

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Química

Carrera de Ingeniería Ambiental



Municipalidad de Cartago

Área Técnica de Acueductos

**“Propuesta para el uso eficiente del agua potable en el Distrito Oriental
del Cantón Central de la Provincia de Cartago”**

**Trabajo final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería Ambiental**

Gabriela Herrera Cervantes

Diciembre, 2011

Propuesta para el uso eficiente del agua potable en el Distrito Oriental del Cantón Central de la Provincia de Cartago

Informe final presentado a la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica por Gabriela Herrera Cervantes como requisito parcial para optar al título de Ingeniera Ambiental con el grado en Licenciatura

Miembros del Tribunal

Ing. Macario Pino Gómez

Director de Tesis

Dra. Silvia M. Soto Córdoba

Lectora

M.Sc. Jorge Calvo Gutiérrez

Lector

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen de Los Ángeles,

Por permitirme cumplir una meta más en mi vida.

A toda mi familia,

A mis padres Julio y Patricia, y a mi hermano Adrián,

Por todos los consejos que me brindaron,

Por la motivación durante la realización del proyecto,

Y por todo el amor, comprensión y apoyo incondicional que me brindaron en todo momento.

A mis profesores por su paciencia, apoyo y orientación.

Gabriela.

AGRADECIMIENTOS

Los más sinceros agradecimientos por el respaldo ofrecido en la elaboración de este proyecto a:

Al Ingeniero Macario Pino Gómez, profesor del Instituto Tecnológico de Costa Rica y director del trabajo de grado.

Al Ingeniero Julio Urbina Rojas, director del Área Técnica de Acueductos de la Municipalidad de Cartago.

Al señor Luis Brizuela del Departamento de Gestión y Cobro de la Municipalidad de Cartago.

Al señor Cristian Pérez de la Oficina de Topógrafos de la Municipalidad de Cartago.

A mi familia por su apoyo incondicional durante todo este proceso.

Tabla de contenido

| | |
|--|-----|
| DEDICATORIA..... | iii |
| AGRADECIMIENTOS..... | iv |
| Listado de acrónimos..... | xi |
| Resumen..... | xii |
| Introducción..... | 1 |
| Objetivos..... | 2 |
| Objetivo general..... | 2 |
| Objetivos específicos..... | 2 |
| 1. Marco teórico..... | 3 |
| 1.1. Situación del agua en Costa Rica..... | 3 |
| 1.2. Situación del agua en Cartago..... | 5 |
| 2. Metodología..... | 10 |
| 3. Resultados..... | 14 |
| 3.1. Encuesta aplicada en el Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago..... | 14 |
| 3.2. Consumo per cápita de agua potable de la población del Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago..... | 29 |
| 3.3. Estado de los medidores de agua potable en el Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago..... | 32 |
| 3.4. Tecnologías de bajo consumo de agua..... | 37 |
| 3.4.1. Tipos de sistemas ahorradores..... | 37 |
| 3.4.2. Comparación de precios entre tecnologías de alto y bajo consumo de agua..... | 47 |
| 3.4.3. Cambio de hábitos de consumo para el uso racional y eficiente del agua..... | 52 |
| 3.4.4. Análisis de ahorro potencial de agua potable y económico al implementar medidas ahorradoras..... | 53 |
| 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 63 |
| 5. BIBLIOGRAFÍA..... | 65 |
| 6. Anexos..... | 68 |
| Anexo 1. Encuesta aplicada en el distrito Oriental del Cantón Central de la Provincia de Cartago..... | 69 |

| | |
|--|----|
| Anexo 2. Consumo de agua potable por mes de las viviendas seleccionadas para la encuesta..... | 73 |
| Anexo 3. Estado de los medidores de agua potable de acuerdo al número de localización de la vivienda | 81 |
| Anexo 4. Distribuidores de sistemas ahorradores de agua en Costa Rica | 87 |
| Anexo 5. Manual para el uso racional y eficiente de agua en el hogar..... | 93 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Estimación de litros consumidos por día por persona. | 5 |
| Tabla 2. Producción de las fuentes de agua que abastecen a la ciudad de Cartago. | 7 |
| Tabla 3. Costo del servicio de agua potable según usuarios encuestados. | 14 |
| Tabla 4. Parte de la vivienda en la que se consume más agua según usuarios encuestados. | 16 |
| Tabla 5. Cantidad de agua potable consumida por día según percepción de usuarios encuestados. | 17 |
| Tabla 6. Actividades realizadas por los usuarios encuestados para el ahorro del agua potable. | 18 |
| Tabla 7. Usuarios encuestados dispuestos a cambiar hábitos de consumo para el ahorro del agua potable. | 20 |
| Tabla 8. Actividades a realizar por los usuarios encuestados en sus viviendas para el ahorro del agua potable. | 21 |
| Tabla 9. Usuarios encuestados conocedores de sistemas ahorradores de agua. | 23 |
| Tabla 10. Usuarios encuestados que cuenta con sistemas ahorradores de agua en sus viviendas. | 24 |
| Tabla 11. Población encuestada dispuesta a invertir dinero en sistemas ahorradores de agua. | 25 |
| Tabla 12. Dispositivos ahorradores de agua en los que los usuarios encuestados estarían dispuestos a invertir dinero. | 26 |
| Tabla 13. Población encuestada dispuesta a participar en un programa sobre el uso racional del agua potable. | 27 |
| Tabla 14. Beneficios que perciben los encuestados al participar en un programa sobre el uso racional del agua potable. | 28 |
| Tabla 15. Consumo de agua en l/hab/d de 30 familias del Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago. | 29 |
| Tabla 16. Estado de los medidores de agua potable de 168 viviendas del Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago. | 32 |
| Tabla 17. Comparación de precios entre inodoros con tecnologías de alto y bajo consumo de agua. | 47 |

| | |
|---|----|
| Tabla 18. Comparación de precios entre duchas con tecnologías de alto y bajo consumo de agua..... | 49 |
| Tabla 19. Comparación de precios entre llaves o grifos con tecnologías de alto y bajo consumo de agua. | 50 |
| Tabla 20. Comparación de precios entre lavadoras con tecnología no ahorradora de agua y tecnología ahorradora de agua..... | 51 |
| Tabla 21. Tarifa domiciliar del servicio de agua potable brindado por la Municipalidad de Cartago..... | 53 |
| Tabla 22. Estimación de litros consumidos por día por persona del Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago. | 54 |
| Tabla 23. Costo del servicio de agua potable para un consumo de 49,80 m ³ por mes de acuerdo a tarifas actuales aprobadas en 2009..... | 54 |
| Tabla 24. Ahorro económico y de agua potable al implementar sistemas ahorradores de agua..... | 59 |
| Tabla 25. Ahorro económico y de agua potable al implementar sistemas ahorradores de agua..... | 61 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Distritos del Cantón Central de la Provincia de Cartago. | 6 |
| Figura 2. Mapa del Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago. | 12 |
| Figura 3. Costo del servicio de agua potable según percepción de los usuarios encuestados. | 15 |
| Figura 4. Parte de la vivienda en la que se consume más agua según población encuestada. | 16 |
| Figura 5. Cantidad de agua consumida por día según percepción de usuarios encuestados. | 17 |
| Figura 6. Actividades realizadas por la población encuestada para el ahorro del agua potable. | 19 |
| Figura 7. Usuarios encuestados dispuestos a cambiar hábitos de consumo para el ahorro del agua potable. | 20 |
| Figura 8. Actividades a realizar por los usuarios encuestados en sus viviendas para el ahorro del agua potable. | 22 |
| Figura 9. Población encuestada conocedora de sistemas ahorradores de agua. | 23 |
| Figura 10. Población encuestada que cuenta con sistemas ahorradores de agua en sus viviendas. | 24 |
| Figura 11. Población encuestada dispuesta a invertir dinero en sistemas ahorradores de agua. | 25 |
| Figura 12. Dispositivos ahorradores de agua en los que los usuarios encuestados estarían dispuestos a invertir dinero. | 26 |
| Figura 13. Población encuestada dispuesta a participar en un programa sobre el uso racional del agua potable. | 27 |
| Figura 14. Beneficios que percibe la población encuestada al participar en un programa sobre el uso racional del agua potable. | 28 |
| Figura 15. Estado de los medidores de agua potable de 168 viviendas del Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago. | 32 |
| Figura 16. Medidor de agua potable con tapa. | 33 |
| Figura 17. Medidor de agua potable sin tapa. | 33 |
| Figura 18. Medidor de agua potable con tapa quebrada. | 34 |

| | |
|---|----|
| Figura 19. Medidor de agua potable sin tapa y con maleza. | 35 |
| Figura 20. Medidor de agua potable sin tapa y enterrado. | 35 |
| Figura 21. Medidor de agua potable sin tapa y con pantalla no visible. | 36 |
| Figura 22. Medidor de agua potable sin tapa y con tapón en la carátula..... | 36 |
| Figura 23. Inodoro con interrupción de descarga. | 37 |
| Figura 24. Inodoro de doble descarga. | 38 |
| Figura 25. Mecanismo de descarga para cisternas. | 39 |
| Figura 26. Ducha con tecnología ahorradora de agua. | 39 |
| Figura 27. Ducha con reducción del área de difusión. | 40 |
| Figura 28. Ducha de chorro regulable. | 40 |
| Figura 29. Llave monomando..... | 41 |
| Figura 30. Llave temporizada. | 41 |
| Figura 31. Llave electrónica. | 42 |
| Figura 32. Aireador - perlizador. | 43 |
| Figura 33. Limitador de caudal..... | 43 |
| Figura 34. Interruptor de caudal. | 44 |
| Figura 35. Lavadora Aqua Saber de Mabe con Sistema Econowater. | 45 |
| Figura 36. Sistema de captación de agua de lluvia. | 46 |

Listado de acrónimos

AyA: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

CEPIS: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias.

ECODES: Ecología y Desarrollo.

GAM: Gran Área Metropolitana.

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

MINAET: Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones.

UNA: Universidad Nacional.

Resumen

El presente proyecto titulado “Propuesta para el uso eficiente del agua potable en el Distrito Oriental del Cantón Central de la Provincia de Cartago” incluye una propuesta para el uso racional y eficiente del agua potable en viviendas, que permita un mejor uso de este recurso vital.

El objetivo general del trabajo fue elaborar una propuesta para el uso eficiente del agua potable en viviendas del Distrito Oriental de la Provincia de Cartago y como objetivos específicos identificar los hábitos de consumo y tecnologías utilizadas por la población para el uso del agua potable y determinar el ahorro potencial de agua potable y económico al implementar medidas de ahorro.

Mediante visitas a viviendas y la realización de encuestas, se recolectaron datos sobre hábitos de consumo de agua potable y los equipos disponibles para el uso del agua. Estas encuestas se analizaron y se procesaron por medio del programa SPSS Statistics 17.0, con base en estos resultados se propusieron acciones de cambio cultural y el uso de equipos de bajo consumo de agua que permitan un mejor aprovechamiento del recurso hídrico. Además con la ayuda de la Municipalidad de Cartago se recopiló la información necesaria para el desarrollo del proyecto, por ejemplo los registros de consumo de agua potable de la población.

Como resultado de las encuestas se obtuvo que un 71,43% de los usuarios están dispuestos a cambiar sus hábitos de consumo con el fin de ahorrar agua potable, además, el 73,21% de la población encuestada estaría dispuesta a invertir dinero en tecnologías de ahorro, especialmente en inodoros, aireadores/perlizadores, duchas y llaves o grifos reductores de caudal, por lo que es importante motivar en la población el uso de estos dispositivos que contribuyan al uso racional y eficiente del agua. Otro dato importante que se desprende de la encuesta es que el 88,69% de los usuarios demostró interés en participar en un programa para el uso racional y eficiente del agua potable en conjunto con la Municipalidad de Cartago.

Se determinó el ahorro potencial de agua potable y económico al implementar cuatro medidas de ahorro como: implementar un inodoro con tecnología ahorradora de agua, colocar aireadores/perlizadores en llaves y grifos, disminuir el tiempo en la ducha por 2 minutos y cerrar la llave al lavarse los dientes y afeitarse, dando como resultado un ahorro de 44,91% de agua potable y un 60,50% menos del monto pagado inicialmente sin implementar las medidas.

Con base en la información recopilada, se desarrolló una propuesta y su metodología para fomentar el uso racional de agua potable en viviendas que incluye medidas, recomendaciones y equipos de bajo consumo de agua. Se espera que la Municipalidad de Cartago pueda utilizar estos resultados para el diseño de una estrategia de capacitación continua a la población para crear una conciencia sobre la importancia de utilizar de forma eficiente el recurso hídrico.

Palabras Claves: agua potable, uso racional y eficiente del agua, tecnologías de bajo consumo de agua.

Abstract

The project “Proposal for the efficient use of water in the Eastern District of the Central Canton of Cartago Province” is a proposal for rational and efficient use of house drinking water, so it allows a better use of this vital resource.

The aim of this study was to develop a proposal for the efficient use of drinking water in homes in the Eastern District of the Province of Cartago, and the specific objectives were to identify the consumption habits and technologies used for drinking water by the population sample and determine the potential savings of drinking water and the economic benefits by implementing saving measures.

Through home visits and interviews, it was possible to collect the data about habits of drinking water use and the equipment for water use. This information was analyzed and processes by using a SPSS Statistics 17.0 program. The results offer information to propose actions and saving equipments in order to achieve better use of this important resource. The Municipalidad de Cartago gave the records of population water consumption.

The results of the survey show that 71,43% of users agree to change their consumption habits in order to save drinking water; in addition, 73,21% of the population surveyed would be willing to invest money in saving technology, especially in toilets, aerators, showers and faucets flow control, so it is important to motivate the population to use these devices to contribute to the rational and efficient use of water. Another important fact that emerges from the survey is that 88,69% of users showed interest in participating in a program for rational and efficient use of drinking water in conjunction with the Municipalidad de Cartago.

It was determined that the water and economical potential savings can be achieved by implementing measures such as implementing a toilet water-saving technology, placing aerators on faucets and taps, reducing the time in the shower for 2 minutes and turn off the faucet when brushing teeth and shaving; this can result in a saving of 44,91% water and 60,50% less money compared to the initial amount paid without implementing the measures.

Based on the information gathered a proposal and a methodology were developed in order to establish a rational use of drinking water in homes, these tools includes measures, recommendations and saving water equipments. It is expected the Municipalidad de Cartago can be used these results in the future to prepare the people and create conscience about the importance of an efficient use of water resource.

Keywords: drinking water, rational and efficient use of drinking water, saving technologies.

Introducción

El agua es el líquido vital para todo ser vivo, tanto los humanos como las plantas y animales necesitan de ella para sobrevivir. La población a nivel mundial se encuentra en crecimiento y de igual manera el consumo de agua tanto en las áreas rurales como en las urbanas.

Costa Rica posee una gran oferta hídrica debido a la alta precipitación que se presenta en el territorio, sin embargo, este hecho no garantiza la sostenibilidad de este recurso en el tiempo, debido al manejo inadecuado que se le ha dado y a la falta de conciencia ambiental frente al recurso por parte de los usuarios. De igual forma los problemas asociados a la contaminación han degradado el recurso haciéndolo no apto para el consumo humano.

El agua, al ser un recurso agotable se vuelve necesario su uso racional, de ahí la importancia de incentivar en la población una cultura de ahorro del agua que les permita obtener beneficios económicos y ambientales, además de permitir a las futuras generaciones disfrutar de este preciado líquido.

La Municipalidad de Cartago dentro de su planeamiento requiere conocer la disponibilidad y el uso del recurso hídrico, para lo cual junto con el Instituto Tecnológico de Costa Rica propuso este estudio a manera preliminar en el Distrito Oriental del Cantón Central de la Provincia de Cartago. Para realizar este estudio se aplicaron encuestas para conocer aspectos culturales de la población con respecto al uso del agua potable y la tecnología, con el fin de realizar un programa sobre el uso eficiente del agua potable en dicho distrito, que posteriormente se pudiera extender hacia el resto del cantón.

Además, como parte de la investigación también se obtuvo información sobre patrones de consumo adecuados que eviten un desperdicio del agua por parte de los usuarios, así como tecnologías ahorradoras de agua disponible en el mercado y el ahorro que se puede obtener al implementarlas, tanto de agua potable como económico.

Objetivos

Objetivo general

- Elaborar una propuesta para el uso racional y eficiente del agua potable en viviendas del distrito Oriental de la Provincia de Cartago.

Objetivos específicos

- Identificar los hábitos de consumo y tecnologías utilizadas por la población en estudio para el uso del agua potable.
- Determinar el ahorro potencial de agua potable y económico al implementar medidas para disminuir el consumo de agua.

1. Marco teórico

1.1. Situación del agua en Costa Rica

Costa Rica es uno de los países con mayor oferta de agua dulce en el mundo, esto debido a su ubicación geográfica, a su clima tropical húmedo y a sus precipitaciones, las cuales van desde los 1.300 a 7.500 mm al año. (Monge, 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 per cápita de agua con 29.579 metros cúbicos por año por habitante. (UNA, 2004).

Pese a esa situación de abundancia relativa del recurso hídrico en Costa Rica, existe un acuerdo en señalar que la disponibilidad de agua en calidad y cantidad se ve amenazada por un mal manejo de dicho recurso, lo cual implica factores como la sobreexplotación, la contaminación de aguas subterráneas y superficiales por actividades humanas, los procesos de deforestación y de impermeabilización de las áreas de recarga, y los cambios en los patrones de precipitación. (Monge, 2006).

Ante este panorama se vuelve necesario generar acciones para incentivar un cambio en la visión de los usuarios con respecto al recurso agua, para que sea valorado como un recurso finito y que puede agotarse, de esta manera crear en la población una conciencia de ahorro y cuidado del agua, que nos permita disfrutar de este recurso por más tiempo.

Haciendo un recuento de las diferentes actividades en las que el agua es un elemento fundamental, podemos decir que en nuestro país el agua para consumo humano, incluyendo aquella que se destina para tomar, a la preparación de alimentos y a la higiene personal, es suministrada por AyA (48,35%), 33 municipalidades (17,1%), la Empresa de Servicios Públicos de Heredia o ESPH (4,7%), y las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios o ASADAS (24,4%). El 9% restante es suministrado a través de pozos privados o fuentes comunes. (Monge, 2006).

En nuestro país, un 98% del agua total utilizada en las diferentes actividades humanas es proveniente de aguas superficiales. Por otra parte, el aprovechamiento de las aguas subterráneas se ha venido incrementado considerablemente en los últimos años, como consecuencia de la reducción en los caudales de los cuerpos de agua superficial (por sobreexplotación) y de la pérdida de calidad de estas fuentes (por contaminación). (Monge, 2006).

Las extracciones anuales totales para los distintos sectores de uso se estimaron para el año 2006 en 24,5 km³. Las extracciones de agua para generación hidroeléctrica representaban el 80,0% del total, seguido por la agricultura con un 16%. El uso para consumo humano, turismo, industria y agroindustria representaban menos del 4% de la extracción total mientras que el uso de agua para generación térmica y usos comerciales es prácticamente nulo. A pesar de ser la generación hidroeléctrica el principal usuario del agua, la misma no representa un uso consuntivo, ya que el agua utilizada se devuelve de forma inmediata al ciclo del agua, siendo el riego agrícola el mayor usuario de los usos consuntivos con un 66% de las extracciones consuntivas, equivalente a cerca de 3,2 km³, seguido por el uso agropecuario (18%) y el uso de agua para consumo humano (9%). (MINAET, 2008).

En la Gran Área Metropolitana (GAM), donde se concentra el mayor porcentaje de población y de actividad industrial, así como en otros centros urbanos, hay fuertes presiones sobre la disponibilidad del recurso hídrico, que afectan también la calidad del agua, tanto superficial como subterránea. Adicionalmente, la creciente demanda del recurso en los procesos industriales y el turismo, ha provocado localmente una situación de competencia con los usos domésticos y agrícolas, la que se agrava ante la insuficiencia de infraestructura que permita aprovechar los volúmenes que se generan durante las épocas lluviosas. (MINAET, 2004).

Sin embargo, el balance hídrico nacional en cuanto a la cantidad esconde distintos problemas asociados con la concentración espacial de la población y de la actividad económica, la temporalidad en la ocurrencia del agua y la degradación de su calidad, como consecuencia de los vertidos sin tratamiento previo que se realizan a los cauces o que se infiltran indiscriminadamente al subsuelo. (MINAET, 2008).

La problemática nacional del agua, por razones de un marco jurídico inapropiado, obsoleto, omiso y fraccionado ha venido deteriorándose a través de los años. Los instrumentos de gobernabilidad del sector son muy débiles. Además, ya se inician los conflictos por el agua en diferentes partes del país. (MINAET, 2008).

Para cumplir con una adecuada gestión del recurso hídrico, es necesario ajustar y controlar la demanda de agua recurriendo al mismo tiempo a criterios educativos, informativos, participativos y tarifarios que impulsen y apliquen las tecnologías que permiten el ahorro, la depuración, regeneración y reutilización del agua con elevada eficiencia. (MINAET, 2008).

Con respecto al agua para consumo humano, según datos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), se estima que el consumo mínimo de agua por persona en Costa Rica es de 200 litros diarios. En labores muy cotidianas de hogar, se observa como el consumo de agua puede calcularse de la siguiente forma:

Tabla 1. Estimación de litros consumidos por día por persona.

| Accesorio Utilizado | Consumo promedio | Duración del uso por día | Litros consumidos por día |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Ducha | 10 litros/minuto | 6 minutos | 60 |
| Servicio Sanitario | 10 litros/descarga | 6 descargas | 60 |
| Lavamanos | 6 litros/minuto | 10 minutos | 60 |
| Total | | | 180 |

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

Los restantes 20 litros están distribuidos en labores como lavado de ropa, preparación de alimentos, lavado de carros, riego de plantas, entre otros. (AyA, 2010).

1.2. Situación del agua en Cartago

El cantón de Cartago fue creado en el mes de diciembre de 1848, es el primero de la Provincia del mismo nombre y está conformado por 11 distritos, los cuales son: Oriental, Occidental, Carmen, San Nicolás, Aguacaliente, Guadalupe, Corralillo, Tierra Blanca, Dulce Nombre, Llano Grande y Quebradilla, tal y como se muestra en la Figura 1. (Estudio Tarifario, 2011).

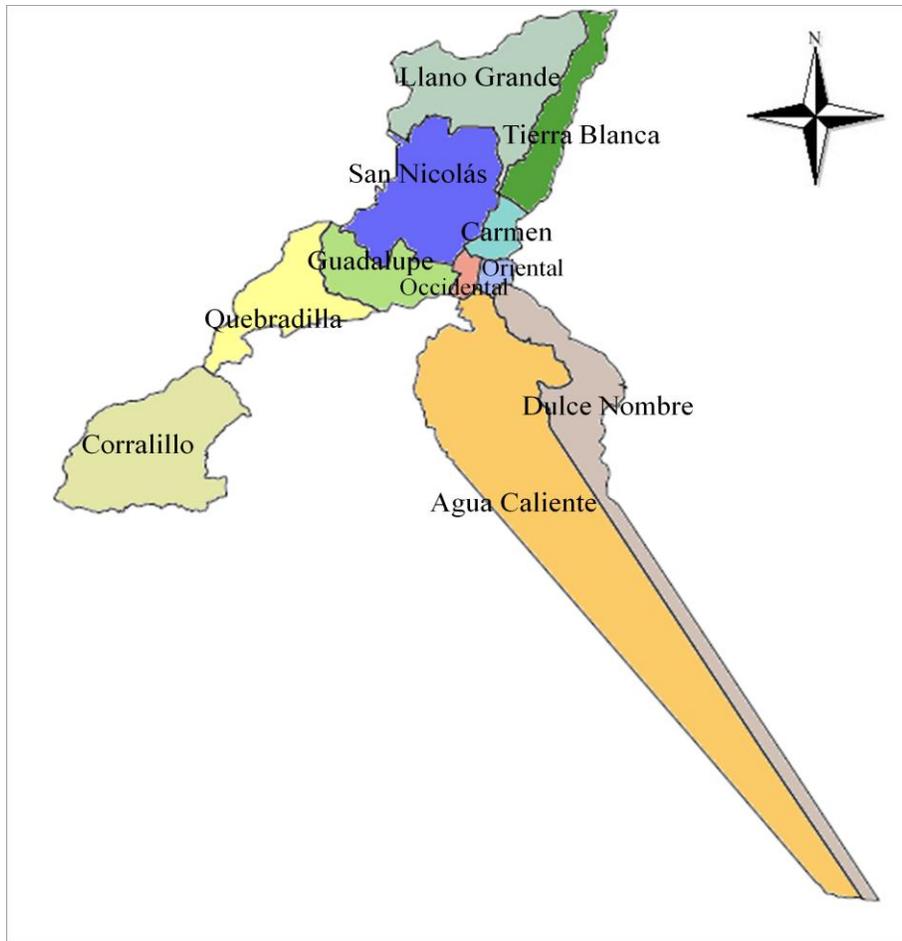


Figura 1. Distritos del Cantón Central de la Provincia de Cartago.

Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas Digital 2008.

En la actualidad la ciudad de Cartago se abastece de varios manantiales de la zona norte de la región, producto de los acuíferos volcánicos de la Cordillera Central, especialmente el volcán Irazú, a una elevación promedio de 1.600 m.s.n.m. Dentro de estos manantiales se distinguen: Río Loro en el sector nor-oeste de la ciudad, la captación de Arriaz, contiguo a la carretera a San José subiendo el Alto de Ochomogo, un manantial menor llamado Padre Méndez y una pequeña fuente: La Misión en el sector norte. Además, existen dos principales en el sector nor-este, aguas abajo de la ciudad de Cot, Paso Ancho y Lankaster, cuya producción se mantiene más permanente a lo largo del año. (Azofeifa, 2004).

