



Programa para mejorar la
**CALIDAD DE LAS AGUAS
SUPERFICIALES**
en el Cantón de Belén



Programa para mejorar la
CALIDAD DE LAS AGUAS
SUPERFICIALES
en el Cantón de Belén
2012-2017

Ing. Horacio Alvarado Bogantes
Alcalde Municipalidad de Belén

Licda. Sandra León Coto
Rectora Universidad Nacional

Lic. Esteban Ávila Fuentes
Coordinador de la Unidad Ambiental
Municipalidad de Belén

Dr. Jorge Herrera Murillo
Coordinador del Laboratorio de Análisis Ambiental
Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional

Elaborado por el Laboratorio de Análisis Ambiental, Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, en el marco del Programa Observatorio Ambiental, Municipalidad de Belén-Universidad Nacional

Presentación

La mayoría de las presiones de las cuencas y del recurso hídrico están relacionadas con el aprovechamiento insostenible del hombre, quien para satisfacer sus necesidades de producción ha deteriorado y contaminado las fuentes de agua.

La Municipalidad de Belén a través del desarrollo del Programa Observatorio Ambiental del Cantón de Belén, en conjunto con la Universidad Nacional, ha implementado un programa sistemático de monitoreo de la calidad de las aguas superficiales del municipio desde el año 2007, el cual ha permitido contar con un diagnóstico integral del estado de la calidad de las aguas superficiales en el municipio.

A partir de los resultados de este diagnóstico, la Municipalidad de Belén asumió el compromiso de trabajar unida con distintos actores sociales, locales y regionales, en la formulación de un plan de gestión, que nos permita consolidar una política de sustentabilidad hídrica y entregar a la siguiente generación un cantón con ríos limpios, cuencas y acuíferos en equilibrio, cobertura universal de agua potable y alcantarillado y asentamientos seguros frente a inundaciones catastróficas.

Los desafíos del agua son grandes y complejos, pero superables, si actuamos con determinación y unidad y si el esfuerzo se despliega de forma consistente y continuada. Tenemos que sumar voluntades, capacidades y recursos. Tenemos que cambiar nuestro modo tradicional de relacionarnos con el agua; no podemos seguirla viendo como un recurso inagotable, sino como un bien escaso y costoso que es necesario manejar responsablemente para nuestro beneficio y para el de las futuras generaciones. Por todas estas consideraciones tenemos el agrado de dar a conocer a la comunidad belemita, el Plan Municipal para mejorar la calidad de las aguas superficiales del cantón de Belén

Ing. Horacio Alvarado Bogantes
Alcalde Municipal

Indice

Sección	Página
Presentación	2
1. Belén y su entorno	4
2. Recurso Hídrico en Costa Rica	10
3. Objetivos, metas y lineamientos estratégicos	16
4. Acciones Estratégicas	18
5. Referencias	29

1. Belén y su entorno

1.1. Geografía:

Belén es el cantón sétimo de la provincia de Heredia, ubicado entre las coordenadas geográficas medias 09° 59' 14" latitud norte y 84° 00' 38" longitud oeste. Posee una extensión territorial de 11.81 km² y según el último censo, Belén posee una población de 19 834 habitantes de los cuales un 49.4% son hombres y 50.6% mujeres. Su densidad es de 1632 habitantes por kilómetro cuadrado. Se localiza al norte del río Virilla y al sur del río Segundo, separado por una distancia aproximada de 10 km de la ciudad de San José, capital de Costa Rica, y a 4 km del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría. Belén limita al este con los cantones de Heredia y Flores, al norte y al oeste con el cantón de Alajuela, al sur con los cantones de Santa Ana, Escazú y San José.

La topografía del cantón es plana, el sistema fluvial del cantón de Belén, pertenece a la cuenca del río Grande de Tárcoles, es drenado por el río Bermúdez y su afluente la Quebrada Seca; así como por los ríos Segundo y Virilla, que son límites cantonales; posee una altitud promedio de 915 metros sobre el nivel del mar. Geológicamente esta formado por materiales de origen volcánico.

1.2. Condiciones Climatológicas:

Anualmente y en promedio para la zona se tienen pluviosidades de 2059 milímetros, en donde se refleja un marcado periodo seco que va de diciembre a marzo, con un promedio de precipitaciones para esos meses de 17,6 milímetros, para los meses de mayo y junio se presenta el primer pico fuerte de lluvias arriba de los 250 milímetros mensuales y ya en los meses de septiembre y octubre se presenta el periodo de mayores lluvias con promedios mensuales arriba de los 335 milímetros.

Los promedios mensuales de temperaturas, no presentan mayores rangos de diferenciación, así se tiene que la temperatura media mensual fluctúa entre los 22,4 y 24,0 °C, la mínima entre los 17,5 y 18,4 y la máxima entre los 27,1 y 29,7. Evidentemente, los menores rangos de temperatura tienen una relación directa con los vientos alisios provenientes del hemisferio Norte en época de invierno.

Los promedios mensuales de velocidades de vientos, igualmente guardan una relación directa con la influencia de los vientos alisios provenientes del hemisferio Norte, es así como se encuentran velocidades de 12,1 Km/h en el mes de septiembre y 26,1 Km/h en el mes de febrero.

Los promedios mensuales de humedad relativa son altos y van desde un 65% en la época seca hasta un 86%, en el mes de septiembre (Cubero, 2009).

