

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Vicerrectoría de Investigación y Extensión
Dirección de Proyectos

Informe final del proyecto de investigación y extensión

“Uso Eficiente del Agua en la Municipalidad de Cartago: Creación de un Modelo Reproducible”

Irene Varela Rojas

Escuela de Química

CIPA-CEQIATEC

14/04/2011

Contenido

I. Aspectos generales	4
II. Introducción	5
2.1 Definición del problema	5
2.1.1 Problemática mundial del agua	5
2.1.2 Problemática del agua en Costa Rica	6
2.1.3 Problemática del agua en Cartago	7
2.1.4 Nuevo enfoque de “gestión de la demanda” del agua	8
III. Metodología	9
IV. Objetivo	12
4.1 Objetivo general	12
4.2 Objetivos específicos	12
V. Resultados	13
5.1 Balance general de agua y situación actual y futura del suministro en Cartago.....	13
5.1.1 Oferta actual de agua en Cartago.....	13
5.1.2 Demanda actual de agua para la ciudad de Cartago.....	15
5.1.3 Calidad del agua y vulnerabilidad del recurso hídrico en la Ciudad.....	16
5.1.4 Fugas del sistema.....	16
5.1.5 Demanda no medida	17
5.1.6 Demanda de agua futura.....	17
5.2 Encuesta realizada en la comunidad de Dulce Nombre	20
5.2.1 La escasez de agua se hará sentir en un plazo de 20 años.....	20
5.2.2 El 94% está dispuesto a modificar actividades en el hogar para ahorrar agua.....	20
5.2.3 La fuerza de voluntad es para el 60% lo más importante para ahorrar agua	21
5.2.4 El 82% estaría dispuesto a participar en programa de ahorro de agua	22
5.2.5 El ahorrar dinero no incentiva a la mayoría a hacer un uso eficiente del agua.	22
5.2.6 Mayoría está dispuesta a pagar más por el servicio de agua si el dinero es reinvertido.....	22
5.3 Monitoreo del consumo de agua de 14 familias de Dulce Nombre.....	23
5.3.1 Criterios de selección.....	23
5.3.2 Dotación mensual promedio de las familias seleccionadas	23
5.3.3 Correlación del consumo de agua y número de miembros en la familia.....	24
5.3.4 Correlación del consumo de agua y nivel de ingreso del grupo familiar	25

5.3.5 Variación del consumo de agua a lo largo de los ocho meses de monitoreo	27
5.4 Usos del agua en las diferentes actividades domésticas.....	29
5.5 Producto de las visitas estratégicas para la transferencia tecnológica	31
5.5.1 Visitas, entrevistas y temas tratados.....	31
5.5.2 Convenio Marco de Cooperación	33
5.5.3 Estudio de la gestión municipal del agua	33
5.5.4 Familiarización con el proyecto Zaragoza: ciudad ahorradora de agua.....	33
5.5.5 Plan Integral de Ahorro de Agua para la Ciudad de Cartago.....	33
5.6 Uso de tecnologías y estrategias disponibles como herramienta de “gestión de la demanda”	34
5.6.1 Tecnología ahorradora disponible en el mercado.....	34
5.6.2 Tecnología para la captación de agua de lluvia y reutilización de aguas grises	36
5.6.3 Disponibilidad de tecnología ahorradora de agua en el país	37
5.6.4 Cambio de hábitos de consumo para el ahorro de agua.....	39
5.7 Beneficios económicos, ambientales y sociales como incentivo de “gestión de la demanda”	39
5.7.1 Análisis de inversión-ahorro y periodo de recuperación	40
5.7.2 Beneficios ambientales y sociales al adoptar nuevas tecnologías y prácticas	46
5.8 Documento Maestro: “Manual de uso eficiente de agua en el hogar”	47
5.9 El sistema de tarifas como una herramienta de “gestión de la demanda”	48
5.9.1 Sistema tarifario de la ciudad de Zaragoza.....	49
5.9.2 Sistema tarifario de la Municipalidad de Cartago	50
5.10 Plan Integral de Ahorro de Agua para la Ciudad de Cartago.....	52
VI. Discusión y conclusiones	54
VII. Recomendaciones	56
VIII. Agradecimientos	57
IX. Referencias	58
X. Anexos	61
10.1 Anexo 1: Encuesta aplicada a la comunidad de Dulce Nombre	61
10.2 Anexo 2: Convenio ITCR-ECODES	63
10.3 Anexo 3: Estudio de la Gestión Municipal del Agua.....	63
10.4 Anexo 4: Manual de uso eficiente de agua en el hogar	63

I. Aspectos generales

1.1 Título

“Uso Eficiente del Agua en la Municipalidad de Cartago: Creación de un Modelo Reproducible”

1.2 Autora y dirección M.Sc. Irene Varela Rojas; ivarela@itcr.ac.cr

Este proyecto fue ejecutado por la Master Irene Varela Rojas.

Nota aclaratoria: en algunas fases de la investigación, se invitó a participar al Ing. Elías Rosales y a la MSc. Alma Deloya, pero por razones de disponibilidad de tiempo no pudieron incorporarse al proyecto. A excepción de la participación ad honorem (sin asignación de tiempo) del Ing. Rosales en la propuesta derivada de este proyecto denominada “plan integral de manejo de agua en la ciudad de Cartago” (Rosales y Varela, 2006, proyecto).

1.3 Resumen

Para realizar un balance general de la problemática de la escasez futura de agua para la Municipalidad de Cartago se estableció una “línea base”, exponiendo la problemática de la escasez futura y la ingobernabilidad del recurso hídrico, que podría generar conflictos sociales para el 2025. En la investigación, el hilo conductor fue el enfoque de “gestión de la demanda”, concepto reforzado en la pasantía realizada en Fundación ECODES, España, creadores del proyecto “Zaragoza: ciudad ahorradora de agua”, referente mundial en uso eficiente de agua. De esta visita y de la investigación en la comunidad de Dulce Nombre, Cartago, en la que se midió el grado de sensibilización hacia el recurso hídrico y la disponibilidad al cambio de paradigmas, se propuso la reducción de la demanda por los abonados; se analizó el sistema de tarifas como incentivo al ahorro, se apeló a la Municipalidad a que reduzca costos de producción evitando fugas en redes; se generó material de sensibilización y guías de uso eficiente; se firmó el convenio ITCR-ECODES; se realizaron cálculos de ahorro-inversión para escenarios de posibles consumos eficientes. Entre las principales conclusiones se encontró que una reducción en la dotación de agua podría ser factible si se emprenden actividades de concienciación e información, políticas e incentivos, reparación de fugas en la red, uso de dispositivos ahorradores, cambio de patrones de consumo, el uso de fuentes alternas y un sistema tarifario adecuado, elementos recogidos en el “Plan Integral de Ahorro de Agua para la Ciudad de Cartago”, de gran acogida por parte de la Municipalidad.

1.4 Palabras clave

Uso eficiente de agua, dispositivos ahorradores de agua, gestión de la demanda de agua, patrones de consumo de agua, gestión de la oferta de agua, nueva cultura del agua, sistema de tarifas.

II. Introducción

2.1 Definición del problema

2.1.1 Problemática mundial del agua

El agua dulce disponible en el mundo es menos del 1% y mientras este porcentaje permanece constante, la población mundial crece a razón de 85 millones anuales, lo que hace que mundialmente el consumo de agua se duplique cada 20 años, dándose por consiguiente una disminución relativa del agua disponible per cápita. Paralelo a esto, la sobreexplotación, el avance de la urbanización y los crecientes niveles de contaminación restringen el uso del agua disponible, lo que está produciendo tanto escasez física como económica del agua en el mundo (López, 2002).

Aunado a esto, existe incapacidad de los gobiernos para garantizar una gestión integral del patrimonio hídrico, lo que se denomina crisis de gobernabilidad del agua, generando pobreza y tensiones en muchas partes del mundo (López, 2002). Ya es consenso mundial el hecho de que el problema del agua está ligado más a la gestión inadecuada (falta de gobernabilidad) que a la disponibilidad en la naturaleza del vital recurso. La gobernabilidad puede definirse como las capacidades para hacer una buena formulación y puesta en práctica de políticas, con una institucionalidad con reglas claras en los campos económico y social, que permita el liderazgo eficaz en estas áreas y que sean conocidas por todos los actores (WWAP, 2006).

Esta crisis de gobernabilidad se ve agravada por las estrategias de la globalización. Antes de 1995 los acuerdos de liberalización comercial no enfatizaban en servicios sino solo en bienes, pero ante la necesidad de abrir nuevos mercados por parte de las transnacionales, los recursos y servicios naturales están siendo sometidos a una agresiva e intensificada mercantilización. El agua, como insumo básico para la agricultura, la industria y el consumo humano directo, ha sido incorporada de hecho al proceso de mercantilización de los recursos y los servicios, concibiéndose de esta forma, el agua como una necesidad humana a satisfacer a través del mercado, amenazándose así la gestión sustentable del agua y, especialmente, la equidad en el acceso a ésta (López, 2002). Su posesión nacional y mundial suscita disputas y grandes negocios que comprenden regiones de países, gobiernos y empresas privadas nacionales y mundiales, y su control es parte de las estrategias globales de acumulación de capital (Durán, 2002).

En este contexto, y siendo que sustituir el agua es imposible, éste es el recurso que limitará significativamente el sostenimiento de la raza humana sobre el planeta, resultando ser un recurso más estratégico que el petróleo. Por tanto, las acciones en pro del recurso deben realizarse a través de una visión integral, tomando en cuenta su producción con ordenamiento territorial, calidad, acceso y distribución, control financiero y administrativo, pago por el servicio y, de manera esencial, participación ciudadana (Durán, 2002). Este proyecto obedece a esta necesidad de protección que debe ser realizado en torno al recurso hídrico.

2.1.2 Problemática del agua en Costa Rica

Costa Rica, por su ubicación geográfica posee un clima tropical húmedo y precipitaciones que oscilan entre los 1300 y los 7500 mm al año, lo que coloca al país como uno de los que poseen mayor oferta de agua dulce del mundo (GWP-CA 2006). “*The World’s Water*” en su informe “*The Biennial Report on Freshwater Resources*” del 2002-2003, coloca a Costa Rica como el tercer país más rico en oferta hídrica de la región centroamericana, con 112,4 kilómetros cúbicos y primero en oferta per cápita de agua con 29.579 metros cúbicos por año por habitante (UNA, 2004).

Esta gran oferta hídrica neta, lleva a un peligroso espejismo para Costa Rica, que podría originar importantes desequilibrios y escasez hídrica, especialmente porque existen problemas de gobernabilidad del recurso, problemas de contaminación, reducción de caudal, e incremento de la demanda (UNA, 2004). Debido a esto y si continuara con los actuales niveles de extracción, para el año 2050 se estima que Costa Rica afrontará un estrés hídrico de 10,72% (GWP-CA 2006).

En Costa Rica, el agua se ha convertido en un recurso en deterioro y está peligrosamente amenazado. En tan solo 50 años, pasó de la abundancia a ser un recurso escaso y vulnerable (Segura et.al, 2006). El 96% de las aguas residuales no reciben tratamiento antes de ser vertidas a los cuerpos receptores, concentrándose esta descarga principalmente en la Gran Área Metropolitana (GAM), en las cuencas de los ríos Grande de Tárcoles y Reventazón. Como consecuencia, la tendencia de los acuíferos en los próximos años es a sobrepasar el valor máximo permisible de 50 mg/l de nitratos (Estado Nación, 2002). Debido a esto, un 25.5% del territorio nacional enfrenta vulnerabilidad moderada del recurso hídrico; el 51.5% muestra una vulnerabilidad alta y un 22.3% una vulnerabilidad muy alta (Azofeifa, 2002).

Esto es reflejo de la crisis de gobernabilidad del recurso hídrico en Costa Rica. Esta crisis, se ha originada en el siguiente contexto (Segura et.al, 2006):

- Ausencia de políticas hídricas integrales claras y estables;
- Un marco legal desactualizado, atascado y de reducido cumplimiento, que ha llevado al uso ineficiente y a la contaminación de los cuerpos de agua;
- Poca o ninguna valoración del agua como recurso trascendental para el desarrollo;
- Débil y limitada experiencia administrativa y escasa dotación de recursos financieros, humanos e infraestructura;
- Planificación de corto plazo;
- Incremento explosivo de la población;
- Cultura de desperdicio del agua;
- Usuarios dominantes que asumen potestades de ente rector, como el AyA y el ICE

En Costa Rica no existe una visión integral del agua y la gestión conjunta de las diversas instituciones muchas veces se reduce a cuestiones administrativas como el aumento y cobro de tarifas y atender parcialmente la construcción de acueductos y la calidad del agua. Las asadas, los comités de acueductos y las municipalidades no reciben el apoyo necesario de los entes rectores nacionales para mejorar la calidad de sus servicios, ni cuentan con posibilidades financieras y técnicas propias para hacerlo (Durán, 2002).

En relación al sistema de tarifas, el Informe de la OPS/OMS del 2002, señala que el sistema de tarifas actual es inadecuado y está desactualizado en al menos 15 años. Entre los problemas principales está que no se incluyen valores que consideren la sostenibilidad del recurso en las tarifas de agua. No se han establecido valores de los cánones de uso y vertido de agua; y los criterios que utiliza ARESEP para el establecimiento de tarifas considera los costos de conectividad y prestación del servicio y no la gestión y mantenimiento de la cuenca; y las actividades productivas en general no cuentan con disposición de aguas servidas (UNA, 2004).

En relación a la participación ciudadana, los costarricenses han interiorizado el agua como un bien infinito, social y de poco valor financiero, de manera que los usuarios pagan la inversión para el abastecimiento, sin cubrir el valor del recurso y no han interiorizado su responsabilidad, para quienes el único responsable es el Estado. En la mayoría de las comunidades del país, debido a la falta de liderazgo, se da el caso de que son siempre las mismas personas las que integran varias de las asociaciones que velan por el agua (Segura et.al, 2006).

Dichosamente, según observa la Agenda Ambiental del Agua en Costa Rica, 2006, a partir del año 1996, se da en Costa Rica un cambio en la forma de abordar el recurso hídrico. Sin embargo es hasta el año 2002 con el “Proyecto de Ley de Recurso Hídrico-Texto Sustitutivo”, donde por primera vez se introducen conceptos esenciales para educar a las instituciones sobre la necesidad de entender el ciclo hidrológico. En este proyecto de ley, donde se consideran los principios de la Conferencia de Dublín, se adopta el concepto de manejo integrado del recurso hídrico, abarcando las agua superficiales y subterráneas, el suelo y los ecosistemas acuáticos y tomando la cuenca hidrográfica como unidad territorial para la planificación y la coordinación interinstitucional (Segura et.al, 2006). Sin embargo, estos principios están lejos de ser aplicados en la práctica, debido especialmente a dos problemas que están estrechamente relacionados; la deficiencia en la gobernabilidad del recurso y la mercantilización del mismo. Solo un despertar comunal podría revertir esta tendencia y este proyecto está en la dirección de motivar al sector domiciliario para operar un cambio.

2.1.3 Problemática del agua en Cartago

El crecimiento demográfico, la industrialización, la contaminación creciente por agroquímicos y la inexistencia de una cultura de ahorro de agua en los usuarios, amenaza el futuro suministro de agua, en calidad y cantidad apropiadas y presiona cada vez más los recursos hídricos en la ciudad de Cartago, en un contexto nacional y mundial de grandes deficiencias y contrasentidos. En este contexto, la Municipalidad de Cartago podría enfrentar problemas serios de suministro de agua en un futuro cercano. Actualmente ya existen problemas de abastecimiento y se estima que para el año 2025, la ciudad de Cartago padecerá de un déficit de agua significativo y requerirá de nuevas fuentes que abastezcan la demanda, sin embargo aún no existen planes concretos para garantizar ese abastecimiento futuro (Azofeida, 2004).

Esta demanda creciente de agua probablemente se verá reflejada en un incremento de los costos para el consumidor o bien en escasez del recurso. De aquí la urgencia de estimular un uso racional del agua en todos los sectores de la economía.

Con los resultados de esta investigación se pretende conocer mejor el entorno social de los abonados de la Municipalidad de Cartago, de manera que permita acelerar en un futuro cercano la introducción de una cultura de ahorro; de tecnologías ahorradoras y buenas prácticas que ayuden a reducir el caudal de agua utilizado entre los usuarios. Que se empiece a presionar hacia un cambio de enfoque, que lleve a las instituciones (especialmente a la Municipalidad) a hacer una “gestión del agua orientada a reducir la demanda” a través de un uso eficiente de la misma y no como se ha hecho tradicionalmente, es decir, a través de una “gestión del agua por el lado de la oferta”, que lo que busca ante todo es abastecer el recurso sin antes poner en práctica las acciones que conlleven a un uso eficiente del mismo. Todo esto con el fin último de contribuir con la reducción de tensiones y problemas futuros por el agua.

2.1.4 Nuevo enfoque de “gestión de la demanda” del agua

"Tenemos que dejar de vivir como si tuviéramos suministros infinitos de agua y empezar a reconocer que debemos lidiar con serias restricciones", han advertido Falkenmark y sus colegas (citado por Viñuales, 2002). La pregunta a tono con la realidad no es "¿cuánta agua necesitamos y dónde la conseguimos?" sino "¿cuánta agua hay y cómo podemos aprovecharla mejor?" O sea que debemos regular mejor la demanda de agua en lugar de continuar concentrándonos en una gestión orientada hacia el suministro.

El concepto de “gestión del agua por el lado de la demanda” es un nuevo paradigma que se fundamenta en identificar y valorar los beneficios de una política de gestionar la demanda del agua, frente a la opción predominante de éste último siglo: la política de oferta del agua. Hacer una gestión del recurso hídrico por el lado de la demanda, consiste en un cambio de pensamiento, en el que en vez de buscar una nueva fuente de agua en un acuífero, se busca en un uso eficiente del agua, en busca de la reducción del consumo de ésta. La experiencia existente en relación a este nuevo enfoque demuestra que haciendo gestión de la demanda, es posible disminuir el impacto ambiental del uso del agua en la ciudad, mejorar la calidad del abastecimiento y ampliar el suministro (Viñuales, 2002).

No solo en Costa Rica la administración del agua se ha enfocado por el lado de la oferta. En España, ante la crisis vivida en 1995, en la que uno de cada cuatro españoles sufría restricciones diarias de agua, parecía que sólo había una solución: más trasvases. Y su consecuencia inevitable: inversiones multimillonarias, daños al medio ambiente y larguísimos plazos de ejecución. El gobierno central aprobó más de 20 normativas para afrontar esa situación, las cuales se referían todas a la política de oferta de agua: el enfoque tradicional con el que se ha afrontado la gestión del agua en España (Viñuales, 2002). Congruentemente con este enfoque de oferta, España es el país que posee el récord mundial en el porcentaje de espacio geográfico ocupado por embalses artificiales (Naredo, 1999, citado por Viñuales, 2001). Dichosamente en España y otras partes del mundo, el “enfoque de gestión de la demanda” va encontrando un espacio y una atención crecientes.

Con el fin de contribuir con un cambio de enfoque, la fundación española, Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES), en Zaragoza, España quería demostrar que era posible resolver los problemas de la escasez de agua de una forma más barata, más ecológica, más rápida y sin enfrentamientos sociales: ahorrando agua, aumentando la eficiencia en su uso.

Para ello se puso en marcha la campaña "Zaragoza, ciudad ahorradora de agua". Ciudad que tras una serie de esfuerzos, ha alcanzado es uno de los mejores consumos domésticos del mundo. En 1999 se lanzó en Zaragoza, la Declaración Sobre la Eficiencia del Agua en la Ciudad, un texto que marcará las líneas maestras de actuación en temas de gestión del agua en los municipios del siglo XXI. Esta Declaración impone la necesidad de evolucionar hacia modelos de gestión de la demanda, con el fin de motivar eficiencia en un marco de crecientes restricciones ambientales y económicas.

La ciudad de Zaragoza es vista como la Capital Mundial del Uso eficiente del Agua en las ciudades, tras su elección como ciudad organizadora de EXPO ZARAGOZA 2008 y por ser la sede del Secretariado Internacional del Agua de las Naciones Unidas hasta el 2015, como parte de las acciones para cumplir con los Objetivos del Milenio (Viñuales, 2005).

Este proyecto de Zaragoza, incluido en el Programa *Life*, fue el mejor valorado por los expertos independientes de la Unión Europea entre los 600 que se presentaron. Recientemente ha sido galardonado con el Premio Henry Ford a la Conservación del Medioambiente en la categoría de Ingeniería de la Conservación. Esta serie de circunstancias pronostican que Zaragoza va a convertirse durante estos próximos 10 años (la década del agua 2005-2015) en el motor de la conciencia mundial para afrontar la catástrofe cotidiana de que cada año mueren a causa de enfermedades causadas por el agua más de 5 millones de hombres y mujeres de este planeta (Viñuales, 2005).

