

**EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL
EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA: aplicación
del método de costos evitados o inducidos sobre la
calidad del agua potable**

**CLAUDIA LORENA RAMÍREZ VASCO
CLAUDIA PATRICIA RIOS MILLAN**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ESPECIALIZACIÓN EN GESTION AMBIENTAL LOCAL
PEREIRA 2008**

**EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL
EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA: aplicación
del método de costos evitados o inducidos sobre la
calidad del agua potable**

**CLAUDIA LORENA RAMÍREZ VASCO
CLAUDIA PATRICIA RIOS MILLAN**

**Proyecto de grado como requisito para optar al título
de Especialista en Gestión Ambiental Local**

Director:

SAMUEL DARIO GUZMÁN, Economista, M. Sc.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ESPECIALIZACIÓN EN GESTION AMBIENTAL LOCAL
PEREIRA 2008**

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Nota de aceptación

Pereira, septiembre de 2008

*A mi esposo,
porque cada día de mi vida
me alienta para ser mejor.*

Claudia Ramírez

*A mi familia,
por ser mi apoyo y fortaleza
en momentos difíciles.*

Claudia Ríos

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director, el Profesor M.Sc. Samuel Darío Guzmán por su constante y acertado acompañamiento en el desarrollo de este trabajo de grado.

A nuestro asesor, el Profesor M.Sc. Tito Morales Pinzón por su apoyo y orientación en la construcción de los modelos estadísticos.

A la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira por darnos la posibilidad de continuar con nuestra formación académica.

A las familias por apoyar esta iniciativa, para continuar con nuestros proyectos de vida.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	12
1 INTRODUCCIÓN	13
2 OBJETIVOS	16
2.1 GENERAL	16
2.2 ESPECÍFICOS.....	16
3 METODOLOGÍA	17
4 MARCO DE REFERENCIA	21
4.1 MARCO LEGAL	21
4.1.1 <i>Constitución Nacional</i>	21
4.1.2 <i>Ley 142 de 1994</i>	22
4.1.3 <i>Decreto 475 de 1998</i>	23
4.1.4 <i>Decreto 1575 de 2007</i>	24
4.1.5 <i>Resolución 2115 de 2007</i>	28
4.2 LA GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL.....	30
4.2.1 <i>La Gestión Ambiental Territorial</i>	30
4.2.2 <i>La Gestión Ambiental Sectorial</i>	31
4.2.3 <i>Evaluación de la gestión ambiental local</i>	31
4.3 CALIDAD DEL AGUA POTABLE	34
4.3.1 <i>Panorama Mundial</i>	36
4.3.2 <i>Panorama Nacional</i>	37
4.3.3 <i>Panorama Departamental</i>	38
4.3.3.1 Estudios realizados.....	40
4.4 MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS AMBIENTALES	42
4.4.1 <i>Cambios en la Producción</i>	42
4.4.2 <i>Pérdida de ganancias</i>	42
4.4.3 <i>Costo de oportunidad</i>	43
4.4.4 <i>Análisis de costo-efectividad (ACE)</i>	44
4.4.5 <i>Gastos preventivos</i>	45
4.4.6 <i>Método de los costos evitados o inducidos</i>	45
4.4.6.1 <i>Funciones dosis respuesta</i>	48
4.4.6.2 <i>Limitaciones del método</i>	48
4.4.6.3 <i>Cambios en la tasa de morbilidad</i>	48
4.5 CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTO PÚBLICO	49
4.5.1 <i>La Enfermedad Diarreica Aguda (EDA)</i>	51
4.5.1.1 <i>Estudios en EDA</i>	52
4.5.1.2 <i>Enfermedades diarreicas -ED-. Atención básica de salud.</i>	55
4.5.1.3 <i>Comportamiento de la morbilidad</i>	56
4.5.2 <i>Agua y saneamiento ambiental</i>	58

4.6	ENFERMEDADES DE ORIGEN HÍDRICO EN RISARALDA	60
4.6.1	<i>Enfermedades transmitidas por el agua</i>	60
4.6.2	<i>Prevención y soluciones</i>	63
4.6.3	<i>La salud ambiental y el referente histórico del perfil epidemiológico del Risaralda</i>	65
4.6.3.1	Hábitos en las familias	66
4.6.3.2	Calidad del Agua para Consumo Humano.....	66
4.6.3.3	Salud Ambiental y Manejo de Alimentos.....	67
4.6.3.4	Consulta médica y egreso hospitalario	67
4.7	CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA POTABLE Y COSTOS AMBIENTALES ASOCIADOS	68
4.7.1	<i>DESCRIPCIÓN DE VARIABLES PRINCIPALES CONTEMPLADAS Y FUENTES DE INFORMACIÓN</i>	71
4.7.1.1	Morbilidad	71
4.7.1.2	Calidad y contaminación del agua	72
5	ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA POR LOS ACUEDUCTOS MUNICIPALES	75
5.1	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA MORBILIDAD POR EDA.....	76
5.2	RELACIONES ENCONTRADAS ENTRE LAS VARIABLES EVALUADAS Y LA EDA	84
5.3	MODELO DE REGRESIÓN LINEAL Y ELABORACIÓN DE LA FUNCIÓN DOSIS-RESPUESTA PARA EL MUNICIPIO	89
5.4	COSTOS AMBIENTALES	92
5.5	EVALUACION DE LA INVERSIÓN EN EL SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	95
6	CONCLUSIONES	98
7	RECOMENDACIONES	100
8	BIBLIOGRAFIA	102
9	ANEXOS	104
9.1	ANEXO 1. MODELO DE REGRESIÓN LINEAL 1 Y ANÁLISIS DE SUPUESTOS DEL MODELO	104
9.2	ANEXO 2. MODELO DE REGRESIÓN LINEAL 2.....	108
9.3	ANEXO 3. MODELO DE REGRESIÓN LINEAL 3.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Enfermedad diarreica aguda total reportada en informes de Secretaría de Salud Departamental para los años 2002 - 2006.	77
Figura 2. Coliformes fecales estimados en municipios de Risaralda, a partir de análisis de aguas de Secretaría de Salud Departamental para los años 2002 - 2006	80
Figura 3. Porcentaje de muestras no aptas para consumo humano, a partir de datos reportados en informe sobre indicadores de salud, Secretaría de Salud Departamental 2006.	81
Figura 4. Porcentaje de acueductos rurales con agua no potable, a partir de datos reportados en informe ambiental de Contraloría Departamental, 2003.	81
Figura 5. Población con Necesidades Básicas insatisfechas (NBI), a partir de datos reportados por la Secretaría de Planeación del Departamento.	82
Figura 6. Acueductos rurales existentes en Risaralda, a partir de datos reportados en informe ambiental de Contraloría Departamental 2003.	82
Figura 7. Viviendas rurales sin sistema de acueducto y pozo séptico, a partir de datos reportados en informe ambiental de Contraloría Departamental 2003.	83
Figura 8. Coberturas en agua potable y saneamiento, a partir de datos reportados en informe sobre indicadores de salud, Secretaría de Salud Departamental 2006.	83
Figura 9. Costos por EDA estimados para casos de hospitalización	93
Figura 10. Inversión per cápita en agua potable y saneamiento año base 2007.	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterio de calificación por parámetros para evaluación de la gestión ambiental local.....	33
Tabla 2. Variables consideradas en el índice GAM.....	33
Tabla 3. Tasas de incidencia acumulada y medianas de enfermedad diarreica aguda, por departamentos y grupo etareo, Colombia 2001 (tasa por 1000 habitantes).....	57
Tabla 4. Mortalidad por EDA en menores de 5 años. Departamento de Risaralda 2000 - 2003.....	58
Tabla 5. Riesgos biológicos asociados al agua contaminada.....	70
Tabla 6. Número de muestras e intervalo máximo entre muestras.....	73
Tabla 7. Muestras e intervalo para análisis microbiológico.....	74
Tabla 8. Morbilidad por EDA en menores de 5 años. Departamento de Risaralda 2002-2006.....	76
Tabla 9. Tasa bruta de morbilidad por EDA en menores de 5 años. Departamento de Risaralda 2002-2006 (tasa por 1000 habitantes).....	78
Tabla 10. Tasa de morbilidad total por EDA. Departamento de Risaralda 2002-2006 (tasa por 1000 habitantes).....	79
Tabla 11. Correlaciones significativa ($p<0,05$) entre EDA < 5años y algunas variables analizadas	85
Tabla 12. Correlaciones significativa ($p<0,05$) entre EDA > 5años y algunas variables analizadas	86
Tabla 13. Correlaciones significativa ($p<0,05$) entre EDA total y algunas variables analizadas.....	86
Tabla 14. Correlaciones significativa ($p<0,05$) entre Tasa EDA < 5años y algunas variables analizadas.....	88
Tabla 15. Correlaciones significativa ($p<0,05$) entre Tasa EDA > 5años y algunas variables analizadas.....	88
Tabla 16. Correlaciones significativa ($p<0,05$) entre Tasa EDA total y algunas variables analizadas.....	89
Tabla 17. Costos estimados por EDA en Risaralda, estimados por casos de atención médica (millones de \$).....	93
Tabla 18. Estimaciones para el cálculo de costos ambientales.....	94
Tabla 19. Costos ambientales estimados (millones \$) por la variación en 1% de Coliformes Fecales.....	94
Tabla 20. Variación en la inversión en agua potable y saneamiento vs EDA, periodo analizado 2002-2003.....	96
Tabla 21. Variación en la inversión en agua potable y saneamiento vs EDA, periodo analizado 2005-2006.....	96

RESUMEN

Este trabajo planteó como objetivo general el de desarrollar un modelo de valoración de costos ambientales para la calidad del agua potable en municipios del Departamento de Risaralda. Como resultados, se pudo establecer que la contaminación del agua por coliformes fecales es una variable significativa, aunque no la única, para explicar la morbilidad por enfermedad diarreica aguda (EDA). Se comprobó además que las deficientes condiciones de tratamiento y desinfección afectan la salud de los pobladores de los municipios del departamento, especialmente para la población con necesidades básicas insatisfechas (NBI) o población más vulnerable.

A partir de los modelos construidos, se logró estimar que un aumento en 1% en la contaminación por coliformes fecales presentes en el agua para consumo, puede ocasionar costos ambientales cercanos a los 100 millones de pesos en el departamento de Risaralda, mientras que los costos ambientales totales para EDA en el departamento se encuentran en el orden de los 6500 millones de pesos/año (estimado para el 2006) como un límite inferior de los costos ambientales reales.

1 INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Salud expidió la resolución 00412 de febrero 25 del año 2000 estableciendo normas que son de obligatorio cumplimiento en relación con las actividades, procedimientos e intervenciones, demanda de atención en salud, para el desarrollo de las acciones de protección específica y detección temprana para el manejo de enfermedades de interés en Salud Pública. En el artículo 10, adopta guías de atención de enfermedades de interés en salud pública en concordancia con el acuerdo No 117 del Consejo Nacional de Seguridad Social en Salud; y dentro de las cuales están definidas en el literal d) Enfermedad Diarreica Aguda/Cólera. Estas son unas de las enfermedades que deben tener prioridad en la atención, manejo y control, dado el alto riesgo que conllevan para la salud de la población infantil, además de las secuelas que puedan dejar en su futuro desarrollo.

De otro lado, es bien conocido que una inadecuada calidad del agua puede provocar la aparición o el agravamiento de intoxicaciones, dermatitis, enfermedades gastrointestinales en algunos casos severas, ya sea por el consumo directo de la misma (para beber, cocinar o bañarse) como por la ingestión de productos contaminados por ella. De acuerdo con la Contraloría Departamental de Risaralda, cada año se hacen inversiones importantes en el componente agua potable y saneamiento básico y aun la comunidad y las instituciones se preguntan sobre los costos de no hacer tales inversiones y más aun la efectividad de las mismas respecto a la respuesta en el mejoramiento de la calidad de vida de la población risaraldense en particular.

Hasta el momento no se han hecho mayores esfuerzos en esta vía, que den valor económico a los planes y programas ambientales expresados como inversión pública en medio ambiente y particularmente en el componente de agua potable.

Este trabajo parte de la construcción de una base de información disponible, recolectada en las instituciones relacionadas con tema de calidad de agua para consumo humano, como son la Secretaría de Salud del departamento de Risaralda, DANE y Contraloría Departamental de Risaralda. Esta base se estructuró en una serie histórica de que comprende los años 2002 a 2007 y que soporta los análisis y las estadísticas necesarias para el desarrollo del estudio. La variable principal analizada corresponde a las estadísticas sobre EDA (Enfermedad Diarreica Aguda) tanto en población infantil con edades menores a 5 años como en la población mayor a 5 años, como referente del impacto de la calidad del agua potable en la salud humana.

La base principal de este estudio corresponde a las estadísticas sobre número de casos de morbilidad y mortalidad reportados por los diferentes centros hospitalarios que pueden ser atribuibles en principio a la contaminación hídrica ya sea por consumo de agua de mala calidad o contacto con aguas contaminadas, es decir, enfermedades que hayan sido consideradas causadas por agua con deficiente nivel de tratamiento y/o afectación por aguas residuales.

Con este trabajo se buscó evaluar la gestión ambiental local a partir del costo de la calidad ambiental para las personas desde el componente de agua potable. Se indagó la necesidad de proporcionar agua potable de calidad a la población risaraldense y en este camino, proporcionar información relevante que pudiera ser de utilidad a la hora de asignar recursos escasos para la gestión de servicios públicos, al considerar los costos incurridos por contaminación no evitada,

permitiendo evaluar la efectividad de la inversión en el sector de agua potable y saneamiento en función del deterioro de la salud pública a causa de agua no apta para consumo humano.

2 OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Desarrollar un modelo de valoración de costos ambientales para la calidad del agua potable en municipios del Departamento de Risaralda

2.2 ESPECÍFICOS

- Describir el comportamiento de la calidad del agua potable en los municipios del departamento
- Estudiar la correlación existente entre variables de calidad de agua potable con la morbilidad y mortalidad de enfermedades relacionadas con su consumo
- Estimar los costos evitados o inducidos derivados de la calidad ambiental del agua potable

3 METODOLOGÍA

Se realizó una revisión inicial sobre la información disponible en las instituciones de control. A partir de esta revisión se seleccionaron los municipios con mayor cantidad de registros históricos y que guardaran consistencia temporal entre ellos.

Para el cumplimiento del primer objetivo específico planteado y dado que el propósito de este trabajo es contribuir en la evaluación de la gestión ambiental local, se realizó una descripción del comportamiento de la calidad del agua potable en los municipios del departamento a partir de los informes ambientales realizados por la Contraloría Departamental sobre los municipios que integran el departamento de Risaralda.

Se realizó un análisis descriptivo de las estadísticas de calidad del agua reportada mediante el índice de calidad IFSN y la presencia de coliformes fecales y totales. Igualmente se evaluó la inversión pública en agua potable y saneamiento en los años que se dispuso de información.

Se recolectó información disponible para algunos municipios del departamento y se emplearon bases de datos que contienen observaciones para el periodo 2005-2007. Se realizó un análisis temporal en el que se compararon los cambios en las tasas de mortalidad o morbilidad de los municipios en un momento dado del tiempo y que se relacionan con niveles de calidad ambiental.

En el desarrollo del segundo objetivo específico se aplicó la técnica del análisis de correlación para identificar relaciones significativas mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Se construyeron modelos de regresión lineal que

permitieron explicar la variable dependiente morbilidad a partir del grupo de variables que mostraran correlación con ella y que son de interés para propósitos de este estudio.

Variables dependientes. Como variables dependientes se seleccionaron las siguientes:

- Morbilidad por EDA en población <5 años
- Morbilidad por EDA en población >5 años
- Morbilidad por EDA total
- Tasas de morbilidad elaboradas a partir de las estadísticas de EDA y población total del municipio

Variables independientes. Como variables independientes se seleccionaron las siguientes

- Coliformes fecales y totales presentes en agua potable
- Frecuencia de muestras contaminadas por Coliformes (fecales y totales)
- Tasa de escolarización
- Población con necesidades básicas insatisfechas (NBI)
- Acueductos rurales con sistema de desinfección
- Acueductos rurales reportados
- Acueductos rurales con desinfección continua reportados
- Viviendas rurales sin acueducto reportados
- Viviendas rurales sin pozo séptico reportados
- Inversión en agua potable y saneamiento

Para el cumplimiento del tercer objetivo específico, se realizó la estimación del valor económico de reducciones de daños a la salud por deterioro hídrico y particularmente del agua para consumo humano, siguiendo la propuesta de Margolis H. 1996 para la función dosis-respuesta y al método de los costos de

tratamiento. Ambos procedimientos permitieron observar la respuesta de la variable dependiente EDA ante cambios en la contaminación.

Una vez definida la relación entre morbilidad y contaminación expresada en términos de calidad del suministro de agua por contaminación con coliformes fecales, se valoraron los costos asociados con dicha contaminación.

Para realizar estas estimaciones, en primer lugar, se calculó el número de casos por enfermedad diarreica aguda (EDA) según urgencias, consulta externa y hospitalizaciones. Una vez obtenido este dato, se estimó el número de urgencias por el costo de cada consulta, así como los egresos hospitalarios por el costo promedio de cada día de hospitalización, e igualmente, la cantidad de consultas por el costo promedio de la fórmula, asumiendo que cada consulta requiere una fórmula para determinar el costo promedio por medicamento.

Mediante estos métodos, se valoró el impacto en la salud vinculado con determinada concentración de coliformes en el agua sobre el cambio en la tasa de morbilidad, como respuesta ante un programa de tratamiento para mejorar la calidad del agua. Igualmente, la estimación de costos permitió identificar los gastos derivados de la atención por los daños a la salud que resultan de la contaminación.

Es importante tener en cuenta, sin embargo, que no siempre una mayor contaminación genera una mayor tasa de morbilidad, ya que por ejemplo las personas pueden tomar medidas individuales tales como hervir el agua, comprar agua tratada comercialmente o hasta evitar el contacto con ella, lo cual resulta independiente de la acción o medida preventiva en cuestión. Esto siempre representa una gran “desventaja” en el caso particular de la contaminación hídrica, por la dificultad metodológica de aislar, en información secundaria, el efecto de estas medidas preventivas.

Finalmente se evaluó la gestión ambiental a partir de la eficiencia de la inversión pública municipal en agua potable y saneamiento básico, observando la forma como afectaron los incrementos o disminuciones en este rubro sobre la morbilidad por EDA.

4 MARCO DE REFERENCIA

4.1 MARCO LEGAL

Dado que el tema del agua ha estado inmerso en las agendas municipales como una de las prioridades de inversión pública es importante destacar alguna normatividad vigente que está relacionada con el tema de investigación en este trabajo.

4.1.1 Constitución Nacional

Artículo 365. Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional.

Por otro lado, los artículos 298, 300, 301, 311 y 313 de la Carta Magna confieren en esta materia un poder regulador a las asambleas departamentales y a los concejos municipales y señalan que les compete “*reglamentar ... la eficiente prestación de los servicios*”.

“Suministro de agua potable. El derecho al agua es un derecho fundamental cuando está destinada al consumo humano. El suministro de agua potable constituye un servicio público domiciliario, de carácter esencial para la vida... El derecho al agua es un derecho fundamental cuando está destinado para el uso de las personas, en cuanto contribuye a la vida, la salud y la salubridad pública... Así

pues, el servicio público domiciliario de acueducto en tanto que afecte la vida de las personas (C.N. art. 11), la salubridad pública (C.N. arts. 365 y 366) o la salud (C.N. art. 49), es un derecho constitucional fundamental.

Sin agua no hay vida. Por ende, el servicio público de acueducto tiene como finalidad la satisfacción de necesidades vitales de las personas, lo que exige, naturalmente, el suministro de agua apta para el consumo humano, pues no podrá considerarse que el servicio se presta con el mero transporte del líquido, sin aplicarle ningún tipo de tratamiento cuando no reúne las condiciones físicas, químicas y bacteriológicas mínimas exigidas para su uso, sin que ponga en riesgo la salud y la vida de sus consumidores” (Corte Constitucional, Sentencias T-578, T-523, T-881, T-410).

4.1.2 Ley 142 de 1994

La ley 142 o ley por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios define algunas funciones de interés para los entes territoriales, especificando para departamentos y municipios las siguientes:

Departamentos: *Tienen la función de apoyar financiera, técnica y administrativamente a las empresas de servicios públicos que operen en el departamento o a los municipios que hayan asumido la prestación directa, así como a las empresas organizadas con participación de la Nación o de los Departamentos para desarrollar las funciones de su competencia en materia de servicios públicos; organiza sistemas de coordinación de las entidades prestadoras de servicios públicos y promueve, cuando razones técnicas y económicas lo aconsejen, la organización de asociaciones de municipios para la prestación de los servicios públicos o la celebración de convenios interadministrativos para el mismo efecto. Así mismo, promover y fomentar la*

participación de las entidades privadas, comunitarias y sin ánimo de lucro en la prestación de los servicios que deben prestarse en el departamento.

Los Municipios: *Tienen la función de asegurar la prestación eficiente de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo; asignar recursos financieros para subsidiar los estratos pobres y apoyar la ejecución de inversiones.*

4.1.3 Decreto 475 de 1998

Este decreto define normas técnicas de calidad del agua potable que son determinantes del nivel de contaminación por microorganismos. Se destacan de ella los siguientes artículos:

Artículo 3. *El agua suministrada por la persona que presta el servicio público de acueducto, deberá ser apta para consumo humano, independientemente de las características del agua cruda y de su procedencia.*

Artículo 4. *Las personas que prestan el servicio público de acueducto, son las responsables del cumplimiento de las normas de calidad del agua potable establecidas en el presente Decreto y deben garantizar la calidad del agua potable, en toda época y en cualquiera de los puntos que conforman el sistema de distribución.*

Artículo 9. *El valor admisible del Cloro residual libre en cualquier punto de la red de distribución de agua potable, deberá estar comprendido entre 0.2 y 1.0 mg/litro.*

Artículo 26. *Ninguna muestra de agua potable debe contener E-coli en 100 cm³ de agua, independientemente del método de análisis utilizado.*

Artículo 29. **PARÁGRAFO.** *Cuando el porcentaje de aceptabilidad se encuentra entre el 95% y 100%, se considera que el agua es apta para consumo humano;*

pero si dicho porcentaje es menor del 95%, se considera que el agua no es apta para consumo humano.

