



Calidad del agua potable y su efecto en la salud de la comunidad de Kamla, Costa Caribe Norte de Nicaragua

Allan Ray Taylor Tórrez¹
Enrique Cordón Suárez²

Resumen

Esta investigación se realizó en la comunidad indígena de Kamla en la Región Autónoma de la Costa Caribe Nicaragüense (RACCN). Se tomaron muestras en diecisiete sitios, como los abastecedores de agua. En cada sitio se valoraron los parámetros físico-químicos: oxígeno disuelto, pH, temperatura, turbidez, demanda bioquímica, nitratos, fosfatos, sólidos totales disueltos; despuntando dos parámetros (pH y DBO₅), como los que están alterando la calidad; y, desde el punto de vista bacteriológico fueron: *Coliformes fecales* y *Escherichia coli*, datos que presentan una contaminación alta del agua examinada, según las comparaciones con la Norma Nicaragüense (NTON 09 001 99) y Norma CAPRE. En relación a los resultados del método ICA, clasificaron de regular la calidad del agua superficial, requiriendo por tanto, de un tratamiento potabilizador adecuado. Además, se realizó una valoración de macro invertebrados bentónicos en los ríos seleccionados para poder establecer el índice biológico de calidad de estas aguas, con resultados negativos. Los resultados del agua de los pozos, muestran que no son aptas para el consumo humano en las condiciones actuales, ya que presentan altos contenidos de bacterias *Coliformes fecales* y *Escherichia coli*, requiriendo de un tratamiento de desinfección intensiva. Se establecen medidas preventivas y de mitigación para mejorar la calidad del recurso hídrico en la comunidad de Kamla, lo que redundará en mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad.

Palabras clave: Índice de calidad del agua; bioindicadores; saneamiento ambiental; calidad del agua potable; agua y saneamiento.

Abstract

This research was conducted in the indigenous community of Kamla in the Autonomous Region of the Nicaraguan Caribbean Coast (RACCN). Samples such as water suppliers were taken at seventeen sites. In each site, the physico-chemical parameters were evaluated: dissolved oxygen, pH, temperature, turbidity, biochemical demand, nitrates, phosphates, total dissolved solids; Showing two parameters (pH and BOD₅), such as

- 1 Máster en Desarrollo con Identidad, Territorialidad, Gobernabilidad con Mención en Manejo de Bosque. Profesor de la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense-Recinto Universitario Bilwi. Correo: allanrayt@gmail.com
- 2 Doctor en Agroecología Tropical. Vicerrector de la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense-Recinto Universitario Bilwi. Correo: enrique.cordon@uraccan.edu.ni

Recibido: 07/02/2017 Aprobado: 16/08/2017

Taylor-Tórrez, A., & Cordón-Suárez, E. (2017). Calidad del agua potable y su efecto en la salud de la comunidad de Kamla, Costa Caribe Norte de Nicaragua. *Ciencia e Interculturalidad*, 20(1), 78-93.

those that are altering the quality; And, from the bacteriological point of view, were: Fecal coliforms and *Escherichia coli*, data that present a high contamination of the water examined, according to the comparisons with the Nicaraguan Norm (NTON 09 001 99) and Norma CAPRE. With respect to the results of the ICA method, the quality of the surface water was classified as average, thus requiring a suitable water treatment. In addition, an assessment of macro benthic invertebrates was carried out in the selected rivers in order to establish the biological quality index of these waters which showed negative results. The results of well water showed that it is not suitable for human consumption under current conditions, since the well water presents high bacterial contents Fecal coliforms and *Escherichia coli*, requiring an intensive disinfection treatment. Preventive and mitigation measures are in place to improve the quality of water resources in the community of Kamla, which will improve the quality of life of the inhabitants of the community.

Keywords: Water quality index; Bioindicators; Environmental sanitation; Quality of drinking water; Water and sanitation.

I. Introducción

El agua es un recurso natural clave para el desarrollo social y económico de todas las naciones del mundo. El acceso al agua mejorada y al saneamiento, constituyen factores importantes para promover una mayor inclusión social y contribuir en la reducción a la pobreza. De hecho, en esta región del mundo en particular la Costa Caribe Norte de Nicaragua, el combate contra la pobreza debe pasar tanto por una mejoría sustancial en la distribución del ingreso, como por un acceso más equitativo a los servicios ecosistémicos, entre ellos la provisión de agua, la descontaminación biológica de aguas residuales y la regulación de caudales.

Reciente informe del CEPAL (2005), menciona que la mayor parte de los países de la región muestran algún progreso en el acceso de la población al agua potable, pero en cambio un débil avance en el tema del saneamiento. Es evidente que, en cualquiera de los casos, se requerirán esfuerzos e inversiones sostenidas para alcanzar las metas del milenio correspondientes. Además, de las necesarias inversiones en infraestructura física, son igualmente críticas y necesarias las inversiones en la infraestructura natural, vale decir, en la conservación del patrimonio natural y en la preservación de los servicios ecosistémicos sobre los cuales se sustenta el bienestar humano.

En Centroamérica, se evidencia una estrecha relación entre el abastecimiento de agua para consumo humano y la salud de la población, es decir, en la medida que la población disponga de agua potable de buena calidad, en esa medida disminuyen los casos relacionados a las enfermedades diarreicas, parasitosis, gastrointestinales, entre otras. En ese sentido, la calidad del agua depende a su vez de las condiciones ambientales, aseo y del tratamiento de la basura, aguas residuales y excretas (Valle, 2002).

