



Horacio A. Chamizo García<sup>1</sup> Darner A. Mora Alvarado<sup>2</sup>

# ESTUDIO ECOLÓGICO DE LAS ENFERMEDADES DE TRANSMISIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA SUPERFICIAL DEL RÍO GRANDE DE TÁRCOLES

**Palabras clave:** Contaminación, epidemiológico, ambiente, sanitario, cuenca, río.

## Resumen

El contexto ambiental donde se inserta la población humana para trabajar y desarrollar los procesos de satisfacción de necesidades se considera, internacionalmente cada vez con más fuerza como parte de la explicación de los problemas de salud a partir de la operacionalización del concepto de salud como producción social, el auge de las estrategias preventivas de enfermedades, así como las de promoción de la salud. Este trabajo se enfoca en las enfermedades transmitidas por el agua en el contexto de la cuenca hidrográfica del Río Grande de Tárcoles (cuenca 24), la más importante de Costa Rica desde el punto de vista socioeconómico.

Se establece como hipótesis de que los procesos de contaminación del agua y el suelo, resultado de deficiencias en la gestión ambiental, tienen consecuencias graves en la salud de las personas que se asientan en esos espacios geográficos. En este sentido se diseñó un estudio epidemiológico tipo ecológico que utiliza información sanitaria y ambiental secundaria para avanzar en la consolidación de hipótesis que deben conducir a investigaciones epidemiológicas más detalladas. A través del trabajo se ha hecho evidente la asociación entre los procesos de contaminación del sistema ambiental de la cuenca 24 y el riesgo de enfermar y morir. Esta situación se agrava en los grupos de mayor vulnerabilidad, como son los niños y las personas de tercera edad que habitan los territorios de mayor rezago socioeconómico. La consistencia de los argumentos esgrimidos sobre algunas posibles consecuencias en la salud, de las debilidades en la gestión ambiental, deben servir como elementos para el desarrollo de procesos

políticos orientados hacia la construcción social de la atención sanitaria y ambiental en beneficio de sus habitantes.

## Introducción

### Las enfermedades de transmisión hídrica como parte del contexto ambiental de la cuenca hidrográfica 24

La situación de crisis ambiental que se ha manifestado desde la primera mitad del siglo pasado, ha propiciado el desarrollo de distintas posiciones conceptuales respecto a las relaciones naturaleza-sociedad. El incremento de la conciencia ambiental respecto al agotamiento de los recursos naturales, como base de la satisfacción de necesidades, unido al aumento de la pobreza absoluta y de la brecha socioeconómica, ha contribuido a la superación del concepto de desarrollo como crecimiento económico.

Una de las manifestaciones más evidentes de la crisis ambiental global es el agotamiento cuantitativo y cualitativo del agua. Actualmente, muchos países carecen de las reservas de agua suficiente para abastecer a la población y garantizar la actividad productiva, constituyéndose en una verdadero límite para el desarrollo. A pesar de la situación, aún contando con una adecuada gestión del recurso, debido al crecimiento de la población y de la actividad productiva, las extracciones y el consumo de agua podría ser 10% mayor para el año 2025.<sup>(1)</sup>

<sup>1</sup> Profesor de la Escuela de Tecnologías en Salud. Facultad de Medicina. UCR.

<sup>2</sup> Director Laboratorio Nacional de Aguas. Acueductos y Alcantarillados.



# Materiales y métodos

La situación de los ríos Virilla y Grande de Tárcoles generó la necesidad de convocar a un seminario donde asistieron numerosas instituciones estatales y las municipales implicadas. Estos ríos sirven como desagüe principal al valle central occidental de Costa Rica, donde se asienta la mayoría de la población del país, la industria y el comercio. Los cursos de agua de esta cuenca atraviesan las ciudades de San José, Heredia y Alajuela, las cuales producen descargas de los alcantarillados sanitarios e industrias, escurrentía urbana y drenaje agrícola. La mayoría de las descargas se vierten sin ningún tratamiento, lo que ha provocado estrés ecológico en los cauces receptores, tales como: agotamiento del oxígeno disuelto; desaparición de especies acuáticas y presencia de agroquímicos. También se ha detectado la existencia de metales pesados y altas densidades de coliformes fecales, así como grandes cantidades de sólidos en suspensión y sedimentables, producto de la erosión de los suelos.<sup>(2)</sup>

El Laboratorio Nacional de Aguas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados ha realizado sistemáticamente muestreos mensuales de los ríos que conforman la cuenca 24, evidenciando los altos niveles de contaminación. Por ejemplo, en el caso del indicador de coliformes fecales se encontraron valores que fluctúan entre  $10^3$  y  $10^6$  NMP/100 ml durante todos los meses del año. Se reconoce que la contaminación de estos ríos se originó desde principios de siglo y se debe a la descarga permanente de los desechos de la actividad socioeconómica a la red de drenaje natural.<sup>(3)</sup>

Dada la contaminación ambiental permanente y prolongada del agua durante décadas, es necesario considerar que este también es un problema que tiene consecuencias en el suelo y todo el ecosistema, incluyendo a la agricultura, el turismo y la recreación. En fin está incorporado en el quehacer y la vida cotidiana de la principal cuenca hidrográfica del país. Esto significa que desde el punto de vista epidemiológico ambiental, el panorama investigativo se amplía para considerar, además de la transmisión hídrica, otros mecanismos secundarios como es la contaminación de alimentos, etc.

La propuesta de este documento es reflexionar sobre la situación epidemiológica ambiental de la cuenca hidrográfica a partir de datos secundarios bioestadísticos que sustenten la hipótesis de una cuenca enferma.

La propuesta metodológica que se presenta se ha estructurado en dos partes: el fundamento del diseño metodológico, en la que se discuten los procedimientos más generales del estudio y las razones que se tomaron en cuenta para este diseño; y la segunda parte explica los materiales y procedimientos para la recopilación y el análisis de los datos.

Se ha desarrollado un estudio epidemiológico tipo ecológico, con fundamento espacial (cantones y zonas geográficas) para alcanzar el objetivo de caracterizar las necesidades de salud, sus determinantes y tendencias temporales. En este apartado se discuten los fundamentos metodológicos de la investigación y los alcances de los resultados esperados. Se esgrimen algunas razones que fundamentan la validez de los procedimientos que se asumen en el análisis:

- Existe información secundaria accesible. Existen registros accesibles sobre morbilidad en la CCSS, y datos demográficos y mortalidad en el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Los datos del último censo del año 2000 se consideran actualizados de acuerdo con los datos de morbilidad y mortalidad.
- Validez del diseño. El tipo de diseño ecológico es el más válido cuando se trata de contextualizar el perfil epidemiológico y las necesidades de salud, ya que considera como unidades de análisis los espacios geográficos poblacionales y no los individuos.
- Validez de la información. No se consideran muestras sino la totalidad de la población agrupada por áreas geográficas, lo que significa la eliminación de los errores aleatorios y de muestreo. Se ha trabajado con información oficial que ha estado sometida a los procedimientos institucionales de control de calidad, además de constituir registros de información consolidados y procedimientos establecidos desde hace muchos años.

Los principales problemas de validez de los resultados que se esperan a partir de este tipo de diseño son el sesgo de la falacia ecológica, y los posibles sesgos asociados a validez de la información registrada (subregistro y subdiagnóstico de casos). En este sentido, se ha seleccionado la

información más válida para caracterizar los perfiles epidemiológicos, y en todo caso, se han seleccionado indicadores e información que redundan en cada uno de los objetivos del trabajo, con el propósito de buscar una mayor capacidad de selección y consistencia de los resultados esperados. Los sesgos mencionados limitan los resultados que se esperan del análisis; razón de peso para tomarlos como hipótesis que deben continuar siendo investigadas en estudios más detallados, especialmente a través de sistemas de información que recuperan, procesan y analizan resultados de manera detallada y permanente.

