

Estudio de viabilidad del uso de tecnologías en la recolección de información para mejorar la eficiencia en el reporte y reparación de fugas del acueducto de Yopal

Melany Sossa Carrillo

Tutor:

Didier Luisinho Martínez Santos

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios ECACEN

Especialización en Gestión de Proyectos

Resumen

El proyecto “Estudio de viabilidad del uso de tecnologías en la recolección de información para mejorar la eficiencia en el reporte y reparación de fugas del acueducto de Yopal”, pretende vincular tecnologías de la información en los procesos de recolección y análisis de información con el fin de mejorar la eficiencia en el reporte y reparación de fugas. Este proyecto busca impactar de manera positiva el modelo de trabajo de la Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Yopal por medio de la implementación del componente tecnológico como base para el rápido procesamiento de datos. Para ello, se pretende realizar el estudio de viabilidad de la implementación de una aplicación telefónica, mediante la cual se podrá optimizar la toma de datos en tiempo real, y analizar el impacto económico, social y ambiental que esta tendrá en los procesos de la Empresa. Mediante la ejecución de este proyecto se puede identificar que la optimización de procesos es importante en las empresas y grandes proyectos al permitir reducir los tiempos de desarrollo y los recursos invertidos en una actividad, optimizando así la gestión de los procesos.

Palabras claves.

Tecnología, viabilidad, efectividad, optimización, reporte, aplicación telefónica, desarrollo, conocimiento.

Abstract

The project "Feasibility study of the use of technologies in the collect of information to improve the efficiency in the report and repair process of leaks from the Yopal aqueduct", aims to link information technologies in the data collection and analysis processes in order to improve efficiency in the reporting and repair of leaks. This project seeks to positively impact the work model of the Yopal Aqueduct and Sewerage Company through the implementation of the technological component as a basis for rapid data processing. For this, it is intended to carry out the feasibility study of the implementation of a telephone application, through which it will be possible to optimize the data collection in real time, and analyze the economic, social and environmental impact that this will have on the processes of the Company. By executing this project, it can be identified that the optimization of processes is important in companies and large projects as it allows reducing development times and the resources invested in an activity, thus optimizing the management of processes.

Tabla de Contenido

Introducción	8
El Problema	10
Justificación.....	13
Limitaciones del estudio.....	15
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos específicos.....	16
Marco Teórico	17
Metodología de la Investigación	20
Población objeto del estudio.....	21
Muestra de la población para el proceso de indagación	21
Variables susceptibles de medición.....	22
Herramientas de recolección de la información.....	22
Desarrollo del proyecto aplicado	23
Diagnóstico.....	23
Indicadores de desempeño	28
Alternativa de solución.....	29
Desarrollo.....	29
Proyecto reporte de fugas.....	30
Capacitación del personal	33
Implementación de la propuesta.....	35
Procesamiento de datos.....	36
Análisis de datos.....	37
Impacto en Indicadores	38
Resultados	40
Riesgos	41
Plan de gestión de interesados	43
Aspectos administrativos	44
Cronograma de actividades.....	44
Estimación de costos.....	44
Hoja de recursos del proyecto.....	45

Actividades generadoras de cuello de botella.....	45
EDT.....	46
Evaluación de la factibilidad económica.....	47
Conclusiones.....	49
Recomendaciones.....	51
Bibliografía.....	52

Índice de Figuras

Figura 1. Organigrama EAAAY	23
Figura 2. Ubicación Excel para el registro de fugas	24
Figura 3. App Epicollect5	29
Figura 4. Propuesta reporte de fugas en Epicollect5	30
Figura 5. Tipos de roturas en tuberías	32
Figura 6. Modos de fallo en tuberías	32
Figura 7. Capacitación profesional unidad de Acueducto EAAAY	33
Figura 8. Capacitación técnico unidad de Acueducto EAAAY	34
Figura 9. Presentación capacitación operarios de la unidad de Acueducto de la EAAAY.....	34
Figura 10. Capacitación fontaneros unidad de acueducto	35
Figura 11. Reportes CSV descargados de la APP.....	36
Figura 12. Datos del reporte en Excel	36
Figura 13. Datos de reparación en Excel.....	37
Figura 14. Resumen de datos descargados de la APP.....	37
Figura 15. Matriz de probabilidad e impacto de riesgos.....	42
Figura 16. Hoja de recursos y costos	45
Figura 17. Diagrama de Gantt	45
Figura 18. WBS del proyecto	46

Índice de Tablas

Tabla 1. Valor de variable Z de acuerdo al nivel de confianza	22
Tabla 2. Excel reporte radicado de fugas.....	25
Tabla 3. Excel reporte reparación de fugas	26
Tabla 4. Formato físico para la reparación de fugas en campo	27
Tabla 5. Resultados tiempos de reparación en horas.....	40
Tabla 6. Resultados ubicación y causa de las fugas	41
Tabla 7. Análisis de riesgos.....	42
Tabla 8. Análisis de los interesados del proyecto	43
Tabla 9. Cronograma de actividades	44
Tabla 10. Datos iniciales del análisis de factibilidad del proyecto	48
Tabla 11. Flujo de caja del proyecto	48

Introducción

Las pérdidas de agua en un sistema de distribución de agua potable son uno de los principales problemas que las empresas prestadoras de este servicio deben atender, ya que no solo implica la mala gestión y desaprovechamiento del recurso hídrico, sino también grandes pérdidas económicas por la producción y tratamiento de agua potable. Actualmente, la Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Yopal (EAAAY EICE ESP) se encarga de la prestación del servicio público de acueducto, dentro de lo cual ejerce labores de reparación y mantenimiento de la red de conducción y distribución de agua potable. Una de las actividades principales que realiza la unidad de acueducto de la empresa es la reparación activa de fugas reportadas por los usuarios a la empresa.

Estos reportes se realizan a través de los canales telefónicos de la empresa y se registran en una base de datos compilada. Sin embargo, esta base de datos no se actualiza en tiempo real ya que depende de procedimientos manuales como la recolección de la información en campo a través de hojas físicas y la digitación y transcripción de los formatos que llenan los fontaneros y operarios de la unidad de acueducto.

Por este motivo, la EAAAY se enfrenta a dificultades en el manejo de tiempos que no han permitido optimizar los procesos de reparación y enfocar los recursos en labores de planificación, dando paso así al proyecto “Estudio de viabilidad del uso de tecnologías en la recolección de información para mejorar la eficiencia en el reporte y reparación de fugas del acueducto de Yopal.” Este proyecto busca optimizar el proceso de reporte y reparación de fugas mediante el uso de tecnologías para integrar y procesar la información en tiempo real.

Así mismo, la finalidad de determinar la viabilidad de dotar a los operarios con celulares inteligentes donde puedan acceder a la aplicación, considerando los costos y

gastos en los que se incurriría para la ejecución del proyecto y los beneficios económicos y sociales que se obtendrán a partir del impacto de este.

Para tener respuesta a las inquietudes planteadas en la investigación se realizará un estudio analítico sintético mediante el análisis de resultados tras aplicar el proyecto propuesto en una muestra de los operarios por un periodo de tiempo de prueba. Al completar la investigación se evidencia que las tecnologías de la información son una herramienta de rápido aprendizaje y que puede facilitar las labores en gran medida.

El Problema

Antecedentes del Problema

El uso de tecnologías en grandes empresas estatales es un componente que no se ha desarrollado completamente porque requiere de una gran inversión económica en temas desconocidos para la mayoría de funcionarios. En Colombia, son pocas las empresas del sector público que automatizan procesos por medio de la utilización de software tecnológicos para la recolección y análisis de información. Según la encuesta de desarrollo e innovación tecnológica del DANE, las empresas de tipología captación, tratamiento y distribución del agua son en un 63% no innovadora en los métodos de procesamiento de información. (DANE, 2018-2019)

Contexto del conflicto

El Índice de Agua No Contabilizada es un indicador que permite a las empresas prestadoras del servicio de acueducto medir el porcentaje de agua no facturada con respecto al volumen total producido. Esto con el fin de identificar cuánta agua se está perdiendo o regalando. Para la Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Yopal reducir las pérdidas de agua es un requerimiento de gran magnitud ya que representa alto impacto económico y un esfuerzo adicional para garantizar la cantidad y cobertura del servicio para abastecer a una población de aproximadamente 180.000 habitantes.

En el sistema de acueducto de Yopal, con un total de 44.356,00 suscriptores, las pérdidas físicas representan un alto porcentaje del nivel de pérdidas ya que se estima que debido a la antigüedad de la tubería es posible que exista una gran cantidad de fugas no visibles mediante las cuales se pierden grandes volúmenes de agua cada día. Por este motivo, es una prioridad de la EAAAY atender y reparar las fugas reportadas de una manera eficiente evitando que las fugas visibles se presenten por periodos de tiempo prolongado.

Descripción del Problema

La EAAAY se encarga de realizar principalmente labores de operación, reparación y mantenimiento de las redes de acueducto, y estas actividades ocupan casi la totalidad del tiempo laboral dedicado. La falta de automatización en los procesos de la empresa aumenta los tiempos de trabajo y genera una serie de problemas como lo son los retrasos, errores humanos, aumento en la inexactitud de la información, y pérdida de información. El procedimiento para el registro y reparación de fugas reportadas por los usuarios se realiza de forma manual y dificulta la articulación de dicha información con los demás sistemas de la empresa.

El personal con el que cuenta la EAAAY para la atención y reparación de fugas es limitado, y así mismo el personal administrativo encargado del procesamiento de esta información en oficina no tiene exclusividad para dedicar a la digitalización de esta información. Al no ser esta la única actividad que realiza la Empresa y los profesionales de la unidad de acueducto, es común observar situaciones en las que se deben suspender estas actividades para enfrentarse a otras con mayor prioridad y urgencia.

A partir de esta situación, surge la problemática de retrasos en los procesos tanto de reparación de fugas, como del análisis y cálculo de volumen de pérdidas a partir de la información reportada en campo durante la reparación.

