UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRIQUEZ UREÑA (UNPHU)

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

“Análisis de costos de producción de agua potable en plantas de tratamiento operadas por la CAASD en República Dominicana”.

Trabajo de grado presentado por:
Sharlyn Josefina Tavárez Orozco
Para la obtención de grado de Ingeniero Civil

Asesora:
Ing. Roselyn Rodríguez

Los conceptos emitidos en la presente investigación son de la exclusiva responsabilidad del sustentante.

Santo Domingo, D. N.
2016

DEDICATORIA

´´No rechaces los discursos de los sabios, estudia con dedicación sus enseñanzas; porque de ellos aprenderás la instrucción para entrar al servicio de los príncipes´´. (Eclesiástico 8:8).

Quiero dedicar este trabajo de investigación a mi familia, especialmente a mi madre, ***Sra. Josefina Orozco****, por su inalcanzable esfuerzo en estar junto a mí, brindándome siempre todo lo necesario y pasando conmigo cada momento en busca de este sueño; a mi padre el* ***Sr. José Tavárez****, por su apoyo incondicional sin importar hora para ayudarme a llegar hasta aquí; a mi hermana* ***Shail Tavárez*** *por estar siempre a mi lado en cada momento y a* ***mi hijo****, que aunque aún no sabe de palabras ni lectura, con una sonrisa y su mirada hacen cada día perfecto para seguir adelante.*

Sharlyn Tavárez Orozco

Agradecimiento

¡Pero gracias a Dios, que nos da la victoria por medio de nuestro Señor Jesucristo! (1 Corintios 15:57).

Primero, quiero agradecer a ***Dios*** *por permitirme cumplir esta meta tan hermosa y anhelada. También a* ***mis padres y hermana*** *por la ayuda tanto en este trabajo de grado como durante toda mi carrera; a mi hijo por sus constantes sonrisas de apoyo.*

Le agradezco a mi asesora ***Ing. Roselyn Rodríguez****, por su apoyo incondicional, sus consejos a la hora de trabajar, los aprendizajes aportados en sus clases y su constante aporte a que este trabajo lograra los estándares propuestos. También a dos de mis profesores,* ***Ing. Sandra José****, por ser la primera en aportar su ayuda y confianza en mí cuando ni si quiera contaba con un tema a tratar, y el* ***Ing. Ramón Tavárez****, por sus consejos durante todo mi proceso de estudio. Por igual, agradezco a cada persona que aportó datos a este estudio. Como también a* ***mis familiares*** *por sus consejos, y a* ***mis amigos*** *por su ayuda en cada momento del proceso, gracias por hacer de mi vida universitaria una mejor etapa.*

Por último y no menos importante, a la ***Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña****, por formar el producto que soy hoy en día.*

Sharlyn Tavárez Orozco

INDICE

Indice de tablas……..……..1

Indice de ilustraciones……...…..2

Indice de gráficos……...…….....3

Introducción…….……...4

Capítulo I El Problema…….....5

Planteamiento del problema…….....5

Preguntas de investigación……...……...6

Objetivos de la investigación……..……7

Objetivo general……...……...7

Objetivo específico……...……..7

Justificación…….....7

Alcances y Limitaciones.....8

Antecedentes……..…..……...8

Marco contextual…….....9

Capítulo II Marco Teórico……..……..10

Plantas de tratamiento……..…….10

Planta Haina-Manoguayabo……....…….12

Planta Barrera de Salinidad……..…….13

Planta Isabela……..……..15

Calidad de agua……..…...16

Costos de producción……..…..17

Disponibilidad y demanda de agua…….....18

Marco Conceptual……..…...23

Conceptos……...……...23

Capítulo III- Marco Metodológico…….....24

Formulación de hipótesis……..……24

Tipo de investigación……..……..24

Enfoque de la investigación……..……24

Procedimiento de la investigación……..……..25

Técnicas de investigación…….……25

Capítulo IV Resultados…….26

Planta Valdesia…….....26

Planta Haina-Manoguayabo……..……31

Planta Barrera de Salinidad…….....34

Planta Isabela……38

Conclusión……45

Bibliografía……...47

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Disponibilidad de agua por región hidrográfica……...19

Tabla 2. Volúmenes almacenados por región hidrográfica……19

Tabla 3. Demanda de agua por región hidrográfica……..20

Tabla 4. Producción d agua y porcentaje de agua utilizada en el mantenimiento de las unidades y pérdidas por compuertas planta Valdesia……...27

Tabla 5. Costo de producción e insumos año 2015 planta Valdesia…….….29

Tabla 6. Producción d agua y porcentaje de agua utilizada en el mantenimiento de las unidades y pérdidas por compuertas planta Haina-Manoguayabo……...31

Tabla 7. Costo de producción e insumos año 2015 planta Haina-Manoguayabo……..32

Tabla 8. Producción d agua y porcentaje de agua utilizada en el mantenimiento de las unidades y pérdidas por compuertas planta Barrera de Salinidad……...35

Tabla 9. Costo de producción e insumos año 2015 planta Barrera de Salinidad……...36

Tabla 10. Producción d agua y porcentaje de agua utilizada en el mantenimiento de las unidades y pérdidas por compuertas planta Isabela…….38

Tabla 11. Costo de producción e insumos año 2015 planta Isabela……..39

Tabla 12. Tarifa residencial por metro cúbico de 5-32m³……..41

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa hídrico de República Dominicana……6

Ilustración 2. Planta Valdesia…….11

Ilustración 3. Planta Valdesia…….……12

Ilustración 4. Planta Valdesia…….12

Ilustración 5. Vista aérea planta Haina-Manoguayabo……..…….12

Ilustración 6. Proceso de tratamiento planta Haina-Manoguayabo……13

Ilustración 7. Sistema Barrera de Salinidad……14

Ilustración 8. Vista aérea planta Barrera de Salinidad……....14

Ilustración 9. Vista aérea Planta Isabela……....…….15

Ilustración 10. Vista lateral. Planta Isabela……16

Ilustración 11. Cantidad de agua dulce y salada del mundo…….….....18

Ilustración 12. Descomposición del agua dulce…….…19

Ilustración 13. Producción promedio anual (MGD)……...21

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de diferencia entre costos CAASD y el Mercado planta Valdesia……..29

Gráfico 2. Porcentaje de diferencia entre costos CAASD y el Mercado en Planta Haina-Manoguayabo…….33

Gráfico 3. Porcentaje de diferencia entre costos CAASD y el Mercado en Planta Barrera de Salinidad…….36

Gráfico 4. Porcentaje de diferencia entre costos CAASD y el Mercado en Planta Isabela……40

Gráfico 5. Porcentajes tarifa de RD$6.00 por metro cúbico de agua CAASD y consumidores…42

Gráfico 6. Porcentajes tarifa de RD$7.00 por metro cúbico de agua CAASD y consumidores…43

Gráfico 7. Porcentajes tarifa de RD$10.00 por metro cúbico de agua CAASD y consumidores..43

Gráfico 8. Porcentajes tarifa de RD$12.00 por metro cúbico de agua CAASD y consumidores..43

Introducción

El presente estudio de investigación se titula “Análisis de costos de producción de agua potable en plantas de tratamiento operadas por la CAASD en República Dominicana”.

En el mismo sentido, las plantas que forman parte del estudio son Isabela, Valdesia, Haina-Manoguayabo y Barrera de Salinidad, todas ubicadas en el Gran Santo Domingo.

Dentro de las razones principales para realizar este trabajo de investigación estuvieron el poder analizar, desde un punto de vista crítico e imparcial el costo de producción del agua potable en las plantas antes mencionadas, específicamente la evaluación de un metro cúbico de la misma, para así plantear diferencias entre éstos y el costo de producirla con precios investigados en el mercado minorista.

En el caso de los insumos se busca demostrar el aumento o disminución de los mismos con respecto a los utilizados por la CAASD.

De igual forma, se muestran análisis de las tarifas impuestas por la Corporación a los consumidores en el ámbito comercial, residencial, oficial y otros, para evaluar qué tanto es la diferencia entre este valor y el costo que tiene para la entidad producir un metro cúbico del elemento.

