal y poco racional. Según el grupo al que pertenecen, los minerales que se encuentran en esta región se clasifican en: grupo I: metales y minerales preciosos (oro), grupo II: metales básicos (cobre, hierro, magnetita, níquel), grupo V: minerales industriales (yeso, barita, bauxita, sal), grupo VI: minerales energéticos (carbón mineral) y grupo VII: materiales de construcción (caliza, arcilla, mármol, material de arrastre).

La hidrografía se divide en 18 cuencas hidrográficas que se distribuyen por toda la superficie del departamento. Cada una de estas cuencas tiene, dependiendo de la longitud de su cauce principal, el número de tributarios y del área que abarca, una representatividad dentro del departamento. Las cuencas hidrográficas son: Cuenca del río Palomino, Cuenca del río San Salvador, Cuenca del río Ancho, Cuenca del río Rincón Mosquito, Cuenca del río Cañas, Cuenca del río Maluisa, Cuenca del río Jerez, Cuenca del río Tapias, Cuenca del río Ranchería, Cuenca del río Camarones o Tozarrazón, Cuenca del río Cesar y Cuenca del río Carraipía.

La identificación de zonas de vida al interior del departamento se basa en la clasificación propuesta por Holdridge, quien empleó los parámetros climáticos de biotemperatura y precipitación para determinar unidades homogéneas con elementos naturales indicativos como la vegetación. En La Guajira hay 15 formaciones vegetales correspondientes a dicha clasificación, las cuales son: matorral desértico subtropical (md-ST), monte espinoso subtropical (me-ST), bosque muy seco tropical (bms-T), bosque seco tropical (bs-T), bosque seco subtropical (bs-ST), bosque húmedo tropical (bh-T), bosque húmedo subtropical (bh-ST), bosque húmedo premontano (bh-PM), bosque muy húmedo premontano (bmh-PM), bosque húmedo montano bajo (bh-MB), bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB), bosque pluvial montano (bp-M), páramo pluvial subnival (pp-SN), tundra pluvial nival (tp-N) y nival (N).

De acuerdo con Conservación Internacional, la biodiversidad del departamento de La Guajira es bastante desconocida para la ciencia por lo que no se ha acopiado suficiente material de referencia que haya sido depositado en los museos de historia natural del país y el mundo. La comunidad de mamíferos podría estar conformada por cerca de 147 especies, repartidas en 12 órdenes, 35 familias y 102 géneros. La avifauna está compuesta por 535 especies distribuidas en 21 órdenes y 65 familias (Corpoguajira-MPX, 2012).

Su composición étnica es bastante variada, según el censo del 2005 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). El 44,9 % de la población guajira se reconoce a sí misma como indígena y el 14,8 % como afrocolombiana. Según los indicadores de desarrollo social y económico, La Guajira se encuentra notablemente rezagada frente al desarrollo general del país y de la misma Costa Caribe. El Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) del departamento es de 65,23 %; el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) también es bastante elevado: 79,8 %, lo que ubica a La Guajira como uno de los tres departamentos más pobres del país, junto con Chocó y Vichada.

Con base en el censo del 2005, se observa que apenas el 37,69 % de las viviendas tiene cobertura de alcantarillado y solo el 51,5 % de acueducto. La cobertura de los servicios de energía eléctrica y de gas natural es del 60,9 % y 34,1 %, respectivamente.

Las principales actividades del departamento son la minería (carbón en Albania; sal en Manaure; gas natural en los campos Chuchupa y Ballenas, ubicados en Manaure; y otros minerales, como caliza y yeso, en diferentes partes del departamento) y el comercio (en Riohacha y Maicao). La agricultura ocupa un lugar secundario en la región, en parte por la condición semidesértica de sus tierras en una gran área del departamento; la agricultura es mayoritariamente de subsistencia, basada en cultivos de ajonjolí, arroz, sorgo, maíz, algodón, caña de azúcar, yuca y tabaco (Gobernación de La Guajira, 2008).

Las vías de comunicación de La Guajira son precarias. La red de carreteras se encuentra conformada casi exclusivamente por tres vías: la Transversal del Caribe, la Transversal El Carmen-Puerto Bolívar y la Troncal del Carbón, las cuales intercomunican a los municipios de la Baja y Media Guajira, pero dejan excluida a la zona de la Alta Guajira, la cual es mayoritariamente indígena. Sobre este aspecto, La Guajira presenta un alto nivel de ruralidad, llegando al 45 %, teniendo en cuenta que el promedio nacional es del 24 % (PNUD, 2012).



CAPÍTULO 3

Calidad del agua de la zona rural del municipio de Riohacha

*René Echeverri Acevedo, Leanis Pitre Ruiz,
Isis Herrera Pérez, Angélica Mendoza Redondo, Katlin Rodríguez Ojeda.
Programa de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Guajira.*

3.1. Aspectos generales del municipio de Riohacha

El municipio de Riohacha está integrado por 14 corregimientos, 9 inspecciones de policía, 25 caseríos y más de 50 veredas. Los corregimientos que lo conforman son: Camarones, Tigreras, Choles, Matitas, Arroyo Arena, Galán, Barbacoas, Tomarrazón, Juan y Medio, Las Palmas, Cerrillo, Cotoprix, Monguú y Villa Martín.

Por su dinámica poblacional, en la zona rural del municipio de Riohacha se establecieron las siguientes zonas socioeconómicas: zona geoeconómica costera troncal del Caribe, zona geoeconómica corredor minero agropecuario Ebanal-Arroyo Arena, zona geoeconómica Barbacoas-Las Palmas y zona geoeconómica La Florida-Villa Martín (Alcaldía Mayor de Riohacha, 2001).

3.1.1. Corregimiento de Camarones

El corregimiento de Camarones se encuentra ubicado aproximadamente a 20 km al suroccidente de la ciudad de Riohacha, a un costado de la carretera Troncal del Caribe. Limita al norte con el Mar Caribe, al sur con el corregimiento de Tigreras, al oriente con la carretera Troncal del Caribe y al occidente con el Mar Caribe.

En el corregimiento de Camarones se encuentran las veredas Perico y Boca de Camarones; las rancherías: La Cachaca 2, La Loma, Puerto Caracol, El Arroyo,

El Horno, La Macolla, El Estero, La Plazoleta, Laguna Grande, La Enea, Guarcacha y Cari Cari; los caseríos: Cachaca 1, Puente Guerrero, El Colorado y El Ahumao. Además se encuentra el resguardo indígena wayuu Las Delicias, y el parque nacional santuario de fauna y flora Los Flamencos.

3.1.1.1. Aspectos ambientales

3.1.1.1.1. Agua

Las principales fuentes hídricas del corregimiento son los ríos Camarones y Tapias. Además del servicio prestado por estos ríos, el corregimiento cuenta con fuentes subterráneas y jagüeyes de gran importancia en la época de sequía. El agua de estas fuentes es utilizada para desarrollar las actividades domésticas, para el consumo humano y animal, y para la fabricación de ladrillos. Esta es distribuida por bombeo hasta un tanque elevado, desde donde esa transmitida a las redes; en algunos casos el servicio es suministrado a través de carro tanque. Las principales fuentes de contaminación del recurso hídrico se deben a la mala disposición de residuos sólidos, de excretas animales y humanas.

3.1.1.1.2. Suelo

El suelo del Corregimiento presenta características franco-arenosas con un elevado porcentaje de salinidad. El 25 % del territorio está representado por un asentamiento urbano, en donde sus habitantes se dedican a la cría de caprinos y al cultivo de pan coger; el 35 % es catalogado como área inundable, utilizada para la pesca en el área lagunar y para la extracción de sal; el 33 % corresponde a bosque subtropical desértico y a bosque muy seco subtropical (bms-ST), los cuales son utilizados para la ampliación de la frontera agropecuaria y para la extracción de uso doméstico, como la leña para la producción de carbón, y para la construcción de casas tradicionales; el 3 % corresponde a bosque de manglar y el 4 % a áreas carretables.

3.1.1.1.3. Flora

En la zona de influencia de la laguna Navío Quebrado, en la barra norte, se encuentran especies como el trupillo asociado con cardón, guamacho, cactus acompañado de vegetación de playa como el uvito, manzanillo y dividivi. Estas especies son aprovechadas para uso doméstico y algunas veces como alternativa económica. El cactus es utilizado para la construcción de cercas, para construir las casas típicas de los wayuu con la utilización del yotojoro.

En la zona occidental de la laguna se halla mangle salado, mangle bobo y zaragoza. En la zona sureste de la laguna se desarrollan especies como el olivo, el puy y el guayacán de bola.

3.1.1.1.4. *Fauna*

Hay gran variedad de aves, de las cuales se destaca el flamenco rosado, reconocido como especie insigne de la población; además se encuentran reptiles como las iguanas, las cuales se encuentran en vía de extinción debido a la presión ejercida por el hombre, ya que es utilizada para la preparación de platos gastronómicos típicos de la región. También se encuentra gran variedad de conejos y serpientes.

3.1.1.1.5. *Lugares de conservación*

En esta zona se encuentra el área protegida santuario de fauna y flora Los Flamencos, que tiene una extensión de 7.000 ha. Limita al este con el caserío del Ahumao, perteneciente al municipio de Riohacha, al occidente con la región de la Enea en el municipio de Dibulla, al norte con el Mar Caribe y al sur con la carretera Troncal del Caribe y predios de varios propietarios.

3.1.1.2. *Aspectos socioeconómicos*

3.1.1.2.1. Poblamiento y movilidad social

Según cuenta la tradición, el territorio que comprende el santuario de flora y fauna Los Flamencos y la zona amortiguadora fue habitado antes de la conquista española por los guanebucanes de la familia arawak, pueblo agricultor, pescador y navegante que construyó sus poblados cerca del mar y de las orillas de los ríos.

La población del casco urbano del corregimiento consta de 4.096 habitantes y 512 viviendas. Camarones fue fundada por los misioneros capuchinos en 1539. El nombre del poblado deriva de la pesca de estos crustáceos en las ciénagas, que constituye una de las bases de la economía de la población.

La conformación sociocultural de las personas que habita en la zona de amortiguación del santuario de flora y fauna Los Flamencos está determinada por dos culturas diferentes que han logrado compaginarse, tolerarse y vivir juntos en procura de un destino común.

Por un lado están los *arijunas* (no indígenas), que son la mayoría y que ostentan estatus superior, y los indígenas wayuu, callados, conformistas y al mismo tiempo descomplicados.

El *arijuna* ha tenido mayor acceso a la educación y algunos han logrado destacarse en el ámbito nacional, como el almirante José Prudencio Padilla, héroe de la Independencia, y el doctor Luis Antonio Robles.

Los habitantes viven de la pesca, del comercio (ventas de alimentos, bebidas y artesanías) y del empleo (entidades del Estado). Algunos también de la ganadería bovina y de la agricultura. Los indígenas wayuu toda su vida han vivido del aprovechamiento de los recursos naturales, principalmente de la pesca (camarón y peces) y de la agricultura. La pesca es por excelencia el recurso natural renovable máspreciado de la región, y constituye la base fundamental de la alimentación; es un recurso sobreexplotado y mermado en las lagunas o salinas por su mal manejo y por el deterioro de todo el ecosistema lagunar.

Históricamente el corregimiento ha estado ligado a la cabecera municipal de Riohacha, pero se hace necesario reorganizar el municipio como un **área** metropolitana que incluya esta zona como parte integrante del **área** urbana de Riohacha para que así sus habitantes puedan tener acceso a recursos que hoy día no están a su alcance.

3.1.1.2.2. Economía

La principal actividad que ha practicado esta comunidad es la extracción de sal de las lagunas “salinas”. Durante el verano, cuando estas se secan, se favorece la extracción, llegando a producir más de 1.000 toneladas anuales. Otras actividades económicas de los habitantes de este corregimiento son las que se enuncian a continuación: ganadería y pesca.

3.1.1.2.2.1. Ganadería

Merece mención especial la cría de caprinos, que es una actividad ancestral practicada principalmente por los wayuu, pero que también practicaban los arijunas. En la zona de amortiguación puede haber más de 2.500 cabezas de ganado. La ganadería bovina es practicada principalmente por los arijunas; en el **área** de amortiguación hay más de 1.500 cabezas. De la ganadería caprina y bobina obtienen leche, carne, piel, etcétera.

3.1.1.2.2.2. Pesca

En la actualidad la actividad pesquera se efectúa exclusivamente de forma artesanal a través de las embarcaciones con motor fuera de borda, con una eslora promedio de 8,5 m. Dentro de las especies de mayor importancia co-

mercial, frecuencia y volumen de captura se encuentran: jurel, sierra, carite, pargo, bonito, boca colorá, pargo pluma y picúa. Existe una actividad pesquera paralela de tipo semi-industrial, en las costas de La Guajira, efectuada por barcos pesqueros tipo florida, de 18 m de eslora, aproximadamente, de arrastre por la banda para la captura de camarón y pesca blanca, provenientes fundamentalmente de Cartagena de Indias.

3.1.1.2.3. Infraestructuras

El casco urbano del corregimiento cuenta con un centro de salud, inspección de policía, una escuela de primaria, un colegio de bachillerato, un parque y una iglesia. La calle principal está pavimentada con asfalto, ya que antes esa era la vía Riohacha-Santa Marta. La mayoría de las viviendas están construidas en bahareque, mampostería y barro repellado con cemento. Sus localidades cuentan con la siguiente infraestructura:

3.1.1.2.3.1. Perico

Escuela de primaria, juegos recreacionales construidos por la empresa Carbocol y capilla.

3.1.1.2.3.2. Ahumado, Cari Cari y el sector de Boca de Camarones

Cada uno cuenta con una escuela. Sus viviendas están construidas en bahareque, mampostería y barro repellado con cemento (Alcaldía Mayor de Riohacha, 2001).

3.1.2. Corregimiento de Tigreras

El corregimiento de Tigreras se encuentra ubicado a 45 kilómetros hacia el sur de Riohacha, a 2 km de la Troncal del Caribe. Limita al norte con el corregimiento de Camarones, al sur con la Sierra Nevada de Santa Marta, al oriente con el corregimiento de Choles y al occidente con el municipio de Dibulla. Comprende las vereda de Pelechua y Ebanal; los caseríos de Puente Bomba, y las fincas El Canal, La Sierra, La Jupana, El Peaje, El Mango y El Carmen.

3.1.2.1. Aspectos ambientales

3.1.2.1.1. Agua

La principal fuente hídrica del corregimiento es el río Tapias. Además cuenta con el canal de El Roble, y algunos pantanos y jagüeyes. Para el abastecimiento de las viviendas del casco urbano del corregimiento se cuenta con pozo

anillado, del cual el agua es extraída por medio de una turbina eléctrica que la envía a un tanque elevado y de este es distribuida a toda la población.

3.1.2.1.2. Clima

La población cuenta con clima templado, con temperaturas de 27 °C aproximadamente.

3.1.2.1.3. Suelo

El 75 % del territorio presenta un relieve plano con características de tipo franco-arenoso; el 25 % restante presenta un relieve quebrado con características de tipo franco-arcilloso.

3.1.2.1.4. Flora

El corregimiento cuenta con una vegetación variada, en la cual abundan el trupillo, el guaricho, la tuna, el cardón, el dividivi, el ébano, el roble, la ceiba, la coca, el olivo, el maicocio, el orejero, el piñón, el tres orquestas, el guácimo y el jobito, entre otros.

3.1.2.1.5. Fauna

Dentro de las especies nativas que se encuentran, algunas en vía de extinción, están el saíno, el cuáquero, el macanéala, las guacharacas, las iguanas, el rey guajiro, pericos, cotorras, las palomas guarumeras, canarios y monos

3.1.2.2. Aspectos socioeconómicos

3.1.2.2.1. Poblamiento y movilidad social

El corregimiento de Tigreras fue fundado hace más de 120 años por Baltasar Bolaños, Miguel Domingo Miranda, María Meche, Juanchito Bueno y Carlos Choles Sierras. Fue nombrado así por la cantidad de tigres que se encontraban en este lugar.

Cuenta con 1.134 habitantes distribuidos en 269 viviendas. El casco urbano de Tigreras cuenta con un número aproximado de 534 habitantes en 110 viviendas. En el corregimiento se celebran las fiestas patronales de San José los días 18 y 19 de marzo y las fiestas del Divino Niño en el mes de septiembre.

3.1.2.2.2. Economía

Cuenta con una economía agrícola y ganadera. Se cultiva a mediana escala maíz, sorgo, tomate, ají, algodón, yuca, plátano, auyama, ajonjolí, patilla,

melón, frijol, entre otros. Actualmente existe un baja de sus productos por la falta de mercado, lo que origina el aumento de desempleados en la zona y un bajo nivel económico para las familias. Todas las viviendas pertenecen a estrato de nivel uno.

3.1.3. Corregimiento de Choles

El corregimiento de Choles está localizado a 33 km hacia el sur del municipio de Riohacha, a 10 km de la Troncal del Caribe. Limita al norte con el corregimiento de Camarones, al sur con el corregimiento de Juan y Medio, al oriente con el corregimiento de Matitas y al occidente con el corregimiento de Tigreras.

El corregimiento de Choles está conformado por las veredas de Anaime y Comejenes; y las fincas Bojote, Blanco, Los chorros, la Justicia, Candilal, Casa Grande, Linda Ermes, Bureche, los Cocos, el Puente, Rancho Gómez, la Joya, la Montaña, los Dos Caños y la Guayana.

3.1.3.1. Aspectos ambientales

3.1.3.1.1. Agua

La principal fuente hídrica del corregimiento de Choles es el río Tapias, el cual se encuentra ubicado a 200 m del casco urbano. En él desembocan varios arroyos, como El Giracal y Piedra Blanca.

3.1.3.1.2. Suelo

Las tierras son planas, por lo tanto en períodos de invierno el canal Robles las inunda por el aumento del caudal.

3.1.3.1.3. Flora

Entre la vegetación típica se cuentan jobito, chimbo, guácimo, mulato y algarrobo, y en la ribera del río hay guadua, higuierón, guamo, caracolí y roble, entre otros.

3.1.3.1.4. Fauna

Entre las especies silvestres se encuentran palomas, perdices, guacharacas y conejos; son especies en vía de extinción guartinajas, venados, manchangalas, iguana, morrocayos y puercos ponche.

3.1.3.2. Aspectos socioeconómicos

3.1.3.2.1. Poblamiento y movilidad social

Choles debe su nombre al apellido de su fundador, el señor José Choles, oriundo del corregimiento de Camarones. Cuenta la historia que cualquier día del año 1909 José Choles salió de cacería y se cautivó con el paisaje natural del lugar que hoy se conoce como “la Sierrita”, entonces decidió construir allí una enramada para protegerse del sol y las lluvias. Este sitio se volvió popular entre las personas que traficaban por el lugar y para identificarlo empezaron a llamarlo por el apellido Choles.

3.1.3.2.2. Economía

La población de Choles se dedica a la agricultura y a la compraventa de productos traídos de Riohacha, Maicao y otras poblaciones cercanas. El 80 % de esta tierra está en manos de latifundios y el 20 % en manos de pequeños agricultores, quienes en su mayoría han adquirido sus predios por herencia. Los campesinos de esta zona se dedican a la siembra de cultivo de maíz, yuca, plátano, tomate, ají, melón, berenjena, papaya, frijol, sorgo, etcétera. También se dedican a pequeñas crías de ganado porcino y bovino, y a la producción de especies menores, como gallinas y pollos.

3.1.4. Corregimiento de Matitas

El corregimiento de Matitas está localizado al sur de Riohacha, a 14 km de la Troncal del Caribe y 2,5 km del río Tapias. Limita al norte con el corregimiento de Camarones, al sur con los corregimientos de Tomarazón y Juan y Medio, al oriente con Arroyo Arena y al occidente con el corregimiento de Choles.

3.1.4.1. Aspectos ambientales

3.1.4.1.1. Agua

El corregimiento es bañado por el canal Robles y se encuentra aproximadamente a 2,5 km del río Tapias.

3.1.4.1.2. Fauna

Se registran entre otras especies: conejo, armadillo, tigre, tigrillo, babilla, cuáquero, puerco ponche, guara. Entre los peces están: liza, coroncoro, mojarra y picúa. Las aves más comunes son: garza, perdiz, paloma, turpial, pica palo, palguarata y oropel. También se encuentran, aunque en vía de extinción, morrocayos y serpientes.

3.1.4.1.3. *Flora*

En la región se encuentran especies como trupillo, algarrobo, espinito, jovita, guácimo, guayabito, aceituna, brazil, maíz tostao, tuna, cardón, pichihueles, dividivi, toco, matarratón, mulatos, ceiba, guayacán, cotoprix, helecho criollo y guama criolla, entre otras.

3.1.4.1.4. Suelo

70 % del suelo es plano, 10% ondulado y 20% quebrado.

3.1.4.1.5. Áreas de conservación

Arroyo del Canal y la Laguna Salvaje.

3.1.4.2. *Aspectos socioeconómicos*

3.1.4.2.1. Poblamiento y movilidad social

Matitas fue poblada por personas provenientes de Riohacha, Camarones y los pueblos de la Troncal del Caribe. Entre los primeros habitantes se encuentran: Cayetano Rojas, Juanchito Amaya, Agustín Pinto, entre otros, quienes llegaron en tiempo de cosecha y se establecieron allí conformando el poblado de Caracolí, Anaime o Pindolas, el cual estaba ubicado en la ribera del río Tapias, ya que estas tierras eran buenas para la agricultura y la ganadería.

A causa de las constantes crecientes del río, estas personas debieron buscar tierras altas y fue así como llegaron al lugar denominado Matitas, en el que abundaban diversas especies de plantas pequeñas. Posteriormente se formaron los pueblos de El Ebanal, Tigreras, Comejenes, Choles y Anaime; con el paso del tiempo se fue consolidando este corredor, que poco a poco se fue convirtiendo en la despensa agrícola de la región y en el mayor abastecedor de productos agrícolas del municipio de Riohacha en cualquier período del año.

Matitas inicialmente era un caserío del municipio de Riohacha, cuando La Guajira era comisaría del departamento del Magdalena. Luego se convirtió en una inspección de policía y finalmente, por iniciativa de Germán Romero en el Consejo Municipal de Riohacha, se elevó a la categoría de corregimiento.

Las fiestas patronales de Matitas son las de la Virgen del Carmen, que se celebra el 16 de julio, y las fiestas del Divino Niño, en el mes de septiembre; en cualquier época del año los indígenas y los cristianos realizan programas especiales.

La población promedio del casco urbano del corregimiento de Matitas es de 1.230 personas, entre criollas, mestizos e indígenas, con 262 viviendas.

3.1.4.2.2. Economía

El soporte económico de Matitas ha sido la agricultura y la ganadería. Primero se producía arroz, algodón, maíz y otros cultivos en pequeña y mediana escala. Luego, con la construcción del canal Robles, se facilitó la siembra de otros cultivos, generando un impacto económico positivo en la zona.

Otra alternativa económica del corregimiento es el cultivo de la palma africana, iniciativa reciente desarrollada con aportes privados y de la comunidad; este proyecto se inició en el segundo semestre de 2000 con 50 hectáreas; la meta total del proyecto son 3.000 hectáreas cultivadas con palma africana para proyectarse como zona agroindustrial.

3.1.5. Corregimiento de Arroyo Arena

Arroyo Arena se encuentra ubicado entre la vía que conduce de Riohacha a Valledupar, exactamente a 30 km de Riohacha. Limita al norte con el caserío de El Abra, al sur con Barbacoas, al este con Matitas y al occidente con Monguít.

3.1.5.1. Localidades

El corregimiento de Arroyo Arena comprende las veredas Loma Larga, la Ceiba, Brasil, los Lechosos, los Magueyes, los Cerritos y Perevere; las fincas San Marcanda N° 1 y 2, la Mora, la Gitana, la Paulina, Paso del Río, Magangué, Rosario Elena, los Cocos, el Guáimaro, el Carmen, los Piñones, la Esperanza, los Tamacos, los Magueyes, la Remacha, el Toro y el caserío El Abra.

3.1.5.2. Aspectos ambientales

3.1.5.2.1. Agua

La principal fuente de agua del corregimiento de Arroyo Arenas es un pozo subterráneo que extrae el líquido por medio de una turbina eléctrica.

3.1.5.2.2. Suelo

El corregimiento de Arroyo Arenas cuenta con 3.420 hectáreas distribuidas de la siguiente forma: 800 hectáreas aptas para la ganadería, 750 hectáreas para la agricultura y las restantes son terrenos poco utilizados por estar en terreno montañoso.

3.1.5.2.3. Fauna

El corregimiento posee una gran variedad de fauna, dentro de la cual se destacan: conejo, venado, cauquero y morrocón. Arroyo Arena es llamado el palacio de la iguana, en donde además se encuentran distintas variedades de reptiles, como la culebra cascabel.

3.1.5.3. Aspectos socioeconómicos

3.1.5.3.1. Población

Su nombre se debe al tramo del río totalmente cubierto de arena. El casco urbano del corregimiento cuenta con una población de aproximadamente 188 habitantes, distribuidos en 48 viviendas.

3.1.5.3.2. Economía

El corregimiento de Arroyo Arena es netamente agropecuario. Sus habitantes se dedican al cultivo de maíz, ají, yuca y sorgo. También se dedican a la producción de ganado doble propósito.

3.1.6. Corregimiento de Barbacoas

El corregimiento de Barbacoas se encuentra ubicado hacia el sur de la cabecera municipal. Limita al norte con el corregimiento de Arroyo Arena, al sur con el corregimiento de Tomarrazón, al este con el corregimiento de Monguí, Cotoprix y Cerrillo; y al oeste con el corregimiento de Matitas. Tiene una extensión habitada de tres hectáreas, distribuidas en dos calles, cuyo número de habitantes es de 307 y 74 viviendas en el casco urbano del corregimiento.

El corregimiento de Barbacoas presenta las siguientes fincas: La Gua, San Martín, La Florida, Rojas Pinilla, La Coruita, Monteción, El Bajero N° 1 y 2, El Paraíso, La Crítica, La Soledad, Tatíca y Malantanto.

3.1.6.1. Aspectos ambientales

3.1.6.1.1. Fauna

Entre las especies de animales más comunes se encuentran: armadillos, guacharacas, manchangalas, venados, conejos, iguanas, torcazas, perdices, toda clase de serpientes, babillas y ponches, entre otros.

