

# Calidad del agua para consumo humano y salud: dos estudios de caso en Costa Rica

# Quality of the water for human consumption and health: two studies of case in Costa Rica

Liseth Hernández Vásquez<sup>1</sup>, Horacio Chamizo García<sup>2</sup>, Darner Mora Alvarado<sup>3</sup>

1 Licenciada, Escuela de Tecnologías en Salud, Universidad de Costa Rica, lhernandezc@coopelesca.co.cr

2 Licenciatura en Geografía, Maestría en Salud Pública, Doctor en Gobierno y Políticas Públicas. Profesor Catedrático de la Universidad de Costa Rica. horacio.chamizo@ucr.ac.cr

3 Licenciatura en Microbiología y Química Clínica, Maestría en Salud Pública. Director del Laboratorio Nacional de Aguas de Acueductos y Alcantarillados. Director Ejecutivo del Programa Bandera Azul Ecológica. dmora@aya.go.cr

Recibido 22 Marzo 2011 Aprobado 25 Mayo 2011

## RESUMEN

**Objetivo:** Explicar el riesgo de enfermar asociado a las condiciones sanitarias de los sistemas de abastecimiento de agua de San Vicente y Colón de Ciudad Quesada, en la zona norte de Costa Rica.

**Materiales y Método:** Estudio epidemiológico transversal. Se aplicó un cuestionario que permitió recopilar información sobre la morbilidad percibida que indica la presencia de infecciones diarreicas así como las características sociodemográficas de la población cubierta y la observación directa de las condiciones físicas sanitarias del contexto geográfico.

**Resultados:** Las condiciones físico-sanitarias de los sistemas de abastecimiento de agua de San Vicente y Colón de Ciudad Quesada no son óptimas, sobre todo en el caso del asentamiento de San Vicente cuyo acueducto viejo evidencia numerosos puntos críticos. Se constató a través de un análisis de riesgo multivariado, la existencia de riesgo de padecer infecciones transmitidas por el agua, lo cual se puede relacionar directamente con la calidad del agua debido a la falta de mantenimiento e infraestructura del sistema de abastecimiento deteriorada. Así mismo, las personas que habitan en viviendas que poseen un deficiente manejo de desechos sólidos y líquidos, presentaron exceso de riesgo.

**Conclusión:** Los resultados evidencian la importancia de involucrar otros factores del saneamiento ambiental cuando se analizan los riesgos de enfermar asociados al agua para consumo humano.

**Palabras claves:** Calidad del agua, Riesgo, ambiente, Salud Pública, Costa Rica. (fuente: DeCS, BIREME)

## ABSTRACT

**Objective:** To explain the risk of disease associated with the sanitary conditions of water supply systems of Saint Vincent and Colón Ciudad Quesada, in the north of Costa Rica

**Materials and methods:** Epidemiological transverse study. There was applied a questionnaire that allowed to compile information about the perceived morbidity, which indicates the presence of diarrheal infections, as well as the demographic characteristics of the population and the direct observation of the physical sanitary conditions of the geographical context.

**Results:** Physical and sanitary conditions of water supply systems of Saint Vincent and Colón are not optimal, especially in the case of San Vicente which aqueduct demonstrates numerous critical points. There was stated, across an analysis of multivaried risk, the risk of suffering infections transmitted by the water, which can relate directly to the quality of the water, due to the lack of maintenance and infrastructure of the system of water supply. Likewise, the persons who live in housings with deficient managing of solid and liquid waste presented excess of risk.

**Conclusion:** The results show the importance of involving other environmental health factors when analyzing the risks of illness associated with drinking water.

**Keys word:** Water Quality, Risk, Environment, Public Health, Costa Rica (source: MeSH, NLM)

El acceso al agua potable es un derecho imprescindible, ya que satisface necesidades básicas referidas a la salud y las condiciones de vida de las poblaciones humanas; expresado por el derecho de gozar de altas coberturas en los servicios de agua y saneamiento. Sin embargo, a nivel mundial aun se identifican deficiencias en la calidad de la prestación de los servicios, organización, ausencia de planificación e insuficiente inversión que puedan garantizar en el mediano y largo plazo el sostenimiento de las coberturas en los servicios de agua y saneamiento en numerosos países (1).

El agua y la salud son dos aspectos indispensables y dependientes. En la actualidad los problemas del agua se centran tanto en la calidad como en la cantidad para abastecer a las poblaciones de una forma adecuada, así mismo están relacionados con la continuidad del servicio.