CAPITULO I EL PROBLEMA

Planteamiento del problema

Conocer los costos de producción de agua potable en plantas de tratamiento operadas por la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD) en la República Dominicana.

"El potencial hídrico en la República Dominicana, según estudios realizados por el INDRHI, se estima en unos 25,967 Millones de metros cúbicos al año. Sin embargo, sólo podemos disponer de manera segura de 9,494 millones de metros cúbicos al año, debido a la variabilidad en la distribución geográfica y a la capacidad de las instalaciones que sirven de regulación y aprovechamiento de las fuentes de agua" (CAASD,2015).

Debido a lo anterior, en República Dominicana existen seis regiones hidrográficas, siendo Ozama – Nizao la que abarca los acueductos, diques y plantas de tratamiento de agua potable que abastecen de la misma a la provincia Santo Domingo y al Gran Santo Domingo.

El agua es el servicio público más subsidiado en la República Dominicana y el que tiene la tarifa más deficitaria para las instituciones que lo producen, las cuales venden a precios por debajo del costo, según Linares (2015).

Según un reportaje acerca de la entrevista al coordinador comercial de la Corporación de Acueducto y Alcantarillado (CAASD), Abelardo Díaz, publicado por la periodista Katheryn

Luna el 14 de agosto 2013 en el periódico Listín Diario, el primero expresó que el agua potable proporcionada a los consumidores tiene realmente un costo de RD$30.00/m³, sin embargo, se les brinda por un precio de RD$6.00/m³ en busca de que el preciado elemento sea proporcionado a todas las clases de forma equitativa.

En general, el elevado costo de producción se da por el precio de cada uno de los insumos utilizados durante el proceso, además de la energía eléctrica y el pago suministrado a los diferentes empleados, datos que serán evaluados más adelante.

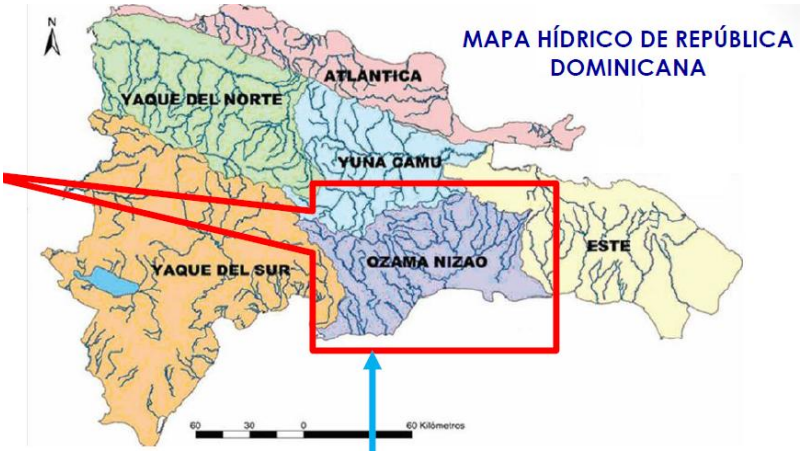

Ilustración 1. Fuente: CAASD, 2015.

Preguntas de investigación

-¿Cuáles son los costos de los insumos utilizados para la potabilización de las aguas?

-¿Cuáles son los costos en las plantas de agua potable Isabela, Haina- Manoguayabo, Valdesia y Barrera de Salinidad?

- ¿Cuáles son los costos de agua potable para el consumidor en el Gran Santo Domingo, República Dominicana?

Objetivos de la investigación

Objetivo general

- Analizar los costos de producción de agua potable en plantas de tratamiento operadas por la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD) en la República Dominicana.

Objetivos específicos

- Determinar los costos de los insumos utilizados para la potabilización de las aguas en las plantas Isabela, Haina- Manoguayabo, Valdesia y Barrera de Salinidad, operadas por la Corporación de Acueducto y Alcantarillado (CAASD).
- Evaluar el costo de producción de 1m³ de agua potable entre plantas de tratamiento.
- Comparar costos de producción de la CAASD versus precios al consumidor de agua potable.

Justificación

Los aspectos relevantes en la realización de esta investigación vienen dados por la comparación entre el uso de agua potable en el Gran Santo Domingo, República Dominicana y su precio tanto de producción como al consumidor.

El director de la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD), Alejandro Montás reveló que cada metro cúbico de agua le cuesta a la Corporación RD$30.00 y se sirve a la población a RD$6.00, añadiendo que hay que sincerar los precios del

servicio, pues la mayor parte de los clientes pagan un promedio de RD$250.00 al mes (El Día, 2015).

En base a lo anterior, se hace necesario evaluar los costos de tratar el agua de los ríos para hacerla potable, y que el valor de la misma sea de beneficio tanto para el consumidor como para la CAASD.

Alcances y Limitaciones

El presente estudio analizará los costos de producción de agua potable en las plantas Isabela, Valdesia, Haina- Manoguayabo y Barrera de Salinidad, todas operadas por la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD), evaluando a su vez el importe de producción de un metro cúbico (1 m^3) en estas mismas plantas.

A su vez, se determinarán los costos de los insumos utilizados en la producción, y se hará una comparación entre el costo en las plantas y el precio de venta al consumidor.

Todo lo anterior se analizará basándose en la "Memoria de Gerencia de Tratamiento" de la CAASD del año 2015.

Asimismo, este trabajo de investigación se limita, solamente, al agua potable aportada por las plantas de tratamiento del Gran Santo Domingo que son Barrera de Salinidad, Valdesia, Isabela y Haina-Manoguayabo.

Antecedentes

Los primeros pasos en la elaboración de modelos de costos para Colombia, los dieron Arboleda y Villaquirán (1982); comparando los costos de construir plantas en Latinoamérica con los costos de hacerlo en los Estados Unidos. También para el año de 1982, el Instituto de

Fomento Municipal (INSFOPAL), realizó la "Encuesta de Plantas Potabilizadoras". La encuesta se adelantó en el 95% de las empresas de agua adscritas al Instituto, cubriendo un rango de caudales entre 9 y 750 l/s. Con la información de costos suministrada en el estudio de Arboleda y Villaquirán y en la encuesta del INSFOPAL es posible obtener modelos de costos, para caudales menores de 150 l/s (Aristizabal, 2004).

Asimismo, en República Dominicana, los análisis de costos de producción de las plantas de tratamiento de agua potable se hacen de forma mensual por las corporaciones que rigen cada región hidrográfica. Al terminar el año estas corporaciones realizan un informe final, con miras a la rendición de cuentas que se realiza cada año.

En el caso de la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD), el costo de producir un metro cúbico de agua para mantener la operatividad de la corporación es de RD$19.69, mientras que el metro cúbico de agua se comercializa a RD$6.00 para clientes residenciales y comerciales, y a RD$10.00 para industriales, lo cual refleja una amplia diferencia que aunque es de beneficio para el consumidor, demuestra pérdida para la CAASD (BID-INECON, 2011).

Marco contextual

Este trabajo de investigación se desarrolla en el área del Gran Santo Domingo, específicamente, en las plantas de tratamiento de agua potable operadas por la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD).

CAPITULO II MARCO TEORICO

Plantas de tratamiento

El tratamiento de las aguas naturales tiene como propósito el eliminar los microorganismos, sustancias químicas, carácteres físicos y radiológicos que sean nocivos para la salud humana. Habitualmente las fuentes de abastecimiento de agua para las plantas de tratamiento son las llamadas fuentes superficiales (Burchard, 2005).

Según Burchard (2005), las fuentes superficiales pueden ser los ríos, lagos, lagunas y arroyos, el agua de estas fuentes se consideran contaminadas, por lo que deben ser tratadas.

A su vez, el mismo autor explica que durante el proceso de tratamiento del agua existen otros procesos como el tamizaje que tiene como objetivo remover las materias groseras presentes en el agua, es decir, los sólidos, esta función es realizada por las rejillas; además del anterior, también se realiza la sedimentación en el cual se remueven las partículas en suspensión, luego se realiza la coagulación, donde se remueven partículas coloidales, agregando coagulantes entre los que se encuentran el sulfato de aluminio, policloruro de aluminio, cloruro férrico, entre otros, reduciendo en casi un 90% el número de microorganismos patógenos del agua.