Artículo 31. Las personas que prestan el servicio público de acueducto deberán realizar directamente o indirectamente los análisis a que se refieren los artículos anteriores como mecanismo de control que obligatoriamente deben ejercer para garantizar la calidad del agua potable, independientemente de los practicados para estudio o vigilancia por parte de las autoridades sanitarias.

Artículo 34. Los análisis organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, deberán ser efectuados sólo por laboratorios autorizados por el Ministerio de Salud en coordinación con la Superintendencia de Industria y Comercio quien los acreditará; estos laboratorios deberán estar participando en los programas interlaboratorios del control de calidad que liderará el Instituto Nacional de Salud a través de la red de laboratorios.

4.1.4 Decreto 1575 de 2007

Este decreto del Ministerio de la Protección Social es de suma importancia porque establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano. De su articulado se destacan entre otros los siguientes:

ARTÍCULO 4º. RESPONSABLES DEL CONTROL Y VIGILANCIA PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

La implementación y desarrollo de las actividades de control y calidad del agua para consumo humano, será responsabilidad de los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, el Instituto Nacional de Salud, las Direcciones Departamentales Distritales y Municipales de Salud, las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para consumo humano y los usuarios...

ARTÍCULO 5º. *RESPONSABILIDAD DE LOS MINISTERIOS DE LA PROTECCIÓN SOCIAL Y DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en cumplimiento de las funciones a su cargo, adelantarán de manera coordinada las siguientes acciones:*

- 1. Reglamentar todos los aspectos concernientes a la definición de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para el consumo humano.*
- 2. Diseñar los modelos conceptuales, técnicos y operativos y de protocolos que sean requeridos para el control y vigilancia para garantizar la calidad del agua para consumo humano.*
- 3. Diseñar la guía de criterios y actividades mínimas que deben contener los estudios de riesgo, programas de reducción de riesgos y los planes de contingencia.*
- 4. Evaluar los resultados de la implementación de las disposiciones del presente decreto por parte de las autoridades competentes.*

ARTÍCULO 8º. *RESPONSABILIDAD DE LAS DIRECCIONES DEPARTAMENTALES, DISTRITALES Y MUNICIPALES DE SALUD. Las direcciones territoriales de salud como autoridades sanitarias de los departamentos, distritos y municipios, ejercerán la vigilancia sobre la calidad del agua para consumo humano. Para ello desarrollarán las siguientes acciones:*

- 1. Consolidar y registrar en el sistema de registro de vigilancia de calidad del agua para consumo humano los resultados de los análisis de las muestras exigidas en el presente decreto, de acuerdo con los lineamientos que para el efecto expida el Ministerio de la Protección Social.*
- 2. Correlacionar la información recolectada del control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano con la información de morbilidad y mortalidad asociada a la misma y determinar el posible origen de los brotes o casos reportados en las direcciones territoriales de salud, de conformidad con lo*

establecido en el Decreto 3518 de 2006 sobre vigilancia en salud pública o la norma que la modifique, adicione o sustituya.

3. Realizar la supervisión a los sistemas de autocontrol de las personas prestadoras de acuerdo con los protocolos que definan los Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y de la Protección Social.

4. Practicar visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano, con la periodicidad requerida conforme al riesgo. De cada visita se diligenciará el formulario único de acta, que para su efecto expedirá el Ministerio de la Protección Social, en la cual quede constancia del cumplimiento de las Buenas Prácticas Sanitarias encontradas en el sistema de suministro de agua para consumo humano objeto de la inspección.

5. Realizar la vigilancia de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, como también de las características adicionales definidas en el mapa de riesgo, tanto en la red de distribución como en otros medios de suministro de la misma, según se establezca en la reglamentación del presente decreto.

6. Velar por el cumplimiento de la franja de seguridad para la aplicación de plaguicidas en las cuencas que abastecen los acueductos municipales, de conformidad con lo establecido en el Decreto 1843 de 1991 o la norma que lo modifique, adicione o sustituya, mediante el cual se regula el uso y manejo de los plaguicidas, en coordinación con las Autoridades Ambientales y las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para consumo humano.

7. Calcular los Índices de Riesgo de Calidad de Agua para Consumo Humano – IRCA’s y reportar los datos básicos del Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano – IRABAm, al Subsistema de Calidad de Agua Potable - SIVICAP de su jurisdicción, teniendo en cuenta la información recolectada en la acción de vigilancia, de acuerdo con las frecuencias que para tal efecto se establezcan.

8. Expedir, a solicitud del interesado, la certificación sanitaria de la calidad del agua para consumo humano en su jurisdicción, para el período establecido en la solicitud, teniendo en cuenta los siguientes elementos de análisis:

- El concepto sanitario a partir de las actas de visita de inspección sanitaria.
- El análisis comparativo de los resultados analíticos de laboratorio de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, realizado por las prestadoras del suministro y distribución de agua para consumo humano y por las autoridades sanitarias.
- La evaluación de los índices de riesgo de calidad de agua y por abastecimiento municipal.

9. Las autoridades sanitarias municipales categorías 1, 2 y 3, deben coordinar las acciones de vigilancia del agua para consumo humano con la autoridad sanitaria departamental de su jurisdicción. Así mismo, deberán suministrar a la autoridad sanitaria departamental de su jurisdicción, para su consolidación y registro, los resultados de la calidad de agua, de los índices de riesgo de calidad y por abastecimiento de agua y actas de visita de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano de su competencia.

10. Realizar inspección, vigilancia y control a los laboratorios que realizan análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano.

ARTÍCULO 10º. **RESPONSABILIDAD DE LOS USUARIOS.** Todo usuario es responsable de mantener en condiciones sanitarias adecuadas las instalaciones de distribución y almacenamiento de agua para consumo humano a nivel intradomiciliario, para lo cual, se tendrán en cuenta además, los siguientes aspectos:

1. Lavar y desinfectar sus tanques de almacenamiento y redes, como mínimo cada seis (6) meses.

2. *Mantener en adecuadas condiciones de operación la acometida y las redes internas domiciliarias para preservar la calidad del agua suministrada y de esta manera, ayudar a evitar problemas de salud pública.*

3. *En edificios públicos y privados, conjuntos habitacionales, fábricas de alimentos, hospitales, hoteles, colegios, cárceles y demás edificaciones que conglomeren individuos, los responsables del mantenimiento y conservación locativa, deberán realizar el lavado y desinfección de los tanques de almacenamiento de agua para consumo humano, como mínimo cada seis (6) meses. La autoridad sanitaria podrá realizar inspección cuando lo considere pertinente.*

4.1.5 Resolución 2115 de 2007

En esta resolución del Ministerio de la Protección Social y del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Se resalta el siguiente artículo:

ARTÍCULO 13º. ÍNDICE DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO – IRCA-. Para el cálculo del IRCA al que se refiere el artículo 12 del Decreto 1575 de 2007 se asignará el puntaje de riesgo contemplado en el cuadro N°.6 a cada característica física, química y microbiológica, por no cumplimiento de los valores aceptables establecidos en la presente Resolución:

Característica	Puntaje de riesgo
<i>Color Aparente</i>	<i>6</i>
<i>Turbiedad</i>	<i>15</i>
<i>pH</i>	<i>1,5</i>
<i>Cloro Residual Libre</i>	<i>15</i>
<i>Alcalinidad Total</i>	<i>1</i>

<i>Característica</i>	<i>Puntaje de riesgo</i>
<i>Calcio</i>	<i>1</i>
<i>Fosfatos</i>	<i>1</i>
<i>Manganeso</i>	<i>1</i>
<i>Molibdeno</i>	<i>1</i>
<i>Magnesio</i>	<i>1</i>
<i>Zinc</i>	<i>1</i>
<i>Dureza Total</i>	<i>1</i>
<i>Sulfatos</i>	<i>1</i>
<i>Hierro Total</i>	<i>1,5</i>
<i>Cloruros</i>	<i>1</i>
<i>Nitratos</i>	<i>1</i>
<i>Nitritos</i>	<i>3</i>
<i>Aluminio (Al³⁺)</i>	<i>3</i>
<i>Fluoruros</i>	<i>1</i>
<i>COT</i>	<i>3</i>
<i>Coliformes Totales</i>	<i>15</i>
<i>Escherichia Coli</i>	<i>25</i>
<i>Sumatoria de puntajes asignados</i>	<i>100</i>

Como puede observarse, la presencia de coliformes expresan la mayor puntuación en el índice, ya que son causantes de graves trastornos gastrointestinales con diferentes grados de severidad, dependiendo del estado de salud del afectado, su edad, enfermedades preexistentes, entre otros aspectos, y a su vez son indicadores importantes de la presencia potencial de otras bacterias peligrosas para el ser humano.

4.2 LA GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

La gestión ambiental desde la institucionalidad colombiana se entiende como acciones que en forma consistente y dirigida a propósitos definidos, realiza la sociedad, para conservar, recuperar, mejorar, proteger o utilizar moderadamente el suelo y los recursos naturales renovables o no; con el fin de ocupar racionalmente un territorio transformándolo y adaptándolo de manera sostenible.

A nivel local estas acciones se materializan en el municipio y es allí donde la evaluación de dicha gestión toma mucha importancia al permitir conocer la efectividad de los planes, programas y proyectos ejecutados.

La gestión ambiental en el ámbito regional y Local tiene dos grandes componentes, el territorial y el sectorial que se complementan, dando como resultado, la gestión ambiental territorial y la gestión ambiental sectorial.

4.2.1 La Gestión Ambiental Territorial

Corresponde a planes, programas y proyectos específicos de tipo remedial o preventivo que buscan resolver conflictos, corregir o evitar problemas ambientales y que se llevan a cabo en lugares precisos y determinados.

Esta clase de gestión ambiental debe ser realizada en forma concertada por las autoridades municipales y departamentales, la Corporación Autónoma Regional correspondiente y los diversos actores sociales interesados.

La existencia de espacios para el dialogo y la participación de los diferentes actores en cada municipio se considera como una condición esencial para la realización de la gestión ambiental territorial.

4.2.2 La Gestión Ambiental Sectorial

Corresponde a la definición de políticas ambientales y proyectos de mejoramiento de la calidad ambiental, tanto preventivos como remediales, de los diversos sectores económicos y sociales.

La gestión ambiental sectorial se refiere a la preparación y formalización de acuerdos y convenios, entre los distintos gremios y actores de los sectores de actividades económicas y de servicios en el departamento, para la fijación de metas ambientales, la formulación de políticas y la realización de proyectos, que permitan efectuar, una gestión clara y eficaz en la que participen todas las fuerzas sociales interesadas.

Al igual que en el caso anterior, también deben existir espacios y mecanismos de participación y concertación, como comités ambientales sectoriales y temáticos que cubran los diferentes campos de la actividad socioeconómica del municipio o región. Estos comités sectoriales tendrán un carácter técnico y su misión será la de preparar convenios de producción limpia, proponer soluciones técnicas a problemas ambientales específicos y elaborar propuestas de políticas ambientales sectoriales a partir de su propio trabajo, dentro de procesos concertados¹.

4.2.3 Evaluación de la gestión ambiental local

Es importante aclarar que los términos seguimiento, control y evaluación se han usado indiscriminadamente, sin embargo estas son tres instancias diferentes, que aunque buscan el mismo objetivo, se realizan en momentos diferentes de la

¹QUINAX. Guía para la Gestión Ambiental Regional y Local.

ejecución de los planes de desarrollo municipales, y por tanto, se deben distinguir entre sí. El seguimiento se define como el acompañamiento o verificación que se efectúa en la ejecución de lo planeado. El control por su parte busca la fiscalización e intervención en aras de corregir posibles anomalías, mientras que la evaluación se define como la estimación de los efectos e impactos originados por su ejecución.

La evaluación de la gestión ambiental, en este sentido, constituye uno de los grandes retos que actualmente enfrenta el Estado colombiano. El Estado tiene la obligación de orientar el proceso de desarrollo económico y social del país según los principios del desarrollo sostenible, donde se debe garantizar un crecimiento económico sin agotar la base de recursos naturales en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente tal como lo dispone la constitución y la ley. Lo anterior implica una alta responsabilidad gubernamental con todas las generaciones (presentes y futuras) y es en este punto donde la evaluación permite aportar información valiosa en aras de realizar una adecuada gestión ambiental local.

La Contraloría Departamental de Risaralda ha sido líder en la búsqueda de herramientas que le permitan evaluar la gestión ambiental del departamento, sin embargo, es importante hacer esfuerzos por valorar el impacto de las inversiones públicas sobre componentes específicos como el caso del agua potable en mejoramiento de la calidad ambiental desde una perspectiva económica para generar propuestas que permitan a las administraciones municipales cuantificar el efecto de sus acciones o la falta de las mismas.

La evaluación de la gestión ambiental en Risaralda se ha llevado a cabo a partir de la metodología desarrollada por la Contraloría Departamental siguiendo un

enfoque esencialmente cualitativo. De los 214 parámetros confrontados, 74 se enmarcaron en el eje de Organización y administración para la gestión ambiental, 23 en Ordenamiento ambiental del territorio, 51 en Planeación del desarrollo ambiental y 66 en Gestión ambiental en la prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico. Cada parámetro obtiene una calificación de cumplimiento, de acuerdo a cuatro (4) rangos de valoración (Tabla 1).

Tabla 1. Criterio de calificación por parámetros para evaluación de la gestión ambiental local

Criterio	Calificación	Descripción
No cumple	0	No existe/No se realiza/No cumple
Deficiente	1	Existe/Se realiza/Cumple pero deficientemente
Insuficiente	2	Existe/se realiza/cumple pero regularmente
Satisfactorio	3	Existe/se realiza/cumple óptimamente, es eficaz

Fuente: Contraloría Departamental de Risaralda

Este enfoque al igual que el del índice GAM (instrumento para calificar la capacidad de gestión ambiental municipal) propuesto por el SIGAM (Sistema de gestión Ambiental Municipal) se centran en la evaluación global (Tabla 2), haciendo poco énfasis en la posibilidad de evaluar económicamente la gestión ambiental local.

Tabla 2. Variables consideradas en el índice GAM

N°	Variable	Descripción
1	CAPACIDAD DE PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN	130
2	COORDINACIÓN INTERNA Y EXTERNA	120
3	CAPACIDAD DE EVALUACIÓN Y PREDICCIÓN	100
4	LIDERAZGO Y DIRECCIÓN	70
5	CAPACIDAD DE GESTIÓN DE RECURSOS	50
6	CAPACIDAD DE AUTORREGULACIÓN Y ADECUACIÓN	30

Fuente: Guía de Gestión Administrativa para la aplicación del SIGAM

4.3 CALIDAD DEL AGUA POTABLE

La calidad del agua afecta considerablemente la salud pública, principalmente se puede establecer una relación entre una mala calidad del agua para consumo humano y la presencia de enfermedades de tipo estomacal, respiratorio y de la piel. Sin embargo, estas también pueden ser ocasionadas por otros factores tales como la inadecuada manipulación de los alimentos, disposición deficiente de los residuos sólidos, falta de adecuados sistemas de disposición de aguas residuales, y otros factores económicos, sociales y culturales entre los que se pueden destacar la pobreza, el nivel educativo, la falta de atención y vigilancia por parte de las instituciones de control y saneamiento ambiental entre otros.

Según la Organización Mundial de la Salud, la calidad del agua se refiere a la presencia o ausencia de niveles nocivos de impurezas en el agua, tales como bacterias, virus, protozoos, parásitos, minerales y sustancias orgánicas. Varios factores pueden determinar la calidad del agua, y definitivamente los agentes más importantes son los biológicos, los cuales proceden principalmente de las heces humanas o animales.

Cuando el agua para beber es de buena calidad, se la denomina POTABLE. Lo que esto quiere decir es que no tiene microorganismos ni sustancias químicas nocivas que causan enfermedades. También significa que el agua tiene un aspecto aceptable y carece de color y olor objetables.

En algunos países de América Latina y el Caribe el agua es uno de los principales vehículos para la transmisión de muchas enfermedades que afectan a los seres humanos. En efecto, las enfermedades transmitidas por el agua se encuentran entre las causas principales de enfermedad y muerte, siendo las más comunes las enfermedades diarreicas y del tubo digestivo, las cuales causan alrededor de 150.000 muertes por año entre los niños menores de 5 años.

Entre las enfermedades relacionadas con el abastecimiento de agua y el saneamiento figuran la amibiasis (disentería amebiana); la ascariasis (lombrices); la fascioliasis hepática, pulmonar e intestinal; la hepatitis; la poliomielitis; la gastroenteritis; y la fiebre tifoidea. Estas enfermedades prevenibles son comunes en los países de las Américas y se encuentran entre las causas principales de enfermedades y muerte, sobre todo entre los niños pequeños y los lactantes. Por tanto, la intervención es vital para erradicarlas y prevenirlas.

La importancia del tema se relaciona con el hecho de que el agua potable insuficiente y contaminada sigue siendo un problema de salud pública para la mayor parte de la población de América Latina y el Caribe, y que las enfermedades relacionadas con el agua persisten como una de las causas principales de enfermedad y muerte entre los niños pequeños.

Muchos estudios han revelado claramente que el suministro de agua potable segura desde el punto de vista microbiológico puede reducir en forma significativa, directa o indirectamente, la morbilidad y la mortalidad por enfermedades de origen hídrico.

Además, en la medida de lo posible, las fuentes de agua deben ser protegidas de la contaminación por desechos humanos y animales, los cuales pueden contener diversas bacterias, virus, protozoos y helmintos patógenos. Siempre es mejor proteger el agua de la contaminación que tratarla después de haberse contaminado. Sin embargo, en muchos casos, proteger la fuente de agua de la contaminación es algo problemático. En el caso de las fuentes de agua contaminadas, varios procesos de tratamiento como la coagulación, la sedimentación, la filtración y la desinfección serán necesarias para interponer muchas barreras a la propagación de los microorganismos patógenos, de modo

que el fracaso de un proceso no dé lugar a enfermedades de transmisión hídrica. La barrera final es la desinfección. Se puede considerar, con alguna justificación, que la función de todo el sistema y de gran parte del tratamiento del agua es la de acondicionar esta para una desinfección eficaz y fiable.

4.3.1 Panorama Mundial

En septiembre de 2000, en la mayor reunión de Jefes de Estado de la historia, la adopción de la Declaración del Milenio de las Naciones Unidas marcó el comienzo del nuevo milenio. Suscrita por 189 países, dio lugar a una hoja de ruta en la que se establecen objetivos por alcanzar para 2015.

Los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio se basan en acuerdos concertados en conferencias de las Naciones Unidas celebradas en el decenio de 1990 y representan compromisos para reducir la pobreza y el hambre y ocuparse de la mala salud, la inequidad entre los sexos, la enseñanza, la falta de acceso al agua limpia y la degradación del medio ambiente.

La Meta 10 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio relacionados con la salud, pretenden reducir a la mitad, el porcentaje de personas que carezcan de acceso a agua potable y a servicios de saneamiento, para el año 2015.

En Latinoamérica y el Caribe se estima una población alrededor de 536 millones de habitantes, de los cuales cerca de 60 millones de personas no tienen acceso a una fuente mejorada de agua potable y de éstas, dos terceras partes son poblaciones rurales.

4.3.2 Panorama Nacional

Colombia enfrenta retos importantes en términos de degradación ambiental que comprometen su desarrollo económico sostenible. Estudios preliminares sobre los costos de degradación ambiental en Colombia, indican que los impactos más considerables están asociados con la contaminación del agua y del aire, las inadecuadas condiciones del agua, el saneamiento y la higiene. Se ha encontrado que la degradación ambiental afecta significativamente la salud de niños y adultos mayores, la población más pobre y grupos más vulnerables.

Colombia en la Cumbre del Milenio decidió comprometerse entre varios objetivos, a garantizar la sostenibilidad del medio ambiente a través del establecimiento de metas como: la incorporación de los principios del desarrollo sostenible en las políticas y programas nacionales, y la reducción de la pérdida de recursos naturales, el aumento al acceso a agua potable y servicios básicos de saneamiento para el año 2015, y el mejoramiento para el 2020, de las condiciones de vida de los habitantes en asentamientos precarios.

Estudios preliminares sobre costos de degradación ambiental indican que los impactos económicos y de salud pública más considerables que enfrenta el País en su orden, están asociados con las inadecuadas condiciones del abastecimiento del agua, el saneamiento y la higiene, los desastres naturales, la contaminación del aire y la degradación de tierras. Por estas categorías el costo total asciende a \$ 6,65 billones anuales (aproximadamente el 3,5% del PIB).

La distribución de este costo a nivel regional y local, exceptuando aquel ocasionado por desastres naturales, muestra que en el área rural, éste es fundamentalmente generado por la degradación de tierras y las inadecuadas condiciones del abastecimiento de agua, el saneamiento y la higiene, alcanzando en total los \$ 2 billones al año. En la zona urbana, el costo es originado por la

contaminación del aire y los problemas asociados con el saneamiento ambiental y el abastecimiento del agua, representando \$2,9 billones anuales. El mayor impacto en el ámbito local es atribuible a la contaminación del aire y los efectos de las inadecuadas condiciones de saneamiento, higiene y abastecimiento de agua, los cuales son más costosos en el área urbana que en la zona rural.

El costo total anual promedio del País en salud pública que generan las inadecuadas condiciones del abastecimiento de agua, el saneamiento y la higiene asciende a \$ 1,96 billones. Esta causa incrementa la mortalidad por enfermedad diarreica en niños menores de 5 años, en 1470 casos anuales. El 70 % de estos costos corresponden a impactos en salud (morbilidad y mortalidad por enfermedades diarreicas) y el 30% a gastos preventivos (consumo de agua en botella, costos por hervir el agua y el uso de filtros en el hogar).

A pesar de que Colombia ha alcanzado reducciones sustanciales en mortalidad infantil (la mortalidad infantil es aproximadamente un tercio más bajo que el resto de Latinoamérica, y cerca del 50% más baja que el promedio para países de ingreso medio a más bajo), estos estudios preliminares indican que los costos en salud pública son aún altos. La tasa de mortalidad de Colombia en niños menores de cinco años por Enfermedad Diarreica Aguda es de 5.6/100.000 y de 8.4/100.000 por Infección Respiratoria Aguda.

4.3.3 Panorama Departamental

No obstante, las importantes sumas de dinero destinadas al Sector de Agua Potable en el Departamento, aún no alcanza coberturas totales en el suministro de agua potable en las cabeceras municipales del Risaralda. Adicionalmente, existen sectores urbanos abastecidos por acueductos comunitarios, la mayoría con episodios de contaminación bacteriológica y ausencia de desinfección con Cloro o aplicación intermitente del bactericida.

