



**FACULTAD
DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

**Universidad de Matanzas
Facultad de Ingeniería Industrial
Departamento de Ingeniería Industrial**

Análisis del sistema de abastecimiento de agua potable en el poblado de Perico

Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Industrial.

Autor: Aliandys González Rivero

Tutor (es): DrC. Reynaldo Iván Fuentes Saldiña

DrC. Olga Gómez Figueroa.

Matanzas, 2023

Pensamiento

**“Lucha por lo que quieres sin
importar por lo que tengas que
pasar”**

Laritza Piñeiro Carvajal

Dedicatoria

A mi papá porque siempre me apoyó en todo el proceso universitario incluso cuando el camino parecía difícil. Esta tesis también es de él, porque ha sido mi mayor inspiración y mi más fiel apoyo.

Agradecimientos

- ❖ A mí papá, mamá, hermana y cuñado por estar presente en cada etapa de mi vida y darme su apoyo incondicional y sincero.
- ❖ A Joel por ser más que mi maestro de defensa personal mi segundo papá, por ser siempre un pilar para mí, por tus consejos y sabiduría.
- ❖ A mí manito Carlos por enseñarme a explotar todo mi potencial en el estudio, por creer en mí y por ser mi hermano de toda la vida.
- ❖ A mi Mary por aguantarme, por tus regaños, tus consejos, por hacerme los trabajos de la universidad, gracias por ser esa amiga incondicional que está siempre para mí en todo momento.
- ❖ A mi alma gemela Vane por llegar a mi vida, por seguirme en todas las locuras que se me ocurren, por quererme y ayudarme tanto.
- ❖ A Adel, Ivaniel y Karel por ayudarme a vivir la vida universitaria mucho más bonita y fácil, por los consejos, bromas, maldades, por formar parte de esta trayectoria.
- ❖ A mí niña increíble que de una manera u otra gracias a ella logré terminar la tesis, gracias por su madurez, por enseñarme a ser mejor persona y lo bueno de no proclastinar
- ❖ A Nayelis que comenzó junto a mí en este proceso universitario y fue un gran apoyo mientras estuvo a mi lado.
- ❖ A mí tutor Reynaldo gracias por toda su entrega, paciencia, tiempo y preocupación, por creer en mi cuando dudaba.
- ❖ A mí tutora Olguita por corregirme, darme su apoyo incondicional, su tiempo y dedicación.
- ❖ A mis niñas de la beca Wendy, Yennifer, Daniley, Jessica, Lisbet, Yailién, Dayana y Adriana por hacer de mi vida universitaria un lugar mucho mejor.
- ❖ A mis muchachos de Industrial segundo y Turismo cuarto por hacer la vida en la beca mucho más divertida y feliz.
- ❖ A la Universidad de Matanzas y especialmente al claustro de profesores por los conocimientos que de ellos adquirí.
- ❖ A todos aquellos que de una forma u otra ayudaron en la elaboración y culminación de esta investigación.

Gracias a todos

Declaración de autoridad

Hago constar que el trabajo titulado: Análisis del sistema de abastecimiento de agua potable en el poblado de Perico, fue realizado como parte de la culminación de los estudios, en opción al título de Ingeniero Industrial, por el autor Aliandys González Rivero, autorizando a la Universidad de Matanzas y a los organismos pertinentes a que sea utilizado por las instituciones para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación de la Universidad de Matanzas.

Aliandys González Rivero

Nota de aceptación

Presidente

Tribunal

Tribunal

Tribunal

Evaluación: _____

Resumen

La escasez de agua es uno de los desafíos más apremiantes que enfrenta el mundo en la actualidad. El cambio climático, el crecimiento demográfico y la contaminación están poniendo una presión cada vez mayor sobre los recursos hídricos. Por estas razones los sistemas de abastecimiento de agua potable cobran una gran importancia para garantizar la salud y el bienestar de la sociedad de manera eficiente. El presente trabajo tiene como objetivo general evaluar las principales deficiencias en la infraestructura del sistema de abasto de agua y dejar constancia de su documentación técnica en el poblado de Perico. Las herramientas utilizadas fueron: la observación directa, entrevistas, método de Expertos, método Delphi, diagrama As-Is y diagrama Causa – Efecto. Como resultado de esta investigación se obtuvo una metodología compuesta por tres etapas y nueve pasos, que permite documentar e identificar los problemas existentes que existen en los procesos del sistema de abastecimiento de agua potable del poblado de Perico. Al aplicar el procedimiento se detectaron los problemas más graves que existen en el sistema de abasto, y a su vez, se propusieron acciones de mejora basadas en estos problemas. Se documentó todo el sistema, facilitando esta información a la entidad para futuras investigaciones.

Palabras claves: proceso, gestión por proceso, sistema de abastecimiento de agua potable, mejora

Summary

Water scarcity is one of the most pressing challenges facing the world today. Climate change, population growth and pollution are putting increasing pressure on water resources. For these reasons, drinking water supply systems are of great importance to efficiently guarantee the health and well-being of society. The general objective of this work is to evaluate the main deficiencies in the infrastructure of the water supply system and to record its technical documentation in the town of Perico. The tools used were: direct observation, interviews, Expert method, Delphi method, As-Is diagram and Cause-Effect diagram. As a result of this research, a methodology composed of three stages and nine steps was obtained, which allows documenting and identifying the existing problems that exist in the processes of the drinking water supply system of the town of Perico. By applying the procedure, the most serious problems that exist in the supply system were detected, and in turn, improvement actions were proposed based on these problems. The entire system was documented, providing this information to the entity for future investigations.

Keywords: process, process management, drinking water supply system, improvement

Índice

Introducción	1
Capítulo 1. Pertinencia de la gestión por procesos en los sistemas de abastecimiento de agua potable	7
1.1 Conceptualización acerca de los procesos.....	7
1.2 Gestión por procesos	8
1.3 Gestión sostenible de recursos hídricos: el caso del abastecimiento de agua potable.....	10
1.4 Conclusiones parciales.....	19
Capítulo 2. Procedimiento para gestionar y mejorar los procesos del sistema de abastecimiento de agua potable en la Oficina Comercial de Acueducto y Alcantarillado del municipio de Perico	20
2.1 Antecedentes de la investigación	20
2.2 Procedimiento metodológico propuesto para mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable en el poblado de Perico	20
2.3 Conclusiones parciales.....	30
Capítulo 3. Aplicación del procedimiento para la mejora del proceso del sistema de abastecimiento de agua potable en el poblado de Perico.....	31
3.1 Resultados del procedimiento aplicado de Gestión por Proceso para la mejora del SAAP	31
Etapa 1. Caracterización	31
Paso 1. Formación del equipo de trabajo.....	31
Paso 2. Caracterización de la entidad.....	32
Paso 3. Descripción del sistema objeto de estudio	37
Etapa 2. Determinación y análisis del problema	38
Paso 1. Análisis del sistema de abasto de agua potable actual	38
Paso 2. Identificación de los problemas en los procesos del sistema	39
Paso 3. Reducción del listado de problemas	47
Paso 4. Documentación del sistema objeto de estudio	48
Etapa 3. Propuesta de Mejoras	49
Paso 1. Análisis Causal de los problemas detectados	49
Paso 2. Propuesta de mejoras	50
3.2 Conclusiones parciales.....	51
Conclusiones	52
Recomendaciones	53

Introducción

Uno de los primeros ejemplos de la explotación de aguas subterráneas para sostener la civilización humana es el sistema de acueductos de la antigua Roma. Aunque algunos de los acueductos eran alimentados por agua superficial, la mayoría de ellos eran abastecidos por manantiales, generalmente aumentados por túneles para incrementar el flujo de agua subterránea (Deming, 2020). En el devenir de la historia del hombre y especialmente en Roma buscaron el progreso de la civitas, a fin de lograr avances para el bienestar del pueblo. Así, surgió la construcción de los monumentales acueductos, dispersos en todo el ámbito de la dominación romana, principalmente en tiempos de la República y el Imperio (Álvarez Mallona & Darío Rinaldi, 2022).

Estos acueductos romanos son un ejemplo de la importancia que se le ha dado al agua como recurso vital para la vida en la Tierra. Este preciado líquido es esencial para el funcionamiento de nuestro cuerpo, la agricultura, la industria y la generación de energía. A pesar de que el 70% de la Tierra está cubierta de agua, solo el 2,5% de ella es agua dulce, y de ese porcentaje, solo una pequeña fracción es accesible para el consumo humano. Sin embargo, el acceso al agua limpia y segura sigue siendo un desafío en muchas partes del mundo. La gestión sostenible del agua es crucial para garantizar su disponibilidad para las generaciones futuras y para proteger el medio ambiente.

Más de mil millones de personas en todo el mundo no tienen fácil acceso a un suministro de agua adecuado y seguro, y más de 800 millones de los que no se han salvado viven en zonas rurales. El suministro de agua varía ampliamente en términos de región y país. En la década de 1970, de los aproximadamente 2.500 millones de personas en el mundo en desarrollo, solo el 38% tenía agua potable (Kumar & Puri, 2012).

La edición 2018 del Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas declaró que casi 6 mil millones de personas sufrirán escasez de agua limpia para 2050. Este es el resultado de la creciente demanda de agua, la reducción de los recursos hídricos y el aumento de la contaminación del agua, impulsada por el dramático crecimiento demográfico y económico. Se sugiere que este número puede ser una subestimación, y la escasez de agua limpia para 2050 puede ser peor ya que los efectos de los tres impulsores de la escasez de agua, así como del crecimiento, la accesibilidad y las necesidades desiguales, están subestimados (Boretti & Rosa, 2019).

Cuba no se encuentra ajena a esta situación. Antes del triunfo revolucionario solo existían trece pequeños embalses dedicados principalmente al riego de la caña y al

abastecimiento a la población. Con relación al abastecimiento a la población, de 300 núcleos urbanos 144 contaban con acueducto (48 %), por lo que tenían acceso al agua por tubería 3,3 millones de habitantes. Recibían potabilización sólo 50 %, aproximadamente de los 200 metros cúbicos de agua suministrada por los acueductos por año. En ese momento funcionaban 16 instalaciones de cloración y cuatro plantas potabilizadoras (Alvarez Illas, 2018).

Más tarde en los primeros años de la Revolución, debido a la voluntad política de hacer llegar el agua a todos los miembros de la sociedad dado a su crecimiento poblacional, sin establecer privilegios entre las ciudades y el campo, se priorizó la construcción de nuevos sistemas de abastecimiento en aquellas zonas más deprimidas, donde no hubo intervención de los gobiernos que precedieron al 1º de Enero de 1959 (Alvarez Illas, 2018).

Para ello se creó el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), presidido por el Comandante Faustino Pérez Hernández que realizó la primera estrategia nacional de aprovechamiento de los recursos hidráulicos, asumiendo los servicios de acueducto y alcantarillado, y se incorporaron a su sistema la Empresa Operadora de Acueductos y Alcantarillados del Ministerio de la Construcción, con origen en la Comisión Nacional de Acueducto y Alcantarillado (CONACA), constituida como "corporación oficial autónoma" en marzo de 1959 por la Ley No. 168 del Gobierno Revolucionario, creándose dos grupos, El Grupo Hidráulico Nacional y el Grupo de Hidrología Urbanística, la que se responsabilizó con las actividades de acueductos, alcantarillados y drenaje pluvial (Braga Pérez, 2017).

Como respuesta a los objetivos de la voluntad hidráulica se desarrolló un amplio plan para crear la infraestructura hidráulica del país, que hoy cuenta con 241 presas (almacenan más de 9 km³ y pueden entregar 78 %), 730 embalses menores de 3 hm³, 60 derivadoras, 780 km de canales magistrales y 8 grandes estaciones de bombeo para el trasvase, 1300 km de diques y 1010 km de canales (obras contra inundaciones). Estas obras hidráulicas permiten que el país disponga anualmente de 13,7 km³ de agua disponibles (1 220 m³ por persona); o sea, 57 % del total de los recursos hídricos aprovechables (Alvarez Illas, 2018).

Entre 1960 y 1970, los servicios de agua se incrementaron en más de un millón de personas. Durante ese período y hasta 1975, se llevó a cabo un programa para incrementar la potabilidad del agua y en 1980, los servicios domiciliarios de agua llegaron a 4,9 millones de personas, duplicando la población servida en 1960. Durante la década

de 1980 a 1990 hubo un incremento de 1,6 millones de personas beneficiadas por sistemas de suministro de agua. De 1990 a 1993, el servicio intradomiciliario decreció del 83% al 81,1% y el servicio de saneamiento cambió ligeramente desde un 39,1% a un 40,4%. A fines de la década de los 90, se produce ya una recuperación importante (Martínez Carballo, 2018).

A pesar de todo lo planteado, el país enfrenta una situación similar a la que se presenta en otras partes del mundo con respecto al acceso de agua potable. Este problema resulta alarmante desde los últimos años, sobre todo a partir de 2014, cuando el país experimentó una prolongada sequía que afectó a todo el territorio nacional. De ahí en lo adelante, la falta de lluvias ha menguado la principal fuente de abastecimiento de este líquido en la Isla, lo que ha llevado a una escasez generalizada en el suministro de agua potable (Rojas et al., 2023)

Según datos del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), Cuba contaba en 2016 con aproximadamente 13 600 millones de metros cúbicos de agua potable, distribuidos en embalses superficiales y aguas subterráneas. Los sistemas de acueducto suministraban agua potable a 2 mil 480 asentamientos poblacionales, donde residen 8 millones 10 mil habitantes.

- 2 841 estaciones de bombeo y rebombeo
- 79 plantas potabilizadoras
- 22 468,2 kilómetros de redes de acueducto
- 813 kilómetros de conductoras de acueducto
- 2302 instalaciones de tratamiento de agua potable, de ellas 2 151 con hipoclorito de sodio y 151 con gas cloro.

Sin embargo, solo entre 20% y 25% de las precipitaciones anuales, se convertían en recursos naturales aprovechables al filtrar el agua en el suelo y recargar los acuíferos subterráneos. Estos números demuestran la baja eficiencia en la captación y distribución del agua en el país.

Para resolver estos problemas hoy en día es de vital importancia implementar sistemas de abastecimiento de agua potable eficientes que permitan la purificación y tratamiento adecuado del agua. Sin embargo, estos sistemas de abasto han sido difíciles de manejar y gestionar en todo su desarrollo histórico. Uno de los principales problemas en la actualidad es la gran cantidad de información desagregada sobre la infraestructura

instalada, lo que genera errores y atrasos en la planeación y gestión de nuevas obras (González Ramírez & Bejarano Salazar, 2019).

En los últimos años, dadas las circunstancias de la economía cubana, el proceso inversionista ha priorizado el desarrollo del turismo y de las zonas rurales, provocando esto también el deterioro de los Sistemas de Abastecimientos de Agua Urbanos (SAAU) con varios años de explotación. La no inversión de recursos en el mantenimiento de las redes hidráulicas, provoca a largo plazo la necesidad de hacer mayores inversiones en la reparación de averías y sustitución de medios y equipos. La falta de gestión comprende además la carencia de previsiones, desde la fase de proyecto, en la ampliación de límites operacionales ante el crecimiento de la población y el desarrollo socioeconómico (Sánchez Falcón, 2016).

Esta gestión de los sistemas de abastecimiento de agua en Cuba cobra cada vez mayor importancia debido a la escasez hídrica que se presenta en gran parte del territorio nacional (Wilson Kindelán, 2017). Además de la sequía, la falta de acceso al agua potable también se debe al deficiente mantenimiento de los equipos de bombeo y al sistema de distribución de agua por parte de las autoridades públicas. En la actualidad la realidad es que la infraestructura de los sistemas de abasto de las ciudades capitales han sobrepasado en todos los casos el tiempo de vida útil, y éstas han perdido a la fecha gran parte de su potencialidad (Braga Pérez, 2017). Esto ha llevado a una situación en la que muchas personas no reciben agua en sus hogares durante largos períodos, lo que afecta gravemente su calidad de vida y sus actividades diarias. En algunos casos, los ciudadanos se ven obligados a recurrir a camiones cisterna para obtener agua potable, lo cual implica un costo adicional para las familias (Rojas et al., 2023).

El municipio de Perico perteneciente a la provincia de Matanzas se vio envuelto en la voluntad hidráulica de la Revolución al iniciar en 1964 la creación del sistema de acueducto en la localidad con el objetivo de garantizar el acceso al agua potable para todos los habitantes de la zona. En aquel entonces, el suministro de agua era limitado y muchas personas debían recurrir a pozos para obtener agua para su uso diario.

Este proyecto fue una solución necesaria para mejorar la calidad de vida de la población. Se construyó una red de tuberías que transportaba agua potable desde una fuente cercana hasta las casas de los habitantes.

A pesar de este logro de la Revolución, hoy en día el poblado de Perico, la mala infraestructura de los sistemas de abastecimiento de agua potable, la falta de experiencia

y conocimiento de los trabajadores es una realidad evidente. Además de la falta de inversión en infraestructuras y la falta de mantenimiento adecuado, existe una falta de documentación precisa sobre la red de distribución de agua potable. Esto dificulta aún más la tarea de mejorar la situación, ya que no se cuenta con información precisa sobre el estado actual de la infraestructura ni sobre las necesidades reales de la población. En este contexto, muchas viviendas carecen de acceso directo al agua potable, y aquellos que sí lo tienen, a menudo experimentan cortes frecuentes y baja presión del agua por lo que afecta gravemente la calidad de vida de los habitantes y puede tener consecuencias negativas para la salud pública.