1.3. Geología:

El cantón de Belén se localiza en el Arco Interno de Costa Rica; en el Valle Central; con base en Denyer y Arias (1991); las formaciones del subsuelo corresponden a unidades de roca de origen volcánico efusivo, las cuales estratigráficamente se han dividido en las siguientes formaciones geológicas:

- ***Formación Lavas Intracañón***

Se trata de por lo menos siete coladas de lava andesíticas que cerca del Puente de Mulas presenta una intercalación de 35 metros de un depósito de un flujo de bloques y cenizas, afloran solamente en los profundos valles de los ríos Virilla y Tiribí. Localmente presenta una intercalación de una toba de flujo brechosa (Miembro Puente de Mulas), el espesor total de la Formación Lavas Intracañón es de casi 100 m; (Kussmaul, 1994).

- **Formación Avalancha Ardiente**

Encima de las lavas intracañón yace una capa de pómez con un espesor máximo de 3 metros, producto de una gran explosión volcánica, seguido por depósitos de flujos piroclásticos con un espesor promedio de 45 metros. La base de esta formación está compuesta por una capa de pómez de caída de hasta 3 m de espesor, seguida por flujos de ceniza ricos en bombas escoriaceas, lapilli y clastos líticos.

- **Formación Lavas Pos-avalancha**

Con este nombre se denomina a varias coladas de lava y depósitos piroclásticos que se originaron en la Cordillera Volcánica Central y forman parte del grupo Volcánico Central; se considera que la mayor parte de los materiales de esta formación provienen del macizo del volcán Barba; (Echandi, 1981, en Denyer & Arias, 1991). Está compuesta por coladas de lava andesíticas y andesíticas basálticas con espesores que van desde los 10 m hasta los 80 con intercalaciones que van de

aproximadamente 10 metros de ceniza volcánica y ocasionalmente lapilli, (Denyer y Arias, 1991). La sección tipo está al sureste de la población de Barba de Heredia, en la margen izquierda de la quebrada Barba, (Gómez, 1984). Esta formación geológica se localiza en la parte norte del cantón de Belén; en donde afloran los frentes de coladas de lavas andesíticas de la parte inferior (Miembro Bermúdez); las cuales están cubiertas por tobas y cenizas meteorizadas.

1.4. Aspectos Socioeconómicos:

El uso de la tierra en Belén es bastante variado. Se encuentran zonas de residenciales, zonas industriales y hasta zonas de protección. Dentro de sus actividades económicas están la industrial, la turística y la comercial. Según datos de la Municipalidad de Belén, el cantón cuenta con 73 industrias, de las cuales 33 tienen un rango de empleados que va desde 250 hasta 2500. Además cuenta con al menos 326 comercios, varios hoteles grandes y pequeños, clubes privados y centros de recreación.

De acuerdo a la estructura productiva del cantón de Belén, se puede mencionar que de las empresas ubicadas en este municipio; el sector de comercio y servicios ocupa el 62,20% en comparación con el sector Industrial con un 30,71% y por último el sector agropecuario con un 7,09%; según información de la CCSS del 2006 (Municipalidad de Belén, 2007).

El cantón de Belén cuenta con la mayoría de servicios públicos. Además posee, según la Municipalidad, 7 398 km de carretera pavimentada y 2 km de carreteras lastreadas. La mayoría de su infraestructura vial se encuentra en buen estado, así como el alcantarillado pluvial. Entre los servicios públicos se encuentra el alcantarillado pluvial, acueducto municipal, recolección y tratamiento de basura, servicio de limpieza de vías y servicio de cementerio (Municipalidad de Belén, 2007).

De acuerdo con la Municipalidad de Belén, el cantón cuenta con un índice de desarrollo social del 94,9%, ocupando el segundo lugar en el país. Al compararlo con el resto de cantones de la provincia de Heredia se encuentra una diferencia de 23,5%. Su índice de pobreza, sin embargo, se encuentra en aumento.

1.5. Hidrogeología del cantón de Belén:

- **Acuífero Colima**

Las rocas de la Formación Lavas Intracañón (hidrogeológicamente nombrada como Formación Colima por Echandi, 1981) se clasifican como acuíferos fracturados en rocas volcánicas; con un potencial hidrogeológico de medio a muy alto; son los acuíferos más importantes del Valle Central y tienen una amplia distribución regional; estos acuíferos se encuentran separados del acuífero Barva Inferior por la Formación Tiribí que actúa como acuitardo entre ellos; (Arredondo, 1993). Echandi, (1981; en Gómez, 1984), divide la Formación Colima en tres miembros:

- Miembro Belén (Colima Inferior)
- Miembro Puente de Mulas
- Miembro Linda Vista (Colima Superior)

- **Acuitardos Tiribí**

La Formación Geológica Depósitos de Avalancha Ardiente se ha denominado hidrogeológicamente como la Formación Tiribí, la cual ha sido dividida informalmente en varios miembros por Echandi, (1981; en Gómez, 1984); los cuales son:

- Miembro Nuestro Amo (inferior)
- Miembro La Caja
- Miembro Ignimbritas de Electriona (superior)

Debido a su clasificación, las ignimbritas originan acuíferos de bajo rendimiento (acuitardos) cuando están subyacentes por materiales impermeables (potencial de extracción de los pozos de 2-4 l/s). En áreas en donde las ignimbritas descansan sobre las lavas de la Formación Colima, las primeras juegan un papel muy importante en la recarga de los acuíferos originados en esta última, los miembros de esta formación tienen contactos laterales; (Gómez, 1984).