Así mismo, no existen sistemas completos para una óptima potabilización del agua de abasto público, ya que ocho municipios aún practican la filtración y desinfección como únicos métodos de tratamiento del agua, aspecto preocupante, dados los crecientes fenómenos de contaminación de las fuentes abastecedoras de acueductos por coliformes totales y fecales.

Con base a los reportes de la Secretaría Departamental de Salud así como de los propios laboratorios de las Empresas, se informa de la presencia de contaminación del grupo coliforme en muestras puntuales analizadas en prácticamente todos los municipios del Risaralda. Además, en algunos municipios es preocupante tanto la frecuencia como la cantidad, en términos de contaminación bacteriológica del agua suministrada a los habitantes de las zonas urbanas.

El panorama es mucho más alarmante en la zona rural del Departamento, dadas las bajas coberturas de agua potable así como de acueductos con desinfección permanente y, especialmente, por los elevados registros de presencia de coliformes totales y fecales, información que indica el elevado riesgo para la salubridad pública del sector campesino dada la ingestión de agua contaminada con excretas humanas y/o animales.

La anterior irregularidad hace evidente que, en la zona rural del Departamento de Risaralda, muchos hogares están conectados a sistemas de abastecimiento de agua que no reciben tratamiento adecuado y fiable o carecen de la integridad necesaria para evitar la contaminación microbiana, están usando abastecimientos de agua que no son seguros y es probable que estén seriamente amenazados por enfermedades de origen hídrico. Otro importante grupo humano campesino en Risaralda se encuentra conectado a sistemas de captación de agua individuales,

sin ningún control y tratamiento y además con elevadas probabilidades de presencia de contaminantes bacteriológicos y/o de sustancias agrotóxicas.

Finalmente, según información de la Autoridad Sanitaria del Departamento, el número total de casos de Diarrea y Gastroenteritis de presunto origen infeccioso se incrementó en el año 2.006 en 1.919 reportes, al pasar de 4.622 casos en el 2.005 a 6.541 en el 2.006, lo cual puede ser resultado del uso de agua en condiciones objetables para consumo humano desde el punto de vista bacteriológico.

A continuación, se analizan las condiciones de potabilidad del agua suministrada a las comunidades urbanas y rurales del Departamento de Risaralda, durante la vigencia 2.006; se evalúa el cumplimiento de algunos de los principales estándares de calidad del agua establecidos en la actual normativa sanitaria nacional, y se trata de establecer algún tipo de correlación entre el consumo de agua no potable y las estadísticas de morbilidad por enfermedades de origen hídrico.

4.3.3.1 Estudios realizados Durante el año 2003, se realizó un estudio de VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA, por parte de la CONTRALORÍA DEPARTAMENTAL DEL RISARALDA en donde se evidenció la pobre calidad del agua potable a la que estaban teniendo acceso la comunidad de los municipios del Departamento y la estrecha relación que se originaba de morbilidad y mortalidad de la población y el consumo de dicha agua. Entre otros los resultados y conclusiones a que se dieron lugar en dicho estudio fueron:

- La población rural está muy desprotegida en cuanto a manejo de aguas residuales y presencia de acueductos con agua no potable, lo cual incide drásticamente en la presencia de enfermedades asociadas al agua.

- La inversión per cápita en agua potable y saneamiento básico resultó ser una variable positiva para la disminución de las tasas de morbilidad por enfermedades asociadas a la deficiente calidad del agua y especialmente la EDA. Sin embargo, es claro que se debe focalizar la inversión y mejorar los sistemas de abastecimiento de agua de las áreas rurales y llevar mejores controles de las aguas para consumo humano, así como establecer compañías de educación en escuelas, colegios y a nivel de las propias veredas sobre medidas de prevención de enfermedades como el EDA.
- Se encontró una relación negativa entre la escolarización y la tasa de morbilidad lo que se puede traducir en que las condiciones escolares de consumo de agua potable y saneamiento básico podrían estar afectando la salud de la población principalmente entre 3 y 17 años. En este sentido es importante que se revisen las condiciones de los establecimientos educativos y se haga mayor control sobre ellos.
- Los análisis mostraron que las viviendas rurales con pozos sépticos están afectando la morbilidad indicando que estos pueden ser efectivamente vectores de transmisión de enfermedades como EDA a la población expuesta. Es por lo tanto fundamental realizar campañas de educación y control que propendan por el mejoramiento y aislamiento de estas estructuras para que no tengan contacto con el agua de consumo.
- Con respecto a la contaminación por coliformes fecales, se estima que un aumento en 1% acarrearía costos ambientales estimados por valor de 46 millones de pesos al año para los 12 municipios sujetos a control.
- Los costos evitados por aumentar la inversión per cápita en agua potable y saneamiento básico en 1% puede evitar costos ambientales por valor de 5.562 millones de pesos. Sin embargo es claro que entre mejor focalizada esté la inversión mejores resultados y más eficiente la inversión realizada.

Esta fue una primera aproximación al tema, que reveló la necesidad de desarrollar herramientas que permitieran hacer una evaluación más

detallada de la relación existente entre la gestión del recurso hídrico y calidad del servicio prestado a los usuarios finales.

4.4 MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS AMBIENTALES

Las técnicas para la evaluación de los impactos ambientales que se mencionan a continuación, son aquellas cuya utilización se recomienda actualmente, y que se encuentran bien desarrolladas en múltiples documentos como Llop y Fasciolo 1993².

4.4.1 Cambios en la Producción

Las técnicas que utilizan los cambios en la producción como la base para la medición son extensiones directas de los tradicionales análisis de costo-beneficio.

Los cambios físicos en la producción se evalúan utilizando precios de mercado para los insumos o productos o, cuando existen distorsiones, precios de mercado correctamente modificados. Los valores monetarios así derivados son incorporados dentro del análisis económico del proyecto.

4.4.2 Pérdida de ganancias

Esta técnica es similar a la anterior excepto que en este caso se miden los cambios en la productividad humana. Las ganancias perdidas y los costos médicos que resultan del daño ambiental provocado por un proyecto, o los ahorros

² Llop, A. y Fasciolo G. 1993. Los Impactos Ambientales en el Sector Agua Potable y Saneamiento y su Evaluación Económica.

comparables que se podrían lograr evitando el daño, dan una estimación del valor **mínimo** del cambio.

Conocido también como el enfoque de **capital humano** o **ganancias perdidas**, estas técnicas crean grandes problemas éticos cuando se las aplica a la misma vida humana.

Un ejemplo donde el enfoque de pérdida de ganancias podría ser útil es en un proyecto de abastecimiento de agua urbana que reduce la incidencia de la diarrea. Se puede establecer la conexión entre agua contaminada y diarrea; y la enfermedad en general no es mortal. Se pueden estimar los costos de las ganancias perdidas y los de protección de la salud para la gente enferma. Los beneficios de otros proyectos orientados hacia la salud pública (por ejemplo, eliminación de residuos, inmunizaciones) también pueden calcularse con esta técnica. Cabe destacar que esta técnica examina un solo aspecto del costo y como tal es un valor mínimo; otros casos son ignorados. El análisis de costo-efectividad, que se tratará luego, también puede usarse para analizar los proyectos relacionados con la salud.

4.4.3 Costo de oportunidad

Este enfoque se base en el concepto de que se puede estimar el costo de usar recursos para la conservación de bienes ambientales (por ejemplo, la preservación de la tierra para un parque nacional y no para cortar los árboles para madera o realinear un camino para evitar un área ambiental sensible o un hábitat para la fauna salvaje) usando como una aproximación los ingresos perdidos de otros usos del recurso.

En vez de intentar medir directamente los beneficios obtenidos por preservar el recurso para estos bienes ambientales, nosotros medimos lo que se deja de hacer en beneficio de la preservación. El enfoque de costo-oportunidad es, por consiguiente, una forma de medir el "costo de la preservación". Esta información a su vez se usa para evaluar las opciones que tiene el decisor. Existen muchas instancias en las cuales el costo de oportunidad de la preservación es bajo, lo que resulta en una decisión de preservar o conservar el recurso en su forma natural.

Ésta técnica es un enfoque dirigido hacia los costos, pero se la usa para evaluar los beneficios de la preservación, que no son evaluados por sí mismos, mediante la estimación de los costos adicionales que acarrea el uso de una alternativa. De esta forma, puede ser muy útil para evaluar los recursos naturales únicos cuyos beneficios son difíciles de identificar, monetizar o ambos. Las posibles situaciones donde este enfoque puede ser valioso son, entre otras, la alteración de los bosques tropicales, el establecimiento y protección de los refugios de la fauna, lugares culturales o históricos y ambientes naturales únicos. La técnica es relativamente rápida y directa y brinda información valiosa para los decisores y para el público.

4.4.4 Análisis de costo-efectividad (ACE)

Cuando los fondos son limitados, los datos inadecuados o el nivel de conocimientos es insuficiente para establecer el vínculo entre daños ambientales y salud y bienestar humano, quizás sea conveniente primero fijar un objetivo y luego analizar los diferentes medios de lograrlo. Por el contrario, si existe un cierto nivel de financiación disponible para un proyecto dado, el decisor debe elegir qué método será el más efectivo para usar estos fondos. Quizás sea necesario considerar una serie de objetivos y decidir cuál de ellos es el mejor después de considerar el costo de cada uno. En todas estas situaciones aparece el análisis de costo-efectividad. La principal diferencia entre éste y otros métodos es que no se

intenta monetizar los beneficios. En realidad, el objetivo es estimar los costos de satisfacer un estándar u objetivo predeterminado.

4.4.5 Gastos preventivos

A veces es posible establecer el valor mínimo que un individuo le asignará a la calidad de su medio ambiente determinando la cantidad de gente que está dispuesta a evitar daños al medio ambiente o a ellos mismos. Esto también se da en las comunidades y en los países. Este tipo de valuación se denomina método de "gastos preventivos" o de "gastos de mitigación". Esta técnica examina los gastos reales para determinar la importancia que los individuos le asignan a los impactos al medio ambiente. Muchos proyectos de desarrollo tienen efectos en el medio ambiente que pueden ser evaluados mediante esta técnica. Un proyecto urbano de abastecimiento de agua es un ejemplo. El enfoque de gastos preventivos requiere determinar cuánta gente paga por obtener agua de otras fuentes fuera de la provisión de la ciudad a fin de no estar expuestos a la presencia de pozos privados y sistemas de filtración, agua hervida o embotellada. La alternativa que se elija dependerá del ingreso del individuo o de la posibilidad de pago. Esta técnica es menos aplicable en las áreas más pobres donde las restricciones económicas le impiden a la gente elegir una alternativa.

4.4.6 Método de los costos evitados o inducidos

Este método utiliza precios de mercado: sea los precios del bien ambiental analizado (si existen), o los precios de algunos bienes relacionados directamente o indirectamente con el bien en cuestión. El cambio en el bienestar de los individuos se mide a través de los excedentes del consumidor y del productor.

El excedente del consumidor es el área que queda entre la curva de demanda de una persona por un bien cualquiera (su disposición a pagar por él) y la línea del precio del mismo, la diferencia, en términos intuitivos, entre lo que la persona estaría dispuesta a pagar por cada cantidad consumida de un bien, como máximo, y lo que realmente paga.

El excedente del productor es el área entre la curva de precio y la curva de la oferta. Es la diferencia, en términos intuitivos, entre lo que el productor estaría dispuesto a aceptar por cada unidad producida de un bien, como mínimo y lo que realmente recibe.

La idea de esta metodología es que, al invertir en medidas defensivas o de mitigación (costos preventivos), mejorará la calidad ambiental Q , generando así mayores beneficios para la sociedad.

En términos reales, esto significa

1. Un incremento en la calidad ambiental: incremento en la calidad del bien ambiental (por ejemplo agua potable).
2. Un incremento en la cantidad del bien: Esto implica mayor cantidad del bien a menores precios.
3. El incremento de la oferta generará mayor consumo del bien analizado.
4. Los beneficios sociales se reflejan en el aumento de los excedentes del consumidor y del productor. $EC_f = EC_i + \Delta EC$; $EP_f = EP_i + \Delta EP$, donde:

EC_f : excedente del consumidor final

ΔEC : variación en excedente del
consumidor

EC_i : excedente del consumidor inicial

EP_f : excedente del productor final

EP_i : excedente del productor inicial

ΔEP : variación en excedente del
productor

Esta técnica permite evaluar los efectos positivos de la inversión pública en obras de conservación, medidas preventivas contra desastres naturales, campañas para manejo de recursos o problemáticas ambientales como incendios, entre otros.

Se puede observar el efecto directo que ha tenido la inversión sobre los bienes analizados o los efectos indirectos sobre bienes relacionados con el principal bien analizado pero que garantizan su sostenibilidad.

Finalmente, cuanto más efectos positivos logren identificarse (costos evitados), mayor será el beneficio social generado por la inversión en prevención. Sin embargo, existen algunas desventajas en esta metodología, justamente relacionadas con la estimación de los beneficios no tangibles:

- Es difícil estimar los beneficios económicos y sociales y determinar como se reparten entre el excedente del consumidor y el excedente del productor.
- Cuando ocurren cambios en la calidad ambiental, los productores toman medidas defensivas (ej.: cambio a cultivos más resistentes), lo que dificulta medir si el aumento de la calidad ambiental y la cantidad del bien se deben únicamente a las medidas preventivas adoptadas.
- Por esta misma razón, los precios no se mantienen constantes. Por tanto su cambio no necesariamente refleja únicamente la mejora ambiental, producto de las medidas preventivas, en otras palabras la combinación de factores ha cambiado. Por tanto no son dos situaciones fácilmente comparables.

4.4.6.1 Funciones dosis respuesta Es una información sobre como se ve afectado un determinado receptor (un cultivo, unos materiales, la salud de los seres humanos), por la calidad del medio ambiente (distintos niveles de sustancias contaminantes en el agua, en el aire, en el suelo, etc.). Estas funciones dosis-respuesta que proporciona la ciencia básica con ayuda de la inferencia estadística permiten una aproximación a la valoración económica en la calidad ambiental.

4.4.6.2 Limitaciones del método El método está basado en la posibilidad de acceder a información de excelente calidad, además supone para el caso particular de contaminación del agua, todos los pobladores están expuestos a los mismos niveles de contaminación, situación que no es muy real ya que las estimaciones de contaminación parten de puntos de muestreo que pueden diferir sustancialmente de uno a otro habitante y que los puntos de muestreo no sean lo suficientemente representativos (en términos estadísticos) para garantizar la adecuada medición de los parámetros de contaminación.

Es importante destacar nuevamente que este tipo de análisis no contempla posibles cambios en la conducta de la persona que, sin embargo, pueden resultar significativos y hacer inválidas las proyecciones derivadas de las funciones dosis-respuesta.

4.4.6.3 Cambios en la tasa de morbilidad Tres han sido tradicionalmente los métodos empleados en la literatura para intentar valorar económicamente lo que supone para la sociedad este cambio en las tasas de morbilidad producido por alguna modificación ambiental o de cualquier otro tipo.

- Costo de tratamiento
- Funciones de producción de salud
- Método de valoración contingente

En este trabajo se utiliza el método de costo de tratamiento, el cual parte de la base de que una pérdida de salud le supone a la persona afectada, e indirectamente a la sociedad, una pérdida de bienestar que tiene, entre otros los siguientes componentes:

1. Los derivados del costo de hospitalización y tratamiento de la misma (incluyendo los costos de diagnóstico)
2. Los días de trabajo perdidos, o de actividad restringida, con el consiguiente perjuicio económico
3. El no poder disfrutar plenamente del tiempo libre
4. El costo que el malestar supone para la persona enferma
5. El costo que para la familia y sus amigos representa el que una persona se encuentre mal.

De estos costos, los dos primeros son en principio los más fáciles de computar y en ello se basa el método empleado en este trabajo. Obtenido una vez la función dosis-respuesta, se calcula el número de personas afectadas, y el carácter de la incidencia y se aplica el costo económico correspondiente. En términos generales dado que no se puede contar con todos los posibles costos implicados, se estaría trabajando con una subestimación lo que indica que el costo calculado es un límite inferior y que los costos reales pueden estar por encima de los calculados.

4.5 CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTO PÚBLICO

Con relación al Control de Calidad del agua efectuado por las Empresas Públicas del Departamento al líquido suministrado por los respectivos acueductos municipales, el artículo 34 del Decreto 475 de 1.998 establece que los análisis organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos al agua potable, deberán ser efectuados sólo por laboratorios autorizados por el Ministerio de Salud en

coordinación con la Superintendencia de Industria y Comercio que los acreditará y que para efectos de la autorización de que trata el artículo 34 del Decreto en cuestión, los laboratorios deberán estar participando en el Programa Interlaboratorios de Control de Calidad para Agua Potable (PICCAP), que liderará el Instituto Nacional de Salud a través de la red de laboratorios. Partiendo de estos principios se discutirán aspectos relacionados con la calidad actual del agua potable en los municipios del departamento.

Según un estudio de la OPS³, la Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) constituye una de las causas principales de enfermedad y muerte en los niños menores de 5 años en los países en desarrollo, causando aproximadamente 3.2 millones de muertes al año por esta causa. En promedio, los niños padecen 3.3 episodios de diarrea al año, pero en algunas áreas, el promedio pasa de nueve episodios anuales. Dentro de este grupo de edad, los niños menores de dos años, son los que sufren mayor morbilidad y mortalidad. Se estima que aproximadamente el 80-90% de las muertes por diarrea ocurre en estos niños.

La EDA en países en desarrollo es un determinante del estado de salud de la infancia, de manera que su control reviste de máxima prioridad. Sin embargo la EDA puede ser igualmente mortal para los ancianos y las personas muy débiles.

En Colombia a pesar de los logros alcanzados en los últimos 10 años, la Enfermedad Diarreica Aguda (E.D.A.) ocupa los primeros lugares en las tasas de morbi-mortalidad para población menor de 5 años, especialmente en los municipios con menor grado de desarrollo.

³ MINISTERIO DE SALUD e INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Sistema de Vigilancia en Salud Pública. Comportamiento de la Morbilidad por Enfermedad Diarreica Aguda en Menores de 5 Años, Colombia. En Boletín Epidemiológico Semanal .2001.

El Laboratorio Departamental de Salud Pública de Risaralda ha participado desde el año 1997 en el programa de red nacional para la vigilancia de los principales agentes etiológicos de la Enfermedad Diarreica Aguda (E.D.A). La cual ocupa un lugar importante como causa de enfermedad y muerte en menores de 5 años, como puede observarse, en el perfil epidemiológico del departamento y dentro de las diarreas la de origen bacteriano merece especial mención, debido a que requiere para su curación la determinación del agente causal.

Un análisis previo de los costos por atención médica, honorarios del personal de salud, hospitalizaciones, medicamentos, ausentismo escolar de los menores y ausentismo laboral de los padres, evidencia la necesidad de caracterizar el problema de la E.D.A. en el departamento, estableciendo estrategias sólidas de intervención ya que esta patología produce el 12%, de los años de Vida Perdidos, totales del mundo y el 8%, de los años de Vida Ajustados por Discapacidad, totales del mundo.⁴

4.5.1 La Enfermedad Diarreica Aguda (EDA)

La Enfermedad Diarreica Aguda es un síndrome clínico de etiología diversa que se caracteriza por disminución de la consistencia, aumento del volumen o aumento de deposiciones (más de tres en 24 horas), que puede o no tener algún grado de deshidratación y que de acuerdo con el agente causal puede estar o no acompañada de moco y sangre. Generalmente se debe a causa infecciosa, su aparición esta precedida o es simultánea a fiebre, cefalea, vómito, mialgias y anorexia. La causa puede ser viral, bacteriana o protozoaria.

⁴ **Castaño B., Carolina.** Vigilancia Centinela de las Enfermedades Diarréicas Agudas en Menores de 5 Años del Departamento De Risaralda. 2002.

La carne de res, de cerdo, de aves, de pescado y sus productos son los vehículos de transmisión mas frecuentes de los agentes causantes de la disentería, sin mencionar la gran ayuda que brindan los malos hábitos higiénicos a la proliferación de la diarrea.

Los agentes causales de importancia para la vigilancia en salud publica en Colombia son las producidas por Bacterias como *Vibrio cholerae*, *Salmonella* spp, *Shigella* spp; por Parásitos como *Entamoeba histolytica*, *Giardia duodenalis*, *Balantidium coli*, *Cryptosporidium* spp, *Cyclospora* spp, *Isospora* spp, *Microsporidium*, *Áscaris lumbricoides*, *Enterobius vermicularis*, *Uncinarias*, *Trichuris trichiuria*, *Tenia* spp, *Strongiloides stercoralis*; o por virus como *Rotavirus*.

La enfermedad diarreica aguda sigue siendo un problema de salud pública alrededor del mundo y con un impacto mucho más grande en los países en vías de desarrollo como el nuestro. Estudios longitudinales indican que los niños de los países en desarrollo pueden tener entre 3 y 10 episodios de diarrea cada año, durante sus primeros 5 años de vida, para un total de 15 a 50 episodios.

La EDA puede ser clasificada de acuerdo a la presentación clínica, pero desde el punto de vista patológico y microbiológico se divide en inflamatoria/invasiva y no inflamatoria o no invasiva. Esta definición se basa en el hecho anatomo-patológico de la alteración y daño del epitelio gastrointestinal. Entre los patógenos invasivos se encuentran *Salmonella*, spp, *Campylobacter* spp, *Entamoeba histolytica* y *Shigella* spp.

4.5.1.1 Estudios en EDA Debido a los interrogantes planteados sobre la incidencia

real de la *Shigella* spp y al problema de la resistencia a los antibióticos de elección para tratar la disentería bacilar, se han realizado trabajos como el de la clínica pediátrica de Bogotá D.C

Ellos en estudios previos realizados entre 1997 y 1998 encontraron la *Shigella* spp con una frecuencia aislamiento de solamente un 1,2% como agente etiológico de EDA. La escasa participación de la *Shigella* spp, probablemente se debió a que dichos trabajos se realizaron en una clínica privada de Bogotá, D.C. que atendía pacientes de estratos medio alto. En ese sentido se cree que la *Shigella* spp es una bacteria que afecta principalmente a poblaciones deprimidas socialmente.

Para determinar el papel de *Shigella* spp en un sector de la población infantil, se realizó un estudio descriptivo entre 250 pacientes pediátricos, con síntomas característicos de Enfermedad Diarreica Aguda (EDA), que consultaron el servicio de urgencias de la Clínica del Niño, en la ciudad de Santafé de Bogotá en los meses de enero a abril de 1999.