3.1.6.1.2. Flora

Entre las especies vegetales se encuentran: jobito chimbó, jobito blanco, ceiba blanca, palma de vino, anamú, entre otros.

3.1.6.2. Aspectos socioeconómicos

3.1.6.2.1. Poblamiento y movilidad social

Del corregimiento de Barbacoas se dice que de las grandes haciendas cercanas al mar se escapaban los esclavos y estos se asentaban en las orillas de los ríos, por la abundante agua y la fertilidad de las tierras cercanas. Entre la variedad de peces existente se encuentra el “guabino”, que era conocido entre los afroguajiros con el nombre de “Barbacoas”; por la abundancia de este pez se denominó así al caserío, el cual hoy se ha erigido como corregimiento. Barbacoas cuenta con una población de mil (1.000) habitantes, en su mayoría dedicados a la agricultura y la ganadería.

La mayoría de sus pobladores son de origen afroguajiro. Los rasgos físicos característicos del hombre: corpulencia, musculatura robusta, tez morena, cabello rizado y estatura regular.

También hacen parte de ella inmigrantes de los departamentos de Córdoba y Sucre, que llegaron a este lugar en busca de trabajo y con el tiempo se asentaron de manera definitiva hasta el punto de formar numerosas familias.

3.1.6.2.2. Economía

En Barbacoas se presentan grandes extensiones de tierras fértiles, bañadas por las aguas del río Barbacoas. La población campesina se favorece poco de los productos de estas tierras por las siguientes razones: hay latifundios –se pueden observar grandes extensiones de tierra no explotadas por los propietarios– que cuando son trabajados se emplean maquinarias agrícolas que reemplazan el trabajo del hombre. La economía está basada principalmente en la agricultura.

3.1.7. Corregimiento de Galán

El corregimiento de Galán se encuentra ubicado al sur de Riohacha, a partir del sitio denominado La Florida hasta la población, a 7 km de la vía que conduce a Valledupar; esta zona presenta extensas praderas, fauna y flora típicas del clima tropical.

Al corregimiento de Galán le corresponden las siguientes veredas: San Inco-la, Mandinga 1 y 2, La Lola, y las fincas la Quebrada, Sarcital, Jacob, La Loma, La Sabana, Las Delicias, Palmar de María, Los Altos, Yusurú, Puche, El Río y Santa Elena. Hacia el sector rural del corregimiento se encuentra la ranche-ría indígena de los González Epiayú.

3.1.7.1. Aspectos ambientales

3.1.7.1.1. Agua

La población cuenta con una fuente de agua (río Galán) del cual se abastecen para suplir sus necesidades.

3.1.7.1.2. Suelo

Posee una cobertura de aproximadamente 4.012 hectáreas, de las cuales 600 hectáreas se usan para pasto y 780 son de cultivos de maíz, yuca, plátano, ajonjolí, patilla, melón, papaya, fríjol y auyama.

3.1.7.1.3. Fauna

Cuenta con una gran variedad de especies, de las cuales muchas se encuentran en vía de extinción (conejos, iguanas, venados, armadillos, entre otras).

3.1.7.2. Aspectos socioeconómicos

3.1.7.2.1. Poblamiento y movilidad social

Anteriormente esta comunidad se llamaba Almacigo, debido a que en este caserío había una gran cantidad de árboles de este nombre. El nombre que lleva hoy en día se debe a que aquí murió un líder de la comunidad llamado José Antonio Galán. El casco urbano cuenta con 154 viviendas, de las cuales 75 % son de material y 25 % son de barro; cuenta con cerca de 589 habitantes.

3.1.7.2.2. Economía

La mayoría de los habitantes del corregimiento se dedican a la ganadería y la agricultura. Los principales cultivos son de yuca y maíz, y a pequeña escala fríjol, ajonjolí y patilla, productos que son vendidos en la capital por ser la ciudad más cercana.

3.1.8. Corregimiento de Tomarrazón

Tomarrazón está ubicado en la zona sur del municipio de Riohacha, a 46 km de distancia. Tomando la Troncal del Oriente que conduce a Valledupar, en un punto denominado La Florida, se inicia el acceso hasta Tomarrazón, o Treinta, como también se le conoce. La población está ubicada en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta; limita al norte con el corregimiento de Galán, al sur con el corregimiento de Juan y Medio, al oriente con el corregimiento de Cotoprix y al occidente con la vereda La Gloria.

Entre las veredas que pertenecen al corregimiento están: Majacinta, El Cañal, La Loma, El Colon, Medina, Guadualito, Santa Cruz, Paraquito, Corralito, Mandinga, La Yegua, La Viviana, Sabana Larga, Los Remedios, Canarias, Candela, Tres Vías, Los Barriales, San Esteban, Las Marimondas, Las Comparticiones, El Yuyal, El Charal, Arroyo Hondo, La Piedra Blanca, El Toro El Campamento, Tapia, Santa Rita, San Pablo, La Estancita, Granito De Oro y El Cacaotal. De este corregimiento también hacen parte los caseríos La Gloria, Los Gorros y Los Lomitos.

3.1.8.1. Aspectos ambientales

3.1.8.1.1. Agua

La fuente hidrográfica más importante que tiene la población y la región la constituye el río Tomarrazón o Barbacoas, que recorre la región de occidente a oriente. Este ha sido un río de abundantes aguas cristalinas y frescas, protegido por una exuberante vegetación. Otras de las fuentes importantes para la comunidad son los arroyos Matahambre y Majacinta; a este último se encuentra conectado el acueducto que abastece a la comunidad.

3.1.8.1.2. Suelos

La mayoría de los suelos conservan características deseables para la producción agrícola, tanto en las zonas de topografía plana como en las pendientes; en su mayoría tiene buenas condiciones de fertilidad, sobre todo en la primera cosecha.

En la actualidad son utilizados para la agricultura sin ninguna tecnología de manejo, lo que amenaza con deteriorar la capa vegetal y con ello la materia orgánica por las constantes quemas y desmontes de algunas quebradas que con las lluvias son arrastradas dando eminentes muestras de erosión.

3.1.8.1.3. Flora

En cuanto a la vegetación se encuentran praderas y sabanas, utilizadas para la cría de ganado bovino, caprino y caballar. En la región occidental, más específicamente en la zona conocida como Majacinta y Colon, hay pequeños bosques tropicales. Las especies vegetales más comunes en esta región son caracolí, guamo, piñón, orejero, algarrobo, roble, ceiba de leche, campano, guácimo, higuerón, etcétera.

3.1.8.1.4. Fauna

En el corregimiento hay gran variedad de especies: guartinajas, armadillos, saínos, venados, armadillos; aves como loros, pericos, rey guajiros, papagayos, palguaratas, entre otros. Cabe mencionar que algunas de estas especies se encuentran en vía de extinción.

3.1.8.2. Aspectos socioeconómicos

3.1.8.2.1. Poblamiento y movilidad social

Según cuentan algunos antepasados, a Tomarrazón inicialmente se le conocía como Sincerín. La historia del cambio de nombre surgió cuando colocaron en esta población el único medio de comunicación de la región, un telégrafo, convirtiéndose en un sitio de reunión y concentración de combatientes de la Guerra de los Mil Días, para recibir y enviar mensajes que iban con destino a los pueblos aledaños y viceversa. También se le conoce como Treinta porque en sus inicios el pequeño poblado tenía 29 casas más la oficina telegráfica.

El período que se conoce como la fundación del caserío, antes, durante y después de la Guerra de los Mil Días, se da entre los años 1899 y 1912. Después comienza un período prolongado de convivencia pacífica entre sus habitantes. En 1912, por iniciativa de sus habitantes, se construyó la iglesia, la cual se convirtió en un sitio de reunión para la convivencia religiosa y espiritual de los pobladores. A partir de este momento fueron mejorando las costumbres religiosas y culturales. El corregimiento cuenta con 6.669 habitantes distribuidos en 482 viviendas.

3.1.8.2.2. Economía

La actividad económica de la población se basa en la producción agropecuaria, practicada en pequeñas escalas y con escasas tecnologías. Los productos principales son los cultivos de pancoger, siendo la yuca uno de los productos bandera de la región, además del maíz, fríjol, patilla y algunos árboles frutales tropicales, entre otros.

Se desarrolla también en proporciones notables la cría de ganado bovino, caprino, porcino, y de aves de corral, por lo tanto hay producción de algunos productos y subproductos comerciales como leche, queso, huevos, pieles, teniendo como mercado de venta más próximo la ciudad de Riohacha, de donde se traen la mayoría de elementos de consumo, como textiles, algunos alimentos, textos escolares, materiales de construcción, etcétera.

3.1.8.2.3. Infraestructura

La población cuenta con una escuela para primaria y bachillerato, un puesto de salud con médico general y odontólogo permanente, un parque, un matadero, una caseta comunal, y alcantarillado y acueducto que funcionan de manera irregular.

3.1.9. Corregimiento de Juan y Medio

El corregimiento de Juan y Medio tiene sus límites al norte con el corregimiento de Matitas, al sur con el municipio de Distracción y el corregimiento de Las Palmas, al oriente con el corregimiento de Tomarrazón y al occidente el corregimiento de Las Palmas.

Está formado por las veredas Nuevo Horizonte, Calambé, Las Américas, El Pozo, San Antonio, Los Monos, Casita Vieja, Jobo, El Palomo, La Porfía, La Playa, Las Colonias, Naranjal, El Cañal y La Guillermina. Y los caseríos de Los Moreneros, El Carmen, El Silencio y Cascajalito.

3.1.9.1. Aspectos ambientales

3.1.9.1.1. Agua

Las principales fuentes hídricas del corregimiento son el río San Francisco y el río Tapias, sus aguas son utilizadas para consumo humano y los sistemas de producción (agricultura y ganadería).

3.1.9.1.2. Suelos

Los suelos en el corregimiento de Juan y Medio presentan condiciones aptas para la agricultura; el 45 % de ellos se utiliza para cultivos, el 15 % corresponde a los bosques primarios, el 25 % pertenece a los asentamientos urbanos y 15 % restante está cubierto por aguas superficiales.

3.1.9.1.3. Flora

En el corregimiento predomina la vegetación arbórea, arbustiva y gramínea, utilizada especialmente para la extracción de maderables y para fines medicinales.

3.1.9.1.4. Fauna

En la región aún se encuentran especies nativas como la guartinaja, los cuáqueros, los saínos, armadillos y venados, entre otros.

3.1.9.2. Aspectos socioeconómicos

3.1.9.2.1. Poblamiento y movilidad

El proceso de colonización del corregimiento de Juan y Medio inició hace aproximadamente 70 años. La primera casa la construyó el señor Juan, de gran estatura y muy trabajador (trabajaba de seis de la mañana a seis de la tarde), quien decía de sí mismo que era hombre y medio, por lo que la población se quedó con este nombre. Cuenta con una población de 846 habitantes, en 206 viviendas; el casco urbano de Juan y Medio posee 350 habitantes en 65 viviendas.

3.1.9.2.2. Economía

El sistema económico del corregimiento gira en torno a las actividades agrícolas, fundamentalmente se da el cultivo de yuca, maíz y frijol, y en menor proporción se presentan actividades pecuarias representadas en la cría de ganado bovino y caprino.

3.1.9.2.3. Infraestructura

El corregimiento cuenta con una escuela de tres aulas, un puesto de salud, salón comunitario, restaurante escolar y hogares comunitarios pertenecientes al Instituto de Bienestar Familiar.

3.1.10. Corregimiento de Cerrillo

El corregimiento de Cerrillo está ubicado en el trayecto de la carretera que conduce de Riohacha a Valledupar. Está constituido por las veredas de Las Mercedes, Buena Fe, La Amarilla, Mi Chocita, La Piedrecita, Casa Nueva, Los Melones, La Estrella, Marianto y el caserío de Cerro Peralta.

Cerrillo está situado en medio de una pequeña serranía que se desprende de las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, que por su baja altura es conocida como Sierrecita o Cerros Pequeños; de allí es de donde se deriva el nombre de Cerrillo.

3.1.10.1. Aspectos ambientales

3.1.10.1.1. Suelo

Cuenta actualmente con una cobertura del suelo de 844 hectáreas distribuidas así: 70 % es utilizado por los dueños para la ganadería, 25 % para la

explotación de cultivos agrícolas, 1,4 % de bosques y el resto es donde se encuentra ubicado el pueblo.

3.1.10.1.2. Flora

Cuenta con una vegetación conformada por las siguientes especies: guayabito, cedro, tupio, puy, corazón, pino, ceiba y guaduales, entre otros. Estos árboles son utilizados para la elaboración de corrales, casas y como combustible para preparar los alimentos.

3.1.10.1.3. Fauna

Existen varias especies de animales silvestres en la zona, destacándose la manchanga, saínos, venados, armadillos, palomas, cotorras, tigres e iguanas, entre otros. Actualmente se están extinguiendo las especies.

3.1.10.1.4. Problemas ambientales

Presenta en pequeñas escalas inundaciones, cuando el período lluvioso se hace muy fuerte. Además de ello, se encuentra expuesto a incendios y huracanes.

3.1.10.2. Aspectos socioeconómicos

3.1.10.2.1. Poblamiento y movilidad social

Antes de su nacimiento este era un punto que se utilizaba como sitio de descanso por las personas que explotaban la tierra en períodos de cosecha; estas personas venían de diferentes puntos de la región a cultivar las tierras más apropiadas y una vez cosechadas emigraban a su sitio de origen.

Gran parte de la población son nativos, nacidos y criados en Cerrillo, pero también hay un gran número de habitantes que no nacieron en el pueblo, que vienen de otros lugares de Colombia, como Córdoba, Magdalena, Platto, Cesar, y algunas de las zonas aledañas al corregimiento, quienes se han trasladado a la zona por diversas razones: problemas familiares, relaciones conyugales con nativos, en busca de un mejor bienestar y por tranquilidad, ya que esta es una zona de paz. Así mismo, en Cerrillo habita un grupo de indígenas wayuu que se radicaron en el pueblo casi desde la misma época de su fundación.

En la comunidad se celebran las fiestas patronales de la Virgen del Carmen, 16 de julio, con una serie de eventos que se realizan durante los dos (2) días de fiestas. Una de las actividades más importantes que se realizan es el día

deportivo, cuando participan muchas personas de la comunidad en las distintas disciplinas. Después del día deportivo se lleva a cabo el día de la patrona, que comienza con bautizos, misas, procesiones y finalmente el baile popular. La comunidad cuenta con una frondosa ceiba, junto a la que la comunidad se reúne para charlar y parrandear.

3.1.10.2.2. Economía

En Cerrillo sus habitantes se dedican a la explotación de la tierra; algunos a la cría de bovinos para el consumo de ellos mismos, esto a causa de la falta de dinero para invertir en la tierra y a las pocas oportunidades que se les brinda por parte del gobierno. Este es un corregimiento muy olvidado, lo que trae como consecuencia pobreza y falta de oportunidades. Además, no cuenta con una buena relación de tipo comercial, dado que solo se comercializa leche, maíz y ajonjolí, entre otros productos, en cantidades mínimas.

3.1.11. Corregimiento de Cotoprix

Este corregimiento se encuentra ubicado en la Media Guajira, a 45 km de la capital del departamento, sobre la carrera que comunica a este con el sur de la Guajira. Limita el norte con el corregimiento de Cerrillo, al sur con el municipio de Hato Nuevo, al oriente con los corregimientos de Villa Martín y Cuestecita, y al occidente con los corregimientos de Galán y Tomarrazón.

3.1.11.1. Aspectos ambientales

3.1.11.1.1. Suelo

La región en donde está ubicado Cotoprix es en su mayor parte plana, con el contraste que al sur se encuentran las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, en donde se encuentra el nacimiento del río. Estas tierras son aptas para la agricultura y la ganadería vacuna; en menor escala se encuentra ganado equino, caprino y porcino.

3.1.11.1.2. Clima

El clima de esta región es cálido, aunque ha sufrido modificaciones ya que los veranos son más largos y las temperaturas más altas; esto ha dado como resultado que el agua sea más escasa en las riberas de las microcuencas y las cosechas menos productivas. Dicha situación se debe a la deforestación, la tala y la quema indiscriminada de los bosques. En la zona se dan dos estaciones claramente definidas: verano e invierno.

3.1.11.1.3. Flora

La vegetación es muy variada. Los árboles más comunes son: cerezo, mangarrote, jobo, peruétano, diferentes clases de ceiba, mango, guácimo, roble, matarratón, algarrobillo, caracolí y otros.

3.1.11.1.4. Fauna

Este corregimiento es rico en fauna. Cuenta con diferentes tipos de especies de animales: conejo, iguana, machangala, guara, armadillo, venado, cuáque-ro, saíno, morroco y ardilla. Aves: loro, guacamaya, diferentes clases de palomas, sinsonte, chupaflor, rey guajiro, canario, turpial, etcétera.

La mayoría de estas especies, tanto vegetales como animales, se encuentran en vía de extinción. Los árboles y arbustos son destruidos por la quema y la tala, lo mismo que los animales, que son cazados por el hombre, algunos para el consumo humano y otros para la comercialización ilegal de los mismos. Cabe destacar, por su ausencia, la poca labor de control ejercida por Corpoguajira.

3.1.11.1.5. Lugares de conservación

El corregimiento de Cotoprix cuenta con sitios de atracción turística como son: Mandinga, Pozo Redondo, Los Pozones, entre otros, los cuales se encuentran en estado lamentable ya que han sido abandonados por los moradores a raíz de la inseguridad que reina en la zona. El cambio de clima también ha contribuido a la desaparición de estos sitios, al igual que la quema y la tala indiscriminada. Estos sitios, de recuperarse, en especial Pozo Redondo, pueden servir de ayuda económica a la población.

3.1.11.2. Aspectos socioeconómicos

3.1.11.2.1. Poblamiento y movilidad social

Cotoprix fue fundado en la década de 1960 por habitantes de un pueblo llamado Moreno, el cual desapareció en esa misma fecha porque sus fueron atacados por indígenas que quemaron sus viviendas. En su huida, algunos miembros de las familias llegaron a la ribera de un río donde se encontraban varios árboles, en especial uno muy frondoso y acogedor llamado Cotoprix, el cual sirvió como punto de partida para el establecimiento de viviendas: de allí el nombre del río y de este corregimiento.

El cotopricero es una mezcla de blanco y negro, es decir, mulato; aunque existen familias negras, blancas y mestizas, y en la comunidad también se hallan familias indígenas. La relación entre los habitantes es buena.

El cotopricero es por definición amable, honesto, alegre y fiestero; esa personalidad le permite dar rienda suelta a ese espíritu folclórico y bullanguero que desde el lejano pasado lo destacó como uno de los mejores organizadores del carnaval en la región. Es costumbre celebrar allí las fiestas patronales de San Juan Bautista, las cuales se realizaban el 29 de agosto, día de su muerte, pero desde el año 1974, por iniciativa del señor Manuel Acosta, corregidor de esa época, se cambió la fecha al 24 de junio, día del nacimiento de San Juan.

Desde el año 2000, un grupo de jóvenes inquietos e impulsores del progreso, con apoyo de algunas personas de la comunidad que creyeron en sus capacidades, le abrieron un nuevo capítulo a la historia agregándole un ingrediente esencialmente folclórico a sus fiestas patronales a través del “El festival de la alegría”, nombre ideal el de este evento para hacerse un homenaje a sí mismo, en especial en la memoria de aquellos personajes que han representado con autenticidad y distinción a la rama cotopricera.

La religión que practica la mayor parte de comunidad es la católica. El cotopricero, como buen cristiano, siempre ha tenido su apoyo en su santo patrono, San Juan Bautista. Su primera iglesia fue construida en el año 1910, la segunda en la década de 1950 y la última en la década de 1980. Esta capilla moderna fue construida por el aporte del departamento, durante el gobierno del doctor Román Gómez Ovalle, y de la comunidad.

3.1.11.2.2. Economía

Los habitantes de Cotoprix se han dedicado todo el tiempo a la agricultura y la ganadería. Los de un grupo muy reducido se desempeñan como empleados oficiales y se ocupan en otras labores de tipo informal. El desarrollo del corregimiento se debe gracias a la productividad y fertilidad de sus tierras. Hoy día, gracias al avance y el crecimiento de la población, se ha fortalecido la parte comercial, con múltiples establecimientos. Con relación a la agricultura, el maíz y la yuca son los principales productos de la región; el cultivo del algodón se dio en gran escala en las décadas de 1960 y 1970, y luego fue remplazado por el sorgo. También se produce plátano, guineo, malanga, ñame, auyama y fríjol. Estos productos, en su mayoría, son transportados del sitio de producción en lomo de burro, por el mal estado en las vías de penetración, y al llegar a la población son transportados hacia la capital del departamento, que es el centro de comercio más cercano. Allí son vendidos de manera informal, dando pie para que la especulación vaya en contra de los labriegos.

3.1.12. Corregimiento de Monguí

Está ubicado en el trayecto de la carretera que conduce de Riohacha a Valledupar, exactamente a 40 km de la capital guajira. Monguí limita por el norte con la región de Songo y Aremasain; por el sur con la región de Cotoprix, Cueva Honda y las últimas estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta; por el oriente con Villa Martín y por el occidente con Cerro Peralta.

El corregimiento de Monguí está constituido por las siguientes veredas: Songo, Cueva Honda, Saraita, Las Mercedes, Fuego Verde, Mayalito, El Tropezón, La Mata, Galletomana, Santa Catalina, Las Villas, Ajumana, El Tablazo, Miéchica, Pasajero, Toroqui, Palmarito; las rancherías Cucurumaná, Aurutaure, Carretamana, Urraichi, Chivín, y por el caserío El Pozo.

3.1.12.1. Aspectos ambientales

3.1.12.1.1. Agua

La fuente de agua del corregimiento es un pozo subterráneo, del cual se extrae el agua a través de una turbina. También existe una quebrada, pero solo tiene suficiente agua en períodos de lluvias.

3.1.12.1.2. Suelo

El corregimiento abarca unas 4.000 hectáreas aproximadamente, de las 1.900 son de uso agrícola y ganadero. En la región de Songo la tierra es semiárida y en la región de Cueva Honda es semiestéril.

3.1.12.1.3. Fauna

Existe gran variedad de especies, entre ellos: venado, saíno, iguana, conejo, cuáquero, manchángala, los cuales se encuentran en vía de extinción por la caza indiscriminada.

3.1.12.1.4. Flora

Hay variedad de vegetación por el tipo de suelos: se hallan trupíos, plátanos, algarrobos, maíz tostado, guanábano, entre otros.

3.1.12.2. Aspectos socioeconómicos

3.1.12.2.1. Poblamiento y movilidad social

La historia del nacimiento de Monguí data de finales del siglo pasado. Se sabe que hacia 1880 llegó, al sitio en donde hoy se levanta el pueblo, el señor

Ramón Moscote, con su hija María del Carmen Moscote Sajauth, conocida como “Mamita”, y estableció allí una finca ganadera muy rica. Por un error histórico se decía que una de las fundadoras de Monguí era la señora María Sajauth, madre de “Mamita”, pero esta tesis ha sido corregida porque se aclaró que María Sajauth murió en Morenos, pueblo antiguo de la zona, antes que su marido Ramón Moscote emigrara al punto donde se fundó Monguí. Con el pasar del tiempo, la finca fue rodeándose de familias que buscaban ayuda económica a cambio de entregar sus fuerzas de trabajo, como solía suceder en aquellos tiempos semifeudalistas.

Esta situación permitió que se le diera caserío al lugar, pero también se fueron estableciendo en la zona otras familias poseedoras de algunas cabezas de ganado, entre ellas la de Francisco Peralta, las cuales fueron aumentando la actividad ganadera en razón de que esta zona era una extensa sabana apta para esas ocupaciones. Con la llegada de la Guerra de los Mil Días, Monguí era un pueblo medianamente organizado; a él siguieron arribando otras familias. La Guerra de los Mil Días no tuvo muchas consecuencias en el lugar, en razón de la homogeneidad conservadora que había y al pacifismo que caracterizaba a los moradores del naciente pueblo. Monguí fue elevado a corregimiento en 1984 por Resolución 03.

El casco urbano del corregimiento de Monguí cuenta con cerca de 220 viviendas y 1.500 pobladores; pero su población real es difícilmente cuantificable con exactitud, en razón de la gran cantidad de nativos y familias, que aunque pueden pasar la mayor parte del tiempo fuera, por razones de estudio o trabajo, mantienen residencia en el pueblo.

3.1.12.2.2. Economía

Tradicionalmente el pueblo de Monguí ha vivido de la ganadería, la agricultura y la producción del dulce de leche. El modo de vida de la población ha venido cambiando debido a la creciente inquietud que se ha ido despertando en las nuevas generaciones por prepararse o superarse, y de los padres por darles la oportunidad de conseguirlo.

3.1.13. Corregimiento de Villa Martín

El corregimiento de Villa Martín está ubicado al sur de la cabecera municipal, a unos 40 km aproximadamente de Riohacha. Limita al norte con Aremasain y Cucurumaná, al sur con las estribaciones de la Sierra Nevada, Bañadero y Cotoprix, al este con Cuestecitas y al oeste con Monguí y Cerrillo.

El corregimiento de Villa Martín se encuentra constituido por las siguientes veredas: Dios Verá, Charalito, La Presa, El Chinito, El Oso, Paraver, La Isla, San Vicente, El Salao, Punta Sierra, El Pueblo, La Ollita del Mono; las fincas Sosa, Los Guadales, Santa Teresa, La Nena, El Terraplén, Paviejo, Periquitos, El Pozo, El Tambor, La Quebrá, Venecia; las rancherías Laguna, Salada, Kaita, Zibate, Copoyomana y Carretamana, y el caserío de la Arena.

3.1.13.1. Aspectos ambientales

3.1.13.1.1. Fauna

Representada por varias especies en vía de extinción como: venado, saíno, cuáquero, iguana, manchangala, guara, armadillo, guacharaca, pajuil.

3.1.13.1.2. Flora

A pesar de que en la región predomina el tiempo seco, se cuenta con una riqueza forestal en las regiones más fértiles donde predominan el piñón, caracolí, ceiba, yurumo, campano, palma amarga, y en las regiones más áridas predominan guayacán, corazón fino, trupío y tuna, entre otras especies.