- **Acuífero Barva**

Las rocas de la Formación Lavas Pos-avalancha se denominan hidrogeológicamente como Formación Barva y se clasifican como rocas con un potencial acuífero medio a alto; originando acuíferos libres y fracturados en rocas volcánicas, las cuales están sobreyacentes por depósitos de

lahares, tobas y cenizas meteorizadas. Arredondo, (1993); describe que el acuífero Barva se divide en dos acuíferos o dos unidades:

- **Acuífero Los Angeles (Barva Superior):** el cual se desarrolla en lavas ubicadas en las partes altas del volcán Barva y se caracteriza por formar acuíferos locales o sea de poca extensión (no afloran en el cantón de Belén)
- **Acuífero Barva Inferior (Miembro Bermúdez):** subyace al anterior y se alberga en lavas andesíticas fracturadas que presentan alta permeabilidad, por lo que pozos individuales pueden rendir caudales de hasta 20 litros por segundo (BGS – Senara, 1988; en Arredondo, 1993), esta unidad aflora en la parte norte del cantón y origina manantiales muy importantes ya que algunos están captados y son utilizados para el abastecimiento público.

Vargas, (2000); define que el acuífero Barva se origina en las escorias y las lavas fracturadas de la Formación Lavas Pos-avalancha, se extiende parcialmente cubierto por cenizas entre la curva de nivel de los 1500 m al norte, San Isidro de Heredia al este, por el lado derecho del río Bermúdez al sur y el límite de la cuenca al noreste. El nivel del agua subterránea presenta fluctuaciones de hasta 7 metros, coincidiendo sus oscilaciones con las variaciones pluviométricas estacionales, (ONU, 1973; en Vargas, 2000).

- **Manantiales**

La zona de Belén es la zona de descarga por medio de manantiales de los acuíferos Barva y Colima; de los cuales los más importantes son: Los Sánchez, Ojo de Agua, Puente de Mulas y San Antonio. Estos manantiales actualmente están captados por la Municipalidad de Belén y por el AyA (Puente de Mulas) y son utilizados para el consumo humano; los mismos tienen zonas de protección definidas por Arredondo, (1991).

- **Pozos perforados**

Según datos del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (Senara); se reportan 93 pozos los cuales extraen agua subterránea principalmente del Acuífero Colima Superior; sin embargo también se reportan pozos captando las zonas fracturadas de las ignimbritas de la Formación Tiribí.

2. Recurso hídrico en Costa Rica

2.1. Situación Actual

A nivel nacional, el país dispone de poco más de 110 Km³ anuales de volumen de agua. De ese volumen total, 73 Km³ corresponden a la escorrentía superficial, mientras que 37 Km³ (33.75%) corresponden al volumen anual de recarga natural a los acuíferos del país. La distribución espacial de la escorrentía superficial, determinada a su vez por el régimen pluvial, presenta algunas variaciones que distinguen a las distintas regiones, desde las cuencas de la vertiente Atlántica con los mayores volúmenes de escurrimiento por unidad de superficie, hasta las cuencas relativamente “secas” del Pacífico Norte. Las cuencas de mayor disponibilidad se encuentran en la vertiente del Caribe, siendo la cuenca del río Sarapiquí-Chirripó (2207 mm) la de mayor disponibilidad. En la vertiente del Pacífico las de mayor disponibilidad son Savegre (1849 mm) y Barranca (1489 mm); las de menor disponibilidad son la cuenca propia del Lago Arenal con 78 mm y una parte de la Península de Nicoya, con 156 mm y que corresponde a la zona costera, actualmente con la mayor demanda de agua por parte del sector turístico. Es importante señalar que tres de estas cuencas (Grande de Tárcoles, Bebedero y Tempisque) reciben actualmente mediante trasvases, volúmenes de agua provenientes de otras cuencas, para satisfacer las demandas existentes por agua, ya sea para uso doméstico, industrial o para riego agrícola o piscícola.

El crecimiento poblacional y de la actividad económica del país han determinado patrones de uso del agua con características espaciales y temporales específicas, en cantidad y calidad. De acuerdo con las estimaciones que se han efectuado, las extracciones anuales totales para los distintos sectores de uso se estimaron para el año 2006 en 24.5 km³. Las extracciones de agua para generación hidroeléctrica representaban el 80.0% del total, seguido por la agricultura con un 16%. El uso para consumo humano, turismo, industria y agroindustria representaban menos del 4% de la extracción total mientras que el uso de agua para generación térmica y usos comerciales es prácticamente nulo. A pesar de ser la generación hidroeléctrica el principal usuario del agua, la misma no representa un uso consuntivo, siendo el riego agrícola el mayor usuario de los usos consuntivos con un 66% de las extracciones consuntivas, equivalente a

cerca de 3.2 km³, seguido por el uso agropecuario (18%) y el uso de agua para consumo humano (9%).

Aunque la lucha contra la contaminación de los cuerpos receptores, superficiales y subterráneos de agua está situada es un punto importante de la agenda nacional, lo complejo de esta problemática y sobre todo, la poca aplicación de medidas efectivas que detengan el acelerado proceso de deterioro de los cuerpos de agua (canon de vertidos, por ejemplo) y de inversiones públicas y privadas para mejorar las redes de alcantarillado, las conexiones y la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, hace que una gran parte de las aguas superficiales estén contaminadas, y que las subterráneas estén en riesgo.

El aumento poblacional y su consecuente crecimiento agrícola, pecuario, urbanístico e industrial han provocado un incremento en la frecuencia y cantidad de desechos que se descargan en los ríos. En general, los cuerpos de agua del país están afectados en su calidad por aportes puntuales y no puntuales de materiales que van desde sedimentos, aguas negras, desechos industriales, agropecuarios y hasta agroquímicos.