A nivel del municipio de Puerto Cabezas, existe un problema de escasez asociado a la mala gestión del recurso hídrico, mala calidad del agua para el consumo humano y falta de concientización en materia de saneamiento ambiental; en ese sentido, falta establecer pautas hacia una verdadera gobernanza del recurso hídrico, que incluya la protección integral de las fuentes de agua potable, reforestación y todas las medidas necesarias para su sostenibilidad.

Según Información del Departamento de Higiene y Salud Ambiental del MINSA-RACCN, la mayor preocupación está en la contaminación del agua de consumo humano y potable. El MINSA estima que el 60% de la población de la ciudad de Bilwi y el 100% de los habitantes de las comunidades indígenas, consume agua que no cumplen con lo establecido en la normativa técnica nicaragüense.

Ante dicho escenario, se plantea el presente estudio que tiene como propósito analizar la calidad del agua de consumo humano y su efecto en la salud de los comunitarios. Para dar cumplimiento se desarrollaron cuatro etapas del proceso metodológico, la cuales se describen a continuación:

- Diagnosticar el estado ambiental de la comunidad, en relación a las fuentes de agua de consumo humano.
- Estimación de la calidad del agua superficial (ríos) a través del Índice de Calidad del Agua (ICA), bioindicadores acuáticos (macroinvertebrados bentónicos) y valoración de la vegetación ribereña.
- Análisis de la calidad del agua subterránea (pozos), mediante la comparación de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos con la normativa técnica nicaragüense y norma CAPRE.
- Sobre la base de los resultados, relacionar la calidad actual del agua de consumo humano y potable con el índice de enfermedades que tienen un efecto directo con el agua utilizada como potable.

Ante los argumentos descritos, es evidente la necesidad de encontrar medidas preventivas y de mitigación, desde una perspectiva de comunidades indígenas y con énfasis en la regulación del recurso hídrico superficial y subterráneo. Aunque, la investigación corresponde a una experiencia incipiente en la Región Autónoma Costa Caribe Norte y comunidades indígenas, su construcción y resultados permitirá ir creando estrategias comunales ajustadas a una realidad local; realidad que estará en concordancia a la cosmovisión indígena en la gestión de sus recursos naturales. Finalmente, se pretende que la comunidad indígena de Kamla y las autoridades de la región, puedan tomar acciones y lograr de esta manera la sostenibilidad en la calidad y cantidad del agua proveniente de las fuentes de abastecimiento, lo que disminuiría en gran parte las enfermedades causadas por el consumo de agua contaminada.

II. Revisión de literatura

Agua y saneamiento

Mendoza (2010), publicó un informe denominado Rapid Assessment of Drinking Water Quality in the Republic of Nicaragua (RADWQ), auspiciado por la OMS y UNICEF. Los resultados fueron alarmantes debido a que determinó que, de los 46 municipios estudiados, 42 presentaron contaminación de origen fecal con valores muy altos, resaltando las bacterias *Coliformes fecales* y *Escherichia coli*. Asimismo, demostró que el 81,5 por ciento de los pozos analizados en la zona Central Norte mostraron este tipo de contaminación y en el caso de la zona Central Sur, el porcentaje de contaminación por heces fecales fue de 98.6 por ciento. En el caso de la Costa Caribe, la contaminación de origen fecal fue del 100 por ciento del total de muestras. En definitiva, el diagnóstico debe ser un elemento de alerta temprana para el Gobierno de Nicaragua y en particular, a las autoridades de la Costa Caribe.

En el caso del saneamiento, el acceso a instalaciones de saneamiento en las comunidades rurales y pequeñas localidades es de un porcentaje de 82,5 y 94,7, respectivamente, la instalación predominante en más del 70 por ciento es la letrina tradicional (fosa simple sin ventilación). En las pequeñas localidades un 23 por ciento de las opciones de saneamiento cuenta con arrastre hidráulico. En ambos casos, la mayoría de los elementos estructurales (losas, bancos, caseta y puertas) de las letrinas tienen defectos, de manera que los porcentajes mencionados se reducen a 50,5 y 65,0 respectivamente, si se sustraen las letrinas consideradas no adecuadas. Un porcentaje entre 26 y 40 por ciento puede mejorarse con una inversión mínima; el acceso a instalaciones sanitarias en los barrios periurbanos es de un porcentaje de 95, de los cuales el 71 cuenta con arrastre hidráulico y 24 letrinas, la mayoría de ellas en mal estado.

En el caso del agua, el acceso a fuentes de agua en las localidades de estudio es de un porcentaje de 78, en las comunidades rurales, 95.2 en las pequeñas localidades y 97.5 en los barrios periurbanos. A pesar de los altos porcentajes de acceso, la calidad de la infraestructura no es buena en un porcentaje considerable de pozos; estos requieren de una inversión mínima para mejorar su condición y calidad. En los barrios periurbanos el agua es suministrada por la empresa ENACAL y se caracteriza por cortes periódicos del suministro.