El hecho de que el presente proyecto tuvo como objetivo promover un cambio de enfoque desde la "gestión del agua por el lado de la oferta" hacia la "gestión por el lado de la demanda", y dado el protagonismo de la Fundación ECODES en el proyecto Zaragoza ciudad ahorradora de agua, es que se justifica la escogencia de esta Fundación como la institución ideal con la cual se pretenderá vincularse por intermedio de este proyecto.

III. Metodología

3. Diseño de investigación

En esta investigación se utilizó el Método Descriptivo (Buendía, Colás, 1998), que tuvo como finalidad proporcionar datos, describir sistemáticamente hechos y características de una población dada de forma objetiva y comparable e ir dando pautas que posibilitan la configuración de teorías; identificar nuevos problemas; realizar comparaciones y evaluaciones; planificar futuros cambios y toma de decisiones, al aportar información para la toma de decisiones, conocimiento sobre situaciones, actitudes, percepciones y comportamientos.

En la recogida de datos se utilizaron procedimientos tanto cuantitativos como cualitativos, así como el estudio de investigaciones previas sobre el mismo o similar objeto de estudio. Se utilizó el procedimiento estadístico-probabilístico para la obtención de la muestra de la población que se investigó.

Esta investigación fue un proceso en espiral (Cattell, 1966), el cual se caracterizó por abrir nuevas perspectivas y generar nuevas investigaciones motivadas por los resultados obtenidos en el transcurso del proyecto. Esto en particular, debido a que se realizó una pasantía con el fin de incrementar el acervo de conocimientos en la temática y realizar una transferencia de conocimientos y tecnologías al proyecto.

3.1 Investigación bibliográfica

Como parte de la metodología de investigación se realizó una revisión detallada de documentos sobre las condiciones de los acueductos, información sobre caudales, fuentes de abastecimiento, entre otros, con el fin de realizar un balance general del agua consumida en el municipio, utilizando para ello estudios existentes en la Oficina de Aguas de la Municipalidad del Cantón Central de Cartago y otros estudios a nivel nacional. Uno de los principales objetivos de esta sección, fue conocer la dotación de agua (consumo en litros por persona por día) para establecer una “línea base” que sirva como referente para acciones de uso eficiente del agua futuras, así como parámetro de comparación con el consumo de agua de otras ciudades.

3.2 Población en estudio

Con el fin de enfocar el estudio en una comunidad en particular, se seleccionó la comunidad de Dulce Nombre conformada por 3.993 habitantes, situada en el distrito 9 de la Municipalidad del Cantón Central de Cartago. La selección se hizo por recomendación de la misma Municipalidad, dado que existían estudios previos en Dulce Nombre y se consideró relevante contar con otras investigaciones en esta misma zona, con el fin de potenciar el conocimiento y caracterización de esta población.

3.2.1 Encuesta

- a. **Propósito de la encuesta:** la encuesta tuvo la finalidad de obtener información y criterios básicos para caracterizar la población e identificar los principales usos del agua y hábitos de consumo según lo perciben los entrevistados. Por otro lado, se conoció acerca del grado de sensibilización hacia el recurso hídrico; las posibilidades de cambio de paradigmas hacia una nueva cultura del agua; la disponibilidad de hacer esfuerzos y participar en proyectos futuros para cuidar el recurso hídrico y la disponibilidad de pagar para mejorar la gestión del agua en el municipio.

- b. **Tamaño de la muestra:** se obtuvo una muestra de 232 hogares en la comunidad de Dulce Nombre, con un grado de confianza del 99%. La encuesta consistió de un total de 23 preguntas y fue diseñada utilizando la metodología de respuesta cerrada y los datos fueron recogidos mediante entrevista personal casa por casa (ver Encuesta en Anexo 1).
- c. **Énfasis adicional de la encuesta:** se seleccionaron 14 hogares, de entre los 232 entrevistados, con el fin de hacer una valoración más específica para encontrar relaciones de causalidad entre hogares de alto consumo y de bajo consumo de agua, en relación con la caracterización previamente realizada en la encuesta general. Uno de los requisitos de selección de estos 14 hogares fue que contaran con hidrómetro, esencial para conocer el consumo mensual de agua consumida. Además se tomó en cuenta que las familias hubieran declarado en la encuesta original que utilizaban solo agua del acueducto municipal; que no contaran con tecnología ahorradora y que estuvieran interesadas en hacer un uso eficiente del agua. Es importante aclarar que los 14 hogares, no constituyen una muestra estadística, sino que corresponde a una muestra extraída del total de 232 hogares iniciales.

3.3 Transferencia de conocimientos y tecnología

Pasantía

Con el fin de realizar una transferencia de conocimientos y tecnología, se programó una pasantía en la Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES), tanto para familiarizarse con la estrategia del proyecto “Zaragoza: ciudad ahorradora de agua”, como para conocer la experiencia de la gestión de la demanda de agua en Zaragoza y conocer e internalizar el enfoque de “gestión del agua por el lado de la demanda”. Con esta finalidad se visitó la ciudad de Zaragoza en España, ciudad considerada por las Naciones Unidas como un referente mundial en la gestión eficiente del recurso hídrico.

- a. **Transferencia de conocimiento:** se utilizó la Entrevista Cualitativa (Buendía, Colás, 1998), la cual consiste en recabar información de los informantes sobre acontecimientos o problemas que no conoce el investigador y que pueden surgir a lo largo de la observación. El objetivo fue descubrir las perspectivas y las posiciones que tienen los informantes en relación al tema a tratarse. Se visitaron diferentes instancias públicas y privadas, y se entrevistaron personas con puestos clave en el Ayuntamiento de Aragón, en la Universidad de Zaragoza, la Fundación ECODES, etc., con el fin de conocer de primera mano el enfoque de gestión de la demanda del agua y los resultados que la ciudad ha obtenido a través de su aplicación.
- b. **Transferencia de tecnología:** con el fin de identificar estrategias tecnológicas y en particular la disponibilidad de dispositivos ahorradores de agua, se aprovechó la visita al proyecto “Zaragoza: ciudad ahorradora de agua”. Adicionalmente se indagó en el mercado nacional en empresas que traen este tipo de dispositivos al país, con el fin de dar a conocer las posibilidades de utilización de tecnología ahorradora y de contar con

información económica para el estudio de costos. Se visitaron centros de investigación e instituciones líderes en tecnologías y estrategias eficientes.

3.4 Análisis económico de estrategias tecnológicas

La información y datos recabados, fueron utilizados como insumo para realizar cálculos de costos y plantear escenarios de posibles consumos eficientes desde la perspectiva de “gestión de la demanda” para motivar la adopción de medidas de reducción. Se propusieron medidas de ahorro de agua, las cuales fueron cuantificadas con el fin de determinar su impacto en el ahorro económico, no sólo desde el punto de vista particular de los domicilios, sino desde la perspectiva global de la Municipalidad. Para esto, se realizó un análisis de costos (inversión-ahorro y periodo de recuperación de la inversión) de las medidas propuestas y se hizo una proyección a mayor escala, que permitió concebir el impacto de poner en práctica acciones que involucren a la comunidad en su totalidad. También se hizo un análisis de los beneficios ambientales y sociales al adoptar las nuevas tecnologías y mejores prácticas en el uso del agua. Para el análisis de costo inversión-ahorro, se tomó como base una familia de 5 miembros, utilizando un consumo promedio de doscientos cincuenta litros por persona por día (250 lppd).

IV. Objetivo

4.1 Objetivo general

Transferir tecnologías y desarrollar estrategias y prácticas para propiciar el uso eficiente del agua en los abonados de la Municipalidad del Cantón Central de la Provincia de Cartago, Costa Rica, con el fin de crear un modelo transferible a otros municipios del país.

4.2 Objetivos específicos

1. Establecer una “línea base” en relación al consumo y patrones de uso del agua en el municipio.
2. Identificar estrategias tecnológicas y hábitos de consumo que induzcan a un uso eficiente del agua.
3. Diseñar un modelo con propuestas tecnológicas y patrones de uso del agua que pueda ser ofrecido como alternativa a las tecnologías y hábitos tradicionales.
4. (4.1) Adaptar las mejores tecnologías y estrategias disponibles a las condiciones de Costa Rica, (4.2) A través de empresas importadoras, propiciar la disponibilidad de estas tecnologías en el país¹.

¹ El objetivo 4 estaba originalmente diseñado para ser conseguido a través de cuatro actividades (de la 4.1 a la 4.6), sin embargo, por carencia en la asignación de fondos por parte de la VIE, solo fue posible incluir los

V. Resultados

5.1 Balance general de agua y situación actual y futura del suministro en Cartago

Este balance general del agua consumida en el municipio se realizó con el fin de establecer una “línea base” en relación al consumo y los patrones de uso del agua. Esta información es utilizada como insumo para realizar cálculos de costos y plantear escenarios de posibles consumos eficientes desde la perspectiva de “gestión de la demanda” para motivar la adopción de medidas de reducción.

5.1.1 Oferta actual de agua en Cartago

En relación al balance general de agua para Cartago, la cantidad de agua producida actualmente fue calculada por los ingenieros del acueducto y se describe en el trabajo del Ingeniero Eugenio Azofeifa con fecha noviembre del 2004. Para determinar este dato, los ingenieros hicieron mediciones en cada una de las fuentes de agua que abastecen la ciudad, en algunos casos las mediciones fueron instantáneas o puntuales y en otras continuas las veinticuatro horas del día. Específicamente la Ciudad de Cartago se abastece por dos tipos de fuentes:

- Aguas subterráneas a través de las captaciones de los manantiales de la zona norte de la región, producto de los acuíferos volcánicos de la Cordillera Central, especialmente el Volcán Irazú, a una elevación de 1500 m.s.n.m., que ingresan al sistema por gravedad mediante líneas de conducción hasta los tanques de almacenamiento. Estos manantiales son el Río Loro, Arriaz, Padre Méndez, La Misión y aguas debajo de la ciudad de Cot, los manantiales de Paso Ancho y Lankaster (Azofeifa, 2004).
- Agua superficial mediante planta de tratamiento y sistema de bombeo, proveniente del proyecto hidroeléctrico de Río Macho, embalse del Llano (Proyecto Orosi). La producción promedio es de 3000 l/s, del cual 2700 l/s van al Acueducto Metropolitano de San José y 300 l/s se quedan en Cartago (Azofeifa, 2004).

Así, la oferta hídrica calculada para la ciudad de Cartago, proveniente de todas las fuentes es de 565 litros por segundo (l/s), según se detalla en el cuadro 1.

Cuadro 1. Producción actual de agua en Cartago en litros por segundo.

Fuente	Producción total (l/s)
Manantiales	
Paso Ancho	60
Lankaster	60
Río Loro	73
Arriaz	60
Padre Méndez	10
La Misión	15
Ladrillera	7
Subtotal	285
Tanques	
Planta bombeo	220
Planta gravedad	30
P. Calle Calderón	5
P. La Mora	5
P. La Joya	7
P. Pitahaya	3
P. Lourdes	5
P. Anda	5
Subtotal	280
Total	565

Fuente: elaboración propia con datos de Azofeifa, 2004

La figura 1 muestra gráficamente las proporciones del cuadro 1 de producción actual de agua, según la fuente de abastecimiento, viéndose claramente que el 49% del suministro proviene de agua superficial a través del bombeo de tanques y el 51% proviene de manantiales.

Las aguas que provienen de manantiales no son sometidas a ningún tipo de tratamiento, siendo inyectada directamente al sistema de distribución (Campos y Chacón, 2005). Por su parte, las aguas provenientes del embalse del Llano, son derivados hacia la Planta de Tratamiento de Cartago en las cercanías del Instituto Tecnológico de Costa Rica. La planta tiene una capacidad máxima de 300 l/s y recibe un tratamiento físico-químico, que según datos suministrados por el Laboratorio Nacional de Aguas se obtiene agua de calidad potable. De aquí se bombea a un tanque de almacenamiento y posteriormente se alimentan los sectores sur de Cartago y Paraíso (Campos y Chacón, 2005).

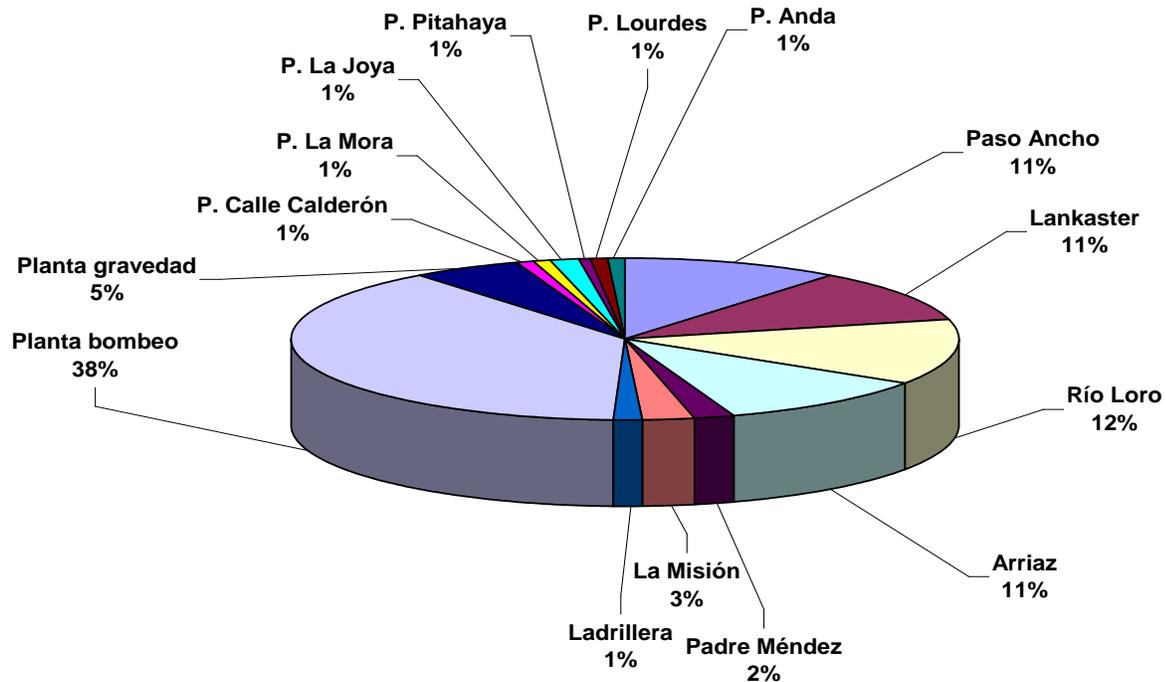


Figura 1. Distribución porcentual de la generación de agua en Cartago.

Fuente: elaboración propia con datos de azofeifa, 2004

5.1.2 Demanda actual de agua para la ciudad de Cartago

La demanda total de agua se divide en demanda medida y demanda no medida. La primera se refiere a la micromedición del consumo de agua en domicilios que poseen un hidrómetro, lo que representa un 66%, en consecuencia, el 34% de las conexiones no se contabilizan sino que se estiman (Azofeifa, 2004).

En lo que a facturación se refiere, del total de agua producida (565 l/s), se factura (mide) 224 l/s, es decir que solo un 40% del total del agua producida se contabiliza, y el 60% restante es agua no contabilizada (ANC). Por agua no contabilizada se entiende la diferencia entre el agua producida y la facturada. Así, el ANC incluye errores de medición del agua producida, deficiencia en la estimación de los consumos principalmente por la falta de micromedición, consumos en exceso por no micromedición (desperdicio de los usuarios sin medidores)², pérdidas por otros usos no cuantificados tales como usos públicos no contabilizados (caso de la propia municipalidad); usos sociales, conexiones clandestinas, fugas de agua de las tuberías y de las instalaciones y rebalse en tanques (Azofeifa, 2004).

² Se asume para Cartago una relación consumo medido/no medido de 1:2, esto debido a que por no contar con hidrómetro, el consumo agua es excesivo (Azofeifa, 2004).

En relación a la dotación de agua por persona, se calcula un promedio ponderado para todos los distritos, resultando una dotación de 211 litros por persona por día (lppd) (Azofeifa, 2004).

5.1.3 Calidad del agua y vulnerabilidad del recurso hídrico en la Ciudad

La entidad designada por la Municipalidad para controlar la calidad del agua es el Instituto Tecnológico de Costa Rica, quien realiza pruebas periódicas. Según los exámenes bacteriológicos realizados, la calidad del agua que es suministrada es apta para el consumo humano (Azofeifa, 2004). Sin embargo, el mal estado de la red, provoca problemas de contaminación, lo que ha dado prueba positiva de coliformes, ante lo cual la municipalidad ha optado por hacer pruebas de cloro residual en la red (Estudio Tarifario, 2002). Uno de los mayores riesgos de contaminación, se encuentra en la actualidad en el tubo denominado Lankaster-Paso Ancho, ubicado en la comunidad de Cot, distrito segundo del cantón de Oreamuno, en la ladera sur del Volcán Irazú, a 7 kilómetros del centro de la ciudad de Cartago. Este tubo tiene un alto riesgo de contaminación, producto de las actividades humanas, y abastece de agua a parte de los habitantes de los cantones de Oreamuno y Cartago.

En relación a la vulnerabilidad en el suministro, el acueducto es operado en forma manual a través de la comunicación por radio y se limita al control de niveles de los tanques, sin conocer los caudales trasegados ni las presiones suministradas. La red de distribución está operando sin una clara definición de las zonas de presión, pues se interconectan entre sí (Azofeifa, 2004). Este tipo de operación fue adecuada para su época, pero en la actualidad es un sistema engorroso y poco expedito, especialmente en casos de emergencia por salida de servicio de la planta o por acontecimientos naturales. Esto hace que con frecuencia se produzcan rebalses en tanques de almacenamiento y que se incurra en errores por parte de los operadores, tanto en producción como en distribución y al no conocerse los caudales y las presiones suministradas, se opera “a ciegas”, lo que se ve reflejado en desabastecimiento en ciertos sectores de la ciudad, además del consecuente desperdicio de agua, energía, mano de obra y el descontento de la población servida (Azofeifa, 2004).

5.1.4 Fugas del sistema

Las fugas del sistema que se estiman entre el 25 y 30%³ se deben principalmente al mal estado de la red de distribución (Azofeifa, 2004), pues el acueducto municipal data de más de 50 años (Estudio Tarifario, 2002). La estrategia municipal es ir realizando mejoras al sistema poco a poco y de conformidad con los recursos económicos que genere la prestación de servicios. No obstante, según Estudio Tarifario (2002), las tarifas generan pérdidas a la Municipalidad, lo que implica que de seguir por este camino, cada vez más se estaría desmejorando el servicio de agua potable en detrimento de los usuarios (Estudio Tarifario, 2002).

³ Calculado por correlación con otros acueductos del país, principalmente basándose en el estado de las redes de distribución (Azofeifa, 2004).

5.1.5 Demanda no medida

Se ha comprobado en diferentes estudios que cuando no se da una medición del consumo de agua a través de hidrómetro, la tendencia es a incrementar el gasto. Estudios en América Latina revelan que el consumo cuando no se cuenta con medición puede ser entre 1,5 y 3,0 veces mayor. Según estudios realizados en el Acueducto Metropolitano de San José, la proporción entre el consumo con medidor y sin éste es del orden de 2 (Azofeifa, 2004), lo cual podría ser muy cercano a la realidad de la ciudad de Cartago. Esto indica que la dotación para aquellos usuarios sin medidor podría ser de alrededor de 422 lppd. En vista de que el 34% de los usuarios no posee medidor, de efectuarse los controles, habría un potencial de reducción importante.

5.1.6 Demanda de agua futura

En la figura 2, se muestran las proyecciones realizadas respecto al crecimiento demográfico del 2002 al 2025, observándose claramente un incremento sostenido de la población, el cual corresponderá a una demanda de agua también creciente, hasta llegar a requerirse 800 l/s para el año 2025, según se muestra en la figura 3. Considerando constante la sumatoria de caudales de las fuentes actuales esto significará un faltante progresivo del recurso, hasta alcanzar un déficit de agua de 250 l/s para el año 2025.