Para dar agilidad a los procesos administrativos es importante identificar que los actores involucrados en este proceso (stakeholders) van desde el usuario que realiza la llamada para informar sobre la presencia de una fuga, el personal que recibe el reporte y lo registra en el sistema y los trabajadores que realizan la reparación de la fuga. El uso de tecnologías en estas actividades propiciaría la estandarización de procesos que a su

vez permite la articulación de la información para la oportuna y eficaz respuesta a las necesidades de la empresa.

La principal restricción del uso de tecnologías en el presente proyecto consiste en la inversión económica que significa dotar a los operarios de la unidad de acueducto con equipos telefónicos con GPS, cámara y acceso a internet para hacer uso óptimo de la aplicación mediante la cual se hará el reporte de fugas. Adicionalmente, será necesario realizar constantes capacitaciones que les permitan aprender el correcto funcionamiento de la aplicación y el equipo y las actualizaciones que vengan con este. Esta inversión tendría que ser financiada por la EAAAY como sponsor a cambio de la optimización de procesos y la reducción de tiempos que un técnico administrativo dedicaría a esta actividad.

Planteamiento del Problema

Las empresas prestadoras del servicio de acueducto deben cumplir con una serie de indicadores que les permiten evaluar su desempeño como empresa. El Índice de Agua No Contabilizada permite evaluar el porcentaje de pérdidas que tiene el sistema, para la EAAAY el control de las pérdidas por fugas representa el mayor reto ya que es donde se estima se encuentra más del 70% de volumen de pérdidas.

El número de operarios dispuestos para la atención y reparación de fugas es limitado, y sumado a esto, los profesionales de los procesos administrativos se encargan de múltiples labores que no les permiten enfocar su dedicación al análisis y procesamiento de datos obtenidos de la reparación de fugas.

¿Cómo se puede aumentar el rendimiento de los trabajadores y optimizar los procesos administrativos de la Unidad de Acueducto para disminuir los tiempos de reparación de fugas y así impactar positivamente el IANC?

Justificación

En la actualidad, las aplicaciones informáticas son una herramienta fundamental en las empresas ya que permiten el manejo de gran cantidad de datos. Este componente no es una obligación, pero quienes lo implementan logran una ventaja competitiva inteligente que permite optimizar los procesos administrativos y facilitar la toma de decisiones.

La metodología de trabajo actual de la EAAAY no es la ideal bajo la que una empresa de tal magnitud debería funcionar. Para que el sistema de acueducto de Yopal sea eficiente y óptimo requiere de una adecuada planeación que le permita a la empresa anticiparse a las situaciones de emergencia y enfocarse en un plan de desarrollo a futuro en lugar de atender situaciones de reparación de emergencias. Para agilizar los procesos de reparación y mantenimiento y dedicar atención a las labores de planeación futura, es necesario implementar procesamiento de información digital y tecnológica que disminuya los tiempos de trabajo de los operarios.

El reporte de fugas en la empresa de acueducto de Yopal se realiza de manera manual y no automatizada por lo cual aún se dedican esfuerzos a la transcripción de datos de formularios escritos exponiéndose a mayores tiempos de trabajo, errores humanos de digitación, y reprocesos. Es necesario invertir en tecnología que permita a la empresa realizar de manera automática e inmediata el procesamiento y análisis de datos con el fin de poder articular actividades y agilizar los tiempos de trabajo.

La utilización de aplicaciones y softwares para recolección de datos en campo es una estrategia de trabajo que además de facilitar el registro de información permite

brindar información más detallada y precisa que se pueda exportar a los equipos de la empresa y analizar de manera automática.

Para la EAAAY sería ideal implementar un sistema programado que, a partir de la fecha y hora de reporte y reparación de la fuga, calcule el tiempo en el que la fuga estuvo expuesta. Y así mismo, que a partir del diámetro y material de la tubería y la forma de la rotura de la fuga estime el volumen de pérdidas debido a la agilidad de reparación de fugas reportadas.

El proyecto “Estudio de viabilidad del uso de tecnologías en la recolección de información para mejorar la eficiencia en el reporte y reparación de fugas del acueducto de Yopal.” proporcionará un primer diagnóstico sobre la importancia de fortalecer el uso de tecnologías en los procesos técnicos y administrativos, y el impacto que esto genera en la eficiencia y efectividad de las labores de la empresa. Este proyecto tiene la finalidad de determinar la viabilidad de implementar sistemas tecnológicos mediante el uso de una aplicación que envíe la información en tiempo real a un Excel programado para procesar y analizar los resultados. Esto considerando los costos y gastos en los que se incurriría para la ejecución del proyecto y los beneficios económicos y sociales que se obtendrán a partir del impacto del proyecto. Más allá de reducir los tiempos de reparación de fugas y las pérdidas de agua, este proyecto pretende impulsar a la empresa a implementar tecnologías y aplicación informática en el resto de sus procesos con el fin de automatizar y optimizar tiempos y recursos.

Los beneficiarios directos serán la Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Yopal, los empleados de la empresa y la población del Municipio de Yopal, ya que el impacto en la reducción de pérdidas de agua es un beneficio para la comunidad en general.

Limitaciones del estudio

Las limitaciones de este estudio se deben principalmente al acceso a la información de una empresa tan grande como lo es la Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Yopal. Al tratarse de una empresa de servicios públicos, es posible adquirir ciertos datos de investigación ya que el proyecto aplicado puede brindar beneficios informativos que la empresa puede usar a su favor. Algunas de las limitaciones del proyecto son las siguientes:

Limitaciones de tiempo: El periodo de tiempo en el que se aplicará el proyecto corresponde a una semana en la que se hará uso de la aplicación para la reparación de fugas con el fin de obtener una muestra del número de fugas que se reparan en ese periodo de tiempo, y la facilidad de uso de la aplicación.

Limitaciones espacio o territorio: El proyecto se aplicará únicamente en la ciudad de Yopal, en el área urbana abastecida por el sistema de acueducto de la EAAAY

Limitaciones de recursos: El proyecto tiene como limitante la disponibilidad de recursos financieros para la adquisición y dotación de equipos celulares y planes de internet para el acceso a la aplicación que deberán utilizar los fontaneros y operarios.

Limitaciones de información: El estudio no pretende alterar ni cambiar los procesos de la empresa de forma drástica exponiéndola a riesgos, por lo cual se espera aplicarlo de manera paulatina. Uno de los limitantes es el acceso a información privada como los datos extraídos de la reparación de fugas.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el impacto de implementar una aplicación tecnológica para la recolección y procesamiento de información asociada al reporte y reparación de fugas del sistema de acueducto de Yopal.

Objetivos específicos

- 1.- Analizar los tiempos de respuesta ante el reporte y reparación de fugas y el impacto de estos tiempos en el porcentaje de pérdidas físicas de la empresa.
- 2.- Mejorar los formularios de recolección de datos que maneja actualmente la unidad de acueducto de la EAAAY para optimizar el contenido y la información que los fontaneros deben entregar.
- 3.- Digitalizar la propuesta de formulario para el reporte y reparación de fugas por medio de una aplicación o software tecnológico que permita a los operarios registrar la información de manera automática.
- 4.- Implementar ayudas audiovisuales que faciliten el entendimiento del formulario y de la información solicitada a los fontaneros y operarios de la empresa.
- 5.- Analizar la viabilidad económica de dotar a los operarios de las cuadrillas de fontaneros de la unidad de acueducto con celulares inteligentes desde los cuales puedan reportar la reparación de fugas en tiempo real.

Marco Teórico

Uno de los grandes retos para las empresas de Acueducto de los diferentes municipios de Colombia consiste en el control y la reducción de pérdidas de agua, no sólo por el desperdicio del recurso hídrico, sino por el impacto económico que representa para la empresa la producción de agua potable que se pierde en las redes.

Según la Guía para la reducción de pérdidas de agua (2011), la enorme cantidad de agua perdida por fugas en las redes de distribución urbana de agua es uno de los elementos que complica la situación de suministro de agua, especialmente en los países en desarrollo y en transición. En los sistemas con bajas presiones, las campañas de reparación de fugas deben ir enfocadas a las fugas visibles o reportadas y no a las fugas no visibles.

Para abarcar el proyecto se iniciará definiendo el concepto de fugas visibles, el cual corresponde a las fugas superficiales que se pueden detectar directamente por los sentidos desde la superficie, ya sea en andenes, calzadas, acometidas, o como infiltraciones, manchas de humedad y hundimientos.

Las pérdidas de distintos tipos (agujeros, rajaduras longitudinales y circunferenciales, uniones que fugan, etc.) en los tubos de la red de distribución son el factor principal de las pérdidas reales. (Guía para la reducción de las pérdidas de agua, 2021).

Por este motivo, para una empresa de Acueducto como la EAAAY es importante conocer el volumen de agua estimado que se pierde en fugas. Actualmente la Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Yopal realiza la estimación de volúmenes de pérdidas técnicas a partir del cálculo de caudal de las fugas reportadas y los tiempos de

reparación de las mismas desde la hora en la que se registra la llamada del usuario. Este procedimiento se realiza a partir de una serie de datos específicos como lo son el tipo de tubería, material, forma de la rotura y diámetro de salida de la fuga. Sin embargo, la recolección de esta información por medio de formatos físicos no sólo retrasa los tiempos del proceso, sino que lo expone a un porcentaje de incertidumbre mucho mayor.

Antecedentes Investigativos

El Índice de Agua No Contabilizada es uno de los principales parámetros de eficiencia de las empresas prestadoras del servicio de agua potable. En Colombia, las entidades reguladoras han establecido como porcentaje aceptable un 30% de IANC, sin embargo, el Banco Mundial (2013) estimó que el 45% del agua producida en América Latina es agua no facturada.

La Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Yopal ha presentado variaciones en el IANC de entre 40% y 50% calculado desde 2017 hasta 2020. Este porcentaje representa un alto volumen de pérdidas de agua y pérdidas económicas al tratarse de agua producida en la que se debió invertir tiempo, recursos energéticos e insumos químicos.

Marco Conceptual

Pérdidas físicas y pérdidas comerciales

Las pérdidas físicas corresponden al volumen de agua que se pierde como consecuencia de fallas en la infraestructura física instalada. Estas pérdidas representan un escape físico del sistema y corresponden en su mayoría a las fugas existentes en la red de distribución y acometidas del sistema.