En el mismo orden, y después de la etapa de coagulación, se pasa a la filtración, donde se remueven partículas que no han sido captadas por los procesos anteriores mediante el uso de filtros. El proceso final es el de desinfección donde se destruyen todos los gérmenes patógenos para los seres humanos que han sobrevivido hasta el momento; lo normal es que durante esta etapa se haga la adición de cloro, normalmente en forma de cloro gas, mediante un proceso llamado cloración, aunque también se puede agregar bromo, ozono o aplicarse radiación ultravioleta (Burchard, 2005).

Planta Valdesia

El sistema Valdesia fue construido entre 1987 y 1990, siendo este último año el de su inauguración. Este sistema tiene 25 años en operación, trabaja por gravedad, tiene como fuente principal la Presa de Valdesia ubicada el río Nizao, desde ahí son conducidas hasta una cámara de presurización, que permite que las líneas de agua cruda del sistema operen sometidas a la presión que le genera la carga hidráulica de la presa, con lo cual se logra aumentar el caudal que aporta el acueducto Valdesia Santo Domingo (CAASD, 2015).

Ilustración 2. Planta Valdesia. Fuente: CAASD, 2015.

Según CAASD (2015), este sistema consta de una planta potabilizadora de tipo filtración rápida diseñada para un caudal de producción de 6.30 m3/seg., sin embargo, en el año 2006 se le cedió al Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados un m3/seg., para el nuevo acueducto de la provincia de San Cristóbal. Para compensar el caudal entregado al INAPA, recientemente la CAASD ejecutó un proyecto que consiste en la presurización de la cámara de desconexión, con el cual se ha logrado incrementar nuevamente el caudal de este sistema de 5.23 m3/seg., a aproximadamente 6.80 m3/seg., logrando mejorar significativamente el suministro de agua potable a la mayoría de los sectores del Distrito Nacional.

Ilustración 3. Planta Valdesia. Fuente: CAASD, 2015.

Ilustración 4. Planta Valdesia. Fuente: CAASD, 2015.

Planta Haina- Manoguayabo

Según CAASD (2015), la obra de toma de este sistema fue puesto en funcionamiento en 1992, consiste en un dique derivador colocado transversalmente al río Haina, lo que permite que el agua pase a un cárcamo de bombeo que está en la margen derecha. La misma está equipada con 10 equipos de bombeo tipo turbina con una capacidad de 8,000 gls/min accionadas por motores eléctricos de

Ilustración 5. Vista aérea planta Haina-Manoguayabo. Fuente: CAASD, 2015.

150 hp de potencia. Una línea de impulsión de 60 pulgadas sale de la obra de toma para luego bifurcarse en dos líneas de 42 pulgadas, las que alimentan de agua cruda cada una de las plantas. En condiciones normales deben operar ocho equipos y dos en reserva.

El sistema de Haina-Manoguayabo está conformado por 2 plantas potabilizadoras de filtración rápida con 4 módulos cada una, con capacidad para tratar 0.5 m3 /seg por módulo que equivalen a una producción total de 4.0 m3 /seg, equivalentes a unos 90 millones de galones diariamente. Por consiguiente, esta planta lleva un proceso como el mostrado en la Ilustración 6 (CAASD, 2015).

Ilustración 6. Proceso de tratamiento planta Haina-Manoguayabo. Fuente: CAASD, 2015.

Planta Barrera de Salinidad

El sistema Oriental, Barrera de Salinidad fue inaugurado en el año 1999, tiene como fuente el río Ozama, se encuentra ubicado en la comunidad del Naranjo, San Luis, Santo Domingo Este; construida al margen izquierdo del río Ozama. Su nombre se debe a que la obra de toma está ubicada en un punto que se encuentra por debajo del nivel medio del mar a 24.8

km de la desembocadura en el Mar Caribe, lo que origina que se produzca intrusión salina, por lo que aparte de la planta fue necesario construir un dique para incrementar el nivel del agua, aguas arriba del punto de captación. Sólo tiene 15 años en operación, por bombeo, siendo la de menor tiempo en funcionamiento, con una capacidad de 4.00 m³/seg (CAASD, 2015).

Ilustración 7. Sistema Barrera de Salinidad. Fuente: CAASD, 2015.

Ilustración 8. Vista aérea planta Barrera de Salinidad. Fuente: CAASD, 2015.

Planta Isabela

Este sistema fue inaugurado en el año 1977, siendo así el de mayor tiempo en funcionamiento, el mismo capta sus aguas del río Isabela a través de un dique derivador que conduce las aguas crudas hacia una estación de bombeo equipada con cinco bombas tipo turbina de eje vertical de diferentes capacidades lo cual nos permite manejar los caudales del río en condiciones normales

y de estiaje. Desde la obra de toma las aguas son conducidas hasta la planta potabilizadora a través de una línea de acero de 24 pulgadas.

La planta potabilizadora es del tipo filtración rápida, con capacidad de diseño para tratar un caudal de 0.5 m3/seg. con un cárcamo de bombeo de agua tratada equipado con cinco bombas tipo turbina de eje vertical de diferentes capacidades, los cuales bombean contra la red y abastecen de agua potable los sectores ubicados a todo lo largo de la Carretera La Isabela y parte de los sectores de Pantoja.

Ilustración 9. Vista aérea Planta Isabela. Fuente: CAASD, 2015.

Ilustración 10. Vista lateral. Planta Isabela. Fuente: CAASD, 2015.

Calidad de agua

La calidad del agua potable se mide en características físicas, químicas, biológicas y radiológicas. Las físicas son la turbiedad, color, sabor, olor y temperatura (Burchard, 2005).

Asimismo, según Burchard (2005), la turbiedad son partículas insolubles de arcilla, limo, materia mineral, plancton y otros organismos microscópicos que impiden el paso de la luz a través del agua. En el caso del color, éste se origina por la presencia de las mismas partículas y organismos que producen la turbiedad, mientras que el plancton y las bacterias originan el sabor y olor del agua. La temperatura se señala como óptima entre los 10 y 15 grados Celcius.

Burchard (2015) muestra también las características químicas en el tratamiento de agua potable, las cuales están dadas, según el mismo, por la presencia o ausencia de determinados elementos de importancia, principalmente en la salud, entre los cuales se pueden nombrar el sodio, arsénico, cromo, plomo, nitratos, sulfatos, entre otros, que en su mayoría deben ser completamente eliminados del agua tratada porque pueden ocasionar enfermedades como el cáncer, encefalopatías, úlceras y otras, en cambio otros elementos como el flúor no es necesario que sean eliminados por completo, aunque si una buena parte de ellos, porque en mínima porción no afecta al consumidor.

La garantía de la inocuidad microbiana del abastecimiento de agua de consumo se basa en la aplicación, desde la cuenca de captación al consumidor, de barreras múltiples para evitar la contaminación del agua de consumo o para reducirla a niveles que no sean perjudiciales para la salud. La seguridad del agua se mejora mediante la implantación de barreras múltiples, como la protección de los recursos hídricos, la selección y aplicación correctas de una serie de operaciones de tratamiento, y la gestión de los sistemas de distribución (por tuberías o de otro

tipo) para mantener y proteger la calidad del agua tratada. La estrategia preferida es un sistema de gestión que hace hincapié en la prevención o reducción de la entrada de patógenos a los recursos hídricos y que reduce la dependencia en las operaciones de tratamiento para la eliminación de patógenos (Organización Mundial de la Salud, 2006).

En el mismo ámbito la desinfección es una operación de importancia incuestionable para el suministro de agua potable. La destrucción de microorganismos patógenos es una operación fundamental que muy frecuentemente se realiza mediante productos químicos reactivos como el cloro (OMS, 2006).

Costos de producción

Los costos de producción son los que se capitalizan para conformar el costo de los productos fabricados. Estos se pueden definir como aquellos costos que intervienen directamente en la elaboración de un bien o en este caso un servicio, como lo es el agua potable (Nieves y Ramón, 2014).