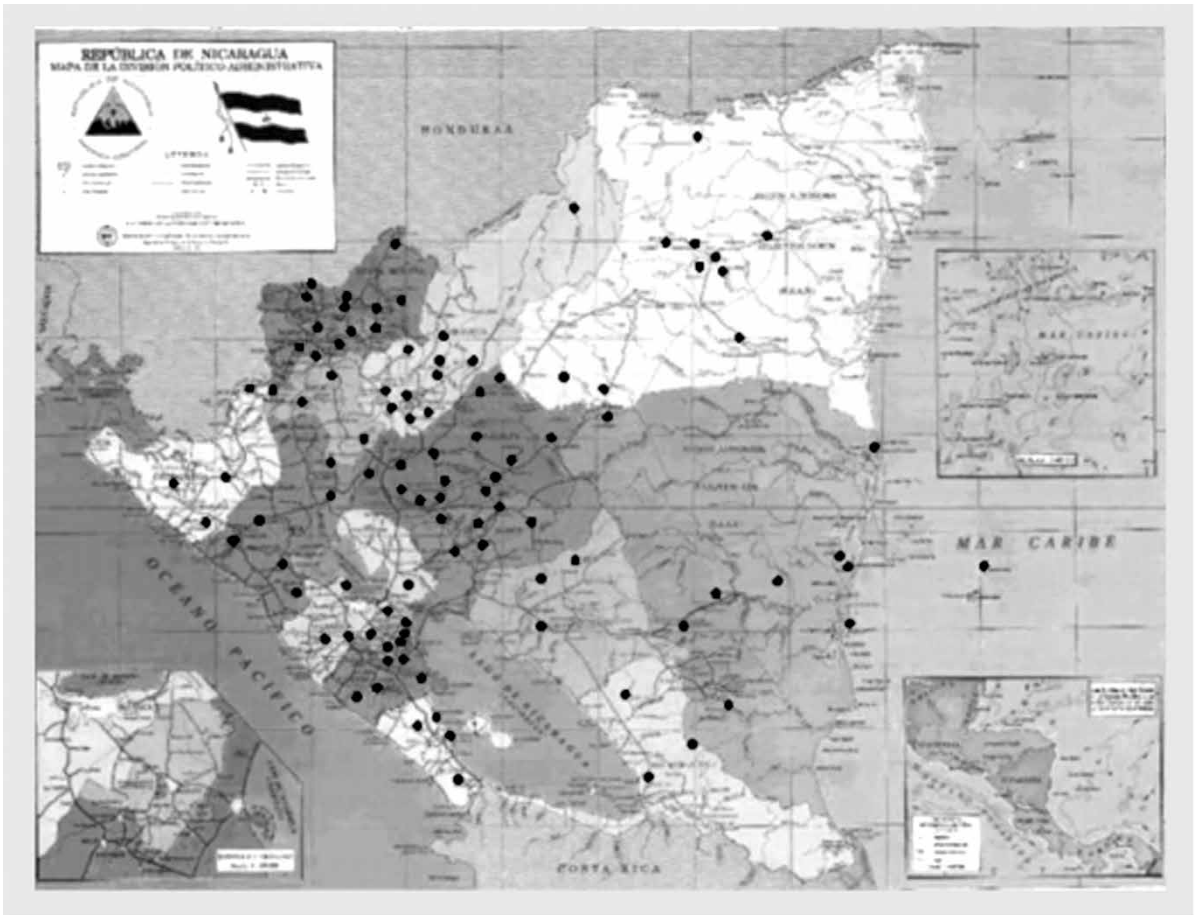







Figura 1: Mapa de Nicaragua (INIDE, 2005)

El índice de calidad del agua (ICA), indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura; así que el agua altamente contaminada tendrá un ICA cercano o igual a cero por ciento, en tanto que en agua con excelentes condiciones el valor del índice será cercano a 100 por ciento (Watler, 2010). De acuerdo a Watler (2010), la metodología para los cálculos del ICA fue propuesta por BROWN, como una versión mejorada del Water Quality Index (WQI), que fue desarrollado por la Fundación de Sanidad Nacional (NSF) en los Estados Unidos, a través de un esfuerzo por idear un sistema y poder comparar la calidad del agua en diferentes puntos de los ríos en Estados Unidos, la cual fue establecido en 1970 para monitorear el cambio de calidad en los ríos a través del tiempo.

El ICA fue desarrollado en base a las siguientes etapas: (1) crear una escala de calificación de acuerdo con los diferentes usos del agua; (2) involucró el desarrollo de la calificación de cada parámetro, de tal forma, que se estableciera una correlación entre los diferentes parámetros y su influencia con el grado de contaminación; y finalmente (3), la formulación de los modelos matemáticos, los cuales convierten los datos físicos en índices de calidad por parámetro (Subi).

Tabla 1: Clasificación del ICA y su uso del agua

Calidad de agua	Color	Valor	Uso del agua para consumo humano
Excelente		91 – 100	No requiere purificación para su consumo humano
Buena		71 – 90	Requiere purificación mínima, debido a su dudoso consumo sin purificar
Regular		51 – 70	Requiere tratamiento potabilizador
Mala		26 – 50	Requiere un tratamiento especial con inspecciones de calidad continuos
Pésima		0 – 25	Inaceptable para el consumo

Fuentes: SNET (2005) y León (1991).