Esta problemática compleja y creciente referida a la calidad del agua se manifiesta en todo el territorio nacional, aunque resalta con mayor intensidad en la cuenca del río Grande de Tárcoles, cuya densidad de uso lleva asociada problemas de contaminación con impactos que se perciben desde la cuenca media hasta su desembocadura. La situación que priva en esta cuenca es un ejemplo de la situación que enfrentarán otras cuencas del país de mantenerse la situación actual. Al detallar en la cuenca del río Grande de Tárcoles, se puede observar que esta concentra el 51% de la población del país y el 85% del total de las industrias. Debido a ello, presenta un problema de contaminación muy severa en sus ríos principales y en algunos afluentes del río Virilla, tales como los ríos María Aguilar, Bermúdez, Torres y Tiribí. Pese a que la disponibilidad de agua superficial es estimada en 2 km³/año, que equivale a un capital hídrico de 1,021 m³/hab/año resulta prácticamente no utilizable en su totalidad, como se demuestra en los volúmenes concesionados ya que el 94% del volumen concesionado para consumo humano al año 2000 proviene de agua subterránea (manantiales y pozos).

2.2. Legislación:

En el sistema jurídico costarricense no existe un único cuerpo normativo sistemático y coherente que regule de manera global la protección, extracción, uso, gestión y administración

eficiente de los recursos hídricos. Adicionalmente, la legislación existente se centra, preponderantemente, en las aguas superficiales obviando a las subterráneas.

Se puede constatar en esta materia una dispersión normativa y un conjunto fragmentado, caótico y ambiguo de normas sectoriales que regulan aspectos puntuales quedando serias lagunas y contradicciones, todo lo cual también dificulta, seriamente, la gestión por parte de los entes públicos encargados de la materia. La Constitución de la República contempla diversas normas que definen el dominio de las aguas de la Nación, la protección y control de las mismas, la administración y posibilidad del otorgamiento de concesiones para su aprovechamiento.

La Ley de Aguas vigente, que data del año 1942, le ha servido al país en el manejo del agua, a pesar del cambio que ha tenido éste, en términos del crecimiento de la población y de la diversificación e incremento de las actividades económicas así como cambios en las condiciones sociales y ambientales, tal y como se ha señalado anteriormente. El proyecto de ley de Recurso Hídrico, que se discute en diferentes instancias desde el 2002, está llamado a constituirse en el instrumento marco que modernice la ley de Aguas. La discusión de esta iniciativa en instancias legislativas arranca desde el 2001 y hasta la fecha el proyecto no ha podido ser aprobado.

La rectoría del sector de los recursos hídricos corresponde al Ministro de Ambiente y Energía, de conformidad con la Ley de Aguas No. 276, la Ley Orgánica del Ministerio de Ambiente No. 7152, la Ley General de la Administración Pública No. 6227 y el Transitorio V de la Ley No. 7593 que crea la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. Esta rectoría la ejerce conjuntamente con el Presidente de la República.

2.3. Situación de la calidad de las aguas superficiales en el cantón de Belén:

El territorio del cantón de Belén forma parte de dos microcuencas, a saber:

Microcuenca del Río Segundo:

La microcuenca se encuentra entre las coordenadas métricas 507322mE-213000mN, 528652mE-234708mN-; con un área total 90.33 km². Está conformada por algunos sectores de los cantones de Barva, Santa Bárbara, Flores, Belén y Alajuela.

En la microcuenca se encuentran los siguientes usos de suelo: bosque, café, caña de azúcar, pasto, vivero y urbano. El cultivo de café abarca un área de 23.4 km², correspondiente a un 25,86% de la microcuenca y se da principalmente en los 1000 y 1500 m.s.n.m., principalmente en las comunidades de Santa Bárbara, Jesús, Birrí, San José de la Montaña, Getsemaní, Buena Vista, Barva, San Pedro y San Pablo.

Los pastos abarcan una extensión de 22.90 Km², es decir, un 25,27% de la microcuenca, siendo el segundo uso más extenso en la microcuenca. Se ubican en dos sectores, en la parte alta de la microcuenca entre los 1500-1600m.s.n.m., cerca del poblado de Montecito a los 2500 m.s.n.m., hasta colindar con el bosque del Parque Nacional Braulio Carrillo y un segundo sector al sur de la microcuenca, específicamente en los distritos de San Rafael y Guácima

Según el mapa geomorfológico, escala 1:50.000 de Bergoeing (1982), en el área se encuentran dos unidades geomorfológicas, una de origen volcánico y otra de origen sedimentario del Pleistoceno. En la unidad sedimentaria se encuentran procesos sedimentarios de origen volcánico como conos disectados, localizados en las cercanías de Puente Salas y San Pablo de Barva. En esta misma unidad se encuentra una falla. En la unidad geomorfológica volcánica es posible hallar frentes de colada de lava, a partir de los 1500 msnm.

La alta oferta del recurso hídrico en la microcuenca se ubica en las áreas cubiertas por bosque y café, principalmente en la unidad geomorfológica volcánica. La oferta media se distribuye por las dos unidades geomorfológicas, en zonas de pasto y pasto con árboles. En lo que se refiere a la baja oferta del recurso hídrico, se encuentra en la unidad geomorfológica volcánica y en un sector cubierto por viveros.

Microcuenca del Río Bermúdez:

El área comprendida por la microcuenca se encuentra entre las coordenadas cartográficas 217 138m – 225 863m latitud norte y 513 707m-526 680m longitud este de la cuadrícula Lambert Costa Rica norte, ubicadas en las hojas topográficas Barva (3346-II), Abra (3345-I) escala 1:50 000. La microcuenca esta formada por dos ríos principales: Burío con una extensión de 8 502 m y el Quebrada Seca con 7 442 m. Ambos ríos unidos continúan con un recorrido de aproximadamente 9 228 m formando el río Bermúdez.

En la zona predomina el clima tropical lluvioso con estación seca. La temperatura promedio anual es de 19,9°C y las precipitaciones se desarrollan en un período que va desde mayo a

diciembre, asociado directamente al desplazamiento de la zona de convergencia intertropical, que en estos meses se ubica sobre el territorio de Costa Rica (Zamora, 2004).