Las pérdidas comerciales son aquellas en las que el agua alcanza su destino final, pero no es correctamente medida. (Tipos de Pérdidas, 2021). Esto debido a que existe submedición, fraudes y conexiones ilegales que representan una disminución de los ingresos por agua facturada y se convierte en pérdidas de la empresa.

¿Qué es EpiCollect?

La aplicación EPICOLLECT5 (What is Epicollect5, 2019) es una aplicación móvil y web para la recolección de datos, que permite la creación de formularios o cuestionarios de manera gratuita que almacenan la información que posteriormente puede ser descargada en formato Excel para su revisión y análisis. La implementación de esta aplicación en la unidad de acueducto de la EAAAY puede ser un primer acercamiento hacia la sistematización de procesos de la empresa.

Metodología de la Investigación

La metodología es la sección del documento en el que se describen los objetivos del experimento y los métodos por los cuales se espera lograr esos objetivos. Para realizar la presente investigación se ha decidido utilizar la metodología de investigación propuesta por Hernández Sampieri y otros autores en el libro Metodología de la Investigación. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Teniendo en cuenta que el proyecto busca resolver una problemática a través de la observación se trata de una investigación de tipo cuantitativo. Adicionalmente, se trata de un estudio descriptivo ya que se espera recoger información para medir y caracterizar el volumen de pérdidas por fugas reportadas en el sistema.

La investigación descriptiva, según Roberto Hernández (2017), busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, o cualquier otro fenómeno sometido a análisis. Se medirán las variables de tiempo en el análisis y procesamiento de datos desde la parte administrativa y técnica de la EAAAY y la calidad de la información recolectada.

La aplicación de este proyecto consistirá en la implementación de técnicas para la recolección de información digital en el reporte de fugas y en el proceso de reparación de las mismas. Para ello se hará uso de una aplicación tecnológica que permita el registro de información inmediata al sistema y la exportación de datos a una base de Excel que realice los cálculos y análisis de tiempos y volumen de pérdidas estimados en las fugas. Es necesario detallar y simplificar el formulario de recolección de datos de forma clara y precisa para que los operarios que hagan uso de él ahorren tiempo y brinden la información necesaria para el análisis de datos.

Finalmente, se implementarán encuestas para conocer los resultados de satisfacción de los empleados de la empresa e identificar si realmente hubo una mejora en los tiempos dedicados a la estimación de pérdidas reales por fugas visibles. A partir de estas encuestas se realizará un análisis de resultados y se podrá verificar la viabilidad del proyecto.

Población objeto del estudio

La población objeto o sujeto de estudio serán los operarios de la unidad de acueducto de la Dirección Técnica de la EAAAY. Actualmente, la unidad de acueducto está compuesta por el jefe de la unidad, un técnico de apoyo y tres cuadrillas con un total de diez obreros/fontaneros encargados de hacer las reparaciones en campo.

Muestra de la población para el proceso de indagación

Para determinar la muestra se hará a partir de la fórmula que se observa a continuación:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

n = Tamaño de Muestra

N = Tamaño de la Población

Z = Nivel de Confianza (NC)

e = Error de estimación

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado

q = (1-P) probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

El nivel de confianza (NC) se toma de la siguiente tabla:

Tabla 1. Valor de variable Z de acuerdo al nivel de confianza

Nivel de confianza	Z alfa
0,997	3
0,99	2,58
0,98	2,33
0,96	2,05
0,95	1,96
0,9	1,645
0,8	1,28
0,5	0,674

$$n = \frac{10 \times 1.645^2 \times 95\% \times 5\%}{10\%^2 \times (10 - 1) + 1.645^2 \times 95\% \times 5\%} = 5.88$$

De acuerdo con los resultados la muestra es de 5.88. Se tomará como muestra 6 operarios de la unidad de acueducto para evaluar los resultados y el impacto de la aplicación tecnológica en la optimización de los procesos administrativos.

VARIABLES SUSCEPTIBLES DE MEDICIÓN

Las variables que se medirán con las encuestas son: tiempo de reparación, facilidad de uso de la aplicación, agilidad en el análisis de datos.

HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

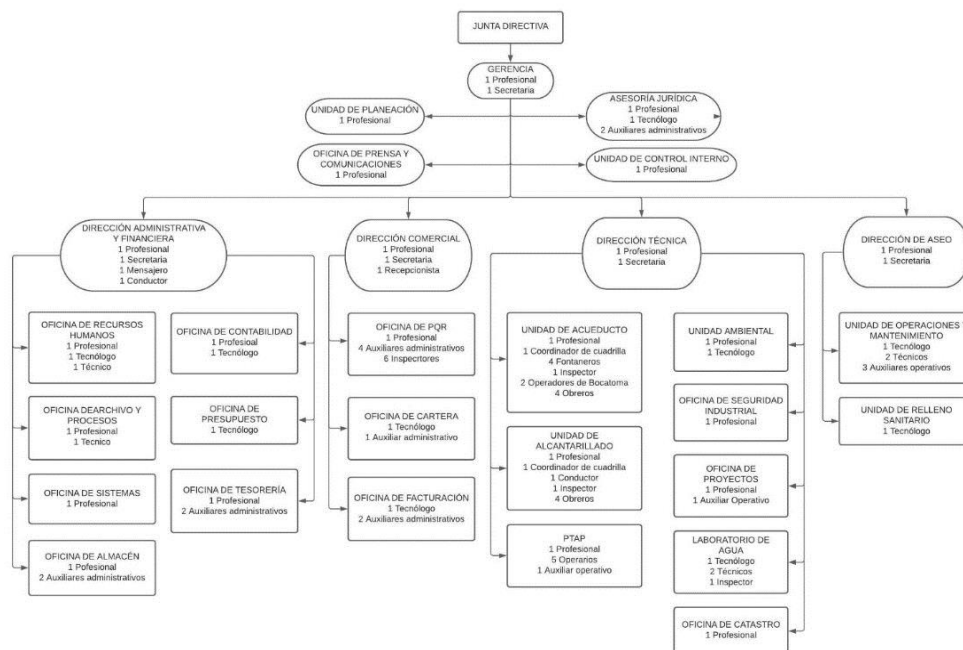
Se hará una encuesta a los operarios que hicieron uso de la aplicación desde sus celulares para el reporte y reparación de fugas. A partir de estas encuestas se espera obtener retroalimentación de la población directamente beneficiada sobre el impacto de la estrategia en los procesos de la empresa.

Desarrollo del proyecto aplicado

Diagnóstico

La Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Yopal está compuesta por cuatro direcciones dentro de las cuáles se encuentra la Dirección Técnica, la cual realiza todos los procesos técnicos de fondo relacionados con el servicio de acueducto y alcantarillado. (Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Yopal E.I.C.E - E.S.P.) Esta dirección comprende todo lo relacionado con los componentes eléctrico, ambiental, seguridad industrial, catastro, entre otros.

Figura 1. Organigrama EAAAY



Fuente: EAAAY

El enfoque principal de este proyecto es la Unidad de Acueducto, la cual está compuesta por 1 profesional, 1 coordinador de cuadrilla, 4 fontaneros, 1 inspector, 2 operadores de bocatoma y 4 obreros, para un total de 13 empleados directos de esta unidad. De estos 13 empleados, 12 de ellos realizan labores de trabajo técnico en campo y sólo el profesional de oficina se encarga del análisis de resultados y procesamiento de datos.

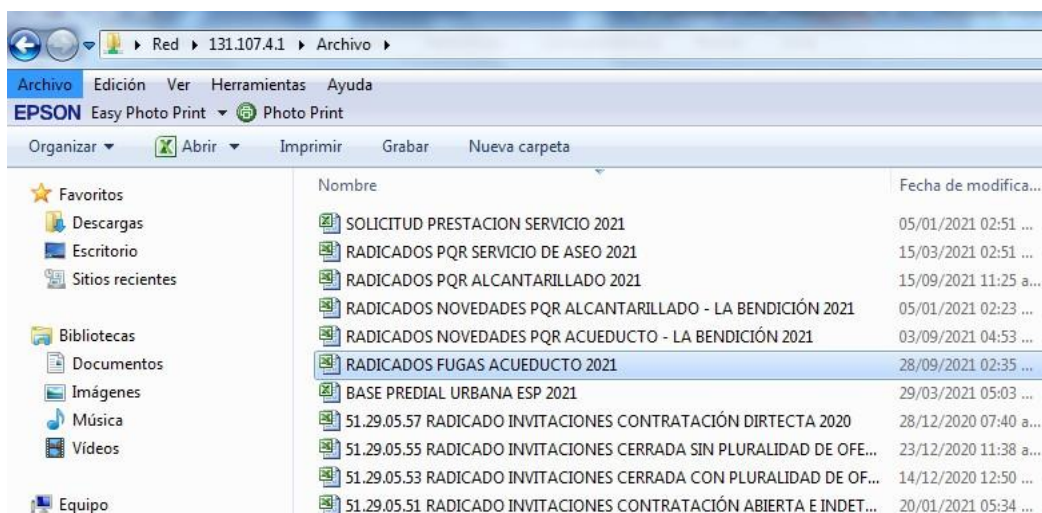
Las labores del profesional designado como jefe de la unidad de acueducto son variadas, y van desde coordinar el trabajo de los obreros y fontaneros, atender a los llamados de emergencias de la ciudadanía, asistir a reuniones mesas de trabajo y capacitaciones, responder ante las autoridades que realizan seguimiento y control, presentar informes y resultados detallados y responder como líder de los procesos de la unidad.

Para iniciar con el desarrollo del proyecto fue necesario primero identificar el diagnóstico del estado actual bajo el cual trabaja la Dirección Técnica de la Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Yopal en el tema de mantenimiento y reparación de redes por la presencia de fugas. Para ello, se le solicitó a la unidad de acueducto los formatos actuales en los cuales se realiza el reporte de las fugas y el formato en físico que diligencian los operarios tras la reparación de las fugas.