Índice biológico de la calidad del agua, mediante los índices biológicos se obtiene un valor numérico que expresa el efecto de la contaminación sobre una comunidad biológica y se basan en la capacidad de los organismos de reflejar las características o condiciones ambientales del medio en el que se encuentran. La presencia o ausencia de una especie o familia, así como su densidad o abundancia es la que se utiliza como indicador de la calidad. La mayor diferencia entre los índices físico-químicos y biológicos, es que estos últimos, permiten indicar el estado del agua en un periodo prolongado de tiempo, definido por la duración del ciclo vital de cada individuo, pero su debilidad es que es imposible identificar los agentes contaminantes existentes, por lo que su utilización debe ser complementaria y no sustitutiva a los índices físico-químicos.

A continuación se presenta los macro invertebrados más importantes que han sido objeto de estudio:

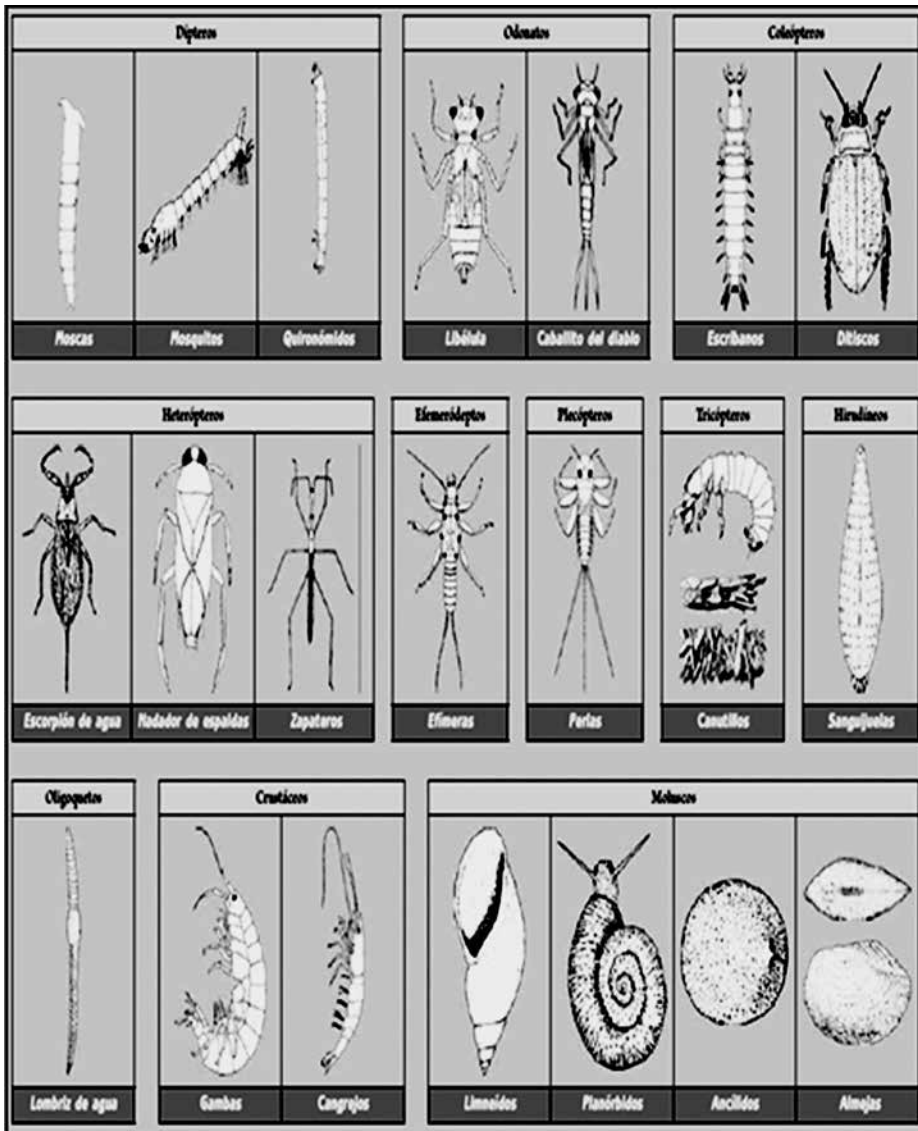


Figura 2: Principales macro invertebrados

III. Materiales y métodos

El estudio está estructurado sobre una metodología cuantitativa de tipo exploratorio, porque recoge, procesa, encausa, analiza y enlaza únicamente datos cuantitativos en un mismo estudio y el paradigma investigativo empleado es naturalista entrelazado en

resultados técnicos interpretativos de una realidad causal. Se realizó en la comunidad indígena de Kamla, se localiza en el Municipio de Puerto Cabezas, Región Autónoma de la Costa Caribe Norte de Nicaragua, a 9.4 kilómetros en dirección noroeste de la ciudad de Bilwi, cabecera municipal de Puerto Cabezas. Tiene una extensión aproximada de 12,300 hectáreas y una población de 1,395 habitantes, en su mayoría de la etnia Miskitu.