El porcentaje de *Shigella* spp encontrado en el estudio fue del 4%. Un 50% correspondió a *S. sonnei*, un 30% perteneció a *S. dysenteriae* y un 20% a *S. flexneri*. La susceptibilidad antimicrobiana de *Shigella* spp demostró una alta resistencia a trimetoprim sulfametoxazole (90%), y una alta sensibilidad frente a ciprofloxacina (100%), imipenem (100%), ampicilina/ sulbactam (100%), ceftriazona (90%) y cloramfenicol (70%). El estudio permite concluir que la incidencia de *Shigella* entre los pacientes de la población pediátrica del centro estudiado fue del 4%, con un predominio de *Shigella sonnei*.

La *Shigella* spp posee la habilidad de traspasar fácilmente los enterocitos y de producir dos potentes enterotoxinas llamadas toxinas Shiga o verotoxinas VT1 y VT22. Este factor de virulencia le otorga a *Shigella* una capacidad importante de producir una fuerte diarrea, con moco, sangre, lactoferrina y leucocitos en las heces². La alteración de la célula del huésped es tan agresiva que hace que la *Shigella* alcance una alta mortalidad en niños debido principalmente a la pérdida de aproximadamente 500 mg de proteína por día.

De otro lado, es bien conocido el problema de la resistencia de los gérmenes entéricos a los principales agentes antimicrobianos utilizados en la práctica clínica como la ampicilina y el trimetoprim-sulfametoazol. La *Shigella* spp es tal vez el microorganismo que más a incrementado su resistencia en los últimos años hacia la ampicilina y el trimetoprim - sulfametoazol, justamente los tratamientos de elección de la disentería bacilar.

Se sospecha que una diarrea es de origen viral, si en el examen coprológico no se encuentran leucocitos, aunque esto también ocurre en la diarrea por cólera y en las producidas por *E. Coli* enterotóxico.

Los Rotavirus son los más importantes, invaden principalmente el epitelio del intestino delgado proximal, pero también puede extenderse distalmente. Las lesiones que se observan incluyen acortamiento y engrosamiento de las vellosidades, los cambios funcionales están relacionados con defectos en la bomba de sodio.

4.5.1.2 Enfermedades diarreicas -ED-. Atención básica de salud.⁵ Según datos disponibles, entre 1992 y 1996 la tasa de mortalidad por Enfermedades Diarreicas en menores de 5 años bajó de 45.9 por 100.000 habitantes a 19.3 defunciones. No ha ocurrido lo mismo con la morbilidad, cuya tendencia se mantiene aunque tuvo algún incremento entre 1991 y 1995. Las Enfermedades Diarreicas -ED- continúan siendo un problema de salud pública, pues ocupan los primeros lugares de morbilidad y mortalidad en menores de cinco años, sobre todo en los municipios con menor grado de desarrollo. La morbilidad por estas causas no muestra alteraciones significativas entre 1990 y 1997.

En Colombia poco se han modificado las condiciones socioeconómicas de la mayoría de la población pobre y, por ende, los principales factores de riesgo asociados a la EDA, especialmente en los departamentos con menor grado de desarrollo. Además los municipios no han asumido enteramente sus responsabilidades en desarrollo de la salud pública y el control de los factores de riesgo susceptibles de control con acciones de promoción y prevención.

Para el fortalecimiento de las intervenciones el gobierno nacional deberá impulsar el cumplimiento de las responsabilidades territoriales en salud, teniendo en cuenta:

- a) Que corresponde a los gobernantes departamentales y municipales desarrollar la infraestructura necesaria y fortalecer los procesos requeridos para la promoción de la salud y la prevención de la enfermedad, la vigilancia en salud pública y el control de factores de riesgo, en las colectividades a su cargo.
- b) La integración funcional de autoridades, instituciones y organizaciones públicas y privadas para la protección de la Salud Pública y el desarrollo social.

⁵ Misión permanente de Colombia ante las Naciones Unidas.

- c) El fortalecimiento de la asistencia técnica al personal de salud del nivel local de atención.
- d) El seguimiento, y la evaluación de procesos desarrollados en las entidades territoriales.
- e) Que no se puede descuidar el proceso de vigilancia epidemiológica permanente sobre el comportamiento de estas patologías si se quiere conocer el impacto de los programas.

4.5.1.3 Comportamiento de la morbilidad De acuerdo con el Ministerio de Salud⁶, el comportamiento de la enfermedad diarreica aguda en menores de cinco años es estable, finalizando con una tasa de incidencia acumulada de 113.3 por 1000 habitantes para el año 2001 con un rango entre 40.2 a 175.7 por mil habitantes (Nariño y Quindío respectivamente).

La mediana de la tasa para el nivel nacional es de 124.1 por 1000 habitantes y su percentil 75 fue 145.1 por 1000 habitantes, observándose que la enfermedad en los departamentos de Huila, Guainía, Quindío y Risaralda posee tasas acumuladas superiores al percentil 75 (Tabla 3).

En el contexto municipal las tasas estuvieron en un intervalo de rango entre 0.0 y 1043.3 por 1000 habitantes, sobresalen por sus altas tasas los municipios de Pueblo Rico (Risaralda), La tebaida (Quindío), Ambalema y Alpujarra (Tolima), Santa Rosa, San Cristóbal y Zambrano (Bolívar), Arboleda (Nariño), Altamira y Villa vieja (Huila).

⁶ MINISTERIO DE SALUD e INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Sistema de Vigilancia en Salud Pública. Comportamiento de la Morbilidad por Enfermedad Diarreica Aguda en Menores de 5 Años, Colombia. En Boletín Epidemiológico Semanal .2001.

La tasa acumulada en menores de 5 años es similar a la reportada entre los años 1990-1996 pero puede ser superior dado el subregistro y la falta de la información de los entes territoriales que no notificaron.

Tabla 3. Tasas de incidencia acumulada y medianas de enfermedad diarreica aguda, por departamentos y grupo etareo, Colombia 2001 (tasa por 1000 habitantes).

DEPARTAMENTO	< 5 años		> 5 años	
	tasa acumulada	Mediana	tasa acumulada	mediana
ARAUCA	102,5	122,4	13,4	14,4
BOLIVAR	120,2	139,6	8,9	7,2
CAQUETA	84,6	145,7	19,6	23,8
CESAR	135,2	133,2	-	-
CÓRDOBA	98,1	98,6	10,4	7,1
HUILA	176,8	236,2	30,8	21
GUAINIA	203,5	-	15,9	-
MAGDALEÑA	78,2	118,8	8,3	6,3
NARIÑO	40,2	89,9	2,9	2,7
NORTE DE SANTANDER	131,2	69,8	17,6	9,8
QUINDIO	175,7	264,3	23,2	21
RISARALDA	155	178,7	15,8	15,1
SAN ANDRÉS	124,1	-	16,5	-
SANTA MARTA	131,4	-	8,4	-
TOLIMA	119	234,4	15,2	18,3
NACION	113,3	137,6	13,7	10,8

Fuente: Sistema de Vigilancia en Salud Pública, Boletín Epidemiológico Semanal .2001

La tasa de mortalidad por EDA en Risaralda en los últimos 4 años ha presentado un comportamiento variable, iniciando en 3,0 para el año 2000, disminuyendo en los años 2001 y 2002 a 1,9 y aumentando en el año 2003 a 5,8 y en 2006 4,1 casos/100.000 habitantes. De acuerdo con el sistema de vigilancia SIVIGILA, los casos reportados en 2006 ocurrieron todos en Pereira (Tabla 4).

Tabla 4. Mortalidad por EDA en menores de 5 años. Departamento de Risaralda 2000 - 2003

Año	Casos	Tasa por 100.000 hab
2000	3	3.0
2001	2	1.9
2002	2	1.9
2003	6	5.8
2006	3	4.1

Fuente: Secretaría Departamental de Salud de Risaralda

4.5.2 Agua y saneamiento ambiental

El marco institucional del sector ha evolucionado cíclicamente como respuesta a las diferentes reformas del Estado, con predominio actual de la descentralización. En la presente década, la Constitución de 1991 establece los servicios de agua y saneamiento como un derecho colectivo y como una obligación del Estado, dejando en el municipio la responsabilidad de su prestación. Igualmente se dieron desarrollos legislativos importantes en el sector distribuyendo competencias y recursos y organizando las entidades, el control y vigilancia y, asignando a los municipios la obligación de garantizar la participación de los usuarios y la asignación de subsidios a las poblaciones de más bajos ingresos. El Ministerio de Salud mantiene las funciones sobre normas y control de calidad del agua. Sin embargo, el esquema deja un vacío importante en cabeza de los departamentos.

La situación de saneamiento ambiental muestra problemas de infraestructura y deficiente calidad de sus servicios. En 1996, de 1.070 municipios, 574 tenían acueducto con planta de tratamiento pero sólo 236 (el 22.9%) de ellas estaban en pleno funcionamiento. Para 1997 la **cobertura urbana** de agua era del 94.1%; así, casi 2 millones de habitantes carecían del servicio de acueducto. En cuanto a las

zonas rurales, la cobertura de acueducto en 1997 era del 38.1%; para esa fecha la población rural era de unos 12 millones de habitantes, con déficit del servicio para 7.5 millones.

La disponibilidad de agua potable para el 2000, según la ENDS, muestra que la población con conexión al acueducto es de 78% (97% en la zona urbana, y 27 % en la rural). Los aumentos más significativos también están en la zona rural la cual tenía 12% en 1995, en tanto que la urbana era de 95%

Para **alcantarillado**, en 1997 la cobertura urbana era del 80.8% existiendo 5.5 millones de personas sin este servicio. La ENDS señala que para el 2000 el 91% de los hogares urbanos cuentan con servicios de alcantarillado, en contraste con apenas el 14% de los de la zona rural.

Las nuevas funciones de los municipios se asignaron sin un proceso de transición que fortaleciera la capacidad técnica, administrativa y funcional de esos entes territoriales, lo cual acentúa sus dificultades para la adecuada prestación de estos servicios. La inmensa mayoría de municipios no estaban preparados para asumir esas nuevas responsabilidades. La peor situación la viven los más pequeños y las comunidades rurales. Los Ministerios de Desarrollo Económico y Obras Públicas, con el apoyo de UNICEF han impulsado el programa de modernización y gestión empresarial que fomenta la participación a través de operadores locales, con énfasis en aquellos municipios que no despiertan mayor interés a los operadores privados.

Las inversiones realizadas durante las últimas décadas han permitido contar con una infraestructura relativamente nueva pero con gran déficit operativo y de mantenimiento. Para que la descentralización funcione en este campo se requiere fortalecer técnicamente a los municipios y dar asistencia técnica a los más débiles. La insostenibilidad de las pequeñas empresas necesita de un mecanismo de economía de escala que les permita apoyarse, hacer uso eficiente del agua y adoptar las regulaciones existentes.

4.6 ENFERMEDADES DE ORIGEN HÍDRICO EN RISARALDA

Según un estudio de la OPS⁷, la Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) constituye una de las causas principales de enfermedad y muerte en los niños menores de 5 años en los países en desarrollo, causando aproximadamente 3.2 millones de muertes al año por esta causa. En promedio, los niños padecen 3.3 episodios de diarrea al año, pero en algunas áreas, el promedio pasa de nueve episodios anuales. Dentro de este grupo de edad, los niños menores de dos años, son los que sufren mayor morbilidad y mortalidad. Se estima que aproximadamente el 80-90% de las muertes por diarrea ocurre en estos niños.

La EDA en países en desarrollo es un determinante del estado de salud de la infancia, de manera que su control reviste de máxima prioridad. Sin embargo la EDA puede ser igualmente mortal para los ancianos y las personas muy débiles. En Colombia a pesar de los logros alcanzados en los últimos 10 años, la Enfermedad Diarreica Aguda (E.D.A.) ocupa los primeros lugares en las tasas de morbi-mortalidad para población menor de 5 años, especialmente en los municipios con menor grado de desarrollo. Conforme con lo anterior, se compararán los datos recopilados en los diferentes informes ambientales y en reportes de la Secretaría de Salud Municipal.

4.6.1 Enfermedades transmitidas por el agua

Las enfermedades transmitidas por el agua son enfermedades producidas por el "agua sucia", es decir, las causadas por el agua que se ha contaminado con desechos humanos, animales o químicos. Mundialmente, la falta de servicios de

⁷ MINISTERIO DE SALUD e INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Sistema de Vigilancia en Salud Pública. Comportamiento de la Morbilidad por Enfermedad Diarreica Aguda en Menores de 5 Años, Colombia. En Boletín epidemiológico Semanal .2001.

evacuación sanitaria de desechos y de agua limpia para beber, cocinar y lavar es la causa de más de 12 millones de defunciones por año.

Son enfermedades transmitidas por el agua el cólera, fiebre tifoidea, shigella, poliomiéлитis, meningitis y hepatitis A y E. Los seres humanos y los animales pueden actuar de huéspedes de bacterias, virus o protozoos que causan estas enfermedades. Millones de personas tienen poco acceso a servicios sanitarios de evacuación de desechos o a agua limpia para la higiene personal. Según datos de la OMS, se estima que 3.000 millones de personas carecen, por ejemplo, de servicios higiénicos. Más de 1.200 millones de personas están en riesgo porque carecen de acceso a agua dulce salubre.

En lugares que carecen de instalaciones de saneamiento apropiadas, las enfermedades transmitidas por el agua pueden propagarse con gran rapidez. Esto sucede cuando excrementos portadores de organismos infecciosos son arrastrados por el agua o se lixivian en los manantiales de agua dulce contaminando el agua potable y los alimentos. La magnitud de la propagación de estos organismos infecciosos en un manantial de agua dulce determinado depende de la cantidad de excremento humano y animal que éste contenga.

Las enfermedades diarreicas, las principales enfermedades transmitidas por el agua, prevalecen en numerosos países en los que el tratamiento de las aguas servidas es inadecuado. Los desechos humanos se evacúan en letrinas abiertas, canales y corrientes de agua, o se esparcen en las tierras de labranza. Según estimaciones, todos los años se registran 4.000 millones de casos de enfermedades diarreicas, que causan de 3 a 4 millones de defunciones, sobre todo entre los niños.

El uso de aguas servidas como fertilizante puede provocar epidemias o enfermedades como el cólera. Estas enfermedades pueden incluso volverse crónicas en lugares donde los suministros de agua limpia son insuficientes. A principios de los años noventa, por ejemplo, las aguas servidas sin tratar que se utilizaban para fertilizar campos de hortalizas ocasionaron brotes de cólera en Chile y Perú. En Buenos Aires, Argentina, una "villa miseria" sufrió continuos brotes de cólera, hepatitis y meningitis porque sólo 4% de las viviendas tenían agua corriente o servicios higiénicos adecuados, mientras la alimentación deficiente y el poco acceso a los servicios médicos agravaban los problemas de salud.

Las sustancias tóxicas que van a terminar al agua dulce son otra causa de enfermedades transmitidas por el agua. Cada vez más se encuentran en los suministros de agua dulce productos químicos para la agricultura, fertilizantes, plaguicidas y desechos industriales.

Esos productos químicos, aun en bajas concentraciones, con el tiempo pueden acumularse y, finalmente, causar enfermedades crónicas como cánceres entre las personas que usan esas aguas.

Los problemas de salud derivados de los nitratos presentes en las fuentes del agua se están convirtiendo en una seria preocupación en casi todas partes. En más de 150 países, los nitratos procedentes de los fertilizantes se han filtrado en los pozos de agua, ensuciando el agua para beber. Las concentraciones excesivas de nitratos causan trastornos sanguíneos. Además, los altos niveles de nitratos y fosfatos en el agua estimulan el crecimiento de algas verde-azules, que llevan a la desoxigenación (eutrofización), (se requiere oxígeno para el metabolismo de los organismos que sirven de depuradores) descomponiendo la

materia orgánica, como los desechos humanos, que contaminan el agua. De allí que la cantidad de oxígeno contenida en el agua sea un indicador clave de la calidad del agua.

Plaguicidas como el DDT y el heptaclor, que se utilizan en la agricultura, suelen escurrirse del agua de riego. Su presencia en el agua y en productos alimenticios tiene repercusiones alarmantes en la salud humana pues es sabido que causan cáncer y también pueden causar recuentos bajos de espermatozoides y enfermedades neurológicas. En Dacca, Bangladesh, los residuos de heptaclor en las fuentes del agua han alcanzado niveles de 0,789 microgramos por litro —más de 25 veces el máximo de 0,03 microgramos por litro recomendado por la OMS. También en un estudio realizado en Venezuela en el que se recogió agua durante la estación lluviosa se encontró que el agua estaba contaminada con varios plaguicidas. Al examinarse a las mujeres embarazadas de la zona se encontró que todas tenían residuos de DDT en la leche —toxinas éstas que pueden pasar al lactante.

La filtración de contaminantes tóxicos en los depósitos de agua subterránea o superficial utilizada para beber o para uso doméstico también causa problemas de salud en los países industrializados. En Europa y Rusia la contaminación del agua pone en riesgo la salud de unos 500 millones de personas. En el norte de Rusia, por ejemplo, medio millón de personas de la península Kola beben agua contaminada con metales pesados, práctica que ayuda a explicar las altas tasas de mortalidad infantil y las enfermedades diarreicas e intestinales allí notificadas.

4.6.2 Prevención y soluciones

El mejoramiento del saneamiento público y la provisión de agua limpia son los dos pasos necesarios para prevenir la mayoría de las enfermedades transmitidas por

el agua y las muertes resultantes. El adecuado saneamiento básico al interior de las viviendas, la construcción de letrinas sanitarias y el tratamiento de las aguas servidas para permitir la biodegradación de los desechos humanos ayudarán a contener las enfermedades causadas por la contaminación. Habrá además que separar al menos los sólidos de las aguas servidas para que estén menos contaminadas. Igualmente, es importante que el suministro de agua potable se brinde simultáneamente con las instalaciones sanitarias apropiadas puesto que estos dos servicios se refuerzan mutuamente y limitan la propagación de infecciones.

Numerosos estudios vinculan el mejoramiento del saneamiento y la provisión de agua potable a los notables descensos de la morbilidad y mortalidad relacionadas con el agua.

En un examen realizado en 1991 de más de 100 estudios de los efectos del agua potable y el saneamiento en la salud humana, se encontró que la reducción media de las defunciones por enfermedades relacionadas con el agua era del 69% entre las personas con acceso a agua potable y saneamiento apropiado.

La provisión de agua potable y saneamiento contribuye a reducir considerablemente la mortalidad infantil. De acuerdo con un examen de 144 estudios de los años ochenta, las defunciones de lactantes y niños bajaron en promedio 55% como resultado de la provisión de agua potable y saneamiento. En un estudio de países en los que las tasas de mortalidad de niños menores de un año bajaron notablemente —como en Costa Rica, donde descendieron de 68 defunciones por 1.000 nacidos vivos en los años setenta a sólo 20 por 1.000 en los años ochenta— los investigadores atribuyeron tres cuartos de la declinación de

la mortalidad a los proyectos de agua y saneamiento provistos como parte de los programas rurales de salud comunitaria.

Si bien es muy costoso construir sistemas de abastecimiento de agua dulce e instalaciones de saneamiento, es asombroso lo que puede costar *no* hacerlo. En Karachi, Pakistán, por ejemplo, un estudio reveló que las personas pobres que vivían en zonas sin ningún saneamiento ni educación sobre higiene gastaban seis veces más en atención médica que las personas que vivían en zonas con acceso a servicios de saneamiento y que tenían conocimientos básicos de higiene doméstica.

4.6.3 La salud ambiental y el referente histórico del perfil epidemiológico del Risaralda⁸

Las condiciones sanitarias del medio ambiente constituyen factores de riesgo para la ocurrencia de una serie de patologías como IRA, EDA, escabiosis, dermatitis, parasitismo, dengue y otras ETV, entre otras, asociadas con deficiencias en las condiciones sanitarias en la vivienda, la prestación y calidad de los servicios públicos, hábitos higiénicos (aseo de la vivienda, higiene personal), del mal estado del equipamiento urbano (mataderos, plazas de mercado, relleno sanitario, cementerios) de las poblaciones expuestas que son evidentes en los perfiles epidemiológicos municipales y departamentales disponibles.

Las patologías transmisibles son definidas como enfermedades que se pueden transmitir de una persona a otra o de un animal a una persona ya sea por contacto directo o a través de animales vectores y otros agentes vehiculizantes como el agua, esta última es determinante en cuanto a la calidad.

⁸ Secretaría Departamental de Salud de Risaralda. Plan Sectorial de Salud. 2004-2007

Durante los últimos once (11) años, los primeros cinco (5) lugares en las patologías transmisibles han sido ocupados por la IRA, EDA las diarreas y enteritis, la escabiosis afectando principalmente a la población infantil menor de cinco (5) años tanto urbana como rural. Investigaciones adelantadas por la Secretaria de Salud en los proyectos de AIEPI y salud ambiental (años 2002, 2003) permiten establecer la importancia de los siguientes aspectos:

4.6.3.1 Hábitos en las familias Las familias conservan hábitos que posibilitan la infección de patógenos productores de EDA, especialmente en los menores de 5 años como son:

- Uso de Biberones sin los procesos de esterilización o desinfección previa.
- Alimentos preparados, sin tapar y a la exposición de vectores como moscas, cucarachas etc.
- No lavarse las manos antes de las comidas y luego del uso de los servicios sanitarios.

4.6.3.2 Calidad del Agua para Consumo Humano Si bien en el casco urbano, el acueducto tiene un buen proceso de desinfección, en el área Rural existen serias deficiencias en los acueductos rurales, especialmente en las épocas de lluvia, donde se presenta un mayor grado de contaminación por diferentes tipos de aguas escorrentías.

La contaminación por heces de origen animal y humano, en muchas de las aguas servidas es un factor de riesgo bastante alto, que contribuye a la propagación del EDA, en especial en los centros poblados de las Veredas.

4.6.3.3 Salud Ambiental y Manejo de Alimentos En la población Urbana hay mayor control a los riesgos por causas de mala manipulación de alimentos ya que existe una vigilancia al respecto en los establecimientos donde se expenden y manipulan alimentos; sin embargo en el caso de la venta de cárnicos y lácteos, especialmente en los días de mercado, no se cumplen las normas mínimas de sanidad, como es la de aislar los productos de las moscas y del contacto permanente humano, así como de animales domésticos como perros, gatos, caballos etc.