Para la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD), los costos de producción serán todos los recursos incurridos desde la captación inicial del agua hasta que ésta está lista para el consumo humano, o sea es potable, incluyendo gastos de salarios del personal, energía eléctrica y combustibles.

Disponibilidad y demanda de agua

El agua es uno, sino el más, importante recurso natural en el mundo, es fuente de vida, de crecimientos, entre otras virtudes, lo que hace que sea vital para los seres humanos. Y a su vez, que se le dé un enfoque de bastante relevancia, siendo el principal, el Objetivo 7 de desarrollo del milenio introducido por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL),

en su acápite 7.C, que dicta lo siguiente: “Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento”.

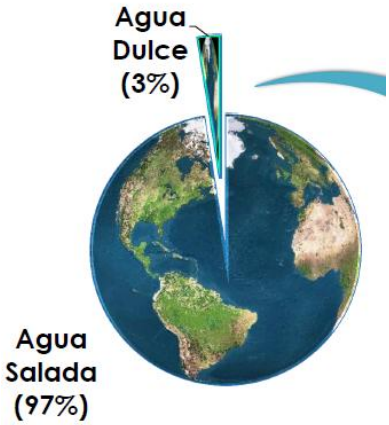

Ilustración 11. Cantidad de agua dulce y salada del mundo. Fuente: CAASD, 2015.

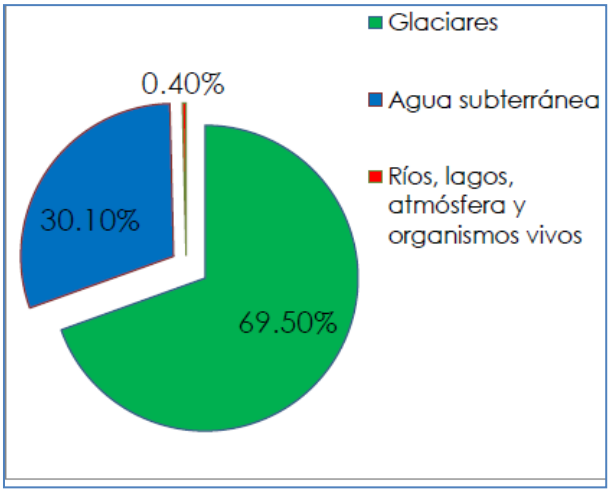

Ilustración 12. Descomposición del agua dulce. Fuente: CAASD, 2015

En República Dominicana, según Lizardo y Guzmán (2004), en el año 2000 la disponibilidad per cápita de agua fue de 2,777 m³/hab/año, pero en años de sequía llegó a situarse en 1,373 m³/hab/año (Vargas, 2014).

En el mismo orden, la Autoridad Nacional del Agua (ANAGUA) en República Dominicana se basan en los principios universales de que el acceso al agua potable y el saneamiento de la misma son derechos humanos prioritarios, también que en situación de escasez del agua, la prioridad es el uso humano, de ahí que en tiempos de sequía el agua disminuya su uso en ámbitos como el de riego agrícola y uso industrial, según el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI, 2010).

En el caso de la región hidrográfica Ozama-Nizao, según el INDRHI (2005) la disponibilidad de agua superficial es de 4459.08 mm³, los mismos que son ofertados por habitante cada año, aunque existía para entonces una demanda de 1300.26 mm³. Mientras que la disponibilidad segura es de 1082.45mm³, de los cuales se almacenan 314.46mm³ en embalses y lagunas, según (INDRHI, 2010).

Disponibilidad de Agua por Región Hidrográfica

REGION HIDROGRAFICA	DISPONIBILIDAD DE AGUA SUPERFICIAL (MM³)	DISPONIBILIDAD SEGURA $V_{80\%}$ (MM³)
Yaque Del Norte	2,905.46	607.79
Atlántica	4,634.73	1,029.11
Yuna	3,600.96	1,613.75
Este	3,125.95	954.17
Ozama-Nizao	4,459.08	1,082.45
Yaque Del Sur	4,771.51	1,737.84
TOTAL DISPONIBLE	23,497.69	7,025.11

Tabla 1. Fuente: INDRHI, 2010.

Volúmenes almacenados, por Región Hidrográfica

REGION HIDROGRAFICA	VOLUMENES ALMACENADOS EN (MM³)		
	EMBALSES	LAGUNAS	TOTAL
Yaque Del Norte	786.18	0.53	786.71
Atlántica	0.00	0.00	0.00
Yuna	550.33	0.05	550.38
Este	0.00	0.00	0.00
Ozama-Nizao	314.41	0.05	314.46
Yaque Del Sur	426.54	0.42	426.96
TOTAL DISPONIBLE	2,077.46	1.05	2,078.51

Tabla 2. Fuente: INDRHI, 2010.

Por consiguiente, a medida que avanzan los años el Objetivo 7 del CEPAL no se ha cumplido por completo en la República Dominicana, ya que la disponibilidad del agua ha ido aumentando, pero la producción de la misma ha disminuido, aunque como podemos ver en el Ilustración 3 del 2014 al 2015 la producción promedio anual de agua ha aumentado levemente unos 1.54 MGD, y para finales del año 2015 la producción disminuyó de 345.11 millones de galones por día a 290 MGD, según datos de la CAASD.

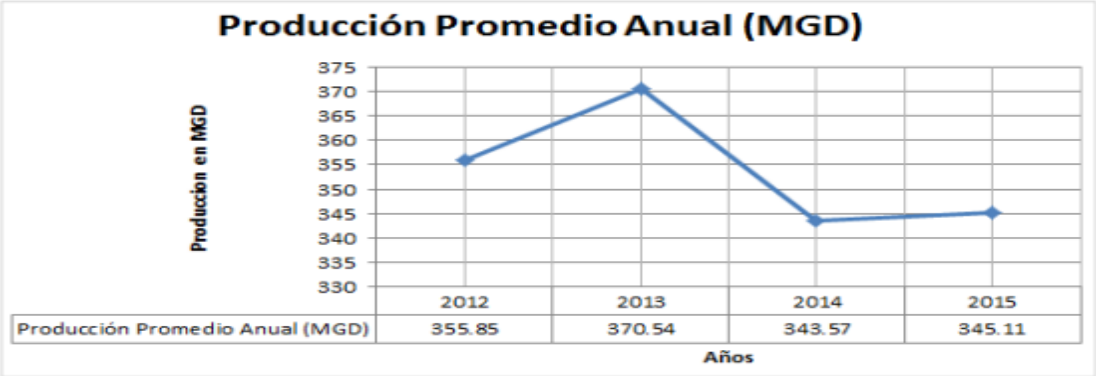

Ilustración 13. Fuente: CAASD, 2015.

Según la Corporación de Acueducto y Alcantarillado la demanda de agua potable va en aumento desde el año 2005, cuando esta era de 312.67 mm³ en el caso de la región hidrográfica Ozama-Nizao, que es la región de nuestro interés, para el año 2015 era de 385.99 mm³, y proyectándose a unos 461.30mm³ para el año 2025, siendo aparte de todo lo anterior la región con la mayor demanda en todo el país, como podemos ver en el Tabla 3.

REGION HIDROGRAFICA	DEMANDA DE AGUA POTABLE (MM³)				
	2005	2010	2015	2020	2025
Yaque Del Norte	107.08	119.63	132.50	145.60	158.66
Atlántica	42.69	47.71	52.85	58.09	63.31
Yuna	81.63	91.74	102.15	112.82	123.51
Este	64.14	72.23	80.59	89.16	97.76
Ozama-Nizao	312.67	348.90	385.99	423.73	461.30
Yaque Del Sur	71.65	80.55	89.72	99.11	108.53
SUB-TOTAL	679.86	760.76	843.80	928.50	1.013.08

Tabla 3. Fuente: INDRHI, 2007

La Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD), tiene un área de influencia y/o jurisdicción de 1243.68 km², abasteciendo así a más de 3.2 millones de habitantes de la provincia Santo Domingo y el Gran Santo Domingo, para lo cual, cuenta con una capacidad instalada de 570.68 millones de galones diarios (CAASD, 2015).