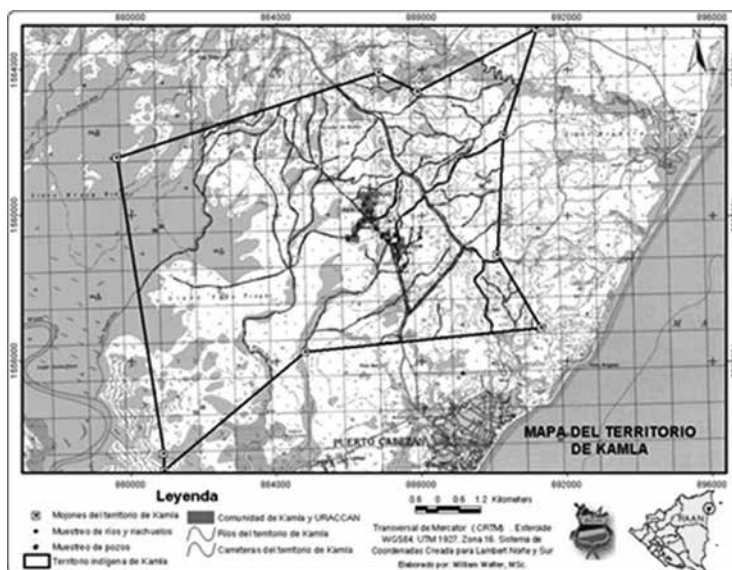


Figura 3: Mapa del territorio Kamla (Taylor, 2015)

El universo corresponde al territorio de Kamla y las unidades de muestreo, a los ríos y pozos circundantes al área de la comunidad indígena de Kamla y la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense-Recinto Universitario Bilwi. De 43 pozos que cuenta la comunidad fueron seleccionados 10 (23,2%) y conciernen a las principales fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano y potable. De los nueve ríos que posee el territorio de Kamla, siete corresponden a los más significativos en términos de escurrimientos superficiales; de estos se seleccionaron tres ríos para el muestreo, que equivalen al 42,8 por ciento.

VII. Resultados y discusión

Caracterización ambiental de la comunidad Kamla

La caracterización ambiental de la comunidad de Kamla, está descrita en dos momentos:

- El primero: hace referencia a los aspectos generales del territorio, detallando sus características biofísicas y red hídrica del drenaje superficial.

- El segundo: incorpora las características socioeconómicas de la comunidad y su entorno; haciendo énfasis en las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano y potable de una manera cuantitativa, su infraestructura sanitaria debido a que se toma como base el resultado de las encuestas, así como la información estadística del puesto de salud de Kamla y del policlínico de la ciudad de Bilwi.

Evaluación del tipo de viviendas en la comunidad



Figura 4: Distribución del tipo de vivienda en la comunidad Kamla

Evaluación de la cantidad de pozos existentes en la comunidad



Figura 5: Pozos en la comunidad de Kamla

Evaluación de las infraestructuras de Saneamiento y riesgo sanitario, se puede visualizar en la figura 6, donde se resume la infraestructura sanitaria que está aumentando el riesgo a la contaminación de aguas superficiales.

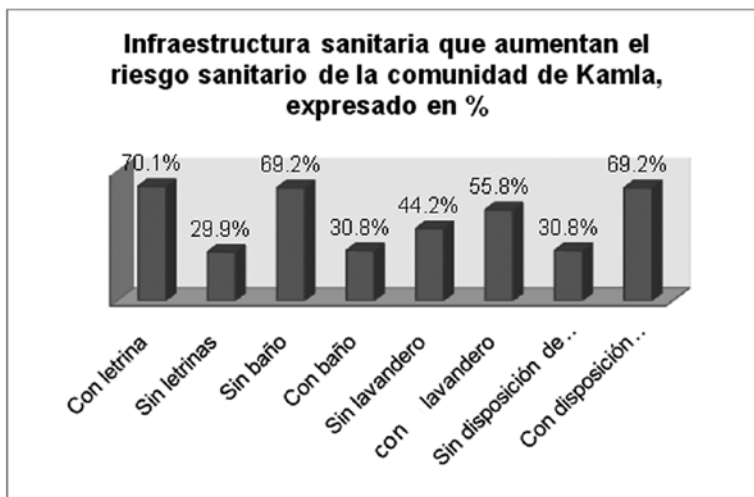


Figura 6: Infraestructura sanitaria de la comunidad en función de sanitarios

Como se puede observar a continuación en el gráfico No.4, muestra el porcentaje de 42.5 de los servicios sanitarios y un riesgo moderado del 35 con un alto riesgo de contaminación, esto sin considerar la infraestructura de construcción del servicio sanitario.

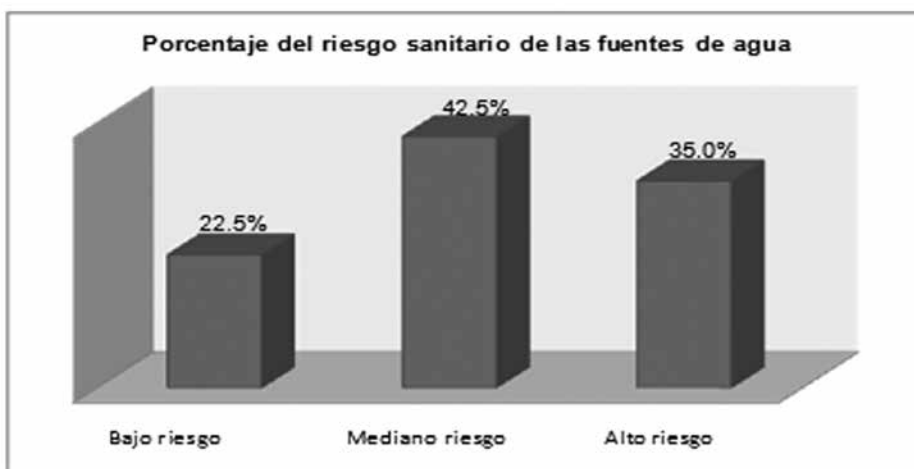







Figura 7: Riesgo sanitario en las fuentes de agua para consumo humano

Estimación de la calidad del agua superficial (ríos), en las fuentes de agua para consumo humano