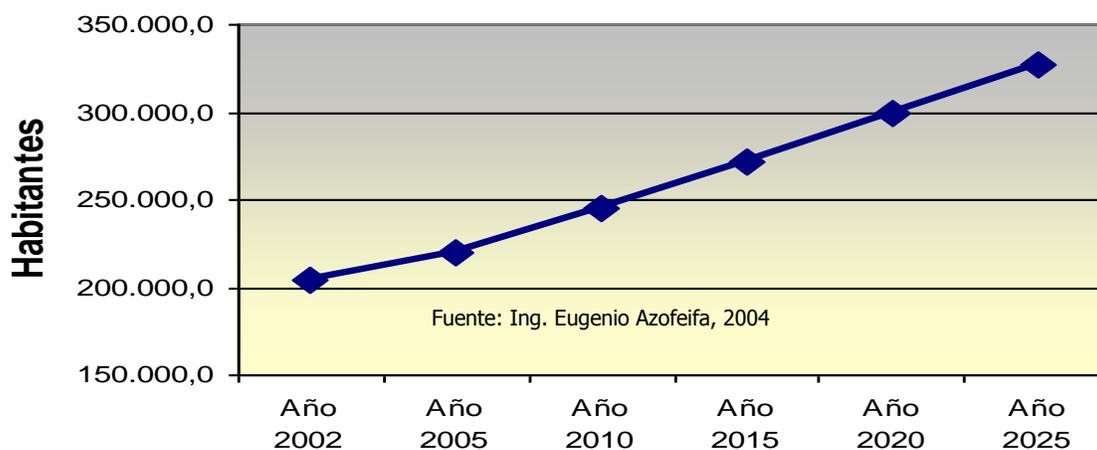


Figura 2. Proyección del crecimiento de la población en el Valle del Guarco, Cartago

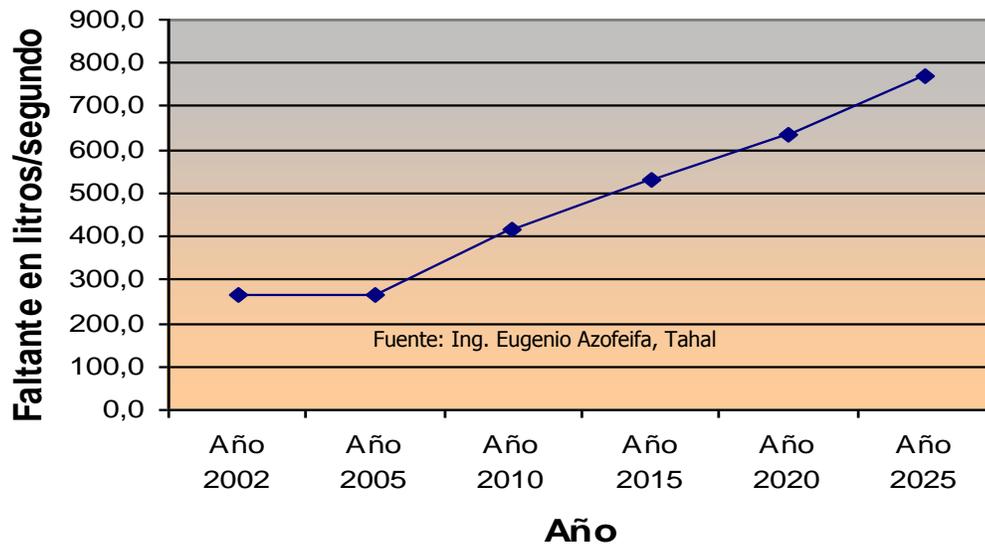


Figura 3. Faltante de agua para la Ciudad de Cartago estimado al 2025.

Esta predicción es preocupante, ya que según Campos y Chacón (2005), no existe en la ciudad de Cartago una estrategia de planeamiento y ejecución de obras de infraestructura, lo que incluso en la actualidad provoca disminución en las presiones del flujo de agua y cortes del suministro. Para el futuro, no existen planes concretos para desarrollar nuevos proyectos que puedan abastecer la demanda proyectada y cubrir el déficit estimado. La principal estrategia planteada por Azofeifa, 2004, es la esperanza de que el incremento de la demanda por aumento en población, sea compensado en gran parte por el incremento en la cobertura de micro medición, la cual se pretende aumentar desde un 66% hasta 90% en el año 2025 o antes. No obstante, siempre será necesario explorar nuevas fuentes de agua, dado que habrá un faltante de 250 l/s en el año 2025 (Azofeifa, 2004).

Por otra parte, en un estudio más reciente, realizado para la Municipalidad de Cartago, se propone lo siguiente: como opción 1, perforar nuevos pozos; opción 2, Ampliación de planta de tratamiento actual y opción 3 construcción de otros tanques de almacenamiento que permita la separación física de las zonas abastecidas, ya que actualmente es imposible realizar la separación físicas de las zonas de presión establecidas, y la construcción de un tanque de almacenamiento que ayude a cubrir los faltantes en las horas de máxima demanda (Campos y Chacón, 2005).

No obstante (pese a que seguramente será necesaria la perforación de nuevos pozos), estas son soluciones del tipo “gestión del agua por el lado de la oferta”, es decir, que los esfuerzos están enfocados en continuar abasteciendo el recurso atendiendo a lo que el consumidor demande, en una sociedad sin cultura de ahorro.

Ante este panorama, en esta investigación se plantea un cambio de enfoque para atender el déficit de agua futuro para la ciudad de Cartago. Se plantea que los esfuerzos deben ser

integrales y estar fuertemente dirigidos a promover un uso eficiente del agua tanto por parte de los consumidores como del proveedor de agua, es decir de la misma Municipalidad.

Este enfoque se denomina “gestión de la demanda”, en contraposición con el enfoque tradicional de “gestión de la oferta” que se ha venido aplicando. Durante la pasantía realizada en la Fundación ECODES, se conoció el proyecto “Zaragoza: ciudad ahorradora de agua”, el cual está diseñado para hacer una gestión de la demanda y que ha tenido gran éxito en la reducción de la dotación de agua a nivel residencial, la cual ha sido disminuida de 106 lppd a 96 lppd. Si comparamos esta dotación con la de la ciudad de Cartago, tenemos como resultado que la dotación en Cartago es 120%⁴ más elevado que el de la ciudad de Zaragoza, lo que da una idea del potencial de reducción que podría tenerse (aún sin llegar a los niveles de Zaragoza) si se cambia hacia un enfoque de gestión de la demanda.

Con el fin de aprovechar este potencial de reducción, desde un enfoque de gestión de la demanda, podrían plantearse tres escenarios (cuadro 2). De mantenerse la dotación actual de 211 lppd, en el primer escenario, se tendría un déficit de 250 l/s para el año 2025. En el segundo escenario, con una reducción de la dotación de agua de 211 lppd a 150 lppd, el déficit se reduciría a 87.5 l/s. En el tercer escenario, reduciendo la dotación a 120 lppd, no sería necesario incrementar la oferta de agua, pues el déficit para el 2025 desaparecería, lo que significa que no se requeriría explotar nuevas fuentes de abastecimiento.

Cuadro 2. Escenarios para el año 2025, aplicando diferentes grados de reducción de consumo de agua, según el enfoque de gestión de la demanda.

Escenario	Dotación (lppd)	Déficit o superávit (l/s)
Manteniendo la dotación actual	211	Déficit=250
1	150	Déficit=87,5
2	120	Déficit=0

Fuente: Varela I., Póster presentado en el V Congreso Ibérico, 2006, Faro Portugal.

Una reducción en la dotación de agua per cápita podría ser factible si se emprenden actividades de concienciación social, capacitación e información, políticas e incentivos, reparación de fugas en la red, fomentar el uso de dispositivos ahorradores, ayudado con un sistema tarifario adecuado y políticas e incentivos municipales que promuevan el ahorro. Este tipo de actividades son las que se plantean en la Propuesta de un Plan Integral de Ahorro de Agua para la Ciudad de Cartago (apartado 5.10).

Acercándose a este enfoque de “gestión de la demanda”, la Municipalidad de Cartago ha instaurado un Plan de Educación Ambiental, diseñado por un equipo interinstitucional entre el SINAC-MINAE, CIPA-TEC, INA y la UNED, que busca desarrollar acciones dirigidas a la sensibilización de los sectores sociales, sobre la importancia de la protección, manejo, uso

⁴ Tomando para el cálculo una dotación para Cartago de 211 lppd.

responsable y conservación del agua, desde una perspectiva sostenible (Plan de Educación Ambiental, 2004). No obstante, es imperativo superar las dificultades existentes cuando se trabaja con comunidades, tales como la falta de interés de los grupos organizados e instituciones, conflictos sociales y económicos, organización dispersa, falta de fuentes de financiamiento, de equipo audiovisual y personal operativo (Artavia et al, 2005).

5.2 Encuesta realizada en la comunidad de Dulce Nombre

La comunidad de Dulce Nombre ubicada en el distrito 9 de la Municipalidad del Cantón Central de Cartago, fue seleccionada por recomendación de los funcionarios de la Municipalidad, pues anteriormente habían realizado algunos estudios con este grupo poblacional, por lo que resultó estratégico para complementar esos trabajos.

Para aplicar la encuesta se visitó un total de 232 viviendas de puerta en puerta, con el fin de aplicar un instrumento de evaluación consistente en 23 preguntas de respuesta cerrada, conteniendo tres apartados principales (ver anexo 1). El apartado A recaba información general, tal como grado académico y ocupación de la cabeza de familia, número de personas que habitan la vivienda, ingresos mensuales promedio, entre otras cosas. En la parte B se quiere conocer la distribución del agua consumida en sus diferentes usos, tales como servicio sanitario, ducha, lavado de ropa, lavado de auto, uso en la cocinar y el jardín y si utiliza alguna metodología de ahorro del recurso hídrico. En la parte C, se recaba información acerca de la actitud y grado de conciencia hacia el agua y disponibilidad de participar en actividades y formación que les capacite para cuidar el recurso. Los resultados obtenidos de la encuesta, se detallan en los siguientes apartados.

5.2.1 La escasez de agua se hará sentir en un plazo de 20 años

A través de la encuesta se quiso saber acerca de la preocupación de la población por la escasez de agua. En este sentido el 92% de las personas entrevistadas creen que la escasez de agua potable es una amenaza para ellos y la estabilidad de las comunidades. Al considerar el plazo en que esta amenaza se podría hacer sentir, el 17% dijo que la escasez de agua era ya una amenaza; el 24% dijo que sería una amenaza en un plazo de cinco años; el 24% en diez años y el 21% en veinte o más años; es decir, el 65% de los encuestados creen se tendrán problemas de acceso al agua potable en menos de 20 años. Esto coincide con las proyecciones de Azofeifa, 2004, en relación al déficit de agua para el 2025 y deja ver que los pobladores manejan bien la intuición.

5.2.2 El 94% está dispuesto a modificar actividades en el hogar para ahorrar agua

La encuesta logró recoger información relacionada con la concienciación ciudadana y la disposición al cambio hacia el recurso hídrico. Se les preguntó acerca de la disposición a hacer cambios para un uso más eficiente del agua y el 94% dijo estar anuente a realizar algún tipo de modificación de actividades en sus hogares, para ahorrar agua, según se muestra en

la figura 4. Las acciones que más estarían dispuestos a realizar son reparar fugas y cerrar llaves al lavar trastos y cepillarse los dientes.

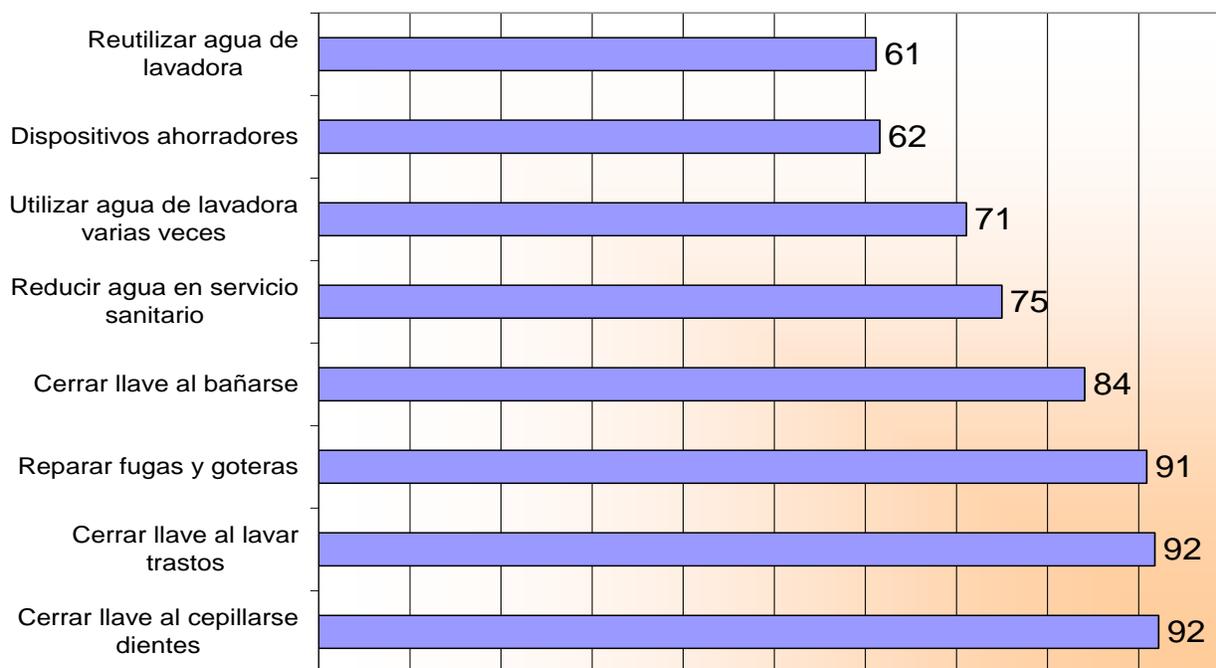


Figura 4. Actividades en las que los encuestados estarían dispuestos a realizar cambios.

La mayoría de las actividades que pueden realizarse para el ahorro de agua, son de tipo “cambio de hábito” y por lo tanto de baja inversión. Incluso, el uso de dispositivos ahorradores, que conlleva una inversión, existe un total de 62% que estaría dispuesto a ponerlo en práctica.

5.2.3 La fuerza de voluntad es para el 60% lo más importante para ahorrar agua

Para hacer estos cambios para el ahorro en el consumo de agua, la mayoría de los entrevistados opina que lo que requieren es fuerza de voluntad (60%), en segundo lugar información (36%), luego capacitación (33%), y sólo el 22% considera que se requiere dinero. Esta percepción, está acorde con la realidad, puesto que por tratarse en su mayoría de medidas del tipo cambio de hábitos, éstas se basan especialmente en el empeño y la perseverancia.

5.2.4 El 82% estaría dispuesto a participar en programa de ahorro de agua

Ante la pregunta de si estarían dispuestos a participar en algún proyecto con el ITCR o la Municipalidad, el 82% de los entrevistados se manifestaron a favor de participar para lograr ahorros de agua en sus hogares. Un 60% de los que estarían dispuestos a participar, perciben como beneficios, el reducir problemas de agua futuros; educar a la familia y; colaborar con el ambiente y un 47% cree que ahorraría dinero.

5.2.5 El ahorrar dinero no incentiva a la mayoría a hacer un uso eficiente del agua.

El hecho de que casi la mitad de los entrevistados que estarían dispuestos a participar en un programa de ahorro de agua creen que ahorrarían dinero (apartado 5.2.4), es positivo, pues el reducir el monto de la factura de agua es un incentivo para el ahorro de agua, especialmente para las familias de menores ingresos. Sin embargo son más los abonados que no ven el ahorro de agua como un beneficio económico (53%), lo cual podría sustentarse en que, al ser el agua un servicio de bajo costo para los abonados, no creen que vayan a obtener ahorros significativos. La realidad es que el ahorro de dinero es un incentivo débil para propiciar el uso eficiente de agua, debido a que el agua es un recurso que le sale “barato” al consumidor y por lo tanto el potencial beneficio económico es relativamente reducido (ver apartado 5.6 de cálculo de los beneficios económicos, ambientales y sociales). Según la entrevista, el 55% piensa que el costo del agua es razonable; y son más los abonados que consideran que el precio es barato (29%) que los que lo creen que es caro (14%).

5.2.6 Mayoría está dispuesta a pagar más por el servicio de agua si el dinero es reinvertido

Del total de entrevistados, dos terceras partes (66%) estarían dispuestos a pagar una cuota adicional en el recibo mensual de agua, si ésta se empleara para el mejoramiento del ambiente.

En general, se deduce de la encuesta que los usuarios muestran gran anuencia a hacer acciones en beneficio del recurso hídrico, desde recibir capacitación o formar parte de un proyecto y cambiar algunos patrones de consumo, hasta contribuir económicamente para conservar el agua. Esto es muy esperanzador, dado que corrientemente se señala la escasa cultura de ahorro, sin embargo, a través de esta encuesta se logró determinar una gran apertura y sensibilización, la cual deberá ser aprovechada para lograr un uso eficiente del agua en la ciudad. Por esta razón, en la Propuesta de un Plan de Ahorro de Agua para la Ciudad de Cartago (apartado 5.9), se plantea la educación y el acercamiento al usuario a través del Programa operativo 7: Participación Ciudadana y Campañas de Difusión.

5.3 Monitoreo del consumo de agua de 14 familias de Dulce Nombre

Del total de 232 abonados entrevistados, se tomó una muestra más pequeña de 14 familias⁵. Se advierte que esta selección de 14 familias no pretende ser una muestra estadística, sino que se tuvo como propósito, monitorear a lo largo de ocho meses el consumo de agua, y establecer correlaciones entre éste con el nivel de ingreso y el número de miembros del grupo familiar, así como la variabilidad en el consumo entre los meses monitoreados por cada familia.

5.3.1 Criterios de selección

La selección se hizo en coordinación con la Municipalidad, tomando en cuenta criterios considerados deseables para el estudio. Como condición indispensable, las familias debían de tener hidrómetro para medir el consumo general de agua consumida; que las familias utilizaran únicamente agua proveniente del acueducto municipal, que no tuvieran pozo ni acostumbraran a comprar agua embotellada; se tomó en cuenta que las familias no hubiesen adoptado ningún tipo de técnica ahorradora y que tuvieran la disponibilidad de mejorar en relación al uso eficiente del agua. El estudio tomó en cuenta familias compuestas por diferente número de miembros; estando entre dos y siete el número de personas que constituían el núcleo familiar. Para utilizar un indicador objetivo, la mayoría de los datos de consumo están dados en litros por persona por día (lppd).

5.3.2 Dotación mensual promedio de las familias seleccionadas

Se realizó un monitoreo del consumo de agua de las familias a lo largo de ocho meses, de enero a agosto del 2007, realizado a través de la medida de consumo en la facturación mensual. En el cuadro 3 se muestran los resultados de la cantidad de agua consumida por cada una de las 14 familias durante el periodo de estudio.

Se determinó un consumo promedio general de las familias de 221 litros por persona por día, el cual es mayor al promedio determinado por Azofeifa, 2004, de 211 lppd. Es importante dejar en claro que el dato de Azofeifa se refiere al consumo promedio de todos los abonados domiciliarios de la Municipalidad de Cartago y el dato de 221 lppd, corresponde a un consumo determinado en la muestra tomada de la Comunidad de Dulce Nombre, por lo que es normal que existan diferencias.

En adelante, para la elaboración de figuras, se codifican las familias enumeradas del 1 al 14 y el consumo de agua en lppd se coloca en orden creciente, tal y como se presenta en el cuadro 3 (primera y última columnas), excepto cuando se especifique otra cosa.

⁵ Se estudiaron 14 familias en vez de 10, como se había previsto.

Cuadro 3. Cantidad de agua consumida por mes por familia y por persona entre enero y agosto de 2007.

No. Familia	No. Abonado	CONSUMO DE AGUA EN OCHO MESES (m ³)								Prom. m ³ /mes	Nº Personas/fam	lppd
		E	F	M	A	M	J	J	A			
1	11663	7	9	9	2	13	17	17	17	11,38	5	76
2	506433	28	25	36	55	15	35	17	17	28,50	6	158
3	11626	9	38	12	15	31	44	28	17	24,25	5	162
4	11069	18	19	19	13	17	16	26	17	18,13	3	201
5	508860	29	5	26	26	29	32	25	28	25,00	4	208
6	2186	6	10	9	18	17	15	17	17	13,63	2	227
7	5974	50	45	42	50	48	47	38	64	48,00	7	229
8	11457	18	21	14	26	24	21	24	19	20,88	3	232
9	16003	42	42	32	57	53	47	48	40	45,13	6	251
10	7534	27	19	10	16	13	13	14	12	15,50	2	258
11	363445	29	38	23	37	15	17	17	17	24,13	3	268
12	836950	35	38	30	30	34	41	52	10	33,75	4	281
13	405990	50	13	37	37	15	30	22	44	31,00	3	344
14	436690	56	30	49	27	31	40	25	54	39,00	3	433
Consumo promedio (lppd)												221

Fuente: elaboración propia con datos de Encuesta.

5.3.3 Correlación del consumo de agua y número de miembros en la familia

Contrario a lo esperado, el consumo de agua de cada familia no es directamente proporcional al número de personas que componen el núcleo familiar (figura 5). Por ejemplo, entre las cinco familias compuestas por tres miembros, se observó consumos mensuales muy dispares; de éstas, la que consumió menos gastó 201 lppd, la siguiente 232 lppd, la tercera en orden creciente 268 lppd; la cuarta consumió 344 lppd y 433 lppd la que más consumió agua. Incluso puede observarse que de las 14 familias, la que más consumió está compuesta por 3 personas (433 lppd) y la que menos agua consumió está constituida por 5 miembros (76 lppd). De manera que no necesariamente el consumo de agua va a depender del número de miembros que componen el grupo familiar.