3.1.13.2. Aspectos socioeconómicos

3.1.13.2.1. Población

El corregimiento de Villa Martín recibe este nombre gracias al santo patrono del pueblo “San Martín de Loba”. Tiene una extensión aproximada de 100.000 hectáreas y una población en el casco urbano de 753 habitantes y 161 viviendas.

3.1.13.2.2. Economía

La economía en este corregimiento está basada en la agricultura y la ganadería. La agricultura está representada por el cultivo del maíz, ajonjolí, yuca, sorgo y algodón. También se cultiva en pequeña escala el guineo y el plátano. La ganadería está representada por la cría de ganado vacuno, caprino, porcino y equino (Alcaldía Mayor de Riohacha, 2002).

3.2. Disponibilidad y usos del agua en la zona rural de Riohacha

3.2.1. Abastecimiento del agua en las comunidades

De manera general, se puede decir que la población de las zonas rurales del municipio de Riohacha no cuenta con sistemas de abastecimiento, de trata-

miento y de distribución de manera convencional del servicio de agua. Solo en el corregimiento de Camarones, cuya agua procede del río Tapias, la empresa de ASAA realiza los tratamientos pertinentes para hacerla apta para el consumo humano; le es suministrada a esta población por un sistema de bombeo a través del sistema de acueducto con que cuenta la comunidad. Sin embargo, el 2 % de la población no tiene instalado el sistema, por lo que se abastece del líquido por medio del acarreo diario, en su mayoría utilizando carretillas.

En la tabla 3.1 se indican las fuentes de abastecimiento de agua de las comunidades de la zona rural del municipio de Riohacha, y en el registro fotográfico 3.1 se ejemplifican algunas fuentes de agua de dichas comunidades.

Tabla 3.1.
Fuentes de abastecimiento de agua de las comunidades del municipio de Riohacha, La Guajira.

Comunidad	Fuente de abastecimiento de agua
Camarones	Ríos Tapias y Camarones. El agua es distribuida por bombeo hasta un tanque elevado, para luego ser distribuida en redes; en algunos casos es suministrado a través de carro tanque.
Tigresas	Río Tapias, Canal El Roble, pozo subterráneo. Para el abastecimiento de las viviendas del casco urbano del corregimiento se cuenta con pozo anillado, del cual es extraída por medio de una turbina eléctrica que la envía a un tanque elevado y de este es distribuida a toda la población.
Choles	Río Tapias. El agua es llevada al tanque elevado por turbina y es distribuida por el acueducto.
Matitas	Río Tapias. El agua es llevada al tanque elevado por turbina y luego es distribuida a la población por medio de la red de abastecimiento.
Arroyo Arena	Pozo subterráneo que extrae el líquido por medio de una turbina eléctrica y es distribuida a través de la red de tuberías.
Barbacoas	Pozo subterráneo que extrae el líquido por medio de una turbina eléctrica y es distribuida a través de la red de distribución.
Galán	Río Tapias. No cuentan con un acueducto o sistema de distribución, lo que los obliga a almacenar el agua en las viviendas.
Tomarrazón	Arroyo Majacinta. Se cuenta con un sistema de tuberías para trasportar el agua a toda la comunidad.

Comunidad	Fuente de abastecimiento de agua
Juan y Medio	Río Tapias. El servicio es suministrado por medio de la fundación Pro-Sierra en convenio con la Gobernación de La Guajira.
Cerrillo	Pozo superficial que extrae el líquido por medio de una turbina eléctrica y es distribuido a través de la red de tuberías.
Cotoprix	Río Cotoprix. La distribución se hace en forma directa a través de tuberías, todos los días de la semana.
Monguí	Pozo subterráneo que extrae el líquido por medio de una turbina eléctrica y es distribuida a través de la red de tuberías.
Villa Martín	Pozo subterráneo que extrae el líquido por medio de una turbina eléctrica y es distribuida a través de la red de tuberías.

Fuente: Echeverri *et al.* (2009).



a) Canal El Roble, vereda Pelechuas, corregimiento de Tigreras;



b) Río Tapias, vereda Puente Bomba, corregimiento de Tigreras;



c) Río Galán, corregimiento de Galán;



d) Río Camarones, corregimiento de Camarones.

Registro fotográfico 3.1.

Fuentes de agua de las comunidades del municipio de Riohacha. La Guajira.

3.2.2. Utilización del agua por parte de la comunidad

En toda la comunidad el agua es utilizada para la preparación de alimentos, para procedimientos de aseo en la vivienda y otras actividades que suelen ser relativamente constantes. La cantidad de agua usada para otros propósitos varía ampliamente y es grandemente influenciada por el tipo y disponibilidad del abastecimiento de agua. Los factores que influyen en el uso de agua son los hábitos culturales, el patrón y el nivel de costo de vida.

Los habitantes de las distintas comunidades dan uso al agua para efectos de beber, preparar de alimentos, aseo personal, aseo general de la vivienda, servicio sanitario y en algunos casos para regar jardines (figura 3.1).

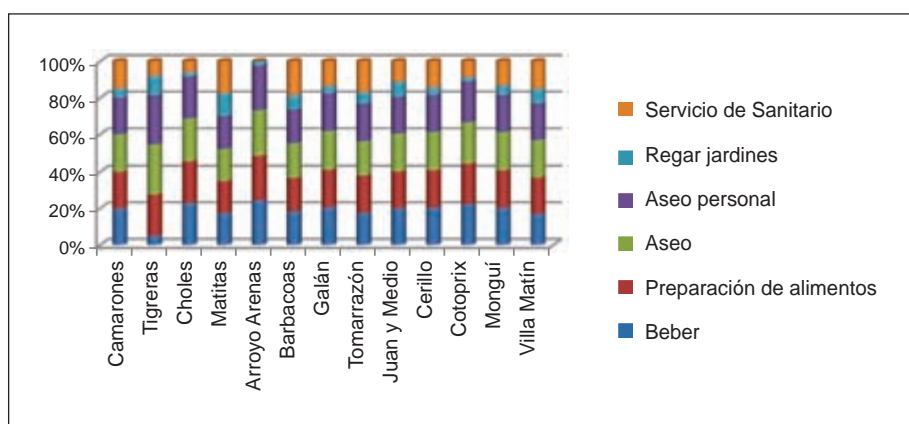


Figura 3.1. Distintos usos del agua en las comunidades de la zona rural del municipio de Riohacha. Fuente: Echeverri et al. (2009).

Teniendo en cuenta que las comunidades carecen de sistemas de tratamiento de agua, esta es utilizada por el 86 % de los habitantes directamente de la fuente; solo un pequeño porcentaje tiene la posibilidad de acceder a ella por medio de carro tanques provenientes de la ciudad. El 88 % de los habitantes consumen el agua en forma cruda, es decir, sin ningún tipo de tratamiento; un 21 % hierve el agua antes de consumirla y una pequeña parte de la población aplica otros tratamientos caseros, como agregar cloro, filtrarla o decantarla.

Las comunidades de la zona rural de Riohacha carecen de sistema de alcantarillado, por tal motivo el 49 % de la población utiliza letrinas; 20,8% posee sistema sanitario, sobre todo las comunidades que cuentan con redes de distribución del agua. El resto de la población (un 30,2 %) mantiene el hábito

de utilizar el campo abierto de las zonas aledañas para realizar sus necesidades fisiológicas, específicamente aquellas comunidades que utilizan los ríos como fuente de abastecimiento de agua y que no cuentan con un sistema de distribución de la misma. Esta práctica genera focos de contaminación, propagadores de vectores que de una u otra manera deterioran la calidad de vida de la población; en épocas de lluvias este material residual puede llegar hasta las fuentes de agua y producir su contaminación.

De manera general, el agua que se utiliza en las localidades que dependen de los ríos se logra percibir con color amarillo y a veces café; en ocasiones presenta un olor fétido, lo que genera desconfianza para su uso por parte de la población. En este sentido, 38,4 % de la población manifiesta que el agua es la causante de ciertas anomalías en la salud relacionadas con casos de diarrea, dolor de estómago, vómitos e infecciones en la piel.

Como es imposible tener agua constantemente en las viviendas mediante un servicio de acueducto, el 100% de la población se ve obligada a disponer de sistemas de almacenamiento de agua mediante albercas de concreto, en su mayoría superficiales, y a la utilización de recipientes, en su mayoría de plástico y en algunos casos de metal. Estos sistemas de almacenamiento de agua en las viviendas son limpiados diariamente solo en un 43 % de los casos; la limpieza es por lo general quincenal o mensual, e incluso hay casos en que el lavado, sobre todo de las albercas, se realiza una sola vez durante el año. Esta escasa frecuencia de limpieza de los recipientes utilizados para almacenar el agua se convierte en la causa principal del olor fétido del agua percibido por la población.

3.2.3. Calidad del agua utilizada por la comunidad

3.2.3.1. Diseño de muestreo y análisis de laboratorio

La calidad de agua con que se surten las comunidades rurales del municipio de Riohacha tiene en cuenta los diferentes sistemas de abastecimiento, como ríos, pozos subterráneos y acequias. En la tabla 3.2 se indican los aspectos base para la determinación de la calidad del agua en la zona rural del municipio de Riohacha, según las fuentes de agua de cada corregimiento. Teniendo en cuenta la Resolución 2115 del 2007 de Colombia (El sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano) del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, los parámetros tenidos en cuenta para el establecimiento de la calidad del agua y

la referencia de análisis en campo y laboratorio se encuentran registrados en la tabla 3.3.

Tabla 3.2.
Aspectos base para la determinación de la calidad del agua en la zona rural del municipio de Riohacha

Corregimiento	Sitios de muestreo	Puntos de muestreo	Número de muestras recolectadas
Camarones	Boca de Camarones	Alberca comunitaria	1
	Centro poblado de Camarones	Red de distribución	2
Tigreras	Centro poblado de Tigreras	Red de distribución	2
	Vereda de Pelechuas	Acequia	1
	Vereda Puente Bomba	Río Tapias	1
	Vereda del El Ebanal	Pozo subterráneo	1
Choles	Centro poblado Choles	Salida o cerca del tanque del almacenamiento	1
		Red de distribución	1
	Vereda de Comejenes	Salida o cerca del tanque del almacenamiento	1
		Red de distribución	1
	Vereda de Anaime	Río Tapias	1
		Red de distribución	1
Matitas	Centro poblado Matitas	Salida o cerca del tanque de almacenamiento	1
		Red de distribución	1
Arroyo Arena	Centro poblado de Arroyo Arena	Salida o cerca del tanque del almacenamiento	1
		Red de distribución	1
	Caseríos del El Abra	Red de distribución	1
Barbacoas	Centro poblado de Barbacoas	Salida o cerca del tanque de almacenamiento	1
		Red de distribución	1

Corregimiento	Sitios de muestreo	Puntos de muestreo	Número de muestras recolectadas
Tomarrazón	Centro poblado de Tomarrazón	Red de distribución	3
Juan y Medio	Centro poblado de Juan y Medio	Salida o cerca del tanque del almacenamiento	1
		Red de distribución	1
	Caseríos de Los Moreneros	Red de distribución	1
Cerrillo	Centro poblado de Cerrillo	Salida o cerca del tanque del almacenamiento	1
		Red de distribución	1
Cotoprix	Centro poblado de Cotoprix	Salida o cerca del tanque del almacenamiento	1
		Red de distribución	1
Monguí	Centro poblado de Monguí	Salida o cerca del tanque del almacenamiento	1
		Red de distribución	1
Villa Martín	Centro poblado de Villa Martín	Salida o cerca del tanque del almacenamiento	1
		Red de distribución	1
Galán	Centro poblado de Galán	Río Galán	1

Fuente: Echeverri *et al.* (2009).

Tabla 3.3.

Parámetros tenidos en cuenta para el establecimiento de la calidad del agua y la referencia de análisis en campo y laboratorio, en la zona rural de Riohacha.

Parámetro	Referencia del método (APHA, 2005)
Conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	2510 B. Método electrométrico
pH	4500 - H ⁺ B. Método electrométrico
Turbidez (NTU)	2130 B. Método nefelométrico
Alcalinidad. (mg/L CaCO ₃)	2320. Método titulométrico
Cloruros (mg/L)	4500 -Cl ⁻ B. Método argentométrico
Dureza. (mg/L)	2340 A. Método titulométrico con EDTA
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	2540 D. Método secado (103-105°C)
Color (UC)	2120 B. Método de comparación visual
Sulfato (mg/L)	4500 - SO ₄ ⁻² E. Método turbidimétrico
Hierro (mg/L)	3500 -Fe . Método de fenantrolina
Nitrito. (mg/L)	4500 -NO ₂ ⁻ . Método espectrofotométrico
Coliformes totales (UFC/100 mL)	9222. Método de filtración por membrana
Coliformes fecales (UFC/100 mL)	9222. Método de filtración por membrana

Fuente: Echeverri *et al.* (2009).

3.2.3.2. Valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Riohacha, y cumplimiento de la Resolución 2115 del 2007 del mmadt

Los valores promedio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Riohacha se encuentran registrados en la tabla 3.4. Estos valores se comparan con los valores permitidos establecidos en la Resolución 2115 del 2007 del MMADT (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial).

Según lo establecido en la Resolución 2115 del 2007 del MMADT, el agua en todas las comunidades de la zona rural del municipio de Riohacha no es apta para el consumo humano, puesto que los valores de los parámetros de turbidez, color, coliformes fecales y coliformes totales se encuentran por encima de los permitidos. En los ríos y arroyos (Tapías, Cotoprix, Majacinta) de la zona rural, la turbidez del agua es mayor en época de verano debido a la disminución del volumen de agua por las altas temperaturas, lo que origina la evaporación de estos; como son cuerpos de agua tranquilos, la mayoría de la

turbidez es causada por materiales en estado coloidal y partículas extremadamente pequeñas. Los valores del color (amarillo, café) en el agua pueden ser debidos a la presencia de hierro y manganeso en estado coloidal o en solución, a desechos orgánicos como hojas, madera, raíces, entre otras; en diferentes estados de descomposición.

Tabla 3.4.

Valores promedio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Riohacha

Parámetro	Valor promedio	Valor permitido
Alcalinidad (mg/L)	95,4	200
Cloruros (mg/L)	26,4	250
Dureza (mg/L)	88,2	300
Turbidez (NTU)	11,9	2,0
Conductividad (µS/cm)	371,9	1000
Color (UC)	17,9	15
pH	7,3	5,5 y 9,0
Hierro (mg/L)	0,1	0,3
Sulfato (mg/L)	30,5	250
Nitrito (mg/L)	0,067	0,1
Coliformes fecales UFC/100 mL	137,6	0,0
Coliformes totales UFC/100 mL	352,07	0,0

Fuente: Echeverri *et al.* (2009).

La vereda de El Ebanal es el único sitio en el que se exceden los valores máximos de conductividad, de alcalinidad, de dureza y de cloruros exigidos por la norma colombiana. Se presume que se debe a sales como: sulfatos, bicarbonatos, cloruros, nitratos, entre otros; características de aguas de pozos subterráneos. En los corregimientos de Juan y Medio, Tigreras, Arroyo Arena, Matitas, Galán, Choles, y las veredas de Los Moreneros, Boca de Camarones, Pelechua, Anaime, El Abra, Comejenes y Puente Bomba, el agua que consumen posee una dureza media o suave. Los corregimientos que poseen un agua blanda son Barbacoas y Cotoprix, mientras que los corregimientos de Cerrillo, Monguí y Villa Martín poseen un agua dura. La presencia de nitrito indica procesos activos biológicos en el agua, ya que es difícil y rápidamente convertido en nitrato. La presencia de hierro puede, en algunos casos, ser el responsable de darle al agua un sabor, olor y color

indeseable. La presencia de los coliformes fecales y los coliformes totales en todas las aguas puede estar relacionada con las condiciones de las tuberías de entrega del agua (en mal estado, con fugas), la defecación al aire libre (personas y animales) cerca del cuerpo de agua, así como también a su utilización como balneario y como un sitio para realizar algunas labores domésticas, como lo es el lavado de ropa, de animales, hasta incluso de vehículos de carga.

3.2.3.3. Valores de los índices de riesgo de calidad del agua (IRCA) en las comunidades de la zona rural del municipio de Riohacha

El índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano –IRCA–, expuesto en los Artículos 13, 14 y 15 del Capítulo IV de la Resolución 2115 de 2007 del MMVDT, es el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano. En la tabla 3.5 se indican los valores promedio del IRCA para cada una de las comunidades de la zona rural de Riohacha.

Tabla 3.5.
Valores promedio del IRCA para cada una de las comunidades de la zona rural de Riohacha

Comunidad	Valor del IRCA (%)	Nivel de riesgo	Diagnóstico
Vereda de Boca de Camarones	57,65	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Tigresas	76,17	Alto	Agua no apta para el consumo humano
El Ebanal	67,06	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Pelechua	69,12	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Puente Bomba	68,23	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Choles	63,82	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Comejenes	71,76	Alto	Agua no apta para el consumo humano

Anaime	68,23	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Arroyo Arena	68,23	Alto	Agua no apta para el consumo humano
El Abra	55,88	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Matitas	70,00	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Barbacoas	55,88	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Galán	62,94	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Tomarrazón	60,59	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Juan y Medio	58,82	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Los Moreneros	75,29	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Cerrillo	50,59	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Cotoprix	68,24	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Monguí	55,88	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Villa Martín	64,71	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Promedio	61,04	Alto	Agua no apta para el consumo humano

	Nivel de Riesgo Inviabile Sanitariamente, Resolución 2115 de 2007
	Nivel de Riesgo Alto, Resolución 2115 de 2007

Fuente: Echeverri *et al.* (2009).

Los valores para el IRCA en cada comunidad se encuentran dentro de un nivel de riesgo alto, lo cual nos indica que el agua es no apta para consumo humano. Los parámetros que inciden en el *índice* de riesgo son los coliformes fecales y totales, los cuales están presentes en casi todas las aguas durante cada período, además de la turbiedad y el color.



CAPÍTULO 4

Calidad del agua de la zona rural del municipio de Dibulla

*Álex González Rolón, Carlos del Prado Núñez, Milcíades Cantillo Carrillo.
Grupo de Investigación Territorios Semiáridos del Caribe, Programa de Ingeniería
Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Guajira.*

4.1. Aspectos generales del municipio de Dibulla

El municipio de Dibulla limita al norte con el Mar Caribe; al sur con la Sierra Nevada de Santa Marta hasta los límites con el departamento del Cesar; al este con el municipio de Riohacha, demarcado su límite por los ríos Tapia y Corual, límite tentativo según ordenanza número 030 de 1996, y al oeste con el departamento del Magdalena, delimitado por el río Palomino (Alcaldía de Dibulla, 2008). Las coordenadas geográficas son: latitud norte: entre los 10° 50' 44" y 11° 19' 47"; latitud oeste: entre los 73° 08' 48" y 73° 40". Tiene una extensión total de 6.633 km².

4.1.1. Climatología

La temperatura promedio es de 30 °C con humedad relativa de entre 70 y 75 %. La pluviometría es de 1.200 mm al año, con una alta evaporación que alcanza los 1.495mm; ello genera desequilibrio climatológico regional. El clima es predominantemente seco, y la región se define como una zona de dos períodos de lluvias bien diferenciados: lluvioso, entre los meses de abril a junio y de septiembre a noviembre, y seco, entre los meses de julio a agosto y de diciembre a marzo (Alcaldía de Dibulla, 2008).

4.1.2. Hidrología

La posición geográfica del municipio, próximo a la Sierra Nevada de Santa Marta, le permite tener una gran riqueza en cuencas hidrográficas con va-

rios ríos, lagunas, ciénagas, humedales, pantanos y aguas subterráneas. La hidrología de este municipio está representada por los ríos y el mar Caribe, los cuales tienen diferentes usos de acuerdo con la destinación por parte de la población (Alcaldía de Dibulla, 2008).

4.1.3. División político-administrativa

El municipio de Dibulla está constituido por 5 corregimientos, 2 inspecciones de policía y 29 veredas, a saber:

- Corregimientos: Las Flores, la Punta de los Remedios, Mingueo, Río Ancho y Palomino.
- Inspecciones de policía: Campana Nuevo y San Antonio de la Sierra.
- Veredas: Larga Vida, Mosca, el Cerro de Jerez, Casa Aluminio, Pozo Danta, Chingalé, Pozo Azul, entre otras.

Además, existe en el municipio el resguardo kogui-malayo-arhuaco que abarca aproximadamente el 55 % del área total del municipio. Este resguardo fue constituido mediante la Resolución 0109 del 8 de octubre de 1980, con un área de 364.840 ha y ampliado mediante la Resolución 029 del 29 de julio de 1994 en 19.200 ha, adicionándose una franja entre los ríos Palomino y Don Diego que permitió devolver a los indígenas el acceso al mar y su control sobre los diferentes pisos térmicos, desde el mar hasta los nevados (Alcaldía de Dibulla, 2008).

4.1.4. Servicios públicos

La adecuada prestación de servicios públicos es responsabilidad de la administración municipal. Las viviendas con cobertura de acueducto son 2.816, que, comparándolas con el total de las viviendas existentes en el municipio (3.656), evidencia una cobertura del servicio de acueducto del 77 %. El acueducto se considera un sistema mixto (bombeo y gravedad). El suministro de agua a la comunidad es sectorizado debido al bajo caudal y a la baja presión. La fuente de captación del agua es el río Jerez y se considera el agua como no apta para el consumo humano al no realizársele tratamiento previo (Alcaldía de Dibulla, 2008).

El servicio de alcantarillado tiene una cobertura del 30 %. En el municipio se utilizan sistemas alternativos, como las pozas sépticas, y algunas viviendas disponen sus excretas a campo abierto, contaminando las fuentes hídricas presentes en las zonas urbanas (ríos y mares); posee además una laguna de oxidación a la que le hace falta mantenimiento. Esta cobertura fundamen-

talmente se encuentra en la cabecera municipal y en el corregimiento de la Punta de los Remedios.

Para el año 2007, el municipio contaba con 3.656 viviendas, de las cuales 2.134, es decir, el 61%, cuentan con el servicio de gas domiciliario; se requiere la ampliación del cubrimiento para abastecer la demanda actual de este servicio.

El servicio de energía eléctrica es deficiente; se producen razonamientos continuos. El servicio requiere de empalmes de redes en el sector central e instalación de postes, transformadores y luminarias en la cabecera municipal y en los corregimientos y veredas.

El servicio de aseo es prestado por la empresa prestadora de servicios públicos municipal y las basuras son recolectadas por volquetas y vertidas en el sitio de disposición final del municipio (botadero a cielo abierto) que se localiza en la vía que conduce a la Punta de los Remedios, el cual no cumple con las especificaciones técnicas, sanitarias y ambientales para el vertimiento de los residuos sólidos. Igual situación se presenta para todos los corregimientos del municipio. La cobertura total del servicio se estima en un 70 % (Alcaldía de Dibulla, 2008).

4.1.5. Sostenibilidad ambiental

El municipio de Dibulla cuenta con grandes atributos y potencialidades en sus recursos naturales. Cuenta con grandes recursos hídricos, diversidad de balneario, existencia de bosques nativos, de peces y productos de aguas de estuarios, y la Sierra Nevada de Santa Marta.

No podemos desconocer que actualmente se presenta una problemática ambiental urbana, especialmente la de su cabecera municipal, enfatizada en el afloramiento de aguas negras, el agudo deterioro del paisaje, la disposición inadecuada en las playas de residuos sólidos y líquidos, la contaminación visual por inadecuada disposición de vallas publicitarias, la deforestación de manglares y secamiento de lagunas costeras y madre viejas, y la muy débil planeación del espacio público costero. Asimismo, se identifican como problemáticas ambientales la mala disposición de las basuras y la falta de saneamiento de las aguas residuales, lo que ocasiona enfermedades virales.

Una gran parte de la población de la zona rural no tiene legalizado el uso del agua ante Corpoguajira, lo que ocasiona que la oferta hídrica se vea afectada.

La no existencia en el municipio de un plan de manejo de residuos y de vertimientos ocasiona la contaminación de los suelos y de los cauces de los ríos. También se da la quema de basuras y la tala de árboles, lo que contribuye a contaminar el ambiente.

La falta de cultura del reciclaje, la quema, la erosión, la deforestación, la falta de conciencia ambiental y el bajo nivel de organización social agudizan los problemas medioambientales del municipio (Alcaldía de Dibulla, 2008).

4.2. Aspectos generales de la zona rural de Dibulla

4.2.1. Corregimiento de Palomino

4.2.1.1. Límites del Territorio

El corregimiento de Palomino limita al norte con el mar Caribe, al sur con la Sierra Nevada de Santa Marta, al oriente con los ríos Ancho y Negro, y al occidente con el río Palomino y el departamento del Magdalena. El corregimiento está compuesto por las siguientes veredas: Los Limones, Naranjal, Manzanal, Cristalina, San Salvador, Mamaice, Río Negro, La Granja. Además, por las veredas indígenas: Casa Cumaque, Río Negro, Sasane Culebra, Los Cuiles, Taninaka, El Copey, Palomino Arriba, Taminaka (Alcaldía de Dibulla, 2011).

4.2.1.2. Población

En el corregimiento de Palomino existen aproximadamente 1.809 habitantes, de acuerdo con cálculos hechos por el Departamento Administrativo de Salud de La Guajira en el año 1999. Además tiene la particularidad de contar con una población indígena importante (Alcaldía de Dibulla, *POT*, 2011).

4.2.1.3. Base económica

El 70 % de la población está compuesto por pequeños productores dedicados a la agricultura, la ganadería, la pesca artesanal y un poco al comercio en general.

4.2.1.4. Equipamiento

4.2.1.4.1. Educación

Cuenta con un colegio de bachillerato, uno de primaria y un hogar de bienestar, ubicados en el perímetro urbano, dos colegios de primaria en el área rural y dos colegios en la zona indígena.

4.2.1.4.2. Salud

Tiene un puesto de salud, el cual presta atención básica pues su infraestructura es mínima.

4.2.1.5. Servicios públicos

Aunque la tubería para el alcantarillado se encuentra instalada casi en su totalidad, no cuenta con este servicio; además el corregimiento no posee laguna de oxigenación de aguas residuales y lugares de ubicación de los desechos sólidos. En la tabla 4.1 se describe la infraestructura de servicios públicos del corregimiento de Palomino.

Tabla 4.1.
Infraestructura de servicios públicos del corregimiento de Palomino, Dibulla, La Guajira.