Se utilizaron dos metodologías para cumplir con éste objetivo: El índice de Calidad del Agua (ICA) y el método de los bioindicadores utilizando macroinvertebrados bentónicos. Las estimaciones del índice de calidad del agua de los tres ríos examinados son: el río Slaubla laya, estiman un índice ICA de 52.49; clasificando de regular la calidad del agua, lo que requerirá un tratamiento potabilizador propicio. Tratamiento, que debe estar focalizado en disminuir los siguientes parámetros: *coliformes fecales* y BDO₅. En el río *Ayanbrich*, se estimó un ICA de 54.42, clasificando la calidad del agua de regular y requiriendo un tratamiento potabilizador. Tres son los parámetros que están alterando su calidad actual: *Coliformes fecales*, pH y DBO₅. Los valores pH indican concentración de hidrogeniones (H⁺) mayor de lo permitido, afectando directamente la población biológica. El río *Sahsing laya*, muestra una calidad regular (ICA = 55.6), resaltando los parámetros *coliformes fecales*, pH y DBO₅.

Tabla no. 2: Clasificación del ICA y su uso del agua

Calidad de agua	Color	Valor	Uso del agua para consumo humano
Excelente		91 – 100	No requiere purificación para su consumo humano
Buena		71 – 90	Requiere purificación mínima, debido a su dudoso consumo sin purificar
Regular		51 – 70	Requiere tratamiento potabilizador
Mala		26 – 50	Requiere un tratamiento especial con inspecciones de calidad continuos
Pésima		0 – 25	Inaceptable para el consumo

Fuentes: SNET (2005) y León (1991).

Las estimaciones del índice biológico de calidad del agua de los tres ríos examinados fueron: el resultado de la identificación de las familias de macroinvertebrados bentónicos en los tres ríos, según la presencia o ausencia de los taxas, estimaron una calidad buena del agua del río Slaubla laya (32 puntos), una calidad deficiente (14 puntos) del agua del río *Ayanbrich* y de calidad moderada (26 puntos) el río *Sahsing laya*, señalado en la figura 8.

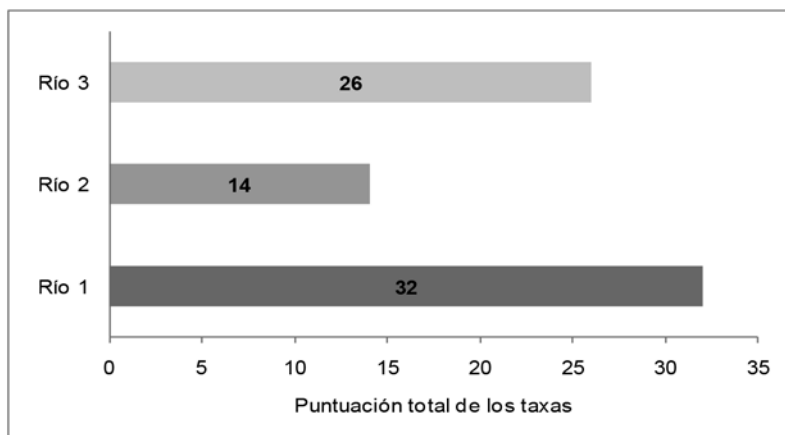


Figura 8: Tasas en los tres ríos usados para el abastecimiento humano

Análisis de los pozos

Desde el punto de vista organoléptico, no se encontró ningún valor fuera de los rangos establecidos en la norma técnica NTON 09 001 99, tales como los parámetros: olor, color, sabor y turbiedad. Y desde el punto de vista físico-químico, de los parámetros estudiados: pH, temperatura, nitrato, fosfato, sólidos disueltos totales (SDT), cloro residual libre, oxígeno disuelto (OD), todos se encuentran dentro de los rangos permisibles o aceptables por la normativa de calidad (NTON 9 001 99), excepto el cloro libre residual que está ausente. La calidad del agua de los diez pozos, desde el punto de vista bacteriológico no es potable, debido a que el 100% de las muestras analizadas exhibieron altas contaminaciones de origen biológico con abundante presencia de bacterias *Coliformes fecales*. Asimismo, el 90% de los pozos mostró una contaminación a base de las bacterias de *Escherichia Coli*.