Teniendo en cuenta la situación existente se define el **problema científico** de esta investigación:

¿Cómo contribuir al proceso de mejora en el abasto de agua potable del poblado de Perico debido a la ineficiencia que existe en su infraestructura y a la falta de documentación y conocimiento sobre los sistemas de explotación?

A partir de este problema, se plantea como **objetivo general** de la investigación: Evaluar las principales deficiencias en la infraestructura del sistema de abasto de agua y dejar constancia de su documentación técnica en el poblado de Perico.

Del objetivo general derivan los siguientes **objetivos específicos**:

- 1- Desarrollar un marco teórico referencial, teniendo en cuenta los conceptos básicos acerca de la gestión por procesos y su implementación en la gestión de los sistemas de abastecimiento de agua potable.
- 2- Elaborar un procedimiento metodológico para la identificación y mejora de la infraestructura, la falta de documentación y conocimiento sobre los sistemas de explotación en la Oficina Comercial de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado del municipio de Perico.
- 3- Aplicar el procedimiento propuesto en la Oficina Comercial de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado del municipio de Perico.

El trabajo está estructurado de la siguiente manera:

Capítulo 1: se abordan los elementos teóricos que sustentan la investigación, entre los que se encuentra el concepto de procesos, gestión por procesos y la gestión en los sistemas de abastecimientos de agua potable.

Capítulo 2: se expone la metodología de la investigación con el objetivo de analizar, identificar y proponer mejoras a los problemas detectados en el sistema de abastecimiento de agua potable del poblado de Perico.

Capítulo 3: se plantean los resultados de la aplicación de la metodología, así como la propuesta de soluciones a los problemas encontrados como resultado a la aplicación de las técnicas empleadas.

Además, cuenta con un conjunto de conclusiones, recomendaciones, la bibliografía consultada y los anexos que serán utilizados para comprender los análisis realizados en cada capítulo.

Para el desarrollo del proceso investigativo, se han empleado diversas técnicas de recopilación y análisis de la información, entre ellas se utilizaron: observación directa, entrevistas, tormenta de ideas, Método del Coeficiente de Expertos, Método Delphi, diagrama As-Is y diagrama Causa–Efecto. Además, se emplearon herramientas como Software Microsoft Excel y End Note.

De las 58 bibliografías consultadas, el 62.07% corresponde a los últimos cinco años, el 10.34% a idiomas extranjeros y el 86.21% a tesis y artículos científicos.

Capítulo 1. Pertinencia de la gestión por procesos en los sistemas de abastecimiento de agua potable

Para la elaboración de este capítulo se revisaron diversas fuentes bibliográficas, artículos y trabajos de diploma que permitieron plantear el hilo conductor y la estructura de la gestión por procesos en los sistemas de abastecimiento de agua potable, a partir del problema científico a resolver, y sintetizado en la introducción de este documento.

1.1 Conceptualización acerca de los procesos

Proceso

Los procesos son posiblemente el elemento más importante y extendido en la gestión de las empresas innovadoras, especialmente de las que basan su sistema de gestión en la Calidad Total (Socarrás Aguilar, 2019).

Este término se puede conceptualizar desde la perspectiva de diferentes autores:

Según (Bravo Carrasco, 2011) es un conjunto de actividades, interacciones y recursos con una finalidad común: transformar las entradas en salidas que agreguen valor a los clientes.

En este sentido (Medina León et al., 2009) lo conceptualiza como una secuencia ordenada y lógica de actividades repetitivas que se realizan en la organización por una persona, grupo o departamento, con la capacidad de transformar unas entradas (*inputs*) en salidas o resultados programados (*outputs*) para un destinatario (dentro o fuera de la empresa que lo ha solicitado y que son los clientes de cada proceso) con un valor agregado. Los procesos, generalmente, cruzan repetidamente las fronteras funcionales, fuerzan a la cooperación y crean una cultura de empresa distinta (más abierta, menos jerárquica, más orientada a obtener resultados que a mantener privilegios), están centrados en las expectativas de los clientes, las metas de la organización, son dinámicos, variables y el punto de concreción de los indicadores diseñados para el control.

Por su parte, (Marín González & Pérez González, 2021) lo precisa como un conjunto de acciones sistematizadas y desde un encadenamiento lógico, que conlleven a la transformación de recursos de una manera controlada para obtener productos con valor agregado para las organizaciones o contextos intervenido.

(Ramos Castro et al., 2021) precisa que es un conjunto de actividades relacionadas de forma lógica que transforman elementos de entrada (datos, especificaciones, medios materiales, equipos, materias primas, etc.) para alcanzar resultados programados.

Después de analizar las diferentes definiciones por estos autores se puede decir que un proceso no es más que un conjunto de actividades organizadas y sistematizadas que tienen como objetivo transformar *inputs* en *outputs* con un valor agregado para los clientes y la organización. Estos procesos son dinámicos, variables y están centrados en las expectativas de los clientes y las metas de la organización. Además, fomentan la cooperación y crean una cultura empresarial más abierta y orientada a obtener resultados.



Figura 1.1. Definición de gestión por procesos.

Fuente. Elaboración propia.

Los procesos cobran una importancia en las empresas dado que ayudan a establecer un marco de trabajo claro, a definir roles y responsabilidades, a identificar riesgos y oportunidades. Además permiten mejorar continuamente al identificar áreas de mejora y ajustar nuestras estrategias y táctica en consecuencia.

1.2 Gestión por procesos

Gestión

La gestión es uno de los temas fundamentales y polémicos de los procesos de administración de las organizaciones, puesto que este proceso hace posible el desarrollo de las actividades estratégicas para el logro de los propósitos particulares de cada organización y contribuye al desarrollo de las mejores condiciones de vida para la comunidad nacional e internacional (Ropa Carrión & Alama Flores, 2022).

Suele entenderse la gestión como el conjunto integrado de acciones que tienen como finalidad alcanzar un objetivo determinado, traducido en el bienestar de los

individuos(Alvarado, 2023); es decir, condicionan actividades encaminadas a solucionar problemas existentes en la ejecución de un proyecto, o un conjunto de actividades durante las cuales se logra una meta (Pérez Castelo, 2023).

La gestión es un elemento fundamental para el éxito de cualquier organización, ya sea una empresa, una institución o una comunidad. Una gestión efectiva implica tomar decisiones informadas y estratégicas, comunicar claramente las expectativas a los empleados y establecer sistemas de seguimiento y evaluación para medir el progreso y hacer ajustes cuando sea necesario.

Gestión por procesos

La gestión por procesos es una metodología que se utiliza en las organizaciones para mejorar la eficiencia y eficacia de sus actividades. La misma ayuda a las organizaciones a ser más flexibles y adaptarse mejor a los cambios del mercado.

Muchos autores han dado sus definiciones al respecto, entre ellos: (Pérez Fernández de Velasco, 2010), (Huapaya Capcha, 2019), (Zaldumbide, 2019), (Seclén Delgado & Miramira Calsina, 2019), (Sánchez Salazar et al., 2020), (Coronado Vilca, 2020) que de manera general, coinciden en que es un enfoque estratégico para mejorar continuamente los procesos de la organización para así lograr una mayor eficiencia y eficacia en la consecución de los objetivos empresariales.

(Bravo Carrasco, 2011) opina que la gestión por procesos es una disciplina de gestión que ayuda a la dirección de la empresa a identificar, representar, diseñar, formalizar, controlar, mejorar y hacer más productivos los procesos de la organización para lograr la confianza del cliente. La estrategia de la organización aporta las definiciones necesarias en un contexto de amplia participación de todos sus integrantes, donde los especialistas en procesos son facilitadores. El gran objetivo de la gestión de procesos es aumentar la productividad en las organizaciones. Se puede agregar que la gestión de procesos considera tres grandes formas de acción sobre los procesos: representar, mejorar y rediseñar, no como opciones excluyentes, sino como selecciones de un abanico de infinitas posibilidades.

También (Díaz Munaríz, 2023) plantea que la gestión por procesos administra las actividades para alcanzar un rendimiento alto en los procesos claves teniendo como resultado conseguir oportunidades para algunos aspectos que son indispensables como: mejorar la calidad, el desempeño operativo y la satisfacción al cliente incluyendo a la organización siempre.

A su vez (Piñuela Espín & Quito Godoy, 2020) destaca que la gestión por procesos es una herramienta fundamental para las organizaciones, es el elemento base para alcanzar objetivos de eficacia y eficiencia, además de ser un actor fundamental de la mejora continua y la productividad.

Una de sus principales ventajas, es que le permite a las organizaciones tener una visión global de su operación, llevándolos a tomar decisiones más informadas y estratégicas. Para lograr esto, es necesario contar con herramientas adecuadas para gestionar estos procesos y detectar áreas de mejora, lo que se traduce en una mayor competitividad y rentabilidad para la organización dado que estas son claves para lograr una gestión efectiva.

Estas herramientas son un conjunto de técnicas y métodos utilizados para analizar y evaluar el rendimiento de los procesos en una organización. A su vez, permiten identificar las causas de la raíz de los problemas y desarrollar planes de acción para mejorar la eficiencia y la calidad de los procesos. Las técnicas más comúnmente utilizadas son: la entrevista, observación directa, diagrama causa-efecto, coeficiente Kendall, el mapa de procesos, diagrama de flujo, la tormenta de ideas, los cinco por qué, método Delphi, entre otros.

Estas técnicas se ven evidenciadas en metodologías utilizadas en la gestión por procesos para la mejora continua. Dichas metodologías pueden ser aplicadas en la gestión de los sistemas de abastecimiento de agua potable para su mejorar su eficacia y eficiencia, permitiendo identificar y visualizar los diferentes procesos involucrados en el suministro de agua, desde la captación hasta la distribución y el tratamiento. Al analizar estos procesos, se pueden identificar áreas de mejora y establecer un marco de trabajo claro para la gestión de los recursos hídricos. De esta manera, se puede garantizar una gestión adecuada y eficiente de los sistemas de abasto de agua, lo que se traduce en un suministro de agua potable de calidad y un mayor bienestar para la sociedad.

1.3 Gestión sostenible de recursos hídricos: el caso del abastecimiento de agua potable.

Agua Potable

El agua es un recurso fundamental para la vida en este planeta, ya que es un componente esencial de todos los seres vivos y participa en una gran cantidad de procesos biológicos.

El agua potable es aquella que cumple con ciertos estándares de calidad y es segura para el consumo humano. Esta agua debe ser libre de contaminantes y microorganismos que puedan causar enfermedades.

Características del agua potable

Para comprobar la calidad del agua potable a suministrar deben cumplir con las siguientes características planteadas en la tabla 1.1 según la (Oficina Nacional de Normalización, 2017).

Tabla 1.1. Características físicas y componentes químicos que pueden afectar la calidad organoléptica del agua potable.

Tipo	Características	LMA
Físicas	Olor y sabor	Inodora y sabor agradable característico
	Turbiedad	5 UNT
	Color real	15 UC
Químicas	pH	6,5 – 8,5
	Sólidos totales disueltos	1 000 mg/L
	Dureza total (como carbonato de calcio)	400 mg/L
	Cloruros	250 mg/L
	Sustancias activas al azul de metileno	0,5 mg/L
	Compuestos fenólicos (referidos al fenol)	0,002 mg/L
	Aluminio	0,2 mg/L
	Cobre	2,0 mg/L
	Hierro	0,3 mg/L
	Sodio	200 mg/L
	Sulfatos	400 mg/L
Zinc	5 mg/L	

Fuente. (Oficina Nacional de Normalización, 2017).

Características biológicas

Según (Baron Polo, 2021) para las características biológicas se debe de garantizar que la cantidad de microbio va escoltando las características físicas y químicas del agua, ya que cuando el agua tiene temperaturas normales y elemento orgánico utilizable, la localidad progresa y se transforma, para esto se analizan la cantidad de microorganismos tales como: algas, bacterias, hongos, mohos y levaduras.

1.3.1 Gestión de los Sistemas de Abastecimiento de agua

La gestión del agua es un proceso complejo destinado a controlar el ciclo de un recurso natural cuya presencia es errática e irregular en el tiempo y en la superficie terrestre. Además, el agua es vulnerable al trato que se le dé, ya que se puede contaminar fácilmente, alterándose así todos sus usos posteriores, actuales o potenciales (Dourojeanni Ricordi, 1994).

Directamente relacionada con la gestión del agua se encuentra la gestión de los sistemas de abastecimiento de agua pues es un proceso complejo que implica la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de infraestructuras y equipos para garantizar el suministro de agua potable a la población. La gestión eficiente de los sistemas de abastecimiento de agua implica la implementación de medidas de conservación del agua, la mejora de la eficiencia en el uso de los recursos hídricos, la implementación de tecnologías avanzadas para la medición y control del consumo de agua, y la gestión adecuada de los residuos y aguas residuales. Además, es importante contar con un equipo de profesionales capacitados y comprometidos con la prestación de un servicio de calidad a la comunidad.

Sistema de abastecimiento de agua potable (SAAP)

Un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras ingenieriles necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema cumpliendo con normas y regulaciones vigente (Baron Polo, 2021).

El SAAP constituye un peldaño importante en el desarrollo de las regiones o países y de las poblaciones que lo habitan, de modo que al contar con este servicio básico se garantice el bienestar de los habitantes (Guaman Chuma & Taris Tandalla, 2017), permitiendo así aumentar la esperanza de vida y controlar gran cantidad de enfermedades de transmisión hídrica (Cruz Zúñiga & Centeno Mora, 2020).

Tipos de sistema de abastecimiento de agua potable

Según (Alberca Meza, 2019) existen varios tipos de SAAP, entre los cuales se pueden destacar:

a) Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento

En este sistema la fuente de agua debe estar ubicada en la parte alta de la población para que el agua fluya a través de tuberías, usando solo la fuerza de la gravedad. En estos sistemas la fuente de abastecimiento de agua es de buena calidad y no requiere tratamiento complementario previo a su distribución.

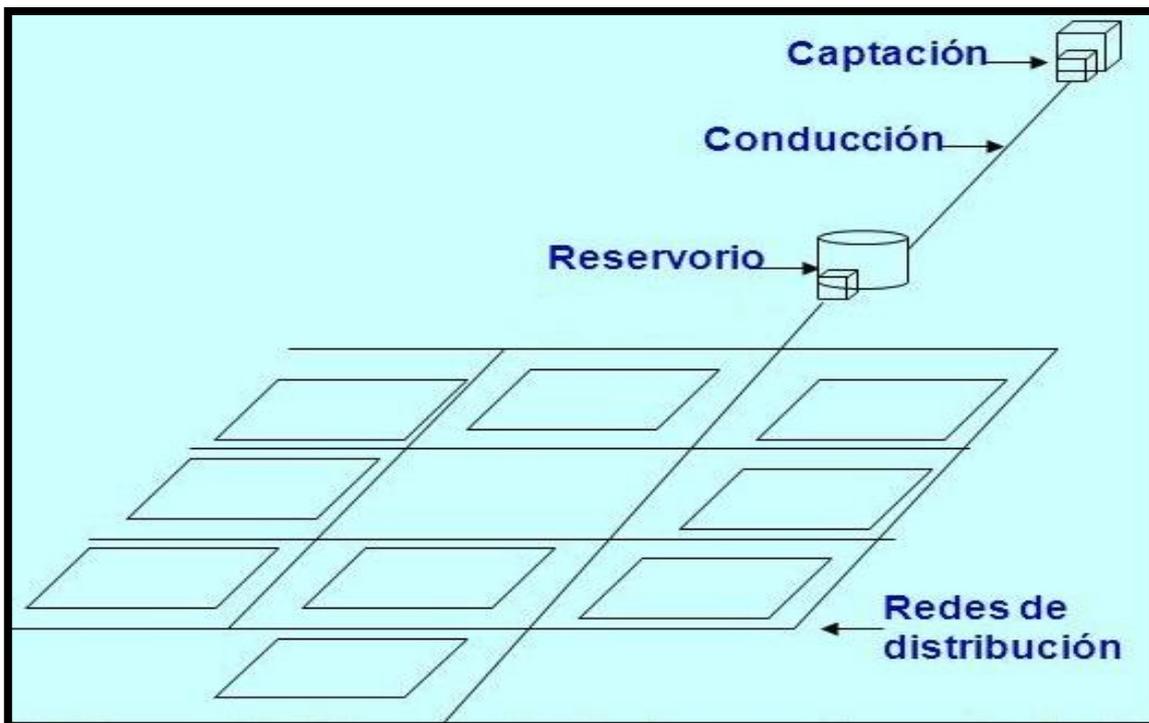


Figura 1.2. Sistema de agua potable por gravedad sin tratamiento.