Servicios sanitarios		Disposición final basuras		Tipo de alumbrado		Abastecimiento de agua	
Letrina	4	Servicio Público y aseo	180	Eléctrico	350	Acueducto	250
Sin servicio	180	Basurero público	18	Petróleo-gasolina	25	Río, manantial	15
Poza séptica	150	Solar, lote	190	Otros	25	Otras fuentes	15
Alcantarillado	66	La queman	12			Pozos con bomba	20

Fuente: González *et al.* (2011).

4.2.1.6. Vías

Las vías internas del Corregimiento presentan un estado regular; las vías vedales están en muy malas condiciones; además, se hace necesaria la construcción de un puente colgante en el primer cruce del río San Salvador para poder cruzarlo en época invernal.

4.2.1.7. Organización comunitaria

El corregimiento de Palomino cuenta con las siguientes agremiaciones comunitarias: comité de pescadores, grupo ecológico, junta de acción comunal, asociación de padres de familia, asociación de la mujer rural y albergue turístico juvenil Ematur.

4.2.2. Corregimiento de Río Ancho

4.2.2.1. Límites del territorio

El corregimiento de Río Ancho limita al norte con el mar Caribe, al sur con la Sierra Nevada de Santa Marta, al oriente con la vereda de Las Trojas y al occidente con el río Negro. Forman parte del corregimiento las siguientes veredas: Pedregal, Campana, 20 de Julio, La Unión, Diluvio, Río Ancho, Playa, Chinguamaro, Carrucha, Las Margaritas, Los Naranjos y Manguanero (Alcaldía de Dibulla, *POT*, 2011).

4.2.2.2. Población

Río Ancho cuenta con aproximadamente 738 habitantes, de acuerdo con cálculos realizados por el Departamento Administrativo de Salud de La Guajira en el año 1999. La población indígena está distribuida así: 70 % koguis, 18 % arzarios, 10 % arhuacos y 2 % wayuus (Alcaldía de Dibulla, *POT*, 2011).

4.2.2.3. Base económica

La comunidad económicamente activa es de 2.800 personas aproximadamente; son pequeños productores discriminados en: agricultores, ganaderos y pescadores.

4.2.2.4. Equipamiento

El corregimiento presenta la siguiente infraestructura:

4.2.2.4.1. Educación

Es el único centro poblado que no cuenta con un colegio de bachillerato en su territorio. Tiene una escuela en la vereda 20 de Julio, la Escuela Mixta Rural de Río Ancho “Nuestra Señora del Pilar”, la Escuela “El Pedregal”, la Escuela de Río Ancho y la Escuela de Rionegro.

4.2.2.4.2. Salud

Tiene un puesto de salud en buenas condiciones, pero solo presta primeros auxilios mientras los enfermos son trasladados al corregimiento de Mingueo o, en casos de gravedad, a las ciudades de Riohacha o Santa Marta.

4.2.2.5. Servicios públicos

No hay alcantarillado, acueducto, matadero ni mercado público. En la tabla 4.2 se describe la infraestructura de servicios públicos del corregimiento de Río Ancho.

Tabla 4.2.

Infraestructura de servicios públicos del corregimiento de Río Ancho, Dibulla, La Guajira.

Servicios sanitarios		Disposición final basuras		Tipo de alumbrado		Abastecimiento de agua	
Letrina	3	Solar, lote	137	Eléctrico	137	Acueducto	135
Sin servicio	21	La queman	2	Petróleo-gasolina	2	Río, manantial	2
Poza séptica	115					Pozo con bomba	2

Fuente: González *et al.* (2011).

4.2.2.6. Vías

La malla vial interna del corregimiento se encuentra en regular estado y las vías veredales en pésima condición.

4.2.2.7. Organización comunitaria

Existen en el corregimiento las siguientes agremiaciones comunitarias: junta de acción comunal, asociación de padres de familia, asociación de campesinos, comité de pescadores, Junta de Acción Comunal de la Vereda El Pedregal, Junta de Acción Comunal de la Vereda Río Ancho, Junta de Acción Comunal de la Vereda Río Negro, Junta de Acción Comunal de la Vereda Alto San Jorge, asociación de hogares comunitarios.

4.2.3. Corregimiento de Mingueo

4.2.3.1. Límites del territorio

Mingueo limita al norte con el mar caribe, al sur con la Sierra Nevada de Santa Marta, al oriente con la cabecera municipal de Dibulla y al occidente con el corregimiento de Río Ancho. El corregimiento está compuesto por las siguientes veredas: Río Cañas, Zapotera, Río Lagarto, Quebrada Andrea, Cielo Roto, Cerro Mono, San Pedro, La Bonga, Cerro Azul, Alto San Jorge, Las Trojas, La Ranchería, Pueblo Viejo, La Cuchilla, San Miguel, La Vainilla, La Bula (Alcaldía de Dibulla, pot, 2011).

4.2.3.2. Población

El corregimiento de Mingueo es el centro más poblado del municipio, pues de acuerdo con cálculos del Departamento Administrativo de Salud de La

Guajira, en el año de 1999, cuenta con un número aproximado de 3.882 habitantes, distribuidos así: 60 % en la población de la cabecera y 40 % en sus veredas (Alcaldía de Dibulla, pot, 2011).

4.2.3.3. Base económica

En su mayoría, la población se dedica a labores agrícolas y un pequeño número a la pesca.

4.2.3.5. Equipamiento

La infraestructura de este corregimiento está representada por:

4.2.3.5.1. Educación

Existen dos colegios de bachillerato: el Instituto Agrícola de Mingueo, que es uno de los mejores del país en su modalidad, pues posee un tractor para las prácticas agrícolas, un taller de ebanistería, dos estanques piscícolas, un aprisco, una porqueriza, sembrados, proyectos de conservación de especies como el saíno y canchas de fútbol y microfútbol; y un colegio nocturno. Además, se han construido colegios en las veredas Santa Clara, Alto San Jorge, La Vainilla y un colegio de la Iglesia Católica en la Cuchilla.

4.2.3.5.2. Salud

En Mingueo existe un centro de salud dotado con sala de maternidad, odontología y farmacia comunitaria; en San Antonio de la Sierra hay un hospital y un puesto de salud para la atención de la población indígena.

4.2.3.6. Servicios públicos

No hay alcantarillado, pues aunque algunos tramos tienen la tubería instalada, no está en funcionamiento. Tiene dos sistemas de acueducto, uno por gravedad y otro compartido con Termoguajira; no obstante, la población no posee servicio permanente sino solo unas horas al día. El corregimiento posee un matadero que abastece suficientemente a la cabecera urbana de Dibulla. En la tabla 4.3 se describe la infraestructura de servicios públicos del corregimiento de Mingueo.

Tabla 4.3.

Infraestructura de servicios públicos del corregimiento de Mingueo, Dibulla, La Guajira.

Servicios sanitarios		Disposición final basuras		Tipo de alumbrado		Abastecimiento de agua	
Letrina	50	Servicio Público y aseo	120	Eléctrico	1035	Acueducto	750
Sin servicio	350	Basurero público	350	Petróleo-gasolina	15	Río, manantial	280
Poza séptica	650	Solar, lote	542			Otras fuentes	20
		La queman	38				

Fuente: González *et al.* (2011).

4.2.3.7. Vías

Tanto las vías internas del corregimiento como las veredales están en muy mal estado; algunas son intransitables.

4.2.3.8. Organización comunitaria

El corregimiento de Mingueo posee las siguientes agremiaciones comunitarias: cuatro juntas de acción comunal en el perímetro urbano del corregimiento, Asociación de Padres de Familia de Alto San Jorge, Comité Interveredal Campesino del municipio de Riohacha, Cootramin, Asobaming, AFA de C., Asociación de Padres de Familia “Sembremos la Vida”, fundación casa del abuelo, comité de pescadores, entre otros. Además existen en la jurisdicción del corregimiento procesos de reforma agraria localizados en Casa Japón, Cristo Redentor y Santa Clara, para los desalojados de Venezuela.

4.2.4. Corregimiento de Las Flores

4.2.4.1. Límites del territorio

El corregimiento de Las Flores limita al norte con el río Tapias, al sur con la Sierra Nevada de Santa Marta, al oriente con el río Tapias-Puente Bomba, y al occidente con el río María Mina y la Punta de los Remedios. El corregimiento está compuesto por las siguientes veredas: Los Lirios, Las Minas, Totumita, Corual, Penjamo, La Pedregoza, La Rubia, El Salao, Alto Pino, Las Vegas, Mata Tigre, Rancho Laura (Alcaldía de Dibulla, *POT*, 2011).

4.2.4.2. Población

El corregimiento de Las Flores tiene una población aproximada de 1.546 habitantes, de acuerdo con cálculos realizados por el Departamento Administrativo de Salud de La Guajira en el año de 1999.

4.2.4.3 Base económica

La población residente en este corregimiento se dedica en un 90 % a la agricultura, el 5 % a la pesca, el 4 % a la ganadería y el 1 % al comercio o a actividades varias.

4.2.4.4. Equipamiento

El corregimiento posee la infraestructura descrita a continuación:

4.2.4.4.1. Educación

Existen los siguientes centros educativos: el Colegio de bachillerato “Adolfo Antonio Mindiola Robles”, ubicado en el área rural, un colegio de primaria en la vereda Pénjamo y un hogar infantil del ICBF.

4.2.4.4.2. Salud

Tiene un puesto de salud inconcluso en el área urbana, pero no hay médico.

4.2.4.5. Servicios públicos

En la tabla 4.4 se describe la infraestructura de servicios públicos del corregimiento de Las Flores.

Tabla 4.4.
Infraestructura de servicios públicos en el corregimiento de Las Flores, Dibulla, La Guajira.

Servicios sanitarios		Disposición final basuras		Tipo de alumbrado		Abastecimiento de agua	
Sin servicio	78	Solar, lote	80	Eléctrico	105	Acueducto	27
Poza séptica	37	La queman	35	Petróleo-gasolina	10	Río, manantial	81
						Otras fuentes	4

Fuente: González *et al.* (2011).

4.2.4.6. Vías

Las vías internas del corregimiento están en buen estado, pero las veredales están en muy mala situación.

4.2.4.7. Organización comunitaria

En el corregimiento, aunque no existe una organización adecuada, se presentan las siguientes agremiaciones: juntas de acción comunal, grupo juvenil, comité de campesinos sin tierra, Cooperativa Agroindustrial Encoar, asociación de padres de familia, Junta de Acción Comunal de Pénjamo, Junta de Acción Comunal en Los Lirios, Empresa Comunitaria El Salao, Los Lirios y La Rubia.

4.2.5. *Corregimiento de la Punta de los Remedios*

4.2.5.1. Límites del territorio

El corregimiento la Punta de los Remedios limita al norte con el Mar Caribe, al sur con la Sierra Nevada de Santa Marta, al oriente con el corregimiento de Las Flores y al occidente con la cabecera municipal de Dibulla. El corregimiento está compuesto por las siguientes veredas: Río Claro, Campana Viejo, Limonal, Juan y Medio, Río Viejo, La Criba, Campana Nuevo, El Pantano.

4.2.5.2. Población

La Punta de los Remedios cuenta con una población aproximada de 1.809 habitantes, de acuerdo con cálculos realizados por el Departamento Administrativo de Salud de La Guajira en el año 1999.

4.2.5.3. Base económica

La población se distribuye porcentualmente por actividades económicas así: un 95 % para labores de pequeña producción agrícola y pecuaria, y un 5 % en otras actividades.

4.2.5.4. Equipamiento

El corregimiento cuenta con la siguiente infraestructura:

4.2.5.4.1. Educación

Posee una concentración escolar en el casco urbano y escuelas rurales en La Montañita y en Santa Rita de Jerez.

4.2.5.4.2. Salud

Cuenta con un centro de salud en el casco urbano, pero las condiciones del mismo no son óptimas.

4.2.5.5. Servicios públicos

El alcantarillado está inconcluso y no tiene laguna de oxidación; el acueducto funciona bien, pero el agua no tiene tratamiento alguno. No hay matadero, mercado público, laguna de oxidación ni relleno sanitario. En la tabla 4.5 se describe la infraestructura de servicios públicos del corregimiento la Punta de los Remedios.

Tabla 4.5.

Infraestructura de servicios públicos del corregimiento la Punta de los Remedios, Dibulla, La Guajira.

Servicios sanitarios		Disposición final basuras		Tipo de alumbrado		Abastecimiento de agua	
Letrina	14	Servicio público y aseo	368	Eléctrico	388	Acueducto	388
Sin servicio	280	Solar, lote	8				
Poza séptica	94	La queman	12				

Fuente: González *et al.* (2011).

4.2.5.6. Vías

Las vías internas del corregimiento presentan un estado regular y las veredales son pésimas.

4.2.5.7. Organización comunitaria

El corregimiento no posee agremiaciones comunitarias reconocidas.

4.3. Disponibilidad y usos del agua en la zona rural de Dibulla

4.3.1. Abastecimiento del agua en las comunidades

Las distintas comunidades de las zonas rurales del municipio de Dibulla no cuentan con sistemas de tratamiento de agua, solo cuentan con un sistema de distribución impulsado por medio de motobombas que succionan el agua de los ríos para ser distribuida a las viviendas, las cuales cuentan en su totalidad con sistemas de almacenamiento correspondientes a albercas super-

ficiales y recipientes plásticos o metálicos. La frecuencia del servicio no es buena, solo un 50 % de la población recibe el agua diariamente, 45 % la recibe cada 2 o 3 días a la semana, y un 5 % restante cuenta con agua disponible una vez por semana, e incluso una vez cada 15 días. Esta situación se atribuye a la falta de cobertura de la red de distribución.

4.3.2. Utilización del agua por parte de la comunidad

La población total de los distintos corregimientos utiliza el agua para satisfacer todas sus necesidades básicas tales como cocinar, beber, lavar, bañarse y bajar el sanitario.

El 89,5 % de los habitantes consumen el agua directamente de la red de distribución. El 66 % consume el agua sin ningún tratamiento, mientras que el resto de la población decide hervir el líquido antes de consumirlo, por desconfianza y por seguridad; incluso por manifestar haber experimentado dolor de estómago y diarrea después de haber consumido el agua directamente, sin ningún tratamiento. El agua es recibida con apariencia incolora e inodora, pero en épocas de invierno se presenta de color amarillo y con olor fétido, atribuidos a la crecencia de los ríos. El 57 % de los habitantes almacenan el agua en sus viviendas por un tiempo máximo de una semana, el resto de la población decide no almacenar el agua por mucho tiempo (máximo 3 días) por la desconfianza de la misma en cuanto a su calidad. Existe cierta parte de la población que no mantiene la costumbre de almacenar el agua, sino que a diario va al río, según la necesidad. En cerca del 40 % de los casos el agua es reutilizada para el servicio sanitario y un 20 % para regar jardines y patios.

4.3.3. Calidad del agua utilizada por la comunidad

4.3.3.1. Diseño de muestreo y análisis de laboratorio

La calidad de agua con que se abastecen las comunidades rurales del municipio de Dibulla tiene en cuenta el esquema de fuente y sistema de distribución en las viviendas. En la tabla 4.6 se indican los aspectos base para la determinación de la calidad del agua en la zona rural del municipio de Dibulla, según las fuentes de agua de cada corregimiento. Teniendo en cuenta la Resolución 2115 del 2007 de Colombia (El sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano) del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, los parámetros tenidos en cuenta para el establecimiento de la calidad del agua corresponden a los definidos en la sección 3.2.3.1.

Tabla 4.6.

Aspectos base para la determinación de la calidad del agua en la zona rural del municipio de Dibulla, La Guajira.

Corregimientos	Puntos de muestreos	Coordenadas
Palomino	Río	
	Bocatoma	11° 14' 30,33" N 73° 34' 3,77" O
	Depósito de almacenamiento	11° 14' 41,71" N 73° 33' 39,47" O
	Alberca de abastecimiento	11° 14' 39,48" N 73° 33' 30,81" O
Río Ancho	Boca toma	11° 11' 20,74" N 73° 27' 38,21" O
	Grifo	11° 12' 17,55" N 73° 27' 45,81" O
	Depósito de almacenamiento	
Mingueo	Bocatoma	11° 9' 33,02" N 73° 24' 17,76" O
	Grifo	11° 12' 49,82" N 73° 23' 59,25" O
	Depósito de almacenamiento	
Las Flores	Bocatoma	11° 9' 33,02" N 73° 24' 17,76" O
	Grifo	11° 16' 17,10" N 73° 10' 44,59" O
	Depósito de almacenamiento	
Punta de los Remedios	Bocatoma	11° 9' 33,02" N 73° 10' 44,59" O
	Grifo	11° 17' 45,24" N 73° 15' 46,28" O
	Depósito de almacenamiento	

Fuente: González *et al.* (2011).

4.3.3.2. *Valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Dibulla, y cumplimiento de la Resolución 2115 del 2007 del mmadt*

Los valores promedio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Dibulla se encuentran registrados en la tabla 4.7. Estos valores se comparan con los valores permitidos establecidos en la Resolución 2115 del 2007 del MMADT.

Tabla 4.7.

Valores promedio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Dibulla, La Guajira.

Parámetro	Valor promedio	Valor permitido
Alcalinidad (mg/L)	34,1	200
Cloruros (mg/L)	11,3	250
Dureza (mg/L)	34,7	300
Turbidez (NTU)	4,5	2,0
Conductividad (μS/cm)	90,7	1000
Color (UC)	<5,0	15
pH	7,5	5,5 y 9,0
Hierro (mg/L)	0,3	0,3
Sulfato (mg/L)	8,3	250
Nitrito (mg/L)	0,002	0,1
Coliformes fecales UFC/100 mL	422,4	0,0
Coliformes totales UFC/100 mL	3320,2	0,0

Fuente: González *et al.* (2011).

Teniendo en cuenta lo establecido en la Resolución 2115 del 2007 del MMADT, el agua en todas las comunidades de la zona rural del municipio de Dibulla no es apta para el consumo humano, teniendo en cuenta que los valores de los parámetros de turbidez, coliformes fecales y coliformes totales se encuentran por encima de los permitidos por dicha normatividad nacional.

Los valores de la turbidez pueden ser consecuencia de la alta concentración de partículas suspendidas que se transportan por el agua de los ríos, debido a la turbulencia de la misma por efecto del invierno que incrementa el caudal y altera la naturaleza de los mismos. Los valores significativos del hierro en

las aguas se puede atribuir principalmente a la composición y tipo de suelo de la zona, ya que por medio de las escorrentías los minerales del suelo de disuelven en el agua y de esta forma llegan a los ríos.

Las altas concentraciones de bacterias del grupo coliforme en todos lo sitios pueden ser consecuencia de aspectos relacionados con la falta de mantenimiento de los tanques de almacenamiento de agua que se extrae de los ríos y a fallas en las tuberías. También se atribuye a situaciones relacionadas con la deposición de excretas, tanto de humanos como de animales domésticos, cerca de los puntos de captación del agua en los ríos.

4.3.3.3. Valores de los índices de riesgo de calidad del agua (irca) en las comunidades de la zona rural del municipio de Dibulla

En la tabla 4.8 se indican los valores promedio del IRCA para cada una de las comunidades de la zona rural de Dibulla, en las épocas de lluvia y sequía.

El resultado de los valores de los índices de riesgo de calidad del agua de los corregimientos del municipio de Dibulla indican que la zona rural se ubica en un nivel de riesgo alto, con base en un valor promedio de 66,19 %.

Tabla 4.8.

Valores promedio del IRCA para cada una de las comunidades de la zona rural de Dibulla, La Guajira.

Corregimientos	Valor del IRCA (%)	Nivel de riesgo	Diagnóstico
Palomino	62,32	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Río Ancho	66,10	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Mingueo	58,90	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Las flores	73,28	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Punta de los Remedios	70,34	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Promedio	66,19	Alto	Agua no apta para el consumo humano

	Nivel de Riesgo Inviabile Sanitariamente, Resolución 2115 de 2007
	Nivel de Riesgo Alto, Resolución 2115 de 2007

Fuente: González *et al.* (2011).

Los parámetros de determinante influencia en el índice de riesgo de calidad de agua para consumo humano (IRCA) son los coliformes fecales y totales, presentándose constantemente en todas las muestras de agua analizadas en los distintos corregimientos. Esto puede estar relacionado con malos hábitos de higiene y salubridad de la población, con base en el hecho de que cierta parte de los pobladores (comunidades indígenas) realizan sus deposiciones de excretas en las zona alta de la cuenca de los ríos a cielo abierto, actividad que puede afectar los cuerpos de agua por la dinámica de las escorrentías; por lo anterior hay un alto riesgo para los consumidores de contraer enfermedades de origen hídrico.

Así mismo, la turbiedad también interviene en el valor del IRCA, principalmente en Las Flores y la Punta de los Remedios, seguido de Río Ancho, Palomino y Mingueo, en su orden. Los factores que posiblemente intervienen para este parámetro podrían ser: la composición del suelo por donde circula el río y el estado en que se encuentran las redes de distribución en cada corregimiento; del mismo modo las interrelaciones que existen entre los parámetros hacen, en algunos casos, aumentar las concentraciones de los mismos, entre otros.

El hierro, que también excede los límites máximos permisibles en algunos meses, en todos los corregimientos, es un parámetro que influye en el resultado del IRCA. Esto posiblemente se debe a que es el elemento de transición más abundante de la corteza terrestre, además por la composición y tipo de suelo, ya que a medida que los suelos son lavados por las lluvias hay más probabilidad de se encuentren en el agua minerales.



CAPÍTULO 5

Calidad del agua de la zona rural del municipio de Albania

*Fabián Gómez de Ávila, Yovanni Bustamante Vengoechea, Hugo Vargas Candela.
Grupo de Investigación Territorios Semiáridos del Caribe, Programa de Ingeniería
Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Guajira.*

5.1. Aspectos generales del municipio de Albania

El municipio de Albania se encuentra ubicado en el departamento de La Guajira, en la zona denominada Media Guajira, y tiene un área de 425 km² (tomado del EOT), que abarca el 2,04 % de la extensión total territorial departamental (20.848 km²); está a una distancia de 72 km de Riohacha, la capital del departamento.

Albania se fundó en los primeros años del siglo XIX, entre la Serranía del Perijá y la finalización de los repliegues más septentrionales de la Sierra Nevada de Santa Marta. Los primeros pobladores del lugar, de lo que hoy es Calabacito, fueron las tribus indígenas de los Cocinas, los Cariachiles y, por último, los Wayuu. El poblado, en sus inicios, constaba de diez casas aproximadamente, construidas en barro, bahareque y techo de palma. Sus habitantes decidieron llamarlo Calabazo por la gran cantidad de árboles que existía en el lugar. En 1935 Calabacito es elevado a corregimiento de Maicao a través del Decreto 836 del 16 de mayo, con el traslado de la capital de la comisaría especial de La Guajira para Uribea (Alcaldía de Albania, 2008).

5.1.1. División político administrativa

El municipio de Albania está integrado por cuatro corregimientos: Cuestecita, Los Remedios, Porciosa y Ware Ware. Forman parte del territorio municipal diez veredas: Urapa, Paradero, Santa Fe, Amarre, Campo Herrera, Piedra Amarilla (llamada antes La Horqueta), Arrosolo, Nueva América, La Sierrita y Tigre Pozo.

También forman parte de este territorio dos resguardos indígenas: una pequeña parte del Resguardo Indígena Wayuu de la Alta y Media Guajira (constituido mediante Resolución 015 del 28 de febrero de 1984, Incora) y el Resguardo Indígena Wayuu Cuatro de Noviembre (constituido mediante Resolución 22 del 16 de mayo de 1995, Incora).

5.1.2. Condiciones hidrográficas

Los aspectos generales de la hidrografía se presentan a nivel de las unidades hidrográficas más importantes del municipio de Albania. Para el caso del río Ranchería, y los arroyos Bruno y El Tabaco (oferentes del río Ranchería). Dado que solo parte de estos transita por el territorio de Albania, solo se presentan los siguientes datos.

5.1.2.1. Río Ranchería

El valle del río Ranchería es un graben (una depresión tectónica) entre la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá, con estructuras sinclinales muy claras. En la región situada debajo de la falla de Oca, el río Ranchería en gran parte de su trayecto se encuentra en contacto con los acuíferos superficiales y durante los tiempos secos una gran cantidad de agua se infiltra en estas capas, conteniendo el acuífero superficial agua de buena calidad en los alrededores del río. El río Ranchería, en la Estación Cuestecitas, registra un caudal medio mensual multianual de 10,55 m³/seg, un máximo mensual multianual de 144,6 m³/seg (registrado en el mes de diciembre del año 1999), valores mínimos mensuales multianuales de 0 m³/seg (registrado en los meses de febrero de 2003) y marzo de años 1993 y 2003).

En términos generales, el río Ranchería es aprovechado para la provisión de aguas de los caseríos y rancherías cercanos a su cauce en el municipio de Albania. También es destacable el uso de esta agua para la explotación minera, en especial para el proyecto de El Cerrejón.

5.1.2.2. Quebrada Moreno

Arriba de la falla de Oca existe la subcuenca de la quebrada Moreno (en el municipio de Albania corresponde a la microcuenca del arroyo El Salado) donde se espera infiltración directa de bastante importancia. El cauce de la quebrada Moreno decrece a causa de la infiltración o de la evapotranspiración hasta que llega a cero, siendo mayor la infiltración en los tiempos húmedos. La microcuenca del arroyo El Salado presenta deterioro por deforesta-

ción (ceiba, caracolí, etcétera); este arroyo forma parte de la subcuenca de la quebrada Moreno, tributario de la cuenca del río Ranchería.

5.1.2.3. *Arroyo Tabaco*

Nace en el municipio de Barrancas, en la zona de Caurina, con el nombre del arroyo La Cortadera; es un arroyo bastante intervenido. Los usos dados a las tierras (ganadería extensiva y cultivos) han facilitado que la protección disminuya y que la erosión sea mayor; reflejo de ello es la carga de sedimentos que arrastra, la cual es mayor que la del arroyo Bruno. De acuerdo con versiones de sus pobladores, este arroyo se seca casi por completo en épocas de verano, quedando únicamente un hilo de agua.

La parte media de la microcuenca presenta ganadería de tipo extensivo con destrucción del bosque nativo (ceiba, caracolí, roble, etcétera) para la implantación de potreros que llegan hasta la orilla del río, con la consecuente desprotección forestal en las zonas aledañas a los ríos.