El sistema principal de suministro del acueducto se abastece del agua del Proyecto Orosi, mediante una derivación de la línea de conducción del Acueducto Metropolitano de San

José que proviene del embalse del Llano perteneciente al proyecto hidroeléctrico de Río Macho. Esta derivación alimenta la planta de tratamiento ubicada en las cercanías del Instituto Tecnológico, operada por el AyA, cuya distribución se realiza por medio de una estación de bombeo que impulsa el agua a la red de distribución de Cartago Centro y los tanques de distribución del Tecnológico y tanque de Cola ubicado en San Blas. Es de mencionar que la estación de bombeo también es operada por el AyA. (Azofeifa, 2004).

Según esta descripción, el acueducto de la ciudad de Cartago está compuesto principalmente por dos tipos de fuente, una por agua subterránea a través de las captaciones de los manantiales, que ingresan al sistema por gravedad por la parte norte, mediante líneas de conducción hasta los tanques de almacenamiento, y la segunda por agua superficial a través de la planta de tratamiento y el sistema de bombeo, que abastece directamente la red de distribución del centro de Cartago e ingresa por la parte sur. (Azofeifa, 2004).

Tabla 2. Producción de las fuentes de agua que abastecen a la ciudad de Cartago.

| Fuente | Producción (Its/seg) |
|-----------------------|-----------------------------|
| Ortiga | 20 |
| Planta de Tratamiento | 250 |
| Paso Ancho | 60 |
| Lankaster | 60 |
| Ladrillera | 7 |
| La Misión | 15 |
| Navarro | 10 |
| Alumbre | 3 |
| Arriaz | 60 |
| San Blas | 8 |
| Río Loro | 73 |
| Padre Méndez | 10 |
| Pozo Lourdes | 10 |
| Pozo La Joya | 15 |
| Pozo Pitaya | 6 |
| Total | 607 |

Fuente: Estudio Tarifario Municipalidad de Cartago 2011.

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 (Azofeifa, 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 y eficiente del agua en todos los sectores de la economía. (Varela, 2011).

Esta problemática hace ver la importancia de implementar medidas de gestión y eficiencia encaminadas a lograr una disminución en los consumos de agua. Las medidas de gestión incluyen actividades de los siguientes tipos:

- a) Concienciación ciudadana: se trata de actividades tales como campañas de información y promoción destinadas a motivar el ahorro voluntario del agua. Estas actividades persiguen convencer a los usuarios que pueden obtener un mismo nivel de calidad de las actividades que realizan consumiendo menos agua.
- b) Cursos de formación a los usuarios del agua: actividades encaminadas a que los diferentes usuarios del agua de sectores varios se familiaricen con técnicas que supongan un ahorro efectivo del agua.
- c) Sistema Tarifario: son actividades de modificación de la estructura actual de las tarifas que se cobran por el suministro de agua, con el fin de prevenir el despilfarro, como por ejemplo la reducción de las tarifas en el caso de consumos reducidos o el establecimiento de sanciones a aquellos usuarios que incurran en situaciones de despilfarro del agua. (Balairón, 2002).

Las medidas de eficiencia son las destinadas a lograr una reducción de los consumos de agua mediante la introducción de modificaciones técnicas en los equipos y dispositivos de consumo (fontanería, grifería, tuberías, etc.). Las actividades que comprenden este tipo de medidas son:

- a) Mejora en las redes de saneamiento y/o drenaje.
- b) Detección y eliminación de fugas en las redes de distribución.
- c) Disminución de descargas en los inodoros.
- d) Disminución del tiempo de uso de los grifos.
- e) Disminución de la duración en las duchas.
- f) Eliminación de las cargas parciales en lavadoras.
- g) Instalación de inodoros y grifería de bajo consumo. (Balairón, 2002).

La crisis del agua no es solo un problema de oferta, sino también la ausencia de un manejo racional y eficiente del recurso hídrico, por ello es importante modificar prácticas y comportamientos de los usuarios del agua, de manera que se generen beneficios a la comunidad como la reducción de costos en la factura del agua, una mejor calidad y continuidad del servicio, un aumento en la cobertura, una disminución en la contaminación de las fuentes de agua y también beneficios para el ente encargado de la administración del acueducto, en este caso la Municipalidad de Cartago, obteniendo un ahorro de dinero en infraestructura y en costos de tratamiento del agua. Sin embargo para lograr un uso racional y eficiente del agua también es importante la participación ciudadana y un cambio en el marco jurídico actualizado que ayude a la protección de este recurso.

2. Metodología

En la realización de este trabajo se utilizará la investigación descriptiva, que consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Se recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, se exponen y se resume la información de manera cuidadosa y luego se analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

Además se utilizarán métodos cualitativos para la descripción de los hábitos de consumo y tecnologías utilizadas por la población en el uso del agua potable, y métodos cuantitativos para la obtención de la muestra de la población y para el análisis de datos provenientes de encuestas de manera estadística.

Para realizar el estudio se seleccionó el distrito Oriental del Cantón Central de la Provincia de Cartago, por recomendación de la Municipalidad de Cartago, el cual tiene 12.839 habitantes (INEC, 2000).

Para determinar los hábitos de consumo y las tecnologías o equipos utilizados en el uso del agua potable por la población de dicho distrito se realizó la aplicación de encuestas en diferentes viviendas de diversos sectores del distrito Oriental. La encuesta aplicada a la población en estudio se basó en entrevistas directas o personales con cada encuestado, dicha encuesta está conformada por preguntas cerradas y preguntas cerradas/respuestas múltiples. (Ver Anexo 1).

La Municipalidad de Cartago brinda el servicio medido de agua potable a 4.353 unidades domiciliarias en el distrito Oriental (Fuente: Municipalidad de Cartago, 2010). Para calcular la muestra de la población a la cual se le aplicaron las encuestas, se tomaron en cuenta los siguientes tres factores:

1. El porcentaje de confianza. Se utilizará un porcentaje de confianza del 95%.
2. El porcentaje de error. Se utilizará un porcentaje de error del 5%.
3. La desviación estándar. Se utilizará un valor de 0,3.

Una vez determinados estos factores, se calculó el tamaño de la muestra utilizando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * N * \sigma^2}{Z^2 * \sigma^2 + N * E^2}$$

Donde:

n: es el tamaño de la muestra

Z: es el nivel de confianza = 1,96

σ : es la desviación estándar = 0,3

E: es el error permisible = 0,05

Dando como resultado un tamaño de muestra de 132, aplicando un 25% por posible no respuesta da como resultado un tamaño de muestra total de 168 viviendas en las cuales se aplicó la encuesta. Las viviendas seleccionadas se eligieron en conjunto con la Municipalidad de Cartago bajo el criterio que estas tuvieran un consumo de agua potable en promedio de 30 m³ o más por mes por vivienda.

Al seleccionar las viviendas que cumplieron con este criterio, estas se ubicaron en un mapa de la zona (Figura 2), el cual se encuentra dividido por sectores y manzanas, para la posterior aplicación de las encuestas por medio de visitas a las viviendas en distintos sectores del distrito Oriental de Cartago.

El análisis de los resultados de las encuesta se llevó a cabo por medio del programa SPSS Statistics 17.0.

Para determinar del consumo de agua potable per cápita se utilizaron los registros de consumo de agua potable desde diciembre del 2009 hasta abril del 2011 de las viviendas del distrito Oriental de Cartago, proporcionados por la Municipalidad de Cartago.

Una vez obtenidos los datos de consumo de agua potable de las viviendas, se dividió este dato entre el número de personas que habitan la vivienda y entre el número de días que representa el dato del consumo de agua potable registrado. De esta manera se obtiene el consumo per cápita por día de agua potable o los litros por habitante por día (l/hab/día).

Para realizar la propuesta para el uso racional y eficiente del agua potable y conocer las últimas tecnologías y equipos de bajo consumo de agua se consultó a personas conocedoras del tema y se realizaron visitas a lugares donde venden este tipo de tecnologías y equipos.

También se determinó el ahorro de agua potable y económico al implementar sistemas de bajo consumo de agua, y el periodo de retorno de la inversión simple, para lo cual se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Periodo de retorno simple (años)} = \frac{\text{Inversión (colones)}}{\text{Ahorro (colones/año)}}$$

3. Resultados

3.1. Encuesta aplicada en el Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago

Antes de realizar la propuesta para un uso racional y eficiente del agua potable es necesario conocer las acciones que realizan los usuarios en sus viviendas para el uso del agua potable, de ahí la importancia de la encuesta, ya que de esta se desprende información valiosa sobre los hábitos de consumo de los usuarios, para posteriormente, proponer acciones y equipos que permitan un ahorro de agua potable.

La encuesta fue aplicada en el Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago por recomendación de la Municipalidad, esta se realizó en 168 viviendas de diferentes sectores del distrito.

Las preguntas de la encuesta se organizaron en tres partes. La primera fue sobre la información general de la vivienda: el número de localización de la vivienda y el número de personas que la habitan, para posteriormente calcular el consumo per cápita. La segunda parte abordó los hábitos de consumo de agua potable en la vivienda y la percepción de las personas con respecto al recurso agua. Y la tercera parte se relacionó con las tecnologías utilizadas en las viviendas para el suministro del agua potable.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de dicha encuesta.

Para conocer la apreciación que los usuarios tienen con respecto al servicio de agua potable que brinda la Municipalidad de Cartago se les realizó la pregunta “Cómo considera el costo del agua”, los resultados se muestran en la siguiente tabla y figura.

Tabla 3. Costo del servicio de agua potable según usuarios encuestados.

| Costo del agua | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|-----------------------|-------------------|-----------------------|
| Muy barato | 1 | 0,60 |
| Barato | 18 | 10,71 |
| Normal | 81 | 48,21 |
| Costoso | 45 | 26,79 |
| Muy costoso | 23 | 13,69 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

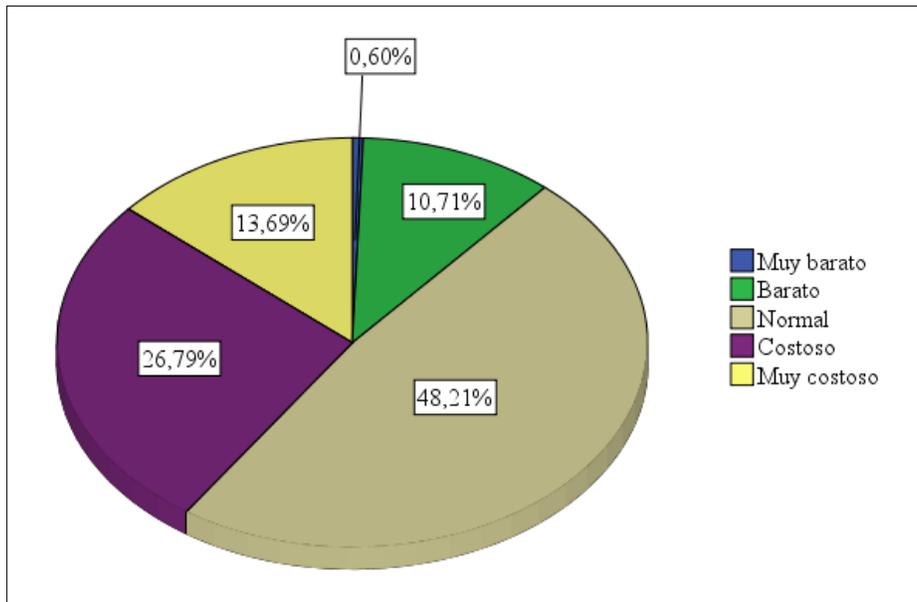


Figura 3. Costo del servicio de agua potable según percepción de los usuarios encuestados.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

Como se observa en la figura la mayoría de los encuestados, un 48,21% considera que el costo del agua es normal, un 26,79% y 13,69% piensa que el costo del agua es costoso y muy costoso respectivamente, ya que consideran que el costo del agua no representa la calidad del servicio brindado por la Municipalidad de Cartago debido al faltante de agua, estas quejas se presentan principalmente en la población que vive al norte del distrito (sectores del 1 al 5), y esto se debe a que el agua se distribuye por medio de bombeo, de manera que el agua al viajar en contra de la gravedad tarda más en llegar a esas zonas, también la falta de luz o una falla en alguna de las bombas de la planta de tratamiento produce una escasez de agua en la zona. Y finalmente un 10,71% y un 0,60% de la población encuestada consideran que el costo del agua es barato y muy barato.

En la Tabla 4 se muestra la percepción de los usuarios con respecto a la parte de la vivienda en la que más se consume agua. Según los encuestados la parte de la vivienda en la que más se consume agua es el cuarto de pilas con un 32,41% de respuesta, y en último lugar el lavado del carro con un 0,46%. Esta percepción del usuario difiere de la realidad, ya que las

partes de la vivienda en donde se consume una mayor cantidad de agua potable son en el servicio sanitario y la ducha.

Tabla 4. Parte de la vivienda en la que se consume más agua según usuarios encuestados.

| Parte de la vivienda | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|----------------------|------------|----------------|
| Cocina | 53 | 31,48 |
| Servicio sanitario | 26 | 15,74 |
| Ducha | 34 | 19,91 |
| Cuarto de pilas | 54 | 32,41 |
| Lavado del carro | 1 | 0,46 |
| Jardín | 0 | 0,00 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

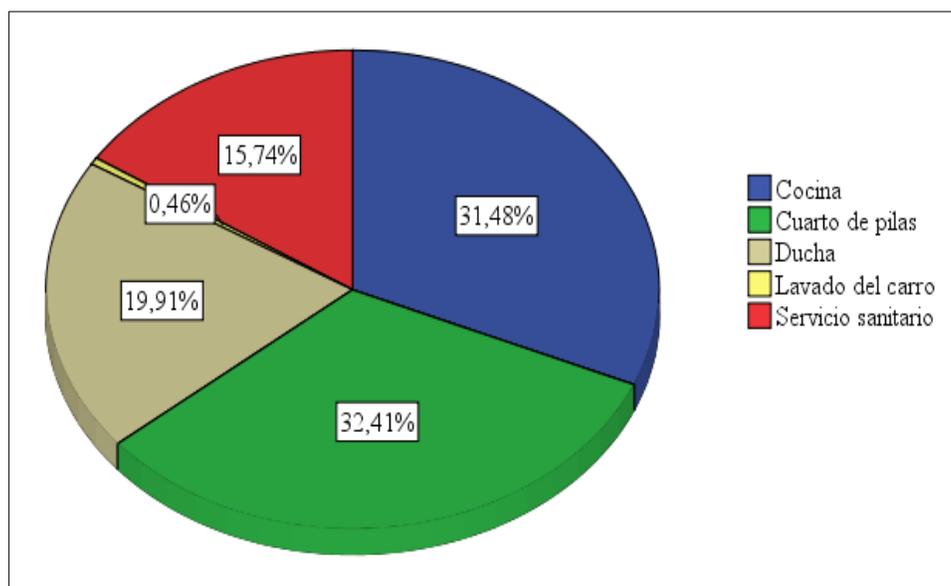


Figura 4. Parte de la vivienda en la que se consume más agua según población encuestada.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

Así mismo, a los encuestados se les realizó la pregunta de “Cuánta agua cree que se consume en la vivienda en un día”, con el fin de conocer si los usuarios están conscientes de la cantidad de agua que consumen en total por día realizando las diferentes actividades en su vivienda. Un 55,36% de los encuestados desconoce la cantidad de agua consumida en la vivienda en un día. El 29,17% cree que consumen menos de 100 litros por día, un

14,29% piensa que por día en la vivienda se consumen de 100 a 300 litros de agua, y sólo el 1,19% de los encuestados considera que consumen de 300 a 500 litros por día. Estos resultados reflejan que la mayoría de los encuestados no son conscientes del consumo de agua que se da en la vivienda por día, ya que muchos de ellos consideran que consumen una cantidad de agua que se encuentra lejos de lo que verdaderamente consumen.

Tabla 5. Cantidad de agua potable consumida por día según percepción de usuarios encuestados.

| Agua consumida en un día | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------------|------------|------------|
| Menos de 100 litros | 49 | 29,17 |
| De 100 a 300 litros | 24 | 14,29 |
| De 300 a 500 litros | 2 | 1,19 |
| De 500 a 800 litros | 0 | 0,00 |
| Más de 800 litros | 0 | 0,00 |
| Ns/Nr | 93 | 55,36 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

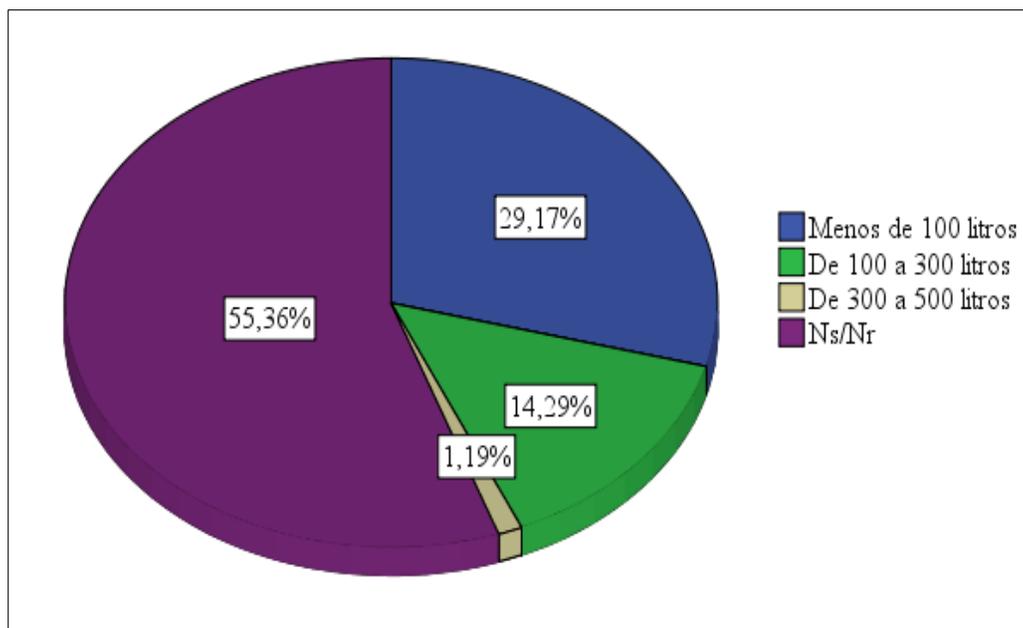


Figura 5. Cantidad de agua consumida por día según percepción de usuarios encuestados.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

Aplicando la encuesta también se logró recabar información sobre aquellas actividades que realizan los usuarios en sus viviendas para el ahorro del agua. A continuación se muestran los resultados.

Tabla 6. Actividades realizadas por los usuarios encuestados para el ahorro del agua potable.

| Actividades | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---|-------------------|-----------------------|
| Disminuye el tiempo que dura bañándose | 104 | 61,90 |
| Al bañarse mantiene la llave cerrada cuando se enjabona y la abre cuando se enjuaga | 117 | 69,64 |
| Mantiene el tubo cerrado al lavarse los dientes | 148 | 88,10 |
| Mantiene el tubo cerrado al afeitarse | 94 | 55,95 |
| Mantiene el tubo cerrado al enjabonar los platos | 134 | 79,76 |
| Riega el jardín y plantas de noche | 27 | 16,07 |
| Utiliza el agua de la lavadora en otras actividades | 41 | 24,40 |
| Repara fugas o goteras en las tuberías | 138 | 82,14 |
| Utiliza un balde en vez de la manguera cuando lava el carro | 38 | 22,62 |
| Utiliza el agua de lluvia en alguna actividad en su vivienda | 32 | 19,05 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

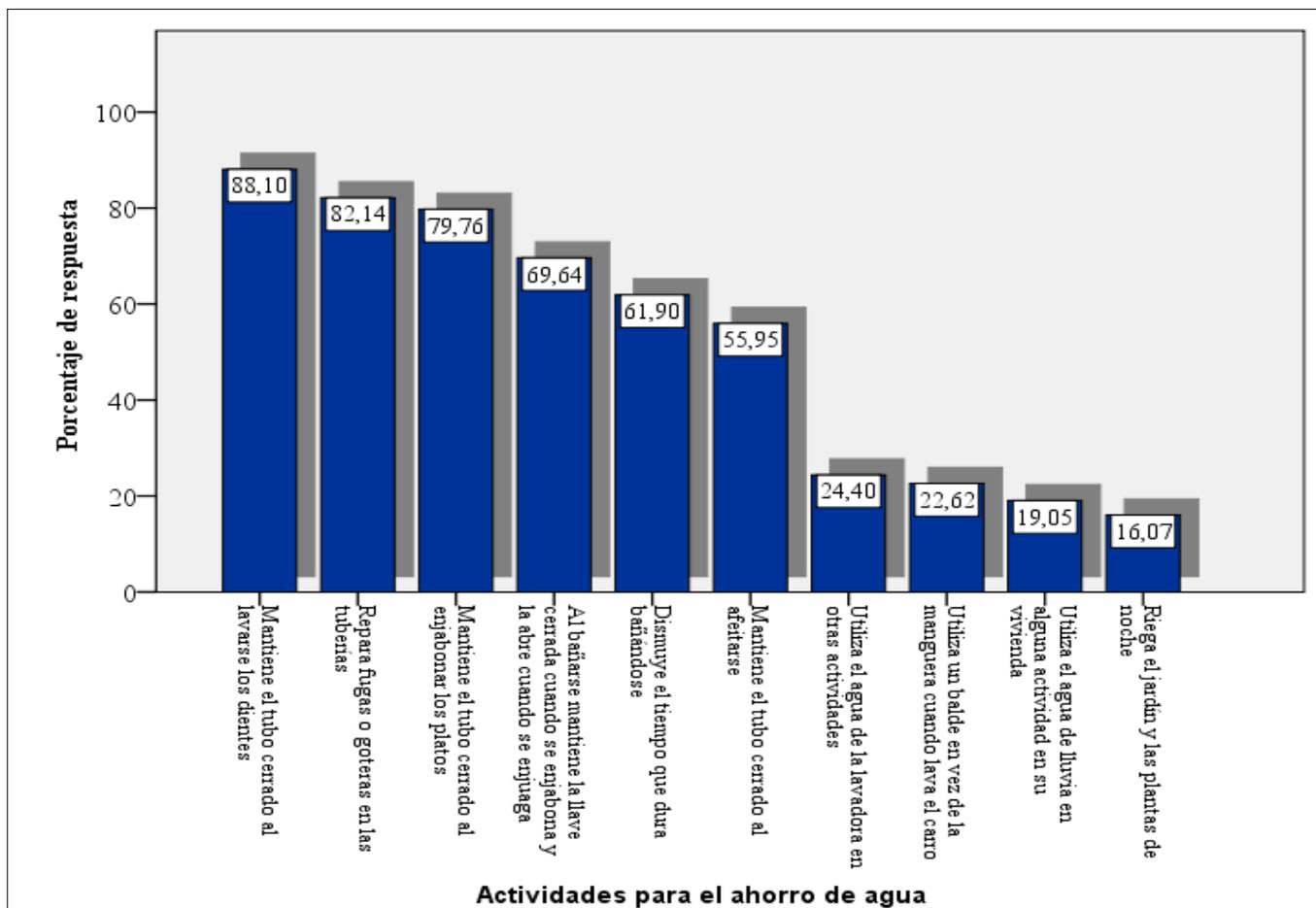


Figura 6. Actividades realizadas por la población encuestada para el ahorro del agua potable.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

Como se aprecia en el gráfico las actividades que más realizan los usuarios en sus viviendas para el ahorro del agua son mantener el tubo cerrado al lavarse los dientes, reparar fugas y goteras, mantener el tubo cerrado al enjabonar los platos y mantener la llave cerrada cuando se enjabonan al bañarse.

Al preguntar a los encuestados si estarían dispuestos a implementar algunas de las acciones que no practican en su vivienda con el fin de lograr un mayor ahorro del agua potable, el 71,43% de los usuarios están anuentes a cambiar sus hábitos de consumo, mientras que el 28,57% no están dispuestos a efectuar cambios, ya que consideran que las acciones que realizan son suficientes para el ahorro del agua.