FORMATO ACTUAL PARA EL REPORTE DE FUGAS:

El formato actual de reporte de fugas se trata de un documento Excel al que tiene acceso todo el personal de la EAAAY y en donde es posible registrar la presencia de fugas que los usuarios notifican por medio de llamadas.

Figura 2. Ubicación Excel para el registro de fugas



Este Excel posee un número de radicado para cada fuga y en él se registra la fecha y hora del reporte, el nombre y teléfono del usuario que hace la llamada, la dirección y sector hidráulico donde se encuentra la fuga, la descripción de la misma y por último el nombre del funcionario de la empresa que realiza el radicado.

Tabla 2. Excel reporte radicado de fugas

RAD.	FECHA Y HORA DE REPORTE	USUARIO	DIRECCIÓN DE LA PQR	SECTOR HIDRAULICO	CELULAR	DESCRIPCIÓN PQR	FUNCIONARIO QUE REPORTA
1036	04/08/2021 15:53	INGRID RODRIGUEZ	K-1B-N-60B-14	10	3,115E+09	FUGA BORDE DE ANDEN EN LA ZONA VERDE	ANDRES GRANADOS
1064	09/08/2021 11:01	BEATRIZ HERNANDEZ NOGUERA	K-2A OESTE-N-59-21		3,509E+09	FUGA EN EL ANDEN	SANTIAGO MORENO
1131			MZ-H- LOTE-12 CASA SAN MARCOS				
1168	27/08/2021 11:00	WILMAR JIMENEZ	K-7 OESTE-N-62A-12	VILLA NARIÑO	3,208E+09	FUGA CERCA AL MEDIDOR	INES DIAZ
822	30/06/2021 10:40	RUBEN GUSTAVO RODRIGUEZ	C-36-N-23-52 DIRECCIÓN CORRECTA C-33-N-23-52	OASIS	3,112E+09	FUGA ATRÁS DEL MEDIDOR EN LA ACOMETIDA	ALEXANDER PAEZ
823	44378,48611	LUIS JAIVER SEPULVEDA SALANUEVA	MZ-84 CASA-22	10	3,204E+09	FUGA EN EL ANDEN / CALLE	VIVIAN PEREZ
825	02/07/2021 07:55	OSWALDO PARRA ROJAS	K-17BIS-N-27-33	SAN PEDRO	3,233E+09	FUGA EN EL ANDEN / CALLE	VIVIAN PEREZ
824	02/07/2021 07:15	MARCOS RIVERA	K-19-N-32-68	20 DE JULIO	3,144E+09	FUGA DE AGUA POR ROBO DE MEDIDOR	INES DIAZ
827	44379,63542	DARNELLY DAZA	K-23A-N-35-53		3,124E+09	FUGA ANTES DEL MEDIDOR	DIANA CHAPARRO
826	02/07/2021 10:45	PABLO EMILIO GIRALDO VILLADA	T-15-N-37A-20	LOS NARANJOS	3,112E+09	FUGA EN EL ANDEN / CALLE	VIVIAN PEREZ

Fuente: EAAAY

Este mismo formato es llenado también con información sobre el estado de la fuga para diferenciar aquellas que ya han sido reparadas de aquellas que aún están pendientes, y toda la información correspondiente a la fecha y hora de reparación y los materiales que fueron utilizados en el procedimiento.

Tabla 3. Excel reporte reparación de fugas

RAD.	ESTADO	FECHA	HORA	MATERIALES	OBSERVACIONES	TIEMPO DE REPARACIÓN (HORAS)
1036	TERMINADO	30/08/2021	14:00	1 unión PEAD de 1/2", 1 metro tubería PEAD de 1/2", 1 adaptador macho PEAD de 1/2"	SOLUCIONADA	622,12
1064	TERMINADO	30/08/2021	14:15	N/A		507,23
1131	TERMINADO	20/08/2021	07:00	3 uniones PVC de 2 1/2", 1 tee PVC de 2 1/2", 1.5 metros tubería PVC de 2 1/2"		
1168	TERMINADO	31/08/2021	13:00	1 unión PEAD de 1/2", 50 cm tubería PEAD de 1/2", 1 adaptador macho PEAD de 1/2"	SOLUCIONADO	98
822	TERMINADO	01/07/2021	13:20	3 Uniones de PEAD de 1/2, 2 Metros de tubería de PEAD de 1/2, i adaptador macho de PVC de 1/2, 1 adaptador hembra de PEAD de 1/2, teflón 1/8, limpiado 1/8, pegante 1/8	SOLUCIONADO	26,67
823	TERMINADO	05/07/2021	17:00	N/A	SOLUCIONADO	101,33
825	TERMINADO	06/07/2021	10:30		realizaron corte en el andén para verificar fuga , queda pendiente la maquina la cortadora para continuar	98,58
824	TERMINADO	06/07/2021	12:10		ya había sido reparada	100,92
827	TERMINADO	07/06/2021	10:30		el registro se encuentra dañado, el usuario manifiesta conseguirlo y avisaba para el cambio del mismo	-604,75
826	TERMINADO	13/07/2021	07:00	fuga ya fue reparada	SOLUCIONADO	260,25
43	TERMINADO	04/01/2021	07:00	N/A	SOLUCIONADO	0


Fuente: EAAAY

Como se observa en la Tabla 2 y Tabla 3, la metodología actual para el registro de información sobre el reporte y reparación de fugas tiene un sistema poco práctico y expuesto a errores de digitación humana que afectan el rendimiento de los procesos y generan retrasos y mayores porcentajes de incertidumbre en los resultados.

FORMATO ACTUAL PARA LA REPARACIÓN DE FUGAS

El formato actual de reparación de fugas se trata de una hoja impresa en la cual los operadores llenan los campos de información correspondientes a las causas de la fuga, materiales y equipos utilizados en la instalación y una descripción del trabajo de reparación.

Tabla 4. Formato físico para la reparación de fugas en campo

		OPERACIONES Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO		Tipo de Documento																
		Fecha de Elaboración 2008-09-15	Fecha Última Modificación 2017-02-16	Formato	Código 51.03.03.01	Versión 04														
<table border="1"> <tr><td>DD</td><td>MM</td><td>AA</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>		DD	MM	AA				<table border="1"> <tr><th colspan="2">HORA INICIO</th></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><th colspan="2">HORA TERMINACION</th></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>		HORA INICIO				HORA TERMINACION				DIRECCION _____		No. _____
DD	MM	AA																		
HORA INICIO																				
HORA TERMINACION																				
		DISPONIBILIDAD FIN DE SEMANA SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		FUENTE DE ABASTECIMIENTO SUPERFICIAL <input type="checkbox"/> SUBTERRANEA <input type="checkbox"/>																
1. CONTENIDO																				
MOTIVO DE LA OPERACIÓN		OPERARIOS (NOMBRE Y APELLIDO)																		
TAPONAMIENTO DE LA ACOMETIDA DOMICILIARIA	1A <input type="checkbox"/> 5C <input type="checkbox"/>	1																		
FUGA EN LA ACOMETIDA DOMICILIARIA Y COLLARIN	1B <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/>	2																		
CONSTRUCCION O REHABILITACION DE NUEVAS REDES DE ACUEDUCTO	1C <input type="checkbox"/> 6A <input type="checkbox"/>	3																		
CONSTRUCCION O REPARACION DE NUEVAS ACOMETIDAS DE ACUEDUCTO	1D <input type="checkbox"/> 7A <input type="checkbox"/>	4																		
ROTURA - REDES PRINCIPALES Y SECUNDARIAS	1E <input type="checkbox"/> 7B <input type="checkbox"/>	5																		
REPARACION DE ANDES Y VIAS INTERVENIDAS	1F <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/>	6																		
RENOVACION O INSTALACION DE HIDRANTES	2 <input type="checkbox"/> 8A <input type="checkbox"/>	7																		
RENOVACION DE VALVULAS	3 <input type="checkbox"/> 9A <input type="checkbox"/>	8																		
MANTENIMIENTO Y ENGRACE DE GUAYAS DE PASOS ELEVADOS	3A <input type="checkbox"/> 9B <input type="checkbox"/>	9																		
REPARCHEO - PAVIMENTO RIGIDO O FLEXIBLE	3B <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/>	10																		
APOYO A OTRAS UNIDADES	4A <input type="checkbox"/> 11 <input type="checkbox"/>	11																		
LAVADO DE PLANTA	4B <input type="checkbox"/>	12																		
TRABAJO EN CAPTACIONES	5A <input type="checkbox"/>	PROFESIONAL ENCARGADO DE LA OPERACIÓN																		
INSTALACION DE NUEVOS ACCESORIOS	5B <input type="checkbox"/>																			
MATERIALES EMPLEADOS																				
MATERIALES		DIAMETRO	CANTIDAD	EQUIPOS																
UNION (PEAD) <input type="checkbox"/>	(PVC) <input type="checkbox"/>	(HD) <input type="checkbox"/>		KJ 3000	MARQUE CON X															
TEE (PEAD) <input type="checkbox"/>	(PVC) <input type="checkbox"/>	(HD) <input type="checkbox"/>		CORTADORA																
TUBERIA (PEAD) <input type="checkbox"/>	(PVC) <input type="checkbox"/>			RANA																
COLLAR DE DERIVACION (PEAD) <input type="checkbox"/>	(PVC) <input type="checkbox"/>			PLANTA																
VALVULA EXTREMILISO <input type="checkbox"/>	(UM) <input type="checkbox"/>			PULIDORA																
ADAPTADOR MACHO (PEAD) <input type="checkbox"/>	(PVC) <input type="checkbox"/>			NAVITRAK																
ADAPTADOR HEMBRA (PEAD) <input type="checkbox"/>	(PVC) <input type="checkbox"/>			SEENAKE																
TAPON (LISO) <input type="checkbox"/>	(ROSCADO) <input type="checkbox"/>			DETECTOR DE METALES																
TAPA PARA VALVULA <input type="checkbox"/>				BARRA																
VENTOSA <input type="checkbox"/>																				
HIDRANTE <input type="checkbox"/>																				
TEFLON <input type="checkbox"/>		ROLLO																		
ARENA <input type="checkbox"/>		BULTO																		
GRAVILLA <input type="checkbox"/>		BULTO																		
CEMENTO <input type="checkbox"/>		BULTO																		
LADRILLO <input type="checkbox"/>		UND																		
LIMPIADO 1/8 <input type="checkbox"/>	1/4 <input type="checkbox"/>	1/2 <input type="checkbox"/>	UND																	
PEGANTE 1/8 <input type="checkbox"/>	1/4 <input type="checkbox"/>	1/2 <input type="checkbox"/>	UND																	
				DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN																
				VALLA INSTITUCIONAL EAAAY	MARQUE CON X															
				VALLA PREV TRABAJOS EN LA VIA																
				VALLA PREV MAQUINARIA EN LA VIA																
				VALLA VIA CERRADA																
				VALLA DESVIO																
				VALLA INF APROX. OBRA EN LA VIA																
				CONOS																
				CINTA DE SEÑALIZACION																
CIENTA DE CORRO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		CAUSAS DE LA FUGA																		
<table border="1"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																				
<table border="1"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																				
<table border="1"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																				
<table border="1"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																				
<table border="1"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																				
<table border="1"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																				
<table border="1"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																				
<table border="1"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																				
<table border="1"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																				
HORAS EXTRA : SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> TOTAL HORAS <input type="text"/>		REPARCHEO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>																		
TECNICO OPERARIO E.A.A.Y.			CORDINADOR CUADRILLA E.A.A.Y.																	
NOMBRE USUARIO DEL SECTOR		CELULAR DEL USUARIO		Vo.Bo PROFESIONAL E.A.A.Y.																

