

SITUACIÓN AMBIENTAL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO MATANZAS

MSc. Liena Hernández Fernández¹, Dr. C. Elpidia Caridad Cruz
Cabrera², Ing. Dainerys Amaro Prieto²

1. Unidad Provincial de Protección. MININT Matanzas.

2. Universidad de Matanzas, caridad.cruz@umcc.cu

Resumen

Se realiza un estudio de las fuentes de abasto de agua potable del municipio Matanzas, las estaciones de bombeo, disponibilidad, acceso y economía de este recurso; y se realiza una revisión del cumplimiento de las principales regulaciones emitidas por las entidades gubernamentales encargadas de este particular y los mecanismos dirigidos a la desinfección, detallándose las normas y métodos que se utilizan para cada estación de bombeo y la ubicación de las mismas según las zonas de abasto. Se caracterizan los métodos de desinfección empleados, así como las amenazas internas y externas que afectan al recurso agua y los aspectos que dificultan su uso racional y eficiente, así como el impacto ambiental que provoca el mal uso de este recurso natural.

Palabras claves: Agua; desinfección; bombeo; fuente de abasto.

Introducción

La problemática ambiental mundial de las ciudades y centros poblados en nuestros días está centrada en resolver la contaminación atmosférica, el manejo de los residuos sólidos generados y la escasez de los recursos hídricos (Méndez Vidal y Feliciano Muñoz, 2010).

La protección del agua como recurso es un asunto prioritario para la vida de la presente y futuras generaciones.

El Plan de Acción del Mar de Plata adoptado por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua de 1977, la Conferencia de Dublín sobre agua y medioambiente de 1992 así como la Cumbre de la Tierra de Río, con su importante documento Agenda 21, y el ejercicio de la Visión Mundial del Agua han, contribuido a reforzar sucesivamente la necesidad de una evaluación global de los recursos mundiales de agua como base para llevar a cabo una gestión más integrada del recurso.

Cuba ha ratificado los principales Convenios Ambientales Internacionales y ha expresado la voluntad política de contribuir a la mejora del medio ambiente nacional, regional y global, lo que se ha traducido en el cabal cumplimiento de los compromisos contraídos internacionalmente en el ámbito nacional, para lo que cuenta con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) el cual propicia la materialización de dicha voluntad política a nivel de país y la particulariza a nivel provincial a través de su representación con las Delegaciones Provinciales del CITMA, las que cuentan con la Agenda 21 provincial continuamente actualizada y entre las que está presente de manera prioritaria la preocupación por los recursos hídricos.

Cuba cuenta además con un Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) que dirige la Política Nacional para este recurso, la cual está respaldada por un marco legal, una muestra de ello es la Ley No. 124 de las aguas terrestres.

La provincia de Matanzas no es una excepción en toda la política nacional mencionada así que tiene el recurso agua como uno de los aspectos de su Agenda 21, aun cuando es una provincia muy beneficiada en este sentido por la naturaleza. Matanzas ha sido privilegiada con aguas subterráneas, en cantidad y calidad.

Según la estrategia ambiental de la Empresa de Acueductos y Alcantarillado de Matanzas, subordinada al INRH, la provincia cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental que permite un proceso continuo de mejora de su desempeño ambiental, brindando los servicios de abasto de agua, dirigidos a mejorar la calidad de vida de la población y contribuir al desarrollo sostenible del territorio.

En el presente trabajo se muestran resultados de la investigación en la que se define como objetivos, caracterizar las fuentes de abastos de agua potable en el municipio Matanzas y determinar las principales problemáticas ambientales vinculadas al abasto de agua potable en dicho municipio.

Desarrollo

El agua es un elemento vital para la supervivencia de los seres vivos y de la naturaleza, el ser humano en comunidades organizadas debe poseer los servicios básicos como lo es el abastecimiento de agua y su posterior tratamiento de residuales. Según Méndez Vidal y Feliciano Muñoz, (2010) el agua es un recurso indispensable para la vida y el desarrollo socio-económico.