Para lograr lo anterior la corporación cuenta con seis sistemas superficiales, Isabela, Barrera de Salinidad, Haina- Manoguayabo, Valdesia, Isa- Mana y Duey, que abarcan el 82% de la producción, pero actualmente, solo los cuatro primeros se mantienen en funcionamiento constante, por lo que son los analizados en este trabajo de investigación (CAASD, 2015).

Según datos suministrados por la CAASD en su manual “Uso Racional del Agua”: “El 64% de la producción es captado por bombeo el cual depende del sistema eléctrico, que es afectado por frecuentes interrupciones, incrementando los costos operativos”.

Por consiguiente, sólo el 36% llega por gravedad, lo que resulta en un costo bastante elevado en la tarifa eléctrica (alrededor de 75 millones de pesos al mes, según el manual “Uso Racional del Agua” de la CAASD), y a su vez, un mayor costo de producción.

De la misma forma, en el manual antes mencionado se expresa que: “Por concepto de compra de sulfato de aluminio y cloro gas para el proceso de potabilización en los sistemas, la institución invierte una suma mensual que supera los 8.5 millones de pesos mensuales”.

Marco Conceptual

Conceptos

Costo de producción: Cantidad de dinero utilizado para realizar el proceso de tratamiento de agua potable.

Precios de consumidor: Costo del agua potable al ser suministrada a los usuarios.

Costo de los insumos: Precios en general de la materia prima utilizada en la producción de agua potable.

CAPITULO III – MARCO METODOLOGICO

Formulación de hipótesis

-El costo de producción de agua potable en República Dominicana es más elevado que su precio al consumidor.

-El costo de producción de 1m³ de agua potable producido por la CAASD es menor a los precios del mercado minorista.

Tipo de investigación

Para dicha investigación se llevará a cabo un estudio bibliográfico de estudios antes realizados acerca de los costos de producción de agua potable en plantas operadas por la CAASD en República Dominicana, teniendo así un objetivo completamente exploratorio, con un tiempo de ocurrencia visualizado de manera prospectiva, analizando los costos según los precios de los insumos utilizados en el tratamiento.

Enfoque de la investigación

Este trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo, mediante el cual se analizarán los costos de producción de agua potable de las plantas operadas por la CAASD en República Dominicana, y a su vez la cantidad de insumos utilizados en este proceso de tratamiento de aguas.

Procedimiento de la investigación

Para la realización de este trabajo de investigación, y luego de haber seleccionado un tema de acuerdo a los reglamentos, se procedió a la búsqueda de información en vías digitales (páginas web).

Luego, se buscó información acerca de los costos de producción de agua potable de las plantas Isabela, Barrera de Salinidad, Haina- Manoguayabo y Valdesia en la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD), para posteriormente realizar un análisis de éstos, y realizar gráficos acordes a los mismos por medio del software Excel, y así llegar a las conclusiones del estudio.

Técnicas de investigación

Al ser una investigación de tipo bibliográfica, no se utilizarán ningunas técnicas de investigación en específico más que la simple recolección de datos.

A su vez, entre los instrumentos a utilizar estarán el software Excel para realizar tablas y gráficos.

Mientras que la muestra y población seleccionada son todas las plantas de tratamiento de agua potable operadas por la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD), las cuales son Isabela, Haina-Manoguayabo, Barrera de Salinidad y Valdesia.

CAPITULO IV RESULTADOS

Planta Valdesia

Según datos proporcionados por la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo, para el año 2015 hubo un consumo de:

- 881,78.20 libras de cloro gas.

-26,342.00 libras de sulfato de aluminio sólido.

-13,363.24 galones de gas-oil en los generadores.

-887.40 galones de gas-oil en el automóvil utilizado en esta planta.

-261 galones de gasolina para los carros corta grama.

-261 galones para un motor F-025.

Resultando que en gas-oil fueron utilizados 14, 250.64 galones, y de gasolina 522 galones en el año 2015.

En la Tabla 4 podemos ver en detalle los costos por unidad de los insumos utilizados, como el cloro gas y el sulfato de aluminio, ambos calculados por libras, también los costos del gas-oil y gasolina a RD$187.63 el primero, y el segundo por RD$154.29, todos los anteriores calculados por la cantidad utilizada en el año en la planta de tratamiento Valdesia, resultando en los costos totales y finalmente en el costo de producción de 1m³ de agua potable en esta planta.

Asimismo, la planta de Valdesia tuvo un volumen de entrada por el año 2015 de 181, 182,228.26 m³, por lo que al calcular el volumen de pérdida se toman en cuenta el lavado de los filtros y la pérdida en las compuertas.

En el caso del lavado de filtros, este se realizó durante el año en una carrera de filtración 72 horas, lo que indica que un filtro se lava diez veces al mes, que multiplicado por 36 filtros en existencia nos da 360 lavados de filtros por mes. En doce meses hay 4,320 lavados de filtros al año (CAASD, 2015).

El caudal empleado para el lavado de filtros es de 0.553 m^3/seg durante ocho minutos, resultando en 265.44 m^3 por lavado (CAASD, 2015).

Según la "Memoria de gerencia de tratamiento CAASD 2015" el volumen total empleado para el lavado de filtros es igual a 1, 146, 700.80 metros cúbicos, dato obtenido de la multiplicación entre el caudal empleado en el lavado de los filtros y la cantidad de lavados realizados al año.

En el caso de las pérdidas constantes por compuertas en esta planta, según la CAASD fue de 224, 985.60 m^3 para el año 2015, dato que se obtuvo de la pérdida constante por compuerta por segundo, que es de 0.007 m^3/seg, este valor multiplicado por 86,400 segundos que hay en un día por 31 días que la corporación calcula que hay en cada mes y este resultado multiplicado a su vez por 12, que son los meses del año.

Estos valores totales de pérdida por lavado de filtros y pérdida constante por compuerta, en una suma, se convierten en el volumen total consumido en planta de tratamiento de agua potable del sistema Valdesia, siendo este valor de 1, 371 686.40 m^3 para el año 2015.

PRODUCCION DE AGUA Y
PORCENTAJE DE AGUA UTILIZADA EN EL MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES Y PÉRDIDAS POR COMPUERTAS

COSTO DE TRATAMIENTO

V. DE ENTRADA	181,182,228.26
V. UTILIZADO EN MANT. Y PERDIDAS	1,371,686.40
V. TOTAL PRODUCIDO	**179,810,541.86**

INSUMO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Cloro-gas. (Lbs.)	881,785.20	18.53	RD$16,339,479.76
Sulfato de Aluminio (Lbs)	276,342.00	8.77	RD$2,423,519.34
Sulfato de Al. Líq. (Tanque)	0.00	7,226.00	RD$0.00
Policlorudo Aluminio (Tanqu	0.00	7,227.00	RD$0.00
Gas-oil (Gls.)	14,928.23	187.63	RD$2,801,037.70
Gasolina (Gls.)	522.00	154.29	RD$80,540.09
Nomina Personal			RD$10,566,924.00
Factura Eléctrica			RD$877,228.63
		TOTAL	**RD$33,088,729.52**

COSTO DEL METRO CUBICO PRODUCIDO
RD$0.1840

Tabla 4. Fuente: CAASD, 2015.

En caso semejante, se buscaron precios actualizados de cada uno de los insumos, entre ellos la gasolina, el cloro-gas, el gas-oil y el sulfato de aluminio, actualizados al 12 de enero de 2016.

En el caso del cloro-gas, su costo fue investigado en la empresa Allied Mones Corporation, donde el mismo es de RD$5,250.00 el llenado de un tanque de 150 libras, que en consecuencia una libra del insumo valdría RD$35.00.

A su vez, el valor del sulfato de aluminio granulado es de US$0.50 por un kilo, según se cotizó en la Comercializadora Química del Caribe (COMERQUIM), lo que conlleva a que el

precio por una libra sea de US$0.23, equivalente por tanto a RD$10.46 en base a una tasa del dólar, a la misma fecha de 12 de enero de 2016, de RD$45.47.