5.1.2.4. *Arroyo Bruno*

Nace en la Reserva Natural Montes de Oca (vereda Tigre Pozo). Se localiza sobre la margen derecha de la cuenca del río Ranchería, en una zona ondulada, y nace a una altura de 700 m s. n. m., en Montes de Oca, jurisdicción del municipio de Albania. Su cauce tiene una longitud de 18.98 km y su cuenca un área aproximada de 82,6 km². También se conoce con el nombre de El Tinajoncito. Es un arroyo bastante intervenido, aunque ya se le realizó el aislamiento y reforestación. Los usos dados a las tierras (tala de madera y cultivos) ha facilitado que la protección disminuya y que la erosión sea mayor; reflejo de ello es la carga de sedimentos que arrastra. El municipio tiene proyectada la construcción del nuevo acueducto para el abastecimiento del agua a la cabecera municipal, el corregimiento de cuestecitas y las veredas de Tigre Pozo y La Orqueta; además, este arroyo es utilizado como el balneario principal del municipio.

Por otra parte, en el municipio de Albania se forman diversidad de arroyos de escorrentía, algunos de los cuales reciben aportes de agua significativos del Sarumahana, el Kokomahana y el Poroyko, que sirve de límite con el municipio de Maicao por el este. Por otra parte también está el arroyo Los Remedios, y se destacan también antiguos brazos del río Ranchería que se llenan de agua en las épocas de lluvias, como el conocido Yotomahana.

5.1.2.5. Lagunas

En el municipio se encuentra la laguna Amaree.

5.1.3. Población

El municipio de Albania, según el censo de 2005, contaba con una población de 19.429 habitantes y, según las proyecciones, para el año 2010 el municipio de Albania contaría con una población de 21.893 habitantes (véase la tabla 5.1).

Tabla 5.1.

Población del municipio de Albania 2005-2010, La Guajira, Colombia.

Censo y proyecciones	Total	Población hombres	Población mujeres	Tasa de crecimiento
Censo 2005	19.429	10.062	9.367	
Proyección 2010	23.897	12.376 (51,79 %)	11.520 (48,21 %)	63,41 × 1.000 hab.

Fuente: *Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE (2005).*

5.2. Disponibilidad y usos del agua en la zona rural de Albania

5.2.1. Abastecimiento del agua en las comunidades

El 75 % del agua disponible en la zona rural de Albania es de carácter subterráneo, extraída de pozos por medio de microacueductos conformados por una bomba de succión, un tanque de almacenamiento comunal y sistemas de conducción hasta las viviendas. Solo la zona de Los Remedios obtiene el agua por medio de los diferentes acuíferos derivados del río Ranchería, articulados de igual manera por medio de un microacueducto. En la comunidad de Cuestecita el microacueducto cuenta con una planta de tratamiento bajo la administración de la empresa Triple A, de tal forma que el servicio es facturado.

5.2.2. Utilización del agua por parte de la comunidad

El agua es utilizada para satisfacer las necesidades básicas en el hogar y sus quehaceres diarios, tales como beber, cocinar, bañarse, lavar; en muy pocas ocasiones el agua es utilizada para otras actividades no básicas, como regar jardines y patios. A excepción de los pobladores de Cuestecita, que cuentan con el agua diariamente, en las demás zonas el agua está disponible entre tres y dos días a la semana. La presión del agua es insuficiente, por tal motivo la mayoría de las viviendas (~70 %) cuentan con albercas subterráneas con el objeto de

mantenerla almacenada; el resto de la población cuenta con tanques plásticos de gran capacidad de almacenamiento. En la gran mayoría de los casos las albercas reciben mantenimiento y limpieza por largos períodos de tiempo (más de un mes), hecho que repercute en la calidad del agua almacenada. Los recipientes son aseados o lavados semanal o quincenalmente. Entre un 4 y 10 % de la población no reciben el suministro de agua debido a insuficiencia de las redes de distribución o al mal estado de las mismas, esto por problemas de colmatación. Las fallas del fluido eléctrico, que son casi constantes a diario en las comunidades, también constituyen una limitante para la disponibilidad del agua, ya que no puede funcionar el sistema de bombeo.

Con respecto a la apariencia del líquido, la población la percibe de un color amarillo y, en pocos casos, verde, con olor a azufre. Para el caso de Cuestecita se percibe incolora con olor a cloro.

Cerca de 76 % de la población consume el agua directamente del sistema de distribución, al resto no le parece confiable y deciden comprar agua envasada en bolsas plásticas y/o botellones. El 54 % de los pobladores de Porciosa, Ware Ware y Los Remedios, que utiliza el agua para consumirla, la hierve, mientras que el resto de la comunidad no le aplica ningún tipo de tratamiento. Para el caso de Cuestecita, el 100 % de los pobladores la consumen directamente, pues confían en el tratamiento que el agua recibe previamente en la planta del microacueducto.

El 57 % de las familias cuentan con sistemas de poza séptica, el 33 % con letrinas y el resto utilizan el campo abierto para realizar sus necesidades fisiológicas, situación que se convierte en fuente de contaminación de las aguas y los suelos, debido a que el material por infiltración o escorrentía puede llegar a los pozos o acuíferos que constituyen la fuente hídrica.

Un 40 % de la población atribuye al agua el padecimiento de problemas de salud como diarrea, dolor de estómago y vómitos. La mayor parte de los casos se presentan en las comunidades de Los Remedios y Porciosa.

Las principales fuentes de captación de agua, para los habitantes de los corregimientos de los municipios de Albania, generalmente son pozos subterráneos, los cuales se encuentran muy cerca a la comunidad y son administrados por particulares, quienes se encargan de llenar los tanques elevados por medio de una bomba eléctrica para luego distribuir el agua por tubos y mangueras hasta las casas de los habitantes. El único corregimiento que se abastece de agua superficial es Los Remedios, el cual capta el agua de un nacedero y llega a gran parte de las viviendas por gravedad. El 100 % de la

población de los corregimientos no paga el servicio de agua que se le es suministrado, hecho que es argumentado por las situaciones de deficiencia en el servicio, el cual es considerado como de mala calidad e inconstante. Otro aspecto relacionado es el hecho de que el consumo del agua no es discriminado en ningún tipo de recibo o factura de cobro.

5.2.3. Calidad del agua utilizada por la comunidad

5.2.3.1. Diseño de muestreo y análisis de laboratorio

La calidad de agua con que se abastecen las comunidades rurales del municipio de Albania tiene en cuenta el esquema de fuente y sistema de distribución en las viviendas. En la tabla 5.2 se indican los aspectos base para la determinación de la calidad del agua en la zona rural del municipio de Albania según las fuentes de agua de cada corregimiento. Teniendo en cuenta la Resolución 2115 del 2007 de Colombia (El sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano) del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, los parámetros tenidos en cuenta para el establecimiento de la calidad del agua corresponden a los definidos en la sección 3.2.3.1.

Tabla 5.2.

Aspectos base para la determinación de la calidad del agua en la zona rural del municipio de Albania, La Guajira.

Toma de muestra Corregimiento	Nacedero	Pozo	Tanque elevado	Puntos terminales (llave)
Los Remedios	X		X	X
Porciosa		X	X	X
Cuestecita		X		X
Ware Ware		X	X	X

Fuente: Gómez et al. (2011).

5.2.3.2. Valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Albania, y cumplimiento de la Resolución 2115 del 2007 del mmadt

Los valores promedio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Albania se encuentran registrados en la tabla 5.3. Estos valores se comparan con los valores permitidos establecidos en la Resolución 2115 del 2007 del MMADT.

Teniendo en cuenta los valores de hierro, conductividad, coliformes fecales y coliformes totales el agua, en todas las comunidades de la zona rural del municipio de Albania, se considera que esta no es apta para el consumo humano, con base en lo establecido en la Resolución 2115 del 2007 del MMADT.

El hierro, considerado como uno de los elementos más abundantes de la corteza terrestre, aparece en el agua que se filtra por el suelo; las rocas pueden disolver este mineral y acarrearlo hacia el agua subterránea, lo puede explicar su concentración en las aguas de todas las comunidades.

La alta conductividad de las aguas se atribuye a la presencia de iones de carácter metálico, como el caso del hierro, y a sales en disolución teniendo, en cuenta que los mayores valores se presentan en las comunidades con fuentes de agua subterránea, como lo son Porciosa, Cuestecita y Ware Ware.

Los coliformes fecales y totales que se encuentran en las aguas son producto de la contaminación de esta; una de las posibles causas de contaminación es el hecho de que no existe un sistema adecuado de eliminación de excretas, por lo cual los habitantes, en una gran proporción, realizan sus necesidades fisiológicas en lotes baldíos, constituyéndose estos, a su vez, en generadores de vectores de enfermedades; con la ayuda de los vientos los microorganismos se adaptan y propagan más rápidamente.

Tabla 5.3.

Valores promedio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Albania, La Guajira.

Parámetro	Valor promedio	Valor permitido
Alcalinidad (mg/L)	125,9	200
Cloruros (mg/L)	94,8	250
Dureza (mg/L)	231,1	300
Turbidez (NTU)	0,5	2.0
Conductividad (µS/cm)	1135,7	1000
Color (UC)	< 5,0	15
pH	7,8	5,5 y 9,0
Hierro (mg/L)	0,4	0,3
Sulfato (mg/L)	33,7	250
Nitrito (mg/L)	0,02	0,1
Coliformes fecales UFC/100 mL	1204,2	0,0
Coliformes totales UFC/100 mL	3199,0	0,0

Fuente: Gómez *et al.* (2011).

5.2.3.3. Valores de los índices de riesgo de calidad del agua (irca) en las comunidades de la zona rural del municipio de Albania

En la tabla 5.4 se indican los valores promedio del IRCA para cada una de las comunidades de la zona rural de Albania.

El IRCA alto se debe a que en todas las muestras de agua tomadas en los corregimientos se encontró la presencia de coliformes fecales y totales, los cuales influyen en el valor, aumentado el nivel de riesgo del agua para consumo humano en estas poblaciones.

Otro factor que interviene en gran medida, es que tres de los cuatro corregimientos del municipio de Albania (Los Remedios, Porciosa y Ware-Ware) no cuentan con un sistema de tratamiento de agua potable; solo Cuestecitas cuenta con un sistema de tratamiento, el cual es deficiente, debido a que no utilizan métodos y procedimientos apropiados que generen seguridad en la calidad del agua que suministran a la población. Se observa además que estos sistemas de abastecimiento suministran el agua para todas las actividades de la población: agricultura, cría de animales, lavado de ropa, lavado de carros y para consumo doméstico, lo que aumentando el riesgo para la población.

Tabla 5.4.

Valores de los **índices** de riesgo de la calidad del agua de los corregimientos del municipio de Albania, departamento de La Guajira.

Corregimientos	Valor del IRCA (%)	Nivel de riesgo	Diagnóstico
Los Remedios	56,84	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Porciosa	54,79	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Cuestecitas	56,84	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Ware Ware	56,84	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Promedio	56,32	Alto	Agua no apta para el consumo humano

	Nivel de Riesgo Inviabile Sanitariamente, Resolución 2115 de 2007
	Nivel de Riesgo Alto, Resolución 2115 de 2007

Fuente: Gómez *et al.* (2011).

Los principales trastornos de salud que se han presentado en la población, según manifiestan sus habitantes –dolor de estómago, diarrea, vómitos y alergias epidérmicas–, pueden estar relacionados con el consumo del agua. Es importante mencionar que los habitantes consumen el agua directamente de la tubería de suministro y pocos son los que le aplican un previo tratamiento antes de ingerirla. En algunos casos, la presencia de bacterias coliformes puede estar relacionada con la falta de saneamiento básico, específicamente en lo relacionado con el aseo de los sistemas de almacenamiento del agua en las viviendas (albercas, tanques).



CAPÍTULO 6

Calidad del agua de la zona rural del municipio de Maicao

*Víctor Mercado Arrieta, Jaime Morales Arroyo, Leidy Segovia.
Grupo de Investigación Territorios Semiáridos del Caribe, Programa
Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Guajira.*

6.1. Aspectos generales del municipio de Maicao

Maicao es un municipio que se sitúa en el extremo septentrional de Suramérica, exactamente en el centro-este del departamento de La Guajira, entidad subnacional a la cual pertenece. Esta ciudad está ubicada a 76 km de distancia de Riohacha y a 103 km de Maracaibo (Venezuela), y localizada a una altura de aproximadamente 52 m sobre el nivel del mar.

Su cabecera municipal limita con los siguientes vecinos: al norte con los municipios de Uribia y Manaure, al oriente con la República Bolivariana de Venezuela, al sur y al occidente con el municipio de Albania.

Las principales alturas del municipio se localizan en el sector sur, y se conocen como la Cuchilla de Chingolita, el páramo Monte Bello –que es la máxima altura 1.500 m s. n. m.– y la cuchilla de la Chonorihamana, todas estas localizadas en la Cordillera Oriental (Montes de Oca). Maicao hace parte de la Península de La Guajira, que está sujeta durante casi todo el año a la acción de los vientos alisios del noreste, de gran influencia en el clima de la zona. Estos vientos hacen que esta región de Colombia tenga acentuadas condiciones de aridez, debido a que las nubes son arrastradas al suroriente y acumuladas al norte de los Montes de Oca. La temperatura promedio es de 29 °C y su valor máximo se alcanza en las épocas secas, durante los meses de mayo, junio y julio, cuando alcanzan hasta 34 °C.

En muchos lugares la cubierta vegetal es inexistente, esto por muchos factores: la sequía, el viento y la salinidad, que reprimen el crecimiento de los vegetales; la vegetación presenta un crecimiento chaparro y de hojas pequeñas, lo que evidencia la sequía predominantemente desértica. No obstante, hay lugares en donde las precipitaciones son más frecuentes, abundantes y regulares, y las condiciones protegen la vegetación, por ejemplo la zona localizada en la Cordillera Oriental, en el valle que forma el río Carraipía, donde se desarrolla una vegetación permanente y variada, presentándose con mayor densidad en la riberas del río, que separa el continente de la península.

6.2. Aspectos generales de los corregimientos

6.2.1. Corregimiento de Paraguachón

Se localiza en la frontera con la República Bolivariana de Venezuela. Es la entrada para los extranjeros que ingresan al país con diferentes nacionalidades. Este sitio es el más importante del departamento de La Guajira, en donde se localizan todas las autoridades nacionales y venezolanas.

6.2.2. Corregimiento de Carraipía

Está localizado en las estribaciones de la Cordillera Oriental, en el valle que forma el río Carraipía. Es la región más importante por su clima y por la producción agropecuaria del municipio.

6.2.3. Corregimiento de La Majayura

Su localización se encuentra en el sector suroriental del territorio municipal, en las estribaciones de la Cordillera Oriental (Montes de Oca), donde se localiza el Hito del Alto del Cedro, final de la línea recta imaginaria que divide la Península de La Guajira en dos países. Su poblamiento se debe al paso obligado de las personas por la trocha que comunicaba Carraipía con Carrasquero (territorio venezolano) y a los dueños de vaquerías en las haciendas ganaderas fronterizas.

6.3. Disponibilidad y usos del agua en la zona rural de Maicao

6.3.1. Abastecimiento del agua en las comunidades

El 98 % de los habitantes de la zona rural de Maicao tienen conocimiento sobre la procedencia del agua que usan y consumen. Para el caso de Paraguachón, no existe sistema de acueducto para el suministro del agua, en este

caso el servicio no es facturado; el agua la adquieren por compra directa de carro tanques, vehículos que se abastecen en una subestación de bombeo que se halla en la localidad de Maicao. Esta a su vez se provee de la estación principal, la cual bombea el agua proveniente del río Jordán al sistema de acueducto de la ciudad. La localidad de Carraipía presenta un sistema de suministro de agua por acueducto a través de la empresa Aguas de La Península, cuya fuente hídrica es el río Jordán, el cual es facturado y pagado por el 80% de la población. En la Majayura el agua es captada de un acuífero y presenta un sistema de suministro de agua por acueducto a través de una cooperativa integrada por representantes de la población, el cual beneficia al 86,03 %, y es debidamente facturado y pagado por el beneficiario. La población restante se suministra a través de sistemas de molino de viento y alberca de almacenamiento.

6.3.2. Utilización del agua por parte de la comunidad

El 86 % de la población consume el agua suministrada, cuya frecuencia no es diaria. 67,4 % de los pobladores la consumen sin ningún tipo de tratamiento; 18,3 % la hierven antes de consumirla y un 13 % consume agua tratada, a través de la compra envasada en botellones o bolsas provenientes de Riohacha. Otros usos del agua corresponden a la preparación de alimentos, aseo personal y del hogar y lavado de ropa; en su mayoría esta no es reutilizada. Solo en Carraipía se encuentran pobladores que utilizan el agua para el sostenimiento en la cría de animales domésticos (caprinos y ovinos) y sistema de cultivos a nivel de huertas caseras.

En su mayoría (96,11 %), la población cuenta con sistemas de sanitarios o letrinas, y en pequeña proporción se ven obligados a utilizar zonas de campo abierto para hacer sus necesidades fisiológicas, al no contar con ningún tipo de estos sistemas. El 88,66 % de la población utiliza tanques para el almacenamiento del agua, en el 68,43 % de los casos los tanques son de plástico, en 17,04 % de hierro o aluminio y en 2,85 % de cemento. Para el caso de la utilización de recipientes de plástico como medio de almacenamiento del agua en la vivienda, se observa que el principal problema de la utilización de este tipo de depósitos radica en que la mayoría de los habitantes no los cubren con una tapa para evitar el ingreso de sustancias contaminantes y microorganismos. Los recipientes metálicos son utilizados por períodos muy cortos, expuestos a diversas condiciones climáticas que causan deterioro por el proceso de oxidación, situación que facilita la proliferación de bacterias, problemática que se agudiza aún más al no estar protegidos con tapas adecuadas.

Los de concreto o cemento crean condiciones para la proliferación de diversidad de organismos patógenos, debido a la textura áspera del cemento en cuyos poros se forman colonias de bacterias.

Solo un 12,08 % de las viviendas posee sistemas de albercas como medio de almacenamiento de agua, de los cuales 90,2 % son superficiales y 9,8 % subterráneas. En muchas ocasiones las albercas subterráneas se caracterizan por tener un proceso constructivo inadecuado, lo que permite la filtración de sustancias contaminantes, ensuciando el agua sucia con excrementos y orina de animales a través del suelo, y el ingreso de partículas contaminantes por la existencia de letrinas sanitarias a menos de 15 metros de estos. Este tipo de almacenamiento de agua para consumo humano, por sus condiciones de higiene, se consideran como una fuente de generación de contaminación de este recurso, debido a que, por lo general, no reciben periódicamente mantenimiento o limpieza. La mayoría de la población cuenta con este tipo de almacenamiento, a causa de los problemas de abastecimiento de agua; además, estos son utilizados para almacenamiento del líquido por largos períodos de tiempo.

El 73,75 % de la población manifiesta no haber presentado nunca situación de deterioro de salud alguna por el uso y consumo del agua. Sin embargo, el 26,25 % ha sufrido problemas de salud por el consumo de esta; el 13,18 % ha tenido diarrea, el 9,07 % dolor de estómago, el 2,8 % vómito y el 1,2 % fiebre, lo que refleja que el agua que se consume está ocasionando trastorno en la salud de los habitantes y que se debe presentar mucha atención a su calidad para evitar futuros problemas.

6.3.3. Calidad del agua utilizada por la comunidad

6.3.3.1. Diseño de muestreo y análisis de laboratorio

La calidad de agua con que se abastecen las comunidades rurales del municipio de Maicao tiene en cuenta el esquema de fuente y sistema de distribución en las viviendas; los sistemas de abastecimiento en esta zona corresponden a ríos, pozos subterráneos y acequia. En la tabla 6.1 se indican los aspectos base para la determinación de la calidad del agua en la zona rural del municipio de Maicao, según las fuentes de agua de cada corregimiento. Teniendo en cuenta la Resolución 2115 del 2007 de Colombia (El sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano) del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, los parámetros tenidos en cuenta para el establecimiento de la calidad del agua corresponden a los definidos

en la sección 3.2.3.1. Para el caso de fuentes como ríos, los resultados de los parámetros de calidad del agua pueden variar según la profundidad, la velocidad de corriente, la distancia de la orilla y la separación entre las orillas. La toma de las muestras en los pozos se hace después de haber bombeado una cantidad suficiente como para asegurar que la muestra representa al agua del subsuelo. A veces es necesario bombear a una velocidad determinada para conseguir un descenso de nivel que permita determinar las zonas de donde proviene el aporte al pozo.

Tabla 6.1.

Aspectos base para la determinación de la calidad del agua en la zona rural del municipio de Maicao, La Guajira.

Corregimientos	Sitios de muestreo	No. de muestras	m.s.n.m.	Coordenadas	
La Majayura	Base militar (pozo)	1	155	11° 10' 02" N	72° 15' 57" E
	Vivienda 1	1	156	11° 10' 05" N	72° 15' 59" E
	Vivienda 2	1	155	11° 10' 03" N	72° 15' 57" E
	Río	1	155	11° 10' 03" N	72° 15' 40" E
Carraipía	Finca	1	102	11° 15' 3,4" N	72° 22' 4,5" E
	Tienda	1	111	11° 15' 6,4" N	72° 22' 10,9" E
	Vivienda	1	120	11° 15' 26,3" N	72° 22' 15,3" E
Paraguachón	Vivienda 1	1	34	11° 21' 38,7" N	72° 08' 0,7" E
	Vivienda 2	2 (tanque y alberca)	48	11° 21' 45,7" N	72° 08' 16,7" E
	Vivienda 3	1	43	11° 21' 44,2" N	72° 08' 18,9" E
	Planta de distribución	1	63	11° 22' 16,8" N	72° 15' 32" E

Fuente: Mercado *et al.* (2011).

6.3.3.2. Valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Maicao, y cumplimiento de la Resolución 2115 del 2007 del mmadt

Los valores promedio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Maicao se encuentran registrados en la tabla 6.2. Estos valores se comparan con los valores permitidos establecidos en la Resolución 2115 del 2007 del MMADT.

La dureza del agua se halla por debajo del máximo valor aceptable (300 mg/L CaCO₃, Resolución 2115 de 2007), y en el período de lluvia se registran valores más altos que en la época seca (con intervalo: 40-182 mg/L CaCO₃), catalogándose como un agua moderadamente dura. La dureza en estas aguas es provocada por el ion calcio asociado al sulfato (correlación = 0,767), teniendo en cuenta que los principales aniones que generan dureza en el agua son el SO₄⁻², Cl⁻, HCO₃⁻, NO₃⁻, y el SiO₃⁻².

Tabla 6.2.

Valores promedio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Maicao, La Guajira.

Parámetro	Valor promedio	Valor permitido
Alcalinidad (mg/L)	293,23	200
Cloruros (mg/L)	39,25	250
Dureza (mg/L)	145,84	300
Turbidez (NTU)	0,51	2,0
Conductividad (μS/cm)	599,77	1000
Color (UC)	0,0	15
pH	8,0	5,5 y 9,0
Hierro (mg/L)	0,09	0,3
Sulfato (mg/L)	13,8	250
Nitrito (mg/L)	0,025	0,1
Coliformes fecales UFC/100 mL	49,16	0,0
Coliformes totales UFC/100 mL	5300	0,0

Fuente: Mercado *et al.* (2011).

La alcalinidad durante el período de lluvia se mantiene por debajo del valor máximo aceptable por la normativa vigente para agua de consumo humano (200 mg/L CaCO₃), presentando un promedio de 183,11 mg/L CaCO₃, pero durante el periodo de sequía presenta valores que superan el máximo permisible establecido por la ley (con intervalo: 44,36-310,74 mg/L CaCO₃). Los valores de alcalinidad demuestran que el agua es suministrada altamente cargada por sales; cabe resaltar que estas aguas provienen de pozos donde posiblemente hallan altos niveles de carbonatos, bicarbonatos y fosfatos, lo que demuestra su estrecha relación con la dureza (correlación = 0,973). Estas aguas son ricas en especies alcalinas provenientes de minerales del suelo.

Los valores de pH presentan diferencias significativas, y sin embargo se encuentran dentro de los rangos permisibles (5,5-9,0), cumpliendo con la normativa y de acuerdo con los niveles de pH relacionados con la calidad del agua. El pH es básico del agua e infiere sobre la existencia de carbonatos, bicarbonatos y fosfatos.

Los valores promedio para sulfatos se encuentran dentro de los límites permisibles (250 mg/L), siendo valores muy bajos; los rangos se hallan entre 16,52 mg/L (con intervalo: 8,69-21,52 mg/L) para el período de lluvias y 18,48 mg/L (con intervalo: 17,91-19,30 mg/L) para el período seco.

El agua para consumo humano debe estar ausente de coliformes totales y fecales por norma. De acuerdo con los datos, los coliformes presentes en el agua sobrepasan el umbral exigido por la norma colombiana (Resolución 2115/07), lo que nos indica que la sola presencia de estos microorganismos en el agua es un indicador cualitativo de contaminación.

Se puede apreciar un mayor aumento durante el período de lluvia, debido a que en esta época hay un mayor arrastre de microorganismos al agua. Esto se debe a que en estas zonas la contaminación se origina por la defecación a campo abierto y a la presencia de animales domésticos y silvestres que actúan como portadores de agentes patógenos. El agua utilizada por las comunidades puede contaminarse cuando entra al sistema de distribución, a través de conexiones cruzadas, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos, grifos dañados y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones realizadas sin las mínimas medidas de seguridad. De igual manera, la construcción defectuosa en las estructuras de pozos o depósitos y la ausencia o irregular mantenimiento de estas instalaciones son causas que predisponen el ingreso y multiplicación de microorganismos a partir de distintas fuentes.

En general, la calidad fisicoquímica del agua en el corregimiento de Paragachón es buena, a pesar de que durante el período seco la dureza promedio supera en 49,8 mg/L CaCO_3 el máximo valor aceptado por la legislación colombiana (200 mg/L CaCO_3); sin embargo, la calidad microbiológica del agua es mala debido a que en los períodos de lluvia y sequía están presentes los coliformes fecales y totales en las aguas. En el corregimiento de Carrapía la calidad fisicoquímica del agua se ve afectada por la alcalinidad y los nitritos; la primera supera el máximo valor permitido tanto en época de sequía como de lluvias, y el segundo en el período de lluvias solamente, al

igual que en el corregimiento de Paraguachón. Los coliformes están siempre presentes, convirtiéndola en agua de mala calidad. En La Majayura la calidad fisicoquímica del agua que allí se suministra es relativamente buena, mas la conductividad es el único parámetro que supera el máximo valor permitido, pero sólo durante el periodo de lluvia. Microbiológicamente el agua no está dentro de los estándares de calidad debido a la presencia de los coliformes fecales y totales.