Fuente. Sistemas de abastecimiento de agua potable abastecimiento de agua I.

b) Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento

La fuente de agua en este sistema se encuentra ubicada en la parte alta de la población y no necesita de bombeo para que el agua fluya a través de tuberías. En este sistema las fuentes de abastecimiento por lo general son aguas superficiales captadas de canales, acequias, ríos, etc., que por su calidad bacteriológica no constituye una fuente segura para el consumo humano y requieren de sistemas de tratamiento para un mantenimiento periódico que garantice una buena calidad del agua.

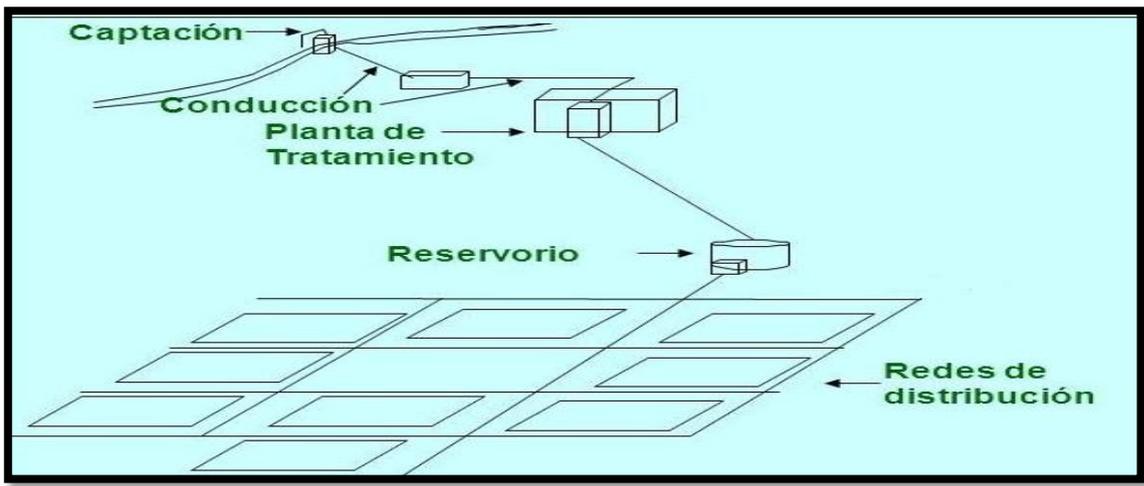


Figura 1.3. Sistema de agua potable por gravedad con tratamiento.

Fuente: Sistemas de abastecimiento de agua potable abastecimiento de agua I.

c) Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento

Las fuentes de abastecimiento son aguas de buena calidad que no requiere tratamiento previo a su consumo. El sistema debe contar necesariamente con un equipo de bombeo para elevar el agua hasta un reservorio y de esta forma dar presión a la red para su distribución por gravedad, las fuentes de abastecimiento puede ser un manantial, pozo, galería filtrante, ubicadas en el parte baja de la población a ser atendida.

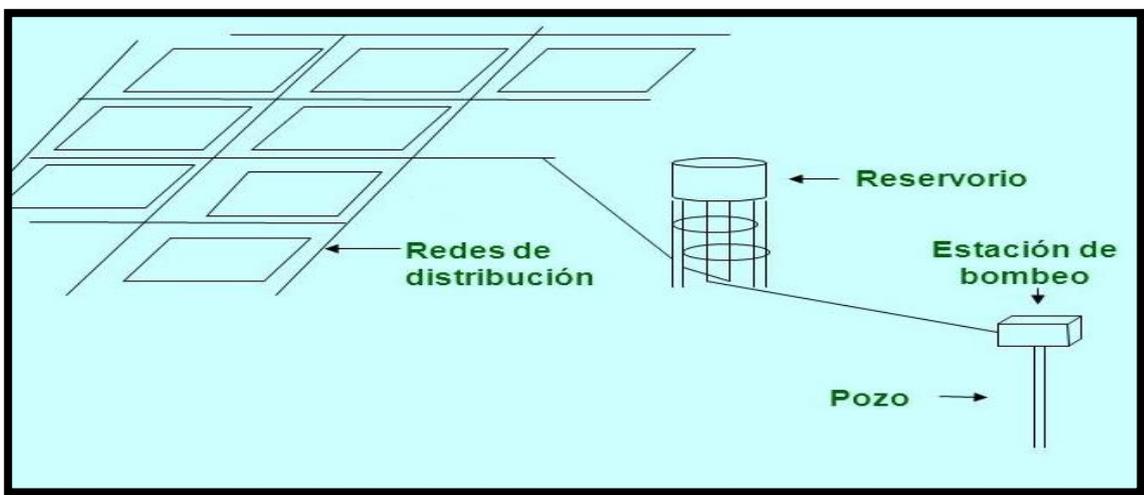


Figura 1.4. Sistema de agua potable por bombeo sin tratamiento.

Fuente. Sistemas de abastecimiento de agua potable abastecimiento de agua I.

d) Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento

En estos sistemas las fuentes de agua se encuentran en la parte baja de la población, por lo cual se requiere principalmente que se cuente con una planta de tratamiento de agua para proporcionarle las propiedades necesarias a los requisitos de potabilidad y un equipo

de bombeo para impulsar el agua hasta un reservorio, y aprovechando la ubicación de este para ser distribuida a las viviendas.

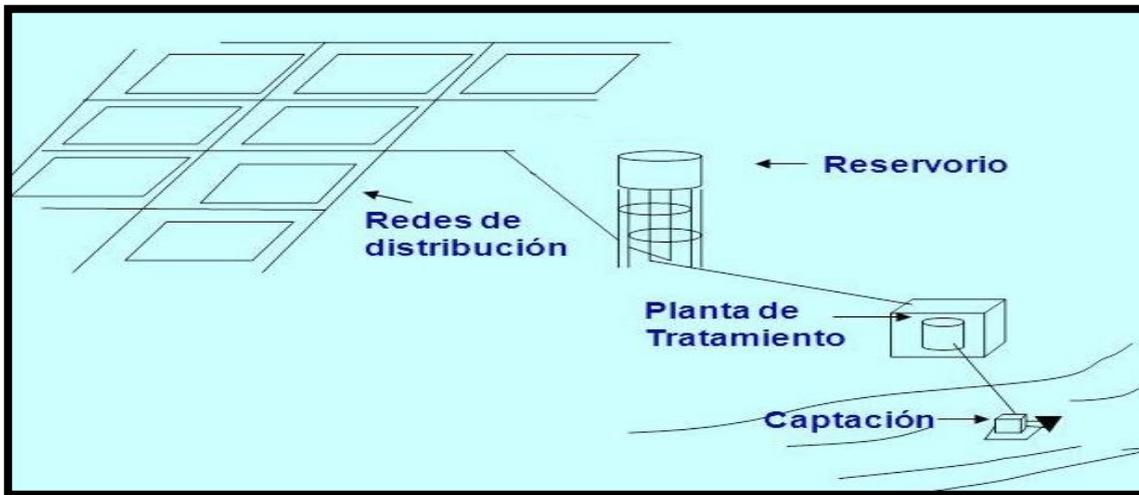


Figura 1.5. Sistema de agua potable por bombeo con tratamiento.

Fuente. Sistemas de abastecimiento de agua potable abastecimiento de agua I.

Componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

Según (Ruíz de la Cruz, 2019) los componentes son:

Fuente: es el espacio natural desde el cual se derivan los caudales demandados por la población a ser abastecida. Deben ser básicamente permanentes y suficientes y con la calidad requerida, pueden ser superficiales y subterráneas, suministrando el agua por gravedad o por bombeo.

Captación: Es la parte inicial del sistema de abastecimiento de agua. Consta de una estructura y/o dispositivos construidos en la fuente de abastecimiento. La captación de las aguas superficiales se hace a través de galerías en obras de toma y la captación de las aguas subterráneas a través de pozos profundos.

Potabilización: Es el proceso que se realiza con el equipo adecuado con el fin de purificar el agua y hacerla apta para el consumo humano, eliminando bacterias que afecten la salud de éstos.

La desinfección química de un sistema de abastecimiento de agua que presenta contaminación fecal reducirá el riesgo general de enfermedades, pero no garantizará necesariamente la seguridad del abastecimiento. Por ejemplo, la desinfección del agua de consumo humano con cloro tiene una eficacia limitada frente a los protozoos patógenos en particular *Cryptosporidium* y algunos virus. La cloración se puede realizar con el uso del gas cloro licuado, solución de hipoclorito de sodio o gránulos de hipoclorito de calcio y

generadores de cloro in situ. El gas cloro licuado se suministra comprimido en recipientes a presión. Un clorador extrae el gas del cilindro y lo añade al agua de forma dosificada, a la vez que controla y mide el flujo del gas. La solución de hipoclorito de sodio se dosifica mediante una bomba dosificadora eléctrica de desplazamiento positivo o mediante un sistema de suministro por gravedad. El hipoclorito de calcio debe disolverse en agua y luego se mezcla con el caudal principal. El cloro, ya sea en forma de gas cloro de cilindro, de hipoclorito de sodio o de hipoclorito de calcio se disuelve en el agua y forma ácido hipocloroso (HOCl) y el ion hipoclorito (OCI-) (World Health Organization, 2011).

Conducción: Es el tramo de tubería, piezas especiales y estructuras que conducen el agua desde la captación hasta su almacenamiento.

Según (Ameliah Maphika, 2015) estas pueden clasificarse:

1- Atendiendo al origen de la energía disponible para transportar el flujo:

- Conductoras de gravedad: Son aquellas en las que el agua fluye por una diferencia de nivel entre dos puntos del sistema.
- Conductoras de bombeo: En este caso es necesario imprimirle una energía adicional al fluido (bombeo) para vencer una diferencia de nivel adversa entre dos puntos del sistema.

2- Atendiendo al régimen de circulación del flujo:

- Conductora a presión: En las que el fluido circula a presión en todo momento dentro del conducto.
- Conductora libre: Son aquellas en las que el flujo circula en una sección parcialmente llena del conducto a lo largo de este.
- Conductora mixta: Son aquellas en las que el fluido circula a presión por un tramo del conducto y libre por otro.

Materiales utilizados:

En los conductos a presión los materiales más utilizados son:

- Acero.
- Hierro Fundido (Hofo).
- Asbesto Cemento.
- Hormigón Armado.
- Termoplásticos.

Sin embargo, el material de Asbesto Cemento se encuentra hoy en día prohibido en varios países dado a que desde el punto de vista de la salud pública, el uso de estas fibras ha sido cuestionado debido a que, epidemiológicamente, existen estudios que vinculan este material con tumores de pulmones (mesoteliomas) en trabajadores relacionados con la fabricación de las estructuras mencionadas. En este sentido, la principal relación con la formación de tumores en seres humanos se fundamenta en la inhalación de este tipo de fibras por largos períodos de tiempo. Sin embargo, algunos autores o científicos también han vinculado a la ingesta de asbestos con CG, en aquellas personas que se abastecen con aguas conducidas por cañerías de asbestos. Estas afirmaciones científicas han causado alarma en los usuarios de los acueductos, provocando incertidumbre y deterioro en la imagen de las empresas de agua potable (Mora Alvarado, 2004).

Además, existen alternativas más seguras y saludables para la fabricación de tuberías, como el PVC o el polietileno, que no presentan riesgos para la salud y son igualmente efectivos en su función.

Estación de bombeo: Es el conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

La estación de bombeo es la parte más dinámica del sistema de suministro de agua, así como el corazón que asegura la circulación de la sangre, manteniendo la vida.

Almacenamiento: Es un depósito que tiene como objeto almacenar y controlar el agua que se distribuye a la población, además de garantizar su disponibilidad continua con el mayor tiempo posible.

Estos pueden ser según (Baron Polo, 2021):

a) Elevados

Pueden tomar la forma esférica, cilíndrica, y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.

b) Apoyados

Que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo.

c) Enterrados

Son de forma rectangular o circular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas).

Distribución: Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que se instalan para conducir el agua desde el depósito de almacenamiento hasta la toma domiciliaria. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial e industrial.

Conexiones domiciliarias: Es un conjunto de tuberías y accesorios que permite el abastecimiento desde la red de distribución hacia el predio del usuario, así como la instalación de un medidor.

Los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable son fundamentales para obtener, tratar, almacenar y distribuir agua segura y potable a las comunidades. Además, permiten monitorear y controlar la calidad del agua en tiempo real para asegurar su seguridad. Estos componentes son esenciales para mejorar la calidad de vida de las personas y garantizar un acceso equitativo al recurso hídrico.

(Ruíz de la Cruz, 2019) plantea que la dependencia directa de las disponibilidades de agua en Cuba con el comportamiento anual e hiperanual de las precipitaciones, aun teniendo en cuenta la importante infraestructura hidráulica creada y que continúa en desarrollo, que alcanza la cifra aproximada del 57% de los recursos hídricos aprovechables, subsisten problemas para garantizar su uso. Las causas principales son:

- 1- Su carestía relativa en zonas vulnerables del país.
- 2- La pérdida de su calidad original, en determinadas áreas, por efecto de la actividad antrópica.
- 3- Las pérdidas en su conducción, por ineficiencias en los sistemas de distribución y por aplicación de tecnologías inadecuadas.
- 4- Escaso o ineficiente mantenimiento lo que ha provocado un apreciable deterioro en las redes de distribución.

El municipio de Perico, ubicado en la provincia de Matanzas, no está ajeno a esta situación, ya que ha estado enfrentando una serie de problemas en su SAAP. Se han realizado entrevistas a la población y han presentado diversas quejas por el pésimo servicio que se les provee, lo que ha generado preocupación y malestar entre los habitantes del poblado.

1.4 Conclusiones parciales

Al cierre de este capítulo y hacer lectura de los elementos que lo integran se puede concluir que:

- 1- La gestión por procesos es una metodología que permite a través de sus herramientas mejorar la eficiencia y eficacia de una empresa al enfocarse en la identificación, análisis y mejora de sus procesos claves.
- 2- Los sistemas de abastecimiento de agua potable es un proceso crítico para garantizar el suministro de agua potable a la población y así mejorar su calidad de vida. Esto requiere de una inversión continua en su infraestructura y tecnología, así como una gestión eficiente y sostenible del recurso hídrico.

Capítulo 2. Procedimiento para gestionar y mejorar los procesos del sistema de abastecimiento de agua potable en la Oficina Comercial de Acueducto y Alcantarillado del municipio de Perico

2.1 Antecedentes de la investigación

La Oficina Comercial de Acueducto y Alcantarillado de Perico enfrenta actualmente diversos desafíos que limitan su capacidad para brindar un servicio de calidad a la comunidad. Esto es debido a una serie de problemas que existen en el proceso del SAAP del pueblo.

Con el propósito de ofrecer una posible solución a dicha problemática, se construye una investigación metodológica de varios autores como se observa en el **anexo 1**, con el objetivo de identificar y adaptar metodologías de gestión por proceso para su aplicación en sistemas de abastecimiento de agua potable.

Luego del análisis de los procesos consultados, se selecciona como base para el desarrollo de este trabajo el procedimiento propuesto por (Pérez Sánchez, 2022), porque es el que más se adecúa a las necesidades y exigencias de la presente investigación. El autor de esta tesis sugiere realizar transformaciones al procedimiento propuesto, teniendo en cuenta sus consideraciones.

2.2 Procedimiento metodológico propuesto para mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable en el poblado de Perico

En la **figura 2.1** se muestran las etapas y pasos para el desarrollo del procedimiento propuesto.

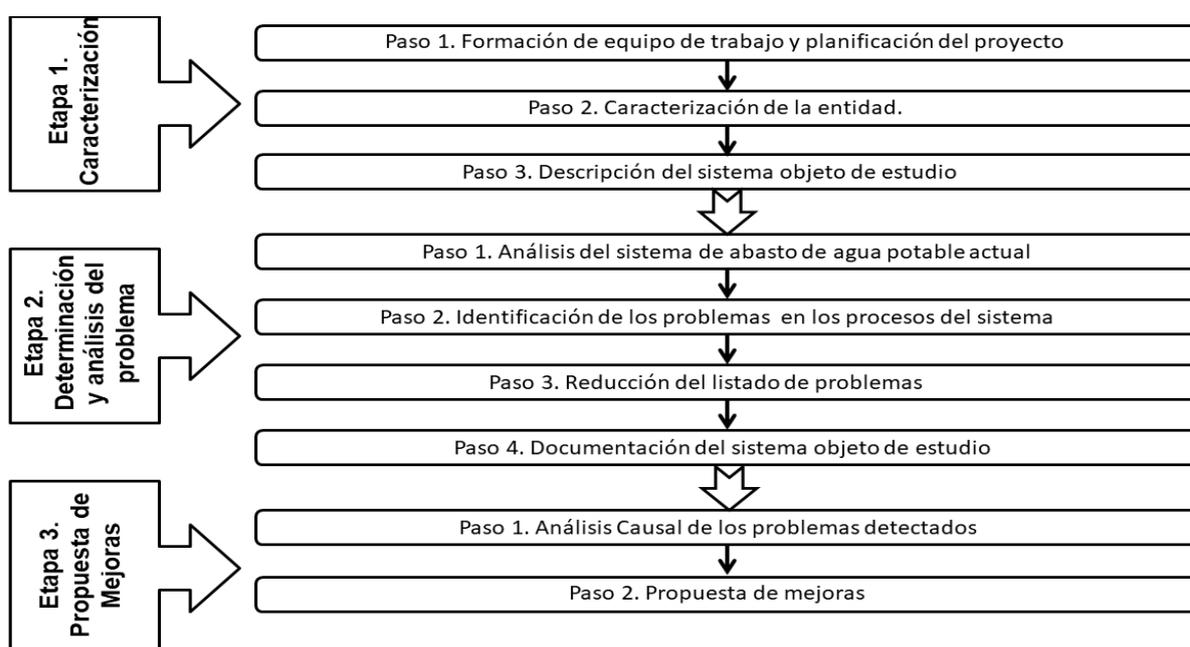


Figura 2.1. Procedimiento para mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable en el poblado de Perico.