Concerniente al costo de la gasolina y el gas-oil, el primero tendría un costo de RD$162.90, mientras el segundo de RD$123.50, ambos a la misma fecha de investigación de los demás insumos analizados.

Asimismo, todos estos costos por insumos fueron utilizados en el análisis de costos de producción tanto de la Planta Valdesia, como de las que más adelante analizaremos.

En el mismo orden y mostrándose en la Tabla 5, se pueden visualizar tanto los costos por unidad de cada insumo como el total de su valor dependiendo de la cantidad utilizada durante el año 2015 de cada uno como también se pudo observar en la anterior Tabla 4. Al realizar este análisis se puede observar un aumento significativo de RD$46, 248, 613.53 en el costo total de la producción de agua en el caso de la planta Valdesia, aumentando en consecuencia el costo de producción del metro cúbico de agua de RD$0.1840 a RD$0.44.

COSTOS DE PRODUCCION E INSUMOS
ULTIMO TRIMESTRE

INSUMO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Cloro-gas. (Lbs.)	881785.2	35.00	RD$30,862,482.00
Sulfato de Aluminio (Lbs)	276342	10.46	RD$28,905,537.32
Gas-oil (Gls.)	14928.23	123.50	RD$1,843,636.41
Gasolina (Gls.)	522	162.90	RD$85,033.80
Nómina Personal			RD$10,566,924.00
Factura Eléctrica			RD$877,228.63
			RD$79,337,343.05

COSTO DEL METRO CUBICO PRODUCIDO
RD$0.44

Tabla 5. Fuente: Propia.

Por consiguiente, la economía existente en el precio producción de agua en la planta Valdesia, por la CAASD, es de un 59.09%, basándose en que los RD$0.26 de diferencia entre ambos valores en cociente con los RD$0.44 del costo por metro cúbico de la CAASD por cien es igual a este por ciento antes mencionado.

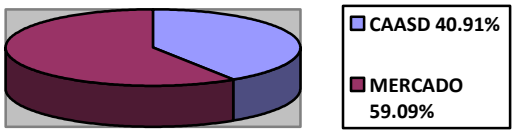

Gráfico 1. Porcentaje de diferencia entre costos CAASD y el Mercado planta Valdesia. Fuente: Propia.

Planta Haina- Manoguayabo

En el año 2015 el sistema Haina-Manoguayabo tuvo, según la Memoria de gestión de tratamiento de la CAASD:

- 272,394.96 libras de cloro gas.

- 1, 295,514.00 libras de sulfato de aluminio sólido.

- 678.60 galones de gasolina para los carros corta grama.

Esta planta tuvo un volumen de entrada por el año 2015 de 62, 151, 667.27 m^3, por lo que al calcular el volumen de pérdida se toman en cuenta el lavado de los filtros.

En este período se lavó un promedio mensual de 599 filtros, lo que indica que durante el año se lavaron un total de 7,188.00 filtros. El caudal que se emplea para el lavado de un filtro es de 0.300 m3/seg. Durante 10 min, lo que indica que se emplea un consumo de: 0.3 por 60 por diez será igual a 180 m^3 por lavado (CAASD, 2015).

Según datos obtenidos en la CAASD, el volumen total empleado para el lavado de los filtros es igual a 7,188.00 por los 180 m^3 por lavado, dando un total de 1, 293, 840.00 m^3 para este año, aplicándose este valor al volumen utilizado en mantenimiento y pérdidas.

Asimismo, esta planta tuvo un volumen total producido de 6, 857, 827.27m^3 como resultado de la diferencia entre el volumen de entrada y el de mantenimiento y pérdida, según (CAASD, 2015).

PRODUCCION DE AGUA Y
PORCENTAJE DE AGUA UTILIZADA EN EL MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES Y PÉRDIDAS POR COMPUERTAS

COSTO DE TRATAMIENTO

V. DE ENTRADA	62,151,667.27
V. UTILIZADO EN MANT. Y PERDIDAS	1,293,840.00
V. TOTAL PRODUCIDO	**60,857,827.27**

INSUMO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Cloro-gas. (Lbs.)	272,394.96	18.53	RD$5,047,478.61
Sulfato de Aluminio Sólido (Lbs)	1,295,514.00	8.77	RD$11,361,657.78
Sulfato de Al. Líq. (Tanque)	0.00	7,226.00	RD$0.00
Gas-Oil (Gls.)	0.00	187.63	RD$0.00
Gasolina (Gls.)	678.60	154.29	RD$104,702.12
Nomina Personal			RD$13,761,324.00
Factura Eléctrica			RD$126,298,204.58
		TOTAL	**RD$156,573,367.09**

COSTO DEL METRO CUBICO PRODUCIDO
RD$2.5728

Tabla 6. Fuente: CAASD, 2015.

COSTOS DE PRODUCCION E INSUMOS ULTIMO TRIMESTRE

INSUMO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Cloro-gas. (Lbs.)	272,394.96	35.00	RD$9,533,823.60
Sulfato de Aluminio (Lbs)	1,295,514.00	10.46	RD$13,551,076.44
Gas-oil (Gls.)	0.00	123.50	0.00
Gasolina (Gls.)	678.60	162.90	RD$110,446.20
Nómina Personal			RD$13,761,324.00
Factura Eléctrica			RD$126,298,204.58
			RD$163,254,874.82

COSTO DEL METRO CUBICO PRODUCIDO
RD$2.68

Tabla 7. Fuente: Propia.

En el mismo ámbito, y como se observa en la Tabla 7, basándose en la cantidades utilizadas por la CAASD en la planta Haina- Manoguayabo en el año 2015 y en los precios unitarios investigados en el mercado minorista, el total utilizado en el proceso de producción fue de RD$163, 254, 874.82, marcando un aumento de RD$6, 681, 507.73 en el total y de RD$0.11 en el costo del metro cúbico producido en el caso de esta planta. Lo que a su vez incide en que la CAASD, en esta planta, sólo se ahorra 4.10% del costo a diferencia del costo calculado con el valor del mercado.

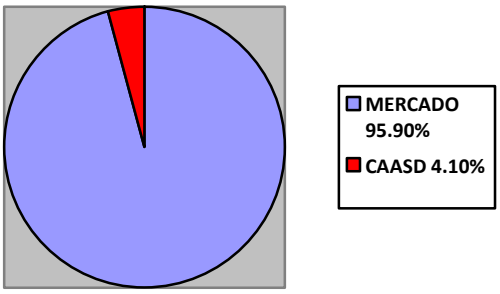

Gráfico 2. Porcentaje de diferencia entre costos CAASD y el Mercado en Planta Haina-Manoguayabo. Fuente: Propia.

Planta Barrera de Salinidad

En el año 2015 la planta Barrera de Salinidad tuvo un uso, según la Memoria de gestión de tratamiento de la CAASD de:

- 509,115.60 libras de cloro gas.

-5, 723, 454.00 libras de sulfato de aluminio sólido.

-396.00 galones de gas-oil en el automóvil utilizado en esta planta.

-313.20 galones para un motor F-48.

En el caso de la planta de tratamiento Oriental Barrera de Salinidad, se obtuvo un volumen de entrada de 100, 442, 300.91 m^3 por el año 2015.

Durante este período se realizaron lavados de filtros y de sedimentadores y floculadores. Con respecto al lavado de filtros, este tuvo un promedio de 270 filtros lavados, lo que indica que

durante el año se lavaron un total de 3,240 filtros, empleándose un caudal de 1.00 m^3/seg durante diez minutos, resultando en 600 m^3 por lavado. Siendo a su vez empleado un volumen total para el lavado de filtros de 1, 944, 000.00 m^3 durante el año 2015 (CAASD, 2015).

Con relación al lavado de sedimentadores y floculadores, según lo investigado, el volumen del primero es de 560m^3 por cada uno, de los cuales existen cuatro, resultando así en un volumen de 2,240m^3. Según (CAASD, 2015), éstos fueron sometidos a mantenimiento dos veces al mes, por lo que durante el año fueron 24 mantenimientos, en consecuencia el volumen utilizado para esta labor fue de 53, 760.00 m^3, resultado de la cantidad de mantenimiento por el volumen de los sedimentadores.