Tabla 7. Usuarios encuestados dispuestos a cambiar hábitos de consumo para el ahorro del agua potable.

| Disposición a cambiar hábitos de consumo para el ahorro del agua | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---|-------------------|-----------------------|
| Sí | 120 | 71,43 |
| No | 48 | 28,57 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

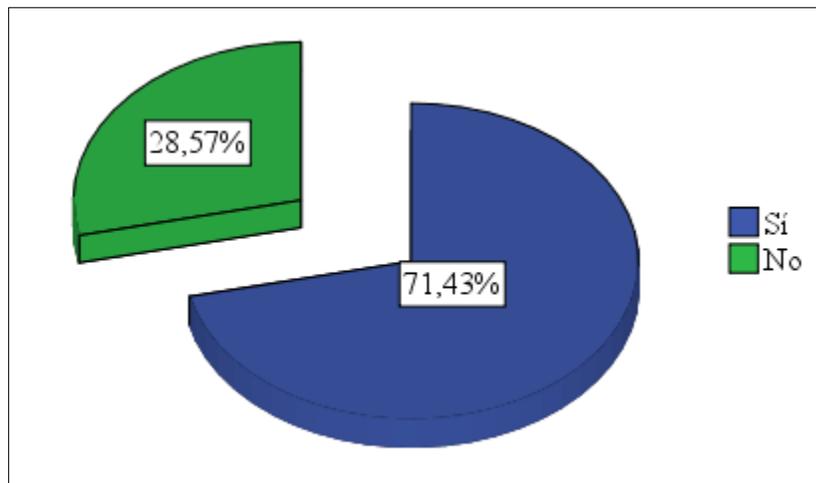


Figura 7. Usuarios encuestados dispuestos a cambiar hábitos de consumo para el ahorro del agua potable.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

Al 71,43% de los usuarios que manifestaron estar de acuerdo en cambiar sus hábitos de consumo, se les preguntó que otras acciones les gustaría implementar en sus viviendas para el ahorro del agua potable, las actividades que están dispuestas a hacer se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 8. Actividades a realizar por los usuarios encuestados en sus viviendas para el ahorro del agua potable.

| Actividades | Frecuencia | Porcentaje |
|---|-------------------|-------------------|
| Disminuir el tiempo que dura bañándose | 19 | 15,83 |
| Al bañarse mantener la llave cerrada cuando se enjabona y abrirla cuando se enjuaga | 22 | 18,33 |
| Mantener el tubo cerrado al lavarse los dientes | 10 | 8,33 |
| Mantener el tubo cerrado al afeitarse | 4 | 3,33 |
| Mantener el tubo cerrado al enjabonar los platos | 16 | 13,33 |
| Regar el jardín y plantas de noche | 16 | 13,33 |
| Utilizar el agua de la lavadora en otras actividades | 41 | 34,17 |
| Reparar fugas o goteras en las tuberías | 1 | 0,83 |
| Utilizar un balde en vez de la manguera cuando lava el carro | 11 | 9,17 |
| Utilizar el agua de lluvia en alguna actividad en su vivienda | 47 | 39,17 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

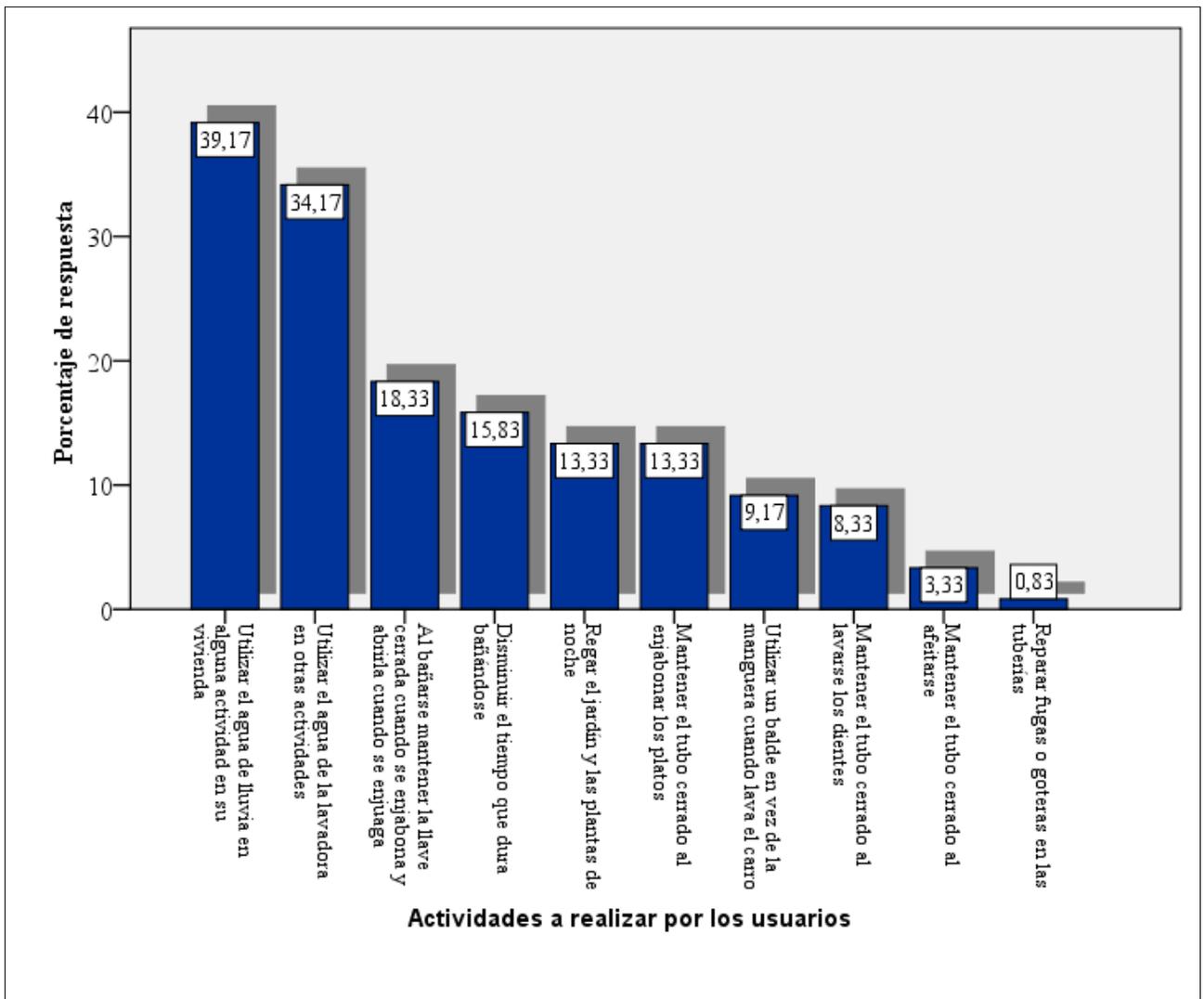


Figura 8. Actividades a realizar por los usuarios encuestados en sus viviendas para el ahorro del agua potable.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

Al preguntar a los encuestados si conocen sobre sistemas de bajo consumo (ahorradores de agua), sólo el 21,43% respondió que si conocen sobre este tipo de sistemas, tales como inodoros, llaves o grifos y sistemas para la recolección de agua de lluvia, ya que se han informado por medio de diferentes medios de comunicación, mientras que el 78,57% no conoce sobre equipos de bajo consumo de agua, por lo que es importante informar a la población sobre este tipo de sistemas y los beneficios que pueden obtener al implementarlos.

Tabla 9. Usuarios encuestados conocedores de sistemas ahorradores de agua.

| Conoce sobre sistemas ahorradores de agua | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---|------------|----------------|
| Sí | 36 | 21,43 |
| No | 132 | 78,57 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

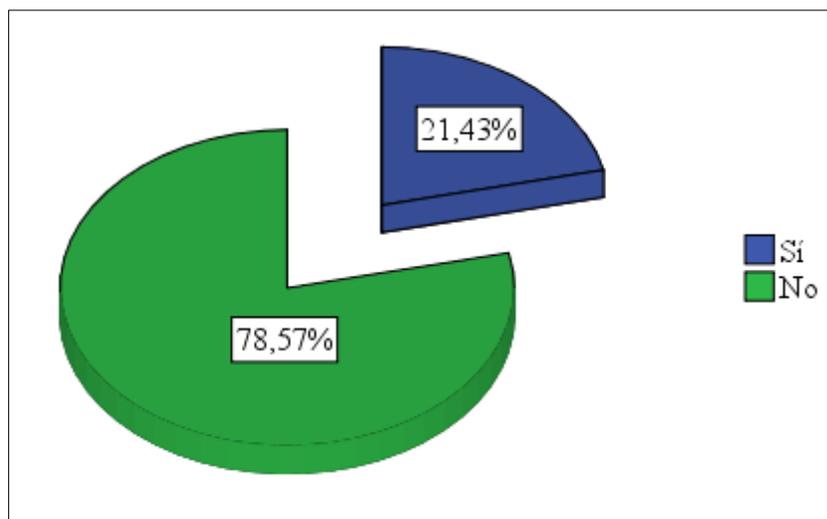


Figura 9. Población encuestada conocedora de sistemas ahorradores de agua.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

Sólo el 7,14% de los usuarios encuestados cuenta con sistemas ahorradores de agua en sus viviendas, como por ejemplo inodoros de bajo consumo y llaves o grifos reductores de caudal, y el 92,86% no cuenta con equipo ahorrador de agua, por lo que se vuelve de suma importancia motivar a la población a implementar dispositivos que contribuyan al ahorro y uso racional y eficiente del agua.

Tabla 10. Usuarios encuestados que cuenta con sistemas ahorradores de agua en sus viviendas.

| Cuenta con algún sistema ahorrador de agua en la vivienda | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---|------------|----------------|
| Sí | 12 | 7,14 |
| No | 156 | 92,86 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

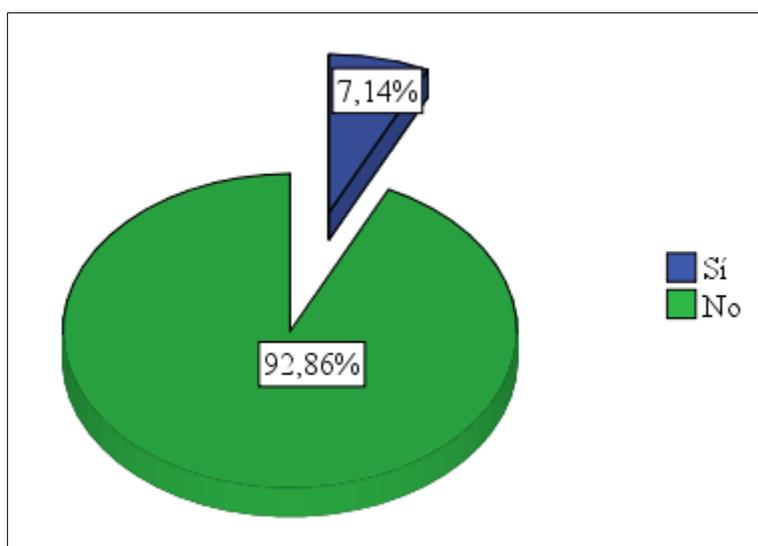


Figura 10. Población encuestada que cuenta con sistemas ahorradores de agua en sus viviendas.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

La mayor parte de los usuarios encuestados, un 73,21%, estarían dispuestos a invertir dinero en sistemas ahorradores de agua para sus viviendas, mientras que el 26,79% de los usuarios no están dispuestos, ya que mencionan que la difícil situación económica no permite realizar algún cambio en la vivienda.

Tabla 11. Población encuestada dispuesta a invertir dinero en sistemas ahorradores de agua.

| Disposición a invertir dinero en sistemas ahorradores de agua | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---|------------|----------------|
| Sí | 123 | 73,21 |
| No | 45 | 26,79 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

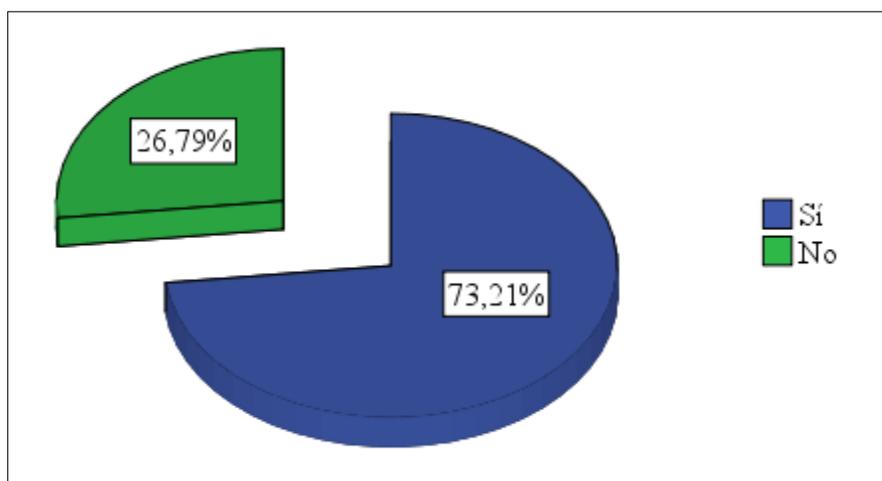


Figura 11. Población encuestada dispuesta a invertir dinero en sistemas ahorradores de agua.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

De la población que manifestó estar de acuerdo en invertir dinero en sistemas ahorradores de agua, el 46,34% invertiría en inodoros de bajo consumo de agua, el 38,21% de los encuestados prefiere invertir en dispositivos más económicos como los aireadores o perlizadores, el 35,77% en duchas reductoras de caudal y llaves o grifos reductores de caudal, mientras que sólo el 20,33% invertiría dinero en equipos más costosos como electrodomésticos, tales como lavadoras que utilizan el agua de manera eficiente.

Tabla 12. Dispositivos ahorradores de agua en los que los usuarios encuestados estarían dispuestos a invertir dinero.

| Dispositivos ahorradores de agua | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--|------------|----------------|
| Inodoros de bajo consumo de agua | 57 | 46,34 |
| Duchas reductoras de caudal | 44 | 35,77 |
| Llaves o grifos reductores de caudal | 44 | 35,77 |
| Aireadores/Perlizadores | 47 | 38,21 |
| Electrodomésticos que reducen el consumo de agua | 25 | 20,33 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

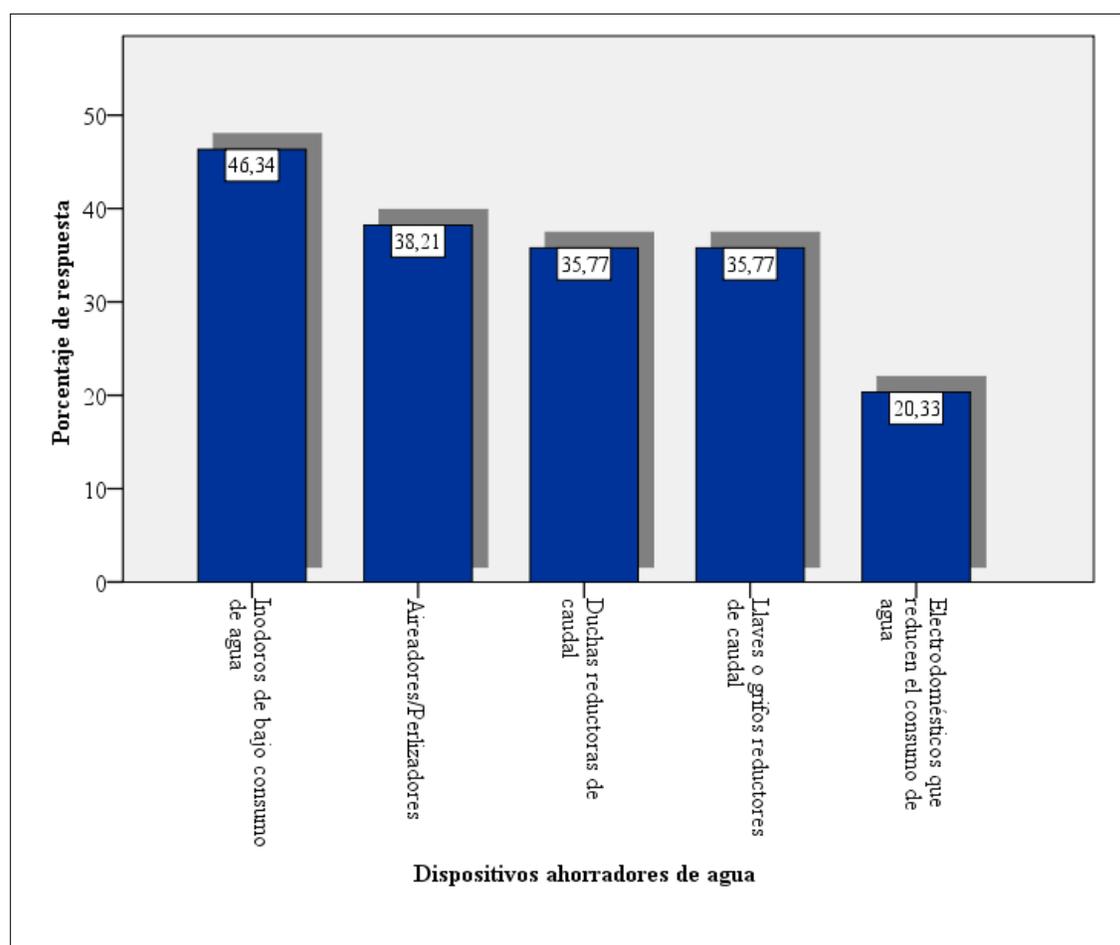


Figura 12. Dispositivos ahorradores de agua en los que los usuarios encuestados estarían dispuestos a invertir dinero.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

El 88,69% de la población encuestada demostró interés en participar en un programa para el uso racional y eficiente del agua potable en conjunto con la Municipalidad de Cartago, en contra del 11,31% que no está interesado en participar en dicho programa, mencionando que no tienen tiempo o que las acciones que realizan en sus viviendas son suficientes para el ahorro del agua.

Tabla 13. Población encuestada dispuesta a participar en un programa sobre el uso racional del agua potable.

| Disposición a participar en un programa sobre el uso racional del agua potable | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--|------------|----------------|
| Sí | 149 | 88,69 |
| No | 19 | 11,31 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

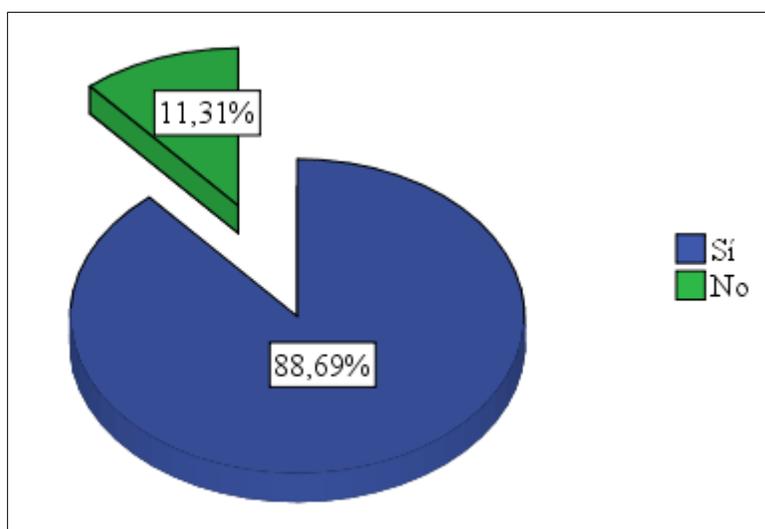


Figura 13. Población encuestada dispuesta a participar en un programa sobre el uso racional del agua potable.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

Los beneficios que percibe la población interesada en participar en un programa sobre el uso racional y eficiente del agua potable son diversos, en la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 14. Beneficios que perciben los encuestados al participar en un programa sobre el uso racional del agua potable.

| Beneficios | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--|-------------------|-----------------------|
| Ahorro de dinero | 101 | 60,12 |
| Conciencia ambiental | 85 | 50,60 |
| Protección al medio ambiente | 84 | 50,00 |
| Contribución al problema de escasez del agua | 91 | 54,17 |
| Ns/Nr | 19 | 11,31 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

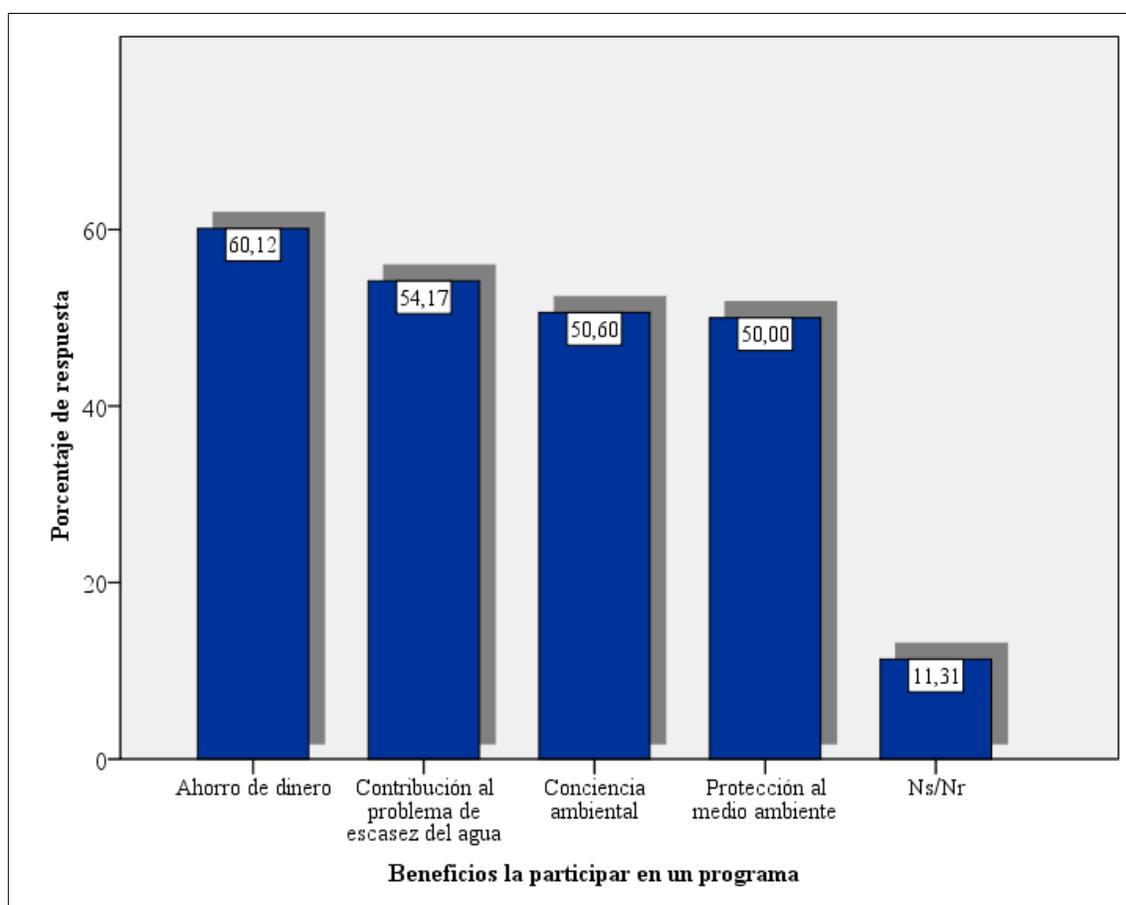


Figura 14. Beneficios que percibe la población encuestada al participar en un programa sobre el uso racional del agua potable.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

3.2. Consumo per cápita de agua potable de la población del Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago

Para calcular el consumo per cápita de la zona en estudio se solicitaron los registros de consumo de agua potable al departamento de gestión y cobro de la Municipalidad de Cartago. En el Anexo 2 se muestra el consumo de agua potable para los meses que van de diciembre del 2009 hasta abril del 2011 de la muestra de las 168 viviendas en las que se aplicó la encuesta, se presenta el número de miembros que habitan la vivienda (dato que se desprende de la encuesta) y el consumo per cápita de agua potable para cada vivienda.

El consumo de agua potable varía de una vivienda a otra, y esto puede depender de factores como fugas en el sistema de distribución del agua en las viviendas, malos hábitos de consumo por parte de los usuarios, de si los miembros de la familia permanecen durante el día en la vivienda o no, mal funcionamiento de los medidores o una toma errónea del consumo de agua por parte de los encargados de la lectura de los medidores.

Cabe destacar que el consumo de agua en las viviendas no es proporcional al número de personas que la habitan. Para ejemplificar este caso se tomó una pequeña muestra de 30 familias de las 168 a las que se le aplicó la encuesta, los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 15. Consumo de agua en l/hab/d de 30 familias del Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago.

| Nº de vivienda | Litros por habitante por día (l/hab/d) | Nº de personas en la vivienda |
|----------------|--|-------------------------------|
| 2 | 706,86 | 2 |
| 49 | 521,57 | |
| 87 | 859,80 | |
| 34 | 849,67 | 3 |
| 92 | 566,67 | |
| 160 | 362,09 | |
| 8 | 353,92 | 4 |
| 84 | 596,08 | |
| 107 | 262,25 | |
| 141 | 495,10 | |

| | | |
|-----|--------|----|
| 31 | 658,82 | 5 |
| 47 | 534,12 | |
| 80 | 351,76 | |
| 113 | 196,86 | |
| 161 | 219,21 | |
| 20 | 327,78 | 6 |
| 95 | 295,75 | |
| 117 | 183,99 | |
| 21 | 235,29 | 7 |
| 71 | 206,72 | |
| 168 | 147,06 | |
| 114 | 162,01 | |
| 115 | 153,43 | 8 |
| 78 | 174,07 | |
| 119 | 254,68 | 9 |
| 166 | 133,99 | |
| 51 | 143,92 | |
| 76 | 231,18 | 10 |
| 35 | 162,92 | |
| 139 | 160,62 | 11 |
| | | 12 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

Como se muestra en la tabla anterior el consumo de agua potable varía inclusive en familias compuestas por el mismo número de miembros. Así mismo el consumo en una vivienda donde habitan 2 personas puede llegar a ser de 859,80 l/hab/d según los datos obtenidos en la encuesta, mientras que una familia compuesta por 12 miembros puede consumir una cantidad de 160,62 l/hab/d, lo que demuestra que el consumo de agua potable no depende necesariamente del número de personas en la vivienda.

Es importante mencionar que para el cálculo del promedio del consumo per cápita de agua potable en el distrito no se tomaron en cuenta 6 datos de los 168 obtenidos (Ver Anexo 2), ya que estos se encuentran muy dispersos del rango de datos.

El consumo per cápita en general para la población del Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago da como resultado 333,07 l/hab/d. Considerando que una persona promedio necesita un total de 200 l/hab/d según datos de AyA, la cantidad de 333,07 l/hab/d sobrepasa este dato, por lo que es necesario tomar medidas que permitan crear una conciencia en la población de la importancia del uso racional y eficiente del agua.

En un estudio realizado sobre la evaluación y optimización de la planta de tratamiento de agua potable de la región central de Cartago se determinó que el límite de producción para el 2010 de la planta de tratamiento de agua potable que abastece la ciudad de Cartago es para una dotación de 300 l/hab/d¹, significa que actualmente se sobrepasa ese límite de producción según el dato obtenido de 333,07 l/hab/d, esto justificaría los constantes faltantes de agua potable en las diferentes zonas abastecidas por dicha planta.

¹ Barrios Hernández, M. (2011). Evaluación y optimización de la planta de tratamiento de agua potable de la región central de Cartago.