Valoración del efecto de la calidad del agua subterránea (pozos), en la salud de la población indígena de Kamla

De acuerdo al análisis de los datos estadísticos de ambas fuentes (Puesto de Salud de la Comunidad y Policlínico de la Ciudad de Bilwi), se llega a la conclusión de que alrededor del 36 % de la población infantil (menor de 12 años) se ve afectada permanentemente por enfermedades diarreicas, parasitosis y otros padecimientos, producto del agua de los pozos, donde no se realiza tratamiento alguno, se suma la falta de prácticas de higiene sanitaria en la comunidad y en sus casas de habitación. Reiteramos que, en el análisis, no se consideró a los comunitarios que, por costumbre o tradición, se abstienen a ser tratados en el Puesto de Salud de la comunidad. Finalmente, en la figura 9, se muestra la información estadística de atención de ambos registros por mes.

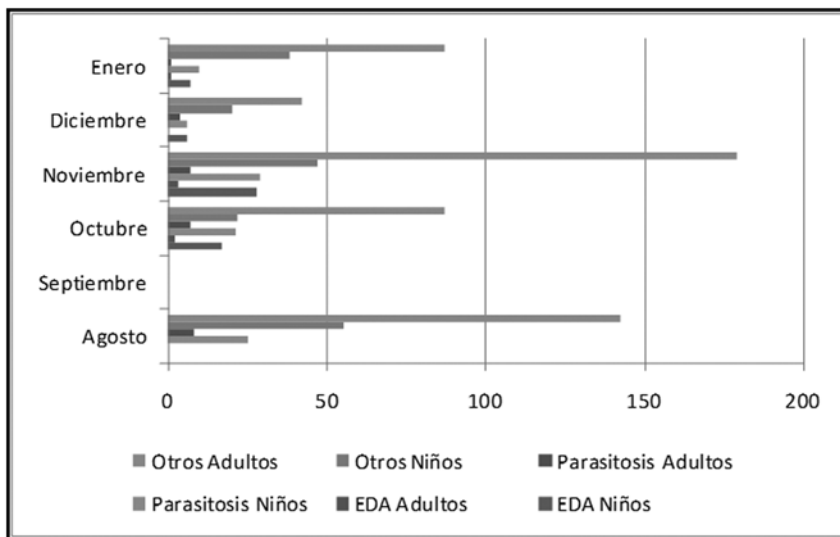


Figura 9: Información estadística de los registros de atención médica de la población de Kamla.

VII. Conclusiones

Con relación al saneamiento ambiental de la comunidad, Kamla: la contaminación de origen bacteriológico en los ríos y pozos, se debe en gran parte a la infiltración del agua de lluvia que arrastra los residuos sólidos y líquidos provenientes de la comunidad y del vertedero municipal ubicado en la parte alta del territorio. La alta contaminación de los pozos con bacterias *Coliformes fecales* y *Escherichia coli*, también está relacionado a la falta de una infraestructura básica y a las condiciones higiénico- sanitarias de la comunidad.

En relación a la calidad del agua superficial (ríos no. 1, 2 y 3), permite señalar lo siguiente: la contaminación de los ríos varía de moderada a regular, lo que requiere un tratamiento potabilizador. Es inminente la pérdida gradual de la vegetación ribereña en el territorio de Kamla, por lo que sus autoridades locales y su población, deben tomar acciones inmediatas para contener el deterioro y revertir la situación actual.

En los diez pozos estudiados señala que el agua de los diez pozos estudiados no es apta, como agua potable. Los pozos requieren urgentemente un tratamiento desinfectante y un control sistemático, orientado a eliminar la alta presencia bacterias *Coliformes fecales* y *Escherichia coli*.

El efecto en la salud de los pobladores de Kamla, en relación a la calidad del agua ingerida, señala que es mayor en la población joven y adulta (mayor de 12 años), que en la población con edades menores a los 12 años.

VIII. Lista de referencias

- Aguilar, G., & Iza, A. (2009). *Gobernanza del agua en Mesoamérica*, UICN, GLAND, Suiza: Editores del Puerto. Disponible en: cea.altiplano.uvg.edu.gt/26/www.editoresdelpuerto.com; www.iucn.org/bookstore
- APHA; AWWA; WEF. (1997). *Standards methods for the examination of water and waste water*. Washington: APHA. Disponible en: isbndb.com/d/Publisher/apha_awwa_wef.html
- CAPRE. (2003). *Norma técnica nacional para agua de uso agrícola, pecuaria, recreativo, preservación de la flora y fauna y abastecimiento de poblaciones*. Honduras: Secretaría de Salud.
- CAPRE. (1993.Revisado en 1994). *Normas de calidad del agua para consumo humano y potable*. Managua: UNA. Disponible en: www.una.edu.ni/Respaldo/.../Capre_Normas_Regional.pdf
- Carranza, F., y Medina, N. (2007). *El estado de saneamiento en Nicaragua*. Centroamérica: WSP. Disponible en: www.wsp.org/521200850008_Saneamineto_Nicaragua_final.pdf
- FADCANIC. (1999). *Comunidades indígenas y recursos naturales. Informe de diagnóstico de comunidades indígenas*. Costa Caribe: URACCAN.
- Ferrari, M., A.(2006). *Rebelión IV Foro Mundial del agua, claro como el Agua*. OEI.
- García, F., y Deen, T. (2005). *Cumbre del milenio: fracaso e incumplimiento de los objetivos del milenio*. SERVINDI (Servicio de Información Indígena), no. 64, Edición de Septiembre. p. 23 - 24. Disponible en: www.servindi.org/pdf/Serv_64_Milenio.pdf
- Global Water Partnership. (2003). *Estatus de los procesos hacia los planes nacionales para la gestión integrada de los recursos hídricos en los países de Centroamérica: Belice, Guatemala, Honduras, Costa Rica y Nicaragua*. Centroamérica: GWP. Disponible en: www.gwpcentroamerica.org/uploaded/content/article/1397490618.pdf
- González, A.C. (2009). *Derecho humano al agua potable*. Disponible en: www.monografias.com
- Hernández, P., E. y Flores, J., V. (2004). *Plan de manejo integral de la subcuenca del río Brakira, Bilwi*. Costa Caribe: URACCAN.