Todo lo anterior resulta en que la sumatoria entre el volumen total para el lavado de filtros y el de sedimentadores y floculadores es igual al volumen total consumido, que es de 1, 997, 760 m^3, siendo el mismo el volumen utilizado en mantenimiento y pérdida (CAASD, 2015).

PRODUCCION DE AGUA Y
PORCENTAJE DE AGUA UTILIZADA EN EL MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES Y PÉRDIDAS POR COMPUERTAS

COSTO DE TRATAMIENTO

V. DE ENTRADA	100,442,300.91
V. UTILIZADO EN MANT. Y PERDIDAS	1,997,760.00
V. TOTAL PRODUCIDO	**98,444,540.91**

INSUMO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Cloro-gas. (Lbs.)	509,115.60	18.53	RD$9,433,912.07
Sulfato de Aluminio Sólido (Lbs	5,723,454.00	8.77	RD$50,194,691.58
Gas-oil (Gls.)	396.00	187.63	RD$74,302.92
Gasolina (Gls.)	313.20	154.29	RD$48,324.06
Nomina Personal			RD$6,423,852.00
Factura Eléctrica			RD$236,838,590.28
		TOTAL	**RD$303,013,672.90**

COSTO DEL METRO CUBICO PRODUCIDO
RD$3.0780

Tabla 8. Fuente: CAASD, 2015.

Para el sistema Barrera de Salinidad, la CAASD obtiene un ahorro de RD$18,035, 070.50 economizando así un por ciento de 5.58 con relación a la diferencia entre el costo del metro cúbico producido y calculado por la CAASD y el metro cúbico calculado durante este estudio.

COSTOS DE PRODUCCION E INSUMOS ULTIMO TRIMESTRE

INSUMO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Cloro-gas. (Lbs.)	509,115.60	35.00	RD$30,862,482.00
Sulfato de Aluminio (Lbs)	5,723,454.00	10.46	RD$28,905,537.32
Gas-oil (Gls.)	396.00	123.50	RD$1,843,636.41
Gasolina (Gls.)	313.2	162.90	RD$85,033.80
Nómina Personal			RD$6,423,852.00
Factura Eléctrica			RD$236,838,590.28
			RD$305,011,743.40

COSTO DEL METRO CUBICO PRODUCIDO

RD$3.09

Tabla 9. Fuente: CAASD, 2015.

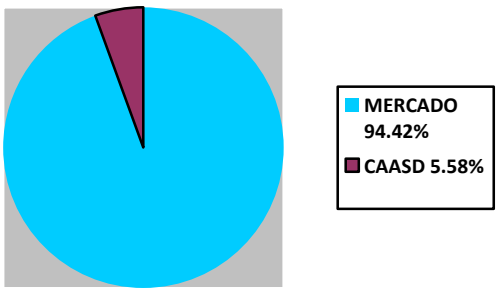

Gráfico 3. Porcentaje de diferencia entre costos CAASD y el Mercado en Planta Barrera de Salinidad. Fuente: Propia.

Planta Isabela

Según datos proporcionados por la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo, para el año 2015 hubo un consumo de:

- 57,325.50 libras de cloro gas.

- 182,622 libras de sulfato de aluminio sólido.

- 32,492.40 galones de gas-oil en los generadores.

- 104.4 galones de gasolina para los carros corta grama.

- 261 galones para un motor M29.

Esta planta tuvo en el año 2015 un volumen de entrada de 6, 127, 077.27 m^3, según datos obtenidos en la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo.

Los filtros se lavaron con una carrera de filtración de 24 horas lo que indica que un filtro se lava 30 veces al mes que multiplicado por 8 filtros nos da 240 lavados de filtros por mes, lo que indica que al año se lavan 2,880 filtros, utilizando en ello un caudal de 0.250 m^3/ seg durante 10 minutos, igual a 150 m^3 por lavado (CAASD, 2015).

A la vez que por los resultados anteriores podemos concluir que se empleó un volumen de 432, 000.00 m^3 durante el año 2015, según la CAASD. Así se obtuvo un caudal producido de 5, 695, 077.27 m^3 resultado de la diferencia entre el volumen de entrada y el volumen de mantenimiento y pérdida.

PRODUCCION DE AGUA Y
PORCENTAJE DE AGUA UTILIZADA EN EL MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES Y PÉRDIDAS POR COMPUERTAS

COSTO DE TRATAMIENTO

V. DE ENTRADA	6127,077.27
V. UTILIZADO EN MANT. Y PERDIDAS	432,000.00
V. TOTAL PRODUCIDO	**5695,077.27**

INSUMO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Cloro- gas (Lbs.)	57,325.50	18.53	RD$1062,241.52
Sulfato Aluminio Sólido (Lbs.)	182,622.00	8.77	RD$1601,594.94
Gas-oil (Gls.)	32,492.40	187.63	RD$6096,667.17
Gasolina (Gls.)	365.40	154.29	RD$56,378.06
Factura Eléctrica	-		RD$23560,845.75
	TOTAL		**RD$32377,727.43**

COSTO DEL METRO CUBICO PRODUCIDO

5.6852

Tabla 10. Fuente: CAASD, 2015.

COSTOS DE PRODUCCION E INSUMOS
ULTIMO TRIMESTRE

INSUMO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Cloro-gas. (Lbs.)	57,325.50	35.00	RD$30,862,482.00
Sulfato de Aluminio (Lbs)	182,622.00	10.46	RD$28,905,537.32
Gas-oil (Gls.)	32,492.40	123.50	RD$1,843,636.41
Gasolina (Gls.)	365.4	162.90	RD$85,033.80
Factura Eléctrica			RD$23,560,845.75
			RD$31,549,799.43

COSTO DEL METRO CUBICO PRODUCIDO
RD$5.54

Tabla 11. Fuente: Propia.

De la misma manera y basándonos en los nuevos costos de producción presentados en la Tabla 11, la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo presentó para el año 2015 no tuvo ahorro alguno en la en el costo de producción de agua potable en esta planta, ya que el diferencia entre ambos totales muestra la pérdida de RD$827, 928.00, lo que hace que se pierda un 2.62% comparando el costo del metro cúbico producido según el mercado, que es de RD$5.54 con el costo del mismo producido por la CAASD, que es de RD$5.6852.

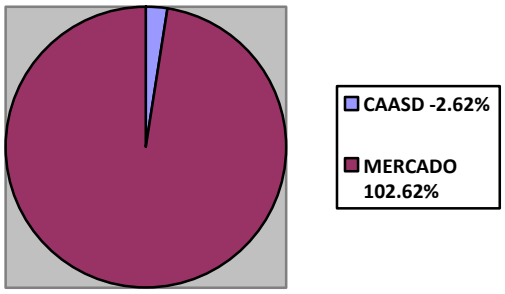

Gráfico 4. Porcentaje de diferencia entre costos CAASD y el Mercado en Planta Isabela.

Fuente: Propia.

Por otro lado, la CAASD, según datos proporcionados por la misma entidad, calcula la distribución del metro cúbico de agua potable bajo la sumatoria de los costos por metro cúbico producido en cada planta de tratamiento, más las inversiones iniciales de cada sistema, los cuales se mantienen bajo el ámbito privado, por lo que no se obtuvieron para este trabajo de investigación, incluyendo los sistemas Duey e Isa-Mana que no forman parte de este estudio. De esa forma el costo de producción alcanza los RD$30.00.

Sin embargo, la tarifa de venta al consumidor del agua potable, es de RD$6.00 hasta los 32 metros cúbicos, para clientes residenciales según el sector, tipo de vivienda y condiciones del servicio, al exceder este número el costo aumenta a RD$8.00, resumiéndose éstas en la Tabla 12.

USUARIO	AGUA (RD $)	ALCANTARILLADO SANITARIO (RD $)	CLASE SOCIAL
R1	30.00 (5 M3) 48.00 (8 M3)	*	BAJA
R2	60.00 (10 M3) 78.00 (13 M3)	*	MEDIA BAJA
R3	96.00 (16 M3) 132.00 (22 M3)	*	MEDIA
R4	132.00 (22 M3) 162.00 (27 M3)	*	MEDIA ALTA
R5	192.00 (32 M3)	*	ALTA

Tabla 12. Tarifa residencial por metro cúbico de 5-32m³. Fuente: CAASD, 2015.