La mayor parte del terreno se encuentra como suelo descubierto principalmente debajo de los 1250 msnm donde se desarrollan actividades industriales y urbanísticas, por arriba de los 1250 msnm el terreno esta dedicado a los cultivos y actividades ganaderas. Los bosques primarios se presentan en muy baja proporción solamente arriba de los 1500 msnm.

El monitoreo de la calidad química realizado en los cuerpos de agua superficial del cantón de Belén desde el año 2008, como parte del Programa Observatorio Ambiental del cantón de Belén (UNA-Municipalidad de Belén), determinó que de los 11 sitios ubicados en los ríos Bermúdez, Segundo y Quebrada Seca, tres fueron clasificados como del alta contaminación; cuatro sitios con moderada contaminación, y cuatro sitios mostraron baja contaminación de acuerdo con el Decreto 33903-MINAE-S.

En la zona de baja contaminación, se determinó que la mayor variabilidad en la composición química de las aguas está dada por el aporte de factores naturales, tales como la litología y el tipo de suelo predominante (fuerte correlación entre SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ y Cl^-) y en menor grado por la escorrentía urbana y las descargas de aguas residuales industriales. Una situación muy diferente se presenta en las zonas de alta contaminación, donde la influencia de la contaminación generada por fuentes puntuales, como por ejemplo descargas de plantas de tratamiento de aguas residuales y efluentes industriales, explica prácticamente un 75% de la variabilidad en la composición química del agua.

De las variables químicas analizadas en las muestras de agua, colectadas en los cuerpos superficiales, la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), DQO (Demanda Química de Oxígeno) y SST (Sólidos Suspendidos Totales) fueron influenciados principalmente por la contaminación de fuentes no puntuales mientras que el Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ y K^+ fueron influenciados principalmente por factores naturales.

Los parámetros en la zona de moderada contaminación son influenciados principalmente por la contaminación de fuentes múltiples como la escorrentía urbana y las aguas residuales industriales (89,6% para la DBO y 81,9% para la DQO). Los contaminantes en esta zona provienen típicamente de fuentes mixtas. En la zona de alta contaminación, las contribuciones pertinentes se deben principalmente a los contaminantes generados en las actividades industriales y urbanas (90,4%, 94,7%, 94,3% y 88,6% de la DBO, DQO, SST, NH_4^+ , respectivamente).

Si se analiza la evolución de la contribución de cada una de las fuentes entre 2008-2010 (Tabla 1) se puede apreciar que para las microcuencas del Río Quebrada Seca, Bermúdez y Segundo se mantiene una tasa de incremento del 9,2% anual del aporte de las fuentes provenientes del vertido de aguas residuales tanto industriales como domésticas. Para este caso, los parámetros de calidad de agua más afectados corresponden a DQO, DBO, SST y amonio los cuales presentan un incremento que varía del 11 a 16% anual.

Tabla 1. Evolución de los porcentajes de contribución de cada fuente a la calidad de las aguas en las diferentes microcuencas del cantón de Belén 2008-2010.

Microcuenca	2008		2009		2010	
	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 1	Fuente 2
Bermúdez	22.8	71.2	20.7	74.3	19.0	76.6
Segundo	30.3	56.9	28.5	59.2	26.1	62.7
Quebrada Seca	39.7	60.3	34.4	63.1	31.2	66.9

3. Objetivos, metas y lineamientos estratégicos

3.1. Objetivo General:

El objetivo principal del Programa para mejorar la calidad de las aguas superficiales en el Cantón de Belén es promover acciones encaminadas a lograr una reducción sistemática de los niveles de contaminación presentes en los cuerpos de agua que atraviesan el municipio.

3.2. Objetivos específicos:

- Construir una herramienta de planificación de acciones y decisiones encaminadas a recuperar la calidad de los cuerpos de agua superficial que atraviesan el cantón.
- Construir a mediano y largo plazo un municipio con capacidad de conservar y manejar los recursos naturales existentes, con énfasis en el recurso agua
- Recuperar el potencial productivo de las microcuencas existentes en el cantón, disminuyendo los riesgos de degradación, bajo criterios de aprovechamiento óptimo.
- Concienciar a la población sobre la importancia el manejo adecuado de los recursos hídricos, especialmente las aguas superficiales, con el fin de garantizar la conservación de los recursos existentes en el municipio.

3.3. Metas

La meta general de este Programa es reducir gradualmente los niveles de contaminación de los cuerpos de agua que atraviesan el Cantón de Belén hasta conseguir niveles de contaminación de bajos a moderados según el decreto 33903-MINAE-S en todos los cuerpos de agua, en un horizonte de aplicación del 2012 al 2017.

3.4. Acciones y Estrategias

A partir de esta meta se generan cinco áreas de trabajo generales para el programa, determinadas a partir de la asimilación de dos aspectos fundamentales: las causas de fondo de

la contaminación de los cuerpos de agua y la necesidad de realizar esfuerzos de coordinación con otros gobiernos locales cuyos territorios se encuentran formando parte de estas microcuencas. En este sentido, las áreas cubren de manera general todos aquellos aspectos sobre los cuales hay posibilidad de incidir para modificar los niveles de contaminación en los cuerpos de agua superficial. Este programa plantea cinco áreas de trabajo, en donde cada una agrupa acciones específicas enfocadas al cumplimiento de los objetivos planteados en el mismo; estas áreas son:

-Instrumentos de gestión

-Saneamiento de aguas residuales domésticas

-Participación ciudadana

-Restauración de áreas de protección

-Fortalecimiento de la Coordinación interinstitucional

Para cada una de estas áreas se proponen diferentes acciones, en cada una de ellas se identifican las metas, los responsables directos, otros participantes y algunos de los mecanismos de gestión requeridos.