3.3. Estado de los medidores de agua potable en el Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago

Como parte del estudio se realizó una revisión del estado de la estructura de los medidores de agua potable de las 168 viviendas en las cuales se aplicó la encuesta, en el Anexo 3 se presenta de una manera más detallada el estado del medidor de acuerdo al número de localización de la vivienda. En la siguiente tabla se presenta una síntesis de los resultados obtenidos.

Tabla 16. Estado de los medidores de agua potable de 168 viviendas del Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago.

| Estado del medidor | Número de medidores | Porcentaje (%) |
|--------------------|---------------------|----------------|
| Con tapa | 153 | 91,07 |
| Sin tapa | 15 | 8,93 |
| Total | 168 | 100,00 |

Fuente: Elaboración propia.

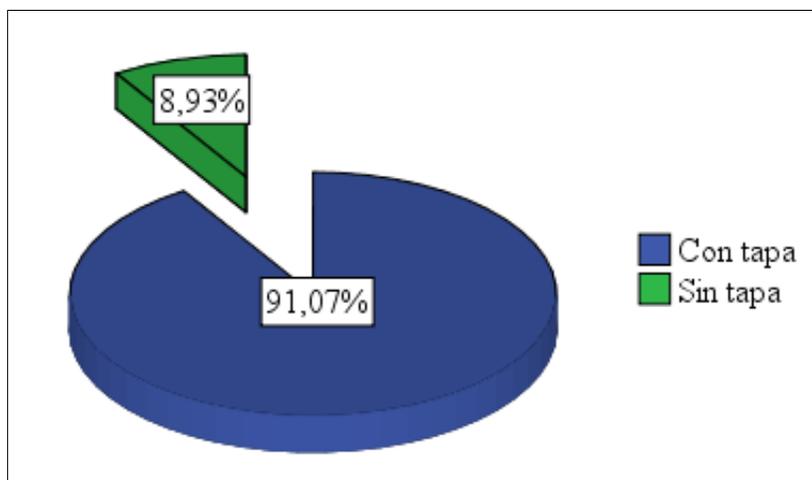


Figura 15. Estado de los medidores de agua potable de 168 viviendas del Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 16. Medidor de agua potable con tapa.

Fuente: Fotografía tomada por Gabriela Herrera Cervantes el día 17/8/2011.



Figura 17. Medidor de agua potable sin tapa.

Fuente: Fotografía tomada por Gabriela Herrera Cervantes el día 16/8/2011.

A pesar que la mayoría de los medidores de agua potable se encuentran en buen estado, algunos de ellos presentaban características especiales que se describen a continuación.

De los 153 medidores inspeccionados que poseen tapa, se encontró un medidor con la tapa quebrada.



Figura 18. Medidor de agua potable con tapa quebrada.

Fuente: Fotografía tomada por Gabriela Herrera Cervantes el día 16/8/2011.

De los 15 medidores encontrados sin tapa, uno de ellos presentaba maleza que impide una buena visibilidad del medidor, uno estaba enterrado lo cual impide la lectura del consumo de agua y otro medidor estaba semienterrado y presentaba la carátula no visible, lo que no permite la correcta lectura del medidor. Estas características pueden afectar el funcionamiento del medidor a largo plazo, por lo que es importante que se tomen las medidas necesarias para mantener el medidor en buen estado, como por ejemplo hacer la limpieza de los medidores y reponer las tapas en aquellos medidores que no la tienen, de este modo, se puede extender su vida útil y obtener una lectura confiable del consumo de agua de las viviendas. A pesar de esto se encontraron dos medidores más sin tapa pero con tapón en la carátula, que permite una mejor protección del medidor.



Figura 19. Medidor de agua potable sin tapa y con maleza.

Fuente: Fotografía tomada por Gabriela Herrera Cervantes el día 18/8/2011.



Figura 20. Medidor de agua potable sin tapa y enterrado.

Fuente: Fotografía tomada por Gabriela Herrera Cervantes el día 16/8/2011.



Figura 21. Medidor de agua potable sin tapa y con pantalla no visible.

Fuente: Fotografía tomada por Gabriela Herrera Cervantes el día 17/8/2011.



Figura 22. Medidor de agua potable sin tapa y con tapón en la carátula.

Fuente: Fotografía tomada por Gabriela Herrera Cervantes el día 16/8/2011.

3.4. Tecnologías de bajo consumo de agua

3.4.1. Tipos de sistemas ahorradores

Los sistemas ahorradores de agua son equipos que están diseñados para el ahorro y uso eficiente del agua. En el mercado nacional existen diferentes opciones de sistemas o dispositivos ahorradores de agua o de bajo consumo a diferentes precios. A continuación se describen algunos de estos equipos.

- **Inodoros**

Los inodoros de bajo consumo de agua se han desarrollado para trabajar con volúmenes de 6 litros o menos de agua, menores a esa cantidad se consideran con grado ecológico. Algunos inodoros cuentan en el interior del tanque con dispositivos o válvulas que regulan la salida del agua. Para considerar un inodoro como ahorrador, es preciso que cuente con un sistema de retención de descarga, que puede ser de varios tipos:

1) Cisternas con interrupción de la descarga

Disponen de un pulsador único que interrumpe la salida de agua, en unos casos accionándolo dos veces y, en otros, dejando de pulsarlo.



Figura 23. Inodoro con interrupción de descarga.

Fuente: <http://www.helvex.com.mx/>

2) Cisternas con doble pulsador

Permiten dos niveles de descarga de agua, cada uno de los pulsadores descarga un volumen determinado de agua, siendo las combinaciones más comunes las de 3 y 6 litros. Si necesita evacuar residuos líquidos puede descargar 3 litros de agua y si son sólidos 6 litros.



Figura 24. Inodoro de doble descarga.

Fuente: <http://www.helvex.com.mx/>

En el mercado nacional este tipo de sistemas se encuentran en diferentes precios, desde los inodoros más económicos a ₡ 27.995 colones, hasta inodoros más lujosos de ₡ 203.295 colones.

3) Mecanismo de descarga para cisternas

Son mecanismos que pueden adaptarse a cualquier cisterna baja y permiten convertir un inodoro en ahorrador, permite realizar una descarga parcial para desechos líquidos y una descarga completa para desechos sólidos. Son de fácil instalación y sustituyen al mecanismo antiguo.



Figura 25. Mecanismo de descarga para cisternas.

Fuente: <http://www.construcr.com/>

Este mecanismo se puede encontrar en el mercado nacional a un precio de ₡ 12.555 colones.

- **Duchas**

El ahorro de agua de las regaderas eficientes se consigue a través de diferentes mecanismos, que incluyen:

- 1) Mezcla con aire

Mezcla de aire con agua de manera que el chorro proporciona la misma sensación de mojado, consumiendo aproximadamente la mitad de agua.



Figura 26. Ducha con tecnología ahorradora de agua.

Fuente: <http://www.helvex.com.mx/>

2) Reducción del área de difusión

La concentración del chorro de salida consigue en las duchas eficientes un considerable ahorro sin reducir la cantidad de agua útil por unidad de superficie.



Figura 27. Ducha con reducción del área de difusión.

Fuente: <http://www.helvex.com.mx/>

3) Reducción de caudal

Reducción del caudal a 10 litros por minuto (a 3 bar de presión). Este caudal garantiza un servicio adecuado y se aleja bastante de los 20 litros que, a esta misma presión, ofrecen muchos cabezales de regaderas tradicionales.



Figura 28. Ducha de chorro regulable.

Fuente: <http://www.helvex.com.mx/>

Los precios de las duchas en el mercado van desde ₡ 22.995 colones hasta ₡ 66.295 colones.

- **Laves o grifos**

- 1) Llaves monomando

La instalación de llaves monomando en usos de tipo doméstico y residencial se ha generalizado debido a su sencillez de manejo. La comodidad de manejo en un mismo mando permite regular caudal y temperatura reduciendo el gasto de agua en operaciones tales como el ajuste de la temperatura de agua mezclada.



Figura 29. Llave monomando.

Fuente: <http://www.helvex.com.mx/>

- 2) Llave temporizada

Las llaves temporizadas son aquellas que se accionan pulsando un botón y dejan salir el agua durante un tiempo determinado, transcurrido el cual se cierran automáticamente.



Figura 30. Llave temporizada.

Fuente: <http://www.helvex.com.mx/>

3) Llave electrónica

La apertura del agua se activa sólo cuando se colocan las manos bajo el grifo, cortándose el flujo cuando se retiran.



Figura 31. Llave electrónica.

Fuente: <http://www.helvex.com.mx/>

Los precios de las llaves o grifos van desde ₡ 14.995 colones los grifos tipo monomando, hasta ₡ 251.795 colones los grifos electrónicos.

- **Economizadores o reductores de flujo**

Las llaves ya existentes se pueden mejorar con opciones sencillas y económicas. Consisten en una variedad de boquillas reguladoras para todo tipo de llaves mezcladoras y regaderas de agua potable. El costo de adquisición es bajo, lo que permite recuperar la inversión en poco tiempo, su instalación es muy sencilla y su mantenimiento mínimo. Cada boquilla instalada, reducirá hasta un 50% el gasto de agua sin disminución aparente de la intensidad del flujo. Asimismo, el diseño de las boquillas les permite conservar una presión uniforme en todas las salidas, aun cuando varias llaves sean abiertas a la vez en horarios pico o de alta demanda.

1) Aireador-perlizador

Es un dispositivo que mezcla aire con el agua, incluso cuando hay baja presión, de manera que las gotas de agua salen en forma de perlas. Sustituyen a los filtros habituales de las llaves y a pesar de reducir el consumo, el usuario no tiene la sensación de que proporcionen

menos agua. Los aireadores-perlizadores permiten ahorrar aproximadamente un 40% de agua y energía en las llaves tradicionales.

Este tipo de dispositivo es muy económico y su precio es de ₡ 3.995 colones.



Figura 32. Aireador - perlizador.

Fuente: Centro Virtual de Información del Agua. En: <http://www.agua.org.mx>

2) Limitador de caudal

Los limitadores de caudal reducen la cantidad total de agua que sale de la llave. Dado su diseño, funcionan correctamente a las presiones de servicio habituales pero no garantizan que se mantengan en óptimas condiciones de servicio a bajas presiones. Su colocación es muy sencilla, y se comercializan con acabado en roscas de distintos tamaños para su acoplamiento a diferentes llaves. Consiguen un ahorro comprobado de entre 40% y 60%, dependiendo de la presión de la red.



Figura 33. Limitador de caudal.

Fuente: Centro Virtual de Información del Agua. En: <http://www.agua.org.mx>

3) Interruptor de caudal

Los interruptores de caudal se emplean en las duchas para bloquear el paso de agua sin tener que cerrar, y por tanto volver a regular, las llaves durante el enjabonado. Es un sistema que resulta útil para los modelos antiguos de doble mando agua fría-agua caliente, que permite ahorros de agua y energía no muy elevados (entre 20% y 30%) y que, fundamentalmente, mejora el confort del usuario.

El precio de este dispositivo va de ₡ 2.995 colones a ₡ 3.345 colones.



Figura 34. Interruptor de caudal.

Fuente: <http://www.construcr.com/>

- **Lavadoras**

En el mercado se encuentran lavadoras que cuentan con sistemas para reducir el consumo de agua. Su precio varía dependiendo de la marca, de las características que posean o de su capacidad.



Figura 35. Lavadora Aqua Saber de Mabe con Sistema Econowater.

Fuente: <http://www.mabe.com.mx/>

En el Anexo 4 se presentan algunos distribuidores de sistemas ahorradores de agua en el país.

- **Sistema de reciclaje de agua de lluvia**

La recuperación del agua pluvial consiste en filtrar el agua de lluvia captada en una superficie determinada, generalmente el techo, y almacenarla en un depósito. Posteriormente el agua tratada se distribuye a través de un circuito hidráulico independiente de la red de agua potable.

Un sistema básico de recolección de lluvia está compuesto por los siguientes componentes:

- a. Captación: Es la superficie destinada para la recolección del agua lluvia. La mayoría de los sistemas utilizan la captación en los techos, los cuales deben tener una pendiente adecuada para el escurrimiento del agua de lluvia al sistema de recolección.
- b. Recolección y conducción: Es el conjunto de canaletas en los bordes más bajos del techo, con el objetivo de recolectar el agua lluvia y de conducirla hasta el sitio deseado.

c. Interceptor de primeras aguas: Es el dispositivo dirigido a captar las primeras aguas lluvias correspondientes al lavado del área de captación, con el fin de evitar el almacenamiento de aguas con gran cantidad de impurezas. El agua recolectada temporalmente por el interceptor puede utilizarse para el riego de plantas o jardines.

d. Almacenamiento: Es el depósito destinado para la acumulación, conservación y abastecimiento del agua lluvia a los diferentes usos.

f. Red de distribución de agua lluvia (sistema de bombeo): Esta red debe ir paralela a la red de acueducto, y debe llegar a los puntos hidráulicos donde se utilizará el agua lluvia. El sistema de bombeo distribuirá el agua de lluvia desde el tanque de almacenamiento hacia las unidades sanitarias requeridas.

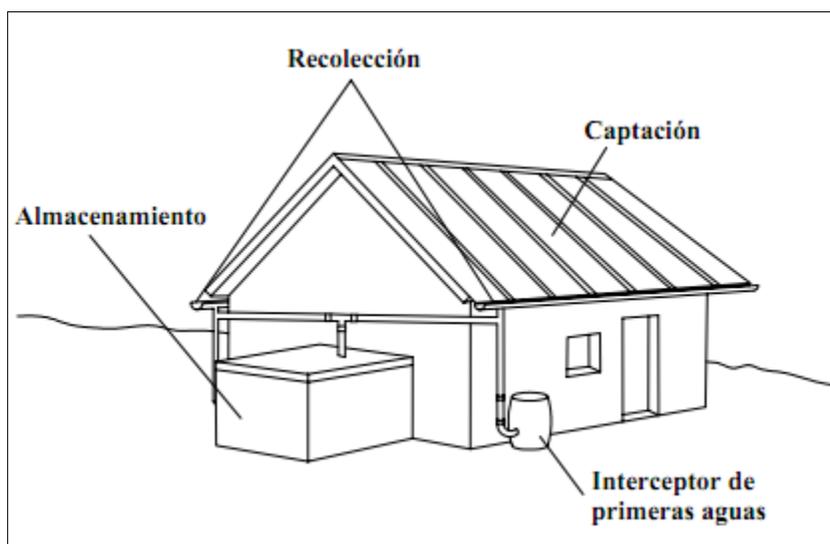


Figura 36. Sistema de captación de agua de lluvia.

Fuente: Guía de diseño para captación de agua de lluvia. CEPIS, 2004.

El agua pluvial se utiliza en usos donde no se requiere agua potable como la lavadora, el inodoro, lavado del carro o en el riego de jardines.

Algunas ventajas de la captación de agua de lluvia para consumo humano son:

- Se trata de un recurso natural gratuito.
- Consecuentemente, nos ahorramos dinero y energía.

- Alta calidad físico química del agua de lluvia.
- Bajos costos de mantenimiento.
- Comodidad y ahorro de tiempo en la recolección.

3.4.2. Comparación de precios entre tecnologías de alto y bajo consumo de agua.

En el mercado nacional existe una cantidad diversa de sistemas de bajo consumo de agua con diferentes características y diferentes precios. En las siguientes tablas se realiza una comparación de precios de las tecnologías más comunes para el uso del agua en las viviendas, tales como inodoros, duchas, grifos y lavadoras, tomando en cuenta tecnologías de alto y bajo consumo de agua.

Tabla 17. Comparación de precios entre inodoros con tecnologías de alto y bajo consumo de agua.

| Tecnología de alto consumo | Tecnología de bajo consumo |
|---|--|
| <p data-bbox="240 1234 779 1375">American Standard Redondo Standard, 13 litros por descarga. Precio: ₡ 62.995 colones.</p>  <p data-bbox="313 1698 708 1728">http://www.americanstandardca.com</p> | <p data-bbox="878 1123 1344 1213">Briggs Inodoro Ego Redondo doble descarga, 6 y 4,8 litros por descarga. Precio: ₡ 69.995 colones.</p>  <p data-bbox="972 1589 1252 1619">http://www.edesa.com.ec/</p> <p data-bbox="854 1692 1369 1833">Edesa Het Hight Efficiency Toilette, 4,8 litros por descarga. Precio: ₡ 31.995 colones.</p> |

| | |
|--|---|
| |  <p data-bbox="971 583 1252 615">http://www.edesa.com.ec/</p> <p data-bbox="873 678 1349 768">Savex Inodoro Elongado, 6 litros por descarga.</p> <p data-bbox="943 787 1276 819">Precio: ₡ 27.995 colones.</p>  <p data-bbox="950 1203 1273 1234">http://www.construpages.com</p> |
|--|---|

Fuente: Elaboración propia con precios consultados en Ferretería EPA.

Como se muestra en la tabla se pueden encontrar inodoros con tecnología de doble descarga que son más costosos que los inodoros con tecnología convencional, sin embargo también se pueden encontrar inodoros ecológicos a precios más bajos, como por ejemplo los inodoros de una sola descarga de 6 y 4,8 litros por descarga.

Con las duchas de bajo consumo de agua el costo varía dependiendo del mecanismo que utilicen, el acabado y las funciones que tengan. En la siguiente tabla se muestran algunos ejemplos.

Tabla 18. Comparación de precios entre duchas con tecnologías de alto y bajo consumo de agua.

| Tecnología de alto consumo | Tecnología de bajo consumo |
|--|---|
| <p data-bbox="256 646 764 785">Lorenzetti Maxi Ducha, consumo de 12 litros por minuto. Precio: ₡ 12.795 colones.</p>  <p data-bbox="310 1178 711 1205">http://www.lorenzetti.com.br/site_es/</p> | <p data-bbox="841 350 1382 489">Lorenzetti Advanced, consumo de 3 litros por minuto. Precio: ₡ 43.295 colones.</p>  <p data-bbox="911 879 1312 907">http://www.lorenzetti.com.br/site_es/</p> <p data-bbox="834 980 1386 1119">Helvex, ducha con brazo Óptima, consumo de 3,7 litros por minuto. Precio: ₡ 22.995 colones.</p>  <p data-bbox="964 1535 1256 1562">http://www.helvex.com.mx</p> |

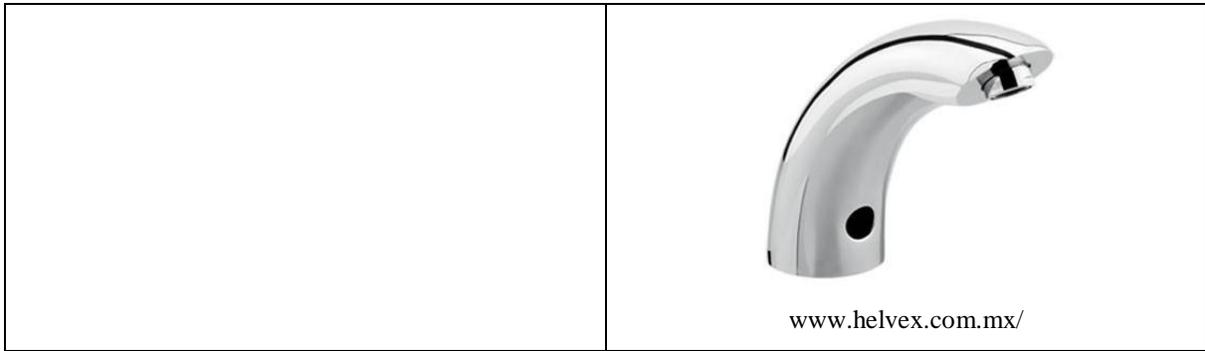
Fuente: Elaboración propia con precios consultados en Ferretería EPA.

En el caso de las llaves o grifos, aquellos que presentan tecnología ahorradora de agua son más costosos que aquellos que no cuentan con tecnología ahorradora, tal y como se muestra en la Tabla 19. Los grifos con tecnología de bajo consumo más sencillos y con un costo menor son los grifos tipo temporizador o monomando, mientras que los de mayor costo son los que cuentan con sensores.

Los grifos temporizadores limitan la salida del agua durante un tiempo determinado, existe la opción de ajustar la válvula push para que la salida del agua tenga una duración de 5 a 13 segundos, evitando así un desperdicio de agua. En el caso de los grifos con sensor la salida del agua se desactiva 2 segundos después de retirar la mano o después de 30 segundos de operación.

Tabla 19. Comparación de precios entre llaves o grifos con tecnologías de alto y bajo consumo de agua.

| Tecnología de alto consumo | Tecnología de bajo consumo |
|---|---|
| <p data-bbox="263 978 756 1119">Grifo Moen, consumo de 8,3 litros por minuto a 60 PSI. Precio: ¢ 7.995</p>  <p data-bbox="375 1467 646 1497">http://espanol.moen.com/</p> | <p data-bbox="846 653 1382 793">Grifo Moen monomando, consumo de 5,7 litros por minuto a 60 PSI. Precio: ¢ 29.995</p>  <p data-bbox="976 1115 1247 1144">http://espanol.moen.com/</p> <p data-bbox="834 1209 1390 1350">Grifo Kenneth temporizador, consumo de 6 litros por minuto a 60 PSI. Precio: ¢ 23.200</p>  <p data-bbox="980 1644 1240 1673">http://www.ellagar.com/</p> <p data-bbox="859 1738 1365 1879">Grifo Helvex con sensor, consumo de 6 litros por minuto a 60 PSI. Precio: ¢ 249.995</p> |



Fuente: Elaboración propia con precios consultados en Ferretería EPA y Ferretería El Lagar.

En cuanto a lavadoras el precio varía dependiendo de las características que posean como los ciclos de lavado, niveles de agua o la capacidad. Al igual que otras tecnologías descritas anteriormente, las lavadoras con sistemas de bajo consumo de agua suelen ser más costosas que aquellas que no cuentan con tecnología ahorradora. En la siguiente tabla se muestran algunos ejemplos.

Tabla 20. Comparación de precios entre lavadoras con tecnología no ahorradora de agua y tecnología ahorradora de agua.

| Tecnología no ahorradora de agua | Tecnología ahorradora de agua |
|--|--|
| <p>Lavadora automática Whirlpool 16 kg, programas preestablecidos de lavado, 5 niveles de agua. Precio: ₡ 339.900 colones.</p> <div style="text-align: center;">  <p>http://www.whirlpool.com/</p> </div> | <p>Lavadora automática Mabe Aqua Saber 19 kg, 10 ciclos de lavado, 4 niveles de agua. Precio: ₡ 465.000 colones.</p> <div style="text-align: center;">  <p>http://www.mabe.com.mx/</p> </div> <p>Lavadora automática Whirlpool 18 kg, sistema de bajo consumo, 16 ciclos de</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>lavado, 5 niveles de agua. Precio: ₡ 549.900 colones.</p>  <p>http://www.whirlpool.com/</p> |
|--|--|

Fuente: Elaboración propia con precios consultados en Tiendas Play.

Tal y como se mostró en las tablas anteriores, la tecnología de bajo consumo de agua tiende a ser más costosa que la tecnología de alto consumo de agua, sin embargo hay que tomar en cuenta que al adoptar los sistemas ahorradores se pueden obtener muchos beneficios, tanto el ahorro de agua como el económico.

3.4.3. Cambio de hábitos de consumo para el uso racional y eficiente del agua.

Para lograr un uso racional y eficiente del agua potable es necesario crear una cultura de ahorro en la población, aparte de incentivar la implementación de equipos ahorradores de agua en las viviendas, también es necesario adquirir buenos hábitos de consumo, que permitan obtener beneficios económicos y ayudar a preservar el recurso hídrico.

En el Anexo 5 se encuentra el Manual para el uso racional y eficiente de agua en el hogar, el cual servirá para capacitar a la población sobre las diferentes tecnologías de bajo consumo de agua que se encuentran disponibles en el mercado, así como hábitos de consumo adecuados para evitar el desperdicio de este recurso en sus viviendas, todo esto como parte de un futuro programa sobre el uso racional del agua potable que podrá impulsar la Municipalidad de Cartago, en concordancia con los resultados de la encuesta

aplicada en el Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago donde la mayoría de la población estaría dispuesta a apoyar dicho programa.

3.4.4. Análisis de ahorro potencial de agua potable y económico al implementar medidas ahorradoras

En esta sección se determinará el ahorro tanto de agua potable como económico que podrían obtener los usuarios al implementar medidas ahorradoras, así como el periodo de retorno simple o de recuperación al invertir dinero en sistemas ahorradores de agua.

A continuación se muestran las tarifas actuales para el servicio domiciliario de agua potable que fueron aprobadas por la Municipalidad de Cartago en el año 2009, las cuales se utilizarán posteriormente para realizar los cálculos respectivos.

Tabla 21. Tarifa domiciliar del servicio de agua potable brindado por la Municipalidad de Cartago.

| Servicio | | Tarifa (colones) |
|-------------------------------|------------|------------------|
| Fijo | | 3.900 |
| Medido (m³) | 0-15 | 1.650,00 |
| | 16-25 | 115,00 |
| | 26-40 | 230,00 |
| | 41-60 | 230,00 |
| | 61-80 | 288,00 |
| | 81-100 | 288,00 |
| | 101-120 | 483,00 |
| | Más de 120 | 483,00 |

Fuente: Municipalidad de Cartago, 2011.

Para determinar el ahorro de agua potable y económico se utilizará como base una familia de 5 miembros, que representa el promedio del número de personas por vivienda para el Distrito Oriental según los datos obtenidos en la encuesta, además se utilizará un consumo de agua igual al calculado para la población del Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago de 333,07 l/hab/d, es decir un consumo por día de 1,66 m³/familia y un consumo total por mes de 49,80 m³.