Fuente: EAAAY

A pesar del nivel de detalle que tiene este formato, el profesional de la Unidad de Acueducto manifiesta que algunos de los operarios no llenan todos los campos del formato por desconocimiento de la información lo cual genera reprocesos para el personal que se encarga de la parte administrativa.

Adicionalmente, el uso de formatos en físico que posteriormente deben ser digitalizados por un empleado de la empresa es un procedimiento que se podría evitar con la implementación de sistemas de información y uso de herramientas tecnológicas. Esto no solo beneficiaría en el rendimiento de las labores, sino que reduciría los errores por pérdida de información y daño de los formatos en físico.

Indicadores de desempeño

De acuerdo con el informe de avance en indicadores de gestión del cuarto trimestre de 2020 de la EAAAY, el Índice de Agua No Contabilizada para finales del año aumentó a un 53,14%, generando incumplimiento a la meta propuesta de disminución y sin evidenciar acercamiento a la meta final de un IANC de 33% para el año 2024. (Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Yopal, 2020). De acuerdo con esta información, es posible estimar que el porcentaje de agua no facturada de la empresa para el año 2020 fue de alrededor de 50% del volumen total suministrado al sistema y que para el año 2021 es necesario implementar alternativas y proyectos que permitan impactar el indicador y garantizar la disminución del porcentaje de pérdidas de agua.

Alternativa de solución

EPICOLLECT

La aplicación EPICOLLECT 5 puede ser implementada en la Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Yopal para el reporte de información de reparación de fugas ya que permite crear formularios digitales de manera gratuita y con más facilidades de las que puede tener un formulario físico.

Las ventajas de usar esta aplicación para el reporte y reparación de fugas son:

- Facilidad de acceso
- Ubicación por GRP coordenadas del celular
- Fecha y hora de reporte automática
- Posibilidad de adjuntar fotos y videos
- Facilidad de reporte
- Permite exportar datos a Excel

Figura 3. App Epicollect5



Desarrollo

Tomando como referencia el formulario físico actual que llenan los operarios de la Unidad de Acueducto, fue posible adaptar el cuestionario en la Aplicación EpiCollect5 para darle la funcionalidad esperada. Debido a que el reporte y la reparación son dos procesos diferentes, fue necesario crear un formulario para cada uno, pero que estén coordinados de forma dependiente como un ChildForm. Es decir, para cada entrada de reporte, será posible llenar una entrada de reparación.

Proyecto reporte de fugas

A continuación, se presenta el proyecto visto desde la aplicación web desde donde se puede realizar cambios y actualizar el formulario con el rol de creador.

Figura 4. Propuesta reporte de fugas en Epicollect5



REPORTE

El reporte de fugas por parte de los usuarios a la EAAAY se realiza por medio telefónico por los canales de comunicación de la empresa. La persona encargada de atender estas llamadas transmite el reporte a la Dirección Técnica a la Unidad de Acueducto o realiza el reporte directamente en el Excel de radicados al que toda la empresa tiene acceso. La propuesta pretende omitir el Excel ya que se presta para información desorganizada e incompleta, y reemplazarlo por la aplicación.

Las preguntas que se incluyeron en el formulario de reporte son las siguientes:

- Día en que fue reportada la fuga
- Hora a la que fue reportada la fuga
- ¿En qué dirección fue reportada la fuga?
- Teléfono de contacto del usuario que reportó la fuga
- Registro fotográfico de la fuga (si lo hay)

REPARACIÓN

Una vez se completa el formulario de reporte, éste se observa como una entrada de las respuestas del formulario. Cada una de estas respuestas tendrá la posibilidad de añadir una entrada de reparación.

Las preguntas que se incluyeron en el formulario de reparación son las siguientes:

- Fecha de la reparación
- Hora de inicio de reparación
- Ubicación de la fuga
- Registro en video de la fuga (opcional)
- Hora final de reparación de la fuga
- ¿Dónde se encontró la fuga?
- Posición de la fuga
- ¿Cuál fue la causa de la fuga?
- Forma de la fuga
- Registro de la fuga reparada (Foto)
- ¿Qué materiales se utilizaron en la reparación?
- ¿Qué equipos se utilizaron?

Cada una de estas preguntas está guiada a la consecución de información relevante que posteriormente podrá ser utilizada en el análisis del volumen de pérdidas por la fuga, inventario y cobro de materiales utilizados en la reparación, identificación de los sectores más problemáticos, tiempos de reparación y suspensión del servicio, entre otros.

Esta alternativa ofrece ayuda audiovisual para seleccionar la opción de “forma de la fuga” para facilitar el reporte de la información solicitada a los fontaneros. Mediante esta (Figura 5), es posible seleccionar el modo de fallo de la tubería para relacionar el área del orificio mediante el cual sale el volumen de pérdida. Adicionalmente, seleccionar el tipo de rotura permite determinar las causas y entender la relación que

existe entre el modo de fallo y los elementos del sistema. (Martínez Codina, Gómez, & de la Fuente, 2018)

Figura 5. Tipos de roturas en tuberías



Fuente: (Ruiz, 2019)

Figura 6. Modos de fallo en tuberías



Fuente: Federación de Municipios Canadienses y Consejo Nacional de Investigación

La facilidad que ofrece esta herramienta, es que al ser utilizada en tiempo real campos como la fecha y hora de reparación se auto rellenan por defecto con el día y la hora actual, y la ubicación de la fuga puede ser introducida manualmente con la dirección o se puede utilizar el GPS del celular para actualizar las coordenadas actuales de manera automática. Esto quiere decir que el uso de tecnologías no sólo facilita la exportación de los datos para su análisis, sino que simplifica el proceso de llenado de datos de los operarios en campo.

Capacitación del personal

Posteriormente, tras proponer los formularios de reporte y reparación de fugas, se procede a realizar la capacitación del personal de la unidad de Acueducto para hacer uso de los equipos telefónicos con acceso a internet para el reporte de datos en tiempo real.

Para llevar a cabo la capacitación del personal se llevaron a cabo dos jornadas ya que fue necesario empezar por los profesionales y técnicos de la unidad y luego con los fontaneros y obreros. La primera jornada fue una charla directa con quienes se encargan diariamente del manejo administrativo de esta información, es decir, los profesionales de oficina que realizan el procesamiento manual de los reportes y reparaciones de fugas.

Figura 7. Capacitación profesional unidad de Acueducto EAAAY

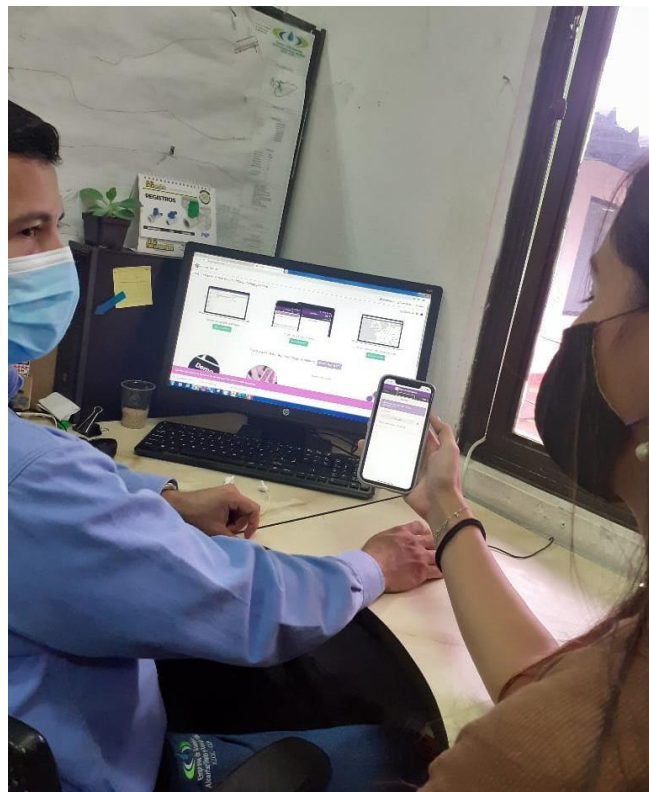


Figura 8. Capacitación técnico unidad de Acueducto EAAAY



La segunda jornada consistió en una explicación más detallada del uso de la herramienta, dirigida a los fontaneros y obreros que realizan el proceso de reparación en campo y que son quienes harán principal uso de esta herramienta. Para esta segunda capacitación se utilizó una presentación en powerpoint para dar instrucciones más detalladas del uso de la herramienta, de forma que cuando los trabajadores requieran asesoría puedan volver a consultar la información.