También se prevé que existe venta de carne vacuna sin los permisos ni licencias legales. Algunos productos lácteos como quesos, cuajadas y leche se procesan sin mayor control sanitario y son consumidos sin la pasteurización necesaria.

En el área Rural ésta situación es mucho más evidente y por lo tanto el riesgo de EDA es proporcionalmente mayor. La convivencia de los menores con los animales domésticos, sin ningún tipo de zoonosis es común tanto en el casco urbano como en la zona Rural.

La desnutrición, que alcanza niveles del 45% en los menores de 10 años, es un factor de riesgo que predispone a la enfermedad, por estar el sistema inmunológico deprimido y expuesto al EDA causado por bacterias o virus.

4.6.3.4 Consulta médica y egreso hospitalario En los menores de 1 año de edad las principales causas de consulta correspondieron a las afecciones del tracto respiratorio superior y a la infección intestinal. Para el egreso predominaron las afecciones respiratorias como la bronconeumonía, el síndrome de dificultad respiratoria y la infección intestinal mal definida.

Acorde con lo anterior debió trabajarse en varios frentes: hospitalario mejorando la atención y la aparición de complicaciones a través del fortalecimiento de los programas de IRA y EDA, comunitario a través de un amplio trabajo educativo sobre el valor del auto cuidado y medidas de higiene personal, la promoción de estilos de vida saludables, aumentando la cobertura y mejorando los servicios de infraestructura básica sanitaria, garantizando el suministro de agua potable, y la adecuada disposición final de desechos sólidos y líquidos por parte de las administraciones municipales, a través de mayor inversión social, con énfasis en las zonas rurales.

4.7 CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA POTABLE Y COSTOS AMBIENTALES ASOCIADOS

Es posible construir las bases para calcular los costos que el sistema de salud asume para prestar servicios o llevar a cabo medidas asistenciales, es decir, no de carácter preventivo. Conocido también como el enfoque de capital humano o ganancias perdidas, éstas técnicas crean grandes problemas éticos cuando se las aplica a la misma vida humana.

Un ejemplo donde el enfoque de pérdida de ganancias podría ser útil es en un proyecto de abastecimiento de agua urbana que reduce la incidencia de la diarrea. Se puede establecer la conexión entre agua contaminada y diarrea; y la enfermedad en general no es mortal. Se pueden estimar los costos de las ganancias perdidas y los de protección de la salud para la gente enferma. Los beneficios de otros proyectos orientados hacia la salud pública (por ejemplo, eliminación de residuos, inmunizaciones) también pueden calcularse con esta técnica.

Cabe destacar que esta técnica examina un solo aspecto del costo y como tal es un valor mínimo; otros casos son ignorados. El análisis de costo-efectividad, que se tratará luego, también puede usarse para analizar los proyectos relacionados con la salud. Este capítulo desarrollará entonces un modelo para evaluar la calidad del recurso vs el EDA y comprender mediante la metodología propuesta uno de los aspectos más fácilmente relacionables de la gestión del recurso hídrico y su impacto en la salud humana.

Los problemas de salud pública vinculados al deterioro del agua y deficiencias sanitarias figuran entre las principales causas de morbilidad y muerte prematura. A nivel mundial, la población infantil es el grupo más afectado, representando 80% de las muertes relacionadas por este factor. Como sucede en países en vías de desarrollo, las enfermedades diarreicas agudas (EDA) son una de las principales causas de morbilidad infantil entre los grupos de menores ingresos (Bern C, Martinez de Zoisa, Glass R, 1992).

Es posible construir las bases para calcular los costos que el sistema de salud asume para prestar servicios o llevar a cabo medidas asistenciales, es decir, no de carácter preventivo.

Para el presente estudio se ha empleado información del total de casos de enfermedades vinculadas a la contaminación del agua según información suministrada por la Secretaría de Salud Departamental, seleccionando únicamente aquellas para las que se tienen registros, así como estudios de caso realizados para los municipios de la Virginia y Dosquebradas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la verdadera lista de enfermedades de origen hídrico resulta mucho

más amplia y en este sentido se pueden presentar limitaciones para los alcances de este estudio (Tabla 5). Los casos del Dengue o Malaria (los insectos vectores necesitan del agua para su reproducción), o los relativos al empleo de aguas negras en la producción agrícola (practica extendida en México) son sólo algunos ejemplos de problemas de salud excluidos de este documento.

Tabla 5. Riesgos biológicos asociados al agua contaminada

CONTAMINANTES	FUENTES	EFFECTOS EN LA SALUD
Bacterias patógenas		
<i>Salmonella</i>		
<i>Shigella</i>		
<i>Escherichia coli</i>		
<i>Vibrio cholerae</i>		
<i>Campylobacter fetus</i>		
	Agua residual, contaminada con excretas de hombre o animales.	Enfermedades cuyo índice de gravedad va desde gastroenteritis hasta casos graves, a veces fatales, de disentería, cólera o tifoidea.
Bacterias oportunistas:		
<i>Pseudomonas</i>		
<i>Flavobacterium</i>		
<i>Acinetobacter</i>		
<i>Klesbsiella</i>		
<i>Serratia</i>		
	Agua residual, contaminada con excretas de hombre o animales.	No se les considera patógenas, pero su presencia en el agua puede estar asociada con infecciones de la piel y membranas mucosas de los ojos, oídos, nariz y garganta, sobre todo en individuos susceptibles.
Virus entéricos		
Hepatitis A, E.	Principalmente descargas de agua residual	Son comunes las infecciones sub-clínicas. Pueden presentarse gastroenteritis y hepatitis infecciosa en proporciones epidémicas y endémicas.
Protozoos		
<i>Entamoeba histolytica</i>		
<i>Giardia spp.</i>		
<i>Cryptosporidium</i>		
<i>Balantidium coli</i>		
	Proviene de las aguas residuales de origen doméstico	Agentes etiológicos de la amibiasis (disentería), giardiasis, cryptosporidiosis y balantidiasis. Enfermedades diarreicas, abscesos hepáticos y cerebrales.
Helmintos		

<i>CONTAMINANTES</i>	<i>FUENTES</i>	<i>EFFECTOS EN LA SALUD</i>
Tremátodos (lombrices de ganado lanar)	Aguas contaminadas con aguas domésticas o copépodos (huéspedes intermedios)	Los helmintos intestinales producen una gran variedad de síntomas. Muchas de las infecciones son de carácter subclínico, aunque algunas son fatales.
Céstodos (tenias)		
Nemátodos (lombrices cilíndricas)		Los esquistosomas infestan el hígado, intestino, vejiga y otros órganos
Organismos de vida libre		
Fitoplancton, zooplancton (protozoos, rotíferos, cladóceras, copépodos)	Se forman en aguas superficiales, reservorios de almacenamiento descubiertos, en pozos abiertos y en los sistemas de distribución.	Algunas sustancias tóxicas producidas por las algas pueden afectar la salud. Las algas y sus productos extracelulares son parte de la materia orgánica precursora de los trihalometanos que se forman durante la cloración. Estos organismos interfieren con el tratamiento del agua, y causan problemas de olor, sabor y obstrucción de filtros.
Macroinvertebrados		

4.7.1 DESCRIPCIÓN DE VARIABLES PRINCIPALES CONTEMPLADAS Y FUENTES DE INFORMACIÓN

4.7.1.1 Morbilidad La información que se genera del Registro Individual de Prestación de Servicios, (RIPS), no se pudo incluir por inconvenientes con las bases de datos. El RIPS se diligencia a toda persona que demanda atención en una institución prestadora de servicios de salud. Este registro se implementó en el país en el año 2000 y su desarrollo ha tenido a nivel territorial grandes dificultades. Por esta razón en este documento no se presenta información de morbilidad (Consulta externa, urgencias y egreso). Los datos recolectados corresponden a informaciones que se encuentran en los consolidados del Sistema de Vigilancia de Salud Pública (SIVIGILA) para los periodos 2002-2003 y 2005-2006. Adicionalmente, para la variable EDA se recurrió a la base de datos suministrada por la Secretaría de Salud Departamental que lleva registros sobre EDA en los municipios.

Se ha definido el Sistema de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), como una estrategia estructurada de notificación de patologías que requieren una acción temprana y efectiva por parte de las autoridades sanitarias para su control, debido a su potencial epidémico, a su carácter prevenible, o a su impacto en la salud colectiva.

Aunque desde 1982 ya existía en el país un sistema de información en salud, con su formato de notificación de patologías (SIS 12), solo hasta 1989 se inició un monitoreo estrecho de la parálisis flácida aguda (PFA), con la creación de unidades de notificación que debían informar de manera inmediata este evento.

Con la disciplina ganada en este proceso, se fueron incorporando otras patologías y ampliando las unidades notificadoras; es así como en el momento el sistema se ha consolidado y hoy se notifica la ocurrencia o no de un listado de eventos seleccionados por el Ministerio de la Protección Social y el Instituto Nacional de Salud. Esta notificación se efectúa de manera semanal de los municipios a la Secretaría Departamental de Salud y de esta al Instituto Nacional de Salud, conservando la notificación inmediata en los eventos que así lo requieran.

4.7.1.2 Calidad y contaminación del agua De acuerdo con el decreto 475 del 10 de marzo de 1.998, por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable, las actividades de vigilancia son las realizadas por las autoridades competentes para comprobar, examinar e inspeccionar el cumplimiento de las normas de calidad del agua potable establecidas en el decreto.

El decreto establece en el Capítulo III, artículo 3, que el agua suministrada por la persona que presta el servicio público de acueducto, deberá ser apta para el

consumo humano, independientemente de las características del agua cruda y de su procedencia. Igualmente los usuarios propenderán por mantener en condiciones sanitarias adecuadas las instalaciones de distribución y almacenamiento de agua para consumo humano a nivel intradomiciliario. Por su parte en el artículo 4 dicta que las personas que prestan el servicio público de acueducto, son las responsables del cumplimiento de las normas de calidad de agua potable, en toda época y en cualquiera de los puntos que conforman el sistema de distribución.

Los criterios de calidad de agua son:

- **Organolépticos y físicos:** color verdadero, olor y sabor, turbiedad, sólidos totales, conductividad, sustancias flotantes.
- **Químicos de calidad:** Aluminio, antimonio, arsénico, bario, boro, cadmio, cianuro libre dissociable, cianuro total, cloroformo, cobre, cromo hexavalente, fenoles totales, mercurio, molibdeno, níquel, nitritos, nitratos, plata, plomo, selenio, sustancias activas al azul de metileno, grasas y aceites, trihalometanos totales.
- **Químicos por implicaciones económicas:** calcio, acidez, hidróxidos, alcalinidad total, cloruros, dureza total, hierro total, magnesio, manganeso, sulfatos, zinc, fluoruros, fosfatos

En el artículo 20 dice que la ejecución de los análisis organolépticos, físicos y químicos requeridos se hará de acuerdo con la población servida, que hace referencia al número de personas abastecidas por un sistema de suministros de agua (Tabla 6).

Tabla 6. Número de muestras e intervalo máximo entre muestras.

# habitantes servidos	# mínimo de muestras a analizar por mes	Intervalo máximo entre muestras consecutivas
-----------------------	---	--

Menos de 2500	2	Quincenal
2501 a 12500	8	4 días
12501 a 60000	15	2 días
60001 a 100000	30	1 día
100001 a 1 millón	60	2 cada día
Más de 1 millón	240	8 cada día

Fuente: Decreto 475 del 10 de marzo de 1.998

De acuerdo con el artículo 27, El número de muestras para el control de calidad del agua en análisis microbiológico que deben tomarse en la red de distribución de todo Sistema de Suministro de Agua es correspondiente con la población servida (Tabla 7).

Tabla 7. Muestras e intervalo para análisis microbiológico.

Población servida	# mínimo de muestras/mes	Intervalo máximo de toma de muestras
25 a 1.000	1	Mensual
1.001 a 2.500	2	Quincenal
2.501 a 3.000	3	Cada 10 días
3.001 a 4.100	4	1 semanal
4.101 a 5.800	6	Cada 5 días
5.801 a 7.600	8	Cada 4 días
7.601 a 12.900	10	Cada 3 días
12.901 a 17.200	15	Cada 2 días
17.201 a 33.000	30	Cada día
33.001 a 59.000	60	2 por día
59.001 a 96.000	90	3 por día
220.001 a 320.000	150	5 por día
450.001 a 600.000	210	7 por día

Fuente: Decreto 475 del 10 de marzo de 1.998

5 ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA POR LOS ACUEDUCTOS MUNICIPALES

La calidad de agua para abasto público es un determinante en la salud de los pobladores, particularmente en Risaralda, se encuentra una relación estrecha entre la contaminación hídrica debida a coliformes y la enfermedad diarreica aguda (EDA).

En un estudio realizado por la Contraloría Departamental de Risaralda (informe periodo 2004-2005), se encontró que en el 95% de los acueductos de uso colectivo en el área rural existe una deficiente potabilización del agua, comprobando que solo en el 43% de los acueductos aplicaban cloro como desinfectante y que el 57% de la población rural de los municipios de La Celia, Santuario, Balboa y Belén de Umbría es la más expuesta a este problema.

Contrario a lo anteriormente expuesto, en las áreas urbanas se encuentran coberturas del 90% en casi todas ellas, con plantas de potabilización, sin embargo, se evidenció que por lo menos en el 65% de las plantas de tratamiento se carece de planeación en cuanto a reparaciones, mantenimiento y optimización de sus infraestructuras. Igualmente se atribuye la presencia de EDA especialmente a factores como hacinamiento y consumo de agua cruda principalmente en centros poblados de las veredas del departamento asociado a los altos niveles de desnutrición infantil (cerca del 45%) como factor que incrementa la vulnerabilidad a enfermedades transmitidas por bacterias y virus.

5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA MORBILIDAD POR EDA

La morbilidad por EDA se incrementó considerablemente en el año 2003 con respecto al año 2002, tanto en la población con edad < 5 años, mientras que para el año 2005, disminuyen los casos presentados en esta población (Tabla 8). En general los municipios con mayores poblaciones presentan el mayor número de casos reportados, tale es el caso de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal (Figura 1).

Inicialmente, se creía que para el año (2002) no hubo una adecuada recolección de información por parte de los entes encargados de hacerlo, lo cual daba estimaciones subvaloradas sobre los casos de EDA presentados, sin embargo, los datos reportados en los últimos años analizados, evidencian que de acuerdo con los resultados, el año 2003 fue excepcional. El número de casos reportados para el departamento se incrementó en 18631 casos (210,7%) con respecto al año 2002, mientras que para el año 2006 ocurrió una disminución de 173 casos (1,2%) con respecto a 2005 (Tabla 8).

Tabla 8. Morbilidad por EDA en menores de 5 años. Departamento de Risaralda 2002-2006

Municipio	2002	2003	Variación 2002-2003	2005	2006	Variación 2005-2006
Apia	249	590	136,9%	266	267	0,4%
Balboa	122	202	65,6%	58	86	48,3%
Belén de Umbria	69	1047	1417,4%	518	540	4,2%
Dosquebradas	848	3119	267,8%	1778	2538	42,7%
Guática	233	208	-10,7%	273	342	25,3%
La Celia	82	117	42,7%	99	217	119,2%
La Virginia	844	1800	113,3%	1041	977	-6,1%

Municipio	2002	2003	Variación 2002-2003	2005	2006	Variación 2005-2006
Marsella	277	248	-10,5%	246	211	-14,2%
Mistrató	326	1324	306,1%	604	459	-24,0%
Pereira	4423	13355	201,9%	7428	6500	-12,5%
Pueblo Rico	224	1108	394,6%	596	500	-16,1%
Quinchía	305	988	223,9%	466	215	-53,9%
Santa Rosa de Cabal	739	2888	290,8%	1021	1374	34,6%
Santuario	103	481	367,0%	323	318	-1,5%
Total	8.844	27.475	210,7%	14717	14544	-1,2%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Secretaría de Salud Departamental, a partir de los informes sobre indicadores de salud 2002 a 2006.

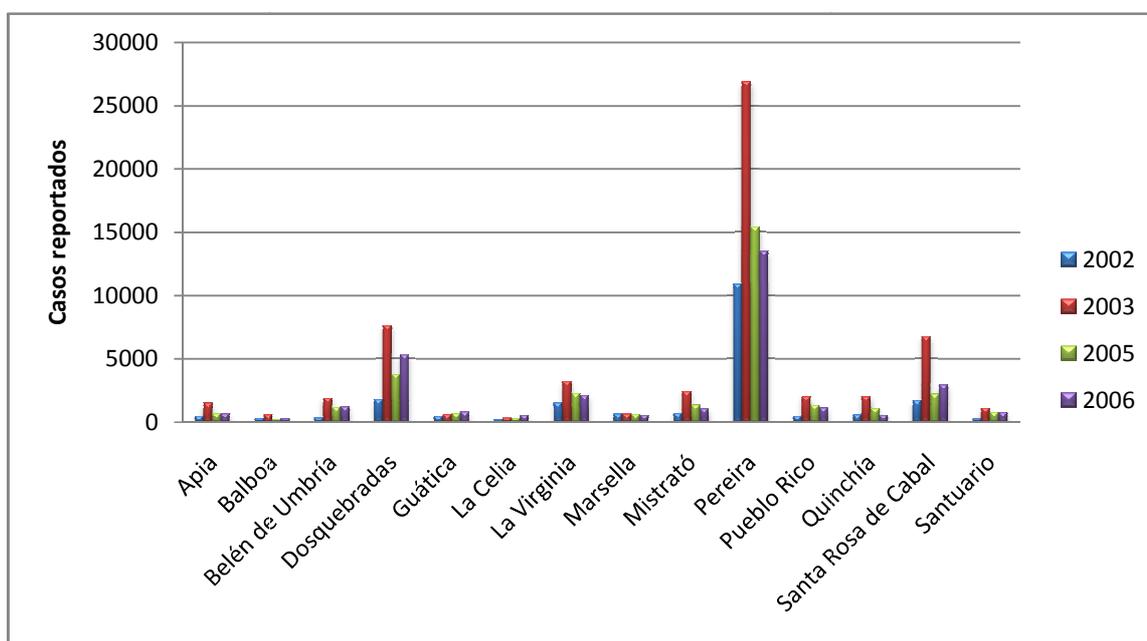


Figura 1. Enfermedad diarreica aguda total reportada en informes de Secretaría de Salud Departamental para los años 2002 - 2006.

Se puede observar que las tasas por EDA son mayores a las encontradas en los reportes nacionales del Boletín Epidemiológico (año 2001), que dan cuenta una media de 113,3. Adicionalmente, se encuentra que los municipios con mayor tasa son para el año 2002 La Virginia (448,1), Balboa (379,8) y Mistrató (357,8); para el año 2003 Pueblo Rico (1323,4), Mistrató (1229,6) y La Virginia (946,0); en el año 2005 La Virginia (975,2), Pueblo Rico (866,8) y Guática (574,7); en el año 2006 Pueblo Rico (983,6), La Virginia (700,3), Mistrató (836,6) y (Tabla 9).

La tasa bruta de EDA<5años para el departamento se incrementó en 186,1 puntos para el año 2003 con respecto al 2002, sin embargo, el año 2003 ha sido un año excepcional en cuanto a casos reportados. Para el bienio 2005 a 2006, el incremento fue de 25,7 puntos. Las diferencias encontradas se deben a cambios en los casos reportados cada año y a las fluctuaciones de las estimaciones de la población del departamento que sirven de soporte a las estadísticas reportadas por la Secretaría de Salud Departamental. Con respecto a la tasa por EDA total se incrementó en 372,2 puntos para el 2003 con respecto a 2002 y 55,4 puntos para el bienio 2005-2006 (Tabla 9).

Tabla 9. Tasa bruta de morbilidad por EDA en menores de 5 años. Departamento de Risaralda 2002-2006 (tasa por 1000 habitantes).

Municipio	2002	2003	2005	2006
Apia	142,3	335,7	150,3	207,2
Balboa	165,5	273,2	78,2	141,4
Belén de Umbría	21,2	319,6	156,6	203,0
Dosquebradas	46,7	168,5	92,6	146,3
Guática	131,2	116,5	238,7	226,5
La Celia	73,0	103,5	54,9	259,9
La Virginia	251,5	532,8	453,4	324,6
Marsella	123,9	109,9	123,2	102,0
Mistrató	170,5	682,3	176,7	369,0
Pereira	90,5	267,2	142,4	151,7
Pueblo Rico	149,7	735,4	390,6	437,2

Municipio	2002	2003	2005	2006
Quinchía	75,7	243,3	113,0	67,2
Santa Rosa de Cabal	100,1	387,9	135,2	203,8
Santuario	65,0	307,6	213,2	215,8
Total	90,5	276,6	143,5	169,2

Fuente: Secretaría de Salud Departamental, a partir de los informes sobre indicadores de salud 2002 a 2006.

Tabla 10. Tasa de morbilidad total por EDA. Departamento de Risaralda 2002-2006 (tasa por 1000 habitantes).

Municipio	2002	2003	2005	2006
Apia	263,4	848,3	363,2	500,3
Balboa	379,8	780,5	288,7	447,2
Belén de Umbría	98,9	576,7	351,2	453,8
Dosquebradas	96,2	412,1	195,8	306,9
Guática	248,9	334,9	574,7	529,3
La Celia	169,2	267,2	165,8	649,0
La Virginia	448,1	946,0	975,2	700,3
Marsella	278,8	274,8	301,2	256,0
Mistrató	357,8	1229,6	391,8	836,4
Pereira	222,8	538,0	295,1	314,8
Pueblo Rico	298,8	1323,4	866,8	983,6
Quinchía	142,5	495,4	255,7	168,0
Santa Rosa de Cabal	228,3	906,9	291,0	433,9
Santuario	167,8	693,8	501,7	508,9
Total	205,9	578,1	308,6	364,0

Fuente: Secretaría de Salud Departamental, a partir de los informes sobre indicadores de salud 2002 a 2006.

Se puede observar que los valores más altos en casos de EDA y sus Tasas respectivas se presentan en los municipios con mayor población. Sumado a esto, existen otros factores que han sido reportados en informes ambientales de la Contraloría Departamental que deterioran la salud. Esto se ve reflejado

principalmente en indicadores de contaminación como coliformes fecales encontradas en muestreos realizados en las redes de los municipios, asociado a la presencia de acueductos con agua no potable (Figura 2, Figura 3 y Figura 4) y otros indicadores más globales tales como la población con necesidades básicas insatisfechas (Figura 5), la presencia de acueductos rurales (Figura 6) muchos de los cuales presentan deficiencias tanto en tratamiento como en cobertura (Figura 7 y Figura 8).