Fuente. Elaboración propia.

Etapas 1. Caracterización

En esta primera etapa se creará un equipo de trabajo y se planificará cómo mejorar el proyecto. A su vez se realizará una caracterización de la entidad y a través de mapa de procesos de la misma se describirán sus procesos claves.

Paso 1. Formación del equipo de trabajo

Un equipo de trabajo es un grupo de personas organizadas, que trabajan en conjunto para lograr una meta. Este equipo se conforma con personas dentro de la organización que tengan conocimientos sobre el tema. Además puede contar con algún experto externo que tenga dominio sobre el tema tratado.

Para seleccionar correctamente el equipo de trabajo, se aplicará el Método de Selección de Expertos con el objetivo de escoger a los más capacitados. Este método es una técnica utilizada en el ámbito de la toma de decisiones y la resolución de problemas, que consiste en consultar a personas con experiencia y conocimientos especializados en un tema específico para obtener su opinión y asesoramiento. Estos expertos pueden proporcionar información detallada, análisis crítico y recomendaciones basadas en su experiencia y conocimientos, lo que puede ayudar a tomar decisiones informadas y resolver problemas de manera efectiva. El método de expertos es comúnmente utilizado en áreas como la medicina, la ingeniería, la gestión empresarial y la política, entre otros.

Para la selección de los expertos se utiliza el llamado coeficiente de competencia que según (Román Gómez, 2022), se determina de acuerdo con la opinión del experto sobre su nivel de conocimiento como se refleja en la **tabla 2.1**, con respecto al problema presente y con las fuentes de argumentación que aparecen en la **tabla 2.2** que le permiten comprobar su valoración. Se seleccionan como expertos aquellos que cumplan la condición $K \geq 0,8$. El coeficiente de competencia se calcula de la siguiente forma:

$$K = \frac{1}{2}(Kc + Ka)$$

Donde:

K: coeficiente de competencia.

Kc: coeficiente de conocimiento o información que tiene el experto respecto al problema, calculado sobre la valoración del propio experto.

Ka: coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto.

Se aplica el cuestionario al experto y se obtiene información que permite calcular el coeficiente de conocimiento (Kc) que posee el experto en relación con el problema que se quiere resolver. Los ítems que aparecen en la primera columna se obtienen de dos fuentes: la literatura consultada acerca de las competencias que debe poseer una persona para calificarla como experto en el ámbito de un problema concreto y la opinión de personas con trabajo reconocido.

En un segundo momento se calcula el coeficiente de argumentación (Ka), que se despliega en características que corroboran la obtención de conocimiento, por la persona propuesta como experta. Presentándoselas a estos en una tabla y pidiéndolos que marque con una (x) sobre las fuentes que han influido más en su conocimiento de acuerdo con tres niveles, alto (A), medio (M) o bajo (B), la sumatoria de los valores seleccionados por el experto es igual al Ka. Con esta información se calculó el coeficiente de competencia K del experto, al promediar la puntuación correspondiente a cada una de las partes del cuestionario, el cual debió estar en un rango de 0.8 - 1 para la selección.

Tabla 2.1. Coeficiente de Conocimiento (Kc).

Relación de características	Prioridad	Votos
Conocimiento	0.181	
Competitividad	0.086	
Disposición	0.054	
Creatividad	0.100	
Profesionalidad	0.113	
Capacidad de análisis	0.122	
Experiencia	0.145	
Intuición	0.054	
Nivel de actualización	0.127	
Espíritu colectivista	0.018	

Fuente. (Román Gómez, 2022).

Tabla 2.2. Coeficiente de Argumentación (Ka).

Fuentes	Grado de influencia de los criterios			Voto
	ALTO	MEDIO	BAJO	
Estudios teóricos realizados				
Experiencia obtenida				
Conocimientos de trabajos en el país				
Conocimientos de trabajo en el extranjero				
Consultas bibliográficas				
Cursos de actualización				

Fuente. (Román Gómez, 2022).

Una vez realizado el proceso mencionado, se analiza y conforma el equipo de expertos.

Paso 2. Caracterización de la entidad

Para realizar la caracterización de la entidad se tiene en cuenta el límite o frontera, análisis estratégico, principales clientes y proveedores, además de los servicios que se brindan y la estructura organizativa de la empresa.

Paso 3. Descripción del sistema objeto de estudio

El mapa de procesos consiste en la demostración gráfica de los procesos que intervienen en una organización (Huerta Zamora, 2016) y en el cual se puede identificar de manera inmediata las principales características de la organización, sus macro procesos, su enfoque de cliente, enfoque de calidad, mejora continua, entre otros (Alarcón et al., 2019). Esta herramienta contribuye a que las empresas puedan proporcionar información sobre un proceso, ayuda a los equipos a la generación de ideas y al mismo tiempo aumenta la comunicación organizacional entre sus componentes principales incluyen las entradas, salidas y los pasos del proceso se dice que un buen mapa de procesos debe ilustrar el flujo del trabajo y la interacción con la organización (García, 2020).

Según (Castillo Gonzalez & Carreño Dueñas, 2020) los pasos para crear un mapa de procesos son:

- Identificar el problema.
- Realizar una tormenta de ideas de todas las actividades que estarán involucradas.
- Establecer los límites.
- Determinar y ordenar los pasos.
- Dibujar símbolos básicos de diagramas de flujo.
- Finalizar el diagrama de flujo del proceso.

Existen trilogía para agrupar procesos como lo evidencia (Cente García, 2021) en su tesis de maestría que se diferencia entre:

- Procesos clave: son aquellos relacionados directamente con la realización del producto. Son los procesos que constituyen la cadena de valor.
- Procesos estratégicos: son aquellos relacionados a las responsabilidades de la dirección. Fundamentalmente, se refieren a procesos de planificación y gestión estratégica.
- Procesos de apoyo: son aquellos que dan soporte a los procesos de negocio, como los que aportan recursos.

Etapas 2. Determinación y Análisis del Problema

En esta etapa se identifican los principales problemas relacionados con los procesos clave de la empresa y se analizan a partir de la documentación existente.

Paso 1. Diagnóstico del sistema de abasto de agua potable

El objetivo de esta actividad es realizar un análisis detallado y exhaustivo del sistema. Para lograr un buen diagnóstico se evaluará la infraestructura, el funcionamiento de las plantas de tratamiento, la capacidad de almacenamiento y distribución.

Paso 2. Identificación de los problemas en los procesos del sistema

Para la identificación de los problemas se empleará técnicas como la observación directa y la entrevista. A continuación se explican en qué consisten cada una de ellas.

La observación directa es una técnica de investigación que consiste en observar personas, fenómenos, hechos, casos, objetos, acciones, situaciones, etc., con el fin de obtener determinada información necesaria para una investigación.

La entrevista es una conversación de carácter planificado entre el entrevistador y los entrevistados. Tiene el objetivo de obtener información sobre ciertos hechos y opiniones.

Es un intercambio verbal, que ayuda a reunir los datos durante un encuentro, de carácter privado y cordial, donde una persona se dirige a otra y cuenta su historia, da su versión de los hechos y responde a preguntas relacionadas con un problema específico (Sierra Caballero, 2019).

Existen autores como (Perpiñá et al., 2022) y (Lopezosa et al., 2020) que plantean sobre tres tipos de entrevistas que se pueden aplicar a lo largo de una investigación, estas son:

- **Entrevistas estructuradas:** Se trata de una entrevista que cuenta con preguntas fijadas de antemano con un orden específico y con posibles respuestas cerradas. Los entrevistados deben seleccionar del listado de respuestas las que consideren más adecuadas. Es un tipo de entrevista muy rígida, destaca por permitir una gran sistematización en los resultados y por tanto un alto grado de objetividad, sin embargo, en algunas ocasiones la falta de interpretación por dicha rigidez, ofrece resultados menos ricos que otro tipo de entrevistas.
- **Entrevistas semiestructuradas:** Tiene menor rigidez que las entrevistas estructuradas, ya que cuentan con preguntas fijas, pero en este caso los entrevistados pueden contestar libremente sin necesidad de elegir una respuesta específica como sucede en las entrevistas estructurada. Incluso los investigadores pueden interactuar y adaptarse a los entrevistados y a sus respuestas, en definitiva, son entrevistas más dinámicas, flexibles y abiertas, y por tanto permiten una mayor interpretación de los datos que con las entrevistas estructuradas.
- **Entrevistas no estructuradas:** Son las entrevistas más flexibles ya que las preguntas son más abiertas. Los entrevistados responden sin estar dirigidos, lo que ayuda a que vayan más allá de las propias preguntas, esto incluye desviarse en las contestaciones, divagar, etc. Es un tipo de entrevista de gran riqueza a nivel interpretativo, sin embargo, en ocasiones parte de las respuestas pueden desvincularse totalmente del objeto de estudio, y por tanto el investigador tiene la misión de eliminar el contenido de poco o nulo valor y rescatar el que sí lo tiene. Muchas ocasiones esto se puede volver tedioso y/o complicado.

La entrevista, la observación directa, los cinco por qué, entre otras, son herramientas claves para identificar problemas en una institución.

Paso 3. Reducción del listado de problemas

Para reducir la lista de los problemas se implementará la herramienta “El Método *Delphi*”. Este método es muy usado por su gran versatilidad para analizar el pronóstico y desarrollo de los principales factores que definen el entorno (Cañizares Cedeño & Suárez Mena, 2022), es un estudio práctico en áreas problemáticas, que no se dispone de pruebas basadas en modelos estadísticos (Nasa et al., 2021).

El método Delphi pretende obtener una visión colectiva de expertos sobre un tema a partir de rondas repetidas de preguntas, siendo un método capaz de obtener y depurar los juicios de grupo. Consiste en el envío de encuestas sucesivas a un grupo de expertos previamente elegidos, donde el consenso se obtiene por un procedimiento matemático de agregación de juicios individuales. Informándose en cada nueva vuelta a los intervinientes de la concentración y dispersión de las respuestas en la fase anterior, se les recuerda cuál era la opción que cada uno de ellos adoptó y se les pide que la ratifiquen o rectifiquen (Cabero Almenara & Infante Moro, 2014). Según (Pérez Sánchez, 2022) se determina el coeficiente de concordancia Delphi por la expresión:

$$C = 1 - \frac{Vn}{Vt}$$

Donde:

Vn: Votos negativos

Vt: Votos totales

Se tomarán aquellos elementos cuyo coeficiente sea $C \geq 0,80$ pues se considera una adecuada o admisible concordancia.

Paso 4. Documentación del sistema objeto de estudio

Para documentar el sistema objeto de estudio se realizará un diagrama *As-Is*, el cual se utiliza para representar gráficamente el flujo de trabajo o de información de un proceso. En este caso se realizará al sistema de abastecimiento de agua potable para tener una mayor percepción del mismo. A continuación en la **figura 2.2** se muestra la simbología del diagrama:

Símbolo	Significado	Instrucción
	Operación, actividad	Describir en forma concisa la acción o actividad
	Decisión	Anotar la pregunta sobre la que se decidirá
	Transporte	Indicar el proceso o actividad al cual se traslada
	Documento impreso	Anotar el nombre del documento que se genera
	Inicio, fin	Indica el inicio o fin de un proceso
	Conector	Indica traslado del proceso, numerar
	Almacenamiento, archivo	Anotar el nombre o lugar del archivo.
	Demora, espera	Anotar qué espera
	Inspección, control	Indicar qué se revisa
	Sentido del flujo	Siempre se debe indicar el sentido
	Trasmisión electrónica de datos	Indicar a dónde va

Figura 2.2. Simbología del diagrama As-Is.

Fuente. (De la Paz González, 2018).

Etapas 3. Propuesta de mejoras

Paso 1. Análisis causal de los problemas detectados

Para el análisis causal se utilizará el diagrama causa-efecto ya que es una de las técnicas más utilizadas para el análisis de causas, también es conocido como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado. Es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. Permite apreciar, con claridad, las relaciones entre un problema (o tema) y las posibles causas

que lo provocan. Se construye con la apariencia de una espina de pescado como se puede evidenciar en la **figura 2.3**.

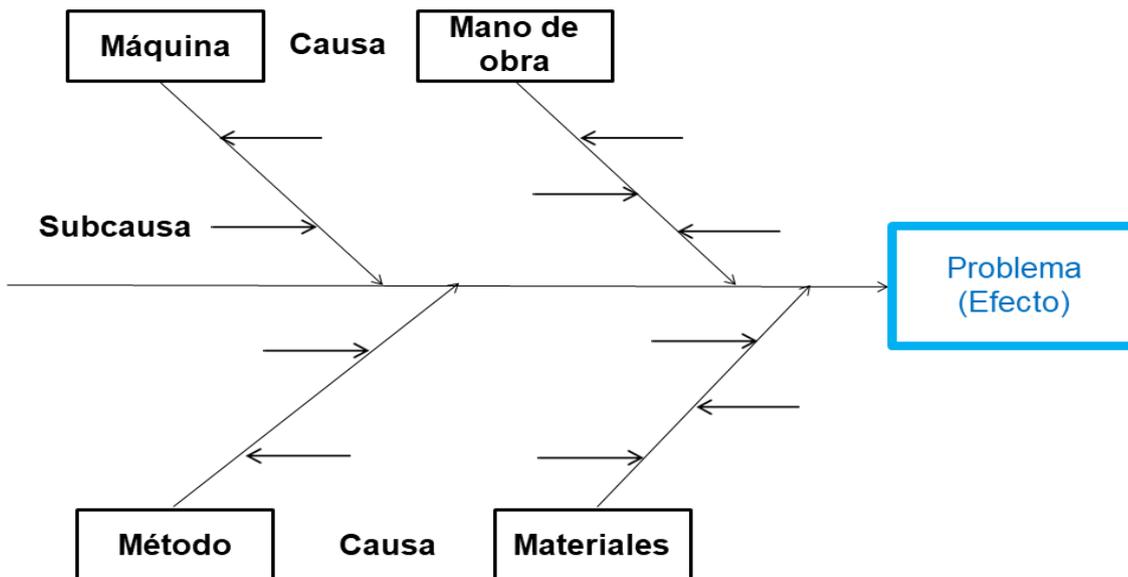


Figura 2.3. Diagrama Causa-Efecto.

Fuente. Elaboración propia.

¿Cómo se construye?

1. Establecer, de forma clara, el problema (efecto) a ser analizado. La técnica de los cinco porqués puede ser útil para identificar el problema.
2. Diseñar una flecha horizontal apuntando a la derecha con el problema en el interior de un rectángulo localizado en la punta de la flecha.
3. Realizar una lluvia de ideas (tormenta de ideas) para identificar la mayor cantidad de causas que provocan el problema.
4. Agrupar las causas en categorías. Por ejemplo: 4M: máquina, mano de obra, método y materiales.
5. Buscar las subcausas o hacer un diagrama para cada causa encontrada.
6. Escribir cada categoría dentro de rectángulos paralelos a la flecha principal y unirlos por líneas inclinadas que convergen hacia la flecha principal.

La técnica de los cinco porqués es una herramienta de análisis de causa raíz que se utiliza para identificar la causa principal de un problema. Consiste en hacer preguntas sucesivas sobre el problema, preguntando "¿por qué?" cinco veces para llegar a la raíz del problema. Al hacer esto, se pueden identificar las causas subyacentes del problema y tomar medidas preventivas para evitar que vuelva a ocurrir en el futuro. La técnica de los cinco porqués es una herramienta simple pero poderosa que se puede utilizar en cualquier industria o proceso para mejorar la calidad y la eficiencia.

La técnica tormenta de ideas o *Brainstorming* se basa en la premisa de que la cantidad de ideas es más importante que la calidad en un primer momento. Una vez que se han generado muchas ideas, se puede revisar y evaluar para determinar cuáles son las más viables y útiles para resolver el problema. Según (Srihandayani & Marlina, 2019) dice que es una técnica de creatividad grupal o individual mediante la cual se realizan esfuerzos para encontrar una conclusión para un problema específico mediante la recopilación de una lista de ideas aportadas espontáneamente por sus miembros. La misma es una habilidad de dinámica de grupo, de acción participativa o de trabajo grupal, basada en la expresión libre y espontánea de ideas en un ambiente de confianza.

¿Cómo se utiliza?