Se parte de información secundaria de morbi-mortalidad, demográfica, socioeconómica, y geográfica. A continuación se explican las fuentes de información para cada uno de estos componentes (el perfil epidemiológico y sus determinantes), así como los procedimientos de análisis y los indicadores que han sido construidos. La información de morbi-mortalidad tomó en cuenta como fuentes básicas, los registros que tienen la CCSS y el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). En el caso de la morbilidad consideró el registro de egresos hospitalarios de la CCSS. En el caso de la mortalidad se contó con información del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

Se reconoce que los datos sobre egresos hospitalarios consideran solo una parte de la morbilidad, pero existen razones para asegurar que es un registro dotado de suficiente validez, por apoyarse en diagnósticos más completos y con un nivel superior de confirmación por constituir casos egresados de la atención hospitalaria. A partir de estos datos se construyeron indicadores de frecuencia de enfermedad (tasas anuales y por períodos) utilizando los datos demográficos del tamaño de la población total y por edades a nivel de área de salud para un grupo de años seleccionados. Las frecuencias de morbilidad y mortalidad permitieron la caracterización de la evolución temporal del perfil epidemiológico y su diferenciación espacial.

El conocimiento de la estructura por edades de la población permitió la construcción de indicadores de morbilidad y mortalidad estandarizados según edad por el método indirecto. Estos son indicadores de mayor validez para el análisis comparativo entre áreas de salud, ya que la estructura por edades puede enmascarar los efectos que tienen el contexto socioeconómico y ambiental en el perfil epidemiológico y las necesidades de salud (*efecto de la confusión*). A partir de esta información se

contó también con estimadores de riesgo relativo puntuales y por intervalos (estandarizados), lo que facilita el análisis comparativo entre unidades geográficas y temporales (IME, Índice de Mortalidad/Morbilidad estandarizado o *Standardized Mortality Ratio SMR*). Los métodos de estandarización de tasas han sido aplicados tradicionalmente en estudios evolutivos de la mortalidad y la comparación de áreas geográficas.<sup>(4, 5, 6)</sup>

Se ha tomado en cuenta otro indicador de efecto muy utilizado en estudios retrospectivos individualizados: es la odds ratio (*OR*). El procedimiento de cálculo de la *OR* se ha aplicado al análisis estratificado para verificar el nivel de interacción entre las variables del contexto ambiental natural y el ambiente socioeconómico como criterio de vulnerabilidad de la población ante el proceso de contaminación del agua y el suelo.

En esta investigación se utilizan distintos conceptos de población control. En el análisis temporal de la mortalidad se utiliza como control el primer trienio en análisis, al cual le corresponde el valor de la unidad. Los trienios posteriores se consideran como índice y fluctúan en torno al valor de la unidad como cualquier indicador de riesgo relativo, lo que permite observar la tendencia hacia el exceso de riesgo o hacia la protección. Debido a que este método cumple con casi todas las propiedades (Primera Propiedad: Si  $T_a$  es  $K_1$  veces  $T_b$  y  $T_b$  es  $K_2$  veces  $T_c$ , entonces  $T_a$  es  $K_1 \cdot K_2$  veces  $T_c$ ) deseables de los métodos de estandarización<sup>7</sup>, las poblaciones índices pueden ser comparables entre sí, aunque esta es una propiedad que no se explota demasiado en el estudio.

El segundo concepto de población control se utiliza en el análisis espacial. En este caso, la población control es la población nacional, cuyas probabilidades de enfermar o morir ("tasas") específicas se le aplica a cada uno de los grupos quinquenales de población de cada unidad geográfica poblacional. De esta forma se tienen las defunciones esperadas o las que sucederían en cada cantón si no tuviera las condiciones de riesgo que tiene y que dan lugar a las defunciones observadas, sino las que tendrían si prevaleciese una situación promedio nacional. Es posible entonces estimar el riesgo relativo.

**Tabla 1**  
**Indicadores de mortalidad y morbilidad utilizados para caracterizar el perfil epidemiológico**

<b>Indicadores de morbilidad</b>
Intoxicaciones alimentarias de origen bacteriano
<i>Shigelosis</i>
Diarreas y gastroenteritis de presunto origen infeccioso
<i>Amebiasis</i>
Infecciones intestinales debidas a <i>protozoarios</i>
Dermatitis alérgica
<b>Indicadores de mortalidad</b>
Diarreas

Se parte del criterio teórico, que la contaminación del agua por la actividad socioeconómica es un proceso de deterioro ambiental que involucra al resto de los elementos abióticos y bióticos que integran un sistema. En este sentido los conceptos de cuenca y paisaje natural, que parten de la teoría de sistemas, se consideran fundamentales para entender el proceso contaminación-exposición-enfermedad en humanos.

La cuenca hidrográfica superficial es una unidad natural de circulación del agua que ha tenido diversos usos socioeconómicos dentro de sus límites geográficos. Además de un sistema de escurrimiento, no deja de ser un sistema de unidades de relieve, resultado de la interacción de procesos endógenos y los agentes del modelado, incluyendo la acción física del agua al escurrir. La formación del suelo, el relieve y todo el ecosistema ocurre a partir de una diversidad de procesos como los de denudación, erosión y sedimentación, estrechamente asociados a la circulación del agua y por tanto a la epidemiología de procesos de contaminación de los humanos.<sup>(8, 9, 10)</sup>

La cuenca hidrográfica es la unidad territorial más aceptada para la gestión integrada de los recursos hídricos.<sup>(11)</sup> Las políticas para utilizar el territorio de una cuenca como base para la gestión del agua han variado significativamente en el tiempo y han tenido diferentes enfoques de un país a otro. En algunos países se han adoptado modelos de gestión del recurso hídrico según cuencas hidrográficas, como son los casos de Francia y México. Se han integrado organizaciones sociales y administrativas de cuenca que convocan a los usuarios del agua para la toma de decisiones sobre el recurso hídrico.<sup>(12)</sup> Este planteamiento metodológico, reconocido internacionalmente, justifica la preocupación por generar conocimientos sistemáticos y permanentes al menos en las cuencas hidrográfi-

cas de mayor importancia socioeconómica.

La transmisión de enfermedades asociadas a la contaminación del agua se explica a partir de la exposición directa de los humanos al agua y los alimentos contaminados por esta de manera directa o indirectamente, a partir del suelo contaminado durante su proceso de formación. Es por eso que los procesos naturales relacionados con la circulación del agua adquieren importancia epidemiológica y deben considerarse en los procesos metodológicos de zonificación del riesgo de enfermar.<sup>(13)</sup> Como se puede verificar en la tabla anexa, de acuerdo con la normativa respecto a la concentración de coliformes fecales, no se recomienda el uso del agua de la red drenaje con fines productivos, recreativos y mucho menos para consumo humano. Sin embargo, los puntos de muestreo localizados en el fondo del valle central son los que presentan los valores mayores de contaminación.

En el presente estudio se ha zonificado la cuenca hidrográfica superficial del Río Grande de Tárcoles (conocida como cuenca 24) en tres grupos de paisajes que coinciden con los sectores altitudinales: alto, medio y bajo:

- **Alto:** integrado por alturas y montañas en las que predominan las superficies inclinadas y los procesos erosivos, así como el lavado de los horizontes superiores del suelo. El escurrimiento del agua encauzada favorece la aereación y autodepuración, así como el transporte y movilización de los elementos contaminantes de carácter biológico y químico. Es la zona de hábitat humano potencialmente menos amenazada.
- **Medio:** integrado por llanuras erosivas y denudativas. Se trata del sector medio de la cuenca. Se alternan los procesos de transporte con los

de deposición y sedimentación, aunque predominan los primeros, contribuyendo al arrastre y el lavado de los contaminantes. No deja de constituirse en una receptora del lavado y por tanto, de la contaminación desde las partes más altas, por lo que se considera en un nivel intermedio en la escala de magnitud de amenaza dentro de la cuenca.

- **Bajo:** integrado por llanuras acumulativas fluviales y marinas. Predominan los procesos de sedimentación sobre el arrastre. Es común encontrar suelos hidromórficos y gley relacionados con inundaciones o humedad casi permanente. Es la zona potencialmente más amenazada por a contaminación del agua y el suelo dentro de la unidad de cuenca.

En el presente estudio se zonificaron los territorios cantonales en las unidades mencionadas, con el propósito de comparar la frecuencia de algunas causas

de enfermar asociadas con la transmisión hídrica.

El segundo grupo de variables utilizadas para explicar el proceso contaminación-exposición-enfermedad tiene que ver con el contexto socioeconómico que explica la vulnerabilidad de la población ante las amenazas mencionadas.

La información socioeconómica se utilizó para caracterizar el contexto territorial explicativo del perfil epidemiológico. El cantón se ha seleccionado como unidad de análisis de datos por tres razones básicas: es una unidad político-administrativa para la que se disponen datos con un nivel de desagregación adecuado para los objetivos de esta investigación. No se han observado grandes variaciones temporales (solo en casos puntuales durante la década de los setenta) de estas unidades para el período de tiempo que se plantea el estudio, y existe gran coincidencia espacial entre esta unidad y las áreas de atracción de los servicios de salud.