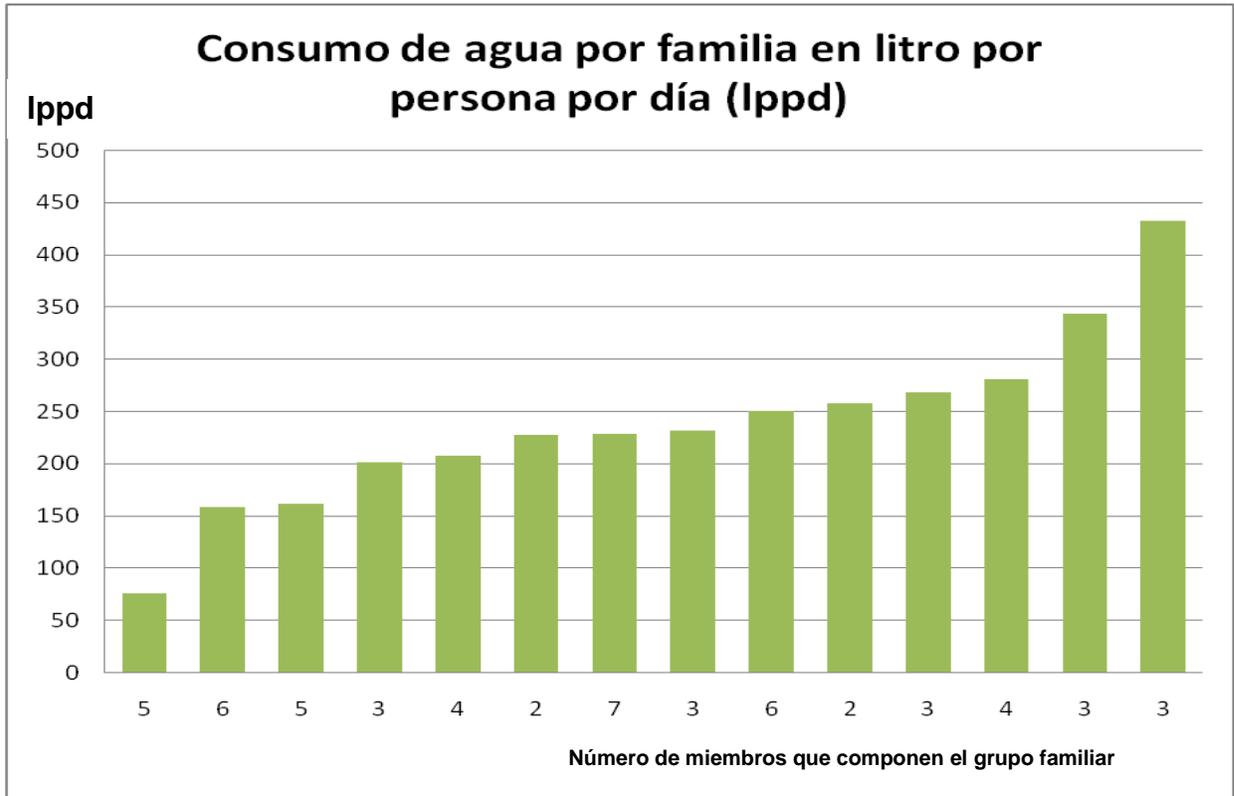


Figura 5. Agua consumida contra el número de miembros que componen el grupo familiar, durante el periodo de monitoreo de ocho meses

Fuente: elaboración propia con datos de encuesta

5.3.4 Correlación del consumo de agua y nivel de ingreso del grupo familiar

Se quiso conocer si existía una correlación entre el nivel de ingreso y el consumo de agua. El nivel de ingreso de las familias seleccionadas va desde los 100.000 hasta 800 000 colones mensuales. En el cuadro 4, se muestra el consumo de agua en relación con el nivel de ingreso de las 14 familias.

Cuadro 4. Consumo de agua por familia en relación con el nivel de ingreso mensual.

Familia	Consumo agua (lppd)	Nivel Ingreso
1	76	100 000 - 200 000
2	158	200 000- 400 000
3	162	Menos de 100 000
4	201	100 000 - 200 000
5	208	Menos de 100 000
6	227	400 000 - 500 000
7	229	500 000 - 800 000
8	232	200 000- 400 000
9	251	Menos de 100 000
10	258	200 000- 400 000
11	268	400 000 - 500 000
12	281	Menos de 100 000
13	344	No contestó
14	433	200 000- 400 000

Fuente: elaboración propia con datos de Encuesta.

En la figura 6, se muestra la tendencia de los datos del cuadro anterior. En el eje “x” se representan las familias enumeradas de la 1 a la 14 y en el eje “y” el consumo de agua en litros por persona por día multiplicado por el exponente 10^3 . Puede verificarse que no existe una correlación directa entre el consumo de agua (línea azul) con el nivel de ingreso familiar (línea roja). Puede observarse cómo las familias con nivel de ingreso más bajo, se encuentran repartidas indiferentemente y sin ninguna tendencia definida en relación al consumo. Se podría esperar que las familias de menos ingresos consuman menos agua, sin embargo, no se puede deducir tal comportamiento. Esto puede explicarse debido a que no existe una cultura de ahorro, también no existe una política de la Municipalidad tendiente a promover el uso eficiente de agua entre los abonados y el costo de cada metro cúbico sigue siendo muy bajo, aún para las familias de escasos recursos.

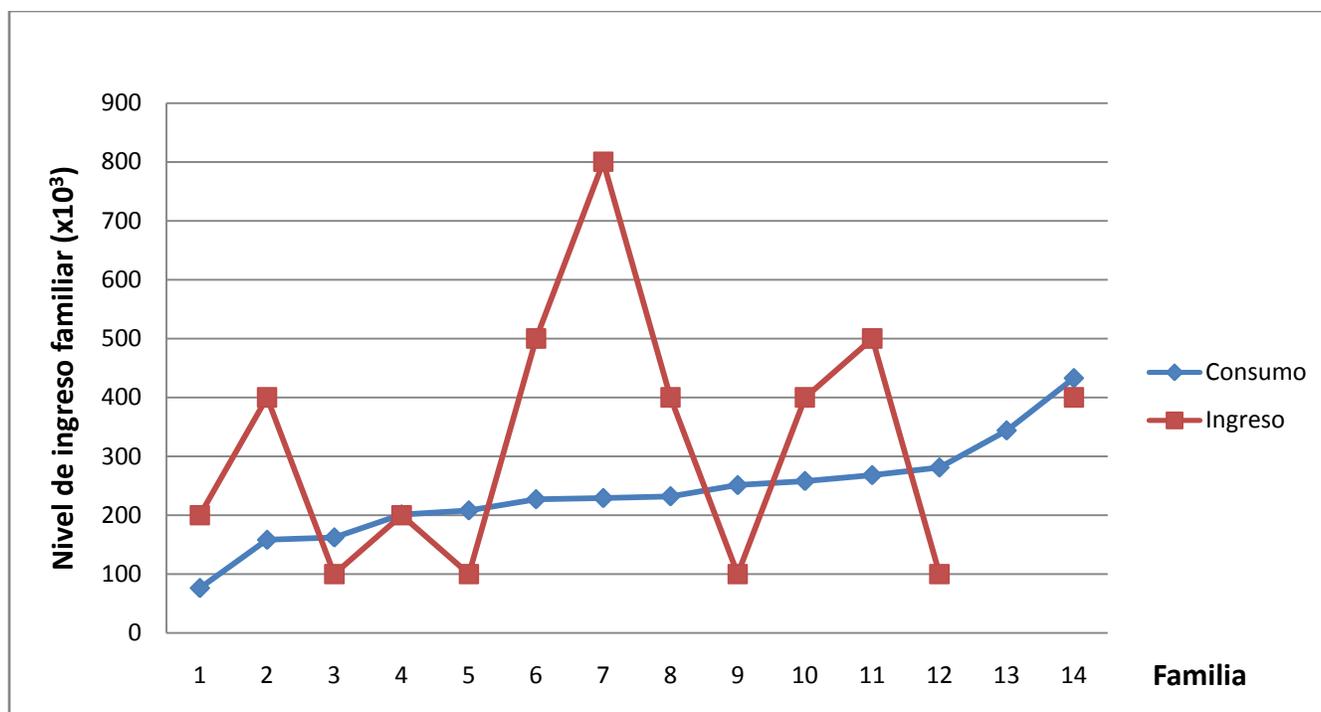


Figura 6. Correspondencia entre nivel de ingreso y consumo de agua.

Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta 2007

También es relevante observar que la comunidad de Dulce Nombre está conformado por un conglomerado social relativamente homogéneo en cuanto al nivel socioeconómico se refiere. Adicionalmente, otro factor que podría explicar la ausencia de correlación entre consumo de agua y nivel de ingreso, es el hecho de que las personas en general son reticentes a dar información de naturaleza financiera, incluso, muchas veces por razones de seguridad, lo que podría estar generando un sesgo.

5.3.5 Variación del consumo de agua a lo largo de los ocho meses de monitoreo

Pese a que es de esperar que el consumo de agua tuviera variaciones poco significativas en una misma familia entre un mes y otro, no fue así. Se descubrió, que el consumo de agua de las familias, presentan una irregularidad muy marcada a lo largo de los ocho meses estudiados. Por ejemplo para la familia 2 (figura 7), el menor consumo es de 15 m³ en el mes de mayo y 55 m³ en el mes de abril, es decir una diferencia de 40 m³. El consumo de la familia 13 oscila entre 13 m³ y 50 m³; con una diferencia de 37 m³ y en general para todas las familias, puede notarse la gran variación de agua consumida medida a lo largo de los ocho meses.

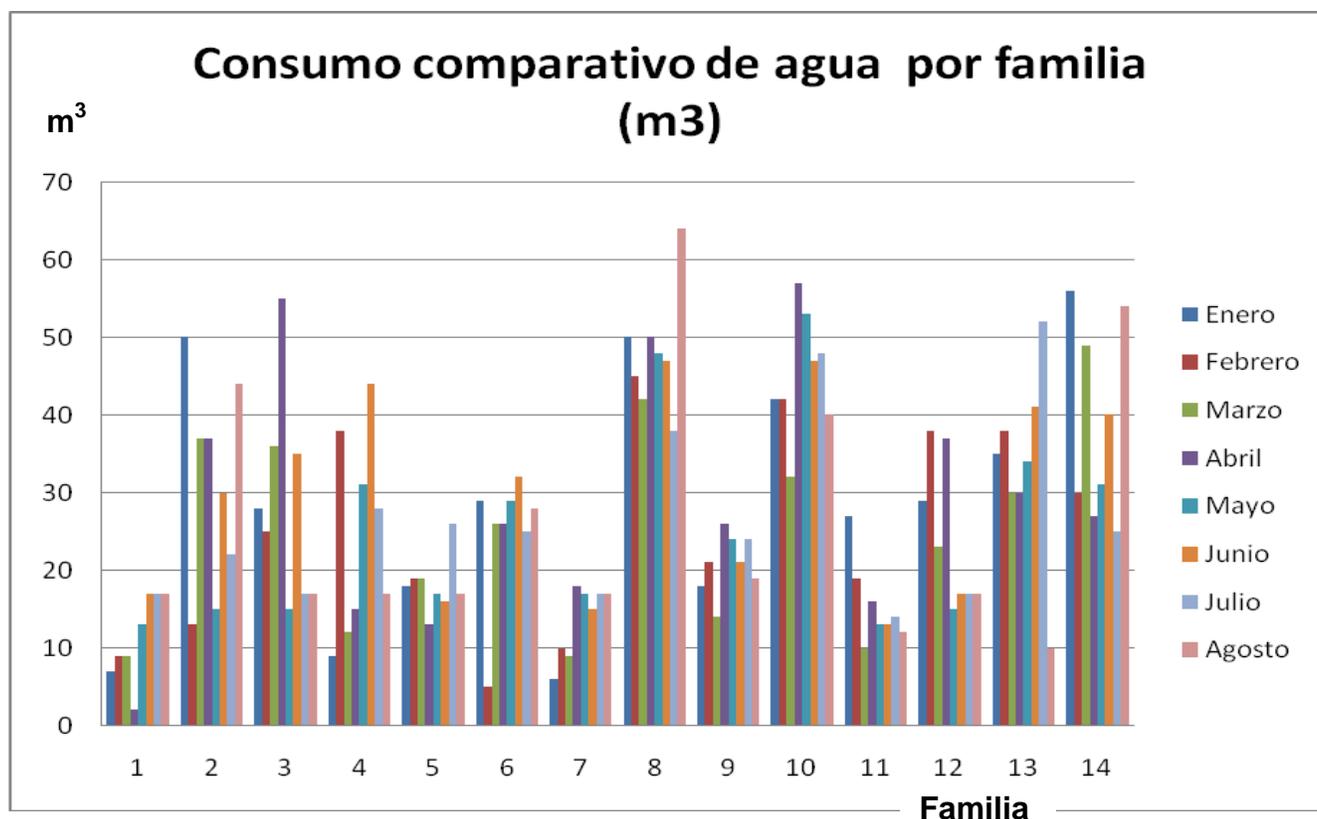


Figura 7. Consumo de agua por grupo familiar de enero a agosto de 2007.

Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta 2007.

Este comportamiento podría deberse a cambios en el número de residentes a lo largo de los diferentes meses, ya sea que se disminuya o aumente, por viajes de los miembros de las familias o visitas recibidas; periodos de vacaciones en los que algunos de los miembros de la familia estuvieron fuera de la casa o por el contrario que más bien permanezcan por más tiempo dentro de ella.

Sin embargo dado que se observa que este comportamiento es generalizado, esta variabilidad en el consumo podría deberse a deficiencias en los hidrómetros, los cuales podrían estar excesivamente viejos o descalibrados. Por tanto, de comprobarse este supuesto, es necesario advertir de la necesidad por parte de la Municipalidad, de revisar y sustituir en caso necesario los hidrómetros, ya que se estaría subfacturando o sobrefacturando los consumos de los usuarios y éstos estarían pagando una tarifa que no les corresponde y teniendo un dato irreal del consumo, lo cual influiría en los planes de reducción, ya que no se contaría con datos fidedignos de los avances en caso de adoptar medidas ahorradoras. De igual manera la Municipalidad estaría recaudando un monto incorrecto. Sobra decir también, que en caso de estar averiados los hidrómetros, estos estudios deberán replicarse, especialmente si los mismos van a ser utilizados para la toma de decisiones.

5.4 Usos del agua en las diferentes actividades domésticas

En este apartado, se quiso indagar acerca de la proporción de agua que los usuarios pensaban que estaban consumiendo en cada una de las actividades domésticas. Para alcanzar este objetivo, el encuestado debía priorizar de entre siete actividades domésticas de mayor a menor consumo de agua, dando respuesta a la pregunta “¿En cuál de las siguientes actividades cree usted que consume más agua?”. Estos diferentes usos fueron los siguientes: servicio sanitario, ducha, lavadora de ropa, lavado de auto, agua para cocinar, lavado de platos y riego de plantas o jardín. Se consideró relevante la pregunta, dado que recoge lo que creen o perciben los usuarios y las personas actúan en concordancia con sus creencias. Para recabar esta información, se hizo uso de los datos recabados en la encuesta que abarcó la totalidad de las 232 familias

En el cuadro 5 se recogen los porcentajes de consumo de agua percibidos por las 232 familias distribuidos en los diferentes usos domésticos.

Cuadro 5. Principales consumidores de agua en actividades domésticas, según es percibido por el abonado del servicio.

Consumidor de agua	Sanitario	Ducha	Lavadora	Lavar auto	Cocinar	Lavar platos	Jardín
Número de encuestados	16,00	43,00	136,00	1,00	16,00	16,00	3,00
Porcentaje (%)	6,93	18,61	58,87	0,43	6,93	6,93	1,30

Fuente: elaboración propia con datos de Encuesta.

Redondeando los porcentajes, se tiene que el 59% de los entrevistados cree que la actividad que consume una mayor cantidad de agua es el lavado de ropa. En segundo lugar colocan la ducha con un 19%. Clasifican como actividades domésticas de igual consumo las actividades de cocinar, lavado de platos y servicio sanitario, con un 7%, siendo las actividades de riego de jardín y lavado de auto en las que los entrevistados consideran que consumen menos agua, con porcentaje de 1,3% y 0.43% respectivamente (figura 8).

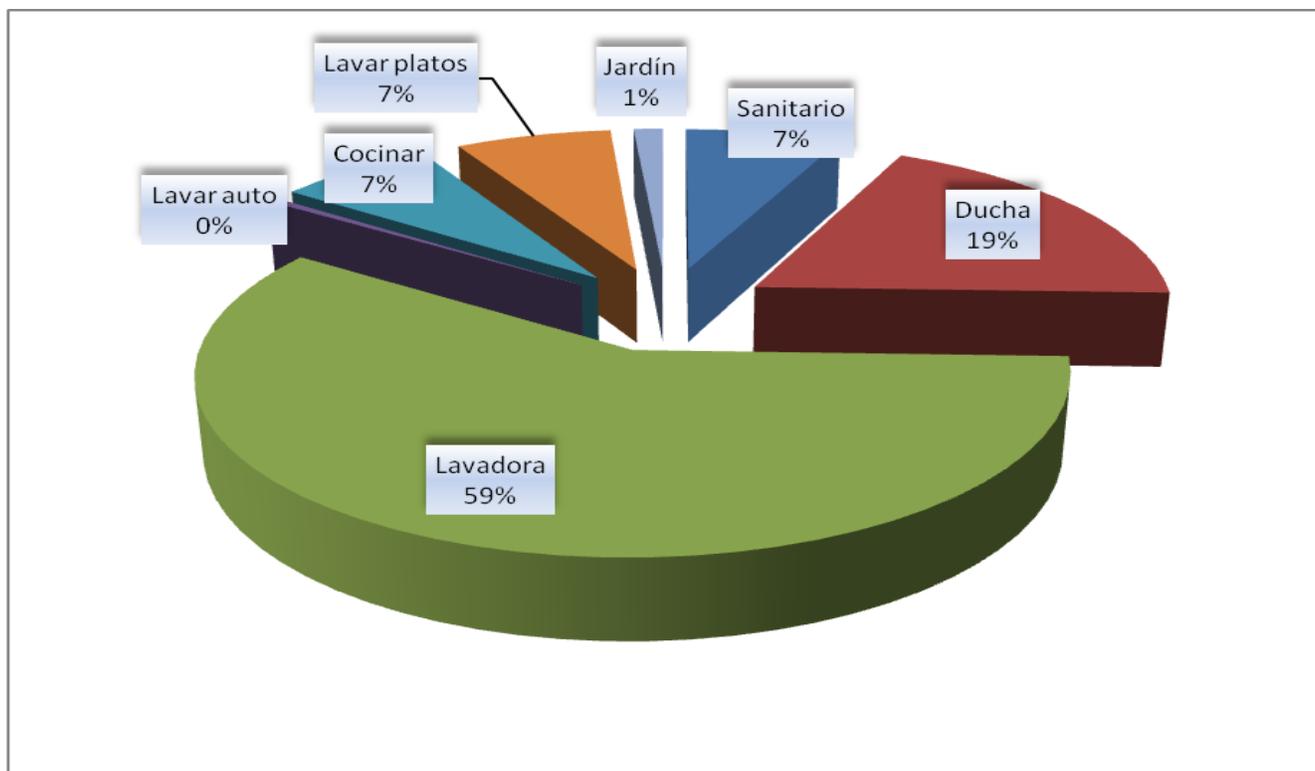


Figura 8. Principales consumidores de agua en actividades domésticas, según es percibido por el abonado del servicio.

Resultaría muy enriquecedor comparar la creencia o percepción del usuario, contra el dato real, sin embargo no existen datos porcentuales del consumo de agua en las diferentes actividades domésticas para Cartago ni para la zona en estudio. No obstante, se puede comparar estos resultados con los datos suministrados en la Guía práctica para el Uso Eficiente del Agua en el Sector Público Costarricense (cuadro 6), pues según el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, se estima que el consumo mínimo de agua por cada costarricense es de 200 litros diarios. En este cuadro se presentan los principales usos y consumidores de agua en el hogar.

Cuadro 6. Usos y principales consumidores de agua en el hogar.

Uso	Consumo promedio	Duración	Consumo diario (litro)
Ducha	10 litro/minuto	6 minutos	60 (30%)
Servicio sanitario	10 litro/descarga	6 descargas	60 (30%)
Lavamanos	6 litro/minuto	10 minutos	60 (30%)
Preparación alimentos, lavado ropa, carro y riego de plantas		Global	20 (10%)
Total diaria por persona			200 lppd

Fuente: Departamento de Medición y Grandes Clientes del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

Según la tabla de consumidores del AyA, el lavado de ropa está entre las que menos agua consumen. Sin embargo los abonados de Dulce Nombre creen que es la actividad en la que más agua requiere. Es decir, según el AyA, se consume un 10% en las actividades de lavado de ropa, carro, riego de plantas y preparación de alimentos; mientras que los habitantes de la comunidad entrevistada estiman que esas actividades juntas consumen un 74,73%. Asimismo, tienen una percepción quimérica acerca de las otras actividades; creen gastar solo un 19% en la ducha y apenas un 7% en servicio sanitario, cuando es ampliamente sabido que estas son las dos actividades de mayor consumo, en el caso de los datos del AyA, se reporta un 30% de consumo de agua para cada una de estas dos actividades, en total un consumo del 60%. Por ejemplo en el caso de otros países como España, en estas actividades de ducha y sanitarios, se consume en promedio un 35% en la ducha y 30 % en servicio sanitario, total 65% (Sainctavit L., 2006).