1. Definir el tema o el problema
2. Nombrar al moderador
3. Explicar las reglas
4. Emitir ideas libremente
5. Listar las ideas, no se deben repetir
6. No hacer críticas, sino exposición de ideas
7. El ejercicio termina cuando ya no existen nuevas ideas
8. Se analizan, evalúan y organizan las mismas, para valorar su utilidad en función del objetivo a lograr

Paso 2. Propuesta de mejoras

Este paso se realiza una propuesta de mejoras a los problemas detectados en cada uno de los procesos que componen el SAAP. A continuación la **tabla 2.3** muestra los elementos a tener en cuenta.

Tabla 2.3. Plan de mejora para el SAAP del poblado de Perico.

Plan de Mejora para los procesos		
Deficiencias	Medidas	Responsable

Fuente. Elaboración propia.

2.3 Conclusiones parciales

1. Se propone un procedimiento para la gestión por procesos adaptado a las necesidades de la investigación, el cual constituye una herramienta de apoyo útil para la gestión de procesos en los sistemas de abastecimiento de agua potable.
2. El procedimiento propuesto cuenta con tres etapas y nueve pasos en general, en el cual se proponen un grupo de herramientas y métodos a aplicar en cada una de las etapas, para el logro de los objetivos de la investigación.

Capítulo 3. Aplicación del procedimiento para la mejora del proceso del sistema de abastecimiento de agua potable en el poblado de Perico

El presente capítulo tiene como objetivo aplicar cada una de las etapas y pasos contenidos en el procedimiento que se presenta en el capítulo 2 para la mejora del proceso del SAAP en el poblado de Perico, a partir de la identificación, análisis y mejora del mismo.

3.1 Resultados del procedimiento aplicado de Gestión por Proceso para la mejora del SAAP

Etapa 1. Caracterización

Paso 1. Formación del equipo de trabajo

A continuación se procese a conformar el equipo de trabajo para llevar a cabo el análisis del SAAP e identificar cuáles son los principales problemas que lo afectan. Para ello, se cuenta con un grupo de posibles expertos, como muestra la **tabla 3.1**. A partir de la aplicación Método de Selección de Expertos se determina si los mismos cumplen con un nivel de experiencia y conocimiento acerca del tema que les permita realizar la actividad.

Tabla 3.1. Equipo de trabajo.

No	Nombre y Apellidos	Cargo Ocupacional	Años de experiencia
1	Alien Berrier Casanova	Jefe de Zona	6
2	Noel del Toro García	Técnico	10
3	Ignacio Tremols Quintana	Director de la UEB Electromecánica	40
4	Eduardo Vega Pérez	Especialista de la UEB Electromecánica	15
5	Yoel Vega Pérez	Especialista de la UEB Electromecánica	16
6	Fulgencio José Braga Pérez	Profesor de la Universidad de Matanzas	40

7	Nairis Oquendo Muñoz	Jefa de Grupo	3
8	Kenia Noda Suarez	Funcionaria del programa energético del Gobierno	7
9	Reynaldo Iván Fuentes Saldiña	Sub director de la UEB de Servicios Técnicos de la OSDE Agua y Saniamiento	32

Fuente. Elaboración propia.

Al determinar los posibles expertos, se aplica el Cuestionario de Competencia al Experto (**Anexo 2**), donde una vez evaluados se obtuvieron los valores reflejados en la **tabla 3.2**.

Tabla 3.2. Resultados del coeficiente de competencia.

Coef.	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Kc	1	1	0.90	1	0.90	1	0.87	0.82	0.90
Ka	1	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	1
K	1	0.96	0.91	0.96	0.91	0.96	0.90	0.87	0.95

Fuente. Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla anterior, todos los resultados superan el valor de 0,8 por lo que se trabajará con todos los expertos.

Paso 2. Caracterización de la entidad

La Oficina Comercial de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Perico, perteneciente a la UEB Centro de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Jovellanos, se encuentra ubicada en el municipio de Perico en la calle Máximo Gómez entre José Márquez y Camilo Cienfuegos. A continuación, en la **figura 3.1** se muestra la secuencia de las instituciones a donde pertenece esta oficina comercial:



Figura 3.1. Secuencia de las instituciones.

Fuente. Elaboración propia.

Debido a la voluntad hidráulica de la Revolución de hacer llegar el agua a todos los miembros de la sociedad dado a su crecimiento poblacional, sin establecer privilegios entre las ciudades y el campo, fue construida en el año 1964 con el objetivo de garantizar el acceso al agua potable para todos los habitantes de la zona. En aquel entonces, el suministro de agua era limitado y muchas personas debían recurrir a pozos para obtener agua para su uso diario.

Capital Humano

Cuenta con una fuerza laboral de 16 trabajadores, de ellos 5 son mujeres, desglosados por categoría ocupacionales presentan la siguiente composición: 1 jefe de zona, 1 técnico,

1 especialista comercial, 1 jefa de grupo, 1 cajera, 3 de brigada de mantenimiento y 8 operarios. La **Figura 3.2** evidencia la caracterización de la fuerza laboral.

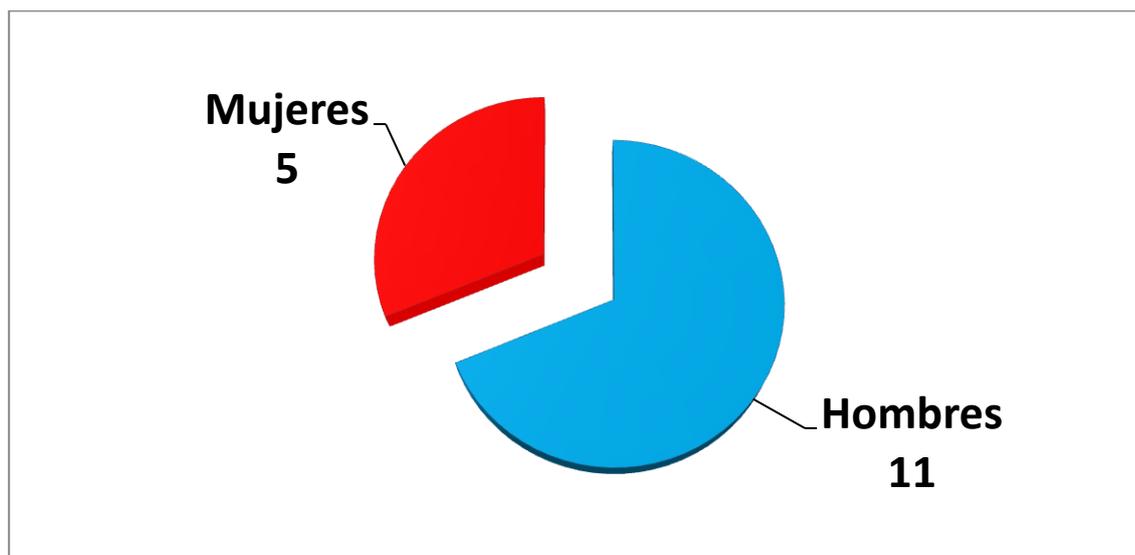
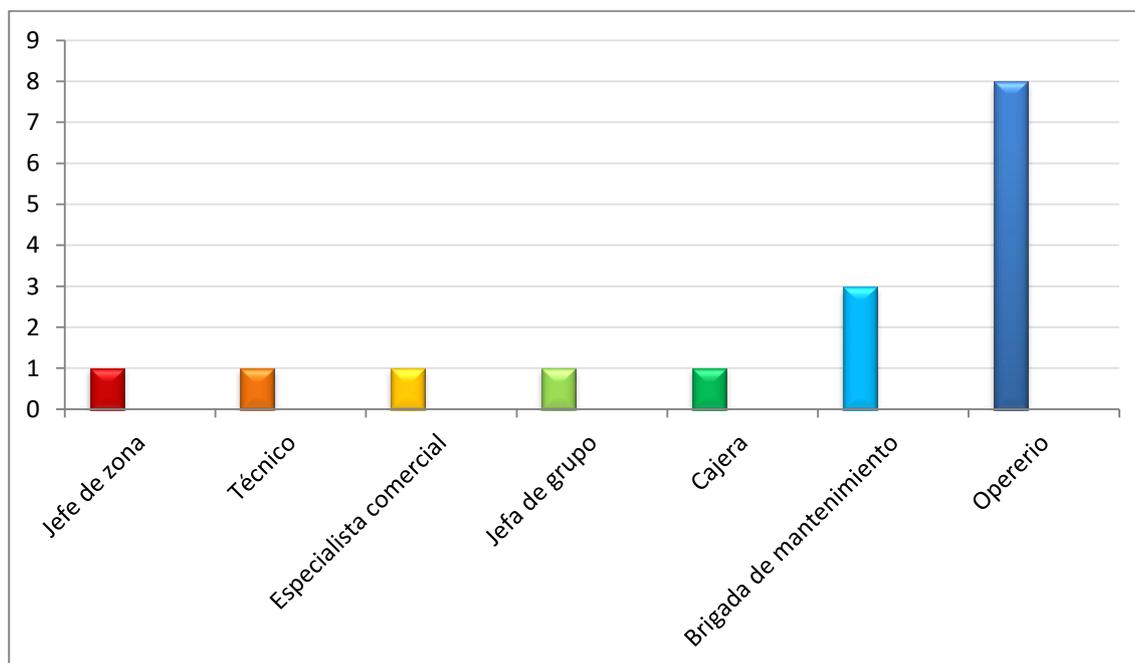


Figura 3.2. Caracterización de la Fuerza Laboral de la Oficina Comercial.

Fuente. Elaboración propia.

Misión

Brindar servicios de abasto de agua potable y de tratamiento de residuales líquidos, con calidad, que proporcione una gestión eficaz y competitiva para la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes.

Visión

Ser una Empresa líder entre las entidades de Cuba que brindan servicios de abasto de agua potable y de tratamiento de residuales líquidos.

Política de calidad

Es un compromiso de la Alta Dirección y de sus trabajadores, el implementar y mantener un Sistema de Gestión de Calidad que permita un proceso continuo de mejora, brindando un Servicios de Abasto de Agua Potable, Evacuación y Tratamiento de Residuales Líquidos en forma eficaz y eficiente garantizando la satisfacción de nuestros clientes y cumpliendo con las Regulaciones Ambientales.

Objeto social

Brindar servicios de abastecimiento de agua potable, colección y tratamiento de aguas residuales y drenaje pluvial y fluvial.

Servicios

- Abastecimiento de agua potable
- Limpieza de fosa
- Desobstrucciones
- Creación de acometidas

Principales clientes y partes interesadas:

Clientes:

- Sector estatal: Se destacan los grandes consumidores de agua.
- Sector residencial: Los clientes medrados y los de tarifa fija.

Otras partes interesadas (Tabla 3.3):

Tabla 3.3. Partes interesadas en la entidad.

Parte interesada	Requisito	Seguimiento
PCC, CAP, CAM	Planes de trabajos, acuerdos	Cumplimiento de planes de trabajo, acuerdos
Contraloría	Resolución 60: 2011	Aplicación de la guía de autocontrol, seguimiento de los planes de medidas para las guías de autocontrol
ONURE, INRH,	Legislación asociada	Expediente de acciones de control

ONAT, otros organismos reguladores		(informes de las acciones de control recibidas y el cumplimiento de los planes de medidas elaborados)
Clientes	Requisitos contratos	Encuesta de satisfacción del cliente Seguimiento a quejas y planteamiento
Proveedores	Requisitos pactados en los contratos	Cumplimiento de los requisitos de los contratos, evaluación de proveedores, cumplimiento del procedimiento para la compra y evaluación de proveedores
Trabajadores	Planteamiento de los trabajadores mediante las asambleas de afiliados, matutino, buzones	Actas del sindicato, encuesta de satisfacción del cliente interno
MINSAP	Potabilidad del agua y análisis de laboratorio	Registro de potabilidad del agua. Resultados de los análisis de los laboratorios
CITMA	RES 132:2009; RES 136:2009 y las regulaciones ambientales aplicables.	Estrategia ambiental, Aval del Citma, Declaración jurada de desechos peligrosos, licencia ambiental, plan de manejo de los desechos peligrosos.

Fuente. Manual del Sistema de Gestión de la Calidad.

Organigrama de la entidad:

A continuación en la figura 3.3 se muestra el organigrama de la entidad.

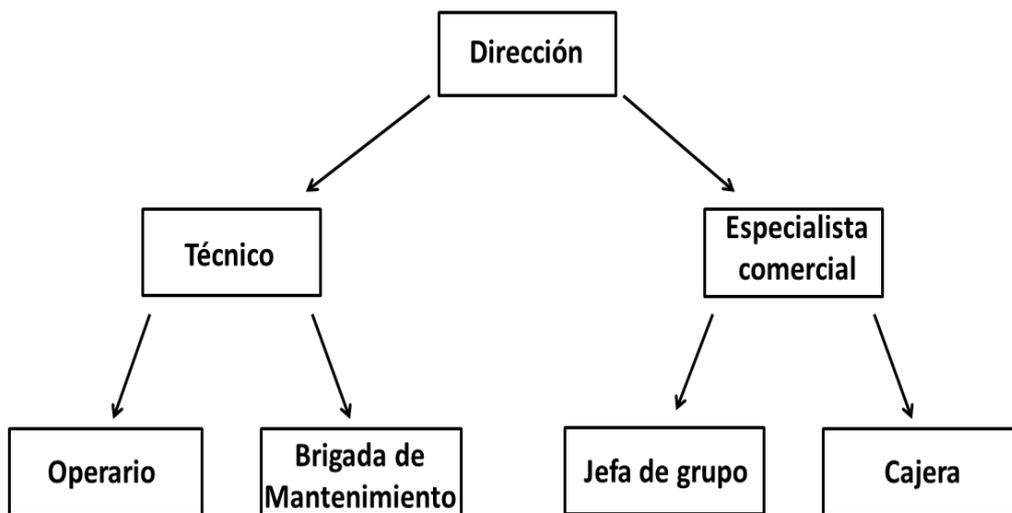


Figura 3.3. Organigrama de la Oficina Comercial.

Fuente. Elaboración propia.

Paso 3. Descripción del sistema objeto de estudio

Dado la falta de documentación técnica que existe en la entidad se procede a realizar con el apoyo de los expertos seleccionados, la confección del listado y clasificación de los subprocesos, para la posterior construcción del mapa de procesos.

El SAAP cuenta con 12 procesos de manera general, de ellos cuatro son procesos estratégicos, tres son procesos de apoyo y el resto de los procesos (cinco) constituyen los procesos claves. En la **figura 3.4** se puede apreciar la relación entre los mismo a través del mapa de procesos confeccionado.

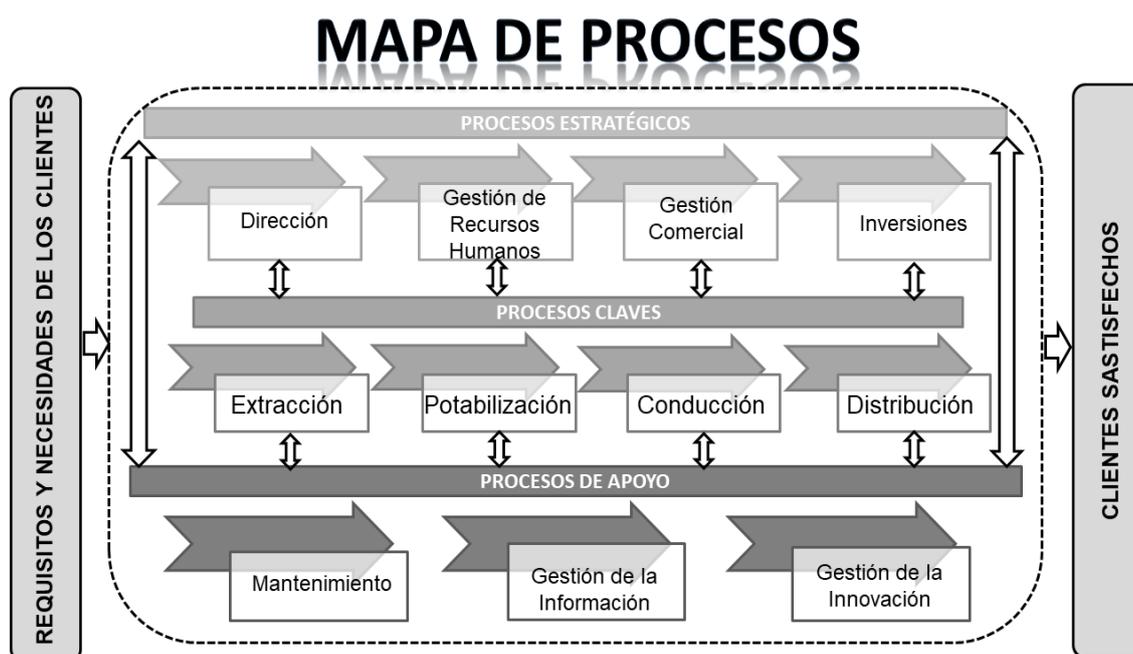


Figura 3.4. Mapa de procesos de la Oficina Comercial Perico.

Fuente. Elaboración propia.

El proceso de extracción de agua se lleva a cabo mediante bombas sumergibles ubicadas en pozos perforados a una profundidad específica, donde se obtiene el agua de manantiales. Cada estación de bombeo tiene un horario designado para extraer el agua, dependiendo de su capacidad y necesidades. Este proceso es monitoreado y operado a través de una pizarra de control que contiene indicadores y controles.