Adicionalmente, de acuerdo con reportes realizados por la Secretaría de Salud del Departamento, en contravía de lo esperado, se aumentaron en 2000 los casos de enfermedades relacionadas con la utilización de agua con condiciones no deseables desde el punto de vista microbiológico.

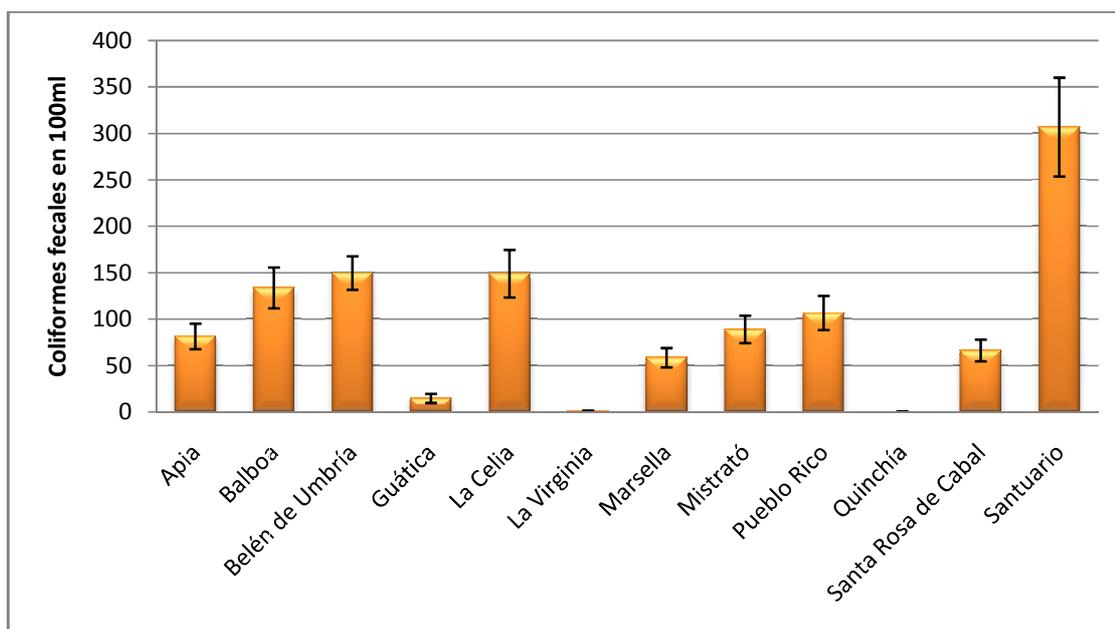


Figura 2. Coliformes fecales estimados en municipios de Risaralda, a partir de análisis de aguas de Secretaría de Salud Departamental para los años 2002 - 2006

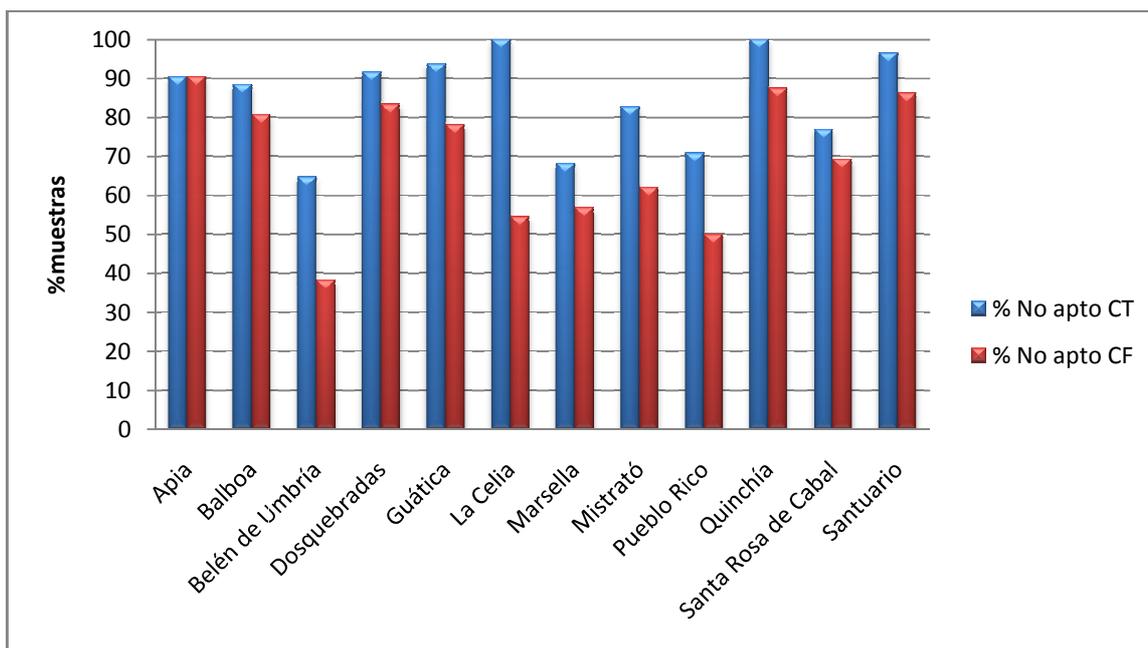


Figura 3. Porcentaje de muestras no aptas para consumo humano, a partir de datos reportados en informe sobre indicadores de salud, Secretaría de Salud Departamental 2006.

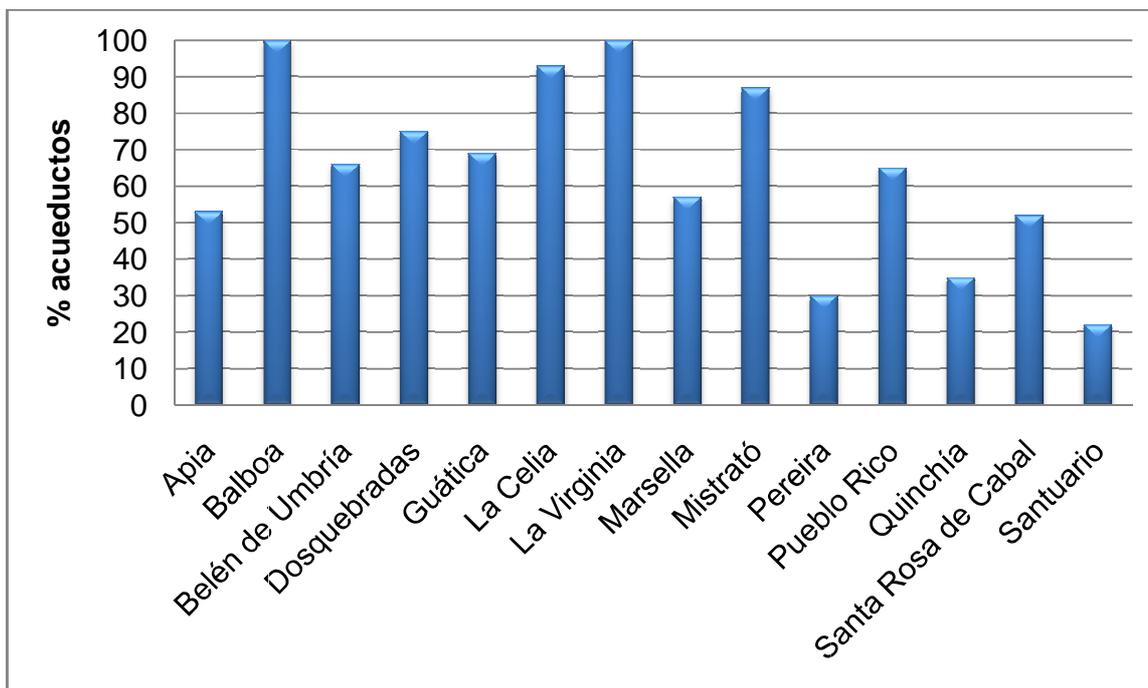


Figura 4. Porcentaje de acueductos rurales con agua no potable, a partir de datos reportados en informe ambiental de Contraloría Departamental, 2003.

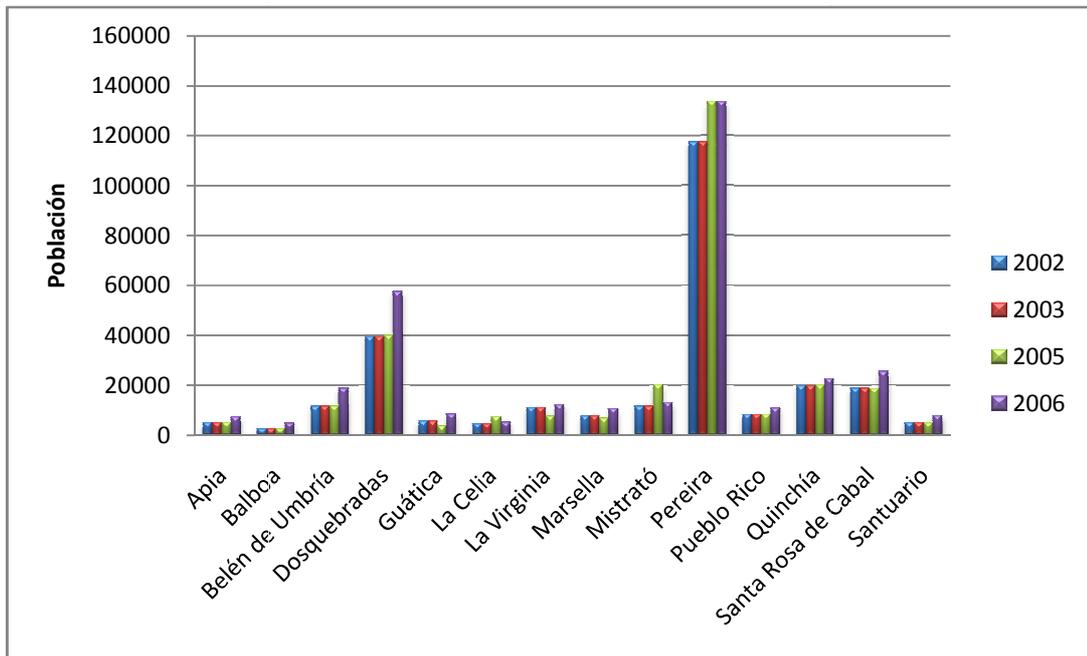


Figura 5. Población con Necesidades Básicas insatisfechas (NBI), a partir de datos reportados por la Secretaría de Planeación del Departamento.

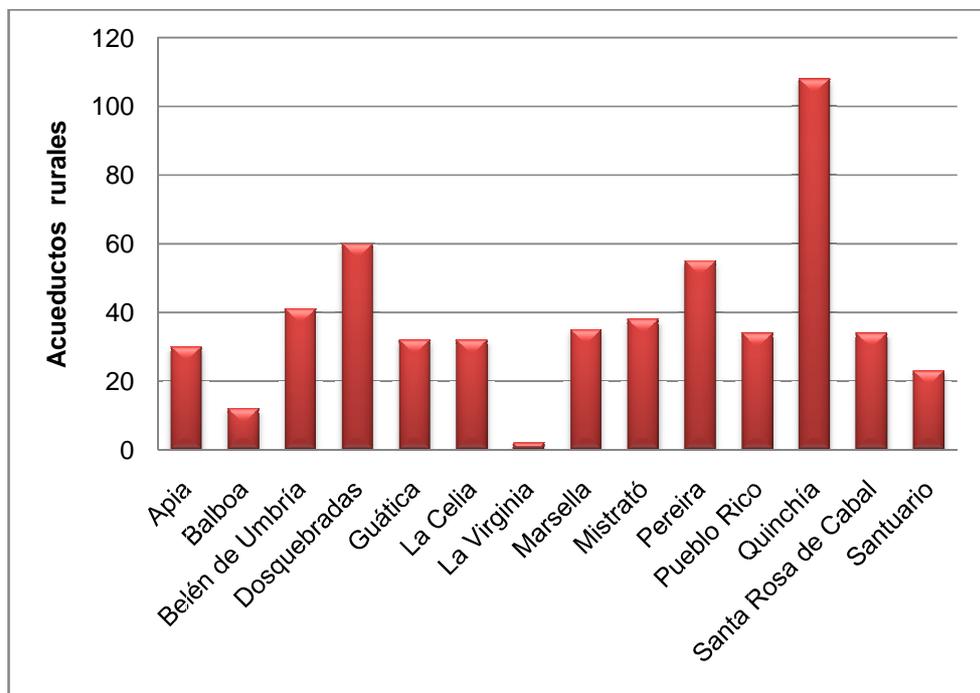


Figura 6. Acueductos rurales existentes en Risaralda, a partir de datos reportados en informe ambiental de Contraloría Departamental 2003.

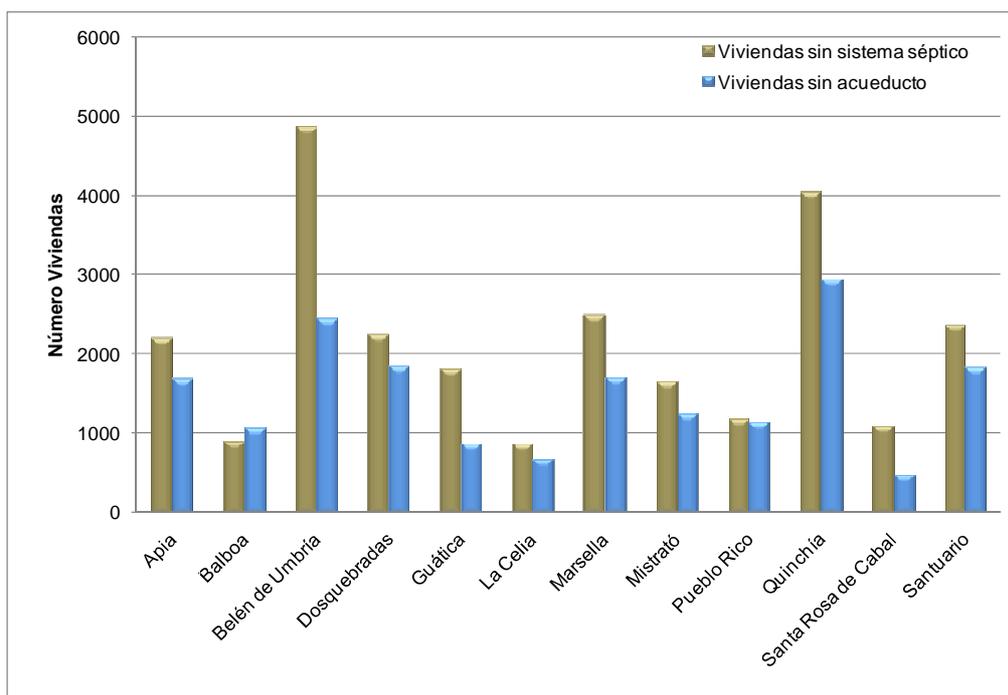


Figura 7. Viviendas rurales sin sistema de acueducto y pozo séptico, a partir de datos reportados en informe ambiental de Contraloría Departamental 2003.

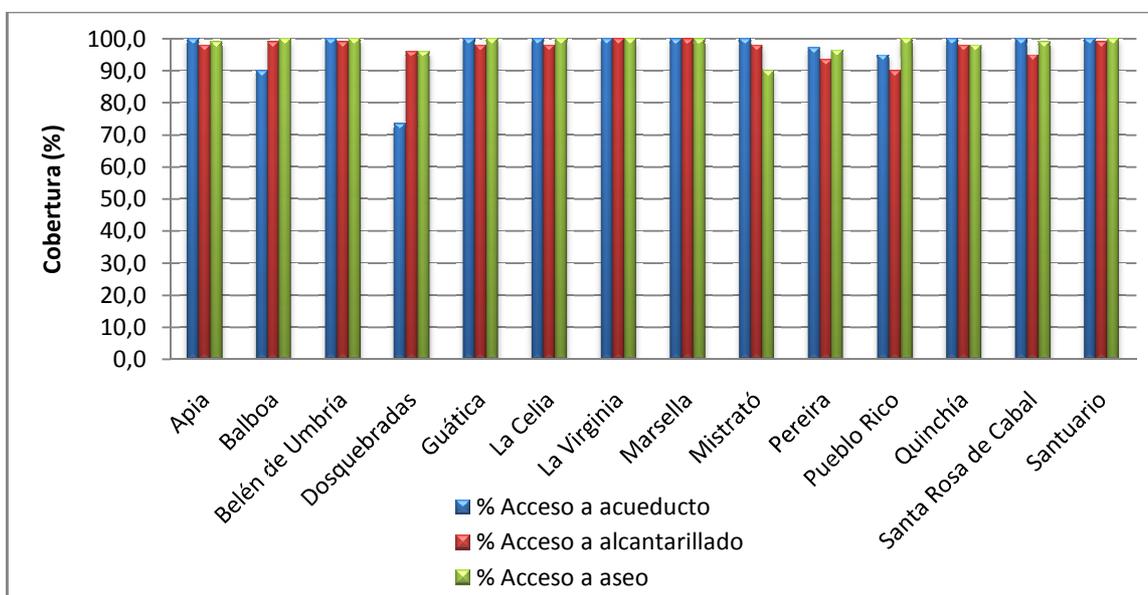


Figura 8. Coberturas en agua potable y saneamiento, a partir de datos reportados en informe sobre indicadores de salud, Secretaría de Salud Departamental 2006.

5.2 RELACIONES ENCONTRADAS ENTRE LAS VARIABLES EVALUADAS Y LA EDA

Como un aporte al cumplimiento del artículo 8 del decreto 1575 de 2007, donde se exige “*Correlacionar la información recolectada del control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano con la información de morbilidad y mortalidad asociada a la misma...*”, se presentan los resultados de los análisis realizados para el conjunto de variables estudiada.

Los análisis muestran que existen correlaciones significativas con coeficiente de Pearson (r) mayor a 0,5 para las variables EDA < 5 años, EDA > 5 años y EDA Total.

Los casos reportados por EDA en población infantil menor a 5 años se correlacionó positivamente y con coeficiente $r > 0,5$ con casos por EDA mayor a 5 años, Población NBI, población urbana municipal y población total. Con otras variables la relación fue significativa pero con menor intensidad, destacándose con signo positivo las relaciones encontradas con la tasa de escolarización bruta y neta global (3 a 17 años), mientras que se encontraron relaciones negativas con el índice de calidad de agua ISBN y el porcentaje de acceso a alcantarillado tal como era de esperarse (Tabla 11).

Es importante destacar la aparente relación contraria entre la tasa de escolarización y el EDA, pudiendo indicar algún efecto contrario al esperado que debe ser tenido en cuenta para mejorar los aspectos educativos relacionados con la salud pública por contaminación ambiental.

Para los casos reportados por EDA >5años y los casos totales por EDA la situación fue muy similar a la descrita anteriormente, evidenciando la relación existente entre ambas poblaciones (Tabla 12 y Tabla 13). Se destaca que para los casos de EDA totales en los municipios se encuentre una relación significativa negativa con el porcentaje de acceso a servicio de alcantarillado, indicando un resultado contrario a lo esperado, sin embargo esto podría estar relacionado al mal uso o funcionamiento del servicio, bien sea por falta de mantenimiento o situaciones culturales.

Tabla 11. Correlaciones significativa ($p < 0,05$) entre EDA < 5años y algunas variables analizadas

Variab les	C oeficiente de P earson	T ipo de relación
EDA>5años	0,990	+
% Acceso a alcantarillado	-0,406	-
% No apto CF Rural	-0,285	-
Coliformes fecales	0,316	+
Tasa global de escolarización bruta	0,431	+
Tasa global de escolarización neta	0,433	+
Población NBI	0,743	+
Acueductos rurales con desinfección continua	0,333	+
Viviendas sin sistema séptico	-0,303	-
Viviendas sin acueducto	-0,344	-
Cobertura urbana acueducto	0,305	+
Población total	0,889	+
Población urbana	0,842	+
Tasa escolarización total bruta 3-5 años	0,394	+
Tasa escolarización total neta 3-5 años	0,390	+
ISBN	-0,496	-

Resultados obtenidos mediante el procedimiento Correlate Bivariate del Software SPSS 10.0

Tabla 12. Correlaciones significativa ($p < 0,05$) entre EDA > 5años y algunas variables analizadas

Variables	Coefficiente de Pearson	Tipo de relación
EDA<5años	0,990	+
% Acceso a alcantarillado	-0,421	-
Tasa escolarización global bruta	0,447	+
Tasa escolarización global neta	0,451	+
Población NBI	0,773	+
Acueductos rurales con desinfección continua	0,358	+
Porcentaje de acueductos con agua no potable	-0,342	-
Viviendas sin sistema séptico	-0,297	-
Viviendas sin acueducto	-0,337	-
Cobertura urbana acueducto	0,312	+
Población total	0,918	+
Población urbana	0,895	+
Urbano bruta 3-5	0,415	+
Urbano neta 3-5	0,386	+
ISBN	-0,547	-

Resultados obtenidos mediante el procedimiento Correlate Bivariate del Software SPSS 10.0

Tabla 13. Correlaciones significativa ($p < 0,05$) entre EDA total y algunas variables analizadas

Variables	Coefficiente de Pearson	Tipo de relación
% Acceso a alcantarillado	-0,415	-
Tasa escolarización global bruta	0,440	+
Tasa escolarización global neta	0,444	+
Población NBI	0,761	+
Acueductos rurales con desinfección continua	0,347	+
Coliformes fecales	0,277	+
Porcentaje de acueductos con agua no potable	-0,334	-
Viviendas sin sistema séptico	-0,300	-
Viviendas sin acueducto	-0,341	-
Cobertura urbana acueducto	0,310	+

Variables	Coefficiente de Pearson	Tipo de relación
Población total	0,906	+
Población urbana	0,873	+
Tasa de escolarización total bruta 3-5	0,409	+
Tasa de escolarización total neta 3-5	0,412	+
ISBN	-0,524	-

Resultados obtenidos mediante el procedimiento Correlate Bivariate del Software SPSS 10.0

La tasa de EDA en población infantil menor a 5 años se correlacionó positivamente y $r > 0,5$ con tasa EDA >5años y coliformes fecales presentes en muestras a municipios. Se correlacionó positivamente también con la frecuencia de muestras contaminadas por coliformes fecales y totales (Tabla 14).