Los principales factores que afectan la calidad microbiológica del agua en los corregimientos del municipio de Maicao son: ineficiencia en la captación, tratamiento y suministro del agua, incorporación de materia fecal en las fuentes de agua debido al uso de letrinas y zonas a campo abierto, como mecanismos de eliminación de excretas, e insuficiencias sanitarias en los sistemas domésticos de almacenamiento de agua. La calidad fisicoquímica del agua se ve afectada por factores tales como: las características químicas del suelo y el subsuelo por el cual fluye o transcurre el agua, ya sea bien de río o de acuífero, y las actividades agropecuarias desarrolladas en las cercanías de las fuentes de agua.

6.3.3.3. Valores de los índices de riesgo de calidad del agua (irca) en las comunidades de la zona rural del municipio de Maicao



En la tabla 6.3 se indican los valores promedio del IRCA para cada una de las comunidades de la zona rural de Maicao.

Según el valor del IRCA de cada corregimiento, en los períodos de lluvia y sequía el promedio general del Índice de Riesgo de la Calidad de Agua para Consumo Humano en la zona rural del municipio de Maicao es de 56,4, catalogándose el agua como no apta para el consumo humano, indicando un alto riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el agua en la población de dicha zona. Los parámetros que influyen en el valor alto de dicho índice son los coliformes fecales y totales y la alcalinidad.

Tabla 6.3.

Valores de los **índices** de riesgo de la calidad del agua de los corregimientos del municipio de Maicao, departamento de La Guajira.

Corregimiento	Valor del IRCA (%)	Nivel de riesgo	Diagnóstico
Paraguachón	55,5	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Carraipía	58,3	Alto	Agua no apta para el consumo humano
La Majayura	55,6	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Promedio	56,4	Alto	Agua no apta para el consumo humano

	Nivel de Riesgo Inviabile Sanitariamente, Resolución 2115 de 2007
	Nivel de Riesgo Alto, Resolución 2115 de 2007

Fuente: Mercado *et al.* (2011).



CAPÍTULO 7

Calidad del agua de la zona rural del municipio de Manaure

Jhonny Pérez Montiel, Yulieth Betancourt López, Clary Martínez Méndez, Viviana Tafur Silva. Grupo de Investigación GISA, Programa Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Guajira.

7.1. Aspectos generales del municipio de Manaure

El municipio de Manaure limita al norte con el Mar Caribe, por el sur con los municipios de Uribía y de Maicao, al este con los municipios de Maicao y Riohacha, y por el oeste con los municipios de Uribía y Maicao. La cabecera municipal presenta una altura no superior a los 5 m s. n. m. y dista 115 km de la capital del departamento de La Guajira, Riohacha. (Biorrecuperar, 2002).

El área de superficie de Manaure es de 1.643 km², es decir, el 9,45 % del territorio total del departamento de La Guajira.

7.1.1. División política y geográfica

El municipio de Manaure está conformado por los corregimientos Arema-sahin, La Gloria, Mushichi, Manzana, El Pájaro, Shuiruria, San Antonio (Pancho), La Paz y Mayapo. En cada corregimiento se encuentran asentamientos indígenas o rancherías que en su conjunto suman aproximadamente 200.

7.1.2. Población

La población del municipio de Manaure está formada por colonos e indígenas wayuu; estos últimos tienen su mayor asentamiento en el área rural. Manaure, en su cabecera municipal, tiene 7.148 habitantes y en su zona rural 20.227; del total de la población, 15.448 son indígenas. La población de Ma-

naure, en un 83 % está localizada en el área rural, en rancherías pequeñas que van desde una vivienda, hasta rancherías con más de 70 viviendas, como en Mushichi, Mayapo y Aremasahin.

7.1.3. Tipo de vivienda

La cabecera municipal de Manaure se encuentra dividida en dos sectores, los cuales a su vez se dividen en calles y carreras. Los dos sectores son Manaure arriba y Manaure abajo. Existen viviendas desde las más rudimentarias, de piso de tierra, paredes de barro, techos de yotojoro, y otras de ladrillo y cemento, con techos de Eternit o cinc, con pisos de cemento, y hasta algunas con acabados arquitectónicos modernos. Se encuentran otro tipo de viviendas, típicas de los indígenas, llamadas rancherías, generalmente divididas en dos cuartos en donde cuelgan sus chinchorros. Casi todas las viviendas tienen una cocina o parte; generalmente los lugares para cocinar no tienen techo y están cerrados parcialmente con un cerco de cactus para protegerlos del viento y la arena.

7.1.4. Aspectos sociales

7.1.4.1. Salud

La atención que se presta se hace a través del hospital, un centro de salud ubicado en la cabecera municipal y en los puestos de salud en los corregimientos de Mayapo, El Pájaro y Aremasahin.

7.1.4.2. Educación

En la zona urbana existen escuelas de educación primaria y colegios de bachillerato; en cambio en la zona rural no existen colegios o escuelas con la básica primaria completa, a excepción del internado indígena Aremasahin, la escuela La Gloria y Nuestra Sra. De Fátima; las demás escuelas son unitarias y por ende tienen un único docente.

7.1.5. Servicios públicos

7.1.5.1. Acueducto

El servicio es prestado por el municipio. Cuenta con cinco pozos, de los cuales se bombea a la alberca cuya capacidad de almacenamiento puede satisfacer las necesidades inmediatas de la población en un 80 %. El agua potable es adquirida a través de una planta desalinizadora de agua de propiedad del municipio, la cual suministra agua a la población en las instalaciones de la

empresa, cubriendo un 40 %; la proyección es de un cubrimiento del 80 % mínimo.

7.1.5.2. Alcantarillado

La cabecera municipal cuenta con una cobertura del 60 %. Este servicio es prestado por el municipio, el cual posee una planta de bombeo. La fuente receptora de las aguas negras en una laguna estabilizadora funciona a medias por la colmatación y requiere un mejor mantenimiento.

7.1.5.3. Aseo

La prestación del servicio es de forma irregular. El municipio cuenta con un carro compactador y una volqueta que hace el recorrido dos veces por semana en cada área. Los residuos son depositados en las afueras de la población, en donde está ubicado el relleno sanitario a cielo abierto, en la margen izquierda de la vía Manaure-Auyama.

7.1.5.4. Energía eléctrica

El servicio es prestado por Electricaribe S. A.; se presta el servicio a un 90 % de usuarios del área urbana y a un 60 % del área rural.

7.1.6. Aspectos ambientales

7.1.6.1. Zonas verdes y recreativas

El municipio carece de zonas verdes; las zonas recreativas son el parque central y las canchas de fútbol y baloncesto.

7.1.6.2. Climatología

La precipitación promedio en el municipio de Manaure es de 325 mm/año. La temperatura promedio mensual es de 28,3 °C, encontrándose valores entre 26,9 °C y 28,7 °C; las máximas temperaturas mensuales son de 34,58 °C y las mínimas 22,56 °C, que se presentan en los meses de enero y junio, respectivamente.

7.1.6.3. Humedad

En el municipio de Manaure el valor medio de humedad es de 71 %, con valores máximos en los meses de octubre y noviembre, de 76 % y 75 %, respectivamente. Los meses con menor humedad son junio y julio, con 65 % y 64 %, respectivamente. Exceptuando estos últimos, el resto de los meses

supera el 70 %. Se registran valores extremos de 84 % como máximo y 54 % como mínimo.

7.1.6.4. Evaporación

El valor más alto de evaporación anual es de 301,3 mm, presentando los valores más altos durante los meses de junio (348,4 mm), julio (309,6 mm), septiembre (277,2 mm), octubre (247,9 mm) y noviembre (221,1 mm).

7.1.6.5. Hidrología

El municipio no cuenta con arteria fluvial, solo se hallan algunos arroyos y numerosos drenajes superficiales de poca importancia que corren durante las lluvias fuertes hacia el Mar Caribe, en donde desembocan. En su recorrido, estos drenajes provocan una alta erosión hídrica, con un gran arrastre de sedimento, proveniente de los suelos desprotegidos por la escasa vegetación. En el área urbana de Manaure solamente se pueden destacar dos fuentes de agua dulce artificial: el jagüey Urreichi y la represa del arroyo Limón, los cuales son alimentados por el arroyo de Irtu y el arroyo Limón, el cual nace en la sabana y cuya cuenca está emplazada en la Media Guajira conduciendo gran cantidad de agua que al rebosar las barreras van hasta el mar. Este arroyo permanece seco la mayor parte del año y su principal afluente es el arroyo Poroshi. Las aguas almacenadas en el jagüey Urreichi y la represa Limón se encuentran protegidas por barreras naturales y artificiales.

7.2. Disponibilidad y usos del agua en la zona rural de Manaure

7.2.1. Abastecimiento del agua en las comunidades

En la zona rural del municipio de Manaure, la fuente principal de abastecimiento de agua es la subterránea, para lo cual disponen de un pozo, y para extraerla usan un molino de viento, y luego es conducida a una alberca superficial o en algunos casos es bombeada a un tanque elevado para ser distribuida por gravedad. El 72 % de los habitantes de las comunidades indígenas aseguran la existencia de redes de distribución del agua en la zona rural, hecho que es negado por el 28 % restante.

Entre el 79 % y el 100 % de los habitantes recolectan agua diariamente, actividad que es realizada utilizando medios como bicicleta, burro, carretilla o al hombro, desde la fuente, que son los pozos, hasta las viviendas, para así satisfacer sus necesidades; aunque estas actividades están sujetas a la

existencia o no de redes de distribución, la época del año en la cual existen vientos y a la capacidad de almacenamiento de agua en las albercas comunitarias.

El agua en las viviendas es depositada en recipientes de plástico tipo pimpiña, generalmente el mismo utilizado en la recolección, el cual, en el 65% de los casos, permanece abierto durante todo el día. El 48 % de estos recipientes los ubican en un lugar bajo la sombra, es decir, que la costumbre mayor es de dejar los recipientes con el agua bajo el sol, fuera de las viviendas. Son muy pocas las viviendas (8-10 %) que poseen alguna forma de almacenar el agua en tanques metálicos o albercas superficiales o subterráneas durante 2 o 3 días.

Los recipientes destinados para el almacenamiento del agua en las viviendas son lavados cada semana (27 %), cada 4 meses (19 %), a diario (11 %) o cada 15 días (7 %); dando a entender que la frecuencia de limpieza de los depósitos de almacenamiento de agua depende principalmente de la frecuencia de abastecimiento y de la cultura de aseo de los habitantes.

7.2.2. Utilización del agua por parte de la comunidad

La mayor parte de la población (71 %) desconoce el origen del agua de su comunidad, lo que indica en algunos casos el poco interés que la comunidad tiene en la procedencia del agua como recurso vital para su vida familiar. El agua es de gran uso para beber (16 %), cocinar (17 %), bañarse (23 %), lavar (23 %) y regar cultivos (6 %). El 71% de los habitantes de las comunidades indígenas manifiestan que el agua presenta olores desagradables, lo cual puede ser consecuencia de la insalubridad en la que se encuentran las albercas comunitarias y los recipientes donde la almacenan, debido a que no hay evidencias de limpieza y mantenimiento periódico de los mismos, así como a la presencia y disposición de los residuos sólidos alrededor de estas. El 66% de los habitantes de las familias manifiestan que el agua no presenta color, el 24 % aprecia color amarillo, el 4 % color café, 1 % gris, 2 % negro y 3 % verde. La presencia de coloración en el agua puede ser producto de la falta de limpieza en las albercas comunitarias, lo que ocasiona la acumulación de residuos y crecimiento de fitoplancton, lo que genera las diversas apariencias en dicho líquido.

Más del 50 % de los habitantes beben el agua proveniente de los pozos sin aplicarle ningún tratamiento; en algunos casos el agua para consumo es comprada en carro tanques y botellones. Un 45 % de la población hierve el

agua y solo el 5 % le agrega cloro antes de consumirla. No obstante, hay casos particulares, como la comunidad indígena La Villa, en donde el 100 % de la población manifiesta no realizarle ningún tratamiento al agua antes de ser consumida. El 69 % de las familias habitantes recolectan agua lluvia debido a que en la época de invierno, cuando los vientos son escasos, se ve afectado el funcionamiento de los molinos y los habitantes de las comunidades tienen la necesidad de recolectar este tipo de agua para satisfacer sus necesidades, esto porque el volumen almacenado en las albercas comunitarias disminuye.

En cuanto al riesgo por el consumo del agua, 39 % de la población manifiesta que el agua le ha causado algún tipo de enfermedad como dolor de estómago (27 %), vómito (11 %), rasquiña (15 %) o dengue (3 %).

7.2.3. Calidad del agua utilizada por la comunidad

7.2.3.1. Diseño de muestreo y análisis de laboratorio

En la tabla 7.1 se indican los aspectos base para la determinación de la calidad del agua en la zona rural del municipio de Manaure, según las fuentes de agua de cada comunidad indígena. Teniendo en cuenta la Resolución 2115 del 2007 de Colombia (El sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano) del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, los parámetros tenidos en cuenta para el establecimiento de la calidad del agua corresponden a los definidos en la sección 3.2.3.1 de este libro.

Tabla 7.1.

Aspectos base para la determinación de la calidad del agua en la zona rural del municipio de Manaure, La Guajira.

Comunidad	Punto de muestreo	Punto	Georeferenciación
Aremasahin	Casa 1	1	11° 29' 36,1" N 72° 42' 43,3" W
	Casa 2	2	11° 29' 25,6" N 72° 42' 47,3" W
	Casa 3	3	11° 29' 31,8" N 72° 42' 49" W
La Gloria	Casa 1	1	11° 30' 07,3" N 72° 44' 56,5" W
	Molino	2	11° 30' 06,7" N 72° 44' 53,4" W
	Casa 2	3	11° 29' 43,1" N 72° 44' 51,7" W

Comunidad	Punto de muestreo	Punto	Georeferenciación
El Cojore	Molino	1	11° 30' 43" N 72° 47' 33,5" W
	Casa 1	2	11° 30' 43,5" N 72° 47' 36,7" W
	Casa 2	3	11° 30' 40,6" N 72° 47' 27,8" W
Poporomana	Molino	1	11° 30' 38,3" N 72° 47' 59,1" W
	Casa	2	11° 30' 43,4" N 72° 48' 20" W
La Villa	Molino	1	11° 42' 43,3" N 72° 40' 11,9" W
Mayapo	Molino	1	11° 38' 45,6" N 72° 46' 24,8" W
	Casa	2	11° 38' 57,4" N 72° 46' 50,8" W
La Raya	Casa	1	11° 35' 41,2" N 72° 51' 24,7" W
	Alberca	2	11° 35' 41,3" N 72° 51' 26" W
	Molino	3	11° 35' 43,2" N 72° 51' 25,8" W
Manzana	Pozo 1	1	11° 34' 54,1" N 72° 49' 29,1" W
	Pozo 2	2	11° 35' 34,7" N 72° 48' 55,8" W
Buenavista	Alberca	1	11° 33' 25,4" N 72° 51' 0,1" W
Shispana	Alberca	1	11° 32' 41,2" N 72° 52' 22,7" W
El Pájaro	Molino	1	11° 42' 28" N 72° 40' 45" W
	Alberca	2	11° 42' 28" N 72° 40' 45" W
	Casa 1	3	11° 42' 32,3" N 72° 40' 39,2" W
	Casa 2	4	11° 42' 43,3" N 72° 40' 11,9" W

Fuente: Montiel *et al.* (2013).

7.2.3.2. Valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Manaure, y cumplimiento de la Resolución 2115 del 2007 del mmadt

Los valores promedio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Manaure se encuentran registrados en la tabla 7.2. Estos valores se comparan con los valores permitidos establecidos en la Resolución 2115 del 2007 del MMADT.

Tabla 7.2.

Valores promedio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Manaure, La Guajira.

Parámetro	Valor promedio	Valor permitido
Alcalinidad (mg/L)	199,87	200
Cloruros (mg/L)	334,66	250
Dureza (mg/L)	145,27	300
Turbidez (NTU)	4,26	2,0
Conductividad (μS/cm)	990,28	1000
Color (UC)	8,0	15
pH	8,0	5,5 y 9,0
Hierro (mg/L)	1,43	0,3
Sulfato (mg/L)	174,10	250
Nitrito (mg/L)	0,013	0,1
Coliformes fecales UFC/100 mL	21,38	0,0
Coliformes totales UFC/100 mL	228,81	0,0

Fuente: Montiel *et al.* (2013).

La turbidez en el agua se presenta con una media de 4,26 NTU en la zona rural del municipio de Manaure, sin embargo se observa un valor máximo de 95,90 NTU en la comunidad El Cojore, superando el valor establecido en la norma colombiana. Estos resultados de turbidez podrían estar siendo influenciados por la presencia en el agua de materiales en suspensión, tales como arcillas y limos, los cuales pueden variar en tamaño, desde estado coloidal hasta partículas relativamente gruesas.

La alcalinidad se reporta con un valor mínimo, 12,50mg/L, en la comunidad El Pájaro, y máximo de 484,50mg/L en El Cojore, ocasionando que este parámetro sobrepase el nivel máximo permisible establecido por la normatividad colombiana vigente. Los resultados antes mencionados se encuentran dentro del rango de 254,0mg/L-840,0 mg/L reportado por otros estudios para el caso de aguas subterráneas.

En las aguas se encuentran valores de dureza con un total máximo de 493,60 mg/L, que guardan relación con los reportados para la alcalinidad, pero sobrepasando el valor máximo establecido por la normatividad. Aunque en la zona rural se sobrepasan los máximos permisibles, se presentan

comunidades que no lo hacen, como sucede en Aremasahin (74,40 mg/L), Manzana (49,20 mg/L) y Buenavista (74,40 mg/L).

El nitrito se presenta en concentraciones promedio de $0,01 \text{ mg/L} \pm 0,02 \text{ mg/L}$, sin embargo estas variaciones no se ven reflejadas en el incumplimiento de las normas de calidad de agua vigentes en Colombia. En este sentido, es de resaltar que, aunque en ninguno de los casos mencionados se violan las normas de calidad de agua, es evidente la existencia de diferencias significativas en cuanto a las medias. Estas diferencias podrían estar siendo ocasionadas por las características, ubicación y manejo de los acuíferos en mención, debido a que se evidencia el poco o nulo mantenimiento realizado a las fuentes de abastecimiento principal de las comunidades.

El color presenta una media de $7,13 \text{ UPC} \pm 5,29 \text{ UPC}$ y un valor máximo de $20,00 \text{ UPC}$, sobrepasando este último el valor máximo permisible establecido por la normatividad colombiana, ocasionando de igual manera una percepción desagradable de las aguas en las comunidades.

El sulfato, por su parte, se presenta en concentraciones muy variables, entre un valor mínimo y máximo de $0,13 \text{ mg/L}$ y $485,44 \text{ mg/L}$, respectivamente. Dichas concentraciones pueden ser producto del lavado de los suelos salinos característicos de la zona, que aumenta en la época de lluvia, y de la descomposición de sustancias orgánicas. Los sulfatos proceden del lavado de terrenos formados en ambiente marino, y de la oxidación de sulfuros que se encuentran ampliamente distribuidos en rocas ígneas y sedimentarias (Barba, 2002).

El hierro es uno de los parámetros que se presenta en concentraciones muy altas, alcanzando valores máximos de $21,12 \text{ mg/L}$, sobrepasando lo establecido por la normatividad colombiana vigente. La anterior situación se explica por el hecho de que en las aguas subterráneas desciende la oxigenación, produciéndose el incremento de la concentración de este parámetro a partir de la reducción química o biológica de las sales precipitadas. Esta situación produce un impacto en la población, aunque más de tipo estético debido a que genera sabor, olor y color desagradable en el agua (Moore, 1976). Ello concuerda con la percepción de los habitantes, que afirman percibir color y olor desagradable en el agua que consumen.

Aunque la normatividad colombiana para calidad de agua establece que en el agua no debe existir presencia de coliformes fecales y totales, en las aguas del municipio se presentan valores de media $17,48 \text{ UFC}/100 \text{ ml} \pm 36,87 \text{ UFC}/100 \text{ ml}$ y $249,84 \text{ UFC}/100 \text{ ml} \pm 836,15 \text{ UFC}/100 \text{ ml}$, respectivamente. Esta situación puede ser debida a la contaminación por aerotrans-

portación y a la disposición inadecuada de excretas, tanto humanas como animales, en lugares cercanos a las fuentes de agua.

7.2.3.3. Valores de los índices de riesgo de calidad del agua (irca) en las comunidades de la zona rural del municipio de Manaure

En la tabla 7.3 se indican los valores promedio del IRCA para cada una de las comunidades de la zona rural de Manaure.

Tabla 7.3.

Valores de los **índices** de riesgo de la calidad del agua de los corregimientos del municipio de Manaure, departamento de La Guajira.

Corregimiento	Valor del IRCA (%)	Nivel de riesgo	Diagnóstico
Aremasaín	50,00	Alto	Agua no apta para el consumo humano
La Gloria	50,27	Alto	Agua no apta para el consumo humano
El Cojore	65,06	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Popromana	50,00	Alto	Agua no apta para el consumo humano
La Villa	60,73	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Mayapo	64,44	Alto	Agua no apta para el consumo humano
La Raya	76,47	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Manzana	39,66	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Buenavista	54,79	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Shispana	62,67	Alto	Agua no apta para el consumo humano
El Pájaro	71,20	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Promedio	58,66%	Alto	Agua no apta para el consumo humano
	Nivel de Riesgo Inviabile Sanitariamente, Resolución 2115 de 2007		
	Nivel de Riesgo Alto, Resolución 2115 de 2007		

Fuente: Montiel *et al.* (2013).

De manera general se puede indicar que la calidad del agua en la zona rural del municipio de Manaure presenta un nivel de riesgo alto (58,66 %), comparando con el IRCA en la zona urbana, en donde el índice de riesgo es bajo, con un promedio de 9,20 %. Se evidencia que existe diferencia significativa, la cual es causada por la presencia exagerada del grupo coliformes y las altas concentraciones de alcalinidad, dureza total, turbidez, cloruros y sulfatos. Según el Plan de Desarrollo Municipal, 2012-2015, aunque en el casco urbano del municipio de Manaure no funciona el sistema de acueducto, debido que el agua tratada no es suficiente para abastecer a todos los usuarios del sector, la empresa trata dieciséis litros por segundo (16 lps), pero con los resultados obtenidos en el diagnóstico se evidencia que esto no sucede en la zona rural, puesto que no le realizan ningún tratamiento antes de su distribución.

Esta situación puede estar relacionada con malos hábitos de higiene y salubridad de la población, con base en el hecho de que cierta parte de los pobladores realizan sus deposiciones de excretas en las zona alta de la cuenca, a cielo abierto, pudiendo influenciar esta actividad en los cuerpos de agua por la dinámicas de las escorrentías; ello constituye un alto riesgo para los consumidores de contraer enfermedades de origen hídrico.



CAPÍTULO 8

Calidad del agua de la zona rural del municipio de Uribia

*María Elvira Castro Guerra, Óscar Echandía Rivas.
Grupo de Investigación Territorios Semiáridos del Caribe, Programa Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Guajira.*

8.1. Aspectos generales del municipio de Uribia

El municipio de Uribia, departamento de La Guajira, posee una extensión de 8.200 km² y está enmarcado entre las siguientes coordenadas geográficas: latitud norte: entre los 12° 27' y 11° 30,6'; longitud oeste: entre los 72° 22,9' y 71° 6,6'. Limita por el norte con el Mar Caribe, por el sur con el municipio de Maicao y la República Bolivariana de Venezuela, por el oeste con el municipio de Manaure y el Mar Caribe, y por el este con el Mar Caribe y la República Bolivariana de Venezuela. En el Municipio se encuentra el resguardo indígena más grande Colombia, conocido como la comunidad indígena wayuu, la cual ocupa gran parte de la Alta y Media Guajira (Alcaldía Municipal de Uribía, 2012).

8.1.1. División política y geográfica

El municipio de Uribia cuenta con veintiún corregimientos: 1. Nazaret, 2. Puerto Estrella, 3. Siapana, 4. Cabo de la Vela, 5. El Cardón, 6. Wimpeshi, 7. Guarerpa, 8. Bahía Honda, 9. Carrizal, 10. Punta Espada, 11. Castilletes, 12. El Paraíso, 13. Taroa, 14. Casuso, 15. Taguaira, 16. Porshina, 17. Irraipa, 18. Taparajin, 19. Urú, 20. Jojoncito y 21. Puerto López (Alcaldía Municipal de Uribia, 2012).

8.1.2. Población

Según información del DANE, a partir del censo nacional de 2005, el municipio de Uribía contaba con 117.674 habitantes, de los cuales 51 % eran mu-

jeros y 49 % eran hombres. La densidad poblacional para el año 2012 fue de 19,94 habitantes por kilómetro cuadrado. Del total de la población municipal, 95 % habita en el área rural y 5 % en el área urbana. Se estima que cerca del 95 % de la población total pertenece al pueblo indígena wayuu. De acuerdo con esta proyección, para el año 2012 el municipio de Uribí tenía una población de 156.496 habitantes, distribuidos así: en el área urbana 11.071 habitantes (7,02 %) y en el área rural 145.425 (92,92 %). No obstante, la cifra del área urbana, según el DANE, se distancia de otras fuentes como la del Sisbén, según la cual existe una población mayor (Alcaldía Municipal de Uribia, 2005).

8.1.3. Crecimiento poblacional

Para el año 2012, el municipio de Uribí registró una población de 156.496 habitantes y, según las estimaciones del DANE, para el año 2015 la población fue de 174.287 habitantes, lo cual indica un crecimiento medio anual del 3,5 %. Se debe apuntar que esta tendencia de crecimiento es similar a la total del departamento, de 3,67 %, y superior a la de la nación, 1,18 % para el año 2012 (Alcaldía Municipal de Uribia, 2005).