Una vez extraída, el agua se somete al proceso de potabilización, en el cual se trata con productos químicos para desinfectarla y eliminar microorganismos y contaminantes que puedan afectar la salud humana. Se realizan pruebas físicas, químicas y microbiológicas para asegurar que el agua cumple con los estándares de calidad establecidos para el consumo humano.

Después de ser tratada, el agua se conduce a través de tuberías principales llamadas conductoras hacia el tanque de almacenamiento, y luego se distribuye a través de tuberías secundarias hacia las partes interesadas. En esta etapa, se utilizan válvulas para regular la circulación del agua mediante piezas móviles que abren o cierran el paso de la misma, parcial o totalmente.

Etapas 2. Determinación y análisis del problema

Paso 1. Análisis del sistema de abasto de agua potable actual

Actualmente, Perico se abastece a partir de cuatro estaciones de bombeo ubicados en distintas partes del pueblo como se muestra en la **figura 3.5**.



Figura 3.5. Ubicación de las estaciones de bombeo donde se encuentran los pozos tabulares en el poblado de Perico.

Fuente. Elaboración propia.

Estación de Bombeo Perico Norte: ubicada al noroeste del poblado. Cuenta una bomba sumergible que se encuentra a 44.8 m de profundidad, con un diámetro de 0.30 m y una potencia de 75 kw, la cual impulsa 71 L/s. La estación opera con energía eléctrica y tiene un horario de servicio de 3:00 pm – 9:00 am. La misma abastece una población de 6793 personas y se encuentra a una distancia 2.15 km del tanque elevado.

Estación de Bombeo Perico Sur: se encuentra al suroeste del pueblo y posee 0.30 m de diámetro y 46 m de profundidad. Presenta una bomba sumergible con una potencia de 25 kw que impulsa 30 L/s. La estación opera con energía eléctrica y cuenta con un horario de servicio de 3:00 pm – 9:00 am. La misma abastece una población de 3789 personas.

Estación de Bombeo Yemen: se encuentra al sureste del pueblo. Presenta una bomba sumergible a una profundidad de 40 m, con un diámetro de 0.20 m. El misma tiene una potencia de 7.5 kw por lo que extrae 5 L/s. La estación abastece a una población de 213 personas por lo que cuenta con un horario de servicio de 6:00 am a 6:00 pm y opera con energía eléctrica.

Estación de Bombeo Edificios Potable: se encuentra al noreste del pueblo. Cuenta con una bomba sumergible a una profundidad de 40 m y un diámetro de 0.20 m. Esta bomba tiene una potencia de 14 kw capaz de bombear 13 L/s. La estación trabaja con energía eléctrica y brinda su servicio por 12 horas un día sí y uno no, abasteciendo una población de 672 personas.

Paso 2. Identificación de los problemas en los procesos del sistema

Con el fin de identificar los problemas en los procesos claves del SAAP, se llevó a cabo un análisis detallado de cada uno de estos aspectos. Esto implicó realizar entrevistas no estructuradas a los responsables de los procesos y a la población afectada, así como observar directamente su funcionamiento.

Problemas del proceso de extracción

A continuación en la **tabla 3.4** se muestran los problemas que existen en el proceso de extracción en cada una de las estaciones de bombeo.

Tabla 3.4. Problemas en el proceso de extracción de las estaciones de bombeo.

Estaciones de bombeo	Problemas
Estación de Bombeo Perico Norte	<ul style="list-style-type: none">• Cerca perimetral en mal estado

	<ul style="list-style-type: none"> • No presenta grupo electrógeno
Estación de Bombeo Perico Sur	<ul style="list-style-type: none"> • Cerca perimetral en mal estado • Filtración en el techo • Ventanas y puertas en mal estado • Poca iluminación en el interior • Baño en mal estado • Falta de pintura • Pizarra de control en mal estado
Estación de Bombeo Yemen	<ul style="list-style-type: none"> • Cerca perimetral en mal estado • No presenta grupo electrógeno
Estación de Bombeo Edificios Potable	<ul style="list-style-type: none"> • No existencia de cerca perimetral que protege la zona de protección sanitaria #1 de alta restricción • Filtración en el techo • Ventanas y puertas en mal estado • Poca iluminación en el interior y exterior • Falta de pintura • Pizarra de control en mal estado • No presenta grupo electrógeno

Fuente. Elaboración propia.

Cabe destacar que en este proceso no se cuenta con trabajadores capacitados debido a la falta de formación profesional.

En los últimos años, han existido quejas sobre la poca presión del agua y la falta de la misma. Cabe destacar que nunca se ha rehabilitado el SAAP por lo que en el pueblo en general existe baja presión de agua, incluyendo zonas como se muestra en la **figura 3.6** que tienen un gran déficit de agua. Solamente las casas cerca de las conductoras son las que poseen mayor presión, debido a que el agua tiene menos distancia que recorrer.



Figura 3.6. Ubicación de las zonas con déficit de agua en el pueblo de Perico.

Fuente. Elaboración propia.

Muchos criterios al respecto eran que las capacidades de las bombas no cumplían con la demanda establecida por lo que había que cambiarlas por otras de mayor capacidad. Para corroborar esto, se determinó cuanto debería extraer cada estación de bombeo para cumplir con la demanda establecida, y así poder comparar estos resultados con los datos actuales de bombeo de cada estación. Para realizar los cálculos pertinentes se basó en la NC 973 de la (Oficina Nacional de Nacionalización, 2013).

Fórmula general:

$$Q_{maxh} = \frac{\text{población} \times \text{dotación} \times K1 \times K2}{86400}$$

Q_{maxh} → Gasto máximo horario

$K1$ → Coeficiente de irregularidad diaria

$K2$ → coeficiente de irregularidad horaria

Estación de Bombeo Perico Norte:

$$Q_{maxh} = \frac{6793 \text{ hab} \times 210 \text{ L/hab} \cdot d \times 1.60 \times 1.80}{86400}$$

$$Q_{maxh} = 48 \text{ L/s}$$

Estación de Bombeo Perico Sur:

$$Q_{maxh} = \frac{3789 \text{ hab} \times 210 \text{ L/hab} \cdot d \times 1.60 \times 1.80}{86400}$$

$$Q_{maxh} = 27 \text{ L/s}$$

Estación de Bombeo Yemen:

$$Q_{maxh} = \frac{213 \text{ hab} \times 155 \text{ L/hab} \cdot d \times 1.65 \times 1.90}{86400}$$

$$Q_{maxh} = 1.5 \text{ L/s}$$

Estación de Bombeo Edificios Potable:

$$Q_{maxh} = \frac{672 \text{ hab} \times 155 \text{ L/hab} \cdot d \times 1.65 \times 1.90}{86400}$$

$$Q_{maxh} = 4 \text{ L/s}$$

Como se muestra en la **tabla 3.5** las estaciones sobre cumplen las demandas por 38.5 L/s, por lo que el problema de la poca presión de agua no radica en el proceso de extracción sino, en los procesos de conducción y distribución.

Tabla 3.5. Comparación entre las extracciones actuales y demandadas.

Estaciones de bombeo	Extracciones actuales (L/s)	Extracciones demandadas (L/s)
Estación de Bombeo Perico Norte	71	48
Estación de Bombeo Perico Sur	30	27
Estación de Bombeo Yemen	5	1.5
Estación de Bombeo Edificios Potable	13	4

Fuente. Elaboración propia.

Análisis del proceso de potabilización

El proceso de potabilización en las estaciones de Perico Norte y Perico Sur no presenta problemas, mientras que en la Yemen y los Edificios Potable si existe un problema grave

ya que no cuentan con equipo de potabilización. Esto es perjudicial para la salud de las personas abastecidas en esta área.

Para verificar que el agua consumida cumple con los estándares necesarios, Higiene y Epidemiología realiza pruebas de calidad en algunos puntos del pueblo donde es abastecido por las dos estaciones que sí presentan equipos de desinfección. Esto se evidencia en la **tabla 3.6** y se puede observar la ubicación de los puntos en la **figura 3.7**.

Tabla 3.6. Ubicación de los puntos tomados por Higiene y Epidemiología.

Punto	Ubicación
110	Calle C. Cienfuegos e/S. Domínguez
111	Panadería Calle Daniel esq. L. Domínguez
112	González e/Barreto y William Soler
113	C. Cienfuegos e/Álvarez y línea
114	Martí e/Suarez y Calle 11
115	Pedro Arreita e/Línea y Álvarez

Fuente. Elaboración propia.

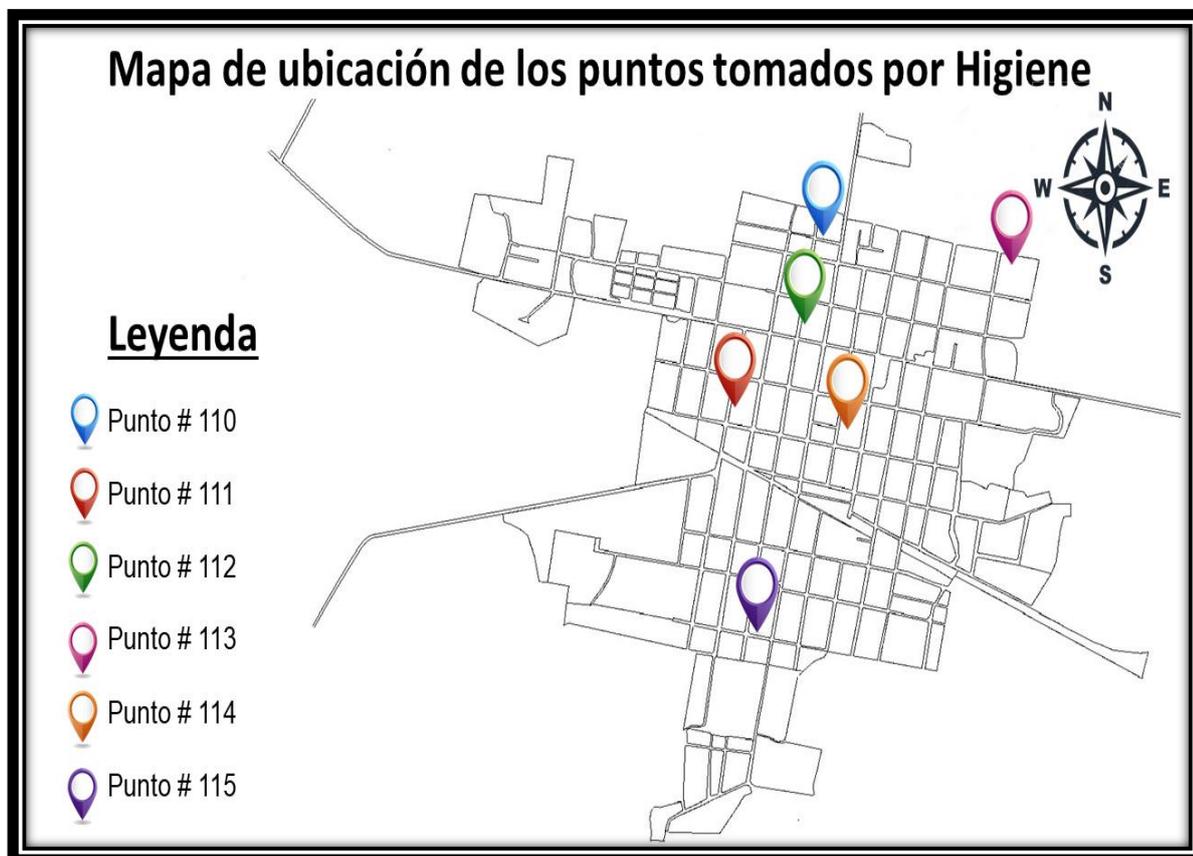


Figura 3.7. Ubicación geográfica de los puntos fijos conciliados con Higiene y Epidemiología.

Fuente. Elaboración propia.

En la **tabla 3.7** se agruparon los datos de las pruebas por tres meses (julio, agosto y septiembre) del año 2023 para analizar sus resultados.

Tabla 3.7. Potabilidad por puntos.

No.	Puntos fijos	Resultados 1er muestreo	Resultados 2do muestreo	Resultados generales.
Julio				
1	110	- 2,2	- 2,2	100
2	111	- 2,2	- 2,2	100
3	112	9,2	- 2,2	50
4	113	16	- 2,2	50
5	114	- 2,2	9,2	50
6	115	16	- 2,2	50
Agosto				
1	110	- 2,2	- 2,2	100
2	111	- 2,2	9,1	50
3	112	- 2,2	- 2,2	100
4	113	- 2,2	- 2,2	100
5	114	- 2,2	- 2,2	100
6	115	- 2,2	16	50
Septiembre				
1	110	16	2,2	50
2	111	- 2,2	- 2,2	100
3	112	5,1	- 2,2	100
4	113	16	2,2	50
5	114	- 2,2	- 2,2	100

6	115	- 2,2	- 2,2	100
---	-----	-------	-------	-----

Fuente. Higiene y Epidemiología.

Para que el agua consumida cumpla con los estándares de calidad, los valores de muestreos deben encontrarse entre 5.1 y -2.2. Como se puede observar, los datos en rojo son los que no se encuentran en el rango de buena calidad y en ocasiones existen discrepancias entre el primer y segundo muestreo. Esto puede ser por varias razones como por ejemplo:

- Incorrecta preparación de cloro por el operario de la estación
- Mala calidad del cloro que llega a la estación de bombeo
- Mal aplicación de las pruebas de muestreo
- Cuando hay apagones en el pueblo y las tuberías se quedan sin agua, provoca que el agua estancada se contamine con sedimentos, bacterias u otros contaminantes presentes en ella. Cuando el suministro de agua se restablece, el agua inicialmente sale con una ligera contaminación debido a estos factores que se acumularon en la red durante el apagón.
- Conductos con salideros que se contamina con agua residual
- No existencia de densímetro para medir la calidad del cloro

Análisis del proceso de conducción

Problemas identificados:

- Las cuatro conductoras mostradas en la **figura 3.8** presentan salideros debido a los años de explotación
- Agujeros perforados en la conductora de Perico Norte y Perico Sur de manera ilegal por la población para el riego de sus tierras y otros usos personales. Esto trae como consecuencia contaminación, menos caudal y presión para los hogares.
- Acumulación prolongada de déficit de mantenimiento a las conductoras
- Falta de personal calificado para planificar mantenimientos y proponer acciones de rehabilitación



Figura 3.8. Ubicación de las conductoras del pueblo de Perico.

Fuente. Elaboración propia.

Análisis del proceso de distribución

Actualmente en proceso de distribución de todas las estaciones es donde se encuentran los problemas más graves, ya que muchos están ligados directamente a las quejas presentadas por la población sobre la falta y baja presión de agua en el pueblo. Estos problemas son:

- La instalación de un ramal de asbesto cemento en la zona de Perico Sur. Esto es un gran problema ya que este tipo de tuberías presenta serias afectaciones para la salud humana como se plantea en el capítulo 1.
- Presencia de zonas con déficit en el abasto (**Figura 3.6**), que en determinadas épocas del año deben abastecerse con pipas
- Zonas con baja presión
- El no funcionamiento del reservorio elevado de la localidad, dado a que en sus inicios nunca funcionó por problemas en su infraestructura
- Acumulación prolongada de déficit de mantenimiento a las redes y sus accesorios (válvulas, ramales y tuberías domiciliarias). En la **figura 3.9** se observa la ubicación de las válvulas que no se operan en el pueblo
- Colocación de tuberías de 1/2", 3/4" y 1" en los ramales para aumentar la presión del agua en los hogares. Al inicio de la creación del SAAP en el territorio, existían tuberías domiciliarias de 3/8" y toda la población era abastecida eficientemente, pero

con el aumento de la población la presión de agua ha disminuido. Esto ha llevado al pueblo de manera informal, la colocación de estas tuberías lo cual es un error dado que aumentar el diámetro de la tubería les proporciona más caudal pero no presión.