Figura 9. Presentación capacitación operarios de la unidad de Acueducto de la EAAAY



Figura 10. Capacitación fontaneros unidad de acueducto



Implementación de la propuesta

Posteriormente, la aplicación del proyecto concluyó con la implementación de los formularios creados con la App Epicollect 5 en tiempo real. Se realizó acompañamiento en campo al personal de la unidad de acueducto en las jornadas de reparación de fugas para asegurarse del buen uso y manejo de esta herramienta desde los equipos de celulares y para recolectar los datos que serán analizados posteriormente.

A partir de esta jornada se identificó que al utilizar la facilidad de ubicación en tiempo real de acuerdo a las coordenadas de GPS del equipo celular fue posible evidenciar como la app permite plasmar esta información en un mapa en donde se visualiza con claridad los puntos donde se presentaron las fugas, facilitando así el proceso de registro cartográfico de las fugas que la empresa realizaba de manera manual.

A partir de estas jornadas fue posible poner a prueba la funcionalidad de la aplicación y realizar correcciones de acuerdo con la retroalimentación de uso en campo

y de acuerdo a las necesidades que los operarios manifestaron durante la experiencia. Finalmente, la cantidad de información que se obtuvo a partir de los formularios en la App resulta más enriquecedora que la información que se recibía en los formatos físicos los cuales a veces no eran llenados en la totalidad de sus campos.

Procesamiento de datos

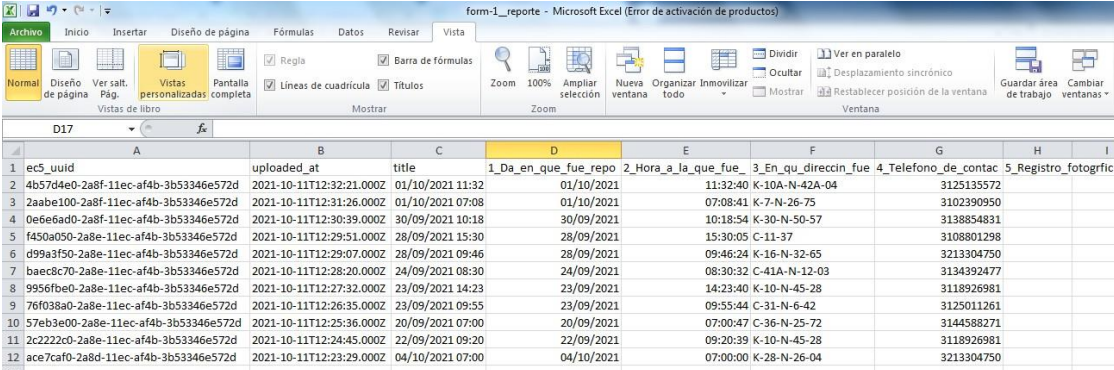
La App Epicollect permite la descarga de los datos de manera sencilla desde cualquier equipo de computador que tenga acceso al proyecto como propietario o colaborador. Las entradas de los formularios de reporte y reparación son descargadas en un archivo ZIP con formato CSV que puede ser exportado a Excel para el análisis de los datos.

Figura 11. Reportes CSV descargados de la APP

Nombre	Fecha de modifica...
 form-1_reporte	11/10/2021 02:37 ...
 form-2_reparacion	11/10/2021 02:37 ...

Al abrir cada uno de estos archivos y separar los datos por columnas se obtienen dos Excel para cada formulario con las respuestas organizadas como se muestra a continuación:

Figura 12. Datos del reporte en Excel



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ec5_uuid	uploaded_at	title	1_Da_en_que_fue_repo	2_Hora_a_la_que_fue	3_En_qu_direccin_fue	4_Telefono_de_contac	5_Registro_fotogrfic	
2	4b57d4e0-2a8f-11ec-af4b-3b53346e572d	2021-10-11T12:32:21.000Z	01/10/2021 11:32	01/10/2021	11:32:40	K-10A-N-42A-04		3125135572	
3	2aabe100-2a8f-11ec-af4b-3b53346e572d	2021-10-11T12:31:26.000Z	01/10/2021 07:08	01/10/2021	07:08:41	K-7-N-26-75		3102390950	
4	0e6e6ad0-2a8f-11ec-af4b-3b53346e572d	2021-10-11T12:30:39.000Z	30/09/2021 10:18	30/09/2021	10:18:54	K-30-N-50-57		3138854831	
5	f450a050-2a8e-11ec-af4b-3b53346e572d	2021-10-11T12:29:51.000Z	28/09/2021 15:30	28/09/2021	15:30:05	C-11-37		3108801298	
6	d99a3f50-2a8e-11ec-af4b-3b53346e572d	2021-10-11T12:29:07.000Z	28/09/2021 09:46	28/09/2021	09:46:24	K-16-N-32-65		3213304750	
7	baec8c70-2a8e-11ec-af4b-3b53346e572d	2021-10-11T12:28:20.000Z	24/09/2021 08:30	24/09/2021	08:30:32	C-41A-N-12-03		3134392477	
8	9956f8e0-2a8e-11ec-af4b-3b53346e572d	2021-10-11T12:27:32.000Z	23/09/2021 14:23	23/09/2021	14:23:40	K-10-N-45-28		3118926981	
9	76f038a0-2a8e-11ec-af4b-3b53346e572d	2021-10-11T12:26:35.000Z	23/09/2021 09:55	23/09/2021	09:55:44	C-31-N-6-42		3125011261	
10	57eb3e00-2a8e-11ec-af4b-3b53346e572d	2021-10-11T12:25:36.000Z	20/09/2021 07:00	20/09/2021	07:00:47	C-36-N-25-72		3144588271	
11	2c2222c0-2a8e-11ec-af4b-3b53346e572d	2021-10-11T12:24:45.000Z	22/09/2021 09:20	22/09/2021	09:20:39	K-10-N-45-28		3118926981	
12	ace7caf0-2a8d-11ec-af4b-3b53346e572d	2021-10-11T12:23:29.000Z	04/10/2021 07:00	04/10/2021	07:00:00	K-28-N-26-04		3213304750	

Figura 13. Datos de reparación en Excel

1	ec5_parent_uuid	title	6_Fecha_de_la_repara	7_Hora_de_inicio_de	lat_8_Ubicacin_de_la_fug	long_8_Ubicacin_de_la_fug	accuracy_8	UTM_North	UTM_Easting	8_Ubicacin_de_la_fug
2	4b57d4e0-2a8f-11ec-af4b-3b53346e572d		02/10/2021 13:30	13:30:54	533.775		-7.239.586	4	590609	788625
3	2aabe100-2a8f-11ec-af4b-3b53346e572d		01/10/2021 07:00	07:00:14	533.775		-7.239.586	4	590609	788625
4	0e6e6ad0-2a8f-11ec-af4b-3b53346e572d		04/10/2021 08:23	08:23:57	533.775		-7.239.586	4	590609	788625
5	f450a050-2a8e-11ec-af4b-3b53346e572d		04/10/2021 12:16	12:16:26	533.775		-7.239.586	4	590609	788625
6	d99a3f50-2a8e-11ec-af4b-3b53346e572d		29/09/2021 14:09	14:09:50	533.775		-7.239.586	4	590609	788625
7	baec8c70-2a8e-11ec-af4b-3b53346e572d		30/09/2021 10:07	10:07:45	533.775		-7.239.586	4	590609	788625
8	9956fbc0-2a8e-11ec-af4b-3b53346e572d		01/10/2021 12:03	12:03:34						
9	76f038a0-2a8e-11ec-af4b-3b53346e572d		30/09/2021 07:00	07:00:57	533.775		-7.239.586	4	590609	788625
10	57eb3e00-2a8e-11ec-af4b-3b53346e572d		20/09/2021 09:49	09:49:34	533.775		-7.239.586	4	590609	788625
11	2c2222c0-2a8e-11ec-af4b-3b53346e572d		01/10/2021 14:44	14:44:26	533.775		-7.239.586	4	590609	788625
12	ace7cfa0-2a8d-11ec-af4b-3b53346e572d		04/10/2021 15:40	15:40:40	533.775		-7.239.586	4	590609	788625
13										

Una vez se tienen los datos separados por columnas se puede empezar a seleccionar la información relevante y a organizarla de manera que se pueda establecer un Excel programado que realice el análisis de estos datos de forma ordenada. En la Figura 14 se pueden observar los resultados obtenidos ya filtrados y organizados a manera de análisis.

Figura 14. Resumen de datos descargados de la APP

REPORTE				REPARACIÓN								
RAD FUGA	FECHA DE REPORTE	DIRECCIÓN	TELÉFONO CONTACTO	FECHA REPARACIÓN	HORA INICIO	HORA FINAL REPARACIÓN	UBICACIÓN	POSICIÓN	CAUSA	FORMA	MATERIAL	DIÁMETRO
0001	01/10/2021 11:32	K-10A-N-42A-04	3125135572	02/10/2021 13:30	13:30:54	15:20:21	Acometida	Collar de derivación	Manipulación de terceros	En unión	PEAD	1/2"
0002	01/10/2021 07:08	K-7-N-26-75	3102390950	01/10/2021 07:00	07:00:14	07:40:53	Acometida	Tubería PF - Adaptador derivación	Material defectuoso	Longitudinal	PEAD	1/2"
0003	30/09/2021 10:18	K-30-N-50-57	3138854831	04/10/2021 08:23	08:23:57	11:00:27	Acometida	Collar de derivación	Instalación inadecuada	En unión	PEAD	1/2"
0004	28/09/2021 15:30	C-11-37	3108801298	04/10/2021 12:16	12:16:26	14:30:36	Acometida	Tubería PF - Adaptador derivación	Instalación inadecuada	En elemento	PEAD	1/2"
0005	28/09/2021 09:46	K-16-N-32-65	3213304750	29/09/2021 14:09	14:09:50	16:40:24	Acometida	Racor - adaptador - anterior	Raíces de árboles	En elemento	PEAD	1/2"
0006	24/09/2021 08:30	C-41A-N-12-03	3134392477	30/09/2021 10:07	10:07:45	14:01:18	Red distribución	Red matriz	Mal estado de la tubería	Poro	PEAD	1/2"
0007	23/09/2021 14:23	K-10-N-45-28	3118926981	01/10/2021 12:03	12:03:34	15:51:52	Red distribución	Red matriz	Error de construcción / obras	Longitudinal	PEAD	1/2"
0008	23/09/2021 09:55	C-31-N-6-42	3125011261	30/09/2021 07:00	07:00:57	09:02:00	Acometida	Tubería PF - Adaptador derivación	Manipulación de terceros	En elemento	PEAD	1/2"
0009	20/09/2021 07:00	C-36-N-25-72	3144588271	20/09/2021 09:49	09:49:34	11:30:49	Red distribución	Red matriz	Error de construcción / obras	Reventón	PEAD, PVC	1/2"
0010	22/09/2021 09:20	K-10-N-45-28	3118926981	01/10/2021 14:44	14:44:26	15:50:55	Acometida	Collar de derivación	Instalación inadecuada	En unión	PEAD	1/2"
0011	04/10/2021 07:00	K-28-N-26-04	3213304750	04/10/2021 15:40	15:40:40	15:06:00	Acometida	Collar de derivación	Instalación inadecuada	En elemento	PEAD	1/2"