Según datos del AyA el consumo promedio de agua por persona por día debe ser de 200 litros, distribuidos de la siguiente manera: 60 litros (30%) en el inodoro, 60 litros (30%) en la ducha, 60 litros (30%) en el lavamanos y 20 litros (10%) en labores como lavado de ropa, preparación de alimentos, lavado de carros, riego de plantas, entre otros.

Si realizamos la corrección respectiva para el dato obtenido de 333,07 l/hab/d utilizando los datos del AyA y datos de consumo de agua de productos con tecnología convencional utilizados para el uso del agua en las viviendas, datos obtenidos producto de la investigación realizada, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 22. Estimación de litros consumidos por día por persona del Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago (situación actual).

| Accesorio Utilizado | Consumo promedio | Duración del uso por día | Litros consumidos por día |
|---|-------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Ducha | 12 litros/minuto | 8,33 minutos | 99,92 |
| Servicio Sanitario | 13 litros/descarga | 7,69 descargas | 99,92 |
| Lavamanos | 8,3 litros/minuto | 12,04 minutos | 99,92 |
| Lavado de ropa, preparación de alimentos, lavado de carros, riego de plantas, entre otros | | | 33,31 |
| Total | | | 333,07 |

Fuente: Elaboración propia.

Considerando las tarifas actuales de la Municipalidad de Cartago (Tabla 21) para el servicio de agua potable domiciliar, esta familia estaría pagando un total de ₡ 8.504 colones por mes, es decir un total de ₡ 102.048 colones al año.

Tabla 23. Costo del servicio de agua potable para un consumo de 49,80 m³ por mes de acuerdo a tarifas actuales aprobadas en 2009.

| Servicio Medido | Costo (colones) |
|----------------------------|------------------------|
| 0-15 | 1.650 |
| 16-25 | 1.150 |
| 26-40 | 3.450 |
| 41-49,80 | 2.254 |
| Costo total por mes | 8.504 |
| Costo total por año | 102.048 |

Fuente: Elaboración propia utilizando las tarifas municipales para el servicio de agua potable.

3.4.4.1. Ahorro al implementar sistemas ahorradores de agua.

De acuerdo con los resultados de la encuesta aplicada en el Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago, la población estaría dispuesta a invertir dinero principalmente en sistemas ahorradores tales como inodoros, duchas reductoras de caudal, llaves o grifos reductores de caudal y aireadores o perlizadores, por lo que los cálculos se realizarán en base a estos sistemas.

- Inodoros:

En el mercado se encuentran inodoros con tecnología de alto consumo de 13 litros de agua por descarga, y según datos que se presentan en la Tabla 22 en promedio se realizan 7,69 descargas por persona por día; si se implementará un inodoro con tecnología ahorradora que consuma 6 litros por descarga se obtendría un ahorro de 7 litros de agua por descarga, y calculando el ahorro de agua total por familia por mes se obtiene:

Ahorro de agua por mes/familia = 7 litros por descarga \times 7,69 descargas/persona·día \times 5 personas \times 30 días = 8.074 litros/mes = 8,07 m³/mes de agua ahorrada en el inodoro con el inodoro de bajo consumo.

Si se implementa un inodoro con sistema ahorrador y tomando en cuenta los 49,80 m³ que consume por mes la familia de 5 miembros, el nuevo consumo de agua por mes será de 41,73 m³. En términos monetarios esto representa un total por mes de ₡ 6.649 colones y un total por año de ₡ 79.788 colones, lo que significa un ahorro de ₡22.260 colones por año (21,81%) del monto pagado sin implementar el inodoro con tecnología ahorradora.

Si se adquiere un inodoro de los más económicos que se encuentran en el mercado con tecnología ahorradora que consuma 6 litros por descarga marca Savex a un precio de ₡ 27.995 colones, y el precio de la mano de obra para reemplazar un inodoro con todos los materiales es de ₡ 30.000 colones², entonces el costo total de implementar un inodoro con tecnología ahorradora en la vivienda sería de ₡ 57.995 colones. Tomando en cuenta este monto y el ahorro de agua en colones el periodo de retorno será de:

² Precio proporcionado por TecniRápidos S.A.

$$\text{Periodo de retorno simple (años)} = \frac{\text{C} 57.995}{\frac{\text{C} 22.260}{\text{año}}} = 2,6 \text{ años}$$

Esto quiere decir que el monto invertido se va a recuperar en 2,6 años es decir 2 años y 7 meses.

- Duchas:

Las duchas con tecnología no ahorradora de agua generalmente consumen 12 litros por minuto, mientras que una con tecnología ahorradora puede consumir 3,7 litros por minuto, lo que significa un ahorro de 8,3 litros minuto; si tomamos en cuenta que en promedio se dura en la ducha 8,33 minutos por persona por día (Tabla 22), se obtendría un ahorro de agua total por mes de:

Ahorro de agua por mes/familia = 8,3 litros/minuto \times 8,33 minutos/persona·día \times 5 personas \times 30 días = 10.371 litros/mes = 10,37 m³/mes de agua ahorrada en la ducha de bajo consumo.

Al implementar una ducha con tecnología ahorradora de agua la familia tendría un nuevo consumo de agua por mes de 39,43 m³, lo que representa un costo de su factura de, C\$6.119 colones por mes en la factura por servicio de agua potable, que por año representa un total de C\$ 73.428 colones. Este ahorro representa C\$ 28.620 colones menos (28,05%) del monto pagado sin implementarla medida ahorradora.

Adquiriendo una ducha marca Helvex Optima a un precio de C\$ 22.995 con un consumo de 3,7 litros por minuto y tomando en cuenta que el costo de la mano de obra para reemplazar una ducha es de C\$ 15.000 colones³, el costo total de implementar una ducha con tecnología ahorradora de agua es de C\$ 37.995. Así que el periodo de retorno será de:

$$\text{Periodo de retorno simple (años)} = \frac{\text{C} 37.995}{\frac{\text{C} 28.620}{\text{año}}} = 1,3 \text{ años}$$

³ Precio proporcionado por TecniRápidos S.A.

El monto invertido se va a recuperar en 1,3 años, es decir 1 año y 4 meses.

- Llaves o grifos:

Las llaves o grifos convencionales presentan un consumo de agua de 8,3 litros por minuto, mientras que las llaves o grifos con sistema ahorrador de agua tipo monomando pueden consumir 5,7 litros por minuto, es decir 2,6 litros por minuto menos. Si se toma en cuenta que una persona utiliza el lavamanos aproximadamente 12,04 minutos por persona por día, según la Tabla 22, el ahorro de agua por mes será de:

Ahorro de agua por mes/familia = 2,6 litros/minuto \times 12,04 minutos/persona·día \times 5 personas \times 30 días = 4.695 litros/mes = 4,69 m³/mes de agua ahorrada en el lavamanos de bajo consumo.

Con estos 4,69 m³/mes en el ahorro de agua al implementar una llave o grifo tipo monomando con tecnología ahorradora, el consumo total por mes pasaría de 49,80 m³ a 45,11 m³, lo cual representa un costo de la factura por mes de ₡ 7.425 colones y por año de ₡ 89.100 colones, lo que significa un ahorro anual de ₡12.948 colones (12,69%) del monto pagado sin implementar la medida o tecnología ahorradora.

Al adquirir un grifo tipo monomando marca Moen con un consumo de 5,7 litros por minuto a un precio de ₡ 29.995 colones y el precio de instalación es de ₡ 15.000 colones⁴, entonces el costo total es de ₡ 44.995. Tomando en cuenta esto datos el periodo de retorno es de:

$$\text{Periodo de retorno simple (años)} = \frac{\text{₡ } 44.995}{\text{₡ } \frac{12.948}{\text{año}}} = 3,5 \text{ años}$$

La inversión será recuperada en 3,5 años, es decir 3 años y 6 meses.

⁴ Precio proporcionado por TecniRápidos S.A.

- Aireadores o perlizadores:

Al implementar el uso de los aireadores o perlizadores en las llaves o grifos, se puede obtener un ahorro de un 40% de agua. Utilizando los datos anteriormente mencionados sobre el consumo de 8,3 litros por minuto para llaves o grifos convencionales y un uso del lavamanos de 12,04 minutos por persona por día se puede calcular el ahorro de agua al utilizar un aireador de la siguiente manera:

Ahorro de agua por mes/familia = 8,3 litros/minuto \times 12, 04 minutos/persona-día \times 5 personas \times 30 días = 14.990 litros/mes \times 40% de ahorro = 5.996 litros/mes = 5,99 m³/mes de agua ahorrada utilizando un aireador.

Este ahorro quiere decir que con la implementación de un aireador o perlizador en las llaves o grifos el consumo de agua por mes será de 43,81 m³, es decir, ₡ 7.126 colones por mes y ₡ 85.512 colones por año, lo que representa ₡ 16.536 colones menos por año (16,20%) del monto pagado sin implementar la medida ahorradora.

El costo de un aireador marca Plumb Pak es de ₡ 3.995 colones y su reemplazo no representa ningún costo económico, ya que sólo se enrosca en la salida del grifo. Por lo tanto el periodo de retorno es:

$$\text{Periodo de retorno simple (años)} = \frac{\text{₡ } 3.995}{\text{₡ } \frac{16.536}{\text{año}}} = 0,2 \text{ años}$$

Es decir la inversión se recuperará en aproximadamente 3 meses.

En la siguiente tabla se muestra un resumen del ahorro económico y de agua potable que se puede obtener al implementar tecnologías de bajo consumo de agua en una familia de 5 miembros con un consumo actual por mes de agua de 49,80 m³.

Tabla 24. Ahorro de agua potable y económico al implementar sistemas ahorradores de agua.

| Sistemas ahorrador de agua | Ahorro de agua por mes (m ³) | Ahorro económico por mes (colones) | Ahorro económico por año (colones) | Periodo de retorno (años) |
|----------------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Inodoro | 8,07 | 1.855 | 22.260 | 2,6 |
| Ducha | 10,37 | 2.385 | 28.620 | 1,3 |
| Llave o grifo | 4,69 | 1.079 | 12.948 | 3,5 |
| Aireador/Perlizador | 5,99 | 1.378 | 16.536 | 0,2 |

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4.2. Ahorro al implementar acciones para el ahorro del agua potable.

Para calcular el ahorro al implementar acciones de tipo cultural para tener bajos consumos de agua potable se tomarán en cuenta aquellas acciones que los usuarios pueden implementar más fácilmente como disminuir en tiempo en la ducha, cerrar la llave al lavarse los dientes o afeitarse y cerrar la llave al enjabonar los platos.

- Disminuir el tiempo en la ducha:

Una ducha convencional consume unos 12 litros por minuto y según datos de la Tabla 22 una persona dura en promedio 8,33 minutos en la ducha, si se reduce el tiempo en la ducha en sólo 2 minutos el ahorro de agua será de:

Ahorro de agua por mes/familia = 12 litros/minuto × 2 minuto menos/persona·día × 5 personas × 30 días = 3.600 litros/mes = 3,6 m³/mes de agua ahorrada reduciendo el tiempo en la ducha.

Con la implementación de esta acción ahorradora el consumo por mes de una familia con 5 miembros pasaría de 49,80 m³ a 46,20 m³, es decir, ₡ 7.676 colones por mes y ₡ 92.112 colones por año. Esto equivale a ₡ 9.936 colones menos (9,74%) en la facturación por año del servicio de agua potable.

- Cerrar la llave al lavarse los dientes o afeitarse:

Como se muestra en la Tabla 22 el consumo de una llave o grifo convencional es de 8,3 litros por minuto y el uso de este es de aproximadamente 12,04 minutos por persona por día. Si se toma en cuenta que el consumo al cerrar la llave al lavarse los dientes o afeitarse puede reducirse en un 30%⁵, el ahorro de agua por mes será de:

Ahorro de agua por mes/familia = 8,3 litros/minuto \times 12,04 minutos/persona-día \times 5 personas \times 30 días = 15.712 litros/mes \times 30% de ahorro = 4.714 litros/mes = 4,71 m³/mes de agua ahorrada cerrando la llave al lavarse los dientes o afeitarse.

Al implementar esta acción el nuevo consumo por mes será de 45,09 m³, esto quiere decir que el recibo por mes será de ₡ 7.421 colones y por año será de ₡ 89.052. Es decir se obtiene un ahorro anual de ₡ 12.996 colones (12,73%) en el recibo de agua potable.

- Cerrar la llave al enjabonar los platos, al preparar alimentos, al lavar el carro, entre otros:

En la Tabla 22 se muestra que el consumo de agua por actividades como el enjabonar los platos, la preparación de alimentos, el lavado de carros, entre otros, es aproximadamente de 33,31 l/hab/d y el ahorro al cerrar la llave al realizar estas actividades es de 30%⁶. Tomando en cuenta estos datos, el ahorro de agua por mes será de:

Ahorro de agua por mes/familia = 33,31 litros/persona-día \times 5 personas \times 30 días = 4.996 litros/mes \times 30% de ahorro = 1.500 litros/mes = 1,50 m³/mes de agua ahorrada cerrando la llave al enjabonar los platos, al preparar alimentos o al lavar el carro.

Con este ahorro el consumo de agua pasaría de 49,80 m³ a 48,30 m³, es decir que el recibo por agua potable por mes será de ₡ 8.159 colones y por año de ₡ 97.908 colones. Esto representa un ahorro en la facturación anual por agua potable de ₡ 4.140 colones (4,06%).

⁵ ECODES,2005.

⁶ ECODES,2005.

Para estas medidas de ahorro no es necesario calcular el periodo de retorno, ya que no representa ninguna inversión económica al implementarlas.

A continuación se presenta un resumen del ahorro de agua potable y económico al implementar las acciones para el ahorro del agua planteadas anteriormente.

Tabla 25. Ahorro de agua potable y económico al implementar acciones culturales ahorradores de agua por familia.

| Acción para el ahorro del agua | Ahorro de agua por mes (m³) | Ahorro económico por mes (colones) | Ahorro económico por año (colones) |
|---|---|---|---|
| Disminuir el tiempo en la ducha por 2 minutos. | 3,60 | 828 | 9.936 |
| Cerrar la llave al lavarse los dientes y afeitarse. | 4,71 | 1.083 | 12.996 |
| Cerrar la llave al enjabonar los platos. | 1,50 | 345 | 4.140 |

Fuente: Elaboración propia.

Si una familia de 5 miembros tuviera la oportunidad de implementar 4 de las medidas anteriormente mencionadas según las tablas 24 y 25, tales como:

- Implementar un inodoro con tecnología ahorradora de agua.
- Colocar aireadores/perlizadores en las llaves y grifos.
- Disminuir el tiempo en la ducha por 2 minutos y
- Cerrar la llave al lavarse los dientes y afeitarse,

El consumo de agua por mes pasaría de 49,80 m³ a 27,43 m³, lo que supone un ahorro del 44,91% de agua potable, y la dotación de agua potable pasaría de 333,07 l/hab/d a 183,49 l/hab/d, es decir, se ahorran 149,58 l/hab/d. De acuerdo a las tarifas actuales para el servicio domiciliario de agua potable de la Municipalidad de Cartago el nuevo monto a pagar por mes será de ₡ 3.359 colones y por año ₡ 40.308 colones, un 60,50% menos del monto pagado inicialmente.

3.4.4.3. Ahorro de agua potable para la zona en estudio

Considerando una población de 12.839 habitantes (INEC, 2000) para el Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago y un ahorro de agua potable de 149,58 l/hab/d aplicando las medidas ahorradoras descritas en la sección anterior, se puede obtener un ahorro total de 1.920.458 litros diarios, es decir, 1.920 m³ por día.

No sólo la población se vería beneficiada con la implementación de medidas ahorradoras de agua, sino también la Municipalidad de Cartago, ya que tomando en cuenta un ahorro de 1.920 m³ diarios y considerando que el costo de tratamiento de cada m³ de agua es de ₡ 15 colones⁷, la Municipalidad de Cartago se ahorraría ₡ 28.800 colones diarios y ₡10.512.000 colones por año en el tratamiento de agua potable, sólo considerando los datos para el Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago, zona en estudio.

Tomando en cuenta un ahorro de agua potable de 149,58 l/hab/d aplicando medidas ahorradoras para el total de la población que abastece la planta de tratamiento de agua potable de la región central de Cartago de 71.517 habitantes (INEC, 2000) para los sectores Oriental, Occidental, Agua Caliente, Guadalupe y Dulce Nombre; se pueden obtener ahorros de 10.697.513 litros diarios (10.697 m³) y ₡ 160.455 colones diarios (₡ 58.566.075 colones por año).

Este ahorro podría aumentar la vida útil de la planta de tratamiento de aguas potables que abastece a la zona de Cartago o se podría ampliar la cobertura sin necesidad de tratar una mayor cantidad de agua.

⁷ Barrios Hernández, M. (2011). Evaluación y optimización de la planta de tratamiento de agua potable de la región central de Cartago.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La mayoría de los habitantes encuestados del Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago tienen una buena disposición en cambiar sus hábitos de consumo, en invertir dinero en tecnologías que permitan un ahorro de agua potable y en participar en un programa para el uso racional del agua potable, sin embargo necesitan una orientación y capacitación sobre tecnologías de bajo consumo de agua y medidas ahorradoras que puedan implementar en sus viviendas para un uso racional y eficiente del agua, por lo que se vuelve de suma importancia que la Municipalidad de Cartago implemente dicho programa, no sólo en el Distrito Oriental, sino también en los demás distritos que componen el cantón.
- Se determinó que el consumo per cápita para la población del Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago es de 333,07 l/hab/d, dato que supera el propuesto por el AyA, por lo que es necesario crear una cultura de ahorro del agua en la población por medio de capacitaciones a las comunidades y programas que los motiven a realizar cambios de hábitos de consumo y el uso de tecnologías de bajo consumo en sus viviendas.
- Los medidores de agua potable del Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago se encuentran en buen estado, sin embargo, se recomienda a la Municipalidad de Cartago realizar revisiones periódicas para reponer aquellos que estén en mal estado o que ocupen mantenimiento. Además realizar monitoreos continuos para detectar posibles fugas en los sistemas y realizar un levantamiento geográfico de los puntos críticos de consumo.
- En el mercado nacional se encuentran una gran variedad de tecnología de bajo consumo de agua y diferentes precios, lo que permitiría que un gran número de familias tengan acceso a ellas para implementarlas en sus viviendas, de esta manera obtener beneficios económicos y contribuir a la protección del recurso hídrico.

- Al implementar medidas en las viviendas para disminuir el consumo de agua, tanto tecnológicas como de hábitos de consumo, se obtendrían importantes ahorros de agua potable de hasta un 44,91% y un ahorro en el monto del recibo de agua potable de 60,50%.
- La Municipalidad de Cartago se beneficiaría con la implementación de medidas ahorradoras en las viviendas de los usuarios, obteniendo ahorros de hasta 1.920 m³ de agua por día y ₡10.512.000 colones por año en el tratamiento de agua potable considerando sólo los datos para el Distrito Oriental del Cantón Central de Cartago; y ahorros de 10.697 m³ de agua por día y ₡ 58.566.075 colones por año tomando en cuenta el total de la población que abastece la planta de tratamiento de agua potable de la región central de Cartago.
- Se recomienda realizar más estudios en otros distritos del Cantón Central de Cartago, que permitan obtener valores de consumo per cápita de agua potable y aspectos culturales de la población con respecto al uso del agua potable y la tecnología, con el fin de realizar programas sobre el uso racional del agua potable en otras comunidades.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Acuña Acuña, Jorge E. (2004). *Manual de Fórmulas y Tablas Estadísticas*. Segunda edición. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
2. Azofeifa, E. (2004). *Informe Final sobre el abastecimiento de agua de la ciudad de Cartago*. Municipalidad de Cartago, Cartago, Costa Rica.
3. Balairón Pérez, Luis. (2002). *Gestión de Recursos Hídricos*. Segunda edición. Barcelona Edicions, España, 488 págs.
4. Barrios Hernández, Mary Luz. (2011). *Evaluación y optimización de la planta de tratamiento de agua potable de la región central de Cartago*.
5. Buenas prácticas en el uso del recurso hídrico. (2008). En: <http://www.progai.ucr.ac.cr/documentos/brochures/buenas%20pract%20RH.pdf> (Setiembre, 2011).
6. Centro Virtual de Información del Agua, México. *Catálogo de productos y dispositivos ahorradores de agua. Alternativas para el uso eficiente y racional del agua en la Ciudad de México*. En: http://www.agua.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=13366:catalogo-de-productos-y-dispositivos-ahorradores-de-agua&catid=1326:desarrollo-sustentable&Itemid=278 (Abril, 2011).
7. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS/OPS. (2004). *Guía de diseño para captación del agua de lluvia*. Lima, Perú.
8. Fundación Ecología y Desarrollo. (2005). *Uso eficiente del agua en el hogar*. Segunda edición. Sansueña Industrias Gráficas, S.A., Zaragoza, España. 27 págs.
9. Fundación Ecología y Desarrollo. (2010). *Guía práctica para el ahorro de agua y energía en el hogar*. En: <http://www.ecodes.org/guias/guia001/> (Abril, 2011).
10. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. *Estimación de consumo de agua potable en una casa*. En: <http://www.aya.go.cr/Contenidos/frwContenidos.aspx?d=29&a=42> (Abril, 2011).
11. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). *Población total por zona y sexo, según provincia, cantón y distrito*. En: <http://www.inec.go.cr/Web/Home/pagPrincipal.aspx> (Abril, 2011).

12. Lavadoras Mabe. En: <http://www.mabe.com.mx/> (Setiembre, 2011).
13. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. (2010). *Guía Práctica para el uso eficiente del agua en el sector público costarricense*. En: http://www.pazconlanaturaleza.org/admin/descargas/upload/agua_small.pdf (Setiembre, 2011).
14. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. (2004). *Primera etapa del plan de manejo integral del recurso hídrico: La estrategia nacional para el MIRH*. San José, Costa Rica. 149 págs.
15. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. (2008). *Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos*. San José, Costa Rica. 142 págs.
16. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. (2008). *Política Hídrica Nacional y la Gestión del agua como recurso y como servicio*. San José, Costa Rica. 186 págs.
17. Monge Flores, Esteban. (2006) *Agua y Producción*. En: http://hidrico.sociedadhumana.com/media_files/download/Aguayproduccion.pdf (Febrero, 2011).
18. Municipalidad de Cartago. (2011). *Estudio Tarifario del Acueducto Municipal, 2011*. Cartago, Costa Rica.
19. Productos American Standard. En: <http://www.americanstandardca.com/> (Setiembre, 2011).
20. Productos Edesa. En: <http://www.edesa.com.ec/> (Setiembre, 2011).
21. Productos Helvex. En: <http://www.helvex.com.mx/> (Setiembre, 2011).
22. Productos Lorenzetti. En: http://www.lorenzetti.com.br/site_es/ (Setiembre, 2011).
23. Productos Moen. En: <http://www.moen.com.mx/> (Setiembre, 2011).
24. Recomendaciones para ahorrar agua. (2009). En: <http://www.slideshare.net/ICABlog/recomendaciones-para-ahorrar-agua> (Setiembre, 2011).
25. Universidad Nacional. (2004). *Situación del agua en Costa Rica*. En: www.una.ac.cr/campus/ediciones/otros/agua.pdf (Febrero, 2011).

26. Varela Rojas, Irene. (2011). *Uso Eficiente del Agua en la Municipalidad de Cartago: Creación de un Modelo Reproducible*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.

6. Anexos

**Anexo 1. Encuesta aplicada en el distrito Oriental del Cantón
Central de la Provincia de Cartago**

TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

MUNICIPALIDAD DE CARTAGO

ENCUESTA SOBRE HÁBITOS DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR ORIENTAL DEL CANTÓN CENTRAL DE LA PROVINCIA DE CARTAGO

La presente encuesta tiene como objetivo obtener información sobre hábitos de consumo y equipos utilizados para el uso del agua potable de la población del distrito Oriental de Cartago, con el fin de desarrollar un proyecto en coordinación con la Municipalidad de Cartago y la participación de la comunidad para el uso racional y ahorro del recurso hídrico. La información suministrada será tratada confidencialmente.

Fecha: _____ Hora de inicio: _____ Hora de finalización:

Nº Cuestionario: _____

Nº de medidor de la vivienda: _____

Parte A. Información General:

1. Identificación de la vivienda con número o dirección:

2. ¿Cuántas personas habitan la vivienda? _____ Adultos: _____ Niños: _____

Parte B. Hábitos de consumo:

3. Considera que el costo del agua es:

- () Muy barato
- () Barato
- () Normal
- () Costoso
- () Muy costoso

4. ¿Cuál cree que es la parte de la casa en donde más se consume agua?