**Tabla 2**  
**Indicadores del contexto socioeconómico**

Indicador	Fuente	Años considerados
Peso del grupo de personas no costarricenses	CCP	2000
Peso del grupo de personas provenientes de otro cantón	CCP	2000
Peso de la población rural	CCP	2000
Peso de la población sin grado escolar	CCP	2000*
Peso de la población que no sabe leer y escribir	CCP	2000*
Peso de la población que habita en condiciones de hacinamiento	CCP	2000*
Peso de la población que habita en viviendas en mal estado	CCP	2000*
Peso de la población que habita en tugurios	CCP	2000*
Peso de la población que no tiene seguro social	CCP	2000*
Peso de la población sin empleo	CCP	2000*

\*Estos indicadores han sido utilizados en la construcción de la Distancia de Gower utilizado como índice de desarrollo social.

La información geográfica utilizada es el mapa cantonal del país al que se le atribuye la información estadística mencionada, utilizando un programa SIG. La información que ofrece el SIG a través de su interfase estadístico-espacial ha sido objeto de modelación cartográfica (La modelación cartográfica en este caso consistió en la redacción de mapas temáticos de morbimortalidad).

Se han implementado dos procedimientos de clasificación espacial de las áreas de salud, según su perfil epidemiológico y características del contexto socioeconómico. En el primer caso, se trata de la clasificación no supervisada Análisis de Cluster o de Conglomerados. El concepto de distancia en este procedimiento resulta clave, y se refiere exclusivamente al parecido entre perfiles epidemiológicos. El

procedimiento Cluster permite comparar cada área de salud con el resto, en un proceso automatizado de múltiples iteraciones, definiendo grupos de áreas de salud como primer criterio para la zonificación.

Este procedimiento se ha aplicado al grupo de enfermedades como las transmitidas por el agua y los alimentos. La cartografía de los clusters permite identificar los patrones espaciales de estos grupos de cantones, para sostener hipótesis de causalidad y dirigir acciones de gestión de programas de intervención.

El segundo tipo de clasificación es la supervisada, que se ha utilizado para resumir los indicadores socioeconómicos y para confeccionar un ranking que aporta elementos explicativos sobre inequidad o la brecha de necesidades entre áreas. Esto se



puede hacer a partir de la definición de un modelo real o ideal (El modelo de clasificación supervisada compara la distancia <parecido socioeconómico o ambiental> entre cada una de las áreas de salud de una zona, y entre las zonas del país respecto a un modelo o área ideal deseada o un área real <mejor o peor modelo real> para confeccionar un ranking). El indicador de Distancia de Gower fue utilizado como modelo para la clasificación supervisada, aplicada al análisis de los determinantes de las necesidades de salud.

## Presentación y discusión de los resultados

La información epidemiológica sobre infecciones asociadas directa e indirectamente con el agua y el contexto ambiental donde éstas se generan, se presentan y discuten de manera estructurada en dos grandes epígrafes: morbilidad y mortalidad. La explicación parte de la situación nacional y posteriormente se concentra en la cuenca hidrográfica superficial del Río Grande de Tácoles y sus zonas de potencial influencia en el golfo de Nicoya, esto con el propósito de entender mejor la caracterización epidemiológica.

### 1. Análisis de morbilidad asociada a la contaminación del agua.

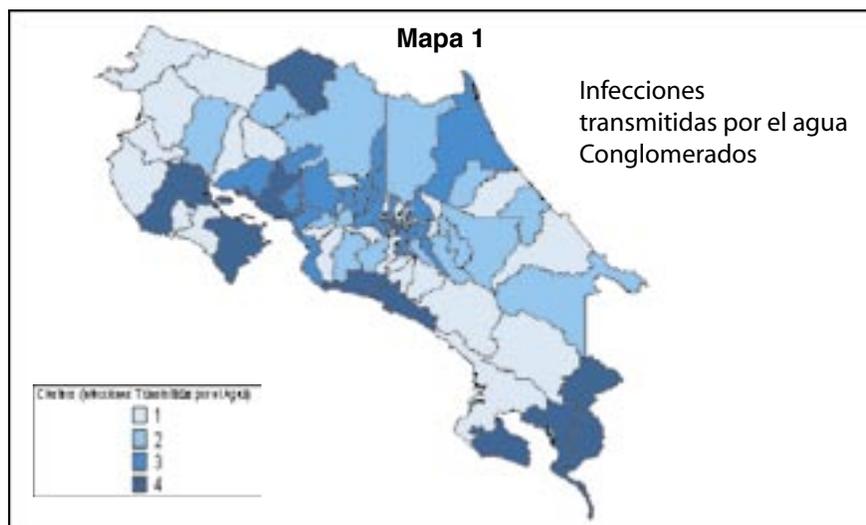
Para la caracterización del patrón espacial de las infecciones transmitidas por el agua y los alimentos se utilizaron como indicadores las frecuencias trienales estandarizadas de las siguientes

entidades: Intoxicaciones alimentarias de origen bacteriano, shigelosis, diarreas y gastroenteritis de presunto origen infeccioso, amebiasis y las infecciones intestinales debidas a protozoarios.

La morbilidad por shigelosis se concentra sobre todo fuera de la Gran Área Metropolitana (GAM), en cantones de la zona sur y la vertiente del Pacífico, ver mapa (anexo). Algo similar sucede con las enfermedades diarreicas y gastroenteritis infecciosa que es mucho más probable, pero su patrón espacial de mayor frecuencia se localiza a lo largo de toda la vertiente del Pacífico. En el caso de la gastroenteritis infecciosa, la mayor afectación se produce también en la región Chorotega y la GAM en los cantones del Sur y el Oeste.

La morbilidad por amebiasis y por infecciones intestinales debidas a protozoarios tiene una frecuencia más baja, sin embargo, sus patrones espaciales correlacionan notablemente. Los cantones clasificados en los quintiles de mayor incidencia se localizan predominantemente hacia el exterior del área metropolitana y sobre todo hacia la vertiente del Pacífico.

Los patrones espaciales de las entidades descritas están muy asociados, especialmente las diarreas y gastroenteritis infecciosa, las intoxicaciones alimentarias bacterianas, amebiasis y las infecciones intestinales, a protozoarios. Las correlaciones superan el 30 y 35% de acuerdo con el índice de correlación de Pearson. Estas entidades fueron consideradas en la construcción del patrón espacial resumen. Los resultados del conglomerado se muestran en el siguiente mapa:



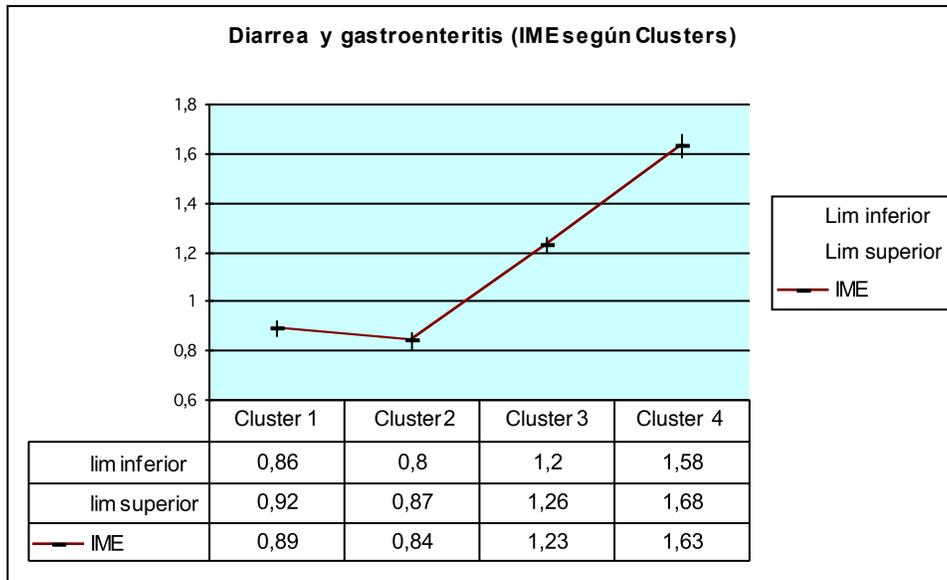
Fuente: Elaboración propia a partir registro de egresos hospitalarios, CCSS

Los cantones de los conglomerados 3 y 4 concentran los mayores valores de probabilidad de este tipo de infecciones, cuyo mecanismo de transmisión es el agua y los alimentos. Tienden a localizarse hacia el Sur de la Gran Área Metropolitana o fundamentalmente fuera de ésta hacia las zonas donde predominan los paisajes naturales de llanura con pendientes relativamente más bajas, funda-

mentalmente en la vertiente del Pacífico.