Asimismo, existen también dos tipos de servicios más, que son el de tarifa fija y el servicio medido. El primero distribuye agua en el área comercial, industrial y oficial al costo de 20 m³ al mes a RD$6.00, que sería RD$120.00, estas tarifas fijas dependen de las inspecciones que se realizan a dichos usuarios para determinar el consumo estimado de los mismo, mediante los parámetros utilizados para calcular dotaciones de diseño (CAASD, 2015).

Concerniente al servicio medido este se utiliza, según (CAASD, 2015) en:

1. Residenciales e instituciones sin fines de lucro, bajo las mismas condiciones que las áreas comerciales, industriales y oficiales.

2. Comerciales, seis pesos el metro cúbico hasta el cupo básico o tarifa fija, y nueve pesos los metros cúbicos adicionales, luego de los primeros 32.

3. Industriales 1(no usan agua como materia prima), RD$7.00/m³ hasta la tarifa fija y RD$10.00 los adicionales.

4. Industriales 2 (usan agua como materia prima), RD$10.00/m³ hasta el cupo básico y RD$12.00 por metro cúbico adicional.

5. Oficiales y otros, RD$6.00/m³ y RD$7.00 los adicionales luego del cupo básico.

En consecuencia, el cobro básico por metro cúbico exigido al consumidor es menor en comparación al costo de producción de un metro cúbico de agua por parte de la CAASD, siendo la diferencia de RD$24.00, es decir, de un 80% entre valores, por ciento que es subsidiado por la propia Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD). En los demás caso en que la tarifa va en aumento en RD$7.00, RD$10.00 y RD$12.00, el porcentaje subsidiado varía en 76.7%, 667% y 60% respectivamente.

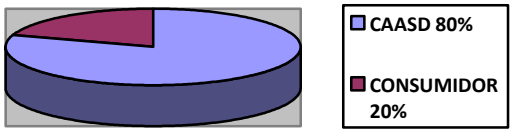

Gráfico 5. Porcentajes tarifa de RD$6.00 por metro cúbico de agua CAASD y consumidores. Fuente: Propia.

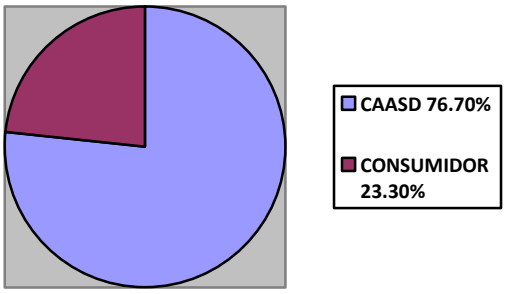

Gráfico 6. Porcentajes tarifa de RD$7.00 por metro cúbico de agua CAASD y consumidores. Fuente: Propia.

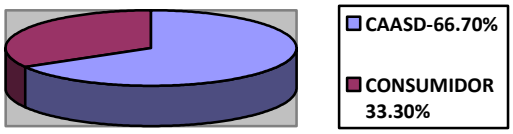

Gráfico 7. Porcentajes tarifa de RD$10.00 por metro cúbico de agua CAASD y consumidores. Fuente: Propia.

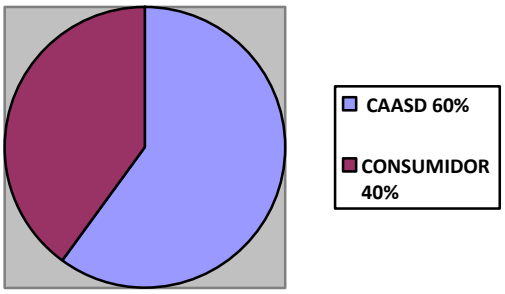

Gráfico 8. Porcentajes tarifa de RD$12.00 por metro cúbico de agua CAASD y consumidores. Fuente: Propia.

CONCLUSION

El trabajo de investigación logró los objetivos planteados de determinar los costos de los insumos y evaluación del costo de producción de un metro cúbico de agua potable en las plantas Valdesia, Haina-Manoguayabo, Barrera de Salinidad e Isabela, operadas por la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD), así como también se lograron comparar estos costos con los precios al consumidor.

Se pudo observar que durante el año 2015 el total entre plantas en el costo del metro cúbico producido fue de RD$11.92, sin incluir costos de inversión inicial ni el del valor producido en los demás sistemas operados por la CAASD, lo que en tal caso de ser incluidos tomaría el valor de RD$30.00 por metro cúbico producido.

Lo que demuestra que la CAASD está produciendo el metro cúbico de agua con una eficiencia equivalente al 20 por ciento del costo de mercado analizado, lo que equivale a una economía del 80 por ciento del mercado minorista que fue estudiado durante esta investigación.

En consecuencia, se pudo demostrar que las hipótesis planteadas para esta investigación son ambas verdaderas, ya que el costo de producción del metro cúbico de agua potable en el Gran Santo Domingo es más elevado que su precio al consumidor sin si quiera agregar a este los costos de inversión y demás valores de importancia. Lo que a su vez también demuestra que al ser los insumos de cloro-gas, sulfato de aluminio, gas-oil y gasolina a una tarifa más elevada en el mercado minorista, producir el metro cúbico de agua en cada planta es menor para la CAASD, excepto por la planta Isabela cuyo costo por metro cúbico por la Corporación es de RD$5.6852, es decir, mayor al del mercado analizado, lo que resulta en una pérdida del 2.62 por ciento para la entidad. Estos costos por planta van variando de:

- RD$0.44 para la panta Valdesia.

-RD$2.68 para Haina-Manoguayabo.

- RD$3.26 para Barrera de Salinidad.

-RD$5.54 para la planta Isabela.

BIBLIOGRAFIA

Aristizabal, Hernán y Alberto Galvis, *Análisis de costos en sistemas de potabilización de agua. Colombia, 2004.*

Berigüete, D. *(2013). Advierte del costo de privatizar agua potable. Recuperado de http://elnacional.com.do/advierte-del-costo-social-de-privatizar-agua-potable/*

Burchard, *Lucas, Plantas de tratamiento de agua potable. México, 2005.*

CAASD (2015). *Estructura tarifaria.*

CAASD (2015). *Memoria Gerencia de Tratamiento.*

CAASD (2015). *Rendición de cuentas CAASD 2015.*

CAASD (2015). *Uso racional del agua.*

CEPAL (2015). *Objetivos de desarrollo del Milenio en América Latina y el Caribe.*

El Día (2015). *Alejandro Montás: El 54% del agua que sirve la CAASD es desperdiciada por la población. Recuperado de http://eldia.com.do/alejandro-montas-el-54-del-agua-que-sirve-la-caasd-es-desperdiciada-por-la-poblacion/*

INDRHI (2010) *El agua, situación actual y perspectiva en la República Dominicana.*

INDRHI (2007) *Plan Hidrológico Nacional.*

Linares, H. (2015). *Agua, un servicio público inundado por subsidios generales. Recuperado de http://www.elcaribe.com.do/2015/03/23/agua-servicio-publico-inundado-por-subsidios-generales*

Luna, K. *(2013) CAASD reestructura tarifa de agua en Santo Domingo. http://www.listindiario.com/la-republica/2013/08/14/288232/caasd-reestructura-tarifa-de-agua-en-santo-domingo*

Nieves, Tania y Jenny Ramón, *Análisis del costo de producción de agua potable y el índice de pérdidas or agua no contabilizada, en las plantas de producción Tomebamba y Machangara de la Empresa Municipal de telecomunicaciones, agua potable, alcantarillado y saneamiento de cuenca etapa EP. Ecuador, 2014.*

OMS (2006). *Guías para la calidad del agua potable, volumen 1*.

Vargas, F. *(2014). ¿Qué pasa con el agua? Recuperado de http://www.opd.org.do/index.php/analisis-politicas-publicas/1688-ique-pasa-con-el-agua*