De acuerdo a los principios rectores (INRH, 1998), "El agua es un bien nacional, de uso público, indispensable para satisfacer las necesidades básicas de la población...es un recurso finito, que tiene un valor económico, social y ambiental".

La NC 827: 2017 establece que el agua potable es aquella que no ofrece peligro para la salud humana por sus características químicas, físicas, biológicas y radiológicas al ser usada en la preparación de alimentos, aseo personal y otras actividades que impliquen el contacto directo del agua con los seres humanos.

Las fuentes de abastecimiento de agua son todas las corrientes superficiales, lagos y embalses, así como las aguas subterráneas que son utilizadas para el suministro de agua de consumo, establecido en la NC 1021: 2014.

La gestión integrada de las aguas terrestres, recurso natural renovable y limitado, requiere de una eficaz planificación, dirigida a satisfacer el interés general de la sociedad, la economía, la salud y el medio ambiente, con el fin de garantizar su preservación en armonía con el desarrollo económico y social sostenible y la adopción de medidas ante los eventos derivados del cambio climático.

La conservación y buen uso del agua involucra la participación de toda la sociedad organizada. Al respecto, en Cuba los lineamientos del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH, 1999) señalan que, "para llevar a cabo el manejo de los recursos hídricos de manera eficiente y sostenible debe darse un reto conjunto de organismos y/o instituciones estatales con la participación comunitaria, los que deben regirse bajo un plan de manejo integral". En los cambios normativos que se vienen dando con respecto a los recursos hídricos, se manifiesta una creciente preocupación e iniciativas para el mejor aprovechamiento de este.

La Ley no. 124 de las aguas terrestres establece que Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, como organismo de la Administración Central del Estado, es el rector de la gestión de las aguas terrestres y le corresponde:

- a) Controlar el patrimonio hidráulico, con especial atención al control del uso eficiente del agua y su calidad.
- b) Planificar, diseñar, actualizar periódicamente; dirigir y controlar las redes de monitoreo de las variables del ciclo hidrológico, de la calidad de las aguas terrestres y los sistemas de alerta temprana y brinda la información que corresponda; 987 Gaceta Oficial 16 de noviembre de 2017.

- c) Dirigir y proponer las acciones encaminadas al perfeccionamiento de los programas y estrategias para la gestión integrada y sostenible de las aguas terrestres.
 - d) Emitir y controlar la aplicación de las regulaciones hidráulicas; así como proponer a la Oficina Nacional de Normalización la aprobación de las normas cubanas que se relacionan con las aguas terrestres.
 - e) Dirigir el proceso de Balance Anual de las Aguas Terrestres y proponer el correspondiente Plan de Asignaciones, resultante de este proceso;
 - f) Exigir, en lo que le compete, el cumplimiento de las medidas para prevenir, enfrentar y mitigar los efectos de eventos hidrometeorológicos extremos.
 - g) Regular y controlar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial o drenaje pluvial.
- Marco Regulator.

Para regular y controlar la tematica correspondiente al agua y al medio ambiente se elaboran una serie de las normas y otros documentos normativos que se relacionan a continuación

- ✓ Decreto-Ley 114 del 06 de junio de 1989 mediante el cual se creó el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos como Organismo de la Administración Central del Estado, encargado de dirigir, ejecutar y controlar la aplicación de la política del estado y gobierno en cuanto a las actividades de control y ejecución de los recursos hídricos del país, y con ese fin, además de las comunes a todos los organismos, otorgó las atribuciones y funciones específicas que le corresponden cumplir.
- ✓ Decreto-Ley 138 del 01 de julio de 1993 de las aguas terrestres, cuyo objetivo es desarrollar los principios básicos establecidos en la Constitución y la Ley de Medio Ambiente, tanto en las superficiales como en las subterráneas, lo que constituye un instrumento legal de incalificable valor para la implementación de esta Sistema de Gestión Ambiental.
- ✓ El Decreto 199 del 10 de abril de 1995 que trata sobre las contravenciones de las regulaciones para la protección y el uso racional de los recursos hidráulicos.
- ✓ Decreto 211 del 09 de agosto de 1996, que trata de las contravenciones de las regulaciones para los servicios de acueducto y alcantarillado.
- ✓ Decreto Ley no. 200 del 23 de diciembre de 1999 que define las contravenciones y las multas que se le atribuyen a la violación del mismo con respecto a: Evaluación de Impacto ambiental y al otorgamiento de la Licencia Ambiental, la inspección ambiental estatal, lo relacionado con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, la zona costera y su zona de protección, la protección del medio ambiente ante desastres naturales u otro tipo de catástrofes susceptibles de afectar el medio ambiente, los ruidos, vibraciones y otros