Se entiende que la salud de las personas y las comunidades humanas es el resultado de procesos sociales en el que las condiciones de vida a nivel doméstico y comunitario intervienen de manera decisiva. Es por eso que la explicación del riesgo de enfermar debe abordarse también a partir de los determinantes ambientales y como parte de ellos el agua y los sistemas de abastecimiento.

El concepto de ambiente al igual que el concepto de salud no se define exclusivamente desde lo biológico. La dimensión sociocultural de los problemas ambientales globales y locales, ha cobrado cada vez mayor trascendencia cuando se trata de aportar soluciones, aquí radica el carácter decisivo de la participación de la población con igualdad de derechos en la gestión de sus propias necesidades. Las necesidades de salud son parte de las necesidades sociales básicas, cuya satisfacción depende de las relaciones sociedad-naturaleza y de su gestión por parte de la sociedad, es decir, la gestión de las relaciones ambiente-salud (1,2).

Según la Organización Panamericana de la Salud: *“La Salud Ambiental refiere a un concepto general que incorpora aquellos planeamientos o actividades que tienen que ver con los problemas de salud asociados con el ambiente, teniendo en cuenta que el ambiente humano abarca un contexto complejo de factores y elementos de variada naturaleza que actúan favorable o desfavorablemente sobre el individuo”* (3).

En Costa Rica, a pesar de los notables avances en el suministro de agua para consumo humano con calidad, se identifican importantes problemas en el desempeño de sistemas de abastecimiento de agua

administrados por proveedores privados y municipales. Estos problemas tienen que ver tanto con la potabilización como con las condiciones físico sanitarias del contexto geográfico poblacional donde se asienta la población servida (4).

Ocuparse de la Salud Ambiental implica buscar una significativa disminución de los problemas de salud asociados a las deficiencias de las condiciones ambientales y de los servicios básicos a través de tareas que minimicen estos factores de riesgo para la salud de la población. Esto supone promover y vigilar la calidad del agua de consumo humano a los efectos de lograr una sensible disminución de la incidencia de las enfermedades de origen hídrico; impulsar la extensión de redes de distribución de agua potable. Sin embargo, también será necesario fomentar el tratamiento de las aguas residuales y el adecuado manejo de residuos sólidos que aseguren las buenas condiciones sanitarias del ambiente peridoméstico.

El presente documento se propone evidenciar, a un nivel exploratorio, como las condiciones de los sistemas de abastecimiento de agua afectan la salud de la población. Se parte del concepto de vulnerabilidad del sistema de abastecimiento, entendido como factor de riesgo. El planteamiento se enfoca al estudio del riesgo de enfermar asociado a las condiciones del ambiente peridoméstico y al papel que juegan los puntos críticos de control de un sistema de abastecimiento de agua, por lo que se considera que los elementos metodológicos y hallazgos contribuyen al diseño y gestión de los Planes de Seguridad del Agua. (5,6)

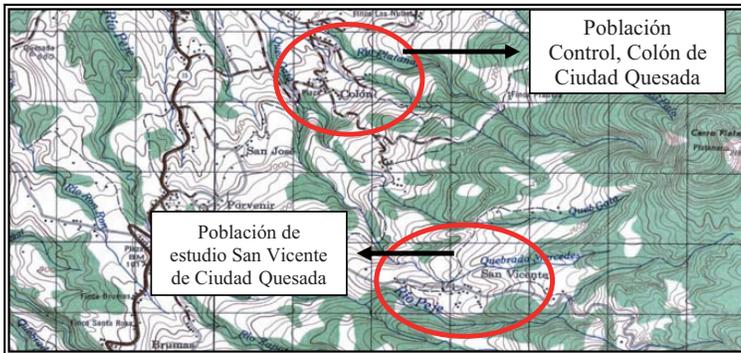
## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación sigue los lineamientos de un estudio de prevalencia, en el que se utilizó la población de San Vicente como unidad de estudio para determinar cómo influye la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua en la contaminación y por consiguiente en la salud de la población. Las características físicas y ambientales del lugar y del sistema de abastecimiento de agua juegan un papel importante y se definen como factores de riesgo de enfermar.