Para el caso de la diarrea o gastroenteritis de presunto origen infeccioso (considerado como trazador dentro de este grupo), la de mayor incidencia, se calculó el riesgo relativo estandarizado a través del IME.

**Gráfico 1**



Fuente: Elaboración propia a partir de registro de egresos hospitalarios de la CCSS.

Los grupos 1 y 2 se protegen de este tipo de entidades, en tanto los grupos 3 y 4 tienen exceso de riesgo, 26 y 68% respectivamente más probabilidad que la situación promedio del país.

En un estudio ecológico que abordó este grupo de entidades a nivel cantonal con datos sobre egresos hospitalarios, se calcularon riesgos relativos estandarizados. Se evidenció que la RMC (Razón de Morbilidad Comparativa) aumentó significativamente según se descendía de la parte alta del Valle Central hacia las llanuras del Pacífico. Se encontró que la población que habita en los paisajes de llanura de la cuenca del Tárcoles tiene 422% más probabilidad que la población que habita en los cantones de la parte alta de la GAM, sobre todo al norte. La población que habitaba en la meseta tenía cerca del 30 % más probabilidad de enfermar.

Es tan elevado el nivel de contaminación de la cuenca del Río Grande de Tárcoles, que concentra 67% de toda la carga orgánica del país. La totalidad de las aguas subterráneas es recolectada y

se vierte sin tratamiento en esta cuenca. Se calcula que diariamente se vierten 250000m<sup>3</sup> de aguas residuales al río Virilla. En veinticuatro horas esta agua alcanza el Golfo de Nicoya donde el impacto de la contaminación se hace sentir en los cantones costeros (14).

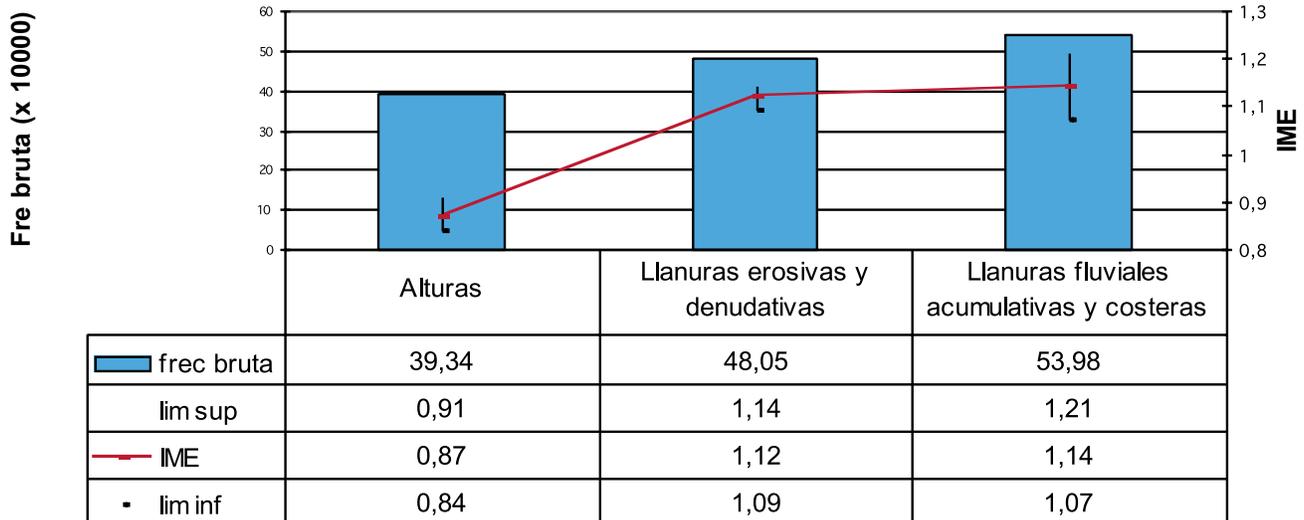
Los datos que se mostraron para los años 1993, 1994 y 1995, contribuyeron a sostener la hipótesis de la importancia que tiene el ambiente natural en la transmisión de entidades, especialmente en condiciones de ruralidad. Por otra parte, se explicó la importancia que podía tener la calidad del agua de consumo, ya que los acuíferos superficiales y subterráneos, aguas abajo en la cuenca, podían contaminarse con desechos domésticos e industriales.

El cartograma presentado contribuye a sostener la hipótesis anterior. Se destaca que los grupos de exceso de riesgo se concentran fundamentalmente en el entorno de la cuenca, pero fundamentalmente en su interior, desde la meseta oeste ha-

cia la desembocadura en el Golfo de Nicoya. Los otros cantones clasificados con exceso de riesgo se localizan en la llanura lacustre del Lago de Nicaragua y en la frontera sur con Panamá, ambos en zonas receptoras de lavado fluvial.

La situación específica de la cuenca 24 se explica a partir de gráficos que ilustran la variación del riesgo de enfermar por algunas causas de morbilidad trazadoras de las infecciones transmitidas por el agua.

**Gráfico 2**  
**Riesgo relativo estandarizado diarreas y gastroenteritis según zonas geográficas**  
**chs Río Grande de Tárcoles**



Fuente: Elaboración propia a partir de registro de egresos hospitalarios de la CCSS.

El gráfico anterior muestra el comportamiento espacial del riesgo bruto y estandarizado de enfermar de diarreas y gastroenteritis infecciosas en la cuenca 24, según grupos de paisajes. La población que habita en los territorios de las zonas más altas se enfermó con mucha menor frecuencia y se protege un 13% respecto a la situación promedio del país. Esta afirmación es significativa desde el punto de vista estadístico. Se ha explicado que en este grupo de paisajes la acumulación potencial de elementos contaminantes del agua y el suelo no se favorece como tendencia, debido a que predomina el escurrimiento y lavado sobre los procesos acumulativos y de sedimentación.

El incremento en la probabilidad de enfermar se advierte en la medida que descendemos a los otros dos tercios de la cuenca. Los territorios donde predominan los paisajes erosivos y denudativos correspondientes a las superficies inclinadas de la Meseta Central y otras más bajas, evidencian valores superiores de riesgo bruto y estandarizados por edad. La población que habita estos territorios se encuentra en exceso de riesgo respecto al promedio nacional; esto significa 12% más de proba-

bilidad de enfermar, con significación estadística

Los territorios de las llanuras acumulativas de la cuenca 24 presentan el mayor riesgo de enfermar por estas causas, 14% más de probabilidad de enfermar que el resto de la población del país. Se trata de la población más expuesta desde el punto de vista del contexto físico ambiental natural.

Si se comparan el tercio inferior y el superior de la cuenca 24, el exceso de riesgo corresponde a la población que habita el primero y su magnitud es de 26% más de probabilidad de enfermar. El indicador de riesgo por intervalos muestra claramente que esta afirmación es significativa desde el punto de vista estadístico.

La hipótesis de que las personas que habitan las partes medias y bajas de la cuenca se exponen en mayor medida a la contaminación, se sostiene y es consistente en el planteamiento del análisis estratificado. Este se ha estructurado para los principales grupos etarios de riesgo, los menores de 10 años y los mayores de 70 años.

A continuación se exponen los resultados del análisis estratificado, que según niveles de desarrollo socioeconómico, como factor sintetiza un conjunto de condiciones que intervienen en la exposición a la contaminación y el riesgo de enfermar. En pri-

mer lugar se consideran las personas menores de 10 años y posteriormente los mayores de 70 años.