factores físicos, la protección de la atmósfera, el manejo de los productos químicos tóxicos y los desechos peligrosos.

- ✓ Decreto Ley 281 del 7 de agosto del 2007: Reglamento para la implantación y consolidación del sistema de dirección y gestión empresarial estatal.
 - ✓ Otros documentos normativos y resolutivos donde se establecen y regulan determinados aspectos que inciden de forma directa en la protección y conservación del recurso agua.
 - ✓ Decretos Leyes Decreto Ley 138 de las aguas terrestres de 1993.
 - ✓ Decreto 199 de contravenciones asociadas a los recursos hídricos de 1995.
 - ✓ Resolución 11 del INRH de cobro de servicios de abasto de agua y alcantarillado al sector doméstico de 1995.
 - ✓ Decretos Leyes: 62, 136, 137, 164, 170, 182, 183, 190, 201, 212, 230.
 - ✓ NC 827: 2012 Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreo.
 - ✓ NC 53-121 1984 Acueducto. Especificaciones de diseño.
 - ✓ NC 93-01-103:1987. Clasificación de la utilización de las aguas interiores.
 - ✓ Resolución No. 27/03. Reglamento para la manipulación, transportación y almacenamiento del Cloro.
 - ✓ Resolución 01/2006 del Ministro del Interior, donde establece las Medidas de Seguridad para el almacenamiento, uso y transportación de explosivos industriales, sus medios de iniciación y sustancias químico-tóxicas.
- Materiales y métodos.

Para el desarrollo de esta investigación se emplearon diferentes métodos, se referencia como útiles los métodos de los niveles empírico y teórico (Rojas de León, 2018).



Figura 1. Métodos de Investigación empleados. *Fuente: Elaboración propia.*

- Los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable se clasifican de la siguiente manera:
 1. Agua de lluvia almacenada en aljibes.
 2. Agua superficial, proveniente de ríos, arroyos, embalses o lagos naturales.
 3. Agua de mar.
 4. Agua subterránea, captada a través de pozos o galerías filtrantes.
 5. Agua proveniente de manantiales naturales, donde el agua subterránea aflora a la superficie, (este último es el que caracteriza la provincia Matanzas).
- El sistema de abastecimiento de agua.

Es un conjunto de obras destinadas a la captación, conducción, tratamiento y distribución de agua potable para lo cual se utiliza una Red de Distribución que no es más que un sistema de tuberías y sus accesorios destinados al suministro de agua potable, establecido en la NC 1021:2014.

De igual forma establece el proceso de potabilización de las aguas superficiales de ríos, arroyos, lagos, lagunas y embalses para lo cual cuenta con cuatro etapas: floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

- Breve reseña histórica de la creación de la red de distribución de agua potable en el municipio Matanzas.

El Acueducto de Matanzas, fue fundado en el año 1872, a partir de los manantiales de Bello. En el 1919, se ejecutó una inversión que contemplaba la Estación de Bombeo del Naranjal y la Fuente de Abasto de San Juan.

A partir del triunfo de la Revolución, se instalan equipos de mayor capacidad, se incorporan nuevas fuentes de abasto, como ECIL y la Julia y se amplía considerablemente, la fuente de abasto de Bello. Posteriormente, en 1986, se comienza la ampliación del Naranjal, se incorpora al servicio, la zona alta de Naranjal y el Complejo de la Salud, paralizándose el desarrollo en el 1990, sin que pudiera terminarse la Estación de Bombeo.