Es usual desde la perspectiva de la Epidemiología Ambiental, al estudiar el riesgo a partir de factores ambientales de influencia colectiva, se buscan grupos de control que faciliten el análisis del riesgo relativo. Como población de comparación se seleccionó el Barrio Colón de Ciudad Quesada, el cual recibe agua potable del Acueducto Municipal de Ciudad Quesada. En la Figura 1 se localizan espacialmente las dos comunidades objeto de estudio. Esta definición se basó en los registros sobre

concentración de coliformes fecales y los registros de calidad del agua del Laboratorio Nacional de Aguas correspondientes a los últimos meses.

**Figura 1. Mapa de ubicación espacial de los Acueductos analizados.**



Fuente: elaboración propia

Reconocida la carencia de información epidemiológica en las áreas de cobertura de los sistemas de abastecimiento, se trabajó con el concepto de morbilidad percibida, operacionalizado a través de un cuestionario epidemiológico de aplicación rápida, dirigida a los usuarios de los servicios.

Se realizaron cálculos de prevalencia de enfermedades de transmisión hídrica, prevalencia de síntomas como diarreas, vómitos, parasitosis u otro síntoma relacionado con el consumo de agua contaminada. Se calculó además la odds ratio y se estratificó el análisis para controlar la interacción que ejercen algunos factores.

Así mismo, se llevó a cabo un análisis múltiple utilizando modelos de regresión logística. Se definieron cuatro modelos y cuatro ecuaciones de regresión logística a partir de variables dependientes.

**Cuadro 1. Variables seleccionadas para el análisis múltiple utilizando modelos de regresión logística.**

Variable dependiente	Enfermedades diarreicas agudas Cuadros de diarrea, vómitos y otros síntomas relacionados
Variables independientes	Sexo (Hombre 0, Mujer 1) Evaluación general del sistema de abastecimiento (variable que sintetiza factores relacionados con la fuente, el almacenamiento, la conducción y distribución) Tratamiento domiciliar del agua de consumo, Drenaje de las aguas residuales de las viviendas, Disposición de los desechos sólidos, Características propias de cada individuo de la comunidad.

Estas variables ambientales y las socio demográficas fueron evaluadas a partir de una guía de observación directa en el campo.

Para el análisis de los datos se realizó una matriz de información de medidas de tendencia central y se tabularon los datos utilizando los paquetes estadísticos de MapInfo, EpiInfo y SPSS. Se tomó en cuenta la significancia y la precisión de los resultados obtenidos.

A partir de los resultados de las encuestas realizadas a todas las viviendas de ambas comunidades, se procedió a tabular los resultados y a comparar de las comunidades de San Vicente y Colón de Ciudad Quesada.

## RESULTADOS

Se presentan algunos datos sociales y ambientales de las comunidades observadas y posteriormente los hallazgos más relevantes del análisis del riesgo de enfermar a partir de los modelos de regresión logística. En cuanto al análisis de riesgos, se muestran los principales hallazgos de cuatro modelos de regresión logística que consideraron como variables dependientes los indicadores de morbilidad percibida y como variables independientes los indicadores sobre calidad del agua y otros del entorno peridoméstico de las viviendas resultado de la observación y valoración directa de las mismas.

La presentación de hallazgos se basa en un conjunto de gráficos que muestra los valores puntuales de las odds ratio y los intervalos de confianza al 95 %, para cada uno de los factores de riesgo considerados en las ecuaciones de regresión logística.

## Caracterización socio ambiental de las comunidades en estudio

San Vicente se caracteriza por ser una comunidad dedicada a la agricultura y ganadería, la cual se preocupa por el desarrollo, las condiciones de vida y protección de los recursos naturales. Posee un acueducto rural, administrado por una Asociación Administradora del Acueducto (ASADA), el cual se abastece de fuentes de agua subterránea y superficial.

Por otra parte, Colón es una comunidad perteneciente al Barrio San Martín del distrito de Ciudad Quesada, posee una población muy dispersa con poca organización comunitaria debido a la distancia entre las viviendas de la zona. La comunidad de Colón se abastece del acueducto de Ciudad Quesada; el mismo posee cinco nacientes y cuatro tanques de almacenamiento para el abastecimiento de toda la población de Ciudad Quesada. En el caso particular de la población de Colón, el acueducto suministra agua

proveniente del tanque denominado Los Corella. El acueducto de San Vicente se encuentra ubicado sobre el Río Peje. Actualmente existen tres fuentes de captación las cuales son:

**Río Peje:** Se conoce como el acueducto viejo. En este sistema se extrae agua para algunas viviendas que no se han conectado al acueducto nuevo directamente del Río Peje.