En el grupo de menores de 10 años se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 3**  
**Análisis estratificado según nivel de desarrollo socioeconómico territorial.**  
**Diarrea y gastroenteritis en menores de 10 años**

Diarrea y gastroenteritis 0-9 años	Indicadores de efecto puntual y por intervalos
Estrato general	OR= 1,31 (1,25-1,39) $\chi^2$ MH= 100.96 p=0,000
Estrato 1 territorios aventajados	OR=1.39 (1.26-1.54) $\chi^2$ MH= 41.58 p=0,000
Estrato 2 territorios desaventajados	OR=1.25 (1.17-1.33) $\chi^2$ MH= 46.97 p=0,000 OR cruda=1,31 OR estandarizada= 1,30 (1,25-1,35) $\chi^2$ MH= 185,89
RESUMEN ANÁLISIS ESTRATIFICADO	p= 0,000

Fuente: Elaboración propia a partir de registro de egresos hospitalarios de la CCSS.

La tabla anterior muestra los resultados del análisis estratificado general y según estratos socioeconómicos. En el caso del grupo etario de menores de 10 años se evidencia de manera clara el exceso de riesgo para los habitantes de los territorios aguas abajo en la cuenca 24. En este grupo etario no se advierten diferencias claras entre estratos, en todo caso, se observa un exceso de riesgo que oscila entre un 29 % y un 30% de mayor probabilidad para los territorios considerados como expuestos a la contaminación.

Esto quiere decir, que en el caso de los menores, con independencia del nivel de desarrollo socioeconómico territorial que explica la vulnerabilidad de la población, existe exceso de riesgo de enfermar de diarreas según se desciende altitudinalmente en la cuenca 24.

En el grupo etario de mayores de 70 años se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 4**  
**Análisis estratificado según nivel de desarrollo socioeconómico territorial.**  
**Diarrea y gastroenteritis en mayores de 70 años**

Diarrea y gastroenteritis mayores 70 años	Indicadores de efecto puntual y por intervalos
General	OR= 1,30 (1,06 -1,59) $\chi^2$ MH= 6,61 p=0,010
Estrato 1 territorios aventajados	OR=1,29 (0,88 - 1,90) $\chi^2$ MH= 1,80 p=0,179
Estrato territorios desaventajados	OR=1.27 (1,00-1,62) $\chi^2$ MH= 3,77 p=0,052 OR cruda=1,30 OR estandarizada= 1,29 (1,11-1,48) $\chi^2$ MH= 11,93
RESUMEN ANÁLISIS ESTRATIFICADO	p= 0,001

Fuente: Elaboración propia a partir de registro de egresos hospitalarios de la CCSS.

Los resultados del análisis general para el grupo de mayores de 70 años evidencian que existe exceso de riesgo para las personas que habitan los sectores medios y bajos de la cuenca 24. Los grupos de población que habitan aguas abajo tienen exceso de riesgo, con una magnitud de 30 % más probabilidad de enfermar. Esta tendencia no es uniforme según los dos estratos socioeconómicos definidos. En el caso de los territorios con mayor ventaja socioeconómica no se establece claramente el exceso de riesgo, ya que no existe significación estadística para sostener la hipótesis de que el hecho de habitar aguas abajo en la cuenca 24 signifique exceso de riesgo de enfermar.

Sin embargo, en los territorios más desaventajados socioeconómicamente, es evidente el exceso de riesgo de la población aguas abajo. La magnitud del riesgo en este caso es de 27% más probabilidad de enfermar para los territorios receptores del lavado de las partes altas de la cuenca 24, en personas mayores de 70 años.

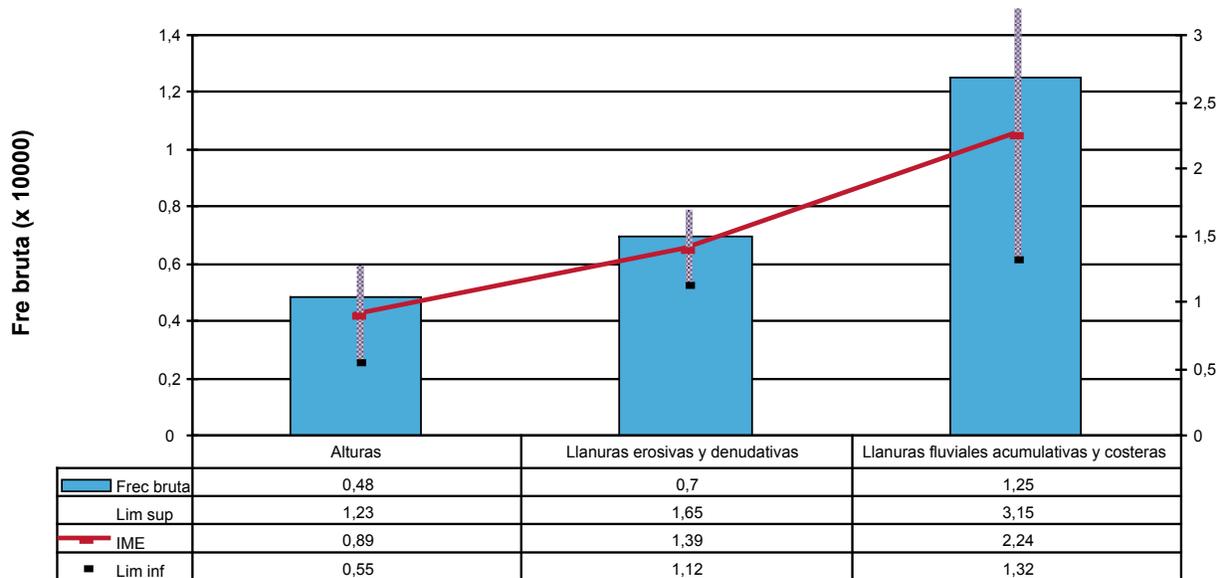
Al comparar los resultados del análisis estratifi-

cado, correspondiente a los grupos etarios menores de 10 y mayores de 70, se aprecian diversas tendencias que los hacen similares o los diferencian en su comportamiento. Un elemento común para ambos grupos etarios es que se aprecia el efecto que tiene la condición de vivir aguas abajo en la cuenca 24 en el incremento de la probabilidad de contraer diarreas y gastroenteritis. Sin embargo, en el grupo de menores de 10 años esta tendencia se mantiene independientemente del nivel de desarrollo socioeconómico territorial; no sucede lo mismo en los mayores de 70 años, que adquieren mayor riesgo en la medida que la condición socioeconómica se deteriora.

Es decir, solo en el grupo de mayores de 70 años, la condición socioeconómica territorial actúa como un factor contribuyente, adicional al ambiente físico natural, muy claro en la situación de riesgo de enfermar.

La variación espacial del riesgo de enfermar por intoxicaciones alimentarias y bacterianas se muestra en el siguiente gráfico:

**Gráfico 3**  
**Riesgo relativo estandarizado intoxicaciones alimentarias y bacterianas según zonas geográficas chs Río Grande de Tárcoles**



Fuente: Elaboración propia a partir de registro de egresos hospitalarios de la CCSS.

Las tendencias son similares a las descritas anteriormente. La población que habita los cantones del tercio superior de la cuenca 24 se protege respecto a la población de todo el país y particularmente a la población que habita los territorios intermedios y bajos. La magnitud de la protección es de

un 11% menos probabilidad de enfermar.

El riesgo de enfermar por esta causa se incrementa notablemente y con significación estadística en la medida que descendemos a los paisajes con mayor tendencia a la acumulación y sedimentación

de los contaminantes fluviales. La población que habita los cantones de la Meseta Central tiene exceso de riesgo de una magnitud del 39% más probabilidad de enfermar.

Si se compara la situación de las enfermedades diarreicas y gastroenteritis con las intoxicaciones bacterianas, el exceso de riesgo que muestran las poblaciones del tercio medio e inferior de la cuenca es mucho mayor en el segundo grupo de enfermedades mencionado. Esta situación es más evidente en el caso de la población que habita las partes más bajas de la cuenca.

En el caso de las intoxicaciones bacterianas, la situación de la población de las partes más bajas de la cuenca es de exceso de riesgo; éste alcanza

una magnitud del 124% más de probabilidad de enfermar que el resto de la población del país.

Los resultados del análisis estratificado que se muestran a continuación, evidencian el grado de interacción que puede tener el nivel de desarrollo del territorio en la exposición a los contaminantes potenciales del suelo y el agua dentro de la cuenca 24. En este caso, se ha considerado el grupo etario entre 0 y 9 años, de mayor riesgo.