8.1.4. Tipo de vivienda

Los asentamientos tradicionales wayuu no son estables; es frecuente que las familias se trasladen a residir temporalmente a otro lugar cuando se agota el pasto para sus animales o cuando deben cumplir un compromiso social. Tradicionalmente se organizan en cinco o seis viviendas ubicadas de forma dispersa, con distancias de varios minutos de camino, lo que conforma una ranchería o caserío. Las casas son de forma rectangular, divididas en dos habitaciones, con techos en los que se cuelgan las hamacas para dormir y las mochilas. Junto a la casa se ubica la cocina, la cual carece de techo y es encerrada en plantas de cactus para protegerla del viento y la arena. Además, aparte de la casa se encuentra una enramada techada y sin paredes en donde se realizan las actividades diurnas y sociales. Cuentan también con un corral para los animales, bovinos y caprinos (Guerra, 1998).

8.1.5. Aspectos sociales

8.1.5.1. Salud

La cobertura en salud del municipio de Uribia corre por cuenta de dos entes de primer nivel, en dos grandes áreas de influencia: El Corregimiento de Na-

zaret y el Hospital Nuestra Señora del Perpetuo Socorro (Alcaldía Municipal de Uriibia, 2005).

8.1.5.2. Educación

El municipio de Uriibia cuenta con nueve instituciones educativas (IE) y 13 Centros Etnoeducativos Indígenas Rurales (CEIR) de carácter oficial, los cuales atienden una población de 33.169 alumnos en el nivel preescolar, básica primaria y secundaria, media vocacional y aceleración (Alcaldía Municipal de Uriibia, 2005).

8.1.6. Servicios públicos

8.1.6.1. Acueducto

En los centros poblados de la zona rural del municipio de Uriibia se cuenta, en los corregimientos de Nazareth, Siapana, Cabo de la Vela y Los Cocos, con plantas desalinizadoras que funcionan en un 100 %. En las localidades de Puerto Estrella, Porcina y Carrizal se tienen las plantas instaladas, pero estas no están funcionando por falta de algunos requerimientos técnicos. En Flor del Paraíso, Paraíso y Taguaira faltan las obras civiles para la instalación de las respectivas plantas (Alcaldía Municipal de Uriibia, 2005).

8.1.6.2. Alcantarillado

El sistema de alcantarillado urbano se caracteriza por poseer redes unitarias en las cuales se mezclan aguas residuales y aguas pluviales, y solo en algunos barrios se han realizado obras para la conducción de aguas lluvias (Alcaldía Municipal de Uriibia, 2005). Por otra parte, en la zona rural del municipio de Uriibia el alcantarillado solo cubre el 2,14 %, indicador que se encuentra muy por debajo de los indicadores del país, calculados en 15,1 % para la zona rural (Alcaldía Municipal de Uriibia, 2012).

8.1.6.3. Manejo de residuos sólidos

A través de la Empresa Triple A se recogen las basuras generadas en la cabecera municipal por los residentes y comerciantes (Alcaldía Municipal de Uriibia, 2005).

8.1.6.4. Energía eléctrica

El servicio de energía es prestado por la empresa privada Electricaribe S. A., que tiene a su cargo la prestación del servicio en La Guajira. Para la presta-

ción del servicio, el municipio de Uribia cuenta con la infraestructura relacionada a continuación:

- Porcentaje de redes urbanas: 37,55 %
- Porcentaje de redes rurales: 62,45 %
- Luminarias de diversos tipos: 1.200 unidades

8.1.6.5. Gas domiciliario

Se presta a la comunidad a un total de 594 suscriptores, todos en la zona urbana, de los cuales 1 es de carácter industrial y los demás corresponden a los estratos 1 y 2 de carácter doméstico. No existen conexiones de gas en la zona rural, cuyos pobladores en su mayoría cocinan con leña o carbón (Alcaldía Municipal de Uribia, 2005).

8.1.7. Aspectos ambientales

8.1.7.1. Clima

Son variados los factores que interactúan sobre el territorio del municipio de Uribí, entre estos tenemos: la precipitación, la temperatura, la evaporación, el brillo solar o insolación, los vientos y la humedad relativa. La ausencia de sistemas montañosos de consideración determina en gran medida el clima en el territorio del municipio, pues debido a ello los vientos no pueden descargar totalmente su humedad (Alcaldía Municipal de Uribia, 2005).

8.1.7.2. Precipitación

La oferta pluviométrica a lo largo de cada año es muy irregular, debido a que la mayor parte de las lluvias (más del 60 %) caen en los meses de septiembre, octubre y noviembre, el principal y a veces único período lluvioso. Alrededor de abril o mayo se sitúa un segundo período de lluvias, pero es mucho menor. Las zonas con menor pluviosidad se ubican en la Alta Guajira y a sotavento de los relieves menores (Alcaldía Municipal de Uribia, 2005).

8.1.7.3. Temperatura

Varía de acuerdo con la altitud, lo que posibilita que se definan unas franjas o cinturones que presentan características térmicas similares, llamados pisos térmicos. La temperatura media mensual multianual es de 28,5 °C. La tempe-

ratura es alta y se presenta en forma consistente con máximos superiores a 35 °C, y aunque la mínima es de 19,4 °C, los mínimos del orden de 22 a 24 °C son normales. Los meses más cálidos para el municipio de Uribí son junio, julio, agosto y septiembre, que alcanzan mensualmente máximas medias de 36° C o superiores. Los meses más frescos son diciembre, enero, febrero y marzo, épocas en las que las máximas temperaturas no son tan altas y se refresca con los vientos alisios que permiten las mínimas temperaturas (Alcaldía Municipal de Uribia, 2005).

8.1.7.4. Caracterización del viento

La velocidad del viento es variable según los meses: la mínima corresponde a octubre y a noviembre; la máxima a febrero, marzo, abril y agosto. En este territorio los vientos también juegan papel importante en la minimización del calor extremo, pero a su vez incrementan la evapotranspiración potencial y dificultan el crecimiento de la vegetación (Alcaldía Municipal de Uribia, 2005).

8.1.7.5. Hidrología

8.1.7.5.1. Descripción de la red de drenaje

En el municipio de Uribia no existe ninguna arteria fluvial que pueda llamarse río. Se presentan unos cauces naturales o zanjas de erosión a los que se les denomina arroyos, por los cuales corren torrencialmente, en época invernal, las aguas de las lluvias. La red hidrográfica del municipio está integrada por la cuenca del Mar Caribe (sector nororiental) y la cuenca del Lago Maracaibo (Alcaldía Municipal de Uribia, 2005).

8.1.7.5.2. Jagüeyes y pozos

Donde la topografía lo permite, se forman acumulaciones de agua superficial, normalmente relacionadas con la escorrentía, a los que se les denomina jagüeyes (en singular jagüey) y que son usados como fuentes de agua por las comunidades de indígenas hasta cuando se secan. Alrededor de la población de Uribia se encuentran varios de estos. Para la captación de agua subterránea se han excavado varios pozos a profundidades promedio de 10 a 15 metros, que son aprovechadas para el abastecimiento de agua por parte de las comunidades indígenas.

8.2. Disponibilidad y usos del agua en la zona rural de Uribia

8.2.1. Abastecimiento del agua en las comunidades

El 100% de la población cuenta con un sistema de abastecimiento de agua permanente, ya que cada comunidad indígena posee un pozo de agua subterránea. Algunas comunidades indígenas cuentan con un molino de viento, el cual es utilizado para extraer el agua a la superficie. Aquellas comunidades que no cuentan con un molino de viento deben extraer el agua directamente del pozo, haciendo uso de un sistema de poleas, utilizando para ello un balde plástico para recoger el agua. Son muy pocas las comunidades que cuentan con una alberca para el almacenamiento de agua subterránea proveniente de los pozos artesianos.

En el 39 % de los casos, la mujer adulta es la encargada de buscar el agua en la fuente de abastecimiento. En un 29 % de los casos esta actividad es realizada por el hombre adulto, aunque este no asiste con mucha frecuencia debido a que se dedica a otras actividades (pastoreo y pesca). En ciertos momentos, esta actividad también es realizada por los niños (22 %). Se observa que los adolescentes y jóvenes participan muy pocas veces en esta actividad diaria, tan solo en un 10 % de los casos (véase el registro fotográfico 8.1).



Registro fotográfico 8.1.

Indígenas que se dedican a buscar el agua en la fuente de abastecimiento en la zona rural de Uribia, La Guajira.

El 29 % de los indígenas gasta en promedio 10 minutos para ir a buscar el agua desde su casa a la fuente de abastecimiento; esto nos da a entender que la fuente de agua generalmente se encuentra muy cerca de las viviendas. En ciertos casos, el 25 %, la población gasta máximo 30 minutos; lo anterior generalmente se debe a que las casas no se encuentran distribuidas unifor-

memente sino dispersas unas de otras y por tanto el tiempo de acarreo es mayor. El porcentaje restante de la población gasta poco tiempo en buscar el agua (~5 minutos), ya que las viviendas se encuentran alrededor de la fuente de abastecimiento.

El 90 % de la población acude frecuentemente, todos los días de la semana, a buscar agua con el objetivo común de satisfacer sus necesidades básicas; el resto de la población acude entre 1 y 2 días a la semana. Esta situación evidencia la falta de costumbre de la población de almacenar el agua. En sus viviendas se observa que no poseen recipientes que actúen como grandes depósitos para el almacenamiento de este líquido, pese a que su uso y consumo es diario.

8.2.2. Utilización del agua por parte de la comunidad

La población utiliza el agua para beber (10 %), cocinar (4 %) y, en ocasiones, la utilizan para los animales (2%); para las demás actividades (84 %). Con respecto a lo anteriormente planteado, es posible argumentar que ciertas actividades como el pastoreo, la ganadería y el riego requieren cantidades suficientes de agua, por lo cual se convierte en una limitante para su desarrollo, debido a su escasa disponibilidad y a las condiciones presentes en el medio.

El 100 % de la población no conserva el agua, debido a que no dispone de los depósitos adecuados para el almacenamiento del líquido en grandes cantidades. El agua es transportada en su mayoría utilizando pimpinas de 20 litros, por tanto el uso y consumo del agua es diario. No obstante, algunos indígenas utilizan tanques plásticos y en ciertas ocasiones utilizan múcuras, la cual es utilizada más que todo para transportar el agua de los jagüeyes (véase el registro fotográfico 8.2). Esta situación indica que la población indígena debe realizar varios viajes al día en busca de agua para satisfacer sus necesidades básicas, como fue indicado anteriormente.

El medio más utilizado para transportar el agua es el brazo/pie, que representa un 45 %, seguido en un 35 % de la población que transporta el agua por medio de bicicletas, en las cuales pueden llevar una cantidad significativa de pimpinas plásticas. Otros medios menos comunes de transporte de agua corresponden a los animales, principalmente burros (8 %), y carretillas (10 %). Se dan casos especiales en los cuales el agua es transportada por medio de un vehículo (2 %), generalmente cuando la vivienda se encuentra bastante alejada de la fuente de abastecimiento de agua.



Registro fotográfico 8.2.

Recipientes usados para llevar el agua en las comunidades rurales de Uribia, La Guajira

La mayor parte de la población (67 %) mantiene cerrados los recipientes utilizados para transportar el agua; sin embargo, 8 % manifiesta llevar los recipientes destapados, debido a que las tapas generalmente se extravían durante el transporte (véase el registro fotográfico 8.3).



Registro fotográfico 8.3.

Estado de los recipientes usados para llevar el agua en las comunidades rurales de Uribia, La Guajira.

El 100 % de la población no aplica ningún tipo de tratamiento al agua para hacerla más segura para su consumo. Los indígenas toman el agua directamente de los pozos subterráneos, manifestando a la vez que no experimentan o padecen de ningún tipo de enfermedad asociado a esta situación; lo que ocurre igual para los demás casos en donde el agua es empleada: uso doméstico, baño y, especialmente, para cocinar. Lo anterior obedece a la cultura y costumbre que tiene cada comunidad indígena en cuanto al uso y manejo del agua. Adicional a esta situación se evidencia la falta de conocimiento que se tiene sobre los temas de tratamiento del agua y su relación con el

bienestar y cuidado de la salud, sobre todo para los infantes y ancianos. No obstante, una reducida parte de la población indígena, manifiesta que por lo menos en alguna ocasión ha hervido el agua, para luego ser consumida, pero esta práctica no es general para toda la población.

Otro aspecto relacionado con el riesgo sanitario corresponde al lavado de los recipientes destinados para el almacenamiento del agua en las viviendas, pues dicha actividad no es realizada con frecuencia: quincenalmente, 46 %; cada semana, 27 %; cada tres días, 27 %. Se puede afirmar, por consiguiente, que la frecuencia de lavado de los recipientes de transporte del agua depende principalmente de la frecuencia de abastecimiento y de la cultura de aseo de los habitantes de las comunidades indígenas.

Con relación al aseo personal, en lo que respecta al lavado de manos, es posible indicar que el 57 % no lo hace antes de preparar los alimentos y el 22 % no lo hace antes de comer. Situación que refleja que más del 50 % de las personas no tienen cultura de lavado de manos; de sobra es conocido que este hábito es una de las maneras más eficaces de prevenir enfermedades e infecciones.

En el 78 % de las comunidades se suele ver constantemente la presencia de animales, especialmente equinos, porcinos, caprinos y bovinos, al igual animales domésticos (caninos), cerca de las fuentes de abastecimiento de agua (véase el registro fotográfico 8.4). Los desechos del ganado –estiércol y orina– cerca de las fuentes de agua ocasionan que durante las épocas de sequía sean transportadas por aerotransportación, escorrentía o infiltración, y que lleguen a los acuíferos, haciéndolos, por tanto, focos de contaminación del agua.



Registro fotográfico 8.4.

Presencia de animales domésticos cerca de las fuentes de abastecimiento de agua en las comunidades de la zona rural de Uribe, La Guajira.

El 81 % de la población afirma que el agua no presenta ningún tipo de color, mientras que otra parte de la población dice observar el agua de un color amarillo (17 %) y, en algunos casos, café y hasta verde. Solo un 2 % de población manifiesta evidenciar un color diferente. No se percibe la presencia de olor alguna.

A pesar de la situación antes descrita, el 94 % de la población manifiesta no haber presentado ningún tipo de enfermedad por el consumo de agua cruda; sin embargo, el 2 % de la población ha padecido diarrea y un 4 % ha padecido dolores de estómago. No se evidencian otros trastornos que suelen estar asociados a esta situación, como es el caso de enfermedades de tipo gastrointestinal o dermatológico.

8.2.3. Calidad del agua utilizada por la comunidad

8.2.3.1. Diseño de muestreo y análisis de laboratorio

En la tabla 8.1 se indican los aspectos base para la determinación de la calidad del agua en la zona rural del municipio de Uribia, según las fuentes de agua de cada comunidad indígena. Teniendo en cuenta la Resolución 2115 del 2007 de Colombia (El sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano) del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, los parámetros tenidos en cuenta para el establecimiento de la calidad del agua corresponden a los definidos en la sección 3.2.3.1.

Tabla 8.1.

Aspectos base para la determinación de la calidad del agua en la zona rural del municipio de Uribia, La Guajira.

Comunidades	Tipo de fuente de captación del agua	Coordenadas geográficas
Rafael De La calle	Molino	11° 40' 25" N 72° 15' 16,09" W
Merrachon	Molino	11° 41' 07,4" N 72° 19' 49,2" W
Omocho	Pozo	11° 41' 37,0" N 72° 18' 57,4" W
Polvorín	Pozo	11° 44' 14,3" N 72° 18' 14,2" W
Kepichon 1	Molino	11° 44' 26,8" N 72° 13' 17,1" W
Kepichon 2	Molino	11° 44' 07,4" N 72° 12' 58,4" W
Dividivi	Pozo	11° 42' 22,7" N 72° 17' 51,1" W
Ichon	Molino	11° 43' 06,4" N 72° 19' 44,1" W
Santa Ana	Alberca	11° 39' 35,3" N 72° 15' 24,5" W
Los Olivos	Pozo	11° 41' 36,1" N 72° 20' 23,6" W

Fuente: Castro & Echandía (2014).

8.2.3.2. *Valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Uribia, y cumplimiento de la Resolución 2115 del 2007 del mmadt*

Los valores promedio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Uribia se encuentran registrados en la tabla 8.2. Estos valores se comparan con los valores permitidos establecidos en la Resolución 2115 del 2007 del MMATD.

La ausencia de color es algo característico en aguas de origen subterráneo en la mayoría de las comunidades indígenas, a excepción de la comunidad Dividivi, en la cual el agua presenta un promedio en Unidades Platino Cobalto (UPC) de 4,17. Esta presencia de color puede estar relacionada con la descomposición de la materia orgánica del suelo, presencia de hierro, manganeso y otros compuestos metálicos.

Tabla 8.2.

Valores promedio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de uso y consumo en la zona rural de Uribia, La Guajira.

Parámetro	Valor promedio	Valor permitido
Alcalinidad (mg/L)	422,79	200
Cloruros (mg/L)	83,32	250
Dureza (mg/L)	228,95	300
Turbidez (NTU)	24,86	2,0
Conductividad (µS/cm)	2.200,82	1.000
Color (UC)	0,83	15
pH	7,4	5,5 y 9,0
Hierro (mg/L)	0,50	0,3
Sulfato (mg/L)	246,42	250
Nitrito (mg/L)	0,005	0,1
Coliformes fecales UFC/100 mL	941,28	0,0
Coliformes totales UFC/100 mL	3366,19	0,0

Fuente: Castro & Echandía (2014).

Los valores de conductividad en las aguas son muy altos e incrementan en la mayoría de las comunidades (80 %) en época de lluvias. Para este hecho se tiene en cuenta que el agua subterránea siempre exhibe mayores valores de conductividad eléctrica que las aguas superficiales debido a más interacción roca-agua (Peng *et al.*, 2014). Para el caso de los cuerpos de aguas costeros,

estos reciben influencia del mar por conexiones que permiten el flujo de sales disueltas.

La turbiedad (UNT) es otro parámetro del agua que presenta un valor muy alto, y que se ve aumentado en la época de lluvia debido al arrastre de partículas que son depositadas en los acuíferos subterráneos. También se considera que el fraccionamiento de las rocas en mínimas partes, por acción del golpe del agua, hace que los sedimentos se acumulen o aumenten su dispersión dentro del cuerpo de agua (Lawler *et al.*, 2006).

El pH se presenta con mayores valores para la época de lluvias, con un valor promedio de 7,64, mientras que en la época de sequía se registra un valor de 7,47. Los valores reportados entre las diferentes temporadas muestran tendencias de basicidad que mantiene el agua subterránea de los pozos durante todo el año. La importancia de los valores de pH básico radica en que es utilizado como acondicionador que permite la eliminación de iones metálicos de las aguas subterráneas utilizadas para consumo humano (Bordoloi *et al.*, 2013).

Las concentraciones promedio de nitritos en las aguas subterráneas se consideran bajas, lo que evita la posible presencia de enfermedades relacionadas con este compuesto químico, como metahemoglobinemia, especialmente en los niños pequeños, y también cánceres del tracto digestivo debido a la formación de nitrosaminas (Brandao *et al.*, 2014). En aguas subterráneas, la presencia de este compuesto es mínimo por la oxidación del nitrógeno (N) a través de las escorrentías (Brandao *et al.*, 2014). La presencia de nitritos (NO_2^-) en el agua subterránea puede ser debida a fuentes naturales, así como antropogénicas. El ion nitrito es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que se encuentra en cantidades apreciables de baja oxigenación, condición esta que permite que los nitritos se transformen rápidamente en nitratos y predominen en aguas superficiales, subterráneas, así como en el ambiente (Palacios & América, 1997). Según Palacios y América (1997), las principales causas responsables de la presencia de nitratos en aguas superficiales, así como subterráneas se debe al uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, incluyendo el amoníaco (NH_3), la contaminación por excretas humanas y animales, disposición de desechos Municipales e industriales y el uso de aditivos alimentarios. No obstante, la actividad antropogénica modifica las concentraciones de nitritos y nitratos en el ambiente, especialmente la fijación industrial de nitrógeno y la emisión de grandes cantidades de óxidos de nitrógenos en zonas urbanas. Por consiguiente, las

concentraciones de nitrito en el agua subterránea en las diferentes comunidades indígenas de la zona rural del municipio de Uribia puede ser causada por algunas de las razones anteriormente mencionadas.

Muy a pesar de que el promedio de concentración de sulfato en el agua es alta, es considerado normal para este tipo de acuíferos. El municipio de Uribia, por presentar suelos tipo aridisol, es posible encontrar presencia de sales por debajo de la profundidad media de almacenaje del agua; esto se explica por la existencia de paleoclimas más húmedos o por la existencia de episodios esporádicos de lluvias intensas. En estos casos se producen procesos de iluviación, dando lugar a horizontes con acumulaciones de arcilla, sodio, sales, carbonato, yeso y sílice (Moreno *et al.*, 2009). Por consiguiente, las concentraciones de sulfatos (SO_4^{-2}) en aguas subterráneas depende de las características edafológica de la zona. Los sulfatos (SO_4^{-2}) son solubles en agua a excepción del plomo (Pb), bario (Ba) y estroncio (Sr); se hallan fundamentalmente repartidos en todas las aguas, y provienen fundamentalmente de la disolución del yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{HO}$), sin olvidar las cantidades procedentes de la oxidación bacteriana del sulfuro.

El promedio de concentración de la alcalinidad en el agua es muy alto, superando en más del 50% de valor permitido por la Resolución 2115 de 2007. Esta zona, por presentar suelos de tipo aridisol, característicos de zonas secas, tiende a acumular y concentrar sales debido al extremo desbalance existente entre la evapotranspiración y la precipitación. Por tanto, los horizontes pedogenéticos son el resultado de la translocación y acumulación de sales, carbonatos y arcillas silicatadas, la cementación por carbonatos o por sílice, así como pueden resultar solo de una alteración de la roca madre más que de una acumulación significativa.

La concentración de cloruros (Cl^-) presente en el agua de la zona se puede considerar baja y puede ser producto del agua lluvia, debido a que es una fuente importante de ion (Cl^-), especialmente en zonas próximas a la costa; aunque los factores que se consideran esenciales para las concentraciones de cloruros (Cl^-) en agua subterráneas es la tasa de deposición de cloruro y distancia de la costa, la latitud y la altura sobre el nivel del mar (Bresciani *et al.* 2014).

Por su parte, el promedio de concentración de hierro (Fe) es alta, superando lo establecido en la norma colombiana. Esta concentración puede tener una relación directa con el tipo de suelo de la zona, debido a que el carbonato ferroso presente en el agua, al entrar en contacto con el dióxido de carbo-

no (CO_2), producto de la oxidación de la materia orgánica, favorece que este compuesto se disuelva en cantidades apreciables (Romero, 2005). En este tipo de agua es posible encontrar hierro ferroso en solución, que al entrar en contacto con cantidades significativas de oxígeno disuelto (OD) permite la conversión al estado férrico, removiendo la alcalinidad y remplazándola por (CO_2), generando un efecto pronunciado sobre el pH (Romero, 2005).

La calidad microbiológica del agua de la zona nos indica que no es apta para el consumo humano. Las altas concentraciones de coliformes fecales *E. coli* y coliformes totales ($\text{uFC}/100 \text{ cm}^3$) en cada agua subterránea, correspondientes a las diferentes comunidades indígenas, puede ser causada por la descomposición de la materia orgánica generada por animales muertos. A su vez, la disposición de excretas de animales (ganado equino y bovino) y del ser humano cerca la fuente de abastecimiento se convierte en una fuente de contaminación directa del agua subterránea producto de la lixiviación y escorrentía de las aguas lluvias (Rodríguez & Martínez, 2012). También se pueden considerar como causas los defectos en la construcción de los pozos subterráneos y la ausencia o irregularidad en el mantenimiento de los mismos y las albercas comunitarias, situaciones que predisponen el ingreso y proliferación de microorganismos en el agua.

Cabe señalar que los altos valores de los parámetros microbiológicos del grupo coliforme son un indicador del riesgo para la salud en las personas de estas comunidades que consumen agua de estas fuentes, puesto que es bien conocido que estos microorganismos tienen la capacidad de inducir en la aparición de enfermedades gastrointestinales. Adicionalmente, se puede pensar que debido al hábitat natural de este tipo de microorganismos puede existir una contaminación por heces fecales, lo cual originaría directamente el riesgo en la salud de los habitantes de esta región del departamento de la Guajira.

8.2.3.3. Valores de los índices de riesgo de calidad del agua (irca) en las comunidades de la zona rural del municipio de Uribia

En la tabla 8.3 se indican los valores promedio del IRCA para cada una de las comunidades de la zona rural de Uribia.

Los altos valores del índice de riesgo de la calidad del agua (IRCA), obtenido del análisis fisicoquímico y microbiológico del agua subterránea, están relacionados principalmente por la presencia de coliformes, tanto fecales como totales, resultado del mal uso del agua por parte de los indígenas de estas

comunidades, presencia de animales cerca a la fuente de abastecimiento del agua, descomposición de materia orgánica debido a animales muertos, deposición de excretas de animales y humanos al aire libre, entre otros. La contaminación del agua subterránea puede ser causada por el arrastre de materiales y sedimentos presentes en la superficie del suelo, por la escorrentía debido a la precipitación, que posteriormente por proceso de lixiviación e infiltración tienden a contaminar estos acuíferos.

Tabla 8.3.

*Valores de los **índices** de riesgo de la calidad del agua las comunidades indígenas del municipio de Uribia, departamento de La Guajira.*

Comunidad	Valor del IRCA (%)	Nivel de riesgo	Diagnóstico
Polvorín	72,73	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Ichon	69,00	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Los Olivos	79,84	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Merrachon	79,95	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Omochon	80,77	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Dividivi	80,65	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Rafael De La Calle	58,74	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Santa Ana	79,60	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Kepishon 1	69,37	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Kepishon 2	74,94	Alto	Agua no apta para el consumo humano
Promedio	75,21%	Alto	Agua no apta para el consumo humano

	Nivel de Riesgo Inviabile Sanitariamente, Resolución 2115 de 2007
	Nivel de Riesgo Alto, Resolución 2115 de 2007

Fuente: Castro & Echandía (2014).



CAPÍTULO 9

Acciones para reducir o eliminar los riesgos por consumo de agua en la zona rural de los municipios de la Zona Media y Alta de La Guajira

Jhonny Pérez Montiel, Yulieth Betancourt López, Clary Martínez Méndez, Viviana Tafur Silva. Grupo de Investigación GISA, Programa Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Guajira.