A finales del año 2006, se retomó el proceso inversionista, que ya hoy se puede constatar.

La red provincial de distribución de agua potable cuenta con 109 sistemas de abastecimiento de agua para el consumo humano en la provincia, de ellos 56 sistemas urbanos y 53 sistemas rurales, abarcando a una población de 463 002 habitantes con 1531 km de redes, donde 1135 km son de conductoras y 336 km son de redes, se suministran mensualmente como promedio 12,4 hm³ de agua, para un promedio *per cápita* de 889 l/d. El tiempo medio de servicio de estos sistemas, es de 17,2 horas diarias en la provincia.

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) establece que para consumo familiar de cinco miembros en promedio el agua de consumo por persona debe oscilar entre los 150 y 250 l/d.

El sistema de tratamiento y desinfección del agua en la provincia, se garantiza con 117 equipos de cloración, de los cuales 109 corresponden a instalaciones de hipoclorito de sodio, seis de ellas en el municipio de Matanzas y nueve instalaciones donde se utiliza cloro gas para el método, de las cuales cuatro corresponden a la ciudad de Matanzas.

Las fuentes de los sistemas de abastecimientos de la provincia, solamente emplean el proceso de desinfección con el método de tratamiento químico utilizando cloro gas e hipoclorito de sodio, ya que el agua es de buena calidad.

Tabla 1. Sistemas de abastecimientos de agua potable más importantes del municipio de Matanzas.

No. Orden	Municipio	Nombre Instalación	Zona que abastece	Horas/Días	Medios de Desinfección
1	Matanzas	Bello	Matanzas y Versalles	24	Cloro Gas
2	Matanzas	Canímar	Matanzas Este	24	Cloro Gas
3	Matanzas	San Juan	Matanzas y Naranjal	24	Cloro Gas
4	Matanzas	El Conde	Pueblo Nuevo y Playa	24	Cloro Gas
5	Matanzas	La Julia	Ecil y Matanzas	16	Hipoclorito
6	Matanzas	Camilito	Pastorita y Canímar	18	Hipoclorito
7	Matanzas	Ceiba Mocha	Poblado de Mocha	16	Hipoclorito

8	Matanzas	Guanábana	Poblado de Guanábana	18	Hipoclorito
9	Matanzas	Regalito	Asentamiento Regalito	16	Hipoclorito
10	Matanzas	Carbonera	Poblado de Carbonera	14	Hipoclorito
Total		9			

Fuente: Empresa de Acueductos y Alcantarillados Matanzas, 2018.

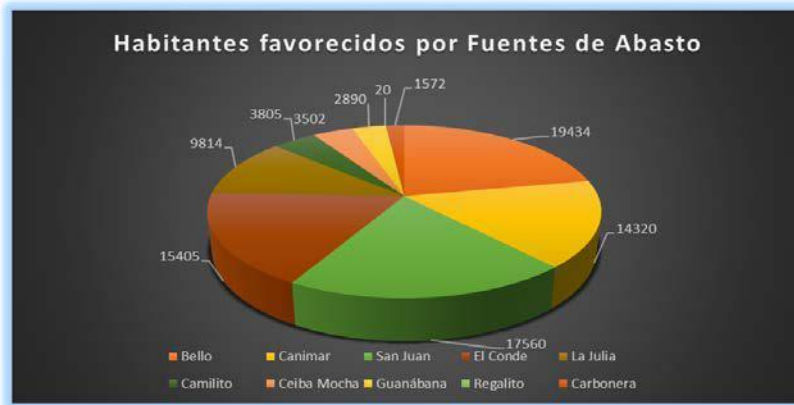


Figura 1. Usuarios de los sistemas de abastos de agua en Matanzas. Fuente: Empresa de Acueductos y Alcantarillados Matanzas, 2018.



Figura 2. Volumen de bombeo diario por fuentes de abasto. Fuente: Empresa de Acueductos y Alcantarillados Matanzas, 2018.