La hipótesis de que las personas que habitan las partes medias y bajas de la cuenca se exponen en mayor medida a la contaminación, se sostiene y es consistente en el planteamiento del análisis estratificado, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 5**  
**Análisis estratificado según nivel de desarrollo socioeconómico territorial.**  
**Intoxicaciones alimentarias y bacterianas**

Intoxicaciones alimentarias y bacterianas	Indicadores de efecto puntual y por intervalos
General	OR= 1,73 (1,00 - 3,02) chi <sup>2</sup> MH= 4,37 p=0,0364
Estrato 1 territorios aventajados	OR=1,08 (0,45 - 2,67) Chi <sup>2</sup> MH= 0,03 p=0,862
Estrato 2 territorios desaventajados	OR=2,23 (1,08 - 4,78) chi <sup>2</sup> MH= 5,37 p=0,020 OR cruda=1,73 OR estandarizada= 1,72 (1,17-2,53)
RESUMEN ANÁLISIS ESTRATIFICADO	chi <sup>2</sup> MH= 8,05 p= 0,004

Fuente: Elaboración propia a partir de registro de egresos hospitalarios de la CCSS.

En el cuadro anterior se muestra de manera general que la población que no habita las partes altas de la cuenca 24, está en mayor riesgo de enfermar por infecciones alimentarias y bacterianas, con una magnitud del 73% más probabilidad de enfermar que los grupos poblacionales de las partes altas.

Sin embargo, al desagregar estos valores brutos, según estratos socioeconómicos, la tendencia cambia. Los valores de riesgo relativo medidos a través de la odds ratio, específica por estratos socioeconómicos, evidencian que existen variaciones en el comportamiento del efecto potencial de la contaminación.

En los territorios con mayor nivel de desarrollo socioeconómico el hecho de vivir aguas abajo en la cuenca no parece que significara mayor riesgo. En estos casos no se aprecia significación estadística.

Sin embargo, en los territorios más desaventajados la situación de riesgo cambia elevándose la magnitud del riesgo relativo al 123% más probabilidad de enfermar. En estos casos, el hecho de vivir aguas abajo se constituye en un exceso de riesgo para la población que vive en estas condiciones de vulnerabilidad.

Esto significa, que el hábitat socioeconómico podría interferir en el proceso de contaminación, incrementando la vulnerabilidad de las personas, su nivel de exposición y finalmente el riesgo de padecer estas enfermedades.

El análisis de la morbilidad por las causas seleccionadas evidencia que en la medida que cambian las condiciones de hábitat de la población, varía el riesgo entendido como probabilidad de enfermar. Existe mayor riesgo de enfermar como



tendencia general en la medida que se desciende de las partes altas de la cuenca 24 hacia las zonas intermedias y más aún, hacia las llanuras acumulativas fluviales y marinas en las partes bajas de la cuenca 24 y sus zonas de influencia. Este exceso de riesgo atribuido a la contaminación potencial del agua en primer lugar y el suelo de manera secundaria, es un elemento explicativo de la probabilidad de enfermar, al igual que las condiciones de vulnerabilidad de la población que intervienen de manera importante en el proceso contaminación-exposición-riesgo de enfermar.

Las condiciones de vulnerabilidad de la población, estimadas a través de un indicador de desarrollo socioeconómico intervienen en la probabilidad de enfermar, interactuando con las características físico geográficas y lo que éstas representan en el proceso de contaminación de una cuenca hidrográfica. Al analizar la morbilidad de manera estratificada, según el nivel de desarrollo territorial, ha quedado evidenciada la importancia que tiene este en los grupos etarios de mayor riesgo, como factor de vulnerabilidad ante las enfermedades relacionadas con la transmisión hídrica en la cuenca.

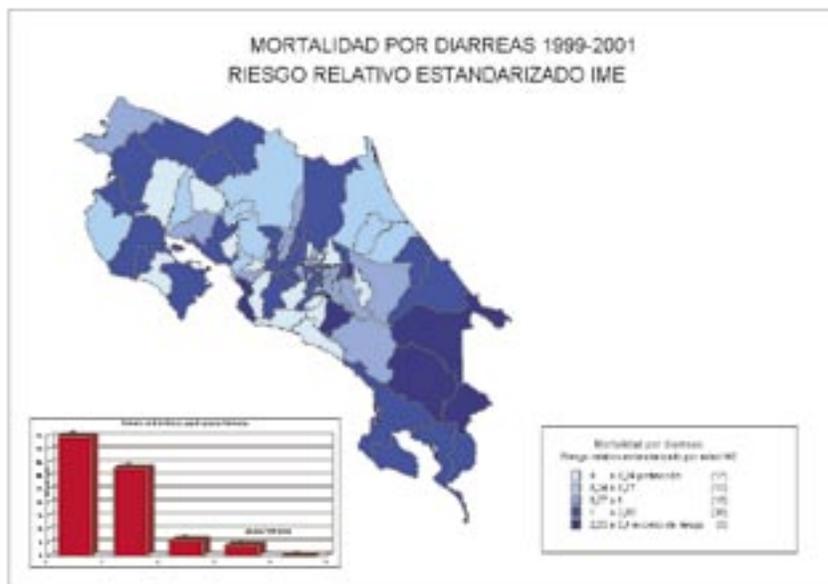
## 2. Análisis de la mortalidad asociada a la contaminación del agua.

A diferencia del riesgo de enfermar, el riesgo de morir debe reflejar menos la influencia de los condicionantes ambientales, ya que depende más de los aspectos relativos al sistema de cuidados médicos, que en el caso costarricense se caracteriza por su amplia cobertura y por estar orientados hacia la equidad y universalidad. Sin embargo, los indicadores de mortalidad se consideran como un argumento de la hipótesis planteada y como un elemento que debe proporcionar consistencia en la explicación que se ha estado ofreciendo.

Para la caracterización del patrón espacial de la mortalidad por diarreas se utilizaron como indicadores las frecuencias trienales estandarizadas. En principio se presentan datos cantonales de todo el país, con el propósito de contextualizar la situación epidemiológica y posteriormente se enfatiza en la situación específica de la cuenca 24 como parte de esa realidad.

En el siguiente cartograma se muestra la distribución espacial de la probabilidad de morir por diarreas, estandarizada por edad.

Mapa 2



Fuente: Elaboración propia a partir Registro de Defunciones del Centro Centroamericano de Población.

El cartograma muestra que existen conglomerados espaciales de alta incidencia, de mortalidad por diarreas, que tienden a localizarse sobre todo fuera de la Gran Área Metropolitana y hacia el suroeste de la misma. Se aprecia que algunos can-

tones de los sectores de altitud media y baja de la cuenca 24 están más afectados que los territorios del norte de la GAM.

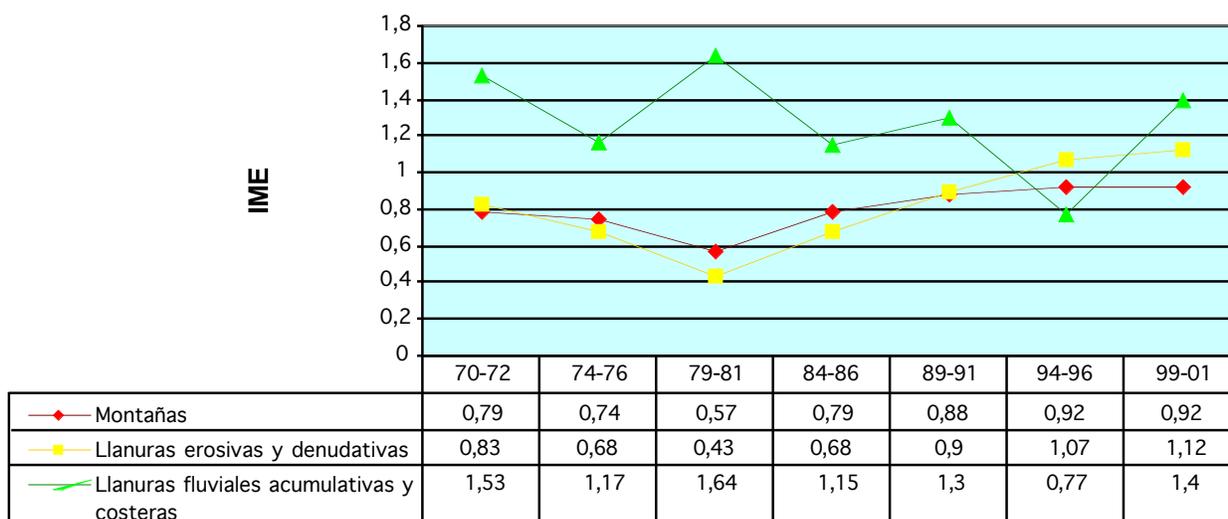
Al analizar la tendencia hiperanual del riesgo de

morir ,expresado en defunciones por cada 10000 habitantes, se observa una tendencia clara y sostenida a disminuir durante el período de estudio (ver anexo). Se trata de un valor bruto de probabilidad que está afectado por los cambios demográficos en los últimos treinta años en el país. Estos sugieren una disminución de la vulnerabilidad poblacional en la medida que el peso de la población infantil en el total de la población disminuye. No significa entonces, que pueda asociarse la disminución de la probabilidad de morir a una disminución en el

nivel de exposición a los factores de riesgo como es la contaminación fluvial.