Los resultados obtenidos para los valores del IRCA indicados en los capítulos anteriores para la zona rural de los municipios de Riohacha, Dibulla, Albania, Maicao, Manaure y Uribia, muestran que el nivel de riesgo al que se encuentran expuestos los habitantes es alto, indicando que el agua no es apta para el consumo humano y doméstico, en donde los parámetros que mayor influencia tienen sobre la calidad del agua son alcalinidad, dureza total, cloruros, turbiedad, hierro y grupo de coliformes, situación que se atribuye a las características de los suelos, bajo nivel de saneamiento básico y manejo inadecuado de la fuente de abastecimiento principal. En aras de mejorar la situación antes mencionada se plantean las siguientes recomendaciones de nivel técnico, teniendo en cuenta el mantenimiento de las fuentes de agua, el mantenimiento, aseo y limpieza de recipientes utilizados para recolección y almacenamiento del agua; y el manejo adecuado del saneamiento básico en las viviendas.

9.1. Mantenimiento de la fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria) en la comunidad

A continuación se presenta un procedimiento guía que tiene como objetivo establecer los criterios básicos de mantenimiento de la fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria) localizada en la comunidad.

9.1.1. Criterios para el mantenimiento

Los criterios a tener presente para el mantenimiento de la fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria) se muestran en el cuadro 9.1. El mantenimiento comprende el conjunto de acciones a realizar para evitar cualquier tipo de problemas de contaminación y de esta forma poder garantizar la calidad del agua.

9.1.2. El personal

Las personas encargadas de esta labor deben ser los miembros de las mismas comunidades. La limpieza debe ser realizada cuatro veces por año (dos en época de lluvia y dos en sequía); las comunidades se convocan y reúnen para organizar las jornadas de mantenimiento. La comunidad requiere ser capacitada para este procedimiento y tener la responsabilidad de llevar a cabo todas las actividades de mantenimiento según sean los requerimientos. De la misma manera, según sean los criterios de mantenimiento, así será el tipo de requerimiento (maquinaria, herramientas o productos e insumos) a utilizar.

9.1.3. Alternativas de mantenimiento

Las alternativas de mantenimiento de la fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria) propuestas se representan en el cuadro 9.1, y la aplicación de alguna de estas depende de los criterios de mantenimiento contemplados.

9.2. Estrategia para el mejoramiento de la calidad del agua obtenida de la fuente de abastecimiento principal

A continuación se presentan algunas opciones tecnológicas para el tratamiento del agua de uso y consumo humano, y su desinfección, en función de la calidad del agua que presenta cada fuente.

9.2.1. Desinfección solar

La desinfección solar del agua (SODIS) es una solución simple, de bajo costo y ambientalmente sostenible para el tratamiento de agua para consumo humano a nivel doméstico, en lugares en los que la población consume agua cruda y microbiológicamente contaminada. El agua para consumo humano se obtiene exponiendo al sol por algunas horas el agua contaminada en botellas de plástico transparente de politereftalato de etileno. En la figura 9.1

se indican los pasos que se deben seguir para realizar una adecuada desinfección solar.

9.2.2. Reflectores solares

Están compuestos por un colector, que es una caja con marco de aluminio y cubierta de vidrio. El colector contiene tubos de cobre, pintados de color negro, soldados a dos tubos cabezales que almacenan el agua en proceso de calentamiento. Este colector está conectado por medio de tubos del mismo material a un tanque-termo hecho de plástico, fibra de vidrio, y aislado con espuma de poliuretano para almacenamiento del fluente tratado. Algunos de estos tanques están divididos para permitir un intercambio de calor entre el agua fría que entra y el agua caliente que sale. En la figura 9.2 se muestra un modelo de reflector solar.

9.2.3. Destiladores solares

En los destiladores solares más simples, el colector solar consiste en una charola horizontal, de color negro, que contiene el agua que se quiere destilar, a la que se le denomina *destilando*. La superficie negra de la charola absorbe la radiación solar; lo que se traduce en un ligero calentamiento que inmediatamente se transmite al agua. En la figura 9.3 se muestra un modelo de destilador solar.

Cuadro 9.1.

Alternativas para el mantenimiento de las fuentes de agua en comunidades de la zona rural de La Guajira, Colombia.

Variable	Problema	Origen del problema	Tipo de acción
Intrusión de animales	La presencia de animales cerca a la fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria), contribuye con la carga de materia orgánica.	Ausencia de cercas que eviten el ingreso al área de la fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria).	Cercado de la fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria), con material vegetal propio de la zona (bajo costo).
			Cercado con alambre de púas o mallas (alto costo).
Residuos sólidos y orgánicos	Presencia de residuos sólidos, a nivel de superficie o fondo en la fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria).	Presencia de animales. Ocasiona incremento de material orgánico producto de la aerotransportación hacia la fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria). Residuos sólidos y orgánicos provenientes de actividades humanas y por disposición directa que se sedimenta en el fondo de la fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria).	Remoción mecánica (recomendado)
			Remoción Manual.

Criterio	Herramientas, materiales y maquinarias	Manejo
Recomendado en comunidades indígenas con abundante vegetación en sus alrededores (preferiblemente especies xerofíticas propias de la zona).	Guantes Carretilla Cavador Palas Machete Botas	El cercado se debe realizar con especies vegetales que superen el metro de altura. El uso de postes debe de ser superior a los 2m de altura. El número de pelos de alambre a utilizar debe ser tal que evite el ingreso de animales pequeños, fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria),
Recomendado en comunidades indígenas con escasa o nula vegetación. Fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria), alejadas de las comunidades indígenas.	Rollos de Alambre de púas Cavador Guantes Grapas y martillo Postes de madera (> 1 m)	La distancia entre cada poste debe ser aproximadamente de un metro. La distancia cuando se utilice cerca natural debe ser tal que impida el ingreso de animales al área de la fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria).
Recomendado para la fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria) profunda.	Pala draga (ideal) Excavadora	Los sedimentos deben ser secados al aire. Si la limpieza se realiza en época de lluvias, los residuos se deben cubrir con un geotextil o plástico. Una vez secados se deben depositar en bolsas.
Dadas las condiciones y las dimensiones de la fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria), en forma manual se recomendaría realizarlo 4 veces al año (2 en época de lluvia y 2 en época de sequía).	Carretilla Bolsas de basura- Guantes Botas Palas	Los sedimentos pueden ser enterrados o llevados al relleno sanitario o enterrar. Realizada la limpieza, los residuos deben ser evacuados lo más pronto posible. Parte del material de poda (ramas) puede ser utilizado para el encerramiento.



Figura 9.1.

Métodos para la desinfección solar del agua. Tomado de Jaimes et al. (2007).

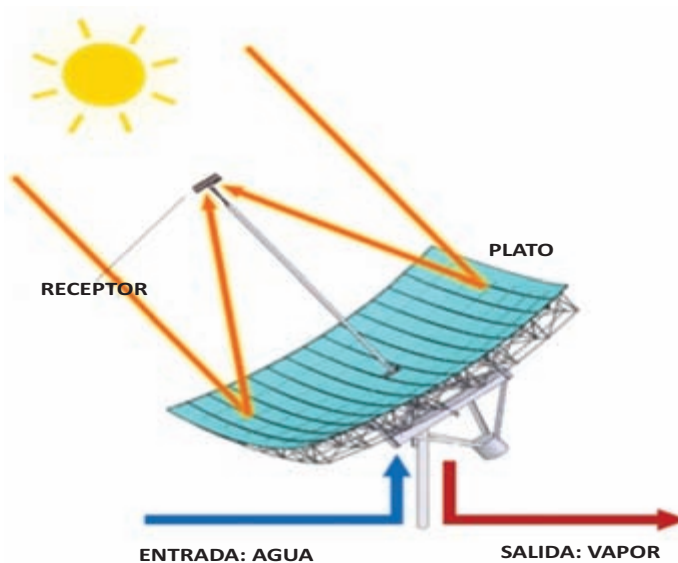


Figura 9.2.

Modelo de reflector solar. Tomado de Perseo (2008).



Figura 9.3.

Modelo de destilador solar. Tomado de Acquamatter (2002).

9.3. Estrategias para mejorar la calidad del agua almacenada en las viviendas

El almacenamiento de agua para consumo es una práctica rutinaria, especialmente en aquellos hogares que no están conectados a una fuente de agua potable. Sin importar la razón, el agua colectada de fuentes inseguras fuera del hogar y guardada en recipientes de almacenamiento domésticos puede ser susceptible a la contaminación, ya sea en el punto de origen o durante su almacenamiento.

Hay varios factores que complican el almacenamiento del agua y pueden comprometer la calidad del agua colectada. Estos pueden ser:

- Contaminación a través de las manos al recolectarla.
- Recipientes de colección contaminados (recipientes reutilizados).
- Crecimiento bacteriano (proliferación patógena).
- Presencia potencial de organismos resistentes a los desinfectantes (criptosporidio).

9.3.1. Procedimiento recomendado

Aunque existen algunos peligros potenciales relacionados con el almacenamiento de agua en el hogar, existe un buen número de procedimientos recomendados.

Mantener una buena higiene durante el almacenamiento en recipientes de colección estériles es probablemente la manera más efectiva de reducir la probabilidad de contraer infecciones microbianas. Los recipientes de boquilla angosta, menos de 10 centímetros, son útiles para evitar que las personas introduzcan utensilios o las manos en el agua.

Si el agua no es potable desde un principio, como es el caso del agua proveniente de la fuente de abastecimiento principal, esta puede ser tratada químicamente (con cloro) o hervida antes de embotellarla o beberla. Sin embargo, hay que tener en cuenta, que los tratamientos químicos ordinarios pueden causar efectos adversos a la salud con el transcurso del tiempo (por ejemplo, efectos cancerígenos de los productos derivados de la desinfección).

Almacenar los recipientes llenos en un lugar fresco y oscuro reducirá la multiplicación de microbios dañinos, pero no eliminará completamente su proliferación. Es mejor consumir o reemplazar las reservas de agua almacenada de manera frecuente (aproximadamente cada seis meses).

9.3.2. Acciones para maximizar la calidad del agua almacenada

- Usar recipientes de almacenamiento nuevos o esterilizados, hechos de plástico, fabricados para guardar alimentos.
- Lavarse las manos antes de coleccionar el agua y evitar tocar la boquilla o la parte interior de la tapadera del recipiente de almacenamiento.
- Llenar el recipiente cuidadosamente con agua de la fuente de suministro de agua de mejor calidad que esté disponible.
- Hervir o tratar químicamente el agua potable que haya sido potencialmente contaminada.
- Almacenar los recipientes en el lugar más oscuro y frío posible.
- Consumir o reemplazar las provisiones aproximadamente cada 6 meses, o menos.

9.4. Capacitaciones e implementación de metodologías y/o técnicas para el mejoramiento de la calidad sanitaria y ambiental del entorno de la fuente de abastecimiento principal (albercas comunitarias)

A continuación se contempla la acción de dotar a las comunidades del recurso básico de agua a través de un proceso de educación a las familias, niños, madres y dirigentes indígenas, para que se asegure la sostenibilidad de un ambiente sano y saludable.

Implementar un sistema de tratamiento de agua en las comunidades, para garantizarles un consumo de agua segura, con prácticas de manejo de la fuente de abastecimiento principal y de higiene, implica la necesidad de un aprendizaje y entrenamiento de las familias en el manejo de temáticas referentes al uso de agua, aumentando la comprensión y unión de las personas, así como la capacidad de participación en beneficio de ellas mismas, permitiendo bajar el índice de enfermedades infectocontagiosas y la tasa de enfermedades diarreicas, y generando en los niños y sus familias hábitos de higiene que satisfagan sus necesidades básicas y mejoren su calidad de vida.

El proceso de capacitación presenta un componente metodológico que tiene como objetivo el contribuir a la disminución del riesgo de transmisión de enfermedades provocadas por factores ambientales, particularmente las relacionadas con el acceso y calidad del agua, el saneamiento y los hábitos de higiene, a través del desarrollo de jornadas educativas. Este se debe lograr a partir del desarrollo de una metodología de trabajo que adelante proyectos de salud y educación para capacitar a los miembros de la comunidad, en aras de orientarlos para el mejoramiento de las condiciones sanitarias en la vivienda y comunidad indígena; y además propiciando la participación de la comunidad wayuu en la organización y el desarrollo de las actividades programadas desde la escuela (educación ambiental).

La metodología de trabajo corresponde a jornadas educativas o capacitaciones junto con los docentes de las instituciones educativas de la comunidad. Las jornadas educativas hacen referencia a procesos educativos formales e informales que se desarrollan, entre otras actividades, a través de talleres, encuentros, reuniones, salidas de campo y eventos culturales y recreativos que se realizan en la comunidad. Consiste, además, en un proceso de formación de capacidades locales que busca la reflexión, el análisis y la comprensión, por parte de la comunidad, respecto a temas del uso adecuado del agua y su ahorro, del manejo de los residuos sólidos y la higiene, para así generar pautas de conducta responsable y de valores respecto a los aspectos ambientales.

El proceso está orientado a obtener los siguientes resultados:

- Familias, niños y dirigentes capacitados en el manejo del recurso de agua e higiene, con cambios de comportamiento en cuanto al lavado de manos, higiene de los alimentos y conservación del agua para consumo humano.

- Familias con prácticas adecuadas para el tratamiento y consumo de agua segura.
- Familias con prácticas de conservación de recursos hídricos, protección y conservación de fuentes de abastecimiento de agua.
- Familias, niños y dirigentes capacitados en tecnología apropiada.
- Infraestructura para tratamiento del agua acorde con las necesidades y capacidad de la comunidad.

9.4.1. Actividades de educación para el uso eficiente y ahorro del agua

Programa de capacitación (comunidad) para el ahorro y uso eficiente del agua.

9.4.1.1. Campañas educativas

Realizar campañas educativas e informativas a la comunidad sobre el uso eficiente, hábitos y protección de fuentes abastecedoras. Las estrategias educativas planteadas son las siguientes:

- Jornadas educativas en agua y saneamiento
- Clubes defensores del agua
- Saneamiento básico escolar y educación en higiene

9.4.2. Características de las estrategias educativas

9.4.2.1. Flexibles

Se basan en el desarrollo de metodologías de trabajo que se puedan adaptar de acuerdo con las condiciones, necesidades e intereses propios de las diversas comunidades.

9.4.2.1. Multiplicadoras

Se basan en la formación de multiplicadores, a través del desarrollo de talleres de capacitación, en los que se transfieren las metodologías y los elementos pedagógicos y didácticos para la ejecución local de las estrategias.

9.4.3. Jornadas educativas

Hacen referencia a procesos educativos formales, no formales e informales (definidos por la Ley 115, Ley General de Educación), que se desarrollan entre otras actividades a través de: talleres, encuentros, reuniones, salidas de campo y eventos culturales, recreativos y deportivos.

En estos procesos educativos se busca reflexionar, analizar y comprender temas de interés para la comunidad, relacionados con el uso adecuado y ahorro del agua, tomando con eje de reflexión los contextos sociales en los cuales se desarrollan las comunidades.

9.4.4. Clubes defensores del agua

Estrategia educativa dirigida a niños en edad preescolar y básica primaria. Herramienta por medio de la cual los niños se familiarizan con el tema, conocen el valor del recurso hídrico y aprender a asumir la responsabilidad del cuidado de los recursos naturales.

9.4.5. Saneamiento básico escolar y educación en higiene

Programa de formación para docentes y de capacitación para agentes comunitarios que tiene como propósito generar estrategias de trabajo en equipo con la comunidad para que contribuyan a la solución de problemas relacionados con saneamiento básico y prácticas de higiene saludables.

9.4.6. Temas a desarrollar durante las jornadas educativas

La descripción de los temas a tratar en las jornadas educativas y/o capacitaciones son los siguientes:

9.4.6.1. Diagnóstico participativo

- Abastecimiento de agua y saneamiento
- Croquis de la comunidad

9.4.6.2. El agua

- El ciclo de agua
- Fuentes de agua
- Estado del agua
- Clase de agua que se puede encontrar en el resguardo indígena
- Los arroyos y riachuelos
- Los ojos de agua
- La importancia del agua en la siembra
- La influencia de la escasez del agua en la vida y las costumbres wayuu

9.4.6.3. Fuente de abastecimiento principal (alberca comunitaria)

- Forma de construcción
- La organización de la comunidad alrededor de la fuente de abastecimiento principal
- Ubicación y mantenimiento de la fuente de abastecimiento principal
- Agua apta para el consumo humano, cuidado del agua
- Formas tradicionales de cuidado y mantenimiento del agua
- Conocimiento de tecnologías apropiadas para el cuidado y mantenimiento del agua
- Consecuencias que trae el consumo de agua sin tratar

9.4.6.4. Contaminación del agua

- Consecuencias del consumo de agua sin tratar, enfermedades causadas

9.4.6.5. Potabilización del agua

- Conocimiento de tecnologías apropiadas para la potabilización y mantenimiento del agua

9.4.6.6. Manejo de excretas

- Letrinas: formas de construcción importancia de su mantenimiento y limpiezas
- Ruta de contaminación por excretas
- Técnicas utilizadas para la disposición y eliminación de las excretas, y beneficios que tenemos al utilizar las letrinas

9.4.6.7. Higiene y manejo de residuos sólidos

- Higiene: personal, vivienda, comunidad
- Manejo de residuos sólidos: orgánicos, bolsas plásticas, vidrios, latas, cartón, etcétera



Referencias bibliográficas

Acquamatter, Agua de Calidad. (2002). Desalación por destilación y osmosis inversa. Recuperado de http://www.acquamatter.com/desalacion_del_agua.htm

Alcaldía Mayor de Riohacha, Departamento Administrativo de Planeación Municipal y Desarrollo Territorial (2001). *Plan de ordenamiento territorial 2001-2009*. Riohacha.

Alcaldía Mayor de Riohacha, Departamento Administrativo de Planeación Municipal y Desarrollo Territorial (2002). *Agenda local de desarrollo de la zona rural del municipio de Riohacha*. Riohacha.

Alcaldía de Dibulla. (2008). *Plan de Desarrollo Municipal. Por amor a mi tierra 2008-2011*. Dibulla.

Alcaldía de Dibulla (2011). *Plan de Ordenamiento Territorial de Dibulla*. Dibulla.

Alcaldía de Albania (2008). *Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011*. Albania

Alcaldía de Manaure (2012). *Plan de Desarrollo Municipal*. Manaure.

Alcaldía Municipal de Uribia (2005). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del municipio de Uribia (2005-2020)*. Uribia.

Alcaldía Municipal de Uribia (2012). *Plan de Desarrollo Municipal de Uribia 2012-2015*. Uribia.

American Public Health Association –APHA–, American Water Works Association Water Pollution Control Federation (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (21 ed.). Nueva York.

- Arcos, M., Ávila, S., Estupiñán, S., & Gómez, A. (2005). *Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua*. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Facultad de Ciencias de la Salud, División de Investigaciones.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (2002). *Control integral de calidad de aguas para consumo humano*. Memorias Técnicas [CD]. Barranquilla.
- Barba, L. (2002). *Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición*. Santiago de Cali: Universidad del Valle, Facultad de Ingenieras.
- Bordoloi, S., Nath, M., & Dutta, R. (2013). PH-conditioning for simultaneous removal of arsenic and iron ions from groundwater. *Process Safety and Environmental Protection*, 91(5), 405-414.
- Biorrecuperar (2002). *Estudio de impacto ambiental para el proyecto camaronicultor en Piedras Blancas, municipio de Manaure*. Manaure.
- Bresciani, E, Ordens, C., Werne, A., Batelaan, O., Guan, H., & Post, V. (2014). Spatial variability of chloride deposition in a vegetated coastal area: implications for groundwater recharge estimation. *Journal of Hydrology*.
- Carol, E. (2006). Calidad y uso del recurso hídrico en el Partido de General Lavalle, Buenos Aires, Argentina. En *xii Jornadas de Jóvenes Investigadores da AUGM Campiñas, Brasil*. 6 p.
- Colombia, Ministerio de la Protección Social (2007). Resolución 2115, Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Bogotá: Ministerio de la Protección Social. 23 p.
- Contraloría General del Departamento de La Guajira (1997). *Estado de los recursos naturales y del medio ambiente de La Guajira*. Riohacha.
- Corpoguajira (2009). *Plan de gestión ambiental 2008-2019*. Riohacha: Corporación Autónoma Regional de La Guajira – Corpoguajira.
- Corpoguajira-Invemar (2008). *Caracterización biofísica de la zona costera del departamento de La Guajira: una aproximación para su manejo. Informe final*. Santa Marta.
- Corpoguajira-Invemar (2012). *Atlas marino costero de La Guajira*. Santa Marta: Serie de publicaciones de Invemar, No 27.

- Corpoguajira-MPX (2012). *Atlas ambiental del departamento de La Guajira*. Riohacha. ISBN: 978-958-99258-1-2.
- Curtis, H., & Barnes, S. (1993). *Biología*. Madrid: Médica Panamericana. 1199 p. ISBN: 958-9181-08-2.
- De Pauw, N. (1994). *Aquatic Ecology*. Bélgica: University of Ghent, Faculty Agricultural and Applied Biological Sciences.
- Echeverri, R., Pitre, L., Herrera, I., & Mendoza, A. (2009). *Estudio de la calidad del agua para consumo humano en los corregimientos del municipio de Riohacha, departamento de La Guajira*. Tesis de pregrado. Riohacha: Universidad de La Guajira.
- Fernández, C., Navajas, J., & Pérez, J. (1989). *El agua como factor higiénico. Medicina preventiva y salud pública* (8ª ed.). Barcelona: Salvat Editores.
- Garay, J., Martin, B., Ramírez, A., Vélez, A., Troncoso, W., Lozano, H., Acosta, J., Cadavid, B., Lancheros, A., Medina, O., & Rondón, M. (2001). *Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico Colombiano*. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia –Redcam. Informe técnico final, Invemar, Santa Marta.
- Gobernación de La Guajira (2004). *Plan de Desarrollo Departamental de La Guajira 2004-2007. Vamos todos a reiniciar La Guajira*. Riohacha.
- Gobernación de La Guajira (2008). *Plan de Desarrollo Departamental de La Guajira 2008-2011. Seriedad y compromiso social*. Riohacha.
- Gómez, F., Bustamante, Y., & Vargas, H. (2011). Estudio de calidad de agua para uso y consumo humano en la zona rural del municipio de Albania, departamento de La Guajira. Tesis de pregrado. Riohacha: Universidad de La Guajira.
- Gray, N. F. (1996). *Calidad del agua potable. Problemas y soluciones*. Zaragoza, España: Editorial Acriba.
- Guerra, W. (1998). *Los conflictos interfamiliares wayuu*. Tesis de grado. Santa Fe de Bogotá: Universidad de Los Andes.
- Gutiérrez, C. (2000). *Agua para la seguridad alimentaria y el desarrollo en el contexto suramericano*. Memorias. Santiago de Cali.

- Instituto Nacional de Salud (1999). *Análisis de agua para consumo humano*. Bogotá. 83 p.
- Jaimes, X., Mejía, R., Lutgen, P., & Aguirre, N. (2007). *Sodis. Desinfección solar del agua. Guía de aplicación*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. 595 p. ISBN: 958-33-3843-5.
- Lawler, D., Petts, G., Foster, I., & Harper, S. (2006). Turbidity dynamics during spring storm events in an urban headwater river system: The Upper Tame, West Midlands, UK. *Science of the Total Environment*, 360(1), 109-126.
- Marchand, E. (2002). Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. Tesis de pregrado. Universidad del Perú, Facultad de Ciencias Biológicas.
- Mercado, V., Morales, J., & Segovia, L. (2011). Estudio ambiental y sanitario de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano en los corregimientos y comunidades indígenas del municipio de Maicao, Departamento de La Guajira. Tesis de pregrado. Riohacha: Universidad de La Guajira.
- Naciones Unidas. (2010). Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe anual. Nueva York.
- Navarro, I (2006). Evaluación de la calidad del agua potable en comunidades rurales mexicanas. Un estudio de caso de cloro residual libre y thms. En *xxx Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Punta Del Este, Uruguay*, Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental – AIDIS.
- Needham, J., & Needham, P. (1978). *Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces*. España: Editorial Reverte, S. A. 131 p.
- Organización Mundial de la Salud – OMS (2004). *Guía para la calidad del agua potable* (3ª ed., vol. I). Ginebra: OMS.
- Palacios, A., & América, L. (1997). *Introducción a la toxicología ambiental: Nitratos y Nitritos* (cap. 17, p. 3-4). Xalapa, Veracruz: Sociedad Mexicana de toxicología.
- Peng, T., Lu, W., Chen, K., Zhan, W., & Liu, T. (2014). Groundwater-recharge connectivity between a hills-and-plains' area of western Taiwan using water isotopes and electrical conductivity. *Journal of Hydrology*.

- Pérez, J., Doria, C., Betancourt, J., Martínez, C., & Tafur, V. (2013). Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y doméstico en la zona rural del municipio de Manaure, La Guajira, Colombia. Tesis de pregrado. Riohacha: Universidad de La Guajira.
- Perseo, I. (2011). RawSolar. Apuesta por los concentradores solares de bajo coste. Blog de *Ingeniería y sostenibilidad*. Recuperado de <http://www.ison21.es/2008/07/03/rawsolar-apuesta-por-los-concentradores-solares-de-bajo-coste/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD (2012). *Informe anual “El futuro sostenible que queremos” 2011-2012*. Nueva York: Dirección de la Promoción y Relaciones Externas.
- Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia*. Medellín: Ed. Universidad de Antioquia. 170 p.
- Romero, J. (2005). *Calidad del agua*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería. 441 p. ISBN: 958-8060-53-2.
- Restrepo, A., & Tobón, O. (2002). *Manual de calidad de aguas*. Medellín: EIA, Facultad de Ingenierías. 94 p.
- Rodríguez, S., & Martínez, G. (2009). *Variabilidad de fosfatos en distintas fuentes de agua*. Corrientes, Argentina: Universidad Nacional del Nordeste.
- Sawyer, C., McCarty, P., & Parkin, G. (2001). *Química para Ingeniería Ambiental*. Bogotá: McGraw-Hill. 716 p. ISBN: 958-41-0164-1.



ISBN 978-958-8942-89-6