Las instalaciones que utilizan cloro gas, deben contar con un Plan de Seguridad y Protección actualizado y elaborado según la metodología, con un adecuado control de acceso y circulación interna. La seguridad perimetral de la instalación debe encontrarse en óptimas condiciones con una iluminación perimetral eficiente, donde se implemente el Decreto-Ley 186/98 y la

Resolución 1/06 del Ministerio del Interior, así como los documentos rectores a Especialidad de Sustancias Peligrosas.

De igual forma debe cumplir las normas técnicas de almacenamiento (acondicionamiento técnico constructivo de la instalación y medidas de seguridad específicas para el almacenamiento). Los operadores deben contar con un nivel de preparación especializada y conocimiento de sus funciones. Además, deben contar con los medios de seguridad establecidos para cumplir sus funciones y es responsabilidad de los directivos brindarles los medios y herramientas indispensables en estos lugares.

- Descripción de la calibración del dosificador de cloradores para cloro gaseoso en las fuentes de abastos del municipio Matanzas.

Los cloradores de gas disponen de un rotámetro o dispositivo de medición que permite determinar la tasa real de cloro gas es liberada a través de la fluctuación del peso de los cilindros. Por lo tanto, es obligatorio el uso de balanzas apropiadas que permitan determinar la salida del gas en el tiempo.

Cálculo de la dosis:

$$M = D \times Q \quad (1)$$

Donde:

M (gcl/h) = Cantidad de cloro a dosificar

D (gcl/m³) = Dosis de cloro

Q (m³/h) = Caudal del agua a tratar

- Descripción de la calibración del dosificador de cloradores para cloro líquido en las fuentes de abastos del municipio Matanzas.

Para determinar la cantidad de hipoclorito en solución, se emplea la misma ecuación utilizada para determinar la cantidad de agua de disolución. Es importante disponer de dos tanques de disolución de dimensiones adecuadas que permitan el abastecimiento continuo de la solución de cloro al dosificador mecánico o tanque regulador con bomba dosificadora.

Cálculo de la dosis:

$$M = (D \times Q) / C \quad (2)$$

Donde:

M (l/h) = Cantidad de cloro a dosificar

D (mg/l) = Dosis de cloro

Q (l/h) = Caudal del agua a tratar

C (mg/l) = Concentración de la solución

- Esquemas de acueductos y distribución de agua potable en el municipio Matanzas.

Los acueductos y los sistemas de distribución hacia las diferentes localidades del municipio Matanzas, muestran el siguiente esquema general:

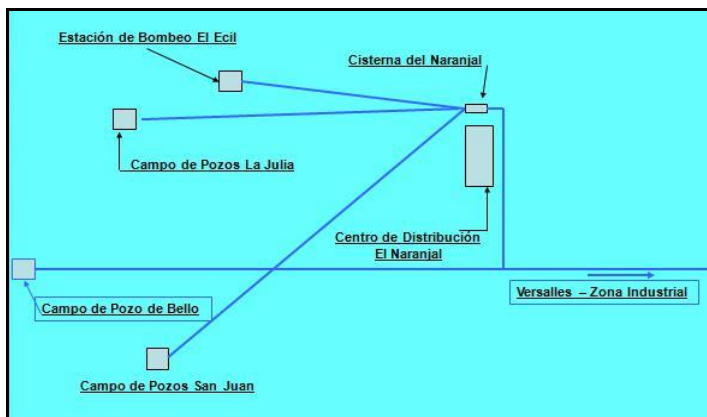


Figura 3. Sistemas de abastos de agua en Matanzas. Fuente: Empresa de Acueductos y Alcantarillados Matanzas, 2018.