- (a) Cocina
- (b) Servicio sanitario
- (c) Ducha

- (d) Cuarto de pilas
 - (e) Jardín
 - (f) Lavado del carro
 - (g) Ns/Nr
5. ¿Cuánta cantidad de agua cree que se consume en su vivienda en un día?
- (a) Menos de 100 litros
 - (b) De 100 a 300 litros
 - (c) De 300 a 500 litros
 - (d) De 500 a 800 litros
 - (e) Más de 800 litros
 - (f) Otro: _____
 - (g) Ns/Nr
6. ¿Cuáles de las siguientes acciones realiza en su vivienda para el ahorro del agua potable? (*Puede marcar varias opciones*)
- () Disminuye el tiempo que dura bañándose
 - () Al bañarse mantiene la llave cerrada cuando se enjabona y la abre cuando se enjuaga
 - () Mantiene el tubo cerrado al lavarse los dientes
 - () Mantiene el tubo cerrado al afeitarse
 - () Mantiene el tubo cerrado al enjabonar los platos
 - () Riega el jardín y las plantas de noche
 - () Utiliza el agua de la lavadora en otras actividades
 - () Repara fugas o goteras en las tuberías
 - () Utiliza un balde en vez de la manguera cuando lava el carro
 - () Utiliza el agua de lluvia en alguna actividad en su vivienda
 - () Otro: _____
 - () Ninguna de las anteriores
7. ¿Cuáles de las siguientes acciones estaría dispuesto(a) a realizar en su vivienda para el ahorro del agua potable? (*Puede marcar varias opciones*)
- () Disminuir el tiempo que dura bañándose
 - () Al bañarse mantener la llave cerrada cuando se enjabona y abrirla cuando se enjuaga
 - () Mantener el tubo cerrado al lavarse los dientes
 - () Mantener el tubo cerrado al afeitarse
 - () Mantener el tubo cerrado al enjabonar los platos
 - () Regar el jardín y las plantas de noche
 - () Utilizar el agua de la lavadora en otras actividades
 - () Reparar fugas o goteras en las tuberías

- () Utilizar un balde en vez de la manguera cuando lava el carro
- () Utilizar el agua de lluvia en alguna actividad en su vivienda
- () Otro: _____
- () Ninguna de las anteriores

Parte C. Tecnologías utilizadas para el uso del agua potable:

8. ¿Conoce sobre sistemas ahorradores de agua?
 Sí____ ¿Cuáles? _____
 No_____

9. ¿Cuenta con algún sistema ahorrador de agua en su vivienda?
 Sí____ ¿Cuál? _____
 No_____

10. ¿Estaría dispuesto a invertir dinero en sistemas ahorradores de agua?
 Sí _____ No _____

11. ¿En cuáles dispositivos ahorradores estaría dispuesto a invertir dinero? (*Puede marcar varias opciones*)
 - () Inodoros de bajo consumo de agua
 - () Duchas reductoras de caudal
 - () Llaves o grifos temporizadores
 - () Llaves o grifos electrónicos
 - () Aireadores/Perlizadores
 - () Electrodomésticos que reducen el consumo de agua
 - () Ninguno de los anteriores

12. ¿Estaría dispuesto a participar en un programa sobre el uso racional del agua potable?
 Sí _____ No _____

13. ¿Cuáles beneficios cree que puede obtener al participar en un programa sobre el uso racional del agua potable? (*Puede marcar varias opciones*)
 - () Ahorro de dinero
 - () Conciencia ambiental
 - () Protección al medio ambiente
 - () Contribución al problema de escasez del agua
 - () Otro: _____
 - () Ns/Nr

¡Muchas gracias por su colaboración!

**Anexo 2. Consumo de agua potable por mes de las viviendas
seleccionadas para la encuesta**

Tabla 1. Consumos de agua potable por mes de las 168 viviendas en las que se aplicó la encuesta.

| N° de vivienda | Cuenta | N° de localización | Consumo de agua por mes (m3) | | | | | | | | | | | | | | | | | Promedio m3/mes | N° de personas en la vivienda | Litros por habitante por día (l/hab/d) |
|----------------|--------|--------------------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------|-------------------------------|--|
| | | | dic-09 | ene-10 | feb-10 | mar-10 | abr-10 | may-10 | jun-10 | jul-10 | ago-10 | sep-10 | oct-10 | nov-10 | dic-10 | ene-11 | feb-11 | mar-11 | abr-11 | | | |
| 1 | 168750 | 010010020 517 | 161 | 36 | 29 | 37 | 31 | 34 | 32 | 34 | 34 | 36 | 33 | 88 | 83 | 63 | 46 | 34 | 48 | 50,53 | 2 | 842,16 |
| 2 | 844845 | 010010030 148 | 51 | 41 | 41 | 43 | 29 | 36 | 33 | 33 | 48 | 48 | 34 | 33 | 77 | 64 | 33 | 31 | 46 | 42,41 | 2 | 706,86 |
| 3 | 808740 | 010010030 155 | 31 | 29 | 25 | 29 | 29 | 34 | 34 | 38 | 48 | 62 | 57 | 43 | 46 | 51 | 43 | 45 | 68 | 41,88 | 6 | 232,68 |
| 4 | 5058 | 010010030 160 | 49 | 47 | 54 | 72 | 55 | 54 | 50 | 49 | 51 | 51 | 46 | 35 | 41 | 54 | 42 | 39 | 56 | 49,71 | 5 | 331,37 |
| 5 | 755280 | 010010030 518 | 39 | 31 | 36 | 77 | 69 | 72 | 64 | 37 | 38 | 42 | 28 | 27 | 36 | 38 | 29 | 26 | 43 | 43,06 | 2 | 717,65 |
| 6 | 28170 | 010020010 199 | 57 | 35 | 49 | 53 | 38 | 38 | 31 | 38 | 41 | 40 | 37 | 30 | 38 | 42 | 47 | 55 | 59 | 42,82 | 2 | 713,73 |
| 7 | 321030 | 010020010 217 | 52 | 50 | 57 | 66 | 45 | 67 | 47 | 52 | 56 | 67 | 57 | 56 | 85 | 99 | 65 | 77 | 72 | 62,94 | 4 | 524,51 |
| 8 | 38112 | 010020010 275 | 57 | 58 | 43 | 57 | 45 | 34 | 33 | 35 | 28 | 44 | 31 | 33 | 37 | 51 | 44 | 37 | 55 | 42,47 | 4 | 353,92 |
| 9 | 536 | 010020010 31 | 42 | 23 | 27 | 41 | 35 | 36 | 31 | 25 | 47 | 38 | 24 | 35 | 39 | 38 | 21 | 18 | 38 | 32,82 | 4 | 273,53 |
| 10 | 10867 | 010030010 283 | 65 | 55 | 52 | 67 | 59 | 55 | 63 | 51 | 47 | 52 | 46 | 42 | 56 | 78 | 55 | 65 | 89 | 58,65 | 5 | 390,98 |
| 11 | 255880 | 010030010 15 | 30 | 42 | 38 | 47 | 34 | 38 | 47 | 41 | 49 | 65 | 56 | 54 | 48 | 50 | 33 | 34 | 58 | 44,94 | 4 | 374,51 |
| 12 | 42570 | 010030060 82 | 36 | 31 | 31 | 35 | 29 | 33 | 40 | 31 | 35 | 41 | 45 | 47 | 50 | 50 | 34 | 36 | 44 | 38,12 | 3 | 423,53 |
| 13 | 414120 | 010030060 40 | 51 | 39 | 43 | 76 | 76 | 62 | 62 | 28 | 41 | 55 | 45 | 44 | 59 | 69 | 70 | 60 | 112 | 58,35 | 4 | 486,27 |
| 14 | 792810 | 010030080 374 | 66 | 61 | 61 | 67 | 55 | 60 | 65 | 56 | 57 | 67 | 57 | 45 | 49 | 72 | 53 | 57 | 74 | 60,12 | 4 | 500,98 |
| 15 | 820085 | 010030040 455 | 58 | 49 | 48 | 59 | 46 | 51 | 66 | 47 | 61 | 73 | 67 | 45 | 52 | 60 | 53 | 58 | 94 | 58,06 | 4 | 483,82 |
| 16 | 124655 | 010030040 53 | 48 | 45 | 47 | 54 | 45 | 46 | 50 | 38 | 43 | 50 | 44 | 35 | 42 | 56 | 35 | 37 | 57 | 45,41 | 3 | 504,58 |
| 17 | 762350 | 010030050 200 | 72 | 46 | 40 | 41 | 35 | 34 | 44 | 35 | 30 | 37 | 33 | 27 | 29 | 46 | 35 | 31 | 33 | 38,12 | 5 | 254,12 |
| 18 | 829530 | 010030090 401 | 58 | 53 | 50 | 60 | 39 | 38 | 45 | 34 | 32 | 39 | 43 | 30 | 44 | 81 | 55 | 54 | 83 | 49,29 | 2 | 821,57 |
| 19 | 11340 | 010030090 312 | 58 | 47 | 35 | 46 | 29 | 15 | 38 | 20 | 22 | 21 | 22 | 51 | 86 | 100 | 41 | 37 | 70 | 43,41 | 3 | 482,35 |
| 20 | 708660 | 010030080 239 | 54 | 50 | 54 | 63 | 64 | 52 | 55 | 45 | 41 | 59 | 54 | 50 | 56 | 88 | 68 | 63 | 87 | 59,00 | 6 | 327,78 |
| 21 | 849600 | 010030090 35 | 52 | 46 | 46 | 58 | 37 | 40 | 55 | 52 | 45 | 53 | 46 | 32 | 42 | 62 | 45 | 48 | 81 | 49,41 | 7 | 235,29 |
| 22 | 56522 | 010030090 224 | 23 | 25 | 30 | 35 | 33 | 34 | 41 | 36 | 38 | 63 | 56 | 51 | 67 | 69 | 72 | 78 | 92 | 49,59 | 5 | 330,59 |
| 23 | 721530 | 010040050 151 | 67 | 40 | 48 | 54 | 35 | 32 | 31 | 38 | 28 | 30 | 41 | 26 | 25 | 33 | 33 | 29 | 36 | 36,82 | 6 | 204,58 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------|---------------|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|-----|-------|----|---------|
| 24 | 8707 | 010030050 135 | 78 | 33 | 30 | 50 | 48 | 51 | 71 | 77 | 37 | 42 | 30 | 23 | 30 | 39 | 25 | 20 | 28 | 41,88 | 4 | 349,02 |
| 25 | 136080 | 010040040 138 | 66 | 33 | 37 | 39 | 38 | 32 | 28 | 41 | 40 | 37 | 46 | 32 | 40 | 50 | 36 | 38 | 54 | 40,41 | 6 | 224,51 |
| 26 | 452615 | 010040010 156 | 70 | 53 | 58 | 65 | 55 | 53 | 61 | 63 | 62 | 61 | 73 | 50 | 57 | 80 | 51 | 43 | 110 | 62,65 | 4 | 522,06 |
| 27 | 564710 | 010040010 136 | 63 | 47 | 50 | 56 | 50 | 44 | 44 | 50 | 41 | 37 | 48 | 31 | 43 | 57 | 44 | 42 | 54 | 47,12 | 1 | 1570,59 |
| 28 | 841410 | 010040010 263 | 50 | 48 | 43 | 53 | 46 | 45 | 49 | 57 | 46 | 46 | 53 | 40 | 54 | 86 | 57 | 61 | 72 | 53,29 | 6 | 296,08 |
| 29 | 156240 | 010040010 27 | 59 | 31 | 33 | 42 | 32 | 29 | 30 | 32 | 31 | 29 | 35 | 25 | 28 | 42 | 30 | 26 | 40 | 33,76 | 2 | 562,75 |
| 30 | 527595 | 010070090 114 | 52 | 55 | 38 | 44 | 38 | 39 | 34 | 42 | 33 | 39 | 35 | 32 | 35 | 57 | 40 | 39 | 62 | 42,00 | 2 | 700,00 |
| 31 | 261542 | 010070070 62 | 96 | 80 | 68 | 92 | 84 | 92 | 109 | 82 | 79 | 123 | 122 | 91 | 111 | 139 | 90 | 85 | 137 | 98,82 | 5 | 658,82 |
| 32 | 215550 | 010080080 261 | 76 | 44 | 42 | 45 | 40 | 40 | 36 | 43 | 41 | 36 | 32 | 26 | 29 | 57 | 38 | 34 | 50 | 41,71 | 5 | 278,04 |
| 33 | 425070 | 010080080 116 | 41 | 29 | 29 | 38 | 28 | 27 | 28 | 38 | 32 | 39 | 28 | 27 | 34 | 86 | 74 | 33 | 49 | 38,82 | 9 | 143,79 |
| 34 | 319260 | 010080090 13 | 117 | 97 | 69 | 76 | 79 | 84 | 62 | 92 | 74 | 85 | 67 | 60 | 68 | 68 | 64 | 60 | 78 | 76,47 | 3 | 849,67 |
| 35 | 424890 | 010080090 104 | 24 | 27 | 19 | 20 | 21 | 77 | 58 | 80 | 54 | 59 | 56 | 52 | 73 | 95 | 70 | 64 | 65 | 53,76 | 11 | 162,92 |
| 36 | 561431 | 010080100 278 | 19 | 36 | 41 | 49 | 46 | 45 | 43 | 51 | 48 | 84 | 48 | 33 | 38 | 55 | 50 | 60 | 82 | 48,71 | 3 | 541,18 |
| 37 | 714600 | 010080100 262 | 28 | 54 | 54 | 86 | 44 | 52 | 38 | 46 | 54 | 41 | 33 | 39 | 60 | 97 | 52 | 59 | 63 | 52,94 | 4 | 441,18 |
| 38 | 539910 | 010090010 103 | 54 | 44 | 41 | 69 | 52 | 43 | 46 | 54 | 55 | 46 | 39 | 32 | 39 | 42 | 32 | 28 | 37 | 44,29 | 4 | 369,12 |
| 39 | 117720 | 010090030 226 | 33 | 37 | 40 | 53 | 39 | 36 | 36 | 41 | 33 | 38 | 30 | 24 | 28 | 36 | 36 | 30 | 50 | 36,47 | 6 | 202,61 |
| 40 | 178560 | 010090030 219 | 69 | 64 | 53 | 56 | 46 | 63 | 44 | 25 | 49 | 54 | 52 | 53 | 34 | 12 | 36 | 41 | 31 | 46,00 | 7 | 219,05 |
| 41 | 60035 | 010090030 175 | 48 | 49 | 54 | 56 | 41 | 42 | 40 | 43 | 35 | 45 | 44 | 30 | 38 | 48 | 43 | 38 | 48 | 43,65 | 5 | 290,98 |
| 42 | 1212 | 010090030 50 | 41 | 36 | 37 | 41 | 34 | 36 | 36 | 37 | 38 | 39 | 31 | 23 | 29 | 39 | 36 | 34 | 37 | 35,53 | 4 | 296,08 |
| 43 | 445310 | 010090030 57 | 60 | 43 | 42 | 65 | 51 | 60 | 57 | 73 | 62 | 67 | 55 | 43 | 45 | 71 | 61 | 59 | 71 | 57,94 | 5 | 386,27 |
| 44 | 87670 | 010110020 200 | 55 | 23 | 36 | 39 | 34 | 43 | 37 | 42 | 38 | 37 | 40 | 33 | 26 | 43 | 37 | 36 | 43 | 37,76 | 4 | 314,71 |
| 45 | 520470 | 010110110 45 | 67 | 26 | 44 | 49 | 41 | 36 | 38 | 42 | 40 | 35 | 40 | 34 | 28 | 47 | 35 | 37 | 50 | 40,53 | 1 | 1350,98 |
| 46 | 150480 | 010120090 206 | 77 | 29 | 44 | 54 | 45 | 45 | 45 | 51 | 45 | 41 | 49 | 40 | 46 | 55 | 46 | 49 | 63 | 48,47 | 1 | 1615,69 |
| 47 | 6660 | 010130020 128 | 107 | 54 | 55 | 92 | 90 | 80 | 110 | 77 | 60 | 70 | 57 | 55 | 70 | 114 | 75 | 51 | 145 | 80,12 | 5 | 534,12 |
| 48 | 504720 | 010130020 57 | 52 | 45 | 42 | 47 | 45 | 48 | 51 | 52 | 59 | 94 | 80 | 65 | 35 | 44 | 28 | 28 | 39 | 50,24 | 3 | 558,17 |
| 49 | 42300 | 010120060 234 | 44 | 34 | 30 | 28 | 24 | 26 | 34 | 34 | 30 | 50 | 40 | 36 | 21 | 22 | 26 | 25 | 28 | 31,29 | 2 | 521,57 |
| 50 | 12871 | 010120070 272 | 5 | 10 | 45 | 51 | 40 | 52 | 70 | 74 | 74 | 54 | 56 | 41 | 39 | 21 | 93 | 44 | 62 | 48,88 | 5 | 325,88 |
| 51 | 916380 | 010120080 114 | 78 | 25 | 35 | 41 | 36 | 37 | 33 | 42 | 36 | 34 | 41 | 28 | 41 | 53 | 54 | 42 | 78 | 43,18 | 10 | 143,92 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|----|---------|
| 52 | 523440 | 010120070 54 | 58 | 46 | 84 | 87 | 75 | 56 | 69 | 68 | 59 | 42 | 58 | 53 | 49 | 54 | 45 | 46 | 73 | 60,12 | 2 | 1001,96 |
| 53 | 608220 | 010120020 226 | 68 | 30 | 37 | 48 | 41 | 38 | 41 | 43 | 38 | 29 | 42 | 35 | 37 | 58 | 42 | 38 | 53 | 42,24 | 5 | 281,57 |
| 54 | 27565 | 010120020 267 | 71 | 29 | 47 | 52 | 43 | 50 | 55 | 51 | 48 | 52 | 61 | 39 | 51 | 71 | 54 | 49 | 73 | 52,71 | 5 | 351,37 |
| 55 | 2111 | 010160030 163 | 67 | 47 | 50 | 60 | 48 | 53 | 59 | 52 | 46 | 52 | 54 | 43 | 46 | 66 | 49 | 53 | 60 | 53,24 | 5 | 354,90 |
| 56 | 342091 | 010160060 57 | 66 | 57 | 41 | 54 | 33 | 32 | 30 | 24 | 29 | 28 | 30 | 25 | 30 | 56 | 46 | 44 | 61 | 40,35 | 2 | 672,55 |
| 57 | 381330 | 010160060 27 | 99 | 63 | 65 | 83 | 59 | 60 | 51 | 54 | 52 | 44 | 44 | 43 | 58 | 103 | 81 | 85 | 114 | 68,12 | 4 | 567,65 |
| 58 | 273540 | 010160070 415 | 103 | 66 | 61 | 72 | 48 | 38 | 46 | 38 | 38 | 39 | 32 | 29 | 31 | 36 | 28 | 32 | 35 | 45,41 | 6 | 252,29 |
| 59 | 543515 | 010160090 58 | 57 | 43 | 41 | 44 | 34 | 44 | 43 | 37 | 37 | 42 | 41 | 33 | 34 | 53 | 34 | 39 | 46 | 41,29 | 3 | 458,82 |
| 60 | 172350 | 010170110 168 | 64 | 45 | 44 | 56 | 45 | 51 | 46 | 44 | 43 | 49 | 45 | 37 | 39 | 63 | 51 | 47 | 56 | 48,53 | 3 | 539,22 |
| 61 | 550170 | 010170110 65 | 36 | 34 | 39 | 49 | 43 | 52 | 42 | 40 | 46 | 51 | 55 | 41 | 31 | 41 | 39 | 41 | 53 | 43,12 | 4 | 359,31 |
| 62 | 315 | 010170070 100 | 53 | 44 | 36 | 41 | 30 | 33 | 31 | 32 | 38 | 38 | 37 | 29 | 34 | 57 | 42 | 35 | 47 | 38,65 | 3 | 429,41 |
| 63 | 202340 | 010170040 124 | 42 | 33 | 34 | 64 | 59 | 41 | 37 | 48 | 40 | 52 | 94 | 25 | 45 | 39 | 36 | 33 | 35 | 44,53 | 3 | 494,77 |
| 64 | 249255 | 010170050 150 | 51 | 42 | 32 | 33 | 40 | 56 | 50 | 42 | 48 | 52 | 56 | 40 | 45 | 49 | 37 | 30 | 46 | 44,06 | 3 | 489,54 |
| 65 | 442530 | 010170020 24 | 109 | 54 | 54 | 92 | 62 | 70 | 71 | 68 | 58 | 64 | 71 | 51 | 67 | 63 | 78 | 72 | 43 | 67,47 | 3 | 749,67 |
| 66 | 297700 | 010170030 50 | 64 | 59 | 51 | 58 | 30 | 63 | 40 | 60 | 47 | 56 | 64 | 38 | 42 | 55 | 53 | 38 | 49 | 51,00 | 4 | 425,00 |
| 67 | 253080 | 010170030 175 | 44 | 35 | 32 | 41 | 34 | 44 | 46 | 40 | 33 | 41 | 46 | 29 | 30 | 40 | 40 | 35 | 48 | 38,71 | 5 | 258,04 |
| 68 | 145250 | 010170060 90 | 48 | 42 | 42 | 50 | 41 | 38 | 34 | 28 | 26 | 32 | 36 | 22 | 30 | 35 | 27 | 29 | 38 | 35,18 | 5 | 234,51 |
| 69 | 489690 | 010170060 235 | 266 | 197 | 173 | 225 | 120 | 134 | 110 | 106 | 94 | 115 | 136 | 108 | 157 | 255 | 239 | 205 | 278 | 171,65 | 3 | 1907,19 |
| 70 | 200120 | 010170090 75 | 41 | 37 | 40 | 46 | 37 | 38 | 43 | 41 | 40 | 46 | 48 | 35 | 46 | 48 | 39 | 34 | 61 | 42,35 | 4 | 352,94 |
| 71 | 775860 | 010170090 176 | 30 | 37 | 32 | 39 | 32 | 33 | 33 | 39 | 34 | 41 | 45 | 33 | 43 | 74 | 65 | 56 | 72 | 43,41 | 7 | 206,72 |
| 72 | 485640 | 010170090 184 | 40 | 31 | 25 | 37 | 36 | 33 | 42 | 34 | 32 | 38 | 42 | 28 | 38 | 50 | 39 | 33 | 49 | 36,88 | 4 | 307,35 |
| 73 | 2986 | 010230020 145 | 57 | 46 | 52 | 59 | 8 | 98 | 54 | 47 | 40 | 44 | 41 | 22 | 14 | 30 | 30 | 24 | 28 | 40,82 | 2 | 680,39 |
| 74 | 846025 | 010230020 155 | 53 | 23 | 27 | 37 | 19 | 62 | 39 | 31 | 34 | 40 | 37 | 34 | 30 | 55 | 36 | 40 | 47 | 37,88 | 2 | 631,37 |
| 75 | 78335 | 010230020 185 | 60 | 30 | 37 | 52 | 9 | 67 | 51 | 43 | 37 | 49 | 41 | 22 | 45 | 52 | 36 | 44 | 54 | 42,88 | 5 | 285,88 |
| 76 | 167220 | 010210020 50 | 82 | 64 | 59 | 80 | 63 | 80 | 79 | 72 | 70 | 74 | 66 | 42 | 52 | 77 | 64 | 67 | 88 | 69,35 | 10 | 231,18 |
| 77 | 674910 | 010210020 55 | 72 | 41 | 41 | 52 | 41 | 46 | 46 | 43 | 43 | 45 | 43 | 32 | 43 | 54 | 38 | 41 | 52 | 45,47 | 5 | 303,14 |
| 78 | 710950 | 010210020 88 | 40 | 42 | 36 | 44 | 38 | 47 | 44 | 44 | 44 | 50 | 47 | 33 | 40 | 67 | 73 | 66 | 44 | 47,00 | 9 | 174,07 |
| 79 | 141572 | 010210040 72 | 72 | 51 | 40 | 52 | 42 | 49 | 60 | 53 | 51 | 57 | 51 | 46 | 54 | 81 | 55 | 60 | 65 | 55,24 | 6 | 306,86 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------|---------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|---|---------|
| 80 | 159660 | 010010010 46 | 71 | 53 | 50 | 65 | 48 | 50 | 54 | 69 | 51 | 47 | 41 | 35 | 39 | 62 | 45 | 40 | 77 | 52,76 | 5 | 351,76 |
| 81 | 132175 | 010010020 219 | 54 | 53 | 47 | 71 | 48 | 41 | 40 | 38 | 49 | 54 | 53 | 41 | 48 | 66 | 52 | 46 | 79 | 51,76 | 4 | 431,37 |
| 82 | 830700 | 010010040 258 | 50 | 41 | 38 | 53 | 46 | 38 | 43 | 44 | 58 | 53 | 47 | 36 | 40 | 51 | 43 | 41 | 55 | 45,71 | 9 | 169,28 |
| 83 | 912785 | 010020060 125 | 38 | 29 | 30 | 35 | 22 | 27 | 25 | 31 | 51 | 55 | 31 | 16 | 38 | 26 | 20 | 19 | 21 | 30,24 | 5 | 201,57 |
| 84 | 103760 | 010020040 50 | 72 | 60 | 56 | 69 | 62 | 68 | 58 | 63 | 54 | 63 | 58 | 69 | 107 | 98 | 85 | 72 | 102 | 71,53 | 4 | 596,08 |
| 85 | 104670 | 010020050 400 | 40 | 36 | 37 | 50 | 28 | 36 | 37 | 36 | 34 | 21 | 60 | 38 | 44 | 61 | 47 | 42 | 47 | 40,82 | 4 | 340,20 |
| 86 | 105132 | 010020050 407 | 53 | 54 | 31 | 37 | 28 | 38 | 27 | 24 | 30 | 31 | 28 | 26 | 26 | 29 | 28 | 35 | 41 | 33,29 | 5 | 221,96 |
| 87 | 393132 | 010020020 189 | 51 | 44 | 48 | 60 | 56 | 51 | 46 | 50 | 53 | 54 | 49 | 38 | 47 | 59 | 54 | 54 | 63 | 51,59 | 2 | 859,80 |
| 88 | 52380 | 010020020 61 | 41 | 37 | 30 | 38 | 30 | 35 | 33 | 39 | 32 | 38 | 33 | 25 | 29 | 52 | 40 | 34 | 42 | 35,76 | 3 | 397,39 |
| 89 | 834750 | 010030020 9 | 37 | 31 | 32 | 39 | 31 | 31 | 38 | 31 | 38 | 38 | 32 | 26 | 27 | 47 | 30 | 31 | 45 | 34,35 | 7 | 163,59 |
| 90 | 557100 | 010030060 182 | 15 | 41 | 30 | 30 | 34 | 36 | 40 | 34 | 36 | 41 | 40 | 41 | 44 | 44 | 28 | 29 | 50 | 36,06 | 5 | 240,39 |
| 91 | 818820 | 010030040 420 | 56 | 51 | 60 | 63 | 52 | 50 | 62 | 45 | 49 | 63 | 45 | 41 | 47 | 66 | 51 | 50 | 62 | 53,71 | 3 | 596,73 |
| 92 | 639200 | 010030040 201 | 57 | 46 | 46 | 70 | 67 | 37 | 60 | 39 | 47 | 50 | 43 | 38 | 42 | 55 | 52 | 42 | 76 | 51,00 | 3 | 566,67 |
| 93 | 889190 | 010030040 187 | 48 | 47 | 44 | 44 | 41 | 41 | 46 | 33 | 30 | 42 | 38 | 32 | 40 | 48 | 30 | 35 | 52 | 40,65 | 2 | 677,45 |
| 94 | 444960 | 010030050 298 | 31 | 40 | 33 | 42 | 26 | 28 | 32 | 27 | 30 | 37 | 31 | 25 | 37 | 48 | 36 | 28 | 40 | 33,59 | 3 | 373,20 |
| 95 | 768960 | 010080060 255 | 65 | 45 | 49 | 60 | 49 | 45 | 38 | 48 | 38 | 45 | 42 | 42 | 46 | 73 | 66 | 65 | 89 | 53,24 | 6 | 295,75 |
| 96 | 833040 | 010080050 219 | 92 | 65 | 66 | 86 | 67 | 62 | 102 | 113 | 94 | 113 | 83 | 78 | 92 | 155 | 130 | 122 | 64 | 93,18 | 2 | 1552,94 |
| 97 | 111960 | 010080050 233 | 9 | 32 | 33 | 33 | 27 | 32 | 34 | 38 | 46 | 45 | 34 | 34 | 38 | 67 | 48 | 49 | 66 | 39,12 | 5 | 260,78 |
| 98 | 589592 | 010130040 292 | 42 | 31 | 33 | 46 | 39 | 37 | 47 | 37 | 42 | 40 | 39 | 26 | 29 | 41 | 40 | 35 | 62 | 39,18 | 5 | 261,18 |
| 99 | 352620 | 010120080 275 | 54 | 15 | 24 | 28 | 23 | 25 | 26 | 37 | 33 | 33 | 30 | 30 | 39 | 65 | 42 | 37 | 42 | 34,29 | 2 | 571,57 |
| 100 | 676440 | 010120080 308 | 65 | 37 | 48 | 53 | 61 | 52 | 59 | 76 | 58 | 47 | 44 | 31 | 30 | 52 | 48 | 38 | 69 | 51,06 | 5 | 340,39 |
| 101 | 223210 | 010120020 288 | 86 | 30 | 46 | 72 | 69 | 63 | 61 | 64 | 51 | 56 | 68 | 52 | 41 | 69 | 38 | 68 | 75 | 59,35 | 3 | 659,48 |
| 102 | 312840 | 010120020 12 | 51 | 15 | 26 | 43 | 23 | 29 | 35 | 49 | 43 | 41 | 40 | 39 | 30 | 43 | 43 | 37 | 48 | 37,35 | 2 | 622,55 |
| 103 | 828990 | 010030080 89 | 51 | 27 | 30 | 41 | 35 | 36 | 38 | 48 | 39 | 38 | 31 | 25 | 22 | 30 | 30 | 28 | 41 | 34,71 | 5 | 231,37 |
| 104 | 119160 | 010030090 341 | 35 | 37 | 28 | 46 | 29 | 36 | 36 | 22 | 41 | 21 | 27 | 19 | 25 | 39 | 39 | 25 | 47 | 32,47 | 5 | 216,47 |
| 105 | 214025 | 010030090 170 | 37 | 33 | 30 | 37 | 30 | 30 | 35 | 29 | 26 | 32 | 31 | 23 | 27 | 14 | 84 | 35 | 46 | 34,06 | 3 | 378,43 |
| 106 | 428680 | 010040050 110 | 45 | 37 | 38 | 47 | 37 | 33 | 34 | 32 | 31 | 33 | 42 | 27 | 31 | 43 | 31 | 31 | 46 | 36,35 | 6 | 201,96 |
| 107 | 29150 | 010040040 201 | 44 | 31 | 28 | 32 | 25 | 30 | 26 | 31 | 22 | 22 | 25 | 18 | 34 | 53 | 38 | 37 | 39 | 31,47 | 4 | 262,25 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------|---------------|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|---|--------|
| 108 | 650970 | 010040040 163 | 67 | 43 | 51 | 53 | 38 | 41 | 43 | 54 | 45 | 44 | 45 | 36 | 43 | 59 | 44 | 42 | 65 | 47,82 | 5 | 318,82 |
| 109 | 835740 | 010040030 100 | 139 | 107 | 83 | 46 | 31 | 33 | 39 | 37 | 40 | 43 | 40 | 37 | 32 | 47 | 38 | 30 | 47 | 51,12 | 6 | 283,99 |
| 110 | 471900 | 010040030 150 | 55 | 46 | 43 | 60 | 49 | 43 | 43 | 52 | 48 | 49 | 44 | 35 | 39 | 60 | 43 | 39 | 64 | 47,76 | 5 | 318,43 |
| 111 | 830690 | 010040030 510 | 49 | 37 | 37 | 47 | 36 | 40 | 54 | 48 | 45 | 46 | 39 | 31 | 37 | 54 | 37 | 34 | 48 | 42,29 | 4 | 352,45 |
| 112 | 413281 | 010040030 570 | 82 | 52 | 47 | 39 | 29 | 28 | 25 | 25 | 24 | 51 | 35 | 16 | 34 | 39 | 34 | 34 | 46 | 37,65 | 4 | 313,73 |
| 113 | 917290 | 010040030 220 | 47 | 42 | 30 | 26 | 19 | 17 | 22 | 24 | 24 | 37 | 32 | 24 | 30 | 36 | 30 | 25 | 37 | 29,53 | 5 | 196,86 |
| 114 | 712081 | 010040030 650 | 42 | 35 | 41 | 44 | 40 | 40 | 42 | 38 | 40 | 41 | 38 | 30 | 36 | 36 | 38 | 37 | 43 | 38,88 | 8 | 162,01 |
| 115 | 308430 | 010040030 450 | 47 | 38 | 30 | 33 | 23 | 41 | 33 | 31 | 28 | 29 | 33 | 32 | 34 | 27 | 73 | 36 | 58 | 36,82 | 8 | 153,43 |
| 116 | 806310 | 010040030 420 | 71 | 62 | 76 | 80 | 32 | 89 | 40 | 45 | 46 | 37 | 33 | 27 | 36 | 32 | 47 | 31 | 43 | 48,65 | 6 | 270,26 |
| 117 | 333120 | 010090030 31 | 38 | 30 | 32 | 37 | 27 | 27 | 32 | 37 | 28 | 36 | 32 | 26 | 30 | 44 | 31 | 33 | 43 | 33,12 | 6 | 183,99 |
| 118 | 628650 | 010090030 250 | 113 | 78 | 79 | 57 | 56 | 59 | 54 | 55 | 49 | 57 | 42 | 38 | 41 | 66 | 46 | 44 | 51 | 57,94 | 4 | 482,84 |
| 119 | 627120 | 010090030 241 | 85 | 62 | 58 | 76 | 69 | 68 | 67 | 67 | 66 | 73 | 65 | 73 | 54 | 74 | 60 | 68 | 84 | 68,76 | 9 | 254,68 |
| 120 | 250020 | 010090010 45 | 67 | 47 | 41 | 56 | 45 | 42 | 47 | 49 | 45 | 54 | 40 | 36 | 44 | 54 | 48 | 47 | 57 | 48,18 | 6 | 267,65 |
| 121 | 21510 | 010090090 109 | 39 | 29 | 29 | 69 | 54 | 28 | 26 | 28 | 32 | 29 | 30 | 24 | 27 | 28 | 55 | 31 | 48 | 35,65 | 3 | 396,08 |
| 122 | 332820 | 010050040 269 | 34 | 31 | 28 | 31 | 30 | 26 | 25 | 28 | 26 | 42 | 43 | 48 | 58 | 62 | 48 | 50 | 91 | 41,24 | 2 | 687,25 |
| 123 | 725146 | 010050040 379 | 38 | 43 | 44 | 47 | 41 | 42 | 19 | 54 | 33 | 39 | 40 | 33 | 37 | 50 | 43 | 32 | 55 | 40,59 | 5 | 270,59 |
| 124 | 4296 | 010050040 389 | 45 | 38 | 40 | 27 | 29 | 25 | 31 | 25 | 26 | 27 | 30 | 21 | 24 | 35 | 28 | 25 | 32 | 29,88 | 5 | 199,22 |
| 125 | 610000 | 010050040 113 | 47 | 32 | 36 | 38 | 34 | 30 | 34 | 35 | 26 | 34 | 32 | 29 | 36 | 51 | 40 | 27 | 47 | 35,76 | 3 | 397,39 |
| 126 | 1018 | 010050040 189 | 38 | 34 | 40 | 74 | 59 | 68 | 96 | 100 | 162 | 85 | 21 | 15 | 15 | 23 | 16 | 25 | 33 | 53,18 | 4 | 443,14 |
| 127 | 68531 | 010050010 170 | 31 | 27 | 27 | 41 | 30 | 29 | 32 | 28 | 28 | 33 | 39 | 32 | 38 | 52 | 35 | 32 | 43 | 33,94 | 2 | 565,69 |
| 128 | 887671 | 010050010 213 | 46 | 37 | 46 | 54 | 46 | 58 | 58 | 35 | 33 | 36 | 35 | 24 | 29 | 38 | 32 | 33 | 42 | 40,12 | 4 | 334,31 |
| 129 | 626960 | 010040060 480 | 19 | 55 | 43 | 36 | 42 | 40 | 68 | 83 | 67 | 77 | 75 | 38 | 70 | 63 | 25 | 21 | 26 | 49,88 | 4 | 415,69 |
| 130 | 237421 | 010040060 521 | 53 | 42 | 41 | 62 | 69 | 40 | 41 | 47 | 41 | 47 | 45 | 26 | 52 | 54 | 43 | 39 | 57 | 47,00 | 3 | 522,22 |
| 131 | 190350 | 010040060 598 | 66 | 45 | 51 | 59 | 54 | 43 | 68 | 66 | 48 | 55 | 48 | 39 | 46 | 66 | 53 | 44 | 60 | 53,59 | 4 | 446,57 |
| 132 | 217750 | 010040030 200 | 61 | 44 | 45 | 46 | 36 | 35 | 38 | 37 | 38 | 42 | 42 | 30 | 32 | 66 | 57 | 37 | 38 | 42,59 | 4 | 354,90 |
| 133 | 244530 | 010040030 20 | 86 | 63 | 67 | 91 | 61 | 63 | 66 | 57 | 36 | 43 | 47 | 31 | 36 | 53 | 36 | 68 | 51 | 56,18 | 3 | 624,18 |
| 134 | 107630 | 010040030 540 | 91 | 75 | 69 | 94 | 74 | 75 | 51 | 48 | 34 | 34 | 28 | 48 | 44 | 64 | 50 | 46 | 74 | 58,76 | 4 | 489,71 |
| 135 | 275400 | 010040060 176 | 47 | 36 | 40 | 43 | 43 | 32 | 37 | 43 | 39 | 41 | 35 | 27 | 29 | 41 | 32 | 37 | 43 | 37,94 | 5 | 252,94 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-------|----|--------|
| 136 | 777300 | 010040060 192 | 60 | 41 | 38 | 62 | 35 | 41 | 39 | 39 | 36 | 41 | 40 | 31 | 40 | 56 | 43 | 41 | 53 | 43,29 | 6 | 240,52 |
| 137 | 435620 | 010040060 271 | 57 | 36 | 47 | 41 | 42 | 25 | 31 | 35 | 33 | 37 | 34 | 30 | 32 | 55 | 36 | 19 | 61 | 38,29 | 7 | 182,35 |
| 138 | 219280 | 010040060 311 | 46 | 30 | 36 | 46 | 36 | 28 | 24 | 24 | 28 | 35 | 42 | 35 | 51 | 62 | 35 | 34 | 53 | 37,94 | 6 | 210,78 |
| 139 | 719550 | 010050010 336 | 74 | 57 | 61 | 75 | 61 | 57 | 57 | 51 | 52 | 57 | 54 | 45 | 41 | 63 | 58 | 50 | 70 | 57,82 | 12 | 160,62 |
| 140 | 483210 | 010050010 246 | 28 | 33 | 33 | 47 | 31 | 27 | 36 | 34 | 33 | 36 | 45 | 34 | 37 | 44 | 47 | 27 | 33 | 35,59 | 5 | 237,25 |
| 141 | 430740 | 010050010 226 | 75 | 57 | 47 | 54 | 50 | 44 | 55 | 43 | 31 | 45 | 72 | 68 | 73 | 86 | 62 | 51 | 97 | 59,41 | 4 | 495,10 |
| 142 | 59230 | 010050010 140 | 53 | 41 | 41 | 47 | 40 | 38 | 37 | 36 | 37 | 42 | 49 | 45 | 49 | 70 | 59 | 53 | 70 | 47,47 | 5 | 316,47 |
| 143 | 658087 | 010050040 160 | 54 | 65 | 58 | 61 | 44 | 40 | 41 | 37 | 35 | 34 | 33 | 29 | 38 | 57 | 43 | 31 | 37 | 43,35 | 2 | 722,55 |
| 144 | 993 | 010050020 339 | 42 | 46 | 39 | 45 | 42 | 42 | 59 | 40 | 31 | 46 | 49 | 46 | 43 | 72 | 60 | 47 | 69 | 48,12 | 4 | 400,98 |
| 145 | 129548 | 010050060 197 | 39 | 33 | 36 | 43 | 32 | 40 | 39 | 36 | 31 | 35 | 32 | 25 | 29 | 39 | 37 | 31 | 46 | 35,47 | 3 | 394,12 |
| 146 | 200158 | 010050050 125 | 84 | 62 | 61 | 76 | 93 | 62 | 61 | 68 | 60 | 61 | 63 | 49 | 58 | 82 | 81 | 69 | 106 | 70,35 | 5 | 469,02 |
| 147 | 585091 | 010050050 260 | 43 | 32 | 34 | 39 | 33 | 33 | 32 | 25 | 25 | 32 | 35 | 32 | 43 | 54 | 41 | 39 | 58 | 37,06 | 2 | 617,65 |
| 148 | 297320 | 010100010 104 | 46 | 41 | 30 | 39 | 35 | 30 | 35 | 38 | 39 | 43 | 27 | 20 | 27 | 35 | 28 | 34 | 48 | 35,00 | 3 | 388,89 |
| 149 | 739440 | 010100010 152 | 51 | 41 | 32 | 49 | 35 | 41 | 44 | 39 | 36 | 42 | 48 | 41 | 44 | 45 | 36 | 43 | 51 | 42,24 | 5 | 281,57 |
| 150 | 376110 | 010150010 248 | 23 | 23 | 16 | 49 | 30 | 33 | 34 | 32 | 32 | 28 | 32 | 29 | 31 | 38 | 37 | 43 | 55 | 33,24 | 3 | 369,28 |
| 151 | 197892 | 010150010 117 | 53 | 33 | 40 | 45 | 42 | 36 | 40 | 36 | 34 | 35 | 37 | 27 | 24 | 40 | 28 | 33 | 40 | 36,65 | 3 | 407,19 |
| 152 | 620280 | 010150020 16 | 50 | 40 | 48 | 56 | 48 | 52 | 51 | 46 | 54 | 39 | 57 | 39 | 35 | 67 | 38 | 48 | 69 | 49,24 | 2 | 820,59 |
| 153 | 78300 | 010150030 82 | 42 | 30 | 33 | 42 | 34 | 36 | 37 | 35 | 39 | 34 | 37 | 28 | 29 | 47 | 39 | 37 | 45 | 36,71 | 3 | 407,84 |
| 154 | 163888 | 010090080 50 | 46 | 29 | 33 | 47 | 36 | 35 | 18 | 22 | 29 | 34 | 39 | 41 | 26 | 43 | 28 | 20 | 21 | 32,18 | 2 | 536,27 |
| 155 | 302350 | 010110020 33 | 3 | 26 | 26 | 39 | 43 | 36 | 29 | 43 | 36 | 37 | 35 | 33 | 53 | 69 | 66 | 83 | 77 | 43,18 | 2 | 719,61 |
| 156 | 175440 | 010110050 143 | 71 | 30 | 54 | 45 | 31 | 40 | 35 | 45 | 44 | 43 | 46 | 36 | 36 | 62 | 14 | 49 | 65 | 43,88 | 5 | 292,55 |
| 157 | 912960 | 010160020 121 | 47 | 45 | 40 | 45 | 41 | 69 | 51 | 42 | 47 | 47 | 49 | 43 | 39 | 53 | 40 | 40 | 53 | 46,53 | 9 | 172,33 |
| 158 | 921910 | 010160020 181 | 33 | 31 | 40 | 44 | 36 | 42 | 42 | 36 | 38 | 40 | 37 | 31 | 29 | 34 | 37 | 36 | 36 | 36,59 | 6 | 203,27 |
| 159 | 519030 | 010160030 117 | 30 | 28 | 15 | 17 | 19 | 45 | 50 | 47 | 47 | 39 | 24 | 20 | 38 | 51 | 62 | 64 | 51 | 38,06 | 6 | 211,44 |
| 160 | 7573 | 010160030 115 | 15 | 14 | 30 | 38 | 29 | 39 | 42 | 34 | 35 | 32 | 35 | 27 | 28 | 40 | 37 | 33 | 46 | 32,59 | 3 | 362,09 |
| 161 | 390435 | 010160090 222 | 44 | 39 | 23 | 34 | 27 | 44 | 40 | 36 | 44 | 37 | 37 | 27 | 22 | 23 | 14 | 25 | 43 | 32,88 | 5 | 219,22 |
| 162 | 337730 | 010160080 30 | 50 | 40 | 40 | 49 | 43 | 55 | 57 | 50 | 45 | 51 | 49 | 44 | 37 | 49 | 42 | 42 | 53 | 46,82 | 6 | 260,13 |
| 163 | 717570 | 010160070 268 | 54 | 40 | 24 | 32 | 21 | 30 | 29 | 27 | 28 | 34 | 29 | 27 | 31 | 44 | 57 | 29 | 38 | 33,76 | 4 | 281,37 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|---------------|--------|
| 164 | 106890 | 010160070 403 | 62 | 49 | 42 | 49 | 39 | 49 | 48 | 43 | 43 | 49 | 40 | 41 | 39 | 52 | 40 | 42 | 57 | 46,12 | 4 | 384,31 |
| 165 | 215460 | 010210020 174 | 63 | 33 | 30 | 35 | 32 | 37 | 37 | 41 | 33 | 35 | 35 | 32 | 44 | 54 | 31 | 32 | 38 | 37,76 | 3 | 419,61 |
| 166 | 489420 | 010210020 134 | 45 | 61 | 58 | 40 | 28 | 34 | 36 | 39 | 32 | 37 | 34 | 26 | 24 | 33 | 25 | 27 | 36 | 36,18 | 9 | 133,99 |
| 167 | 400968 | 010170070 120 | 91 | 74 | 51 | 65 | 53 | 55 | 53 | 48 | 59 | 53 | 58 | 62 | 57 | 91 | 77 | 73 | 84 | 64,94 | 4 | 541,18 |
| 168 | 902085 | 010170070 41 | 44 | 33 | 28 | 33 | 26 | 33 | 32 | 30 | 35 | 34 | 28 | 24 | 26 | 33 | 28 | 24 | 34 | 30,88 | 7 | 147,06 |
| Consumo per cápita promedio (l/hab/d) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 333,07 | |