La tendencia hiperanual de la mortalidad de diarreas estandarizada por edad que se esquematiza a continuación, ofrece una idea de su comportamiento histórico comparado con el inicio de la década de los años setenta. La información se presenta agrupada, según la zonificación del riesgo a partir de la contaminación del agua. Ver el siguiente gráfico:

**Gráfico 4**  
**Tendencia hiperanual del riesgo relativo estandarizado**



Fuente: Elaboración propia a partir de registro de egresos hospitalarios de la CCSS.

La tendencia de la mortalidad por diarrea cuando se estandariza por edad, evidencia que no ha disminuido en los treinta años considerados. En este análisis se ha controlado en gran medida la influencia de los cambios demográficos históricos que influyen en disminución de la vulnerabilidad de la población. La vulnerabilidad de la población desde el punto de vista de la estructura etaria poblacional, disminuyó durante los últimos treinta años, pero la exposición a la contaminación probablemente no.

El riesgo de morir tiende a ser constante y se incrementa al final del período de análisis, a pesar del aumento de la cobertura de los sistema de salud desde el punto de vista preventivo y de los avances en materia de diagnóstico, curación y sobre todo de política social, que intenta compensar el ámbito de las condiciones de vida, reduciendo la vulnerabilidad. Es persistente el nivel de riesgo de morir por diarreas, probablemente tanto como persistente es el problema ambiental de la contaminación al inte-

rior de la cuenca 24 y sus zonas de influencia.

Las tendencias del riesgo de morir estandarizado por edad son diferenciadas según la zona geográfica. Mientras en la zona potencialmente más peligrosa por el nivel de contaminación, la mortalidad se comporta inestable durante los treinta años considerados, en las zonas intermedia y alta de la cuenca se aprecia una tendencia general ligera al aumento de la probabilidad de morir.

El gráfico anterior muestra además que el riesgo de morir al final del período establece un patrón espacial claro: la población que habita las zonas potencialmente contaminadas presenta un exceso de riesgo que disminuye en la medida que ascendemos altitudinalmente hacia el interior de la cuenca 24. La tendencia espacial que se describe, contribuye a sostener la hipótesis que se ha estado planteando: el riesgo por enfermedades asociadas a la contaminación se incrementa en la medida que



se desciende aguas abajo en la cuenca 24, muy probablemente porque el nivel de contaminación del agua, el suelo y el ecosistema en general, tiene un mayor efecto en la salud de los humanos.

La tendencia hiperanual de los territorios de acuerdo con su nivel de riesgo ambiental al interior de la cuenca se muestra en el anexo. Los territorios que tienen un exceso de riesgo más claro, tienden a ubicarse en los sectores bajos de llanuras; son los casos de Puntarenas, Esparza, Orotina. En tanto los que históricamente han tendido a la protección relativa, tienden a ubicarse en las partes más altas de la cuenca, donde predominan los sectores montañosos potencialmente menos amenazados por la contaminación; son los casos de Escazú, Vásquez de Coronado, Aserrí y Barva de Heredia.

El análisis estratificado del riesgo, de acuerdo con el nivel de desarrollo socioeconómico territorial, se presenta para el caso de los dos grupos etarios más afectados: los mayores de 60 años de edad y

los menores de 10 años. Los valores por intervalos del riesgo relativo evidencian la enorme inestabilidad e impresión debido a los números pequeños correspondientes a defunciones, sin embargo se cree oportuno comentarlos.

En el grupo etario de mayores de 60 años no se aprecia claramente el efecto que tiene en la probabilidad de enfermar el contexto ambiental potencialmente afectado por contaminantes del agua, (ver anexo). Los indicadores de efecto bruto y estandarizado no contribuyen a sostener la hipótesis que se ha estado presentando en este informe, aún cuando se intenta despejar la posible interacción del factor vulnerabilidad modelado a partir de la información socioeconómica sobre el nivel de desarrollo territorial.

La situación cambia cuando se trata del grupo etario de menores de 10 años, uno de los grupos de mayor riesgo. En la siguiente tabla se resumen los datos correspondientes al análisis estratificado:

**Tabla 6**  
**Análisis estratificado según nivel de desarrollo socioeconómico territorial.**  
**Mortalidad por diarreas, estratos 0-9 años**

<b>Mortalidad por diarreas según estratos</b>	Indicadores de efecto puntual y por intervalos OR= 2,33 (0,87-6,76) chi <sup>2</sup> MH= 3,29 p=0,069
<b>Estrato general</b>	
<b>Estrato 1 territorios aventajados</b>	OR=2,72 (0,33-59,90) Chi <sup>2</sup> MH= 0,93 p=0,334
<b>Estrato 2 territorios desaventajados</b>	OR=2,10 (0,70-7,30) chi <sup>2</sup> MH= 2,00 p=0,157 OR cruda=2,33 OR estandarizada= 2,27 (1,13-4,69) chi <sup>2</sup> MH= 5,55 p= 0,018
<b>RESUMEN ANÁLISIS ESTRATIFICADO</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir registro de defunciones del Centro Centroamericano de Población.

En la tabla anterior se muestra que independientemente de la pertenencia a cualquier estrato socioeconómico, el efecto del contexto ambiental de contaminación potencial del agua es claro en la probabilidad de morir. El indicador de efecto estandarizado por la condición socioeconómica es del 127% más probabilidad de morir para una persona que habite los territorios medios y bajos de la cuenca 24, con respecto a la población de la parte alta de la cuenca. Esta afirmación está respaldada con un nivel aceptado de significación estadística al 95% de confianza.

A pesar de que en el grupo etario de mayores

de 60 años no se ha logrado evidenciar el efecto del contexto ambiental en la probabilidad de morir, sí parece claro en los menores de 10 años. Los menores que habitan las zonas de mayor exposición potencial presentan exceso de riesgo con significación estadística y con independencia del nivel de desarrollo territorial.

## Conclusiones

Se han presentado resultados de un análisis epidemiológico desde la perspectiva ecológica, en el que se ha utilizado información secundaria de

tipo bioestadística sobre enfermedades relacionadas con la contaminación del agua, así como del contexto ambiental y socioeconómico en el ámbito geográfico de una cuenca hidrográfica superficial.

El diseño metodológico adoptado ha permitido una aproximación rápida y válida para conocer la situación epidemiológica en la cuenca. Sin embargo, sus alcances establecen que los resultados no tienen un carácter concluyente sobre la causalidad de los problemas y necesidades de salud identificados, sino que se trata de hipótesis que deberán ser fortalecidas en investigaciones más sistemáticas y detalladas.

Se ha propuesto llamar la atención sobre la importancia que tienen las acciones de gestión ambiental y del recurso hídrico para atender la salud desde una perspectiva ambiental-social y al mismo tiempo producir cambios a favor de la inteligencia y el conocimiento de las instituciones y organizaciones involucradas en el proceso político.

Los indicadores de morbilidad por enfermedades de transmisión hídrica se asocian espacialmente mostrando niveles de correlaciones ecológicas medias y altas. El mapa de los conglomerados formados ha permitido identificar patrones espaciales claros. Las probabilidades más altas de contraer este tipo de infecciones, cuyo mecanismo de transmisión es el agua y los alimentos, se localizan hacia el sur de la Gran Área Metropolitana o fundamentalmente, fuera de ésta hacia las zonas donde predominan los paisajes naturales de llanura con pendientes relativamente más bajas; fundamentalmente en la vertiente del Pacífico.