4. Acciones estratégicas

4.1. Instrumentos de gestión

4.1.1. Inventariar los vertidos legales e ilegales de aguas residuales en los cuerpos de agua que atraviesan el cantón de Belén

Objetivo: Identificar y registrar todas las fuentes de emisiones contaminantes ubicadas en los cauces de los cuerpos de agua del cantón

Justificación: El inventario de las descargas de aguas residuales a los ríos que atraviesan el cantón permitirá conocer el aporte de las fuentes puntuales a los niveles de contaminación de los mismos, identificando las prioridades de intervención en cada caso.

Meta: Registrar en el corto plazo todos los focos de vertido de aguas residuales a los cuerpos de agua del cantón, identificando la naturaleza de la fuente generadora

Responsables directos: Municipalidad de Belén

Otros participantes: Ministerio de Salud, Ministerio de Ambiente y Energía, Sector Académico

Mecanismos de gestión: Crear un registro de descargas de aguas residuales a los cuerpos de agua del cantón que sirva de base para:

- Contar con la identificación y localización de todas las fuentes emisoras existentes en cada río
 - Contabilizar mediante la medición de caudales, el aporte de cada fuente en términos de tasa de contaminantes vertidas, poniendo énfasis en materia orgánica y sólidos suspendidos totales.
 - Levantar información sobre la naturaleza del vertido incluyendo (tipo de fuente, variación temporal, estado de cumplimiento de normativa nacional, etc)
 - Explorar las posibilidades existentes de intervención en cada caso de acuerdo con la normativa existente en el país
-

4.1.2. Fortalecer la inspección y vigilancia de establecimientos industriales y de servicios.

Objetivo: Reforzar la inspección y vigilancia de establecimientos industriales, comerciales y de servicios, mediante la aplicación de reglamentos existentes a nivel nacional en materia de control de vertido de aguas residuales

Justificación: Para que la aplicación de la normatividad vigente en materia de aguas residuales sea estricta en la vigilancia del cumplimiento y que ésta reduzca los niveles de contaminación presentes en los cuerpos de agua superficial, es necesario que la Municipalidad de Belén y los Ministerio de Salud y Ambiente y Energía realicen una estrecha coordinación con el fin unir esfuerzos en los programas de control y seguimiento del cumplimiento de los compromisos ambientales de la empresas y establecimientos comerciales evitando la duplicidad de funciones.

Meta: Establecer un programa continuo de observancia y cumplimiento de las decretos en materia de descarga de aguas residuales.

Responsables directos: Municipalidad de Belén, Ministerio de Salud (Área Rectora Flores-Belén), Ministerio de Ambiente y Energía.

Mecanismos de gestión:

-La Municipalidad de Belén compartirá los datos actualizados contenidos en su Registro Municipal de fuentes de descarga de aguas residuales a los ríos del cantón con los ministerios, los cuales a su vez retroalimentarán el registro con la información generada por los reportes operacionales presentados a dichas instancias por parte de las empresas y establecimientos comerciales.

-La Municipalidad de Belén, a través de la Unidad Ambiental coordinará con el Ministerio de Salud, la realización de un programa de vigilancia del cumplimiento de las obligaciones ambientales en materia de aguas residuales de las empresas y establecimientos comerciales instalados en el cantón.

-La Municipalidad de Belén apoyará económicamente, en la medida de sus posibilidades, la realización de un programa de controles cruzados a las empresas y establecimientos comerciales del cantón, en coordinación con el Ministerio de Salud, con el fin de garantizar que la condición de tasa de vertido de aguas residuales reportada por las empresas corresponde a la realidad.

4.1.3. Establecer la capacidad real de autodepuración de los cuerpos de agua que atraviesan el cantón de Belén

Objetivo: Contar con información sobre la carga máxima de contaminantes que pueden ser vertidos a los ríos del cantón con el fin de permitir la autodepuración de los mismos y el cumplimiento de los estándares nacionales de calidad de agua superficial.

Justificación: Los cuerpos de agua superficial cuentan con una capacidad limitada de autodepuración, la cual debe ser tomada en cuenta a la hora de autorizar actividades económicas que viertan aguas residuales a dichos ríos.

Meta: Contar con modelos de calidad de agua operando en cada cuerpo de agua, que permitan, a partir de los datos obtenidos en el inventario de descargas, evaluar la máxima carga de contaminantes que puede ser incorporados a los ríos. Promover el uso de esta información por parte de instancias que aprueban la ubicación de actividades económicas en el cantón como mecanismo para evaluar el impacto ambiental de las mismas.

Responsables directos: Municipalidad de Belén, Ministerio de Ambiente y Energía, Ministerio de Salud.

Responsables de seguimiento: Municipalidad de Belén,

Otros participantes : Sector Académico

Mecanismos de gestión:

-Desarrollar un modelo de calidad de agua superficiales para cada río del cantón, el cual a partir de información previamente levantada (concentración de oxígeno disuelto, temperatura,

caudal, vertidos al cuerpo de agua, etc) permita conocer la capacidad de autodepuración de cada río.

-Desarrollar un modelo de gestión que permita definir criterios que deben tomar en cuenta tanto el ministerio de salud como el gobierno local para otorgar permisos de descarga de aguas residuales a los ríos

4.2. Saneamiento de aguas residuales domésticas

4.2.1. Formulación y desarrollo de un programa para el tratamiento de las aguas residuales domésticas generadas en el cantón

Objetivo: Contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas para el cantón de Belén, que prevenga la descarga directa de las mismas en cuerpos de agua superficial sin ningún tipo de remoción de contaminantes.