De forma particular, por zonas, se distribuye de la siguiente forma:

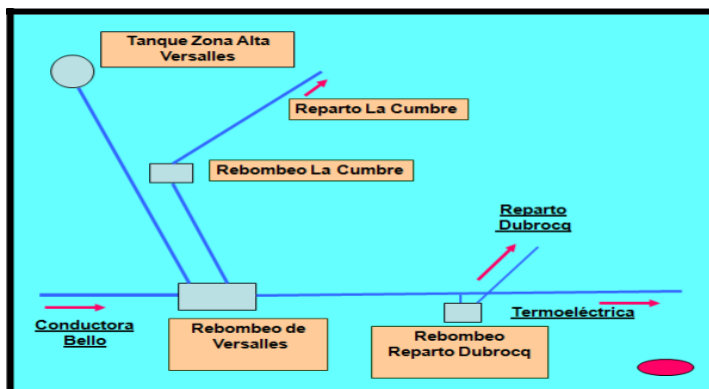


Figura 4. Sistema de distribución Versalles. Fuente: Empresa de Acueductos y Alcantarillados Matanzas, 2018.

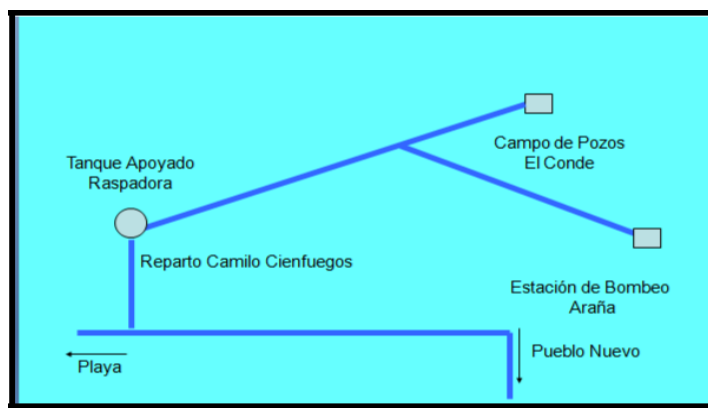


Figura 5. Sistema de distribución Pueblo Nuevo–Playa Baja. Fuente: Empresa de Acueductos y Alcantarillados Matanzas, 2018.

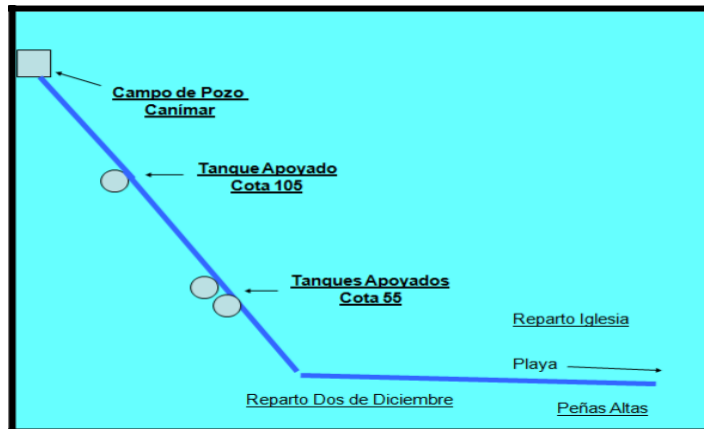


Figura 6. Sistema de distribución Matanzas Este. Fuente: Empresa de Acueductos y Alcantarillados Matanzas, 2018.

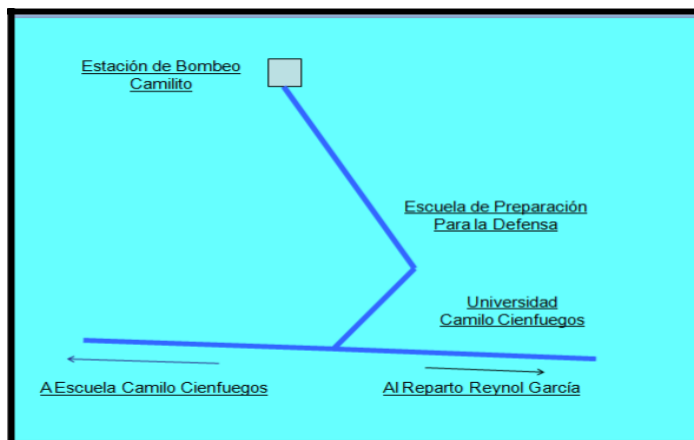


Figura 7. Sistema de distribución Camilito. Fuente: Empresa de Acueductos y Alcantarillados Matanzas, 2018.