Se destaca que los conglomerados espaciales de exceso de riesgo se concentran fundamentalmente en el entorno de la cuenca, pero fundamentalmente en su interior; desde el oeste de la Meseta Central hacia la desembocadura en el Golfo de Nicoya. El incremento en la probabilidad de enfermar se produce en la medida que se descende a los tercios de menor altitud en la cuenca. Los territorios donde predominan los paisajes erosivos y denudativos correspondientes a las superficies inclinadas de la Meseta Central y otras superficies más bajas, tienen valores superiores de riesgo de enfermar bruto y estandarizados por edad.

La hipótesis que plantea que las personas que habitan las partes medias y bajas de la cuenca se exponen en mayor medida a la contaminación, se sostiene y es consistente a través del análisis es-

tratificado realizado en el caso de la morbilidad por diarreas y gastroenteritis, que es la causa más frecuente entre las analizadas.

Al comparar los resultados del análisis estratificado para las diarreas y gastroenteritis, correspondientes a los grupos etarios de menores de 10 y mayores de 70, se aprecian diversas tendencias que los hacen similares o los diferencian en su comportamiento. Un elemento común para ambos grupos etarios es que se aprecia el efecto que tiene la condición de vivir aguas abajo en la cuenca 24 en el incremento de la probabilidad de contraer diarreas y gastroenteritis. Sin embargo, en el grupo de menores de 10 años, esta tendencia se mantiene con independencia del nivel de desarrollo socioeconómico territorial. No sucede lo mismo en los mayores de 70 años, quienes adquieren mayor riesgo en la medida que la condición socioeconómica se deteriora.

En el caso de las intoxicaciones alimentarias y bacterianas, los resultados del análisis estratificado evidencian que el hábitat socioeconómico podría interferir en el proceso de contaminación, incrementando la vulnerabilidad de las personas, su nivel de exposición y finalmente el riesgo de padecer estas enfermedades.

El análisis de la morbilidad evidencia que en la medida que cambian las condiciones de hábitat de la población, varía el riesgo entendido como probabilidad de enfermar. Existe mayor riesgo de enfermar como tendencia general en la medida que se descende de las partes altas de la cuenca 24 hacia las zonas intermedias, y más aún, hacia las llanuras acumulativas fluviales y marinas en las partes bajas y sus zonas de influencia. Este exceso de riesgo se atribuye a la contaminación potencial del agua y al resto del ecosistema; también a las condiciones socioeconómicas que explican la vulnerabilidad de la población que interviene de manera importante en el proceso contaminación-exposición-riesgo de enfermar.

A diferencia del riesgo de enfermar, el riesgo de morir teóricamente debe reflejar menos la influencia de los condicionantes ambientales, ya que depende en gran medida del sistema de cuidados médicos. En el caso costarricense, la influencia del sistema de cuidados tiene gran peso por su amplia cobertura y por estar orientados hacia la equidad y universalidad.

El riesgo de morir tiende a ser constante y se

incrementa al final del período de análisis, a pesar del aumento histórico sostenido de la cobertura de los sistemas de salud desde el punto de vista preventivo, y de los avances en materia de diagnóstico, curación y sobre todo de política social orientada a compensar las inequidades en las condiciones de vida, reduciendo la vulnerabilidad. Esto probablemente se manifiesta así dentro de la cuenca 24, porque la situación de contaminación no se ha logrado controlar de manera suficiente como para evitar su influencia en el estado de salud.

Se ha evidenciado que con independencia de la pertenencia a cualquier estrato socioeconómico, el efecto del contexto ambiental de contaminación potencial del agua es claro en la probabilidad de morir. A pesar de que en el grupo etario de mayores de 60 años no se ha logrado evidenciar el efecto del contexto ambiental en la probabilidad de morir, sí parece claro en los menores de 10 años. Los menores que habitan las zonas de mayor exposición potencial a la contaminación presentan exceso de riesgo con significación estadística.

A través de la presentación y discusión de los resultados, se ha hecho evidente la asociación entre los procesos de contaminación del sistema ambiental de la cuenca 24 y el riesgo de enfermar y morir. Esta situación se agrava en los grupos de mayor vulnerabilidad como son los niños y las personas de tercera edad quienes habitan los territorios de mayor de rezago socioeconómico. La consistencia de los argumentos esgrimidos sobre algunas posibles consecuencias, en la salud de las debilidades en la gestión ambiental, deben servir como elementos para el desarrollo de procesos políticos orientados hacia la construcción social de la atención sanitaria y ambiental en beneficio de sus habitantes.

## Referencias bibliográficas

1. Universidad de Costa Rica, Escuela de Salud Pública. **Taller Nacional sobre Gestión del Recurso Hídrico**. Universidad de Costa Rica, San José. 2003
2. Municipalidad de San José. **Seminario La cuenca del río Grande de Tárcoles**. Con miras hacia el futuro. San José. Costa Rica. 1992.
3. Mora Alvarado. D. **Evolución y expectativas de la contaminación en la cuenca del río Grande de Tárcoles**. Tecnología en Marcha, 14.3
4. Benach J. Yutaka Yasui, et al. **Atlas de Mortalidad de España en Áreas Pequeñas (1987-1995)**. Universitat Pompeu Fabra. Cataluña. España. 2001
5. Carsteir V, Morris R. **Deprivation and health in Scotland**. Aberdeen: Aberdeen University Press, 1991.
6. Benach J. Borrell C, García MD, Chamizo H. **Desigualdades sociales en mortalidad en áreas pequeñas en España**. SESPAS Informe 1998. Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria. Granada: 1998: 141:175.
7. Rué Monserrat Carme Borrell. **Los métodos de estandarización de tasas**. Revisión de Salud Pública 1993; 3: 263-295.
8. Chamizo H. **El ambiente y las enfermedades de transmisión hídrica en la cuenca hidrográfica del Río Grande de Tárcoles, Costa Rica**. Revista Costarricense de Salud Pública. No 15. 1999.
9. Chamizo H. Et al. **El ambiente natural y la incidencia de la leptospirosis en humanos: Cuba y Costa Rica, resultados de dos estudios ecológicos**. Revista Geográfica de América Central. 1998.
10. Chamizo H. **Estudio Geoepidemiológico de la Leptospirosis en Humanos en Cuba**. Revista Cubana de Epidemiología. Volumen 1 de 1996.
11. Dourejeanni A. **Guía para orientar procesos de gestión para el desarrollo de cuencas y microregiones de altas montañas**. ILPES. 1989.
12. Comisión Nacional del Agua de México. **Programa Nacional Hidráulico 2001-2006**. Plan Nacional de Desarrollo. 2001
13. Chamizo H. **El enfoque de riesgo ambiental en los estudios epidemiológicos de la leptospirosis en humanos**. Revista de Ciencias Ambientales. 1998
15. Proyecto Estado de la Nación. **Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible**. San José. Costa Rica. 2000

## Anexo

<b>CONTAMINACIÓN FECAL DE LOS RÍOS DE LA CUENCA VIRILLA-TÁRCOLES 1999-2005</b>						
Punto de muestreo Código	Descripción del punto de muestreo	Promedio geométrico de coliformes fecales/100 mL	Criterios de evaluación para diferentes usos del agua			
			Potabilización (<6000 Cf/100 mL)	Riego cultivos crudos (1000 Cf/100 mL)	Natación (Recreación) (≤500 Cf/100 mL)	Cultivo de peces (≤1000 Cf/100 mL)
Ti3	Alajuelita: confluencia río María Aguilar	21,000,000	No	No	No	No
Ti4	Alajuelita: después confluencia río María Aguilar	4,300,000	No	No	No	No
Ma4	San José: antes confluencia río Tiribé-Hatillo	24,000,000	No	No	No	No
Vi1	Tibás: puente San Miguel	14,000	No	No	No	No
Vi3	Santo Domingo	593,000	No	No	No	No
Vi5	Aguas arriba de Puente Mulas	4,300,000	No	No	No	No
B4	Barreal de Heredia: puente ruta 3-Río Bermudez	640,000	No	No	No	No
C1	Alajuela: puente autopista Bernardo Monge	4,000,000	No	No	No	No
S1	Alajuela: Bajo La Sorda	4,000,000	No	No	No	No
Ta4	Alajuelita: confluencia río Tiribí	930,000	No	No	No	No
Ta5	Balsa de Atenas	50,240	No	No	No	No
Ta7	Orotina: Turrubares, puente Garabito	36,030	No	No	No	No
Ta10	Tárcoles: en la desembocadura	18,734	No	No	No	No