Justificación: La realización de un diagnóstico sobre el estado del alcantarillado, así como de los requerimientos con los cuales debería contar un sistema de tratamiento para las aguas residuales domésticas generadas en el cantón, por parte de la Municipalidad de Belén permitirá evaluar las estrategias a seguir para su construcción, como mecanismo de control de la contaminación generada por la descarga de aguas domésticas en los ríos.

Meta: Contar con un proyecto de sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas en el cantón, económicamente factible, para ser ejecutado a mediano plazo.

Responsable directo: Municipalidad de Belén

Otros participantes: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Mecanismos de gestión :

-Ejecutar un diagnóstico del estado y cobertura del alcantarillado sanitario en el cantón de Belén

-Elaborar un estudio sobre las distintas posibilidades de sistemas de tratamiento que se pueden emplear en el tratamiento de las aguas residuales domésticas del cantón de Belén

-Analizar la factibilidad económica de los diseños de sistemas de tratamiento obtenidos

-Ubicar posibles fuentes de financiamiento que permitan iniciar la ejecución del proyecto de sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas seleccionado.

4.2.2. Identificar las necesidades de ampliación del sistema de alcantarillado del cantón

Objetivos: Desarrollar estrategias conjuntas a mediano y largo plazo para mejorar la cobertura del sistema de alcantarillado en el cantón de Belén.

Justificación: Se requiere prevenir la descarga de aguas residuales domésticas a cuerpos de agua superficiales generadas por la ausencia de un mecanismo apropiado de recolección y transporte hacia una planta de tratamiento de dichos vertidos.

Meta: Incrementar el nivel de cobertura del alcantarillado sanitario existente en el cantón en al menos un 25% del estado actual.

Responsables directos: Municipalidad de Belén

Otros participantes: NA

Mecanismos de gestión:

-Diseñar un proyecto de ampliación de la cobertura del alcantarillado sanitario a áreas prioritarias del cantón como mecanismo para prevenir la descarga de aguas residuales a los ríos.

4.2.3. Ejecución de una campaña que propicie el traslado de plantas de tratamiento de aguas residuales de residenciales y urbanización a la administración municipal

Objetivo: Trasladar a la administración de la Municipalidad de Belén el 100% de las plantas de tratamiento de aguas existentes en las urbanizaciones ubicadas en el cantón.

Justificación: En la actualidad, muchas urbanizaciones cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales, pero las mismas se encuentran en abandono ante la imposibilidad de los vecinos de hacerse cargo de la operación de las mismas. Esta situación genera el desaprovechamiento de la capacidad instalada contribuyendo al final a la descarga de aguas residuales sin tratamiento a los cuerpos de agua del cantón.

Meta: Reactivar, bajo la administración municipal, el funcionamiento de al menos el 70% de las plantas de tratamiento de aguas existentes en los residencial ubicados en el cantón de Belén.

Responsables directos: Municipalidad de Belén

Otros participantes: Asociaciones de vecinos

Mecanismos de gestión :

- Realizar un diagnóstico de la ubicación y estado de todas las plantas de tratamiento de aguas residuales existentes en residenciales y urbanizaciones ubicadas en el cantón de Belén
 - Establecer los mecanismos requeridos para el traslado de la administración de las mismas a la Municipalidad de Belén, priorizando con criterios económicos, legales e instrumentales, los proyectos más fáciles de ejecutar
 - Definir los criterios de operación y administración de dichas plantas con el fin de garantizar el tratamiento adecuado de las aguas residuales generadas.
-

4.3. Participación Ciudadana

4.3.1. Elaborar un programa de concientización y educación ambiental para el Cantón de Belén

Objetivos: Concientizar a la población para que contribuya en la prevención y control de la contaminación de los cuerpos de agua superficial, coadyuvando en la integración de programas sociales y de educación ambiental.

Justificación: La Municipalidad de Belén en coordinación con las instituciones educativas deberán promover un programa de educación ambiental con los diferentes grupos sociales. Este tipo de programas es necesario para promover el conocimiento sobre la prevención y control de la contaminación ambiental, ya que no sólo es responsabilidad de las autoridades, sino más bien debe ser el producto de la suma de esfuerzos de todos los integrantes de la comunidad. Para que esto se pueda efectuar es necesario convenir con universidades e institutos de educación la preparación de estos temas, además las autoridades promoverán la capacitación de su personal con cursos especializados en temas ambientales para los diferentes niveles y áreas de trabajo para que el Programa se contemple en forma integral.

Meta: Consolidar un Programa de Participación Social y Educación Ambiental.

Responsables directos: Municipalidad de Belén

Otros participantes: Instituciones Educativas y de Investigación, ONG's e Iniciativa Privada.

Mecanismos de gestión: Coordinación para elaborar el programa con la participación de las Instituciones educativas y de investigación y las ONG's apoyados por la iniciativa privada para el financiamiento e implementación de las acciones.

4.4. Restauración de Áreas de Protección:

4.4.1. Elaboración de un Programa y Reglamento de Forestación Municipal

Objetivo: Controlar los procesos erosivos que se genera en las microcuencas que atraviesan el cantón y que contribuye a los niveles de sólidos presentes en los cuerpos de agua..

Justificación: La ausencia de estabilidad en cárcavas y laderas presentes en las márgenes de los cuerpos de agua que atraviesan el cantón genera un importante avance de los procesos erosivos en las microcuencas del cantón.