- Instalación de los llamados “ladrones de agua”, que consiste en conectar la tubería domiciliaria que se encuentran conexas a los ramales a una turbina para impulsar el agua hacia los tanques elevados de la vivienda.
- Creación de cisternas en los hogares

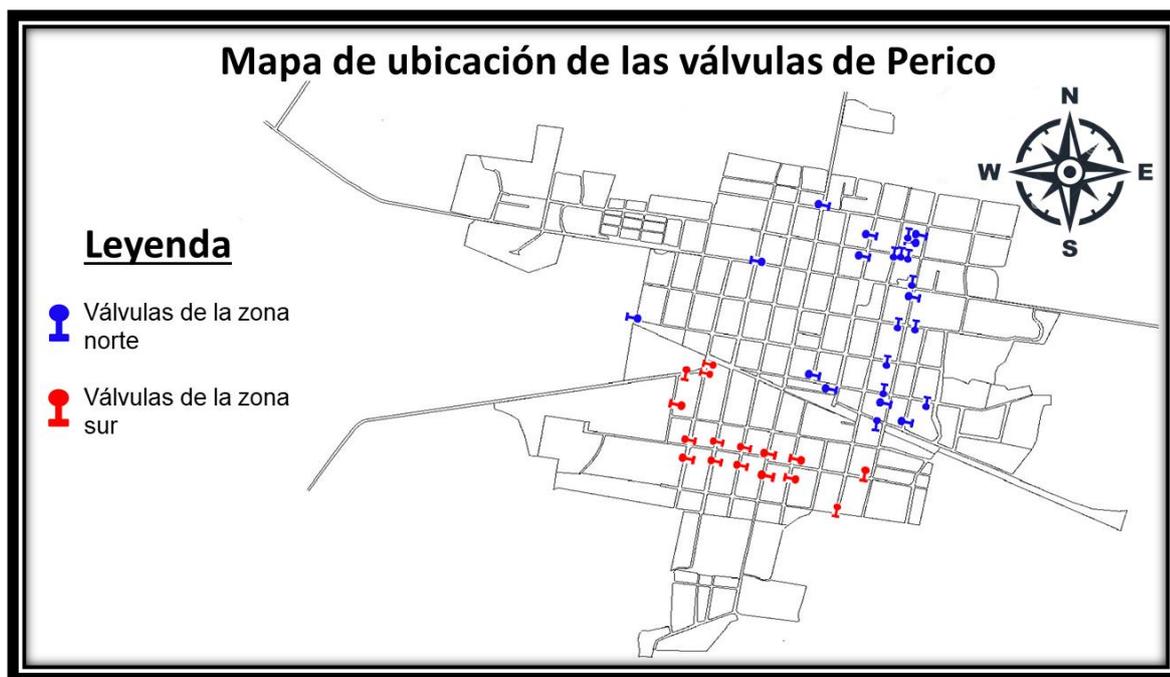


Figura 3.9. Ubicación de las válvulas del pueblo de Perico.

Fuente. Elaboración propia.

Paso 3. Reducción del listado de problemas

Luego de haber seleccionado los expertos en la primera etapa, se procede a la aplicación el Método Delphi para reducir los 28 problemas identificados en los procesos claves, y así priorizar los problemas mas importantes que afectan este servicio. A continuación en la **tabla 3.8** se muestran los resultados de la aplicación de este método.

Tabla 3.8. Resultados del método Delphi por procesos.

Procesos	Problemas seleccionados
Extracción	<ul style="list-style-type: none"> • Cerca perimetral de las estaciones de bombeo en mal estado • Estación de Bombeo Perico Norte, Yemen y Edificios Potable no presentan grupo electrógeno

	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de trabajadores capacitados • Extracción del agua por encima de la demanda • Pizarra de control en mal estado en la Estación de Bombeo Perico Sur y Edificios Potable
Potabilización	<ul style="list-style-type: none"> • No presentan equipo de potabilización la Estación de Bombeo Yemen y Edificios Potable • Incorrecta preparación de cloro por el operario de la estación • Mala calidad del cloro que llega a la estación de bombeo • No existencia de densímetro para medir la calidad del cloro
Conducción	<ul style="list-style-type: none"> • Salideros en todas las conductoras • Agujeros ilegales en las conductoras • Acumulación prolongada de déficit de mantenimiento a las conductoras • Falta de personal calificado para planificar mantenimientos y proponer acciones de mejora
Distribución	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de zonas con déficit en el abasto de agua • Zonas con baja presión de agua • No funcionamiento del reservorio elevado de la localidad • Existencia de tuberías de asbesto cemento • Acumulación prolongada de déficit de mantenimiento a las redes y accesorios

Fuente. Elaboración propia.

Paso 4. Documentación del sistema objeto de estudio

Con el objetivo de mejorar la documentación de la entidad sobre el sistema de abasto, se procede a la descripción del objeto de estudio para así tener un mayor percepción de cómo funciona el mismo.

El sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad comienza con el arranque de la bomba, donde se verifica si la red eléctrica funciona. En caso de que no funcione, se conecta el grupo electrógeno y se procede al proceso de extracción del agua. Si la red

eléctrica sí funciona, también se procede al proceso de extracción del agua y se documenta el control de operaciones de los equipos de bombeo.

Una vez extraída el agua, se verifica si cuenta con equipo de potabilización. En caso afirmativo, se realiza el proceso de potabilización y se pasa al proceso de conducción. En caso negativo, también se pasa directamente al proceso de conducción y luego al proceso de distribución.

Después de la distribución, se analiza si el servicio es medrado. En caso de que sí lo sea, se realiza la facturación por tarifa medrada. Si no es medrado, se realiza la facturación por tarifa fija. Ambas decisiones pasan a la comercialización del sistema de abastecimiento de agua potable.

Para el análisis de los problemas se procede a documentar el sistema objeto de estudio, a partir de la creación del diagrama de flujo (**Figura 3.10**) que refleja las relaciones entre los principales elementos de sus procesos, dándole una mayor visualización a los miembros.

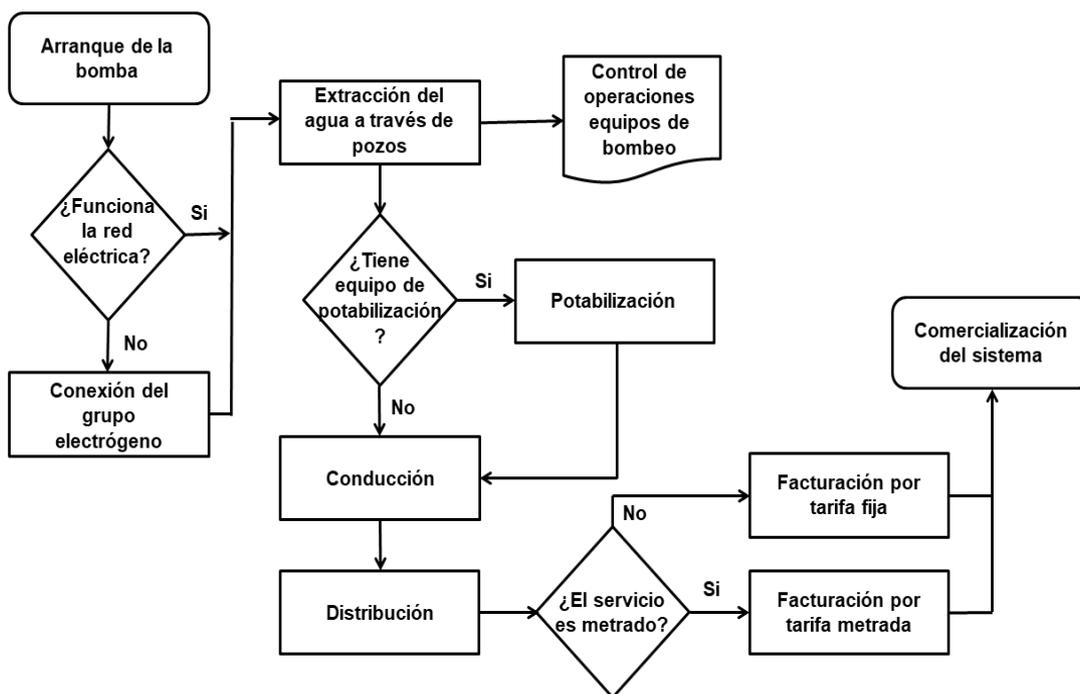


Figura 3.10. Representación del flujo del SAAP a través del Diagrama As-Is.

Fuente. Elaboración propia.

Etapa 3. Propuesta de Mejoras

Paso 1. Análisis Causal de los problemas detectados

En reunión con el grupo de trabajo, se identificó que el problema fundamental es la deficiencia en el sistema de abastecimiento de agua potable. Para ello, se decidió tomar

los problemas seleccionados como subcausas de las deficiencias de los procesos que componen este sistema, con el objetivo de tener una mayor percepción del del mismo. Por este motivo se realiza una sola vez el diagrama (**Figura 3.11**) con el objetivo de establecer las relaciones entre todos los problemas.

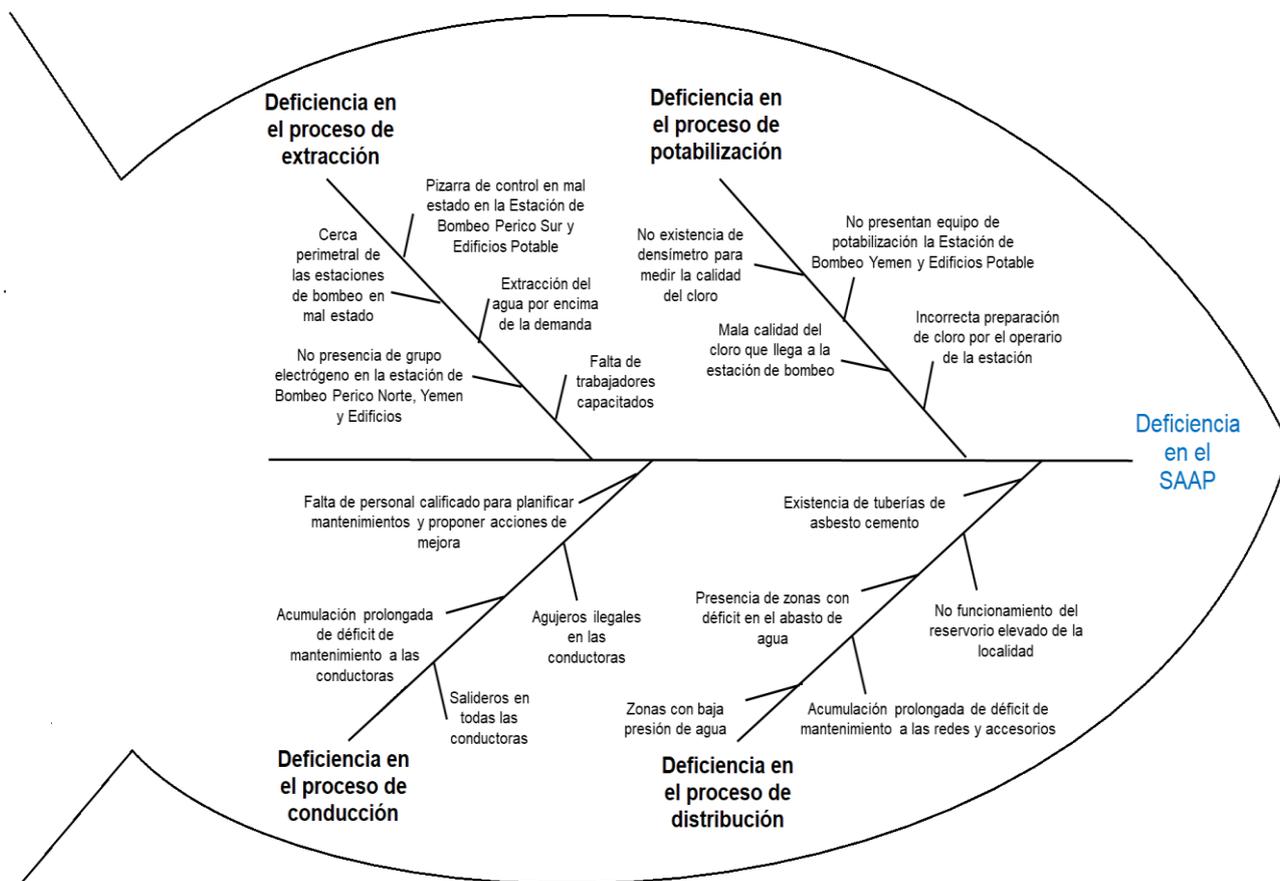


Figura 3.11. Diagrama causa – efecto de los problemas identificados.

Fuente. Elaboración propia.

El Diagrama Causa - Efecto identifica las causas y subcausas fundamentales que originan la deficiencia en el SAAP, y mediante su elaboración se aporta al grupo de dirección de la entidad información valiosa sobre dicho problema.

A través de este diagrama se define un plan de mejora para la organización, el que les permitirá mediante el cumplimiento de las actividades mejorar la calidad del servicio.

Paso 2. Propuesta de mejoras

En el **anexo 4** se recoge las propuestas de mejoras por procesos determinadas a partir del criterio de los expertos y responsables de los mismos.

3.2 Conclusiones parciales

- 1- Se aplicó la metodología propuesta donde se utilizaron métodos y técnicas como la observación directa, tormenta de ideas, entrevistas, Método de Expertos, Método Delphi, diagrama As-Is y diagrama Causa - Efecto para la identificación de los problemas existentes en el SAAP del poblado de Perico.
- 2- Se propuso un grupo de mejoras con sus responsables basadas en los problemas detectados para perfeccionar el SAAP del pueblo de Perico.

Conclusiones

1. El desarrollo del marco teórico referencial desarrolló una base sólida para comprender la gestión por procesos y su implementación en la gestión de los sistemas de abastecimiento de agua potable, lo que ha sido fundamental para proponer un plan de acción para solucionar las ineficiencias detectadas.
2. El procedimiento propuesto está basado en la metodología de gestión por procesos, consta de tres etapas: caracterización, definición y análisis del problema y por último la etapa de propuesta de mejoras, con un total de nueve pasos para su aplicación.
3. La aplicación del procedimiento permitió documentar el SAAP a través del diagrama de flujo del mismo, así como determinar las causas que originan el problema central: deficiencia en el SAAP. Este resultado servirá como guía para futuras intervenciones y mejoras.
4. Se proponen un grupo de acciones para la mejora del sistema, basadas en los problemas detectados, principalmente: aplicar un programa de mantenimiento a las conductoras, redes y accesorios.
5. El análisis de esta investigación contribuyó a la documentación técnica de la Oficina Comercial Perico.

Recomendaciones

- 1- Aprovechar el reclutamiento de universitarios con el objetivo de elevar la fuerza calificada en la EAA de Matanzas con énfasis en la Oficina Comercial Perico.
- 2- Generalizar la presente investigación al resto de los territorios que presentan problemas en el SAAP.
- 3- Establecer un chequeo sistemático del plan de medidas que se ofrece en la investigación.
- 4- Continuar a una etapa más detallada el diagnóstico de los problemas identificados en el SAAP del poblado de Perico con énfasis en el proceso de distribución

Referencias

1. Alarcón, G. J., Alarcón, P. I., & Guadalupe, S. E. (2019). La elaboración del mapa de procesos para una universidad ecuatoriana. *Espacios*, 40(19), 4.
2. Alberca Meza, O. (2019). *Mejoramiento del sistema integral de agua potable para los sectores de Aradas de Chonta, Lanche y Naranjo-Montero-Ayabaca-Piura* UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA]. Perú.
3. Alvarado, J. (2023). Teoría del caos y su incidencia sobre la teoría de gestión. *revista científica multidisciplinaria*, 8(2), 10-23.
4. Alvarez Illas, A. (2018). *ADECUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA PRELIMINAR PARA DIAGNÓSTICO Y DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE ABASTO DE AGUA SIMPLES EN POBLADOS DE 1ER ORDEN: APLICACIÓN EN SISTEMA DE ABASTO ASENTAMIENTO CARLOS RODRÍGUEZ* Universidad de Matanzas]. Cuba.
5. Álvarez Mallona, M. B., & Darío Rinaldi, N. (2022). "*Utilitas publica praeferenda est privatorum contractibus*": consideraciones relacionadas a la servidumbre de acueducto en Roma y en el Código Civil y Comercial de la Nación. Universidad de Flores.
6. Ameliah Maphika, M. (2015). *Análisis del Comportamiento Hidráulico y Golpe Ariete en la Conductora Ochoita-Dos Hermanas* Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas]. Cuba.
7. Baron Polo, E. D. (2021). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío las playas, distrito de Calamarca, provincia de Julcan, región la Libertad y su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2020* Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote]. Perú.
8. Boretti, A., & Rosa, L. (2019). Reassessing the projections of the world water development report. *NPJ Clean Water*, 2(1), 15.
9. Braga Pérez, F. J. (2017). *Tesis de grado en opción al Grado Científico de Master en Administración de Negocios* UNIVERSIDAD DE MATANZAS]. Cuba.
10. Bravo Carrasco, J. (2011). *Gestión de Procesos (Alineados con la estrategia)* (4ª ed.). Evolución S.A. .
11. Cabero Almenara, J., & Infante Moro, A. (2014). Empleo del método Delphi y su empleo en la investigación en comunicación y educación. *Revista electrónica de tecnología educativa*(48), a272-a272.
12. Cañizares Cedeño, E. L., & Suárez Mena, K. E. (2022). El Método Delphi Cualitativo y su Rigor Científico: Una revisión argumentativa. *Sociedad & Tecnología*, 5(3), 530-540. <https://doi.org/https://doi.org/10.51247/st.v5i3.261>.
13. Castillo Gonzalez, J. N., & Carreño Dueñas, D. A. (2020). Diseño metodológico para la caracterización de procesos, caso empresas metalmecánicas del departamento de Boyacá. *Inge Cuc*, 16(1), 241-251.
14. Cente García, D. I. (2021). *DESARROLLO DE LA DOCUMENTACIÓN POR PROCESOS DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y TRAZABILIDAD EN UNA FÁBRICA MANUFACTURERA DE COBERTORES DE COLCHÓN*. UNIVERSIDAD DON BOSCO]. El Salvador.
15. Coronado Vilca, J. M. (2020). *Propuesta de implementación de la gestión por procesos para mejorar la cobranza ordinaria en la Intendencia de Lima Metropolitana de la SUNAFIL* UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS E INFORMÁTICA]. Perú.
16. Cruz Zúñiga, N., & Centeno Mora, E. (2020). Evaluación de la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable a partir de la percepción de personas usuarias: El caso en Cartago, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(1), 95-122.
17. De la Paz González, J. A. (2018). "*Contribución a la planificación de la capacidad en la carpintería de aluminio de la empresa ferroviaria José Valdés Reyes*." Universidad de Matanzas]. Cuba.
18. Deming, D. (2020). The aqueducts and water supply of Ancient Rome. *Ground water*, 58(1), 152.
19. Díaz Munariz, G. (2023). *Gestión por procesos y la mejora de la seguridad industrial en la empresa siemens, 2020* Universidad Nacional Federico Villarreal]. Perú.
20. Dourojeanni Ricordi, A. C. (1994). La gestión del agua y las cuencas en América Latina.
21. García, D. J. (2020). Mapeo de procesos y su alcance. In (pp. 13). México INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ORIZABA