Si las percepciones de los abonados fueran correctas, un 7% de consumo en sanitarios, darían apenas para jalar la cadena una vez al día ($211\text{lppd} \times 7\% = 14,77$ litros) y en la ducha estarían tardando solo 4 minutos ($211\text{lppd} \times 19\% = 40$ litros; a razón de 10 litros/minuto), en vez de 6 minutos (60 litros) como reporta el AyA.

En esta comparación se evidencia la importancia de haber permitido a los entrevistados, que hicieran estimaciones sobre los principales consumidores de agua en el hogar. Esto refleja que, de solicitarse a los usuarios reducir los consumos de agua, el enfoque acerca de cuáles consumidores atender estaría errado, las energías se verían desviadas y los propósitos frustrados, dado que las personas actúan de acuerdo con sus creencias y no con base en la realidad, la cual muchas veces es ignorada. Es decir, una persona que considere que en el servicio sanitario consume apenas un 7% y en la ducha un 19%, no estará motivada a reducir en estas áreas, perdiendo así la oportunidad de ahorrar en los usos de mayor consumo.

5.5 Producto de las visitas estratégicas para la transferencia tecnológica

Como parte de los objetivos del proyecto y con el fin de hacer una transferencia de tecnología y conocimientos, se realizó una pasantía en la Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES) durante el mes de diciembre de 2006, tanto para familiarizarse con la estrategia del proyecto “Zaragoza: ciudad ahorradora de agua”, como para conocer la experiencia de la gestión de la demanda de agua en Zaragoza, ciudad considerada por las Naciones Unidas como un referente mundial en la gestión del recurso hídrico.

Se realizaron entrevistas a funcionarios de entidades públicas y privadas que generaron relevantes insumos que forman parte importante de los resultados de este informe.

5.5.1 Visitas, entrevistas y temas tratados

En este apartado se enlistan las entrevistas realizadas a los diferentes funcionarios de importantes entidades zaragozanas; los nombres de los y las entrevistadas, correo electrónico de contacto, así como los temas tratados en cada entrevista:

- Ayuntamiento de Zaragoza, entrevista con Joaquín García Lúcea, Jefe de la Unidad de Tasas y Precios Públicos, jgarcialucea@Zaragoza.es. Se trató el tema de tarifas.
- Confederación Hidrográfica del Ebro, entrevista con Rogelio Galván, che_calidad@chebro.es. Se trató el Sistema SAIH, el cual consiste en un sistema de 600 estaciones de vigilancia de cauces utilizando tecnología GPS para evitar catástrofes por inundaciones y realizar plan hidrológico por cuenca.
- Planta Potabilizadora de Casa Blanca. Recorrido por la planta.
- Depuradora de aguas residuales de La Cartuja. Recorrido por la planta.
- Oficinas de la Fundación Nueva Cultura del Agua, entrevista con uno de los dos fundadores, el Profesor Pedro Arrojo, profesor de análisis económico de la Universidad de Zaragoza, premio Goldman Continente Europeo 2003. Se trató el tema de la profunda relación entre los ríos, territorio y sociedad: los derechos de los pueblos que han habitado durante cientos y miles de años en valles y riberas en estrecha relación con los ríos.
- Expo Zaragoza, visita a obras de infraestructura relacionadas con el agua en Zaragoza como preámbulo a la EXPO ZARAGOZA 2008, tales como la construcción de la Central Hidroeléctrica del azud del Ebro y sus impactos.
- ECODES, entrevista con Víctor Viñuales y Eduardo Enrique Uldemolins. victor.viñuales@ecodes.org. Se trató el tema de los mecanismos de vinculación posibles entre ECODES-ITCR.
- ECODES, entrevista con Nacho Celaya, nacho.celaya@ecodes.org, Director de Desarrollo Institucional. Se trató el tema de legislación, participación civil, campañas de comunicación.
- ECODES, entrevista con Javier Carrasco, Javier.carrasco@ecodes.org. Se trató el tema de 100 compromisos, una meta de participación ciudadana en el marco del proyecto Zaragoza: ciudad ahorradora de agua.
- ECODES, entrevista con Laurent Sainctavit, Laurent.sainctavit@ecodes.org. Se trató el tema de campañas de sensibilización ciudadana.
- CIAMA, Centro Internacional del Agua y el Medio Ambiente, Franco Beltrán, Departamento de Medio Ambiente de Aragón.
- Ayuntamiento de Zaragoza: medioambiente, entrevista con Víctor Bueno. vbueno@zaragoza.es. Se trató el tema de la nueva ordenanza de tarifas del agua.
- ECODES, entrevista con Olivier Pastre, Olivier.pastre@ecodes.org. Se trató el tema de eco-ciudades y el Código Técnico de Edificaciones (CTE) y la construcción de 10 000 viviendas bioclimáticas con ahorro de energía de 50% en contraste con vieja normativa.
- Universidad de Zaragoza, entrevista con Javier Martínez Gil, jamargi@unizar.es, uno de los dos fundadores de Fundación Nueva Cultura del Agua. Se trató el tema de la sensibilización hacia los ríos como una filosofía hidrológica en la que se entiende un río no solo desde la visión hidrológica o ecosistémica, sino que un río es lo que evoca y representa en el plano físico, emocional y metafísico.

Uno de los resultados relevantes de este proyecto fue la visita en sí misma a la ciudad de Zaragoza, donde se realizó una pasantía en la Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES), con el fin de tener información de primera mano el proyecto “Zaragoza: ciudad ahorradora de agua” y otros temas relacionados con el recurso hídrico.

5.5.2 Convenio Marco de Cooperación

Este proyecto también ha sido un medio para estrechar vínculos entre la Fundación ECODES y el ITCR, relación que ha sido formalizada mediante un Convenio Marco de Cooperación, a través del Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA). Este convenio ECODES-ITCR se adjunta a este informe en el anexo 2.

5.5.3 Estudio de la gestión municipal del agua

Otro de los productos logrados con la pasantía fue la elaboración de un informe denominado “Estudio de la gestión municipal del agua: enfoque de gestión de la demanda de agua en Costa Rica y en países con mayor grado de gestión del recurso hídrico”. Este incluyó parcialmente los resultados y análisis realizados en el presente informe, fue impreso y entregado personalmente a la Municipalidad del Cantón Central de Cartago, a la Dirección de Acueductos, y adicionalmente se realizó una presentación en la que se resumía el documento, para mejor comprensión y aprovechamiento de los funcionarios de la Municipalidad. Este documento se adjunta en el anexo 3.

5.5.4 Familiarización con el proyecto Zaragoza: ciudad ahorradora de agua

Se conoció también las estrategias del desarrollo del proyecto, las campañas y logros en general, así como las tecnologías de ahorro que utilizan en el proyecto Zaragoza: ciudad ahorradora de agua, las experiencias de la adopción de estas tecnologías en el marco del proyecto, los fabricantes y contactos en España y Nicaragua para conseguir dichos dispositivos.

5.5.5 Plan Integral de Ahorro de Agua para la Ciudad de Cartago

A raíz de los resultados y recomendaciones preliminares del proyecto de “Uso eficiente de agua en la Ciudad de Cartago: creación de un modelo reproducible, la misma Municipalidad ha visto la necesidad de contar con una estrategia integral para emprender el ahorro del agua. En este contexto, se planteó un plan integral de ahorro de agua, basado en el enfoque de gestión de la demanda. Esta propuesta de proyecto se denomina Plan de Ahorro de Agua para la Ciudad de Cartago y se basa en los planes de ahorro de agua de dos ciudades españolas, Cantabria y Vitoria, las cuales han sido asesoradas por la Fundación ECODES para implantar su plan de ahorro de agua (esta propuesta de proyecto se presenta en forma resumida al final de este informe, en el apartado 5.9).

5.6 Uso de tecnologías y estrategias disponibles como herramienta de “gestión de la demanda”

5.6.1 Tecnología ahorradora disponible en el mercado

Las tecnologías ahorradoras de agua son dispositivos y sistemas ahorradores que permiten importantes ahorros en el consumo de agua. Algunos de estos dispositivos o sistemas economizadores se detallan en este apartado.

Perlizadores

Son dispositivos que mezclan aire con agua, incluso cuando hay baja presión, saliendo las gotas de agua en forma de "perlas". Estos perlizadores, también llamados aireadores pulverizan el agua a presión continua permitiendo abrir menos el grifo sin que eso suponga una pérdida en la comodidad del usuario. Un perlizador se coloca enroscado al final del grifo y puede instalarse en tubos de cocinas, duchas, y en general en cualquier grifería de la casa. Economizan más de un 40% de agua y energía, cuando se trata de tuberías de agua caliente. Hay modelos que consiguen, ahorros de hasta un 90% (garantiza un ahorro del 40% si la presión es de 2,5Kg y de más del 60% si ésta es de 3 Kg).



Foto 1. Perlizadores que mezcla aire con agua

Economizadores o reductores de caudal

Estos dispositivos están diseñados para limitar el paso del agua a través de la tubería y por lo tanto reducen el caudal de agua que sale. Consiguen un ahorro de entre un 40% y un 60%, dependiendo de la presión de la red. Se coloca en la tubería de entrada del agua.



Foto 2. Reductores de caudal

Interruptores de caudal

Es un sencillo dispositivo que se cierra o abre al pulsar una palanca con las manos o con los objetos que se sitúan debajo del grifo. Algunos funcionan mediante infrarrojos que se activan por proximidad, de forma que el agua cesa al colocar las manos bajo el grifo y cesa la salida al apartarlas. Se consiguen ahorros en el consumo de agua de entre el 70 y el 80%.



Foto 3. Interruptor óptico de caudal

Interruptores de caudal para duchas

Son dispositivos que permiten interrumpir el caudal de la ducha mientras la persona se enjabona. Es idóneo en duchas con grifería de dos entradas de agua (en monomandos no es necesario), ya que permite reanudar el uso de la ducha sin tener que volver a regular la temperatura del agua hasta conseguir la deseada, evitando el consiguiente desperdicio de agua y energía. Con la correcta utilización de estos dispositivos, se consiguen ahorros de agua de entre el 10 y el 40%.



Foto 4. Interruptor de caudal para ducha

Cisternas con interrupción de la descarga

En España, a pesar de que la normativa UNE 67-001-88, fija en nueve litros la capacidad máxima de los inodoros, el criterio ahorrador sitúa esta cantidad en los seis litros. Para poder considerar a un inodoro como ahorrador, es preciso que cuente con un sistema de retención de vaciado, que puede ser de varios tipos:



Foto 5. Cisterna con pulsador único

Cisternas con pulsador único: disponen de un pulsador único que interrumpe la salida de agua, en unos casos accionándolo dos veces y, en otros, simplemente dejando de pulsarlo. El usuario, además de ahorrar agua, gana en confort ya que, al vaciarse sólo parte de la cisterna, se evita el ruido que produce su llenado completo.

Cisternas con doble pulsador: permiten dos niveles de descarga de agua, de modo que con un pulsador se produce el vaciado total de la cisterna, y con el otro tenemos un vaciado parcial. Además, el que

acciona la salida del caudal mayor puede regularse actuando sobre el mecanismo de descarga, reduciendo la capacidad total de la cisterna (de los 9 litros habituales a los 6 litros recomendables).

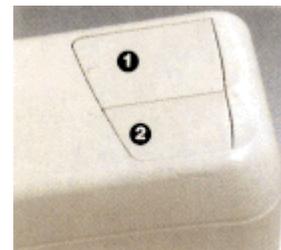


Foto 6. Cisterna con doble pulsador

Sanitarios incineradores eléctricos

Destruyen los desechos sanitarios con calor eléctrico en diez minutos, con menos de 28 colones de electricidad, convirtiéndolos en cenizas (EcoSanitarios de Costa Rica).

Inodoros ecológicos que no utilizan agua

También existen los servicios sanitarios ecológicos, que no utilizan agua, no huelen mal, producen abono orgánico, ahorran dinero y no contaminan el agua (Ecoinodoros Gaia, <http://ecoinodoros.shutterfly.com/>).

5.6.2 Tecnología para la captación de agua de lluvia y reutilización de aguas grises

La reutilización del agua reduce la demanda futura de agua y disminuye los costos de agua potable y el de aguas residuales. Esta doble utilización del agua protege las reservas de aguas subterráneas y reduce la carga de las aguas residuales (Zaragoza, Proyecto: ciudad ahorradora de agua).

Si el agua que se requiere para una labor no es necesario que sea de calidad potable, puede utilizarse también fuentes alternas de abastecimiento como la reutilización de aguas grises y de lluvia (IMTA, 2003). Estas labores pueden ser:

- Servicio sanitario
- Lavandería y limpieza de recintos
- Irrigación de áreas verdes
- Agua para ganado y animales

Reuso de agua de lluvia

Se trata de coleccionar, almacenar y purificar el agua de lluvia que cae en el techo. Los seis componentes básicos para el sistema de tratamiento de agua de lluvia incluyen:

1. Captación: superficie del techo para la captación de la lluvia.
2. Transportación: canales o tuberías desde el techo al área de almacenamiento.
3. Limpieza del techo: 'primer enjuague' sistema diverter para filtrar y eliminar contaminantes.
4. Almacenamiento: cisternas o tanques donde el agua de lluvia captada es almacenada en forma segura, por ejemplo contra insectos.
5. Purificación: incluye un medio de filtrado y ozono o luz UV para purificar el agua captada para uso potable.
6. Distribución: sistema que distribuye el agua de lluvia, usualmente incluye una bomba.

Reuso de aguas grises

Las aguas grises son las provenientes de la ducha, la bañera, el lavamanos y la lavadora. Estas aguas se hacen circular por tuberías independientes hasta desembocar en un depósito donde, tras un proceso de decantación, son sometidas a un tratamiento biológico de depuración. Luego son desinfectadas mediante rayos ultravioletas y almacenadas en un tanque de aguas de servicio. Desde ahí, son bombeadas a una segunda red de canalización y distribuidas a los lugares de consumo.

Este sistema se puede incorporar a cualquier edificio, y se estima que en cada hogar se puede ahorrar unos 45 litros de agua potable y aguas residuales por persona por día.

5.6.3 Disponibilidad de tecnología ahorradora de agua en el país

Se investigó acerca de la disponibilidad de dispositivos ahorradores de agua en el mercado nacional y se visitaron algunas empresas que traen este tipo de dispositivos. En el cuadro 7 se enlistan las empresas que traen al país tanto dispositivos ahorradores de agua como equipo ahorrador.

Cuadro 7. Importadores y/o fabricantes de dispositivos y equipo ahorradores de agua en el mercado nacional.

Empresa	Teléfono	País	Ciudad	Otra información
Helvex	2286-5000	Costa Rica	Quesada Durán	www.helvex.com.mx
Mapar	2228-3232	Costa Rica	Escazú	www.mapargroup.com
Abonos Agro S.A.	2212-9300	Costa Rica	San José	www.abonosagro.com
Ferreterías el Mar	2205-2525	Costa Rica	San José	ventas@ferreteriaselmar.com
Ecoinodoros Gaia	2494-7291 2494-7291 8990-8440 8990-8440	Costa Rica	Grecia centro, Alajuela	www.ecoinodoros.shutterfly.com vega.araya@gmail.com
Acualógica	2262-4386 2262-4386	Costa Rica		http://www.acualogica.com/ info@acualogica.com
EcoSanitarios de Costa Rica	8357-9264	Costa Rica		ecosanitarios@yahoo.com
Incesa Standard	2519-5400 / 2232-0434 Fax: 2519-5579	Costa Rica	San José	ventas.cr@incesastd.com / infoincesa@incesastd
Agua Solutions International S.A.	2665-6161 2665-6161	Costa Rica	Liberia, Guanacaste	www.aguasolutions.com/index-sp.html info@aguasolutions.com
Viresco	2253-0643 2253-0643	Costa Rica	Moravia Guadalupe Goicoechea	www.virescocr.com/agua.html contacto@virescocr.com
Hidrodepuradores S.A.	8388-4771 8388-4771 2438-6060		Coyol, Alajuela	romano@ice.co.cr

Fuente: Elaboración propia, con datos recolectados durante Pasantía Fundación ECODES.

Como puede observarse, el mercado de dispositivos ahorradores, de grifos y de muebles sanitarios con tecnología ahorradora se ha extendido en el país. Conforme el mercado lo exige, cada vez en más ferreterías y empresas del país se ofrece equipo ahorrador, especialmente cacheras e inodoros ahorradores.

Sin embargo, en caso que se requiera adquirir estos dispositivos directamente con el fabricante, o bien que se necesite algún dispositivo especializado como los migitorios en seco que fabrica la empresa IMTA de México, durante la pasantía a la Fundación Ecodes fue posible obtener información de sus bases de datos de empresas fabricantes de tecnología ahorradora ubicados en México y Brasil (cuadro 8) y en Barcelona (cuadro 9).

Cuadro 8. Fabricantes de dispositivos ahorradores de agua.

Empresa	País	Teléfono	Correo o dirección web
Grupo Siga	México	(52)(656)613-9450	www.gruposiga.net
IMTA	México	(52)(777)329-3600	www.imta.mx
Docol Griferías	Brasil	5547-3451-1114	www.docolgriferias.com

Fuente: Elaboración propia, con datos recolectados durante Pasantía Fundación ECODES.

En el cuadro 9, se enlistan las empresas barcelonesas fabricantes de equipo y dispositivos ahorradores y que podrían ser contactadas mediante el Convenio ITCR-ECODES. Estos dispositivos han sido utilizados en un proyecto en Nicaragua en cooperación de la Fundación ECODES.

Cuadro 9. Fabricantes de fontanería eficiente en Barcelona

Empresa	País	Teléfono	Correo o dirección web
Compañía Roca de radiadores	Barcelona	93-366-1200	www.roca.es
Fominaya S.A.	Barcelona	96-160-0651	www.fominaya.com
Galindo y Munoz S.L.	Barcelona	93-680-1315	www.griferiasgalindo.com/
Grifería Martí S.A.	Barcelona	93-588-4659	www.griferiamarti.com
Grifería MR S.L.	Barcelona	96-152-3208	www.griferiasmr.com/
Grohe España S.A.	Barcelona	93-366-8855	www.grohe.es
Hansgrohe S.A.	Barcelona	93-680-3900	www.habsgrohe.com
Presto	Barcelona	91-578-2575	www.prestoiberica.com
Sauvap S.L.	Barcelona	91-556-1004	Castello, 117-6ª Pta., Madrid, Madrid 28006
Sobime	Barcelona	93-666-0689	www.sobime.es/
Tres Comercial S.A.	Barcelona	93-817-9152	www.tresgriferia.com/
Wirquin Calaf	Barcelona	93-868-1072	www.wirquincalaf.com/

Fuente: Elaboración propia, con datos recolectados durante Pasantía Fundación ECODES.

Entre la gama de dispositivos ahorradores y equipo doméstico ahorrador, estas empresas ofrecen aireadores-perlizadores, sistemas de descarga con doble pulsador, grifería con

apertura en frío escalonada, cabezales de ducha eficientes, grifería temporizada y electrónica, cabezales de ducha eficiente, reguladores de caudal, entre otros.

5.6.4 Cambio de hábitos de consumo para el ahorro de agua

De esta forma, puede decirse que el adoptar tecnologías y prácticas ahorradoras, es decir hacer un enfoque de gestión de la demanda, tiene sobre la sociedad y el ambiente grandes beneficios.

Para aumentar la eficiencia en el uso del agua en una vivienda es necesario adquirir buenos hábitos, como por ejemplo reparar fugas y evitar el desperdicio. Las fugas son uno de los mayores problemas a la hora de economizar agua. Para evitar el desperdicio es necesario hacer una labor de concienciación hacia el agua como recurso finito y vulnerable. Se debe capacitar a la población acerca de los cambios que pueden realizar en relación a los patrones de consumo. Por ejemplo, si se lava el auto en la casa hay que procurar utilizar un cubo y una esponja y olvidarse de la manguera. Si a pesar de todo se sigue utilizando ésta, el auto se debe lavar cerca de un jardín y así se regará en el césped (si se hace así debe utilizarse un detergente suave); se podrá ahorrar cerca de 500 litros de agua (Zaragoza, Proyecto: ciudad ahorradora de agua).

Otros ejemplos son utilizar la lavadora únicamente con carga completa. No enjabonarse con la ducha abierta, se pierde aproximadamente 20 litros de agua por minuto; no usar el inodoro de papelerero ya que cada vez que se acciona la descarga se puede consume hasta 20 litros de agua, si el inodoro no es ahorrador; para lavar la vajilla no mantener la llave de agua abierta, lavar en un recipiente y abrir la llave de agua solo para enjuagar; no usar gran cantidad de detergente así se contaminará menos el agua, entre otras medidas.

Sobre todo, no se debe utilizar agua potable en el inodoro, es un contrasentido ecológico. El agua potable ha sido potabilizada y bombeada y solo pasa por un ducto y se convierte en un desecho. Así que el costo energético del uso de sanitario es muy alto. Agua potable para regar y lavar el auto no.