Análisis de datos

La estimación de pérdidas reales por parte de la Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Yopal se realiza por medio del método del gotero del libro de Hidráulica de Tuberías de Juan Saldarriaga. Este método calcula el volumen de agua a partir de la forma y tamaño del orificio de fuga de la tubería. La ecuación que se utiliza es la siguiente. (Saldarriaga, 1998):

$$v = c \sqrt{2gh}$$

$$Q = 3.6 Ac \sqrt{2gh}$$

Dónde:

$$Q = \text{caudal en } \frac{l}{h}$$

$A = \text{área en } mm^2 (\text{área transversal del orificio})$

$c = \text{coeficiente de descarga } (0.5 \leq c \leq 0.7)$

$g = \text{aceleración de la gravedad } 9.81 \frac{m}{s^2}$

$h = \text{cabeza en m}$

Teniendo los datos de forma de la tubería y diámetro de la misma, la EAAAY hace un estimado del volumen de agua que se pierde por las fugas desde el momento en que es reportada hasta el momento en que es reparada. Es decir, durante la diferencia entre la fecha y hora de reporte y la fecha y hora de reparación.

El Excel final programado, permite que a partir de los datos suministrados en los formularios de Epicollect, se pueda generar un IF() para calcular el área de la fuga de acuerdo al tipo de rotura seleccionado y calcular el volumen de pérdida de acuerdo al tiempo de reparación de la fuga. Todo esto de manera instantánea sin necesidad de que un profesional deba realizar el procedimiento de análisis de datos de manera manual.

Adicionalmente, el reporte de los materiales utilizados permite hacer un estimativo del costo que se le deberá cobrar al usuario por la reparación de fugas presentadas en las acometidas, y llevar un control ordenado del inventario de almacén que maneja la EAAAY.

Impacto en Indicadores

El Índice de Agua No Contabilizada es un indicador de las empresas de acueducto que presenta el porcentaje de agua que entra al sistema y que no es facturada a los usuarios mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$IANC (\%) = \frac{V_{\text{suministrado al sistema}} - V_{\text{facturado}}}{V_{\text{suministrado al sistema}}} \times 100$$

Actualmente, la Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Yopal tiene un IANC promedio de 50%. En países en desarrollo, se estima que las pérdidas de agua se distribuyen en porcentajes de alrededor de 60% en pérdidas físicas y 40% en pérdidas comerciales (Kingdom, Liemberger, & Marin, 2006). Esto quiere decir, que el 30% de las pérdidas de agua se atribuyen a fugas en el sistema y el 20% se atribuye a consumos ilegales y conexiones fraudulentas.

Las pérdidas por fugas se pueden dividir en tres categorías, fugas visibles, fugas no visibles y fugas de fondo. Las fugas visibles son aquellas que afloran a la superficie y que se pueden observar a simple vista, las fugas no visibles son aquellas en las que la rotura se ubica hacia abajo y el agua no sube a la superficie, y las fugas de fondo son pequeños volúmenes que se pierden en uniones y detalles de los accesorios de tubería, estas siempre van a existir. De este tipo de fugas, las que representan mayor porcentaje de volumen corresponden a las fugas no visibles, pues se desconocen los tiempos y caudales a los que se pierde el agua, es decir que podríamos establecer que un 80% de las pérdidas por fugas se deben a las fugas no visibles, un 18% a las fugas visibles y un 2% a las fugas de fondo.

El presente proyecto impacta positivamente el IANC en la disminución de los tiempos administrativos y tiempos de reparación de fugas visibles, lo cual a su vez se traduce en una disminución en los volúmenes de pérdidas por el tiempo de exposición de la fuga antes de ser reparada. Si sólo un 18% del porcentaje de pérdidas se atribuya a fugas visibles, para el caso de la EAAAY correspondería a un 5,4% del total de agua que entra al sistema.

Finalmente, la disminución de los tiempos de reparación de fugas es un proceso que depende de diversos factores. La implementación de la App para la recolección de datos es una alternativa que facilita y agiliza procesos, pero variables como el transporte, la

disponibilidad de material y la disponibilidad de personal, entre otras, tienen un impacto mucho más representativo en los tiempos de reparación. Es decir, que de ese 5,4% de pérdidas correspondiente a las fugas visibles, se podría disminuir alrededor de un 15% por la eficiente utilización de la alternativa propuesta en este documento. Es decir, esta propuesta puede impactar positivamente el IANC con la disminución de un 0,81% anual.

Resultados

El resultado obtenido para los tiempos de reparación aplicados a la muestra realizada con la información de 11 fugas reportadas entre septiembre y octubre de 2021 es un promedio de 93 horas en la reparación de fuga, es decir, alrededor de 3.8 días.

Tabla 5. Resultados tiempos de reparación en horas

REPORTE		REPARACIÓN	
RAD FUGA	FECHA DE REPORTE	FECHA DE REPARACIÓN	TIEMPO DE REPARACIÓN (h)
1	01/10/2021 11:32	02/10/2021 13:30	25,97056
2	01/10/2021 07:08	01/10/2021 07:50	0,6925
3	30/09/2021 10:18	04/10/2021 08:23	94,08417
4	28/09/2021 15:30	04/10/2021 12:16	140,7725
5	28/09/2021 09:46	29/09/2021 14:09	28,39056
6	24/09/2021 08:30	30/09/2021 10:07	145,62028
7	23/09/2021 14:23	01/10/2021 12:03	189,665
8	23/09/2021 09:55	30/09/2021 07:00	165,08694
9	20/09/2021 07:00	20/09/2021 09:49	2,81306
10	22/09/2021 09:20	01/10/2021 14:44	221,39639
11	04/10/2021 07:00	04/10/2021 15:40	8,67778
promedio			93,0154

Adicionalmente, en la Tabla 6 se puede apreciar que la mayoría de las fugas reportadas se encuentran ubicadas en la acometida y no en la red de distribución y que la causa de las mismas es principalmente debida a errores en la instalación o

manipulación de terceros ya sea por procedimientos de instalación inadecuados o por materiales que no cumplen con la calidad requerida.

Tabla 6. Resultados ubicación y causa de las fugas

REPORTE						
RAD FUGA	UBICACIÓN	POSICIÓN	CAUSA	FORMA	MATERIAL	DIÁMETRO
1	Acometida	Collar de derivación	Manipulación de terceros	En unión	PEAD	1/2"
2	Acometida	Tubería PF - Adaptador derivación	Material defectuoso	Longitudinal	PEAD	1/2"
3	Acometida	Collar de derivación	Instalación inadecuada	En unión	PEAD	1/2"
4	Acometida	Tubería PF - Adaptador derivación	Instalación inadecuada	En elemento	PEAD	1/2"
5	Acometida	Racor - adaptador - anterior	Raíces de árboles	En elemento	PEAD	1/2"
6	Red distribución	Red matriz	Mal estado de la tubería	Poro	PEAD	1/2"
7	Red distribución	Red matriz	Error de construcción / obras	Longitudinal	PEAD	1/2"
8	Acometida	Tubería PF - Adaptador derivación	Manipulación de terceros	En elemento	PEAD	1/2"
9	Red distribución	Red matriz	Error de construcción / obras	Reventón	PEAD, PVC	1/2"
10	Acometida	Collar de derivación	Instalación inadecuada	En unión	PEAD	1/2"
11	Acometida	Collar de derivación	Instalación inadecuada	En elemento	PEAD	1/2"

Riesgos

Para evaluar la viabilidad de aplicación de este proyecto, es necesario realizar un análisis de los riesgos a los que se expone. Algunos de los riesgos que se pueden presentar en la aplicación de tecnologías para el reporte de información son los siguientes:

Identificación de riesgos

- Errores en la precisión del GPS de celular
- Errores humanos por el desconocimiento de tecnologías

- Pérdida o robo del equipo celular
- Errores de digitación
- Disponibilidad de red / internet

Análisis cualitativo y cuantitativo

De acuerdo a la probabilidad de ocurrencia de cada actividad y al porcentaje de impacto que pueden tener sobre la consecución de los objetivos del proyecto, se realizó el siguiente análisis de los riesgos.

Tabla 7. Análisis de riesgos

No.	Riesgo	Probabilidad	Impacto	PxI
R001	Errores en la precisión del GPS del celular	0,3	0,3	0,09
R002	Errores humanos por el desconocimiento de tecnologías	0,4	0,5	0,2
R003	Pérdida o robo del equipo celular	0,3	0,6	0,18
R004	Errores de digitación de datos	0,2	0,5	0,1
R005	Disponibilidad de red / internet	0,4	0,6	0,24

Teniendo en cuenta la siguiente matriz de probabilidad e impacto se pueden clasificar los riesgos como bajo, moderado o alto.