La tasa de EDA >5años y la tasa de EDA global no mostraron más relaciones fuertes que las descritas con la población infantil menor a 5 años (Tabla 15 y Tabla 16).

Como era de esperarse, la población NBI se encuentra relacionada con las tasas por EDA, mostrando que entre mayor proporción de esta población se encuentra en los municipios del departamento mayor es la tasa de morbilidad por EDA (Tabla 14, Tabla 15 y Tabla 16).

Adicional a lo anteriormente expuesto, es de resaltar otras relaciones no esperadas con bajo coeficiente de correlación pero significativo que dan cuenta de aspectos que deben ser tenidos en cuenta a la hora de orientar las acciones encaminadas al mejoramiento de la salud pública asociada a la calidad del agua para consumo humano. Se encontraron relaciones negativas entre las tasas de EDA y número de viviendas sin acueducto y número de viviendas sin pozo séptico, relación que en teoría debería ser positiva, sin embargo, lo encontrado muestra que el saneamiento básico no mejora algunas de las condiciones determinantes

en la presencia de EDA, muy posiblemente por falta de mantenimiento en algunas de las infraestructuras que prestan los servicios mencionados (Tabla 14, Tabla 15 y Tabla 16).

Tabla 14. Correlaciones significativa ($p < 0,05$) entre Tasa EDA < 5años y algunas variables analizadas

Variables	Coefficiente de Pearson	Tipo de relación
Tasa EDA > 5 años x 10000	0,814	+
% No apto CT	0,439	+
% No apto CF	0,403	+
Coliformes fecales	0,577	+
Tasa escolarización global neta Urbana	-0,317	-
Tasa escolarización global bruta Rural	0,345	+
Tasa escolarización global neta Rural	0,385	+
Porcentaje de población NBI	0,277	+
Viviendas sin acueducto	-0,285	-
Tasa escolarización rural bruta 3-5	0,395	+
Tasa escolarización global bruta Urbana	-0,283	-

Resultados obtenidos mediante el procedimiento Correlate Bivariate del Software SPSS 10.0

Tabla 15. Correlaciones significativa ($p < 0,05$) entre Tasa EDA > 5años y algunas variables analizadas

Variables	Coefficiente de Pearson	Tipo de relación
Tasa EDA < 5 años x 10000	0,814	+
% no apto CT	0,427	+
% No apto CF	0,352	+
Coliformes fecales	0,476	+
Porcentaje de población NBI	0,339	+
Acueductos rurales con desinfección continua	-0,207	-
Viviendas sin sistema séptico	-0,315	-
Viviendas sin acueducto	-0,284	-

Resultados obtenidos mediante el procedimiento Correlate Bivariate del Software SPSS 10.0

Tabla 16. Correlaciones significativa ($p < 0,05$) entre Tasa EDA total y algunas variables analizadas

Variables	Coefficiente de Pearson	Tipo de relación
% no apto CT	0,425	+
% No apto CF	0,352	+
Coliformes fecales	0,542	+
Porcentaje de población NBI	0,316	+
Tasa escolarización global neta Urbana	-0,274	-
Tasa escolarización global bruta Rural	0,330	+
Tasa escolarización global neta Rural	0,332	+
Viviendas sin sistema séptico	-0,296	-
Viviendas sin acueducto	-0,278	-
Tasa de escolarización Rural bruta 3-5	0,381	+

Resultados obtenidos mediante el procedimiento Correlate Bivariate del Software SPSS 10.0

5.3 **MODELO DE REGRESIÓN LINEAL Y ELABORACIÓN DE LA FUNCIÓN DOSIS-RESPUESTA PARA EL MUNICIPIO**

A partir de los análisis de correlación obtenidos y del estudio del comportamiento de las variables analizadas, se elaboró la función dosis-respuesta partiendo de la base de datos elaborada para los bienios 2002-2003 y 2005-2006, se pudo realizar un análisis de elasticidad para valores estimados relacionando la contaminación del agua y algunas variables asociadas con la tasa de morbilidad total por EDA (EDA < 5 años y EDA > 5 años).

Se elaboraron dos modelos por regresión lineal que permiten hacer los análisis propuestos en el estudio. El primero de ellos incorpora la tasa de morbilidad total por EDA como variable dependiente contra las variables tasa de escolarización global neta, porcentaje de muestras contaminadas por coliformes fecales,

porcentaje de población con necesidades básicas insatisfechas (NBI) y Coliformes fecales. El segundo modelo relaciona la tasa de EDA con las variables presupuesto ejecutado per cápita, porcentaje de muestras contaminadas por coliformes fecales y la tasa de escolarización global neta.

Los modelos se encuentran descritos en los Anexos 1 y 2 y son de la forma lineal

$Y = B_0 + B_1(X_1) + B_2(X_2) + B_3(X_3) + \dots + B_n(X_n) + E$; así:

Modelo 1: $M = B_0 + B_1(\text{FCF}) + B_2(\text{CF}) + B_3(\text{PNBI}) + B_4(\text{EGN}) + B_5(\text{PTOE})$

Modelo 2: $M = B_0 + B_1(\text{FCF}) + B_2(\text{CF}) + B_3(\text{PNBI}) + B_4(\text{EGN})$

M: tasa de morbilidad total por EDA por 10.000 habitantes

FCF: frecuencia de presencia de coliformes fecales en muestreo a municipios

CF: coliformes fecales/100ml

PNBI: porcentaje de población con Necesidades Básicas Insatisfechas

EGN: Tasa de escolarización global neta

PTOE: Presupuesto per cápita ejecutado en agua y saneamiento

Ambos modelos fueron estadísticamente significativos y mostraron consistencia con todas las variables incluidas, además cumplen satisfactoriamente con los supuestos del análisis de regresión (ANEXOS 1 y 2). La variable más débil en el modelo fue PTOE con un nivel de significancia $p < 0,068$, mientras que las demás variables observan valores $p < 0,05$.

Para el primer modelo, el R^2 es de 0,44 y no aparece evidencia de algún problema econométrico. Se puede calcular el valor de la elasticidad correspondiente para respuesta de la tasa de morbilidad ante un cambio en la contaminación, en la tasa de escolarización y en el presupuesto per cápita ejecutado.

Este modelo presenta una estimación de la elasticidad de la contaminación del agua por coliformes fecales para la Morbilidad por EDA de 1,709, estimación significativa al 5%.

Para el segundo modelo el R^2 es de 0,40 y el valor de la elasticidad correspondiente para respuesta de la tasa de morbilidad ante un cambio en la contaminación es de 1,526, estimación significativa al 5%.

Empleando el procedimiento Stepwise del SPSS se encontraron otros modelos significativos, los cuales mostraron valores mayores de R^2 (0,67), sin embargo, no incluían todas las variables objeto de interés por este trabajo y por tal motivo no se consideran en los análisis finales (Anexo 3).

Aun con las limitaciones referidas, en este trabajo se encontró que el valor de la asociación entre la morbilidad y la contaminación hídrica está entre 1,5 y 1,7. Es decir, un aumento de 1% en los niveles de CF/ 100 ml, aumentaría en un 1,6% en promedio la tasa de EDA de la población risaraldense. El valor de la elasticidad es alto (3 veces mayores) comparado con estudios realizados en este campo como Nigenda, et. Al. 2002 en otros medios como aire (ORTIZ, et al. 1996).

5.4 COSTOS AMBIENTALES

La información actual existente en las instituciones de control del departamento no está diseñada para los propósitos de este trabajo, por tal motivo, se ha recurrido a estimaciones sobre consultas promedio en el municipio de Dosquebradas y Pereira proyectado para el año 2008. Los datos de costos presentados corresponden a promedios estimados para los municipios estudiados. A partir de estos costos se construye la matriz de costos para algunos municipios del departamento.

Un análisis simple de costos estimados muestra un incremento en los costos ambientales por aumento de casos de EDA en los municipios pasando de 4.227,1 a 12.064,7 millones de pesos estimados para el periodo 2002-2003 y de 6648,8 a 6574 millones de pesos como un límites inferiores de los costos ambientales reales, ya que solo fueron incluidos los costos por hospitalización. Los municipios con mayores costos correspondan a los que presentan mayor número de casos por EDA, como son los municipios de Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa y La Virginia (Figura 9 y Tabla 17).

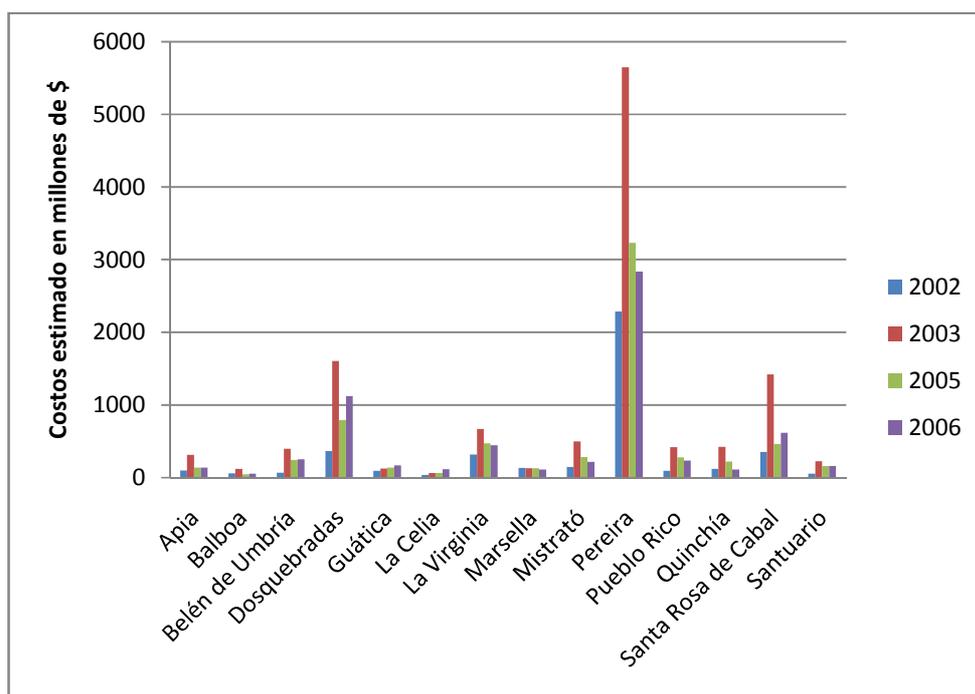


Figura 9. Costos por EDA estimados para casos de hospitalización

Tabla 17. Costos estimados por EDA en Risaralda, estimados por casos de atención médica (millones de \$)

Año	EDA<5años	EDA>5años	EDA Total
2002	1858,2	2368,8	4227,1
2003	5772,9	6291,8	12064,7
2005	3092,2	3556,6	6648,8
2006	3055,9	3518,1	6574,0

Para estimar los costos ambientales asociados a un cambio en la calidad ambiental se ha acudido a estimaciones de tiempo promedio de hospitalización, costo promedio por día de hospitalización, porcentaje de casos estimados del total con EDA, porcentaje de casos por urgencia y porcentaje de casos por consulta externa (Tabla 18). Los cálculos se realizaron para Tasa de EDA total partiendo del modelo que presentó estadísticamente los mejores ajustes.

Tabla 18. Estimaciones para el cálculo de costos ambientales.

Tiempo promedio estancia hospitalización (días)	Costo promedio día hospitalización y formula	% de casos hospitalizados	% casos urgencia	% casos consulta externa
3,5	\$210.113	5%	70%	25%

A partir de las estimaciones de costos, se calculó los costos evitados por disminución de contaminación por coliformes fecales, estimando que un aumento en 1% en la contaminación incrementaría los costos ambientales estimados en 105,2 millones de pesos al año para la base poblacional del año 2006 en el departamento de Risaralda (Tabla 19). Como es de esperarse en los municipios donde se presentan el mayor número de casos el efecto sería mayor.

Tabla 19. Costos ambientales estimados (millones \$) por la variación en 1% de Coliformes Fecales*

Municipio	Año población de referencia*			
	2002	2003	2005	2006
Apia	1,5	5,0	2,2	2,2
Balboa	0,9	1,9	0,7	0,9
Belén de Umbría	1,1	6,4	3,9	4,1
Dosquebradas	5,9	25,7	12,6	17,9
Guática	1,5	2,0	2,2	2,7
La Celia	0,6	1,0	1,0	1,8
La Virginia	5,1	10,7	7,5	7,1
Marsella	2,1	2,1	2,0	1,8
Mistrató	2,3	8,0	4,5	3,5
Pereira	36,6	90,4	51,8	45,3

Municipio	Año población de referencia*			
	2002	2003	2005	2006
Pueblo Rico	1,5	6,7	4,4	3,8
Quinchía	1,9	6,8	3,5	1,8
Santa Rosa de Cabal	5,7	22,7	7,4	9,8
Santuario	0,9	3,6	2,6	2,5
Total	67,6	193,0	106,4	105,2

*Costos estimados para el 2008 con diferentes bases poblacionales.

5.5 EVALUACION DE LA INVERSIÓN EN EL SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

El punto de partida asumido en este componente de trabajo, consiste en comparar la inversión per cápita con el impacto esperado sobre la disminución de los costos ambientales por contaminación.

En los periodos analizados, se encontró que en el periodo 2002-2003 el único municipio que mejoró el comportamiento de EDA al incrementar la inversión per cápita, fue Marsella. Mostrando que al efectuar un cambio en 147,7% de la inversión per cápita, se logró disminuir 1,4% la tasa de EDA y un 0,5% los casos reportados. Los demás municipios que incrementaron su presupuesto ejecutado per cápita obtuvieron situaciones contrarias a las esperadas indicando ineficiencias en la inversión y/o una inadecuada focalización de la misma. Los municipios de Belén, Mistrató y Pueblo Rico mostraron que incrementos en casos y tasa de EDA podrían estar asociados a una disminución en la inversión per cápita en este sector (Tabla 20).

Tabla 20. Variación en la inversión en agua potable y saneamiento vs EDA, periodo analizado 2002-2003

Municipio	Variación en la inversión per cápita (%)	Variación en la tasa EDA (%)	Variación en casos EDA (%)	Tipo de efecto	Descripción
Apia	11,8%	222,0%	223,4%	-	No esperado
Balboa	6,5%	105,5%	106,1%	-	No esperado
Belén de Umbría	-29,9%	483,3%	486,6%	-	Esperado
Guática	129,4%	34,6%	35,3%	-	No esperado
La Celia	344,9%	57,9%	58,9%	-	No esperado
La Virginia	35,1%	111,1%	112,5%	-	No esperado
Marsella	147,7%	-1,4%	-0,5%	+	Esperado
Mistrató	-53,4%	243,6%	248,8%	-	Esperado
Pueblo Rico	-22,7%	342,9%	346,1%	-	Esperado
Quinchía	71,2%	247,5%	250,5%	-	No esperado
Santa Rosa de Cabal	-37,8%	297,3%	300,5%	-	Esperado
Santuario	54,1%	313,5%	307,9%	-	No esperado

Para el periodo 2005-2006 los resultados fueron diversos, encontrando que en el 50% de los municipios analizados (no incluidos Pereira y Dosquebradas) el comportamiento de la inversión es consistente con el número de casos y/o tasa por EDA. El resultado encontrado en el municipio de Quinchía fue muy significativo ya que se obtuvo una disminución del 34,3% en la tasa de EDA y un 49% en los casos reportados con un incremento en la inversión per cápita del 65,9%. En pesos ajustados por inflación, la inversión realizada por el municipio de Quinchía es aproximadamente de \$28.000/habitante (Tabla 21 y Figura 10).

Tabla 21. Variación en la inversión en agua potable y saneamiento vs EDA, periodo analizado 2005-2006

Municipio	Variación en la inversión per cápita (%)	Variación en la tasa EDA (%)	Variación en casos EDA (%)	Tipo de efecto	Descripción
Apia	68,9%	37,7%	0,3%	-	No esperado
Balboa	-4,1%	54,9%	26,9%	-	Esperado
Belén de Umbría	79,5%	29,2%	3,9%	-	No esperado
Guática	-67,2%	-7,9%	21,6%	-	Ambos
La Celia	153,7%	291,4%	81,4%	-	No esperado

Municipio	Variación en la inversión per cápita (%)	Variación en la tasa EDA (%)	Variación en casos EDA (%)	Tipo de efecto	Descripción
La Virginia	-22,7%	-28,2%	-5,9%	+	No esperado
Marsella	-43,2%	-15,0%	-12,0%	+	No Esperado
Mistrató	169,9%	113,5%	-22,3%	+	Ambos
Pueblo Rico	58,5%	13,5%	-15,0%	+	Ambos
Quinchía	65,9%	-34,3%	-49,0%	+	Esperado
Santa Rosa de Cabal	246,0%	49,1%	33,1%	-	No esperado
Santuario	5,0%	1,4%	-1,4%	+	Ambos

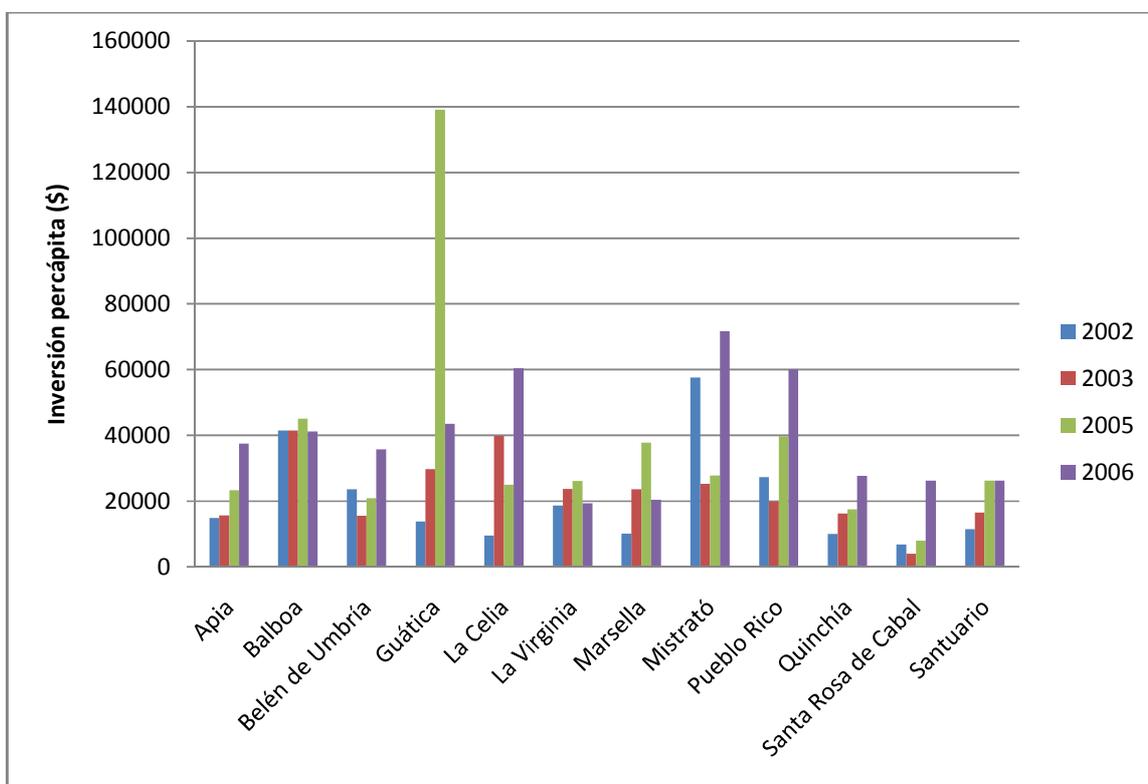


Figura 10. Inversión per cápita en agua potable y saneamiento año base 2007.

6 CONCLUSIONES

La contaminación del agua por coliformes fecales es una variable significativa, aunque no la única, para explicar la morbilidad por enfermedad diarreica aguda (EDA). Se puede afirmar que las deficientes condiciones de tratamiento y desinfección afectan la salud de los pobladores de los municipios del departamento, especialmente para la población con necesidades básicas insatisfechas (NBI) o población más vulnerable. Parece evidenciarse la relación entre pobreza, contaminación y salud.

En la tasa de escolarización se encontró una correlación positiva con la tasa de EDA, al igual que lo reportado en el estudio inicialmente elaborado para la Contraloría Departamental.

Los modelos de regresión lineal permitieron hacer los análisis propuestos en el estudio y permiten afirmar que la tasa de EDA es una variable que puede ser explicada por la tasa de escolarización global neta, porcentaje de muestras contaminadas por coliformes fecales, porcentaje de población con necesidades básicas insatisfechas (NBI) y Coliformes fecales.

Se encontró una elasticidad de 1,6 para contaminación por coliformes fecales indicando que un incremento o disminución en un 10% de la contaminación ambiental por estos microorganismos produciría un aumento o disminución en 16% de la tasa de EDA. Es de aclarar que este modelo constituye solo una aproximación y puede ser mejorado a partir de mejores estimaciones de las variables consideradas en el estudio, sin embargo, es de gran utilidad para los

tomadores de decisiones y organismos de control que desean evaluar efectos de inversiones en el sector y de la gestión ambiental local.

Aunque en los últimos años se ha mejorado la disponibilidad de información en algunas instituciones, se pueden evidenciar deficiencias en las bases de datos existentes y carencia de series históricas homogéneas para la elaboración de este tipo de estudios.

Es necesario para evaluar con mayor grado de detalle y ajuste, contar con los registros adecuados procurando levantar información comparable, periódica y que este disponible al público en general. Igualmente, los estudios de caso, metodológicamente bien contruidos, son una buena alternativa.

Se estima que un aumento en 1% en la contaminación por coliformes fecales presentes en el agua para consumo, acarrearía costos ambientales estimados por valor de 105,2 millones de pesos al año para la base poblacional del año 2006 en el departamento de Risaralda.

Los costos ambientales totales para EDA en el departamento se encuentran en el orden de los 6500 millones de pesos/año (estimado para el 2006) como un límite inferior de los costos ambientales reales, ya que solo fueron incluidos los costos por hospitalización.

7 RECOMENDACIONES

La inversión per cápita en agua potable y saneamiento básico resultó ser una variable negativa para la disminución de las tasas de morbilidad por enfermedades asociadas a la deficiente calidad del agua y especialmente la EDA. Es claro entonces que se debe focalizar la inversión, mejorar los sistemas de abastecimiento de agua de las áreas rurales y llevar mejores controles de las aguas para consumo humano.