Fuente: Departamento de Gestión y Cobro, Municipalidad de Cartago y resultados de la encuesta.

 Datos eliminados. No se utilizaron para calcular el consumo per cápita promedio (l/hab/d).

Anexo 3. Estado de los medidores de agua potable de acuerdo al número de localización de la vivienda

Tabla 2. Estado de los medidores de agua potable por número de localización de la vivienda.

| N° de vivienda | Cuenta | N° de localización | Estado del medidor |
|-----------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | 168750 | 010010020 517 | Con tapa |
| 2 | 844845 | 010010030 148 | Con tapa |
| 3 | 808740 | 010010030 155 | Con tapa |
| 4 | 5058 | 010010030 160 | Con tapa |
| 5 | 755280 | 010010030 518 | Con tapa |
| 6 | 28170 | 010020010 199 | Con tapa |
| 7 | 321030 | 010020010 217 | Con tapa |
| 8 | 38112 | 010020010 275 | Sin tapa y con maleza |
| 9 | 536 | 010020010 31 | Con tapa |
| 10 | 10867 | 010030010 283 | Con tapa |
| 11 | 255880 | 010030010 15 | Con tapa |
| 12 | 42570 | 010030060 82 | Con tapa |
| 13 | 414120 | 010030060 40 | Con tapa |
| 14 | 792810 | 010030080 374 | Con tapa |
| 15 | 820085 | 010030040 455 | Con tapa |
| 16 | 124655 | 010030040 53 | Con tapa |
| 17 | 762350 | 010030050 200 | Con tapa |
| 18 | 829530 | 010030090 401 | Con tapa |
| 19 | 11340 | 010030090 312 | Con tapa |
| 20 | 708660 | 010030080 239 | Con tapa |
| 21 | 849600 | 010030090 35 | Con tapa |
| 22 | 56522 | 010030090 224 | Con tapa |
| 23 | 721530 | 010040050 151 | Con tapa |
| 24 | 8707 | 010030050 135 | Con tapa |
| 25 | 136080 | 010040040 138 | Con tapa |
| 26 | 452615 | 010040010 156 | Con tapa |
| 27 | 564710 | 010040010 136 | Con tapa |
| 28 | 841410 | 010040010 263 | Con tapa |
| 29 | 156240 | 010040010 27 | Con tapa |
| 30 | 527595 | 010070090 114 | Con tapa |
| 31 | 261542 | 010070070 62 | Con tapa |
| 32 | 215550 | 010080080 261 | Con tapa |
| 33 | 425070 | 010080080 116 | Con tapa |
| 34 | 319260 | 010080090 13 | Con tapa |
| 35 | 424890 | 010080090 104 | Con tapa |
| 36 | 561431 | 010080100 278 | Con tapa |
| 37 | 714600 | 010080100 262 | Con tapa |

| | | | |
|----|--------|---------------|--------------------------------|
| 38 | 539910 | 010090010 103 | Con tapa |
| 39 | 117720 | 010090030 226 | Con tapa |
| 40 | 178560 | 010090030 219 | Con tapa |
| 41 | 60035 | 010090030 175 | Con tapa |
| 42 | 1212 | 010090030 50 | Con tapa |
| 43 | 445310 | 010090030 57 | Con tapa |
| 44 | 87670 | 010110020 200 | Con tapa |
| 45 | 520470 | 010110110 45 | Con tapa |
| 46 | 150480 | 010120090 206 | Con tapa |
| 47 | 6660 | 010130020 128 | Con tapa |
| 48 | 504720 | 010130020 57 | Sin tapa y enterrado |
| 49 | 42300 | 010120060 234 | Con tapa |
| 50 | 12871 | 010120070 272 | Con tapa |
| 51 | 916380 | 010120080 114 | Con tapa |
| 52 | 523440 | 010120070 54 | Con tapa |
| 53 | 608220 | 010120020 226 | Con tapa |
| 54 | 27565 | 010120020 267 | Con tapa |
| 55 | 2111 | 010160030 163 | Sin tapa |
| 56 | 342091 | 010160060 57 | Con tapa |
| 57 | 381330 | 010160060 27 | Con tapa |
| 58 | 273540 | 010160070 415 | Sin tapa y pantalla no visible |
| 59 | 543515 | 010160090 58 | Con tapa |
| 60 | 172350 | 010170110 168 | Con tapa |
| 61 | 550170 | 010170110 65 | Con tapa |
| 62 | 315 | 010170070 100 | Con tapa |
| 63 | 202340 | 010170040 124 | Con tapa |
| 64 | 249255 | 010170050 150 | Con tapa |
| 65 | 442530 | 010170020 24 | Con tapa |
| 66 | 297700 | 010170030 50 | Con tapa |
| 67 | 253080 | 010170030 175 | Con tapa |
| 68 | 145250 | 010170060 90 | Con tapa |
| 69 | 489690 | 010170060 235 | Con tapa |
| 70 | 200120 | 010170090 75 | Con tapa |
| 71 | 775860 | 010170090 176 | Con tapa |
| 72 | 485640 | 010170090 184 | Con tapa |
| 73 | 2986 | 010230020 145 | Con tapa |
| 74 | 846025 | 010230020 155 | Con tapa |
| 75 | 78335 | 010230020 185 | Con tapa |
| 76 | 167220 | 010210020 50 | Con tapa |
| 77 | 674910 | 010210020 55 | Con tapa |
| 78 | 710950 | 010210020 88 | Con tapa |