- Diagnóstico de los principales problemas y sus indicadores.

Para realizar el diagnóstico en la empresa se tuvo en cuenta los siguientes indicadores:

1. Entrega de agua potable.
 2. Calidad del agua.
- Entrega de agua potable.

La principal fuente de agua con que cuenta la empresa son los manantiales subterráneos, los cuales son explotados con la Dirección de Recursos Hidráulicos, es responsabilidad directa de esta institución tomar las acciones ambientales correspondientes; sin embargo, es responsabilidad de la Empresa de Acueductos y Alcantarillados, asegurar que el operador del acueducto esté capacitado para trabajar con los equipos de bombeo e hipocloradores de forma óptima, a fin de cumplir las medidas de protección ambiental e higiénica.

En el caso de abastecimiento de agua y por mal estado de la red y al no brindar un servicio continuo pueden ocurrir roturas por las que pueden penetrar aguas negras u otros contaminantes.

- Problemas que afectan el abastecimiento de agua
 - ✓ En el caso de acueductos inciden las redes y conductoras en mal estado.
 - ✓ Equipos de bombeos ineficientes.
 - ✓ Vertimientos de residuales humanos e industriales en las zonas de protección sanitaria de las fuentes de abasto, sin el tratamiento requerido.
 - ✓ Falta de instalación de equipos de medición que permitan un mejor control del uso del agua.
- Problemas ambientales que genera este indicador.
 - ✓ Desaprovechamiento del recurso agua.
 - ✓ Desaprovechamiento del recurso energía debido a un incremento del gasto energético provocado por la ineficiencia de las bombas y al existir salideros es necesario bombear más tiempo y los equipos tienen que trabajar más.
 - ✓ El agua llega sin la calidad requerida a su fin debido a la contaminación que se le añade producto a los salideros y a la interrupción del servicio para la reparación de los mismos y al dejar de pasar agua a presión por las tuberías, el vacío que se crea la convierten en receptores de basura, tierra y otros elementos.
- Calidad del agua potable.

El agua potable que entregan los acueductos matanceros se trata con cloro, para ello se cuenta con 8 estaciones con cloro gas y 95 que utilizan hipoclorito de sodio.

Las regulaciones del traslado del producto gaseoso es responsabilidad del MININT y esta se realiza con plena aprobación de este organismo; el traslado del cloro líquido se realiza en pipa

preparada para ello y la misma cumple con las regulaciones ambientales que exigen Salud Pública y el CITMA.

Las estaciones de bombeo cuentan con todas las condiciones para el manejo del producto, así como los operadores, quienes mantienen un control de la efectividad del tratamiento, garantizándose la potabilidad del agua que se consume, lo cual se corrobora con los monitoreos de cloro residual que se realizan.

Se logra el abastecimiento de agua con buena calidad bacteriológica, alcanzando un índice mayor del 95 % de la potabilidad conciliada con el MINSAP y se continúa perfeccionando el trabajo desde la base y de conjunto con el Centro Provincial de Higiene y Epidemiología, para mejorar los resultados alcanzados.

- Problemas relacionados con la calidad del agua
 - ✓ En ocasiones se presenta problemas con el transporte para trasladar el cloro.
 - ✓ No existencia de una grúa para cargar los cilindros de cloro gas
 - ✓ Las roturas en las redes de distribución provocan que se contamine el agua y que no llegue con la calidad requerida.
 - ✓ Roturas en los equipos encargados de la cloración del agua.
 - ✓ No existe un almacén central en la provincia para almacenar los cilindros de cloro gas.
- Problemas ambientales que genera este indicador.
 - ✓ El agua no llegue con la calidad requerida a la población.