La tasa de escolarización es otro factor que debe ser mejorado, implementando campañas de educación en escuelas, colegios y a nivel de las propias veredas sobre medidas de prevención de enfermedades asociadas al consumo de agua de mala calidad y otros factores de riesgo.

También se podría considerar que las condiciones escolares de consumo de agua potable y saneamiento básico podrían estar afectando la salud de la población principalmente entre 3 y 17 años. En este sentido es importante que se revisen las instalaciones de los establecimientos educativos y se haga mayor control sobre ellos.

Se encontraron otras relaciones no esperadas entre el número de viviendas sin acueducto y número de viviendas sin pozo séptico indicando que estos pueden ser efectivamente vectores de transmisión de enfermedades como EDA a la población expuesta. Es por lo tanto fundamental realizar campañas de educación y control que propendan por el mejoramiento y aislamiento de estas estructuras para que no tengan contacto con el agua de consumo y principalmente la población infantil.

Tomando como referencia lo planteado en estudios realizados en otros países en vías de desarrollo, las intervenciones relacionadas a la reducción de riesgos y procedimientos en relación a la contaminación orgánica de agua, son en general costo / efectivos y alta externalidad positiva, por lo que su aplicación debe ser promovida.

Se recomienda a la Contraloría Departamental de Risaralda, continuar con la tarea de valorar la efectividad de la inversión pública y de la Gestión Ambiental Local, aplicando herramientas de valoración económica ambiental.

Es necesario que la Secretaría de Salud Departamental mantenga una vigilancia constante y periódica sobre la calidad del agua consumida por los risaraldenses y promueva al mismo tiempo campañas preventivas sobre toda la población.

8 BIBLIOGRAFIA

- Azqueta Diego. Valoración Económica de la Calidad Ambiental. 1.999. 299p.
- Banco de la República. Informe de Coyuntura Económica Regional de Risaralda Primer Semestre 2003.
- Banco de la República. Informe Regional de Indicadores Sociales Risaralda - Año 2002
- Bern C, Martinez de Zois, Glass R. The magnitude of the global problem of diarrheal disease; a 10 year update. Bull WHO 70 (6): 705 - 712 (1992).
- Contraloría de Risaralda. Informe Ambiental 2003/2003. 173 p.
- Contraloría de Risaralda. Informe Ambiental 2005/2006
- Contraloría de Risaralda. Informe Ambiental 2006/2007
- Contraloría de Risaralda. Control Fiscal Ambiental. Resultados de la gestión ambiental en Risaralda 2004/2007
- DANE.2005. Resultados Censo General 2005, población NBI.
- Gobernación de Risaralda. 2008. Situación actual de Risaralda
- Gobernación de Risaralda. Secretaria de Planeación. Informe sobre NBI Proyecciones 2005.
- Instituto Municipal de Salud. Revista Epidemiológica. Pereira, volumen 4 No 1 de junio de 2001.
- Llop, A. y Fasciolo G. 1993. Los Impactos Ambientales en el Sector Agua Potable y Saneamiento y su Evaluación Económica.
- Margolis H. Dealing with Risk. Why the public and the experts disagree on environmental issues. Chicago: University of Chicago Press, 1996.

- Ortiz Q. Carlos H., Escobar M. Jaime y Garcia M. Diego. Contaminación atmosférica y salud: estimación de una función dosis-respuesta para Cali. 1995. 21p.
- PAHO, 2001 Necesidades insatisfechas. Washington DC.
- Prieto PA, Martín C J-A, y Marie GC. La calidad del agua de consumo y las enfermedades diarreicas en Cuba. Rev Panam Salud Pública 2000; 7(5):313-318.
- Rincón, Margarita Rosa. Seguimiento domiciliario y aplicación de estrategias informativas participativas, a los usuarios menores de 5 años en los servicios de atención y prevención en IRA-EDA-ETA en el municipio de la Virginia, departamento de Risaralda. 2003. 100p.
- Rodríguez Del Puerto AM, Rojas CM y Fernández I A-M. Calidad del agua y Enfermedades de Transmisión Digestiva. Rev Cubana Med Gen Integr 1999,15(5):495-502
- Secretaría de Planeación Departamental. Política Ambiental de Risaralda 2003-2012.
- Secretaría de Salud de Risaralda. Indicadores de salud 2005.
- Secretaría de Salud de Risaralda. Indicadores de salud 2006.
- Taller Internacional para la difusión de las guías de la OMS sobre calidad del agua (Memorias) OPS/CNA/SA/MASICA, 18 al 23 de Septiembre 1995. México.

9 ANEXOS

9.1 ANEXO 1. MODELO DE REGRESIÓN LINEAL 1 Y ANÁLISIS DE SUPUESTOS DEL MODELO

Regresión

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ejecutado per cápita miles \$, % No apto CF, Tasa escolarización global neta, Coliformes fecales, Porcentaje de población NBI ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Tasa EDA

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,705 ^a	,497	,437	221,0998	2,333

a. Predictors: (Constant), Ejecutado per cápita miles \$, % No apto CF, Tasa escolarización global neta, Coliformes fecales, Porcentaje de población NBI

b. Dependent Variable: Tasa EDA

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2028150	5	405629,974	8,298	,000 ^a
	Residual	2053176	42	48885,143		
	Total	4081326	47			

a. Predictors: (Constant), Ejecutado per cápita miles \$, % No apto CF, Tasa escolarización global neta, Coliformes fecales, Porcentaje de población NBI

b. Dependent Variable: Tasa EDA

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-645,163	282,657		-2,282	,028		
	% No apto CF	3,726	1,452	,312	2,567	,014	,811	1,233
	Coliformes fecales	1,709	,493	,423	3,465	,001	,802	1,246
	Tasa escolarización global neta	9,586	4,208	,288	2,278	,028	,747	1,338
	Porcentaje de población NBI	4,468	2,188	,270	2,042	,047	,683	1,464
	Ejecutado per cápita miles \$	3,314	1,767	,231	1,876	,068	,790	1,265

a. Dependent Variable: Tasa EDA

Supuestos del modelo

Collinearity Diagnostics^a

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions					
				(Constant)	% No apto CF	Coliformes fecales	Tasa escolarización global neta	Porcentaje de población NBI	Ejecutado per cápita miles \$
1	1	4,958	1,000	,00	,01	,01	,00	,00	,01
	2	,504	3,138	,00	,49	,02	,00	,01	,15
	3	,312	3,984	,00	,30	,10	,01	,00	,41
	4	,125	6,304	,01	,06	,83	,03	,00	,15
	5	,093	7,291	,00	,03	,02	,03	,70	,27
	6	,008	25,319	,98	,12	,03	,93	,28	,01

a. Dependent Variable: Tasa EDA

Casewise Diagnostics^a

Case Number	Std. Residual	Tasa EDA	Predicted Value	Residual
15	3,020	848,3	180,546	667,7216

a. Dependent Variable: Tasa EDA

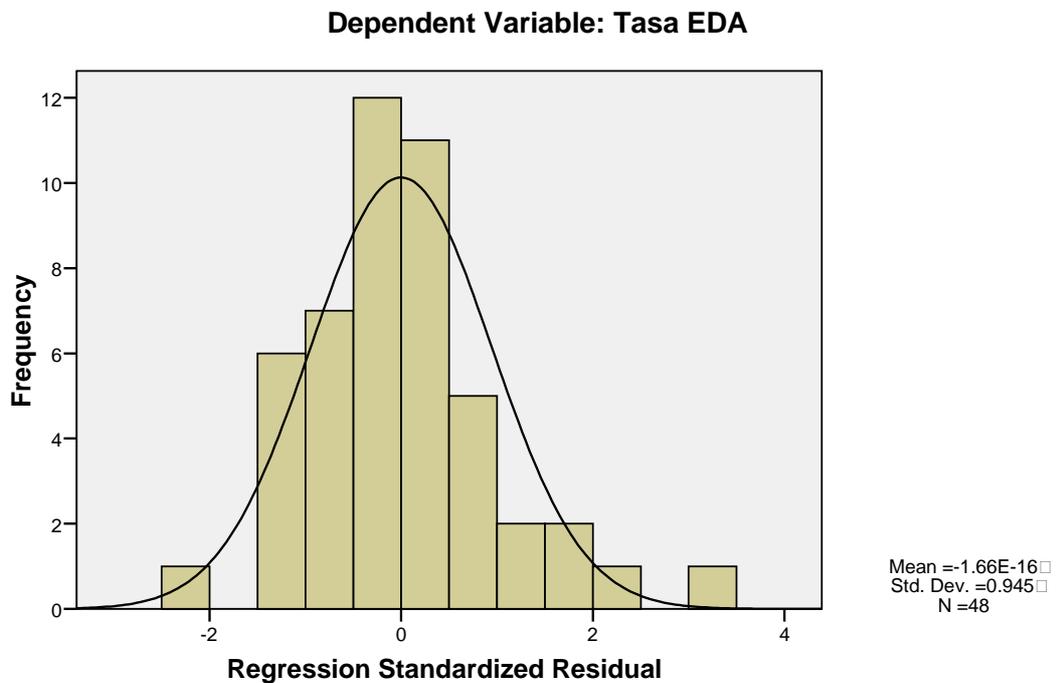
Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	180,546	1001,506	490,700	207,7309	48
Std. Predicted Value	-1,493	2,459	,000	1,000	48
Standard Error of Predicted Value	44,896	190,162	74,147	25,019	48
Adjusted Predicted Value	66,386	913,225	479,010	213,8015	48
Residual	-524,3876	667,7216	,0000	209,0086	48
Std. Residual	-2,372	3,020	,000	,945	48
Stud. Residual	-2,580	3,172	,020	1,022	48
Deleted Residual	-620,3513	736,7597	11,6902	250,1136	48
Stud. Deleted Residual	-2,778	3,594	,029	1,072	48
Mahal. Distance	,959	33,788	4,896	5,110	48
Cook's Distance	,000	,652	,039	,104	48
Centered Leverage Value	,020	,719	,104	,109	48

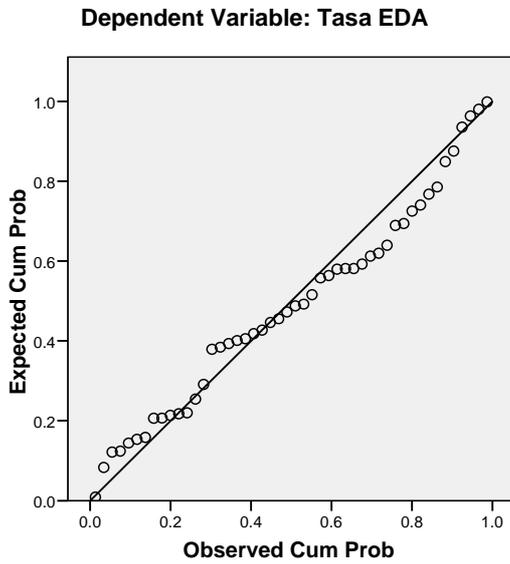
a. Dependent Variable: Tasa EDA

Charts

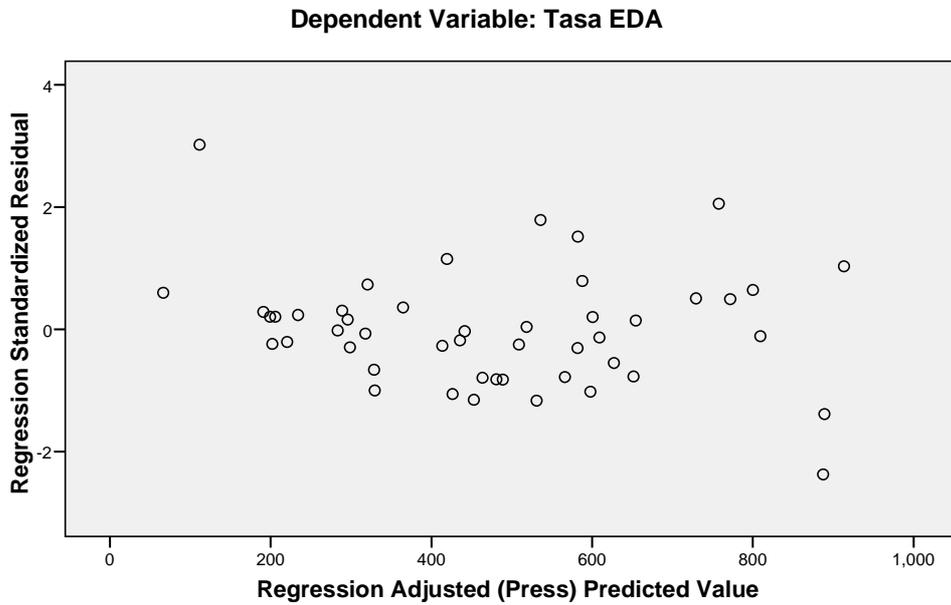
Histogram



Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Scatterplot



9.2 ANEXO 2. MODELO DE REGRESIÓN LINEAL 2

Regresión

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Porcentaje de población NBI, Coliformes fecales, % No apto CF, Tasa escolarización global neta ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Tasa EDA

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,671 ^a	,450	,400	226,0426	2,346

a. Predictors: (Constant), Porcentaje de población NBI, Coliformes fecales, % No apto CF, Tasa escolarización global neta

b. Dependent Variable: Tasa EDA

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1839186	4	459796,501	8,999	,000 ^a
	Residual	2248192	44	51095,274		
	Total	4087378	48			

a. Predictors: (Constant), Porcentaje de población NBI, Coliformes fecales, % No apto CF, Tasa escolarización global neta

b. Dependent Variable: Tasa EDA

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-572,835	286,318		-2,001	,052		
	% No apto CF	3,790	1,477	,319	2,566	,014	,807	1,240
	Coliformes fecales	1,526	,496	,380	3,080	,004	,823	1,215
	Tasa escolarización global neta	8,827	4,284	,267	2,061	,045	,743	1,345
	Porcentaje de población NBI	6,191	2,056	,381	3,012	,004	,780	1,282

a. Dependent Variable: Tasa EDA

Collinearity Diagnostics^a

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions				
				(Constant)	% No apto CF	Coliformes fecales	Tasa escolarización global neta	Porcentaje de población NBI
1	1	4,300	1,000	,00	,01	,01	,00	,01
	2	,431	3,157	,00	,71	,00	,00	,03
	3	,153	5,297	,00	,15	,78	,00	,16
	4	,107	6,332	,01	,00	,17	,06	,42
	5	,008	23,735	,98	,12	,04	,94	,39

a. Dependent Variable: Tasa EDA

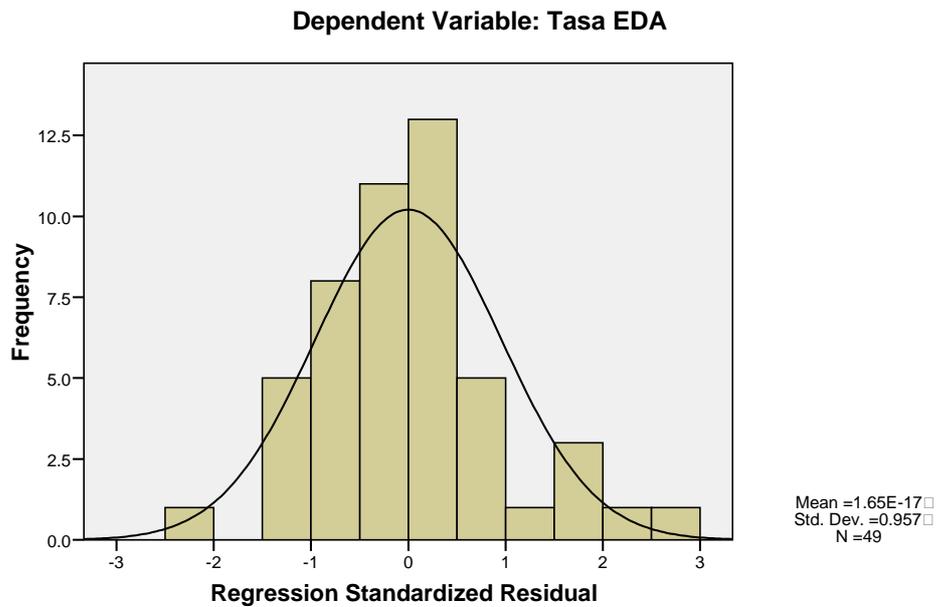
Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	112,525	1019,124	489,096	195,7457	49
Std. Predicted Value	-1,924	2,708	,000	1,000	49
Standard Error of Predicted Value	40,889	120,187	69,663	19,194	49
Adjusted Predicted Value	54,632	940,232	484,337	192,5235	49
Residual	-481,8526	632,6225	,0000	216,4193	49
Std. Residual	-2,132	2,799	,000	,957	49
Stud. Residual	-2,305	2,925	,010	1,019	49
Deleted Residual	-563,2308	690,8276	4,7592	245,4882	49
Stud. Deleted Residual	-2,430	3,221	,019	1,056	49
Mahal. Distance	,591	12,590	3,918	2,852	49
Cook's Distance	,000	,229	,028	,050	49
Centered Leverage Value	,012	,262	,082	,059	49

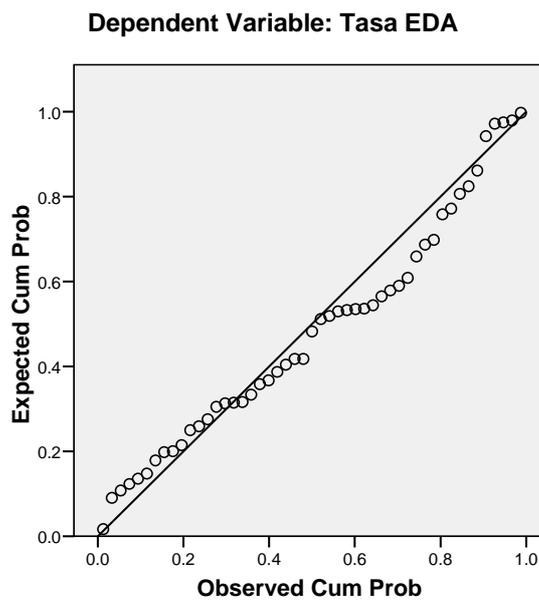
a. Dependent Variable: Tasa EDA

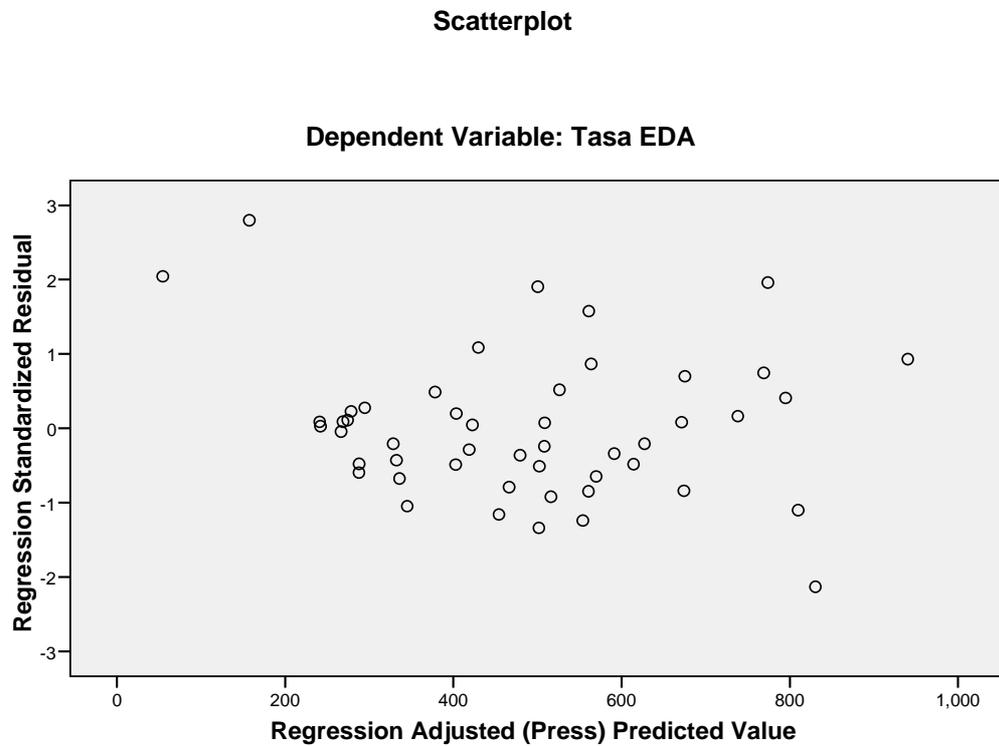
Charts

Histogram



Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual





9.3 ANEXO 3. MODELO DE REGRESIÓN LINEAL 3

Regresión

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Coliformes fecales	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
2	Población rural	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
3	Población total	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

a. Dependent Variable: Tasa EDA

Model Summary^d

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,559 ^a	,312	,249	310,4244	
2	,764 ^b	,584	,501	253,1248	
3	,865 ^c	,749	,665	207,3695	1,661

- a. Predictors: (Constant), Coliformes fecales
- b. Predictors: (Constant), Coliformes fecales, Población rural
- c. Predictors: (Constant), Coliformes fecales, Población rural, Población total
- d. Dependent Variable: Tasa EDA

ANOVA^d

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	480780,2	1	480780,187	4,989	,047 ^a
	Residual	1059997	11	96363,339		
	Total	1540777	12			
2	Regression	900055,1	2	450027,549	7,024	,012 ^b
	Residual	640721,8	10	64072,182		
	Total	1540777	12			
3	Regression	1153758	3	384585,998	8,943	,005 ^c
	Residual	387018,9	9	43002,102		
	Total	1540777	12			

- a. Predictors: (Constant), Coliformes fecales
- b. Predictors: (Constant), Coliformes fecales, Población rural
- c. Predictors: (Constant), Coliformes fecales, Población rural, Población total
- d. Dependent Variable: Tasa EDA

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	134,997	182,088		,741	,474		
	Coliformes fecales	2,458	1,100	,559	2,234	,047	1,000	1,000
2	(Constant)	-138,979	183,075		-,759	,465		
	Coliformes fecales	3,309	,957	,752	3,458	,006	,879	1,137
	Población rural	,010	,004	,556	2,558	,028	,879	1,137
3	(Constant)	-599,110	241,621		-2,480	,035		
	Coliformes fecales	3,910	,822	,889	4,756	,001	,799	1,251
	Población rural	,011	,003	,605	3,373	,008	,868	1,152
	Población total	,022	,009	,426	2,429	,038	,909	1,100

- a. Dependent Variable: Tasa EDA