Estas recomendaciones, son solo un ejemplo de cambio de hábitos en el uso del agua en la casa. Una recomendación mas estructurada acerca de cambio de hábitos, se presenta en el "Manual de Uso de Agua en el Hogar", según el apartado 5.7.

5.7 Beneficios económicos, ambientales y sociales como incentivo de "gestión de la demanda"

El concepto de uso eficiente se origina en el criterio económico de productividad, es decir, la cantidad que se requiere de un recurso determinado para producir una unidad de un bien o servicio. Por ejemplo, si en una casa de habitación se utiliza 1000 litros de agua para llevar a cabo una jornada diaria, entre menor sea el desperdicio en la entrega de agua para llevar a cabo una jornada, mayor será la eficiencia. Esta eficiencia tiene que ver con las condiciones

de las tuberías, el tipo de dispositivos utilizados para aprovechar el agua y con los hábitos de consumo para un uso racional del agua. Este uso racional se refiere a los patrones de consumo, o sea, de acuerdo con un motivo o causa justa y equitativa para una colectividad; entonces el uso racional del agua implica utilizar sólo la cantidad necesaria de agua, evitando el desperdicio (IMTA, 2003).

5.7.1 Análisis de inversión-ahorro y periodo de recuperación

En este apartado se quiere saber cuál es el beneficio económico agregado de poner en práctica medidas ahorradoras sencillas por parte de los abonados y de mejores prácticas de la empresa que suministra el agua (Municipalidad). Se calcula la inversión requerida para ejecutar las medidas propuestas, el ahorro correspondiente por el menor consumo del recurso y el periodo que se tarda en recuperar esa inversión. Los precios estarán dados en colones y en dólares, y se presenta una muestra de cálculo detallada, para que el interesado pueda realizar sus propios cálculos, según la variación de precios en el mercado.

Recuadro 1. Pasos para calcular el beneficio económico de las medidas de ahorro.

Para calcular el beneficio económico de implantar una medida de ahorro, se debe calcular el costo de la inversión (C), el ahorro anual (A) y el periodo de retorno de la inversión (R).

Paso 1: se calcula la cantidad y costo del agua consumida por mes por el grupo familiar.

Paso 2: se decide cuáles medidas de ahorro se desea implantar.

Paso 3: se calcula la cantidad de agua y el monto que se ahorraría al adoptar las medidas.

Paso 4: se calcula el costo de materiales y mano de obra requeridos para poner en práctica las medidas.

Paso 5: para calcular el periodo de retorno de la inversión se divide el costo de inversión entre los ahorros anuales.

$$\text{Retorno de la inversión (años)} = \frac{C (\text{¢})}{A (\text{¢/año})}$$

Paso 1: cantidad y costo del agua consumida por año

Tomando como base una familia hipotética de 5 miembros (3 hijos y sus dos progenitores), con un consumo promedio de doscientos once litros por persona por día (211 lppd, 1055 l/familia diario, 31,65 m³/mes). En el cuadro 10 se muestra cómo ha variado el monto a pagar mensualmente, para el caso particular de una familia con un consumo de 31,65 m³, utilizando el sistema de tarifas del 2000, 2007 y 2009. Así, en el año 2000, esta familia pagaba 11.293,80 ¢/año; y en el 2007 la tarifa anual de agua era de 30.535,20 ¢/año y con la tarifa actual (2009) pagaría 51.954,00 ¢/año. De manera que en el 2007 se dio un incremento del 170% y en el 2009 de 360%, en relación con las tarifas del 2000. Aunque estos incrementos tarifarios porcentualmente son significativos, aún sigue siendo un monto muy razonable por el pago del servicio, no obstante, puede decirse que cada vez se hace más rentable para las

familias implantar medidas de ahorro, especialmente considerando que la problemática del agua se va tornando cada vez más aguda, por lo que es de esperar que el costo futuro del agua vaya en ascenso.

Cuadro 10. Monto pagado por servicio de agua para un consumo de 31,65 m³ mensual para el sistema tarifario vigente en el año 2000, 2007 y el actual 2009.

Fuente: elaboración propia con base en las tarifas municipales: *Estudio Tarifario 2002; **Datos Municipalidad de Cartago, 2007; ***Gaceta No.207, 26 de octubre 2009, Nuevas tarifas de agua de la Municipalidad de Cartago.

Rango tarifario	Año		
	2000*	2007**	2009***
0 - 15 m ³ Base	525,00	1.100,00	1.650,00
16-25 m ³	210,00	620,00	1.150,00
26 - 31,65 m ³	206,15	824,60	1.529,50
Costo total (¢/mes)	941,15	2.544,6	4.329,5
Costo total (¢/año)	11.293,8	30.535,2	51.954,00
Incremento en el costo de servicio de agua (%)	-	170%	360%

Paso 2: medidas de ahorro a adoptar

En relación con las medidas que las familias podrían adoptar, se parte de que se promoverá medidas de ahorro sencillas, de manera que estén al alcance de las familias. Estas medidas son de dos tipos: cambio de patrones de consumo y tecnología ahorradora. Se proponen las siguientes:

1. Instalación de un aireador-perlizador en el lavamanos (tecnología ahorradora ("P").
2. Reemplazar el inodoro por uno de bajo consumo (tecnología ahorradora) ("I").
3. Reducir en 2 minutos el tiempo que se tarda bajo la ducha (cambio de hábitos) ("D").
4. Cerrar el tubo al realizar actividades cotidianas de lavado en la cocina (cambio de hábitos) ("T").

Paso 3: caudal de agua y monto ahorrado al adoptar las medidas propuestas

Al adoptar las cuatro medidas de ahorro del paso 2, puede calcularse el caudal y el monto ahorrado, mediante una ecuación sencilla, donde se haga la sumatoria de los caudales ahorrados por concepto de cada medida adoptada en el paso 2, según la siguiente ecuación:

El cálculo de P, I, D y T, se hace en el recuadro 1.

$$\text{Ahorro total agua} = P + I + D + T$$

$$\text{Ahorro total agua} = 3,78 \text{ m}^3 + 5,67 \text{ m}^3 + 1,50 \text{ m}^3 + 1,00 \text{ m}^3$$

$$\text{Ahorro total agua} = 11,95 \text{ m}^3/\text{mes}$$

Así, para una familia de 5 miembros, si se pusiera en práctica las cuatro medidas de ahorro propuestas, el total de agua ahorrada sería de **11,95 m³/mes**.

Para calcular el nuevo caudal consumido y su respectivo monto del recibo de servicios, se resta la cantidad de agua ahorrada a la cantidad de agua consumida en caso de que no se adoptara ninguna medida:

Nuevo caudal de agua consumido después adoptar medidas = caudal original sin adoptar medidas – caudal ahorrado adoptando medidas

$$\text{Nuevo caudal de agua} = 31,65 \text{ m}^3 - 11,95 \text{ m}^3$$

$$\text{Nuevo caudal de agua} = 19,70 \text{ m}^3/\text{mes}$$

Lo anterior significa un ahorro en caudal de 38%.

Con este nuevo caudal consumido, se calcula el nuevo monto según la escala de tarifas para el año 2009: así, en el rango de 0-15 el costo es = 1.650,00 ¢/mes; de 16 a 19,70 el costo es de 540,50 ¢/mes, para un total de 2190,50 ¢/mes y 26.286,00 ¢/año en contraste con 51.954,00 ¢/año originalmente pagados,

$$\text{Agua ahorrada en colones} = 51.954,00 \text{ ¢/año} - 26.286,00 \text{ ¢}$$

$$\text{Agua ahorrada en colones} = 25.668,00 \text{ ¢/año}$$

Lo que da un ahorro en facturación del 49%.

Como se vio, el ahorro en caudal es de 38% y el pecuniario de 49%; esa diferencia se debe al sistema tarifario escalonado, por lo que entre más se reduzca el consumo, cada vez se va descendiendo a tramos donde el costo por metro cúbico de agua es menor.

Paso 4: costo de materiales y mano de obra para poner en práctica las medidas

Medidas de cambio de hábito

De las cuatro medidas de ahorro planteadas, dos de ellas no representan costo alguno para las finanzas de la familia, ya que se trata de un cambio de hábitos de consumo, es decir, reducir en dos minutos el tiempo bajo la ducha y cerrar el tubo al realizar labores en concina como lavado de platos y pelado de verduras.

Recuadro 1. Cálculo de ahorro total de agua para el caso de una familia de 5 miembros

Cálculo de P: si se instala un perlizador en el lavamanos se puede ahorrar entre un 40% y 90% del agua consumida por esta vía. Para realizar cálculos conservadores se tomará el límite inferior de 40% de ahorro. Según un estudio del AyA (Guía práctica para el Uso Eficiente del Agua en el Sector Público Costarricense), el consumo de agua en lavamanos por persona es de 63 lppd (Haciendo la corrección respectiva para una dotación de 211 lppd). Por tanto, un ahorro de 40% en lavamanos sería $63 \text{ lppd} \cdot 0.40 \cdot 5 \text{ personas} \cdot 30 \text{ días} = 3780 \text{ litros/mes}$, es decir, $3,78 \text{ m}^3/\text{mes}$ ahorrados.

Cálculo de I: según la misma fuente anterior, en servicios sanitarios se gasta en promedio 63 lppd, sabiendo que el flujo del grifo según AyA utilizando un servicio con descargas de 15 litros cada una, lo que significa que se hacen 4,2 descargas en promedio diarias. Si se sustituye el inodoro por uno de 6 litros por descarga, se tiene un ahorro por descarga de 9 litros, lo que da: $9 \text{ litros por descarga} \cdot 4,2 \text{ descargas diarias} \cdot 5 \text{ personas} \cdot 30 \text{ días} = 5670 \text{ litros/mes}$, es decir, $5,67 \text{ m}^3/\text{mes}$ ahorrados.

Cálculo de D: si cada minuto fluye 10 litros de agua por el grifo de la ducha (Guía práctica para el Uso Eficiente del Agua en el Sector Público Costarricense) y se consume por día 63 litros, significa que la duración bajo la ducha es de 6,3 minutos. Se propone hacer un esfuerzo para reducir en un minuto el tiempo bajo la ducha (Puede hacerse por cualquiera de las dos técnicas, por cambio de hábitos o utilizando un reductor de caudal, para reducir la cantidad de agua que fluye a través del grifo) el ahorro sería de: $D = 10 \text{ l/min} \cdot 1 \text{ minutos menos} \cdot 5 \text{ personas} \cdot 30 \text{ días} = 1500 \text{ litros ahorrados por mes}$, es decir $1,50 \text{ m}^3/\text{mes}$ ahorrados.

Cálculo de T: si se cierra el tubo al enjabonar los platos, y en labores de cocción como pelar verduras, lavado del auto, etc., se puede ahorrar un 30% (ECODES, 2005) del agua consumida. Si el consumo por este concepto es de 22 lppd (Guía práctica para el Uso Eficiente del Agua en el Sector Público Costarricense), se tiene un ahorro de: $C = 22 \text{ lppd} \cdot 0,3 \cdot 5 \text{ personas} \cdot 30 \text{ días} = 990 \text{ litros por mes}$

Medidas de cambio tecnológico

Costo de materiales

El perlizador tiene un costo de alrededor de 4.000,00 y el inodoro adquiriendo una marca modesta que descargue 6 litros tiene un costo en el mercado de 45,000 colones.

Costo de mano de obra

El perlizador se instala simplemente enroscando el dispositivo a la salida del grifo, en lo cual se puede tardar 1 minuto, por lo que evidentemente no representa un costo económico.

Sustituir un inodoro, requiere la contratación de un albañil para desinstalar e instalar el antiguo y nuevo mueble sanitario, así como la compra de materiales auxiliares. Esto podría costar a la familia suponiendo ocho horas de trabajo y cinco mil colones de materiales auxiliares, un total de 25,000 colones.

Así que el costo total de las medidas de ahorro es de 4.000,00 + 45.000,00 + 25.000,00 = 74.000,00 colones

Paso 5: periodo de retorno de la inversión

Para calcular el periodo de retorno de la inversión, se divide el costo de inversión entre los ahorros anuales.

$$\text{Retorno de la inversión (años)} = \frac{C (\text{¢})}{A (\text{¢/año})}$$

$$\begin{aligned} \text{Costos totales} &= 74.000,00 \text{ ¢} \\ \text{Ahorros totales} &= 25.668,00 \text{ ¢/año} \end{aligned}$$

Retorno de la inversión = 74.000,00 ¢ / 25.668,00 ¢/año = 2,9 años (2 años y 11 meses.

Es decir, que va a tardar 2 años y 11 meses, para recuperar la inversión y después de este periodo de tiempo, la familia ahorraría anualmente la cifra neta de 25.668,00 ¢ (suponiendo que la tarifa se mantenga constante)⁶.

Reduciendo el periodo de retorno de la inversión

La familia tiene la posibilidad de reducir los costos y disminuir el periodo de retorno de la inversión. Es posible reducir incluso a cero el costo de las medidas de ahorro de agua en el inodoro, utilizando otras medidas. Por ejemplo, puede utilizarse una botella plástica de dos litros llena de arena, que se coloca en el tanque de agua del inodoro, con el fin de que al hundirse, el volumen de agua permitido por la boya sea menor. Con esto se logra que en cada descarga del tanque se consuma menos agua. También venden en el mercado bolsas especiales que se introducen en el tanque del inodoro y que tendrían la misma función de la botella plástica.

En este caso, el periodo de retorno de la inversión sería:

Retorno de la inversión = 4.000,00 ¢ / 25.668,00 ¢/año = 0,16 años (1 mes y 24 días)

⁶ **Reduciendo el periodo de retorno de la inversión:** la familia tiene la posibilidad de reducir los costos y disminuir el periodo de retorno de la inversión. Venden en el mercado bolsas especiales que se introducen en el tanque del inodoro para reducir el volumen de agua descargada, así no se incurriría en el costo de compra de inodoro ahorrador (o bien, se puede utilizarse una botella plástica de dos litros llena de arena, en cuyo caso el costo sería nulo). En este último caso, el periodo de retorno de la inversión para las cuatro medidas, sería: **Retorno de la inversión = 4.000,00 ¢ (costo del perlizador) / 25.668,00 ¢/año = 0,15 años (1 mes y 25 días).**

Efectos de la reducción en la dotación de agua familiar

En conclusión, si una familia de 5 miembros con una dotación de 211 lppd, adopta estas 4 medidas sencillas de tecnología ahorradora y cambio de hábitos, tendría una reducción en la dotación que va de 211 lppd a 131 lppd ($(19,70 \text{ m}^3/\text{mes} * 1000 \text{ litros}/\text{m}^3) / 30 \text{ días} / 5 \text{ personas} = 131 \text{ lppd}$). De esta forma se ahorra 80 lppd (esto es un 38% de la dotación original).

Efectos de la reducción de agua agregada en la población al adoptar medidas de ahorro

Si la Municipalidad de Cartago haciendo “gestión de la demanda” incentivara la adopción de medidas ahorradoras del tipo que se han descrito y calculado anteriormente y considerando una población de 235,000 personas para el año 2005 (Azofeifa (2004) se daría un ahorro agregado de 18.8 millones de litros diarios ($235.000 \text{ personas} * 80 \text{ lppd}$); es decir 18.800 m^3 . Ahora bien, viendo el escenario proyectado de la población al año 2025, de 350.000 personas, el ahorro sería de 28.000 m^3 ($350.000 \text{ personas} * 80 \text{ lppd}$).

Efectos de la reducción de la dotación de agua por reparación de fugas de la red municipal

¿Qué pasaría si la Municipalidad aplicara este mismo concepto de “gestión de la demanda” a sus propias actividades? Es decir, que la Municipalidad para ser consistente, invirtier en infraestructura, de manera que le permita reducir las fugas, digamos de un 30%⁷ actual, a un 15%.

Dada la oferta hídrica de 565 litros por segundo, calculada para la ciudad de Cartago, proveniente de todas las fuentes (Azofeifa, 2004), un 15% menos de fugas significaría ($565 \text{ l/s} * 0.15$) = 85 l/s que ya no se fugarían por la red de distribución de agua. Esto es 7.344 m³/día ahorrados. Ahora, proyectado al 2025, el ahorro por fugas sería ($800 \text{ l/s} * 0.15$) = 120 l/s, esto es 10.368 m³/día ahorrados.

Sumatoria de los ahorros en la población y en la Municipalidad

Sumando lo ahorrado por parte de los abonados calculado en la sección anterior de 18.800 m³, podría reducirse en total ($7.334 + 18.800$) 26.134 m³ diarios en 2005 y ($10.368 + 28.000$) 38.368 m³ diarios en 2025.

Balance de agua ante un escenario de “gestión de la demanda”

Según se dijo en el apartado de balance de agua al principio de este documento, se proyecta que para el 2025, la oferta de agua pasará de 565 l/s ($48.816 \text{ m}^3/\text{día}$) a 800 l/s ($69.120 \text{ m}^3/\text{día}$).

⁷ Calculado por correlación con otros acueductos del país, principalmente basándose en el estado de las redes de distribución (Azofeifa, 2004).

Si aplicando el enfoque de “gestión de la demanda” para el año 2025, tal como se ha visto, se podría ahorrar entre abonados y fugas de la Municipalidad un total de 38.368 m³ diarios, se tiene que, restando esta cantidad a la oferta requerida para el 2025, se requeriría para abastecer la demanda 30.752 m³ (69.120 m³/día – 38.368 m³/día) diarios, esto es incluso una cantidad de agua menor que la oferta actual de 48.816 m³/día. Es decir, de emprender ya un plan de uso eficiente de aguas, con miras a obtener estos resultados, en el 2025 no habría déficit de agua, sino más bien un superávit, o bien, no sería menester explotar nuevas fuentes de agua.

5.7.2 Beneficios ambientales y sociales al adoptar nuevas tecnologías y prácticas

Una de las formas de hacer un uso eficiente del agua, según se ha visto, es mediante el uso de dispositivos ahorradores y promoviendo un cambio de actitud hacia el recurso, modificando los hábitos de consumo. Esto genera beneficios económicos para las familias y la sociedad, como se vio en el apartado 5.6.1, donde es posible reducir el monto por concepto de servicio de agua. De igual manera, representa un costo evitado para las municipalidades y empresas abastecedoras de agua, las cuáles requerirían menos infraestructura y recursos para garantizar agua de calidad y en cantidad requerida.

Adicionalmente a los beneficios financieros de las familias y las municipalidades o empresas abastecedoras, existen beneficios ambientales y sociales. Ya que, como se ha dicho antes, la cantidad de agua en el planeta disponible para el consumo humano representa menos de un 1%, mientras que la cantidad de personas en el mundo se duplica cada 20 años. El dotar de agua a esta población creciente es un hecho claramente insostenible en el tiempo y que muy pronto se va a recrudecer, sobre todo si se toma en cuenta que cada vez la contaminación de las aguas es un problema más severo y que no existe líquido en el planeta capaz de sustituir el agua.

Ante un panorama de escasez tal, las tensiones sociales serán cada vez más crudas y aparecerán más enfermedades relacionadas con el agua. Por esta razón, el agua debe ser cuidada, no contaminarla, garantizar los caudales ambientales de las fuentes de abastecimiento, es decir no sobreexplotarlas, y aplicar el enfoque de “gestión de la demanda”, para promover el uso eficiente del agua.

Por esta razón, hacer un enfoque de “gestión de la demanda” a todo nivel, cobra vital importancia para disminuir la demanda de agua por parte de los usuarios, lo que lleva a una reducción de la oferta, lo que a su vez requeriría explotar menos fuentes de abastecimiento, cavar menos pozos, reducir el tratamiento químico y biológico de menores volúmenes de agua, para lo que se requerirá menos infraestructura de captación, así como la optimización en el uso de energía para el bombeo de menores cantidades de agua.

Esta optimización de condiciones, conllevaría en general a un mejor estado ambiental del recurso hídrico, el cual estaría preservándose por más tiempo, reduciendo la amenaza de conflictos sociales, de estrés hídrico y de enfermedades transmisibles por el agua, generando así un mayor bienestar para la sociedad.

5.8 Documento Maestro: “Manual de uso eficiente de agua en el hogar”

El preparar un Manual de uso eficiente de agua en el hogar fue uno de los importantes objetivos del proyecto. Este Manual ha sido realizado tomando como base la información recabada a lo largo del presente proyecto de investigación, y con la generosa colaboración de la Fundación ECODES, quienes gracias al convenio marco firmado con el ITCR, ha habido anuencia por parte de ECODES para que se utilice la información recabada en el marco del proyecto Zaragoza, Ciudad ahorradora de agua.

Este “Manual de uso eficiente de agua en el hogar”, como producto de este proyecto y dada su extensión, se adjunta en un documento separado (Anexo 4). Sin embargo, a continuación se transcriben los contenidos del mismo:

Objetivo de esta guía.....	
¿Por qué reducir su consumo?	
Procedimiento	
Los primeros pasos.....	¡Error! Marcador no definido.
1º paso.....	¡Error! Marcador no definido.
2º paso.....	
3º paso.....	¡Error! Marcador no definido.
En el cuarto de baño	¡Error! Marcador no definido.
Reparación de fugas	
Cambio de hábitos de consumo.....	
Cambios tecnológicos	¡Error! Marcador no definido.
En la cocina	¡Error! Marcador no definido.
Reparación de fugas	
Cambio de hábitos de consumo.....	
Cambios tecnológicos	¡Error! Marcador no definido.
La lavadora.....	¡Error! Marcador no definido.
Cambio de hábitos de consumo.....	
Cambios tecnológicos	
El aire acondicionado	
Consejos para mejorar eficiencia de aire acondicionado:	
Fuera de casa.....	