Tabla 2. Evaluación de los impactos ambientales

Proceso	Problemas ambientales	Impactos ambientales	Carácter	Magnitud	Duración	Dificultad para mitigarlo o fortalecerlo	Costo de modificación del impacto	Influencia sobre otras actividades	Efecto sobre la imagen de la Empresa	Evaluación general del impacto
Abastecimiento de agua	Salideros de agua por redes y conductoras en mal estado	Pérdida de agua	Negativo	Elevada	Moderada	Moderada	Elevado	Elevada	Elevado	Elevado
	Uso excesivo de las bombas por los salideros existentes	Incremento del gasto energético	Negativo	Elevada	Moderada	Moderada	Elevado	Moderada	Moderado	Moderado
	Uso de bombas ineficientes	Incremento del gasto energético	Negativo	Elevada	Moderada	Moderada	Elevado	Moderada	Moderado	Moderado
	Extracción excesiva de agua de las fuentes de abasto	Intrusión salina por inversión de flujos	Negativo	Elevada	Elevada	Elevada	Elevado	Elevada	Bajo	Elevado
	No cumplimiento en las estaciones de bombeo de agua, del radio de protección sanitaria establecido	Calidad no adecuada del agua por contaminación	Negativo	Elevada	Elevada	Elevada	Elevado	Elevada	Elevado	Elevado

Conclusiones

El municipio Matanzas cuenta con 10 fuentes de abasto de agua que garantizan, desde diferentes estaciones de bombeo, la disponibilidad a la población y la economía de este vital recurso natural. Para garantizar la potabilidad del agua, se cumplen las regulaciones emitidas por el MINSAP y el CITMA, y se emplea para ello como métodos de desinfección, la adición en las cantidades establecidas de cloro gas o hipoclorito de sodio. Se tienen identificadas las amenazas internas y externas que afectan al recurso agua, en este sentido, se conocen los aspectos que dificultan su uso racional y eficiente y se cuenta con planes de acción para poder erradicarlos gradualmente y a su vez la repercusión ambiental que provoca el mal uso de este recurso, sea cada vez menos perjudicial e impactante.

Referencias bibliográficas

DECRETO 199. Contravenciones de las regulaciones para la protección y el uso racional de los recursos hidráulicos. 10 de abril de 1995.

DECRETO 211. 09 de agosto de 1996.

DECRETO-LEY 114. 06 de junio de 1989.

DECRETO-LEY 138 De las aguas terrestres. 01 de julio de 1993.

DECRETO-LEY 281. Reglamento para la implantación y consolidación del sistema de dirección y gestión empresarial estatal.

EMPRESA PROVINCIAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS. Estrategia Ambiental. 2016-2020.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS (INRH). Manejo integrado de los Recursos Hídricos, 1999.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS. Plan de Acción de los Recursos Hídricos, 1998.

LEY NO. 124. De las aguas terrestres.

MÉNDEZ VIDAL, F.; FELICIANO MUÑOZ, O. Propuesta de un modelo socio-económico de decisión de uso de aguas residuales tratadas en sustitución de agua limpia para áreas verdes. (CDROM), 2010.

NC 1021: 2014

NC 27: 2012. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones. Oficina Nacional de Normalización. La Habana, Cuba.

NC 53-121:1984. Acueducto. Especificaciones de diseño.

NC 827: 2017. Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreo. Oficina Nacional de Normalización. La Habana, Cuba.

NC 93-01-103:1987. Clasificación de la utilización de las aguas interiores.

RESOLUCIÓN 01/2006. Ministro del Interior.

RESOLUCIÓN 11. Cobro de servicios de abasto de agua y alcantarillado al sector doméstico. INRH. 1995.

RESOLUCIÓN NO. 27/03. Reglamento para la manipulación, transportación y almacenamiento del Cloro.

ROJAS DE LEÓN, S. Diseño de metodología para la evaluación ambiental de los sistemas de iluminación en espacios interiores. Tesis en opción al título de Máster en Contaminación Ambiental. Universidad de Matanzas. Matanzas, Cuba, 2018.