Meta: Detener el avance de procesos erosivos en las microcuencas del cantón de Belén

Responsables directos: Municipalidad de Belén

Otros participantes: Ministerio de Ambiente y Energía, Ministerio de Agricultura y Ganadería

Mecanismos de gestión:

- Establecer en forma consensuada y con apoyo de las comunidades e instituciones afines, , la prioridad de las áreas a reforestar.
- Definir el programa de reforestación con las instituciones y la comunidad.
- Apoyar la implementación del programa de reforestación en las instancias competentes.
- Definir y delimitar el área de protección de al menos dos de los cauces de ríos que atraviesan el cantón.
- Establecer al menos un programa de restauración agroforestal para una de las microcuencas del cantón

4.4.2. Elaboración de un Programa de Manejo de Desechos Sólidos en el cantón

Objetivo: Impulsar buenas prácticas en la generación, uso y disposición de residuos sólidos en las microcuencas que atraviesan el cantón de Belén.

Justificación: La ausencia de mecanismos idóneos para la recolección, transferencia y disposición final de los residuos sólidos en un área geográfica sumado a la ausencia de un adecuado nivel

de educación ambiental, hace que se tomen los cuerpos de agua superficial como depositarios de enormes cantidades de residuos sólidos.

Meta: Prevenir la disposición de residuos sólidos en las márgenes de los cuerpos de agua superficial del cantón

Responsables directos: Municipalidad de Belén

Otros participantes: Ministerio de Ambiente y Energía, Ministerio de Agricultura y Ganadería

Mecanismos de gestión:

- Cuantificación del volumen de residuos sólidos que se producen en el cantón
 - Promover el intercambio de experiencias en el manejo y disposición de desechos sólidos entre agricultores y comunidades
 - Diseñar un programa de capacitación a niños, niñas y jóvenes sobre buenas prácticas en el manejo de desechos sólidos,
 - Establecer al menos un sitio piloto de acopio y reciclaje de desechos sólidos, administrados por la municipalidad.
 - Diseño de un programa para el manejo de los desechos sólidos por parte de los agricultores y otros miembros del cantón.
 - Realizar campañas de limpieza de laderas y control de tiraderos clandestinos e irregulares ubicadas en las márgenes de los cuerpos de agua existentes en el cantón
-

4.5 Fortalecimiento de la coordinación interinstitucional:

4.5.1. Operación y fortalecimiento de una red de vigilancia hidrometeorológica y de la calidad química, microbiológica y biológica de los cuerpos de agua superficiales

Objetivo: Dar continuidad al monitoreo de los cuerpos de agua del cantón de Belén

Justificación: El monitoreo de la calidad de las aguas en los ríos del cantón inició su operación de manera permanente a partir del año 2007. Sin embargo, es necesario fortalecer el funcionamiento de la misma a partir de la incorporación de nuevos contaminantes a ser medidos así como otras variables hidrometeorológicas indispensables para tomar decisiones en materia de gestión ambiental.

Meta: Desarrollar un plan de monitoreo de los niveles y la calidad de las aguas superficiales de Belén en coordinación con centros de investigación y educación superior de Costa Rica.

Responsable directo: Municipalidad de Belén

Otros participantes: Sector académico

Mecanismos de gestión:

- Desarrollar y establecer una red de monitoreo hidroambiental eficiente y confiable
 - Elaborar un balance de las aguas superficiales y subterráneas que forman parte de las microcuencas que atraviesan el cantón
 - Elaborar un estudio sobre el potencial forestal de cada microcuenca y su estado actual
 - Elaborar un estudio sobre la pérdida de suelo que ha sufrido la cuenca y su recuperación potencial
 - Fortalecimiento de los mecanismos de divulgación de los datos generados por la red de monitoreo.
-

4.5.2. Elaborar un programa integral de trabajo con los municipios que están localizados en el área geográfica de las microcuencas

Objetivo: Coordinar esfuerzos con otros gobiernos locales que forman parte de las microcuencas con el fin de ejecutar programas de restauración con cobertura regional.

Justificación: Se requiere la coordinación de esfuerzos con los gobiernos locales ubicados en las partes altas y medias de las microcuencas que atraviesan el cantón de Belén como mecanismo para potenciar la efectividad de las acciones propuestas en el marco de este plan de trabajo.

Meta: Desarrollar un plan de recuperación de al menos una de las microcuencas con participación de todos los gobiernos locales involucrados

Responsable directo: Municipalidad de Belén

Otros participantes: Sector académico

Mecanismos de gestión:

-Conformar una comisión de trabajo que involucre a todos los gobiernos locales que forman parte de al menos una de las microcuencas del cantón

-Establecer una agenda de trabajo en común que involucre los intereses de todos los gobiernos locales y que potencie las actividades delineadas en el presente plan

-Generar una propuesta de plan de trabajo para lograr la recuperación de la calidad de las aguas superficiales de al menos una de las microcuencas.

5. Referencias

CEPAL. (1998). Informe II Taller de Gerentes de Organismos de Cuencas en América Latina y el Caribe. 11 al 3 de diciembre de 1997. Santiago, Chile.

Bergoing, J.P. & Malavassi, V. (1982). Mapa Geomorfológico Hoja Abra, Río Grande y Barva.

Cubero, D. 2010. Informe Final Indices de Fragilidad Ambiental del Cantón de Belén. 116 pp.

Denyer, P. Arias, O., 1991. Geología de la Región Central de Costa Rica. Revista de Geología de América Central, 12: 1-59.

Gómez, A., 1984. Grupo Volcánico Central. – En: Sprechmann, P: Manual de Geología de Costa Rica. Vol 1: Estratigrafía. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José. 61-66.

Kussmaul, S. 1994. Estratigrafía de las rocas ígneas. - En Denyer, P & Kussmaul, S., (1994) - (comp): Atlas Geológico Gran Área Metropolitana. Editorial Tecnológica. I ed. Cartago. 61-88.

Municipalidad de Belén (2007) Plan de Desarrollo Cantonal, 37 pp