22. González Ramírez, E. A., & Bejarano Salazar, E. (2019). Sistemas de información geográfica y modelado hidráulico de redes de abastecimiento de agua potable: estudios de caso en la provincia de Guanacaste, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*(63), 247-272.
23. Guaman Chuma, J. A., & Taris Tandalla, M. F. (2017). "Diseño del sistema para el abastecimiento del agua potable de la comunidad de Mangacuzana, canton Cañar, provincia de cañar Universidad Nacional de Chimborazo, 2017]. Ecuador.
24. Guzmán Almeida, B. F. (2022). *Propuesta de gestión por procesos para la escuela de música "Sensitive Music"* Universidad del Azuay]. Ecuador.
25. Huapaya Capcha, Y. A. (2019). Gestión por procesos hacia la calidad educativa en el Perú. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 4(8), 243-261.
26. Huerta Zamora, A. (2016). Mapeo de procesos.
27. Kumar, M., & Puri, A. (2012). A review of permissible limits of drinking water. *Indian journal of occupational and environmental medicine*, 16(1), 40.
28. Lopezosa, C., Díaz Noci, J., & Codina, L. (2020). Entrevistas semiestructuradas con NVivo: pasos para un análisis cualitativo eficaz. (1), 88-97. <https://doi.org/10.31009/metodos.2020.i01.08>
29. Macías Crespo, J., Rojas Alvarez, J., & Villamar Bajaña, F. (2018). Evaluación del sistema de agua potable de la cabecera Parroquial Caracol y propuesta de mejoras. *Journal of Science Research*, 3(ICCE2018), 50-61.
30. Marín González, F., & Pérez González, J. (2021). Gestión por procesos en redes de cooperación intersectoriales en la Península de Paraguaná, Venezuela. 27(1), 162-179.
31. Martínez Carballo, W. (2018). *ADECUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA PRELIMINAR PARA DIAGNÓSTICO Y DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE ABASTO DE AGUA SIMPLES EN PUEBLOS DE 1ER ORDEN: APLICACIÓN EN SISTEMA ABASTO ASENTAMIENTO MARTÍ* Universidad de Matanzas]. Cuba.
32. Medina León, A., Nogueira Rivera, D., & Hernández Nariño, A. (2009). Relevancia de la Gestión por Procesos en la Planificación Estratégica y la Mejora Continua. 1(2), 65-72.
33. Medina León, A., Nogueira Rivera, D., Hernández Nariño, A., & Comas Rodríguez, R. (2019). Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo. 27(2), 328-342.
34. Mora Alvarado, D. A. (2004). Tuberías de asbesto en los acueductos:¿ Existe o no relación con la incidencia de cancer gastrico en Costa Rica? , 13(24), 59-74.
35. Nasa, P., Jain, R., & Juneja, D. (2021). Delphi methodology in healthcare research: how to decide its appropriateness. *World Journal of Methodology*, 11(4), 116.
36. Núñez Sarmiento, L. L., Vélez Ramírez, M. C., & Berdugo Correa, C. R. (2004). Aplicación de una Metodología de Mejora de Procesos basada en el Enfoque de Gestión por Procesos, en los Modelos de Excelencia y el QFD en una empresa del sector de confecciones de Barranquilla (Colombia). *Revista científica ingeniería y desarrollo*(16), 45-58.
37. Determinación de la demanda de agua potable en poblaciones urbanas, (2013).
38. AGUA POTABLE — REQUISITOS SANITARIOS (2017).
39. Pérez Castelo, C. A. (2023). *Sistema de gestión por procesos para la línea de producción de tela en la empresa Produtexti cia. Ltda* Universidad Técnica de Ambato]. Ecuador.
40. Pérez Fernández de Velasco, J. A. (2010). *Gestión por procesos*. ESIC: Escuela Superior de Gestion Comercial y Marketing Madrid.
41. Pérez Sánchez, H. (2022). *Mejora del proceso de Destilación Atmosférica y al Vacío en la Refinería Níco López, La Habana* Universidad de Matanzas]. Cuba.
42. Perpiñá, C., Montoya Castilla, I., & Valero Moreno, S. (2022). *Manual de la entrevista psicológica: saber escuchar, saber preguntar*. Comercial Grupo ANAYA, SA.
43. Piñuela Espín, J., & Quito Godoy, C. (2020). Los desafíos de la gestión por procesos en la era digital. (8), 127-144.
44. Ramos Castro, G., Hernández Nariño, A., Bolaños Ruiz, O., & Almeida Campos, S. (2021). Formulation of the process map of a Medical University, a requirement for institutional accreditation. *Revista San Gregorio*, 1, 170-184.
45. Rojas, N., González, C., Quintero, G., Angel, S., Muñoz, L., Bohórquez, V., . . . Serna, D. (2023). *Los Derechos Humanos y el acceso al agua potable en Cuba*. 4 Métrica.
46. Román Gómez, J. (2022). *Análisis de la Organización del Trabajo en la Ronera Cárdenas Corporación Cuba Ron S.A.* Universidad de Matanzas]. Cuba.

47. Ropa Carrión, B., & Alama Flores, M. (2022). Gestión organizacional: un análisis teórico para la acción. *Revista Científica de la UCSA*, 9(1), 81-103.
48. Ruíz de la Cruz, E. (2019). *Propuesta de esquema de abasto de agua potable a los municipios de Placetas y Fomento*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas]. Cuba.
49. Sánchez Falcón, M. (2016). *Procedimiento para la elaboración de mapas de dureza total de las aguas en los Sistemas de Abastecimiento Urbanos. Caso: Ciudad de Matanzas*. Universidad de Matanzas]. Cuba.
50. Sánchez Salazar, A., López Prado, H. R., Aburto Garro, L. L., Dumontl Diaz, J. R., Pacore Aliaga, A. A., & Hernández Uribe, Y. C. (2020). La incidencia de la gestión por procesos en los organismos gubernamentales. *Gestión I+D*, 5(1), 84-102.
51. Seclén Delgado, G., & Miramira Calsina, W.-. (2019). Modelo de gestión por procesos para mejorar el desempeño en el área Agri-Food. *Industrial data*, 22(2), 173-178.
52. Sierra Caballero, F. (2019). La entrevista en profundidad. Función, sentido y técnica. *Arte y oficio de la investigación científica: cuestiones epistemológicas y metodológicas*, 301-379.
53. Socarrás Aguilar, F. A. (2019). *MEJORA EN EL PROCESO DE SERVICIOS INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES EN LA EMPRESA CENTRAL TERMOELECTRICA "ANTONIO GUITERAS"* Universidad de Matanzas]. Cuba.
54. Srihandayani, T., & Marlina, L. (2019). Using brainstorming technique in speaking activity for senior high school students. *Journal of English Language Teaching*, 8(1), 22-32.
55. Valiente Arano, M. A. (2002). *Propuesta de metodología para mejora de procesos técnico-administrativos en la industria de la construcción* INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY]. Monterrey.
56. Wilson Kindelán, J. (2017). Metodología con enfoque a procesos para la implementación de sistemas de costos en las empresas de acueducto en Cuba. *Revista Cubana de Finanzas y Precios*, 1(2), 29-38.
57. World Health Organization. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano* (CUARTA EDICIÓN ed.)
58. Zaldumbide, O. (2019). Metodología para la gestión por procesos, un enfoque para la implementación. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, 4(7), 31-43.

Anexos

Anexo 1. Metodología de los procedimientos consultados

Metodología	Autor	Pasos
Pasos para la evaluación y mejora de los sistemas de abastecimiento de agua potable	(Macías Crespo et al., 2018)	<ol style="list-style-type: none">1- Revisión bibliográfica y de campo existente de la zona de estudio.2- Obtención de información topográfica del sitio.3- Revisión de censos realizados.4- Realización de encuestas socio-económicas.5- Entrevistas a personal técnico6- Análisis físico-químico del agua.7- Elaboración de propuesta para mejorar el sistema.
Procedimiento para la mejora de procesos	(Pérez Sánchez, 2022)	<ol style="list-style-type: none">1- Formación de equipo de trabajo y planificación del proyecto.2- Caracterización de la entidad objeto de estudio.3- Descripción de los procesos claves de la entidad objeto de estudio.4- Identificación de los Problemas Existentes.5- Reducción del Listado de Problemas Obtenidos.6- Determinación de los Principales Problemas a Analizar.7- Documentación del Proceso Objeto de Estudio.8- Análisis Causal de los Problemas Detectados.9- Propuesta de Mejoras.
Propuesta metodológica MMP-GMQFD	(Núñez Sarmiento et al., 2004)	<ol style="list-style-type: none">1- Diagnóstico organizacional.2- Análisis de los procesos potenciales a mejorar.3- Diagnóstico y diseño del proceso seleccionado.4- Análisis y selección de alternativas para la mejora.5- Fijación de medidas de control e indicadores del nuevo proceso.6- Implementación de la mejora.7- Retroalimentación y Benchmarking.
Propuesta de metodología para	(Valiente Arano, 2002)	<ol style="list-style-type: none">1- Definir del proceso a analizar.2- Elaboración de la trayectoria general del flujo.

<p>mejora de procesos técnico - administrativos en la construcción</p>		<ul style="list-style-type: none"> 3- Rediseño del proceso. 4- Identificación de variables. 5- Representación de las variables o variaciones. 6- Interpretación de la información. 7- Identificación de las causas del 80% de las frecuencias. 8- Plan estratégico de mejora.
<p>Procedimiento para la gestión por procesos</p>	<p>(Medina León et al., 2019)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1- Planificación del proyecto. 2- Formación del equipo de trabajo. 3- Determinación de los procesos para la mejora. 4- Representación del proceso. 5- Mejora del proceso. 6- Seguimiento y Control.
<p>Metodología para la gestión por procesos</p>	<p>(Guzmán Almeida, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1- Procedimiento para la gestión por procesos. 2- Comprensión del proceso. 3- Modernización. 4- Medición y controles. 5- Mejoramiento continuo.

Fuente. Elaboración propia.

Anexo 2. Cuestionario de Competencia.

Relación de características	Prioridad	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Conocimiento	0.181	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Competitividad	0.086	x	x	x	x	x	x	x		
Disposición	0.054	x	x	x	x	x	x			x
Creatividad	0.100	x	x		x		x	x	x	x
Profesionalidad	0.113	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Capacidad de Análisis	0.122	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Experiencia	0.145	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Intuición	0.054	x	x	x	x	x	x			x
Actualización	0.127	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Colectividad	0.018	x	x	x	x	x	x		x	
Kc		1	1	0.90	1	0.90	1	0.87	0.82	0.90

Fuente. Elaboración propia.

Fuentes	Grado de influencia de los criterios			1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Alto	Medio	Bajo									
Estudios teóricos realizados	0.27	0.21	0.13	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Experiencia obtenida	0.24	0.22	0.12	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Conocimientos de trabajos nacionales	0.14	0.10	0.06	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Conocimientos de trabajo en el extranjero	0.08	0.06	0.04	A	M	M	M	M	M	M	M	A
Consultas bibliográficas	0.0	0.0	0.0	A	M	M	M	A	M	A	M	A

Cursos de actualización	0.18	0.14	0.10	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Ka				1	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	1

Fuente. Elaboración propia.

	el abasto de agua											
22	Creación de cisternas en las casas	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0.67	Rechazado
23	No funcionamiento del reservorio elevado de la localidad	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0.89	Aceptado
24	Acumulación prolongada de déficit de mantenimiento a las redes y accesorios	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Aceptado
25	Existencia de tuberías de asbesto cemento	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0.89	Aceptado
26	Colocación de tuberías domiciliarias de 1/2", 3/4" y 1" en los ramales	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0.78	Rechazado
27	Instalación de los llamados "ladrones de agua"	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0.67	Rechazado
28	Zonas con baja presión de agua	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0.89	Aceptado

Fuente. Elaboración propia.

Anexo 4. Plan de mejora para el SAAP del poblado de Perico.

Plan de Mejora para el proceso de extracción		
Deficiencias	Medidas	Responsable
Cerca perimetral de las estaciones de bombeo en mal estado	Realizar mantenimiento y reparación de las cercas perimetrales para asegurar la Zona 1 de protección sanitaria y la seguridad de las instalaciones	Jefe de Mantenimiento
Estación de Bombeo Perico Norte, Yemen y Edificios no presentan grupo electrógeno	Instalar grupo electrógeno en las estaciones para garantizar el suministro de energía en caso de cortes eléctricos	Director de Energía y Transporte de la EAA de Matanzas
Falta de trabajadores capacitados	Implementar un programa eficiente de capacitación para los trabajadores con el fin de mejorar sus habilidades y conocimientos en el mantenimiento y operación de las estaciones de bombeo	Jefe de Recursos Humanos de la UEB Jovellanos
Extracción del agua por encima de la demanda	Garantizar el mantenimiento y funcionamiento eficiente de conducción para en el futuro poder corregir los gastos de las bombas, evitando de esta forma una sobre explotación del recurso de agua subterránea	Jefe de Mantenimiento
Pizarra de control en mal estado en la Estación de Bombeo Perico Sur y Edificios	Reparar o cambiar las pizarras de control de las estaciones Perico Sur y Edificios para garantizar un monitoreo eficiente y preciso de las operaciones	Director de la UEB Electromecánica de la EAA de Matanzas

Plan de Mejora para el proceso de potabilización		
No presentan equipo de potabilización la Estación de Bombeo Yemen y Edificios	Instalar equipos de potabilización en las estaciones de Yemen y Edificios para garantizar la calidad del agua suministrada	Director de la UEB Electromecánica de la EAA de Matanzas
Incorrecta preparación de cloro por el operario de la estación	Implementar un programa de capacitación específico para los operarios de las estaciones de bombeo con énfasis en la correcta preparación y dosificación del cloro	Jefe de Operaciones UEB Jovellanos
Mala calidad del cloro que llega a la estación de bombeo	Establecer un proceso de control de calidad en la recepción del cloro, incluyendo pruebas y análisis para asegurar su pureza y efectividad	Jefe de Operaciones UEB Jovellanos
No existencia de densímetro para medir la calidad del cloro	Adquirir densímetros en las estaciones que presentan equipo de potabilización para medir la calidad del cloro que se recibe	Director de UEB Logística de la EAA de Matanzas
Plan de Mejora para el proceso de conducción		
Salideros en todas las conductoras	Realizar un programa de inspección y mantenimiento regular para identificar y reparar los salideros en todas las conductoras	Jefe de Mantenimiento

Agujeros ilegales en las conductoras	Trabajar en conjunto con la comunidad para concientizar sobre los riesgos y consecuencias de realizar estos agujeros. Además, hacer cumplir las medidas legales presentes en estos actos (grupo de presencia del Gobierno Municipal)	Jefe de Mantenimiento
Acumulación prolongada de déficit de mantenimiento a las conductoras	Establecer un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para llevar a cabo esta tarea de manera regular	Jefe de Mantenimiento
Falta de personal calificado para planificar mantenimientos y proponer acciones de mejora	Elaborar un procedimiento de reclutamiento de personal con el propósito de adquirir personal calificado	Jefe de Recursos Humanos UEB Jovellanos
Plan de Mejora para el proceso de distribución		
Presencia de zonas con déficit en el abasto de agua	Realizar inversiones en la infraestructura para aumentar la capacidad de abastecimiento	Jefe de Operaciones UEB Jovellanos y Jefe de Mantenimiento
Zonas con baja presión de agua		
Acumulación prolongada de déficit de mantenimiento a las redes y accesorios	Establecer un programa de mantenimiento a las redes y accesorios de manera regular, asignando recursos y personal calificado para llevar a cabo esta tarea	

No funcionamiento del reservorio elevado de la localidad	Incluir en un plan de inversión a largo plazo un reservorio elevado para la distribución en el pueblo de Perico	Director de Mantenimiento de la EAA de Matanzas
Existencia de tuberías de asbesto cemento	Reemplazar la tubería de asbesto cemento por materiales PEAD o polietileno extendido de alta densidad	Jefe de Mantenimiento

Fuente. Elaboración propia.