**Naciente Río Peje:** da agua al sistema de riego construido por SENARA, para suministrar agua a San Vicente arriba.

**Naciente contiguo a la catarata sobre el Río Peje:** Se conoce como el acueducto nuevo. Se toma el agua de consumo para la mayoría de la población desde la naciente a la red de distribución.

A partir de la observación directa se evidenció que este sistema posee deficiencias físico-sanitarias a ser: la captación no es tomada de una fuente segura, no posee cerca de protección, no dispone de algún sistema de drenaje que la proteja de la contaminación ambiental. De las tres fuentes de captación, solo el acueducto viejo posee tanque de almacenamiento, el cual no tiene suficiente capacidad ni se encuentra en buenas condiciones de mantenimiento. Asimismo, el acueducto de San Vicente no posee sistema de cloración por lo tanto representa un riesgo para la salud de la población. Los datos de los últimos muestreos de calidad del agua muestran la presencia de coliformes fecales.

El acueducto de Ciudad Quesada, el cual abastece a la comunidad de Colón, posee un sistema de captación de cinco nacientes provenientes de las microcuencas del Río Peje y del Río Platanar; estas nacientes son captadas y conducidas a un único tubo madre que conduce el agua a los tanques de almacenamiento.

Existen cuatro tanques de almacenamiento y por bombeo por gravedad se distribuye el agua a las viviendas. En el caso particular de la población de Colón el acueducto suministra agua proveniente del tanque denominado Los Corella.

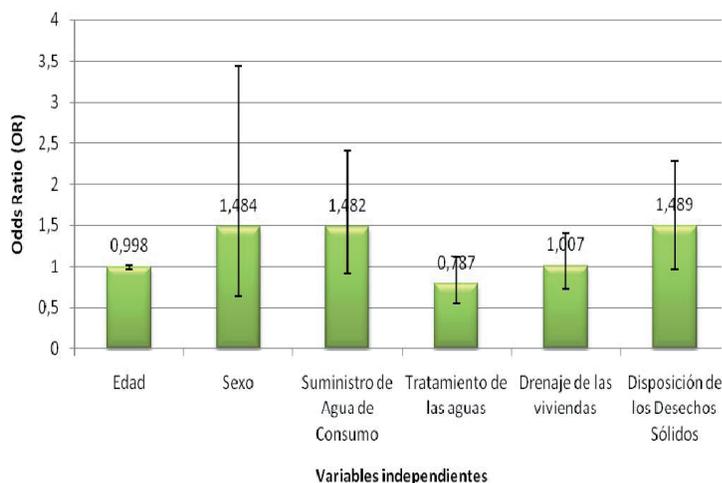
El acueducto de Ciudad Quesada es administrado por la Municipalidad de San Carlos, quien se encarga de su seguimiento y control. Aunque presente algunas deficiencias en el mantenimiento de las diversas áreas del acueducto la evaluación sanitaria realizada es buena y los resultados de los últimos muestro de calidad microbiológica del agua no señalan la presencia de coliformes. Asimismo, el acueducto de Ciudad Quesada posee sistema de cloración desde el año 2010, lo que debe contribuir a disminuir el riesgo para la salud de las personas.

### Análisis del riesgo de enfermar

Sobre la percepción de haber padecido alguna enfermedad diarreica aguda en los últimos tres meses, se puede observar en la figura 2, que existe una relación entre el ambiente de la vivienda al que se exponen las personas y la posibilidad de padecer de enfermedades diarreicas y síntomas gastrointestinales. Nótese que para el caso del suministro de agua potable, las personas que se exponen al agua proveniente del acueducto viejo de San Vicente presentan 1,43 veces mayor probabilidad de haber desarrollado una enfermedad diarreica en los últimos tres meses.

Además, llama la atención que las personas cuyo ambiente peridoméstico fue evaluado como negativo sanitariamente debido a la inadecuada disposición de desechos sólidos, presentaron 1,49 veces más probabilidad de desarrollar enfermedades diarreicas. A pesar de que no se cuenta con significancia estadística, en este caso se aprecia la importancia que tiene el manejo peridomiciliar de desechos sólidos como factor explicativo del riesgo de enfermar.