<i>Tecnología</i>	
<i>Hábitos</i>	
<i>El jardín</i>	
<i>Elección de las especies</i>	
<i>Elección del sistema de riego</i>	
<i>Consejos para el riego del jardín</i>	
<i>Mantenimiento</i>	
<i>La recogida del agua de lluvia</i>	
<i>Aprovechamiento del agua de lluvia</i>	
<i>El proceso de reutilización de agua potable</i>	
<i>Reutilización de aguas grises</i>	
<i>Las goteras</i>	

El propósito de este Manual es que sea editado y utilizado por la Municipalidad de Cartago y eventualmente otras Municipalidades e instituciones prestadoras de servicios de agua en el país, para promover un uso eficiente del agua en los hogares. El Manual, está enfocado para que la gestión del agua sea realizada controlando la demanda de agua del usuario, es decir, que éste tenga a disposición las herramientas básicas para hacer un uso eficiente de agua para los diferentes usos en los hogares.

5.9 El sistema de tarifas como una herramienta de “gestión de la demanda”

Las tarifas son una herramienta poderosa para promover el ahorro de agua. Un sistema tarifario debe estar diseñado de manera que permita estimular económicamente el comportamiento eficiente en los abonados y debe responder a cinco principios fundamentales, a saber, el principio de:

- Suficiencia
- Equidad
- Eficiencia
- Transparencia
- Economicidad

El principio de suficiencia consiste en que las tarifas deben servir para recuperar los costos del servicio. La equidad, entre otras cosas debe garantizar el acceso universal a un consumo básico a precios asequibles especialmente para aquellos que realmente lo necesitan. Con el principio de eficiencia se trata de estimular el comportamiento racional de los consumidores, desincentivando el despilfarro. El principio de transparencia debe informar al abonado el precio marginal de su consumo y tener una estructura tarifaria lo más sencilla posible y emitir

una factura que permita ampliar la información que el abonado recibe. En cuanto al principio de economicidad, las tasas han de establecerse de manera que su aplicación ocasione los mínimos costos a la administración y a los contribuyentes (García, 2006).

Durante la pasantía realizada en la Fundación ECODES, Zaragoza, España, se conoció el sistema tarifario vigente del Ayuntamiento de Zaragoza. A continuación se analizará algunos aspectos de este sistema tarifario y cómo ha sido diseñado tratando de cumplir con los cinco principios explicados anteriormente. Además, se hará un análisis sobre las tarifas de la Municipalidad de Cartago, el cual no pretende ser exhaustivo, pero sí hacer ver la necesidad de contar con un sistema tarifario que garantice el cumplimiento de los principios de suficiencia, transparencia, equidad, eficiencia y economicidad.

5.9.1 Sistema tarifario de la ciudad de Zaragoza

En la ciudad de Zaragoza, desde el año 2005 rige una nueva estructura tarifaria que cumple con los principios de suficiencia, equidad, eficiencia, transparencia y economicidad (Ayuntamiento de Zaragoza, 2006). En este sistema de tarifas los consumos se distribuyen en tres tramos, los cuales son establecidos de manera que cualquier hogar formado por un máximo de 6 miembros no verá penalizado su consumo si se mantienen dentro del considerado consumo estándar de 2,5 m³/persona/mes (83.3 lppd). Se mantiene un precio reducido para el primer tramo de manera que asegure el acceso universal al agua, se mantiene una tarifa para jubilados, parados y rentas bajas cuyos ingresos totales no superen el salario mínimo y las familias con más de 6 miembros pueden solicitar la aplicación de la tarifa “per cápita” de 2,5 m³ por cada persona adicional, de forma que la acumulación de consumo no signifique una penalización en el precio (García L., 2006, entrevista personal).

En la actualidad, Zaragoza posee una relación de 2,03 habitantes por hidrómetro, y en este momento es obligatorio instalar contadores en todas las nuevas edificaciones (García, 2006, entrevista personal). Habiendo mejorado sustancialmente la micromedición, se ha promovido el “control de la demanda” por medio del uso de tecnología ahorradora y modificando hábitos, poniendo a disposición del usuario los dispositivos ahorradores y campañas de sensibilización hacia el agua como recurso indispensable para la vida. A la par de estos esfuerzos, han establecido un premio al ahorro que consiste en una bonificación del 10% sobre la factura mensual.

Como resultado de estos esfuerzos, que se vienen aplicando desde el 2002, para el año 2005 un total de 33.274 hogares lograron ahorrar a la ciudad un hectómetro cúbico de agua (1.000.000 m³) respecto a sus consumos del 2004 y han visto reducir su recibo en un 10% a partir del 2006. Estos hogares representan el 12,5% del total de hogares. En promedio cada uno de estos hogares redujo 30 m³, lo que representa un 21% del consumo medio total.

5.9.2 Sistema tarifario de la Municipalidad de Cartago

El primer paso para aplicar incentivos al uso eficiente es tener los consumos controlados de manera individualizada, es decir, se deberá universalizar la micromedición. En el caso de la Municipalidad de Cartago, se ha visto que el consumo de agua se duplica en las viviendas donde no existe medidor.

Principio de suficiencia

Con las tarifas del 2000, la Municipalidad de Cartago tuvo pérdidas por más de setenta millones, según los estados de resultados emitidos por la contabilidad municipal (Estudio de Tarifas, 2002), lo que pone de manifiesto que el sistema de tarifas no cumplía con el principio de suficiencia. En el documento Estudio de Tarifas del 2002 se recomendó recalificar las tarifas, de manera que se estableció un sistema tarifario en el 2007 y recientemente se instauró un nuevo sistema de tarifas para el 2009, según se muestra en la cuadro 11. En relación a si cumple con el principio de suficiencia, no es fácil determinarlo, ya que no se conoce con exactitud cuánto le cuesta a la Municipalidad cada m³ de agua producida. Se tiene un aproximado de 80 colones por metro cúbico, sin embargo, este monto solo toma en cuenta gastos administrativos (Guzmán, 2007).

Cuadro 11. Regímenes de tarifa domiciliar para el año 2000, 2007 y 2009

Año	2000*	2007**	2009***
Servicio Fijo	1.100.00	2.200.00	3.900.00
Servicio Medido			
0 - 15 m³ Base	525.00	1.100.00	1650.00
16 - 25 m³	21.00	62.00	115.00
26 - 40 m³	31.00	124.00	230.00
41 - 60 m³	31.00	124.00	230.00
61 - 80 m³	84.00	155.00	288.00
81 - 100 m³	84.00	155.00	288.00
101 - 120 m³	126.00	248.00	483.00
Más de 121 m³	126.00	248.00	483.00

FUENTE: *Estudio Tarifario 2002; **Datos Municipalidad de Cartago, 2007; ***Gaceta No.207, 26 de octubre 2009, Nuevas tarifas de agua de la Municipalidad de Cartago.

Principio de equidad

Ninguno de los sistemas tarifarios que han estado vigentes en la Municipalidad de Cartago, han tomado en cuenta el principio de equidad. Por ejemplo una familia de 7 hijos y 2 padres, estaría consumiendo en promedio 63 m³ (9*7.05⁸ m³/persona-mes), alcanzando así hasta el tramo de 61-80 m³, que paga 288 colones/m³, facturando por mes un total de 11,714 colones.

⁸ Según la dotación de consumo de agua promedio para Cartago de 235 lppd

Mientras que una familia constituida por 3 miembros que consuma 21 m^3 ($3 \times 7.05 \text{ m}^3/\text{persona-mes}$), estaría pagando 2340 ¢/mes. Esto significa, que el costo por persona para la familia de 3 miembros sería de 780 ¢/mes ($2340/3$); mientras que para la familia de 9 miembros sería de 1302 ¢/mes ($11,714/9$). Considerando que las familias en Costa Rica, especialmente las de más bajos recursos, están integradas por más de 3.5 miembros en promedio, llegando muchas de ellas a estar constituidas por 6 o más miembros, en el sistema tarifario actual por poco que consuman, estarían pagando tarifas de los tramos más caros y a un costo por persona muchísimo mayor que quizá una familia de elevada posición socioeconómica compuesta por pocos miembros.

Principio de eficiencia

Este sistema de tarifas no cumple con el principio de eficiencia, pues no incentiva el ahorro, ya que precisamente no existe en la Municipalidad de Cartago el enfoque de “gestión de la demanda”, es decir, la tarifa no debería basarse en lo que la gente está acostumbrada a consumir, basados en una cultura del desperdicio, sino que debería contarse con una dotación sugerida, la cual haya sido diseñada para abastecer las necesidades básicas, pero que requiera un esfuerzo de uso racional del agua por parte del consumidor. De esta forma, los tramos tarifarios podrían ser más cortos. Solo para fines explicativos se puede analizar el sistema de tramos de tarifas para la ciudad de Zaragoza, por supuesto que no aplicará para Cartago, pues éstas deben ser adaptadas a las peculiaridades del municipio.

El sistema de tarifas de Zaragoza está compuesto de tres tramos (cuadro 12), el primero de ellos se diseñó sobre la base de un consumo máximo de 6 m^3 ; en el caso de Cartago el máximo para el primer tramo es de 15 m^3 . Esto pone de manifiesto, que ya el mismo sistema tarifario asume y estimula un consumo elevado en el abonado. Por otro lado, en el sistema zaragozano, el segundo tramo tiene un incremento en el costo de 140% en relación con el primero, mientras que en el caso de Cartago, consumir en el segundo tramo (de 16 a 25 m^3) solo le costará al abonado un incremento del 5% en el costo de cada metro cúbico, lo cual no constituye un incentivo para el ahorro.

Cuadro 12. Sistema de tarifas para usos domésticos para Zaragoza.

TRAMO DE CONSUMO (m^3)	CUOTA (¢) ⁹
0-6	215
6-18,5	514
Mayor a 18,5	1028

Fuente: García, J., 2006, Convención Hidronómica, los costes y el precio del agua, Barcelona.

⁹ Precio en colones traducido de los precios originales en euros, utilizando los siguientes factores de conversión: 1 euro= 1,3 US\$; 1 US\$ = 515 ¢.

Principio de transparencia

El sistema tarifario de Cartago es complejo, al contar con 8 tramos no es fácil de comprender y/o retener por parte del usuario para la toma de decisiones en el ahorro de agua. Además, el recibo de pago cuenta con información escasa para la toma de decisiones por parte del usuario. En relación al recibo de abonados sin contador, es aún más incierto, ya que solo aparece consignado en la factura el monto en colones y no el consumo en metros cúbicos, lo que le impide a las familias monitorear el consumo si hace esfuerzos de reducción.

Principio de economicidad

Con este principio, lo que se pretende es que las tasas se establezcan de manera que su aplicación genere los mínimos costos a la administración y a los contribuyentes y que estos costos sean rentables en relación con la recaudación obtenida y con los grados de eficiencia y equidad deseados. En relación al cumplimiento de este principio por parte de la Municipalidad de Cartago, se tiene información insuficiente para su análisis.

En términos generales, hay que apuntar que el estudio de tarifas para Cartago, de acuerdo a los principios de suficiencia, equidad, eficiencia, transparencia y economicidad, que apenas es esbozado en este apartado, deberá ser retomado por la Municipalidad de una forma mucho más profunda, contemplando las peculiaridades del municipio y respondiendo a su realidad social, geográfica, climática y urbanística, para proponer tarifas que coadyuven a un mejor manejo del recurso hídrico con enfoque de “gestión de la demanda”, con el fin de incentivar al usuario a hacer un uso racional y eficiente del recurso hídrico, para estimular la conservación y reducir los potenciales conflictos que una escasez o estrés hídrico podría generar en la sociedad.

Sin embargo, para lograr posicionar el enfoque de “gestión de la demanda”, debe abordarse una propuesta integral y de carácter estructural. No debe seguirse manejando el tema del agua mediante acciones aisladas, al calor de los objetivos de cada administración. Por eso, se está proponiendo a la Municipalidad del Cantón Central de Cartago, un proyecto que considera acciones integrales para ser ejecutadas en el largo plazo. Esta propuesta se describe en el siguiente apartado 5.9.

5.10 Plan Integral de Ahorro de Agua para la Ciudad de Cartago

Resumen del proyecto

Costa Rica es el país de la región centroamericana que presenta el índice de extracción de agua más elevado, pronosticándose que para el año 2050 sufrirá estrés hídrico. La provincia de Cartago por su parte, para el 2025 experimentará un déficit de agua y hasta la fecha no existen planes concretos para atender esa demanda creciente. Esta situación podría traducirse en escasez, conflictos comunales, disminución de la calidad de vida, incremento de enfermedades relacionadas con el agua, incremento de precios del servicio, entre otras dificultades. Esto hace que estimular un uso racional del agua en todos los sectores de la

economía sea una labor que tiene que ser abordada con urgencia. Ante todo, debe revertirse la tendencia de los gobiernos locales de atender estrictamente la demanda del consumidor, en vez de estimular una reducción de ésta. Con el fin de atender esta necesidad, se plantea el diseño de un “Plan Integral de Ahorro de Agua para la Ciudad de Cartago”, para un plazo de 10 años que responda a las necesidades nacionales y locales con el apoyo técnico de la Fundación ECODES en el marco del Convenio de Cooperación ECODES-ITCR, mediante la conformación de un equipo interinstitucional.

Este proyecto fue presentado ante funcionarios de la Municipalidad del Cantón Central de Cartago en dos oportunidades, quienes han manifestado mucho interés. Este proyecto ha servido también, para que este Gobierno local considere que debe dar pasos más decididos y de carácter más estructural que coyuntural en relación a promover una nueva forma de ver, entender y utilizar el agua en la ciudad. Pensándose incluso por parte de la Municipalidad, en crear una oficina que se encargue exclusivamente de los temas de gestión eficiente del agua, de cara no solo al déficit creciente proyectado para la ciudad de Cartago, sino también a la gestión eficiente que por vocación institucional debe realizar.

En resumen, se plantea el diseño de un “Plan Integral de Ahorro de Agua para la Ciudad de Cartago”, que incluye un planeamiento estratégico de los siguientes ocho programas operativos para ser ejecutados en un plazo de 10 años:

- Programa operativo 1: Oferta y Demanda de Agua
- Programa operativo 2: Redes de Distribución
- Programa operativo 3: Contadores (macro y micro medición)
- Programa operativo 4: Legislación, Normativa e Incentivos
- Programa operativo 5: Facturación y Tarifas
- Programa operativo 6: Uso de Tecnología Ahorradora
- Programa operativo 7: Participación Ciudadana y Campañas de Difusión
- Programa operativo 8: Detección y Atención de Desastres

Este Plan deberá responder a las necesidades nacionales y locales, mediante la conformación y el apoyo de un equipo interinstitucional con el soporte técnico de la Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES) en el marco del Convenio de Cooperación ECODES-ITCR y de la Municipalidad del Cantón Central de Cartago-ITCR (Rosales y Varela, 2006).

VI. Discusión y conclusiones

La Municipalidad del Cantón Central de Cartago tiene la encomienda de dotar de agua de calidad potable a los pobladores, con el fin de proporcionar una adecuada calidad de vida y reducir las enfermedades transmitidas por el agua. Sin embargo, recae sobre el municipio una responsabilidad que va más allá de simplemente suplir el recurso o preocuparse por proporcionar una oferta de agua según lo vaya exigiendo el usuario. Más bien, se debe estar consciente de que esa oferta de agua debe ser reducida por medio del control de la demanda que los pobladores hagan del recurso; es decir, que debe darse un cambio de enfoque y pasar de administrar el agua “por el lado de la oferta”, a un sistema de administración “por el lado de la demanda”.

Esta investigación nace con un objetivo muy amplio, visionario y un tanto utópico, pero no por eso inalcanzable, este objetivo es convertir a la ciudad de Cartago en una ciudad de uso eficiente de agua, como ciudad piloto para que otras poblaciones sigan este modelo. Existen alrededor del mundo algunas ciudades que ya se han convertido en poblaciones con un uso eficiente y consciente del recurso hídrico. Esta investigación es el primer paso que dirige a nuestra ciudad hacia ese gran objetivo.

Según el balance de agua realizado, basado en estudios sobre oferta y demanda actual y futura, se conoce que para el año 2025, habrá un déficit de agua y que la oferta podría no abastecer la demanda de los consumidores, especialmente porque no se está haciendo una provisión real para resolver con anticipación este problema. Ante un panorama de escasez tal, las tensiones sociales serán cada vez más crudas y aparecerán más enfermedades relacionadas con el agua.

Este déficit lleva a una conclusión obvia, hay que resolver ese déficit antes que se dé. No es posible que conociendo el problema quince años antes no se haga nada al respecto. Definitivamente hay que tomar medidas. Ante un panorama de escasez tal, las tensiones sociales serán cada vez más crudas y aparecerán más enfermedades relacionadas con el agua. Por esta razón, la propuesta que se realiza como eje transversal a lo largo de toda la investigación, va en el sentido de gestionar la demanda de tal forma que se haga un uso eficiente por parte de los consumidores, esto reduciría la cantidad demandada, y evitaría o disminuiría el déficit de agua futura.

En este sentido se proponen varios métodos o herramientas para disminuir la demanda. Por un lado se propone que los consumidores disminuyan la cantidad de agua que utilizan en sus actividades cotidianas concientizando e informando a los consumidores, cambiando los hábitos de consumo derrochadores de agua por hábitos ahorradores.

La segunda herramienta propuesta consiste en implementar en los hogares tecnologías ahorradores, como dispositivos (reductores de caudal, perlizadores, muebles de menor consumo, equipo eficiente, etc.) que reducen el consumo, así como la reutilización de agua de lluvia y de aguas grises.

Una tercera herramienta para promover el ahorro de agua por parte de los consumidores es implementar un sistema de tarifas que incentive la economía, ya que los consumidores tendrían un incentivo económico proporcional al ahorro de agua. Para esto se hizo un análisis comparativo entre el sistema de tarifas de la Municipalidad de Cartago y la de Zaragoza (una ciudad eficiente de agua que representa un modelo a nivel mundial) y se encontró que en definitiva, la ciudad de Cartago no tiene un sistema de tarifas coherente con la idea de eficiencia y ahorro de agua (según la Convención Hidronómica).

La cuarta herramienta para emprender un uso eficiente de agua por el lado de la demanda, le corresponde a la Municipalidad, la cual se espera que emprenda un proceso de concientización para que los abonados reduzcan sus dotaciones diarias consumidas. Para esto, la Municipalidad no podrá seguir derrochando agua a través de la red de distribución por fugas. Esta agua que se desperdicia por fugas tiene involucrados los mismos costos de producción que el agua que llega a las casas y comercios, puesto que ha sido extraída, tratada y distribuida, procesos que implican un gran costo energético no solo de máquinas sino de recurso humano, así como sustancias químicas para el tratamiento; pero que sin embargo nunca llega a ser consumida. Según se calculó, el aporte que la Municipalidad puede hacer en relación al ahorro de agua por control de fugas es altamente significativo. De esta forma, la Municipalidad tendrá autoridad moral para aplicar las anteriores tres herramientas de gestión de la demanda también a los abonados.

Es importante subrayar, que no basta con aplicar las anteriores cuatro herramientas para hacer un uso eficiente por el lado de la demanda. Por eso se quiso dejar planteada una propuesta general, que consiste en un Plan Integral de Ahorro de Agua para la Ciudad de Cartago, que debe aplicar la Municipalidad de Cartago. En resumen, este Plan incluye un planeamiento estratégico de los siguientes ocho programas operativos para ser ejecutados en un plazo de 10 años:

- ✓ Programa operativo 1: Oferta y Demanda de Agua
- ✓ Programa operativo 2: Redes de Distribución
- ✓ Programa operativo 3: Contadores (macro y micro medición)
- ✓ Programa operativo 4: Legislación, Normativa e Incentivos
- ✓ Programa operativo 5: Facturación y Tarifas
- ✓ Programa operativo 6: Uso de Tecnología Ahorradora
- ✓ Programa operativo 7: Participación Ciudadana y Campañas de Difusión
- ✓ Programa operativo 8: Detección y Atención de Desastres

En este Plan se toma en cuenta que una reducción en la dotación de agua per cápita podrá alcanzarse si se emprenden actividades de concienciación social, capacitación e información, políticas e incentivos, reparación de fugas en la red, fomentar el uso de dispositivos ahorradores, ayudado con un sistema tarifario adecuado y políticas e incentivos municipales que incentiven el ahorro, según se ha planteado en la Propuesta de un Plan de Ahorro de Agua para la Ciudad de Cartago.