- INAA. (1999). *Norma técnica obligatoria nicaragüense para el diseño de abastecimiento de agua en medio rural*. Managua: NTON 09 001 99.
- INAA. (1999). *Norma técnica obligatoria nicaragüense para el saneamiento básico rural*. Managua: NTON 09-002-99.
- Jonch, C., M. (2004). *Estrategia Centroamericana de gestión integrada de recursos hídricos*. Disponible en: www.pnuma.org/.../Modulo%201%20MIAAC%20en%20el%20contexto%20de%20gestion%20...www.infoandina.org/node/14908
- Lahmann, Z & Enrique, J. (2005). *El estado de los recursos hídricos en la región hidrográfica. Cara Sucia-San Pedro Belén en la zona Sur de Ahuachapán, El Salvador UICN*. Costa Rica: Proyecto BASIM.
- López, C., N. (2002). *Descentralización y desarrollo económico local en Nicaragua*. Disponible en: www.fesamericacentral.org
- Lucas, R., y Aguinaga, S. (1996). *Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes: laboratorio DINAMA, Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente*. Dirección Nacional de Medio Ambiente. Uruguay. Disponible en: ww.mvotma.gub.uy/dinama/index.php?option...id.
- Mendoza, A., J. (2010). *RADWQ Rapid Assesment of Drinking Water Quality*, Nicaragua WHO-UNICEF, http://www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/RADWQ_Nicaragua.pdf
- OPS. (1987). *Guías para la calidad del agua potable*. Vol. (2). Criterios relativos a la salud y otra información base. Washington: OPS-OMS. Disponible en: biblioteca.universia.net/.../criterios-relativos-salud-otra-informacion-base.../35738411.html
- Ortiz, O., J. (2007). *Análisis geográfico sobre la calidad del agua de los pozos. Sur de Ahuachapan, El Salvador*. Disponible en: eco-book.net/action/file/download?file_guid=859
- Pochat, V. (2008). *Principios de la gestión Integrada de los Recursos Hídricos, Bases para el desarrollo de Planes Nacionales*. Disponible en: www.gwpcentroamerica.org
- Quevedo, J., E. (2008). *Análisis y evaluación de las franjas ribereñas y de los usos adyacentes en la microcuenca del río Toila, subcuenca del río Matanzas, Guatemala*. Turrialba. Tesis de Maestría. Costa Rica: CATIE.

- Salas, A. (2000). *Minería en el trópico. Coordinador regional conservación de bosques y aéreas protegidas en Mesoamérica (UICN), caso Centroamérica*. UICN-CM. Disponible en: www.ccad.ws/documentos/proyectos/.../MemoriaSeminarioRegional.pdf
- SNET. (2002). *Índice de Calidad del Agua General*. Centro de Gobierno. San Salvador, El Salvador, Centro América. Disponible en: <http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>
- Tamara, L., E. (2009). *El acceso al agua potable es un derecho humano fundamental*. p 10-11. Disponible en: www.Bolpres.com
- Velásquez, A., L. y Calderón, C., G. (2004). *Fundamentos técnicos para el muestreo y análisis de aguas residuales. Consejo nacional del agua*. México D.F. 23 p. Disponible en: www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd67/Fundamentos_Tecnicos.pdf
- Valle, J., C. (2002). *Diagnóstico sobre los sistemas de vigilancia y control de la calidad del agua para el consumo humano en Nicaragua*. OPS/OMS. 125 p. Disponible en: www.minsa.gob.ni/bns/ambiente/doctec.html
- Vargas, G., Rojas, R., y Joseli, J. (1996). *Control y vigilancia de la calidad del agua de consumo humano*. CEPIS. Disponible en: www.disaster-info.net/infovolcanes/pdf/spa/doc14581/doc14581.pdf
- Watler, W., J. (2010). *Módulo II: bienes y servicios ambientales*. Costa Caribe de Nicaragua: URACCAN.
- Watler, W., J. (2010). *Módulo III: cambio climático, gestión de riesgo y vulnerabilidad global*. Costa Caribe de Nicaragua: URACCAN.
- Watler, W., J. (2010). *Módulo I: cuencas hidrográficas*. Costa Caribe de Nicaragua: URACCAN.
- Watler, W., J. (2008). *Análisis de vulnerabilidad a la contaminación del recurso hídrico en la subcuenca del río Siquirres, Turrialba, Tesis Maestría*. Costa Rica: CATIE. Disponible en: orton.catie.ac.cr/repdoc/A2950e/A2950e.pdf
- WSP. (2008). *El estado del saneamiento en Nicaragua*. NI. 56 p. Disponible en: iteresources.worldbank.org/INTNICARAGUAINSPANISH/.../Nicaragua_saneamiento_agoo8.pdf