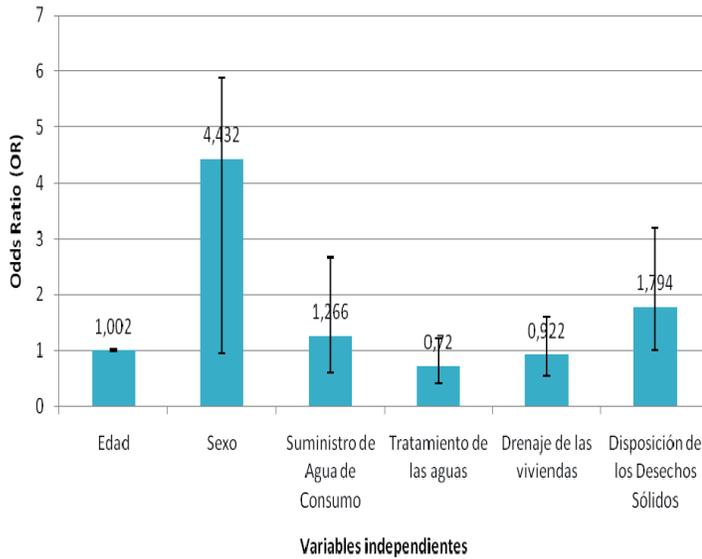
**Figura 2. Relación entre las Enfermedades Diarreicas Agudas y las variables independientes estudiadas. Resumen Regresión Logística:**



Fuente: elaboración propia

Se observa en la figura 3, que existe una relación importante entre el sexo de las personas y la probabilidad de haber presentado al menos algún episodio de diarreas. Los hombres poseen un riesgo mayor de enfermar que las mujeres, presentando exceso de riesgo. Además, se observa que las personas expuestas al agua del acueducto viejo de San Vicente y los que no disponen de manera correcta sus desechos sólidos en el ambiente peridomiciliar (disposición primaria), presentan exceso de riesgo.

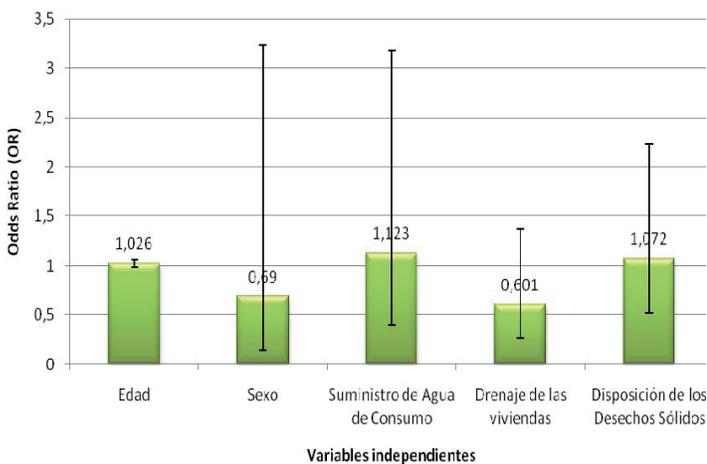
**Figura 3. Resumen de los resultados del Análisis de Regresión Logística: Relación entre padecer de Diarreas y las variables independientes estudiadas.**



Fuente: elaboración propia

En la figura 4, se observa que existe una relación directa entre haber padecido de al menos algún episodio de vómitos en los últimos tres meses y exponerse al agua del acueducto viejo de San Vicente, a pesar de que no se trata de resultados estadísticamente significativos.

**Figura 4. Resumen de los resultados del Análisis de Regresión Logística: Relación entre padecer de Vómitos y las variables independientes estudiadas.**

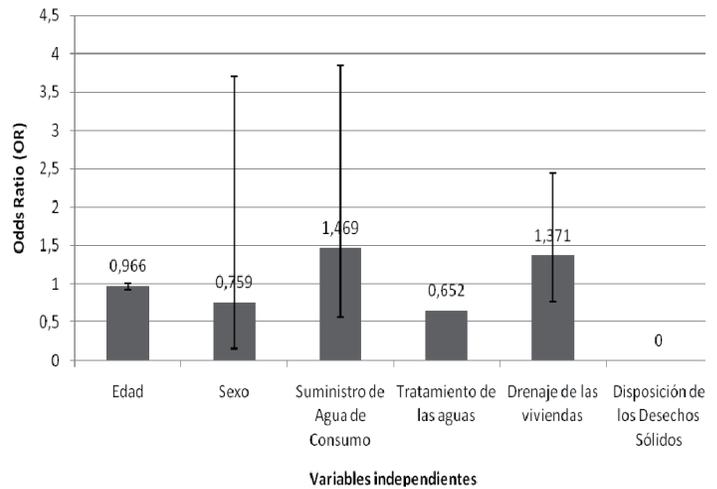


Fuente: elaboración propia

Se observa en la figura 5, que las personas expuestas al agua suministrada por el acueducto viejo de San Vicente refirieron haber padecido otros problemas de salud asociados a la calidad

del agua (parasitosis, colitis, gastritis, entre otros) con mayor probabilidad que la población control, a pesar de que estos datos no son significativos estadísticamente. Así mismo, aquellas personas que habitan en viviendas cuyo manejo de aguas residuales doméstica es inapropiado, presentaron exceso de riesgo de padecer los problemas de salud mencionados.