| | | | |
|-----|--------|---------------|-------------------------------------|
| 79 | 141572 | 010210040 72 | Con tapa |
| 80 | 159660 | 010010010 46 | Sin tapa |
| 81 | 132175 | 010010020 219 | Con tapa |
| 82 | 830700 | 010010040 258 | Con tapa |
| 83 | 912785 | 010020060 125 | Con tapa |
| 84 | 103760 | 010020040 50 | Con tapa |
| 85 | 104670 | 010020050 400 | Con tapa |
| 86 | 105132 | 010020050 407 | Con tapa |
| 87 | 393132 | 010020020 189 | Con tapa |
| 88 | 52380 | 010020020 61 | Con tapa |
| 89 | 834750 | 010030020 9 | Con tapa |
| 90 | 557100 | 010030060 182 | Sin tapa y con tapón en la carátula |
| 91 | 818820 | 010030040 420 | Con tapa |
| 92 | 639200 | 010030040 201 | Con tapa |
| 93 | 889190 | 010030040 187 | Con tapa |
| 94 | 444960 | 010030050 298 | Con tapa |
| 95 | 768960 | 010080060 255 | Con tapa |
| 96 | 833040 | 010080050 219 | Con tapa |
| 97 | 111960 | 010080050 233 | Con tapa |
| 98 | 589592 | 010130040 292 | Sin tapa |
| 99 | 352620 | 010120080 275 | Con tapa |
| 100 | 676440 | 010120080 308 | Con tapa |
| 101 | 223210 | 010120020 288 | Con tapa |
| 102 | 312840 | 010120020 12 | Sin tapa |
| 103 | 828990 | 010030080 89 | Con tapa |
| 104 | 119160 | 010030090 341 | Sin tapa |
| 105 | 214025 | 010030090 170 | Con tapa |
| 106 | 428680 | 010040050 110 | Con tapa |
| 107 | 29150 | 010040040 201 | Con tapa |
| 108 | 650970 | 010040040 163 | Con tapa |
| 109 | 835740 | 010040030 100 | Sin tapa |
| 110 | 471900 | 010040030 150 | Con tapa |
| 111 | 830690 | 010040030 510 | Con tapa |
| 112 | 413281 | 010040030 570 | Con tapa |
| 113 | 917290 | 010040030 220 | Con tapa |
| 114 | 712081 | 010040030 650 | Con tapa |
| 115 | 308430 | 010040030 450 | Con tapa |
| 116 | 806310 | 010040030 420 | Con tapa |
| 117 | 333120 | 010090030 31 | Con tapa |
| 118 | 628650 | 010090030 250 | Con tapa |
| 119 | 627120 | 010090030 241 | Con tapa |

| | | | |
|-----|--------|---------------|-------------------------------------|
| 120 | 250020 | 010090010 45 | Con tapa |
| 121 | 21510 | 010090090 109 | Con tapa |
| 122 | 332820 | 010050040 269 | Con tapa |
| 123 | 725146 | 010050040 379 | Con tapa |
| 124 | 4296 | 010050040 389 | Con tapa |
| 125 | 610000 | 010050040 113 | Con tapa |
| 126 | 1018 | 010050040 189 | Sin tapa |
| 127 | 68531 | 010050010 170 | Con tapa |
| 128 | 887671 | 010050010 213 | Con tapa |
| 129 | 626960 | 010040060 480 | Con tapa |
| 130 | 237421 | 010040060 521 | Con tapa |
| 131 | 190350 | 010040060 598 | Con tapa |
| 132 | 217750 | 010040030 200 | Sin tapa y con tapón en la carátula |
| 133 | 244530 | 010040030 20 | Con tapa |
| 134 | 107630 | 010040030 540 | Con tapa quebrada |
| 135 | 275400 | 010040060 176 | Con tapa |
| 136 | 777300 | 010040060 192 | Con tapa |
| 137 | 435620 | 010040060 271 | Con tapa |
| 138 | 219280 | 010040060 311 | Con tapa |
| 139 | 719550 | 010050010 336 | Con tapa |
| 140 | 483210 | 010050010 246 | Con tapa |
| 141 | 430740 | 010050010 226 | Con tapa |
| 142 | 59230 | 010050010 140 | Con tapa |
| 143 | 658087 | 010050040 160 | Con tapa |
| 144 | 993 | 010050020 339 | Con tapa |
| 145 | 129548 | 010050060 197 | Con tapa |
| 146 | 200158 | 010050050 125 | Con tapa |
| 147 | 585091 | 010050050 260 | Con tapa |
| 148 | 297320 | 010100010 104 | Con tapa |
| 149 | 739440 | 010100010 152 | Con tapa |
| 150 | 376110 | 010150010 248 | Con tapa |
| 151 | 197892 | 010150010 117 | Con tapa |
| 152 | 620280 | 010150020 16 | Sin tapa |
| 153 | 78300 | 010150030 82 | Con tapa |
| 154 | 163888 | 010090080 50 | Con tapa |
| 155 | 302350 | 010110020 33 | Con tapa |
| 156 | 175440 | 010110050 143 | Con tapa |
| 157 | 912960 | 010160020 121 | Con tapa |
| 158 | 921910 | 010160020 181 | Con tapa |
| 159 | 519030 | 010160030 117 | Sin tapa |
| 160 | 7573 | 010160030 115 | Con tapa |

| | | | |
|-----|--------|---------------|----------|
| 161 | 390435 | 010160090 222 | Con tapa |
| 162 | 337730 | 010160080 30 | Con tapa |
| 163 | 717570 | 010160070 268 | Con tapa |
| 164 | 106890 | 010160070 403 | Con tapa |
| 165 | 215460 | 010210020 174 | Con tapa |
| 166 | 489420 | 010210020 134 | Con tapa |
| 167 | 400968 | 010170070 120 | Con tapa |
| 168 | 902085 | 010170070 41 | Sin tapa |

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 4. Distribuidores de sistemas ahorradores de agua en
Costa Rica**

Tabla 3. Distribuidores de sistemas ahorradores de agua en Costa Rica.

| Empresa | Dirección | Información General |
|--------------------|---|---|
| Abonos Agro S.A. | <p>Barrio México: Avenida 3, calle 16 - 18 San José, Costa Rica.</p> <p>La Uruca, 200 metros Oeste de la plaza de deportes, San José, Costa Rica.</p> <p>M.F.A La Uruca, calle principal de Lachner y Sáenz 200 metros Norte 100 metros Este, San José, Costa Rica.</p> <p>Limal Limonal de Abangares Guanacaste, Costa Rica.</p> <p>Pérez Zeledón, San Isidro del General, Barrio Los Ángeles, San José, Costa Rica.</p> <p>Barrio Cuba, del Liceo del Sur 150 metros sur.</p> | <p>Barrio México: Teléfono: 2212 - 9300 Fax: 2255 – 3338</p> <p>La Uruca: Teléfono: 2211 - 9300 Fax: 2257 - 5844</p> <p>M.F.A. La Uruca: Teléfono: 2211- 5100 Fax: 2256- 0225</p> <p>Limalonal: Teléfono: 2662- 8101 Fax: 2662- 8686</p> <p>Pérez Zeledón: Teléfono: 2771- 3666 Fax: 2771- 7199</p> <p>Barrio Cuba: Teléfono: 2212 - 9488 Fax: 2255- 3467</p> <p>Email: callcenter@abonosagro.com</p> <p>Páginas Web: http://www.abonosagro.com/mfa.php</p> |
| Absolute Solutions | De Pizza Hut Paseo Colón, 100 metros oeste, 200 metros norte y 25 metros oeste, San José, Costa Rica. | <p>Teléfonos: (506) 2519-5476 / 2519-5477 / 2222-6861 Fax: (506) 2222-7895 Correo: Solutions.CR@IncesaStd.com</p> |
| Acualogica S.A. | Costa Rica. | <p>Teléfonos: (506) 2261-5885 / 2261-5873 Fax: (506) 2260-4618 Email: info@acualogica.com Página Web:</p> |

| | | |
|------------------------------------|--|--|
| | | http://www.acualogica.com/ |
| Agua Solutions International, S.A. | Liberia, Guanacaste, Costa Rica | Apdo: 384-5000 Email: im@aguasolutions.com Página Web: www.aguasolutions.com |
| Eco-inodoros Gaia Ltda. | San José, Costa Rica. | Teléfono: (506)8990-8440 Email: vega.araya@gmail.com Página Web: http://ecoinodoros.shutterfly.com/ |
| EcoSanitarios de Costa Rica | San José, Costa Rica. | Teléfono: 8357-9264 Email: ecosanitarios@yahoo.com |
| Ferretería El Lagar | <p>Desamparados: 25 mts este del Cementerio central de Desamparados, San José, Costa Rica.</p> <p>Santa Ana (Pozos): Sobre la radial a Belén, frente al Servicentro de Pozos, San José, Costa Rica.</p> <p>Belén: 400 metros este de la municipalidad, Heredia, Costa Rica</p> <p>Moravia: 100 metros oeste del Palí de San Blas, San José, Costa Rica.</p> <p>San Francisco de Dos Ríos: 300 metros sur de la Iglesia Católica, carretera hacia Zapote, San José, Costa Rica.</p> <p>Jacó: Contiguo a la Heladería Pops, Puntarenas, Costa Rica.</p> <p>Orotina: Contiguo a plantel</p> | <p>Desamparados: Teléfono: 2217-9400 Fax: 2250-2166</p> <p>Santa Ana (Pozos): Teléfono: 2582-9100 Fax: 2203-0848</p> <p>Belén: Teléfono: 2293-2626 Fax: 2293-4598</p> <p>Moravia: Teléfono: 2245-6959 Fax: 2245-6967</p> <p>San Francisco de Dos Ríos: Teléfono: 2226-1111 Fax: 2226-1111</p> <p>Jacó: Teléfono: 2643-3054 Fax: 2643-2110</p> <p>Orotina: Teléfono: 2427-6900 Fax: 2428-4644</p> |

| | | |
|---------------------|--|---|
| | Municipal, Alajuela, Costa Rica. | |
| Ferretería EPA | <p>Belén: Diagonal a Real Cariari sobre autopista General Cañas.</p> <p>Curridabat: 50 metros este del Indoor Club.</p> <p>Escazú: Diagonal al cruce de San Rafael de Escazú, sobre Autopista Próspero Fernández.</p> <p>Tibás: 300 metros oeste del cruce de Llorente.</p> | <p>Teléfono: 800 - epavale (3728253).</p> <p>Email: contacto@epa.co.cr</p> <p>Página web: www.epa.co.cr/</p> |
| Grupo Santa Bárbara | <p>Ciudad Colón: 300 metros sur del Asilo de ancianos San José, Costa Rica.</p> <p>Escazú: 300 metros Oeste del puente de los Anonos, San José, Costa Rica.</p> <p>Limón: Puerto Viejo centro, detrás de la casa de la cultura. Limón, Costa Rica.</p> <p>Orotina: 500 metros sur del Mega Súper, Alajuela, Costa Rica.</p> <p>Pavas: 200 metros Este del Templo Católico en Pavas San José, Costa Rica.</p> <p>San Francisco de Heredia: De la entrada de Autos Bolaños 300 metros Sur, Heredia, Costa Rica.</p> <p>San Pablo de Heredia: 100</p> | <p>Ciudad Colón: Teléfono: 2249-1917</p> <p>Escazú: Teléfono: 2228-7828</p> <p>Limón: Teléfono: 2750-0363</p> <p>Orotina: Teléfono: 2428-2929</p> <p>Pavas: Teléfono: 2543-0300</p> <p>San Francisco de Heredia: Teléfono: 2262-6464</p> <p>San Pablo de Heredia: Teléfono: 2262-5363</p> <p>Email: info@gruposb.com</p> <p>Página Web: http://www.gruposb.com</p> |

| | | |
|----------------------------|---|--|
| | metros al sureste de la gasolinera San Pablo Heredia, Costa Rica. | |
| Habitat Costa Rica | Avenida principal de Pavas, 300 metros este de la Embajada USA, San José, Costa Rica. | Teléfono: (506) 2232-3012 Fax: (506) 2232-7168 Email: info@habitatcostarica.com Página Web: http://www.habitatcostarica.com/habitat.html |
| Helvex | Barrio Quesada Durán, San José, Costa Rica. | Tel: 2286-5000 Página Web: http://www.helvex.com.mx/ |
| Incesa Standard Costa Rica | Planta: Autopista General Cañas, San José, Costa Rica 1 km oeste de las Oficinas de Migración y Extranjería. | Planta: Tel: (506) 2519-5400 Fax: (506) 2519-5578 Correo: Info.Incesa@IncesaStd.com Ventas: Tel (506) 2519-5400 Fax: (506) 2519-5579 Correo: Ventas.CR@IncesaStd.com Servicio al cliente: 800-1-INCESA (800-1-462372) Correo: ServicioAlCliente.CR@IncesaStd.com Página Web: www.americanstandardca.com/ |
| Inodoros Bolaños S.A. | San Sebastián, calle 10 avenidas 32 y 34, San José, Costa Rica. Del Hospital del la Mujer, 600m Sur, San José, Costa | Teléfono : 2226-3833 Fax: 2226-2172 Email: inodorosbolanos@ice.co.cr Página Web : www.inbolsa.co.cr |

| | | |
|-----------------------|---|---|
| | Rica. | |
| La Casa del Fontanero | Tibás, San José, Costa Rica. | Teléfono: 2247-0707 Email: info@fontanero.cr.com |
| Loza San José S.A. | Calle Blancos, 250 metros Oeste de Durman & Esquivel, frente a oficinas de Bayer, San José, Costa Rica. | Teléfonos: (506) 2256-3535, 2256-3312, 2256-3308. Fax: (506) 2223-6483 Apdo: 198-1005 Página Web: http://www.lozacr.com/ |
| Mapar Group | Santa Ana, San José, Costa Rica. | Teléfono: 2228-3232 Página Web: www.mapargroup.com |
| Prosein | Prosein Rohrmoser: De Plaza Mayor 150 metros Este, boulevard de Rohrmoser. Prosein Curridabat: De Plaza del Sol 125 metros Este. | Prosein Rohrmoser: Tel. 2291-3857 - Fax. 2291-3853 Prosein Curridabat: Tel. 2283-7814 - Fax. 2283-7824 Página web: http://cr.prosein.com/ |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Manual para el uso racional y eficiente de agua en el hogar



**Manual para el uso racional y eficiente
de agua en el hogar**

**Elaborado por:
Gabriela Herrera Cervantes**

Tabla de Contenido

| | |
|--|----|
| Objetivo | 3 |
| Importancia de cuidar el agua..... | 3 |
| ¿Cómo conseguir un uso eficiente y racional del agua en el hogar? | 4 |
| Cambios tecnológicos para el ahorro del agua | 6 |
| Hábitos de consumo que permitan un uso racional y eficiente del agua | 8 |
| En la cocina:..... | 8 |
| En el baño: | 9 |
| En el cuarto de pilas:..... | 9 |
| En el jardín:..... | 10 |
| En el lavado del carro: | 10 |
| Bibliografía..... | 12 |

Objetivo

Este manual tiene como objetivo ayudar a los usuarios a evaluar sus consumos de agua y conocer acciones o patrones de consumo adecuados, así como equipos ahorradores de agua que permitan un uso racional y eficiente de este recurso; de esta manera se pueden obtener beneficios económicos, además de cuidar al ambiente y al recurso hídrico.

Importancia de cuidar el agua

El agua es el líquido vital por excelencia y casi todas las formas de vida como los árboles, animales, plantas y humanos no podrían subsistir en su ausencia.

Para entender la importancia del agua, basta decir que es uno de los indicadores de vida en este planeta, en donde el 97,5% de la superficie terrestre está cubierta de agua. Pero de ese porcentaje solamente el 2% es agua dulce, y de este, solamente el 1% está disponible para consumo.

En la actualidad, se calcula que más de 1.200 millones de personas alrededor del mundo no tienen acceso al agua potable, y en algunos casos deben caminar varios cientos de kilómetros para conseguirla.

Actualmente, las reservas de agua están sujetas a un aumento en la explotación, debido a la gran demanda que genera el crecimiento económico, el incremento de la población y los malos hábitos de consumo, que en muchos casos son hábitos de desperdicio.

Economizar el agua equivale a proteger nuestros recursos naturales, a limitar el vertido de las aguas residuales y a disminuir la facturación.

¿Cómo conseguir un uso eficiente y racional del agua en el hogar?

Es importante que intente seguir los siguientes pasos para reducir el consumo de agua en su vivienda:

1. Conocer el consumo actual de agua y compararlo con el consumo por habitante por día

Este primer paso es fundamental para tomar conciencia del consumo de agua, establecer si es excesivo o no y determinar las necesidades de cambios en los hábitos y en la instalación sanitaria y doméstica.

En la factura del servicio de agua potable deben estar indicados el número de días facturados, así como el consumo de agua (generalmente en m³)¹. Dividiendo este consumo por el número de días y el número de personas que componen su familia obtendrá el consumo diario por habitante.

$$\frac{\text{litros consumidos}}{\text{número de días transcurridos}} = \text{consumo diario en el hogar (l/d)}$$

$$\frac{\text{consumo diario en el hogar}}{\text{número de personas que viven en el hogar}} = \text{consumo diario por habitante (l/hab/d)}$$

Según datos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) una estimación del consumo diario doméstico por habitante es de 200 litros, los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

¹ Para realizar los cálculos tome en cuenta que 1m³ = 1.000 litros.

Tabla 1. Estimación de litros consumidos por día por persona.

| Accesorio Utilizado | Consumo promedio | Duración del uso por día | Litros consumidos por día |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Ducha | 10 litros/minuto | 6 minutos | 60 |
| Servicio Sanitario | 10 litros/descarga | 6 descargas | 60 |
| Lavamanos | 6 litros/minuto | 10 minutos | 60 |
| Total | | | 180 |

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

Los restantes 20 litros están distribuidos en labores como lavado de ropa, preparación de alimentos, lavado de carros, riego de plantas, entre otros.

2. Seguir la evolución de su consumo

Después de conocer el consumo actual, debe seguir la evolución. Esta permitirá determinar eventuales fugas o disfunciones de sus aparatos sanitarios y domésticos.

Lea el medidor cuando no tiene consumo: al acostarse anote la cifra del medidor, y por la mañana vuelva a leerlo. Si la cifra ha variado, quiere decir que tiene fugas en su vivienda.

3. Revisar sus aparatos sanitarios, sus hábitos de consumo y decidir los cambios tecnológicos necesarios

Esta última etapa es la más larga de las tres y se desarrolla en el resto de las páginas de este manual.

Se verán los hábitos de consumo más eficientes para reducir el consumo de agua y las modificaciones materiales que serían convenientes incorporar en las diferentes zonas de la casa, como en el cuarto de baño, en la cocina, cuarto de pilas, jardín y otros.

Cambios tecnológicos para el ahorro del agua

Existe una serie de dispositivos ahorradores de agua que se pueden adaptar a los elementos ya existentes de una forma sencilla. Sus precios son bajos y permiten un importante ahorro del consumo de agua:

- Aireadores/perlizadores para los grifos de baño y cocina:

Son dispositivos que sustituyen al tradicional “atomizador” de los grifos e incorporan aire al chorro de agua, y así reducen el consumo de agua sin disminuir la calidad de servicio. La reducción de consumo de agua en los grifos puede alcanzar un 40%.



<http://www.agua.org.mx>



- Mecanismos de doble descarga para inodoros:

La simple sustitución del tradicional mecanismo de descarga por otro que disponga de doble pulsador permite ahorrar hasta un 60% del agua consumida. El usuario puede escoger el volumen de descarga en función del uso realizado.

<http://www.agua.org.mx>

- Limitador de caudal:

Reducen la cantidad total de agua que sale de la llave. Dado su diseño, funcionan correctamente a las presiones de servicio habituales pero no garantizan que se mantengan en óptimas condiciones de servicio a bajas presiones. Su colocación es muy sencilla, y se comercializan con acabado en roscas de distintos tamaños para su acoplamiento a diferentes llaves. Consiguen un ahorro comprobado de entre 40% y 60%, dependiendo de la presión de la red.



<http://www.agua.org.mx>

También se encuentran otras tecnologías ahorradoras de agua que requieren un poco más de inversión, tales como grifos, inodoros y duchas:

- Inodoro con interrupción de descarga:

Disponen de un pulsador único que interrumpe la salida de agua, en unos casos accionándolo dos veces y, en otros, dejando de pulsarlo.



<http://www.helvex.com.mx/>

- Inodoros con doble pulsador:



<http://www.helvex.com.mx/>

Permiten dos niveles de descarga de agua, cada uno de los pulsadores descarga un volumen determinado de agua, siendo las combinaciones más comunes las de 3 y 6 litros. Si necesita evacuar residuos líquidos puede descargar 3 litros de agua y si son sólidos 6 litros.

- Llaves o grifos monomando:

La instalación de llaves monomando en usos de tipo doméstico y residencial se ha generalizado debido a su sencillez de manejo. La comodidad de manejo en un mismo mando permite regular caudal y temperatura reduciendo el gasto de agua en operaciones tales como el ajuste de la temperatura de agua mezclada.



<http://www.helvex.com.mx/>

- Cabezales de ducha ahorradores:

Los sistemas de ducha eficientes (ya sean fijos o de tipo teléfono), reducen el caudal de salida a unos 10 litros por minuto, mientras que el consumo de una ducha tradicional es de 20 litros/minuto aprox., permiten un ahorro de hasta el 50%.



<http://www.helvex.com.mx/>

Hábitos de consumo que permitan un uso racional y eficiente del agua

A continuación se presentan una serie de hábitos de consumo para las diferentes áreas del hogar que permitan un uso racional y eficiente del agua.

En la cocina:

- Cuando lave los platos no deje correr el agua mientras los enjabona.
- No descongele los alimentos bajo el chorro de agua.
- Deje una botella de agua en el refrigerador, así puede tomar agua fría sin tener que dejar correr el agua de la llave hasta que salga fresca.
- Lave las verduras y frutas en un recipiente con agua, no bajo el chorro del agua.
- Compruebe que los grifos no tienen fugas o goteos, de ser necesario cambie los empaques.
- Instale aireadores/perlizadores o dispositivos reductores de caudal en grifos y tuberías.

En el baño:

- Reduzca el tiempo en la ducha.
- Al bañarse mantenga la llave cerrada cuando se enjabona y abra la llave al enjuagarse.
- Mantenga el tubo cerrado al lavarse los dientes, al lavarse las manos o afeitarse.
- Utilice un vaso cuando se cepille los dientes.
- Coloque una botella llena de agua, un ladrillo o una piedra en el tanque del inodoro para reducir la cantidad de agua que se use en cada descarga.
- Asegúrese de que el flotador de su inodoro no se quede abierto después de una descarga.
- No utilice el inodoro como basurero. Coloque basureros en el baño para depositar papel sanitario, colillas, pañuelos desechables, toallas femeninas, algodón o aplicadores.
- Instale inodoros de bajo consumo de agua.
- Instale en las tuberías aireadores/perlizadores o dispositivos reductores de caudal.
- Revise las instalaciones y verifique que no tienen fugas. Para ello utilice un colorante de alimentos en el cisterna del inodoro, espere 15 minutos y compruebe la ausencia del colorante en la taza del inodoro, si la taza tiene colorante significa que el inodoro presenta una fuga.
- Recolecte el agua de lluvia o utilice el agua jabonosa para lavar el servicio sanitario.

En el cuarto de pilas:

- Talla a mano las partes sucias de la ropa para evitar dobles o triples lavados.
- Utiliza una dosis adecuada de detergente para lavar la ropa, de esta manera el consumo de agua necesario para su eliminación será reducido.
- Si el agua del enjuague final no contiene detergente se puede utilizar para regar, lavar, etc.

- Utilice la lavadora sólo cuando esté llena, de no ser así ajuste el nivel del agua al tamaño de la carga.
- Al comprar una lavadora nueva, considere una que ofrezca ajustes en el ciclo y el tamaño de la carga. Ahorran más agua y electricidad que los aparatos más viejos.

En el jardín:

- Al elegir la vegetación y las plantas para el jardín, elija plantas autóctonas de la zona, estarán habituadas al clima de la región y consumirán menos agua que otras que no sean de la zona.
- Minimice la evaporación del agua regando el jardín y las plantas por la noche, cuando las temperaturas son más frescas y los vientos más ligeros.
- Conserve el agua que utiliza al lavar los alimentos y vuelva a utilizarla para regar las plantas.
- El riego del jardín no requiere agua potable, por lo tanto se puede emplear agua de lluvia.
- Al regar con aspersores ubíquelos y ajuste los grados de giro para no regar partes pavimentadas o partes que no lo necesiten.
- Emplee mangueras con pistola o boquilla ajustable.
- Reduzca las zonas de césped, sustituyéndolas por plantas tapiz o arbustos cuyas exigencias de riego sean menores.
- Recubra las zonas de jardín con piedras, gravas o cortezas de árbol para reducir las pérdidas por evaporación.

En el lavado del carro:

- Utilice un balde en vez de la manguera cuando lave el carro.
- La limpieza del carro una vez al mes es suficiente.

Hay que recordar que estos consejos requieren del compromiso de todo el grupo familiar para internalizar una cultura del ahorro. Cuidar y moderar el consumo de agua traerá beneficios en particular la economía familiar, pero, sobre todo, se estará contribuyendo solidariamente a la preservación de un preciado bien planetario.

Bibliografía

1. Cómo ahorrar agua? Elementos eficientes y buenas prácticas. (2011). En: <http://www.compromisoconelmundo.com/2011/05/como-ahorrar-agua-elementos-eficientes.html> (Agosto, 2011).
2. Necesita mejorar: Consumo doméstico de agua potable. (2007). En: www.valledeayoracofrentes.com/.../necesita-mejorar-consumo-de-agua-potable.html (Agosto, 2011).
3. 101 Consejos para ahorrar agua. En: http://www.ci.durham.nc.us/departments/wm/pdf/111_conservation_tips_spa.pdf (Setiembre, 2011).
4. Fundación Ecología y Desarrollo. (2005). Uso eficiente del agua en el hogar. Segunda edición. Sansueña Industrias Gráficas, S.A., Zaragoza, España. 27 págs.
5. Fundación Ecología y Desarrollo. (2010). Guía práctica para el ahorro de agua y energía en el hogar. En: <http://www.ecodes.org/guias/guia001/> (Abril, 2011).
6. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. (2010). Guía Práctica para el uso eficiente del agua en el sector público costarricense. En: http://www.pazconlanaturaleza.org/admin/descargas/upload/agua_small.pdf (Setiembre, 2011).
7. Recomendaciones para ahorrar agua. (2009). En: <http://www.slideshare.net/ICABlog/recomendaciones-para-ahorrar-agua> (Setiembre, 2011).
8. Buenas prácticas en el uso del recurso hídrico. (2008). En: <http://www.progai.ucr.ac.cr/documentos/brochures/buenas%20pract%20RH.pdf> (Setiembre, 2011).