Finalmente, un resultado curioso digno de ser señalado, es el hecho de que efectivamente de acuerdo a lo esperado, la encuesta reveló que existe un uso no sólo ineficiente sino derrochador del recurso hídrico, inclusive esto es aceptado por los mismos consumidores. Sin embargo, y aunque pudiera parecer contradictorio, por otro lado la misma encuesta reveló que la gente sí tiene conciencia y motivaciones para cambiar los patrones de consumo y no ser depredadores del planeta, sin embargo no saben cómo hacerlo. Es entonces donde esta investigación da un aporte, no sólo revelando estos datos sino dando una propuesta que responde al problema y a las potencialidades de la población de cara a una situación futura que podría ser crítica de no enfrentarla con anticipación.

VII. Recomendaciones

Este proyecto ha generado importantes insumos que se recomienda sean aprovechados por la Municipalidad del Cantón Central de Cartago.

Uno de los productos a tomar en cuenta son los resultados de la encuesta, que revela información relacionada con la forma en que los contribuyentes conciben el tema del agua; la conciencia hacia su uso racional; la disposición a pagar por el mejoramiento y la disposición a realizar cambios a favor de la preservación del recurso para el futuro; el temor a ser víctimas de escasez y conflictos futuros, entre otros resultados. La encuesta puede ser tomada como modelo base para ser aplicada en otras localidades del municipio y así realizar comparaciones entre las diferentes comunidades.

Asimismo, otro de los productos es el Manual de Uso Eficiente de Agua en la Ciudad, que se imprima y se publique; que se empiecen a generar incentivos y actividades de concienciación para motivar a los consumidores a hacer un uso regulado del agua.

También se recomienda que se forme un equipo de trabajo interdisciplinario con personal de la Municipalidad para que se le empiece a dar contenido a la propuesta aquí realizada, denominada “Plan Integral de Ahorro de Agua para la Ciudad Cartago”. Este documento tiene un enfoque integral de gestión de la demanda y está diseñado para hacer un uso eficiente del recurso hídrico, el cual va mucho más allá incluso de los alcances del presente proyecto. En relación a la implementación de este Plan, se recomienda a la Municipalidad la conformación y el apoyo de un equipo interinstitucional con el soporte técnico de la Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES) en el marco del Convenio de Cooperación ECODES-ITCR y de la Municipalidad del Cantón Central de Cartago-ITCR. Necesariamente, para que este enfoque de gestión de la demanda pueda ser viable y exitoso, la Municipalidad debe tomarse el problema del déficit futuro en serio, debe haber en primera instancia una decisión a favor de aplicar el Plan Integral sugerido, esto es, debe haber voluntad política.

En relación a la oferta de agua, el gobierno local deberá garantizar agua, la mínima básica de perfecta calidad para consumo humano, garantizar por ejemplo 60 lppd de agua de calidad. Esta cantidad de agua de calidad sugerida, deberá ser estimada con precisión, mediante un estudio de la dotación básica mínima para la zona a ser aplicada, que deberá responder a las particularidad del municipio, y a la realidad social, geográfica, climática y urbanística, e ir

instaurándose paulatinamente, ofreciendo las facilidades a los abonados para ir sustituyendo la dotación del agua de calidad por fuentes alternas de agua. Todo esto bajo un enfoque de gestión de la demanda, enseñando a los usuarios a utilizar otras fuentes e instaurando políticas como por ejemplo que toda nueva vivienda deba contar con un contador; que se haga reuso de agua y se instalen dispositivos ahorradores facilitados por la misma municipalidad. En general, se debe instar al usuario, a través de incentivos a utilizar dispositivos ahorradores y cambiar los hábitos de consumo para hacer un uso eficiente del agua. Para empezar, la Municipalidad podrá hacer uso del “Manual de Uso Eficiente del Agua en la Ciudad”, desarrollado en esta investigación, utilizando como base la “Guía Práctica de Uso Eficiente del Agua en el Hogar”.

Adicionalmente, la Municipalidad deberá aprovechar e incrementar el grado de conciencia que ya existe en los pobladores acerca de la importancia vital del agua y fomentar la corresponsabilidad social en la tarea de realizar un enfoque de “gestión de la demanda del agua”, a través planes destinados a la difusión, información, formación y participación. Además deberá estimular las actitudes eficientes para propiciar determinados hábitos de consumo y penalizar los comportamientos que se alejan del objetivo de eficiencia, esto especialmente puede lograrse universalizando la micromedición y estableciendo un sistema tarifario que cumpla con los principios de suficiencia, equidad, eficiencia, transparencia y economicidad, sabiendo que las tarifas son una herramienta poderosa para incentivar el ahorro.

Las Municipalidad debe ser capaz de conservar el buen estado ecológico de la masa del agua, garantizar los caudales ambientales de las fuentes de abastecimiento, es decir no sobreexplotarlas, hacer una gestión integral del patrimonio hídrico, que tengan la capacidad de hacer una formulación y puesta en práctica de políticas, con reglas claras en los campos económico y social, que permita el liderazgo eficaz y que sean conocidas por todos los actores sociales. En suma, aplicar el enfoque de “gestión de la demanda”, es decir promover el uso eficiente del agua no solo orientado a las viviendas, sino también a los comercios y las industrias, así como en las instituciones públicas como instituciones de enseñanza, ministerios y empresas del estado.

VIII. Agradecimientos

Un sincero agradecimiento a la Municipalidad del Cantón Central de Cartago, por la disponibilidad mostrada en el apoyo de este proyecto con información, coordinación y colaboración con la encuesta aplicada en la comunidad de Dulce Nombre. Especialmente se agradece al Departamento de Acueductos, al señor director Julio Urbina, al señor Oscar Fernández, a la señorita Patricia Guzmán y al personal en general de dicha dependencia.

Se agradece la colaboración en este proyecto a la Comunidad de Dulce Nombre, colectividad focal donde fue realizado este proyecto.

Se reconoce la generosa colaboración de la Fundación ECODES, quienes mostraron una gran apertura a compartir información y experiencias en el marco del proyecto Zaragoza, Ciudad ahorradora de agua.

Al señor Ingeniero Elías Rosales, por su colaboración desinteresada en la propuesta denominada Plan Integral de Ahorro de Agua para la Ciudad de Cartago.

IX. Referencias

Bibliografía

Asociación Mundial del Agua, Centroamérica (GWP-CA), 2006, Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica: Hacia una Gestión Integrada, Ed. Virginia Reyes G., 3ª Ed., San José, Costa Rica.

Artavia, I., Carvajal, K. y Guzmán, A. 2005. Compartiendo experiencias: Plan Educación Ambiental de las áreas de recarga acuífera Cantón Central de Cartago. MINAE-Municipalidad de Cartago. Sub-región Oriental, Ministerio de Ambiente y Energía. Cartago, Costa Rica. 5p.

Ayuntamiento de Zaragoza, 2006, Las Tarifas Del Agua Como Herramienta De Gestión De La Demanda En Zaragoza, CONVENCIÓN HIDRONÓMICA.

Azofeifa, E., 2004, Informe Final sobre el abastecimiento de agua de la ciudad de Cartago, Municipalidad de Cartago.

Campos, J.; Chacón, J., 2005, Optimización del acueducto del sector sur de Cartago, Tesis para Licenciatura en Ingeniería Civil.

Durán, O. mayo, 2002, "Agua: descuidada su producción, sobreuso hidroeléctrico y acceso inequitativo", en: Ambientito, revista mensual sobre la actualidad ambiental, N° 104 · <http://www.una.ac.cr/ambi/Ambien-Tico/104/Duran104.htm>

Estado Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2002, noveno informe, San José, Costa Rica.

Gaceta No.207, 26 de octubre 2009, Nuevas tarifas de agua de la Municipalidad de Cartago.

GWP-CA (Asociación Mundial del Agua, Centroamérica), 2006, Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica: Hacia una Gestión Integrada, Ed. Virginia Reyes G., 3ª Ed., San José, Costa Rica

López, M., 2002, "Contexto Internacional de la Crisis del Agua", en: Ambientito, revista mensual sobre la actualidad ambiental, N° 104 · Mayo. <http://www.una.ac.cr/ambi/Ambien-Tico/104/lopez104.htm>

Municipalidad de Cartago, 2002, Estudio Tarifario del Acueducto Municipal.

Naredo, J.M., 1999, El agua y la solidaridad. Ciudades para un futuro más sostenible. El Boletín de la Biblioteca, nº 11.

Segura O. Miranda M., Salas F., 2004, Agenda Ambiental del Agua en Costa Rica, EFEUNA, Heredia, Costa Rica.

Tarifas de Agua Municipalidad de Cartago, 2007, Oficina de Acueductos, Municipalidad de Cartago, octubre.

UNA, 2004, Situación del agua en Costa Rica, Resumen ejecutivo, enero. <http://www.una.ac.cr/campus/ediciones/otros/agua.pdf>.

Viñuales V. 2001, Eficiencia de Agua en la Ciudad: algunas enseñanzas de las ciudades ahorradoras de agua en Curso Planificación Hidrológica y Eficiencia, Fundación Ecología y Desarrollo, Zaragoza, Septiembre.

Viñuales, V. 2002, Un modelo de enfoque sistémico para promover la revolución de la eficiencia en las ciudades. La experiencia de Zaragoza, en Conferencia Internacional sobre uso y gestión eficiente del agua en los abastecimientos urbanos, Fundación Canal Isabel II, Madrid.

Viñuales, V, 2005, Documento: Zaragoza, capital mundial del agua: La Magia de Viajar por Aragón Tema: Agua, junio. www.ecodes.org/pages/articulos/autor.asp?idautor=1

WWAP, 2006, El Agua, una responsabilidad compartida, 2º informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, resumen ejecutivo.

Póster y folletos

V Congreso Ibérico, 2006, Faro Portugal, Póster presentado como divulgación del proyecto “Programa de Eficiencia en el uso del Agua para la Municipalidad de Cartago, Costa Rica: Creación de un Modelo Reproducible”.

Departamento de Medición y Grandes Clientes del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Folleto de: Guía práctica para el Uso Eficiente del Agua en el Sector Público Costarricense, Embajada Británica, Paz con la Naturaleza, MINAET.

Encuesta

ITCR-Municipalidad de Cartago, 2007, Encuesta aplicada a la comunidad de Dulce Nombre de Cartago, en el marco del proyecto denominado “Uso eficiente de agua en la ciudad de Cartago: creación de un modelo reproducible”, sin publicar.

Proyectos

Rosales, E., Varela, I., 2006. Propuesta de un Plan de Ahorro de Agua para la Ciudad de Cartago, Instituto Tecnológico de Costa Rica y Municipalidad de Cartago.

Entrevistas

García L., 2006, Departamento de Tarifas, Ayuntamiento de Zaragoza, España, diciembre, Entrevista personal.

Sainctavit L., 2006, ECODES, Zaragoza, España, diciembre, Entrevista personal.

Guzmán, P., 2007, Oficina de Acueductos, Municipalidad de Cartago, octubre, Información telefónica.

Referencias presenciales

Varela, I. 2006, Pasantía Uso eficiente de agua en la ciudad, en: Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES), diciembre.

Portales internet

www.helvex.com.mx
www.mapargroup.com
www.abonosagro.com
www.ecoinodoros.shutterstock.com/
www.acualogica.com/
www.virescocr.com/agua.html
www.aguasolutions.com/index-sp.html
www.gruposiga.net
www.imta.mx
www.docolgriferias.com
www.roca.es
www.griferiasgalindo.com/www.fominaya.com
www.griferiamarti.com
www.griferiasmr.com/
www.grohe.es
www.habsgrohe.com
www.prestoiberica.com
www.sobime.es/
www.tresgriferia.com/
www.wirquincalaf.com/
www.ecoinodoros.shutterstock.com/

X. Anexos

10.1 Anexo 1: Encuesta aplicada a la comunidad de Dulce Nombre

Anexo 1: Encuesta aplicada a la comunidad de Dulce Nombre

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
MUNICIPALIDAD CANTON CENTRAL DE CARTAGO

Encuesta para casas de habitación, Proyecto de Uso Eficiente de Agua Doméstica

HORA DE INICIO: _____ NOMBRE DEL ENCUESTADOR (A): _____

La finalidad de esta encuesta es la de obtener información para un proyecto que está llevando a cabo el ITCR conjuntamente con la Municipalidad de Cartago, con el EDUCAR Y SENSIBILIZAR HACIA UN MEJOR APROVECHAMIENTO DEL AGUA e introducir tecnología ahorradora. Los datos que usted proporcione a los encuestadores son muy valiosos. De antemano agradecemos su tiempo e interés.

NOTA IMPORTANTE: la encuesta debe ser contestada preferiblemente por la madre (de no ser posible, puede ser contestada por el padre o jefe de familia).

A. DATOS GENERALES

1. Datos de la persona encuestada

Nombre _____ Edad _____ Madre _____ Padre _____ Otro _____

2. Años de residir en Cartago _____

3. Ocupación del **jefe de familia** : _____ Lugar de trabajo: _____

a) Operario (a) (1) _____

b) Técnico (a) (2) _____

c) Profesional (3) _____

4. Dirección _____

Teléfono fijo: _____ Celular si posee: _____ Correo electrónico _____

5. Grado de escolaridad

a) primaria _____ (1) incompleta _____ (2) completa

b) secundaria _____ (3) incompleta _____ (4) completa

c) universitaria _____ (5) incompleta _____ (6) completa

6. Miembros de la familia N°: _____

7. Miembros que trabajan remuneradamente: _____

8. En total el ingreso económico a esta familia es:

a) 100 mil colones o menos (1) _____

b) Entre 100 mil y 200 mil (2) _____

c) Entre 200 mil y 400 mil (3) _____

d) Entre 400 mil y 500 mil (4) _____

e) Entre 500 mil y 800 mil (5) _____

f) 800 mil o más (6) _____

B. USO ACTUAL DEL AGUA

1. ¿Cuántas personas habitan la vivienda? _____

2. ¿En cuál de las siguientes actividades, consume más agua? (escriba un número a la derecha, siendo el N° 1 la actividad de mayor consumo, y el N°7 la de consumo menor).

a) Servicio sanitario (1) _____

b) Ducha (2) _____

c) Lavado de ropa (3) _____

d) Lavado de carro (4) _____

e) Cocinar (5) _____

f) Lavado de platos (6) _____

g) Regar jardín (7) _____

3. ¿Tienen medidor en su casa?

Si (1) _____ No (0) _____

5. ¿Cuánta agua calcula que se gasta en su casa en un día?

a) 100 litros o menos (1) _____

b) 100 a 500 litros (2) _____

c) 500 a 900 litros (3) _____

d) Más de 900 litros (4) _____

f) Otra (especifique) (5) cuánto? _____

g) No tiene idea (0) _____

6. ¿Cuál es la fuente de abastecimiento de agua **en su hogar**? (Marque solo una opción)

a) Municipal (1) _____

- b) Pozo (2) _____
 c) Agua embotellada (3) _____
 d) Otro (especifique) (4): _____

7. ¿Su casa cuenta con algún tanque para almacenar agua?

Si (1) _____ No (0) _____

La capacidad del tanque es de:

- a) 500 litros (1) _____
 b) 750 litros (2) _____
 c) 1000 litros (3) _____
 d) Otro (especifique) (4) _____
 e) No sabe (5) _____

8. ¿Se ha quedado alguna vez sin agua municipal?

Si (1) _____ No (0) _____

¿con qué frecuencia?

- a) Todos los días falta (1) _____
 b) Al menos una vez por semana (2) _____
 c) Al menos una vez al mes (3) _____
 d) Otra (especifique) (4): _____
 e) No sabe (5) _____

9. La presión de agua en su casa es la mayoría de las veces:

- a) Muy buena (1) _____
 b) Regular (2) _____
 c) Muy poca (3) _____
 d) No sabe (4) _____

10. Algunas de estas opciones es usual en su casa: MARQUE SOLO UNA OPCIÓN-LA MAS IMPORTANTE

- a) los tubos gotean continuamente (1) _____
 b) hay fugas de agua (2) _____
 c) mantiene abiertas las llaves mientras se cepilla los dientes, lava los trastos, se baña o mientras realiza alguna otra actividad (3) _____
 d) Ninguna de las anteriores (4) _____
 e) otro (5) _____

11. De los siguientes métodos para ahorrar agua, ¿Utiliza alguno? PUEDE MARCAR VARIAS OPCIONES

- a) Reparar fugas y goteras _____
 b) Mantener cerrada la llave cuando se cepilla los dientes _____
 c) Mantener cerrada la llave cuando restriega los platos _____
 d) Mantener cerrada la llave cuando se enjabona el cuerpo y el cabello _____
 e) Mantener cerrada la manguera cuando lava el auto _____
 f) Regar el jardín cuando no hay sol _____
 g) Reducir cantidad de agua en tanque de servicio sanitario _____
 h) Reusar el agua de la lavadora en otras actividades _____
 i) Utiliza el agua de lavadora varias veces _____
 j) Utiliza algún tipo de dispositivo ahorrador de agua (reductores de caudal, electrodomésticos eficientes, pistolas en mangueras, otro: _____)
 k) Otro (especifique) _____
 l) Ninguno _____

C. SEGUNDA PARTE: DISPONIBILIDAD DE CUIDAR EL RECURSO AGUA.

1. ¿Cree que la escasez de agua potable amenaza a usted y a su familia?

Si (1) _____ No (0) _____ (si contesta No, pase a pregunta 3)

En qué momento?

- a) Actualmente (1) _____
 b) Dentro de 5 años (2) _____
 c) A un plazo de 10 años (3) _____
 d) A un plazo de 20 años o más (4) _____
 e) Otra (especifique) (5) _____

2. Una escasez de agua en su comunidad puede traer consecuencias que le afectan directamente. Clasifique en orden de prioridad los efectos de la escasez de agua: (Nº 1 para el efecto mayor-puede marcar el mismo número en varias si considera los efectos de igual magnitud).

- a) Racionamiento de agua potable _____
 b) Aumento del costo del agua potable _____
 c) Escasez en la producción de alimentos _____
 d) Enfermedades _____
 e) Conflictos comunales _____

1-grave
2-serio
3-moderado
4-ligero
5-insignificante

3. ¿Estaría dispuesto a implementar cambios para hacer un uso más eficiente del agua?

Si (1) _____ No (0) _____ (si contesta No pase a pregunta 7)

De los siguientes cambios posibles, ¿cuáles estaría dispuesto (a) a poner en práctica? PUEDE MARCAR VARIAS

OPCIONES

- a) Reparar fugas y goteras _____
- b) Mantener cerrada la llave cuando se cepilla los dientes _____
- c) Mantener cerrada la llave cuando restriega los platos _____
- d) Mantener cerrada la llave cuando se enjabona el cuerpo y el cabello _____
- e) Mantener cerrada la manguera cuando lava el auto _____
- f) Regar el jardín cuando no hay sol _____
- g) Reducir cantidad de agua en tanque de servicio sanitario _____
- h) Reutilizar el agua de la lavadora en otras actividades _____
- i) Utiliza el agua de lavadora varias veces _____
- j) Utiliza algún tipo de dispositivo ahorrador de agua (reductores de caudal, electrodomésticos eficientes, pistolas en mangueras, otro: _____)
- k) Otro (especifique) _____

4. ¿Qué requeriría para implementar esos cambios? PUEDE MARCAR VARIAS OPCIONES

- a) Dinero _____
- b) Capacitación _____
- c) Información _____
- d) Fuerza de voluntad _____

5. ¿Le gustaría participar con su familia en un programa de uso eficiente del agua, junto con el ITCR y la Municipalidad de Cartago?

Si (1) _____ No (0) _____ (si contesta No, pase a pregunta 7)

¿qué beneficios cree que obtendría al participar? PUEDE MARCAR VARIAS OPCIONES

- a) Ahorro de dinero _____
- b) Colaborar con el ambiente _____
- c) Reducir problemas de agua futuros _____
- d) Educar la familia _____
- e) Otro (especifique): _____

6. Permanece algún miembro de la familia en su casa durante el día? Si (1) ___ No (2) ___ cuántos? ___**7. Considera que el costo del agua es:**

- a) Barato (1) _____
- b) Razonable (2) _____
- c) Caro (3) _____

8. ¿Estaría de acuerdo con que se le incluyera un monto adicional en el cobro mensual para la protección del ambiente y del agua?

Si (1) _____ No (0) _____ (si contesta No, pase a pregunta 9)

¿cuánto estaría dispuesto a pagar adicional a lo que ya paga?

- a) 250 colones (1) _____
- b) Entre 250-500 (2) _____
- c) 500-1000 (3) _____
- d) 1000-1500 (4) _____
- e) Más de 1500 (5) _____

9. Quisiera dar alguna sugerencia en relación al uso eficiente del agua u otro tema relacionado?

_____.

Ayúdanos a conservar este preciado recurso, ya que sin el la vida simplemente no sería posible.

¡Gracias!**HORA DE FINALIZACIÓN:** _____**10.2 Anexo 2: Convenio ITCR-ECODES**

Original firmado por las partes se encuentra en los archivos de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión.

10.3 Anexo 3: Estudio de la Gestión Municipal del Agua

Documento completo se adjunta a este Informe.

10.4 Anexo 4: Manual de uso eficiente de agua en el hogar

Documento completo se adjunta a este Informe.