**Figura 5. Resumen de los resultados del Análisis de Regresión Logística: Relación entre padecer de otros síntomas asociados y las variables independientes estudiadas.**



Fuente: elaboración propia

## DISCUSIÓN

Se ha llevado a cabo un estudio transversal a partir de la aplicación de un cuestionario epidemiológico, la consulta de registros de calidad del agua y fichas de observación directa en el campo para analizar el papel de los factores de riesgo de enfermarse. La probabilidad de enfermarse de diarreas o haber padecido síntomas gastrointestinales fue explicada a partir de modelos de regresión múltiple.

Es importante reconocer que existen problemas de precisión y significancia estadística asociados fundamentalmente al tamaño reducido de la población y al hecho que otros factores de confusión no han podido ser controlados. Sin embargo, los hallazgos evidencian la relevancia de las condiciones ambientales relacionadas con la vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua y las deficiencias sanitarias encontradas en las comunidades. Esta es una hipótesis que se logra sustentar y debe ser verificada en los siguientes estudios.

A pesar de que la comunidad de San Vicente posee

condiciones de Salud Ambiental aceptables en sentido general, las condiciones físico-sanitarias de su acueducto son deficientes. Sin embargo, más allá de las condiciones del sistema de abastecimiento de agua, las condiciones del ambiente peridoméstico resultan también influyentes.

Las personas que habitan las viviendas con sistemas de manejo de las aguas residuales deficientes presentaron exceso de riesgo de padecer diarreas, vómitos y otros síntomas asociados con la contaminación ambiental. Así mismo, las inadecuadas prácticas de manejo de los residuos, tanto sólidos como líquidos, representan un problema que genera enfermedades a sus habitantes.

Es recomendable que las personas de ambas comunidades sean debidamente informadas; ya sea por las asociaciones administradoras del acueducto o por el Ministerio de Salud, sobre la incorporación de Planes de Seguridad del Agua en el Hogar, con el objetivo de identificar mecanismos que disminuyan los riesgos.

## REFERENCIAS

1. Chamizo H, et al. Introducción a la Interface Salud Ambiente. Curso Especial de Posgrado Atención Integral de Salud. Costa Rica. CENDEISS: 2003. Disponible en: <http://www.cendeiss.sa.cr/posgrados/modulos/modulo8gestion.pdf> Consultado 04 de agosto 2009.
2. OMS. Commission on Social Determinans of Health. Civil Society Report. Ginebra. OMS: 2007. Disponible en: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2007/interim\\_statement\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2007/interim_statement_spa.pdf) Consultado 16 de mayo 2010.
3. OPS. Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental. Salud En Las Américas, Volumen I-Regional. 2007. Disponible en: <http://www.paho.org/hia/archivosvol1/volregionalesp/SEA07%20Regional%20SPA%20Front%20Matter.pdf> Consultado 14 de noviembre 2009.
4. OPS/OMS, Representación en Costa Rica. Análisis sectorial Agua Potable y Saneamiento de Costa Rica. OPS/OMS: 2002. Disponible en: <http://www.bvs.sa.cr/php/situacion/agua.pdf> Consultado 04 de agosto 2009.
5. OPS/OMS. Agua potable y saneamiento ambiental, 1981-1990. Un cambio hacia la salud. Reviste Científica. 1992. 431. Disponible en: [http://www.researchgate.net/publication/44559690\\_Agua\\_potable\\_y\\_saneamiento\\_ambiental\\_1981-1990\\_un\\_camino\\_hacia\\_la\\_salud](http://www.researchgate.net/publication/44559690_Agua_potable_y_saneamiento_ambiental_1981-1990_un_camino_hacia_la_salud). Consultado 14 de noviembre 2009.
6. OPS/OMS. Guías para la Calidad del Agua Potable Volumen 1. 3rd Edición. OMS/OPS. Suiza: 2004. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwg/gdwq3\\_es\\_intro.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/gdwq3_es_intro.pdf) Consultado 16 de octubre 2009.