Figura 15. Matriz de probabilidad e impacto de riesgos

Matriz de Probabilidad e Impacto		Impacto				
		Muy bajo 0.05	Bajo 0.1	Moderado 0.2	Alto 0.4	Muy Alto 0.8
Probabilidad	Muy Alta 0.9	0.045	0.09	0.18	0.36	0.72
	Alta 0.7	0.035	0.07	0.14	0.28	0.56
	Moderada 0.5	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4
	Baja 0.3	0.015	0.03	0.06	0.12	0.24
	Muy Baja 0.1	0.005	0.01	0.02	0.04	0.08

Riesgo Bajo ----
 Riesgo Moderado ----
 Riesgo Alto

Es posible identificar que el riesgo R005 es el que presenta mayor impacto en el proyecto y sobre el cual se deben generar estrategias de mitigación que permitan hacer frente a las consecuencias negativas que éste pueda generar.

Como alternativa de respaldo ante el riesgo de falta de disponibilidad de red y conexión a internet, la App Epicollect permite recolectar datos sin conexión y cargarlos a la nube una vez se tenga acceso a internet.

Plan de gestión de interesados

Tabla 8. Análisis de los interesados del proyecto

Interesados	Descripción	Interés	Poder
Usuarios del sistema de acueducto	Los usuarios del sistema hacen parte de los interesados ya que se ven afectados directamente por la presencia de fugas en sus acometidas, que pueden causar daños y generar costos adicionales a su cargo	Medio	Bajo
Profesionales y fontaneros de la Unidad de Acueducto	Los profesionales del acueducto tienen alto interés ya que el proyecto brindaría herramientas para facilitar y agilizar su trabajo	Alto	Medio
Gerente de la EAAAY	El gerente de la Empresa es uno de los principales interesados ya que el proyecto pretende impactar positivamente el rendimiento de la EAAAY y la disminución de pérdidas por fugas	Alto	Alto
Alcaldía de Yopal	La alcaldía al ser quien asume el costo de las pérdidas de agua es un interesado pues la detección y reparación de fugas combaten las pérdidas físicas	Alto	Alto
Población de Yopal	La población en general es beneficiaria del proyecto al impactar en una mejor gestión del recurso hídrico vital	Bajo	Bajo

Aspectos administrativos

Cronograma de actividades

A continuación, se muestra el cronograma de actividades establecido para el desarrollo del proyecto en periodos semanales:

Tabla 9. Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES								
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8
<i>Diagnóstico del estado actual</i>								
<i>Recolección de datos de la empresa</i>								
<i>Formulación de formatos de recolección de datos en APP</i>								
<i>Capacitación al personal</i>								
<i>Aplicación del proyecto</i>								
<i>Exportación y análisis de datos</i>								
<i>Elaboración del Excel de procesamiento de información</i>								
<i>Resultados</i>								
<i>Conclusiones y comparación de resultados</i>								

Estimación de costos

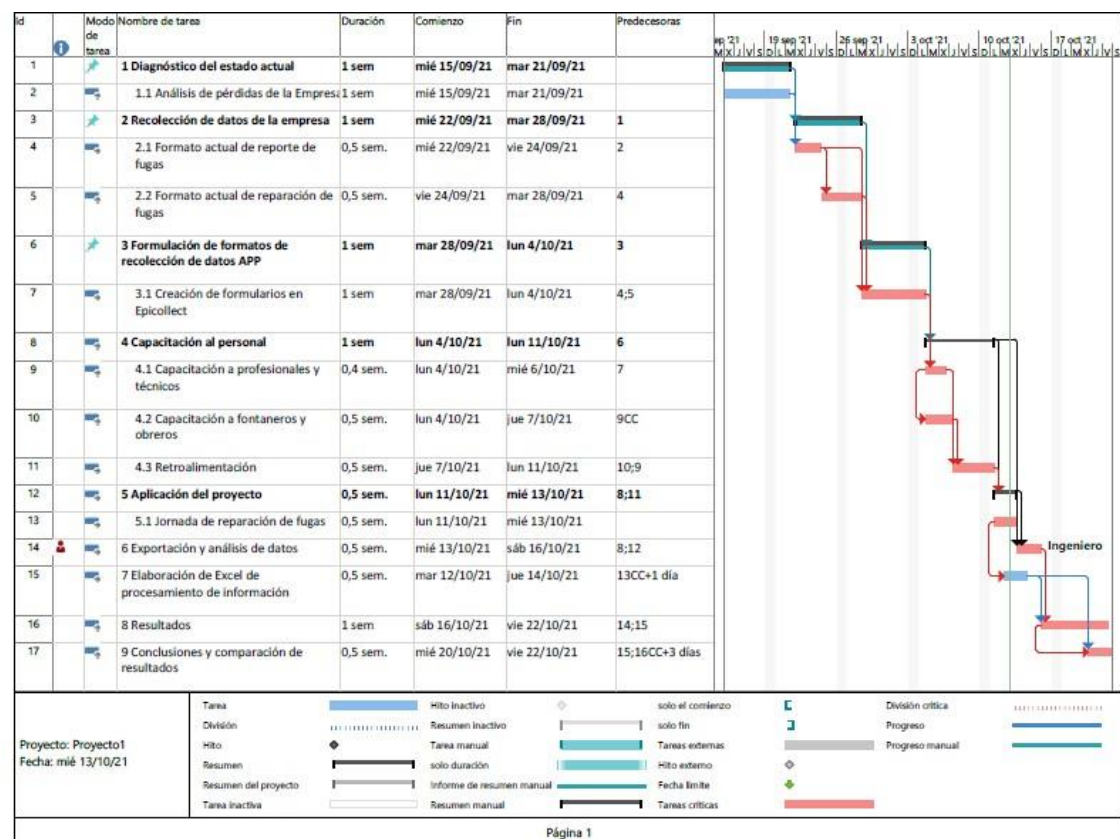
Los costos que contempla el proyecto son pocos ya que únicamente requiere la inversión en equipos de celular y plan de datos, y la contratación de los profesionales y operarios que harán la reparación de fugas (los cuales ya se encuentran contratados por la empresa).

Figura 16. Hoja de recursos y costos

		19 sep '21		26 sep '21		3 oct '21		10 o			
Inicio		mié 15/09/21								Agregar tareas con fechas a la línea de tiempo	
Nombre del recurso	Tipo	Init	Capacidad máxima	Tasa estándar	Tasa horas extra	Costo	Acumular	Calendario base	Cód		
Celular	Material	C		\$ 500.000,00		\$ 0,00	Comienzo				
Plan de datos	Material	P		\$ 40.000,00		\$ 0,00	Comienzo				
Ingeniero	Trabajo	I	70%	\$ 30.000,00/hora	\$ 0,00/hora	\$ 0,00	Comienzo	Estándar			
Cuadrilla 1	Trabajo	C	100%	\$ 20.253,00/hora	\$ 0,00/hora	\$ 0,00	Prorrrateo	Estándar			
Cuadrilla 2	Trabajo	C	100%	\$ 20.253,00/hora	\$ 0,00/hora	\$ 0,00	Prorrrateo	Estándar			
Cuadrilla 3	Trabajo	C	100%	\$ 20.253,00/hora	\$ 0,00/hora	\$ 0,00	Prorrrateo	Estándar			

Hoja de recursos del proyecto

Figura 17. Diagrama de Gantt



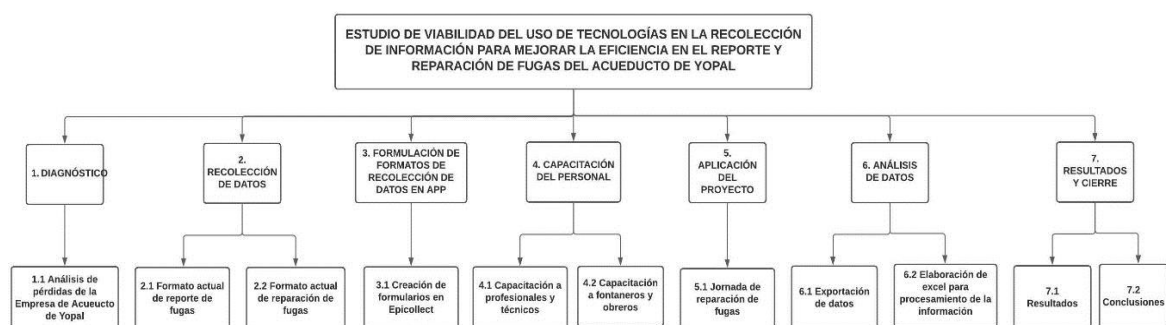
Actividades generadoras de cuello de botella

Es posible evidenciar la ruta crítica del proyecto a partir del diagrama de Gantt y así mismo identificar las actividades generadoras de cuello de botella listadas a continuación:

- Formulación y elaboración de los formatos de recolección de datos en la App: La creación de los formatos en Epicollect es una actividad crítica ya que del cumplimiento de los tiempos establecidos en esta actividad depende que se pueda empezar la socialización con los profesionales de la empresa, la retroalimentación y las capacitaciones.
- Capacitación al personal: Esta actividad puede ser generadora de cuello de botella ya que es fundamental que los fontaneros, obreros, técnicos e ingenieros de la unidad de acueducto aprendan cómo funciona la App y cómo utilizarla correctamente durante el proceso de reparación de fugas. De ser necesario, esta actividad deberá repetirse hasta que exista claridad en el uso de la herramienta tecnológica.
- Adquisición de celulares con plan de datos: Esta actividad se deberá realizar a futuro en la empresa, pero de ella depende que se empiece a aplicar el proyecto de forma definitiva ya que el personal deberá tener las herramientas y facilidades que le permitan hacer el reporte de la reparación de fugas en sitio con la posibilidad de adjuntar fotos y videos. Esta actividad debe mitigarse contando con un presupuesto establecido específicamente para invertirlos en el proyecto.

EDT

Figura 18. WBS del proyecto



Evaluación de la factibilidad económica

El presente proyecto representa una inversión de poca magnitud ya que el alcance actual no contempla la creación de un APP exclusiva para la empresa que conecte los sistemas con cada una de las dependencias de la EAAAY, sino que es un primer paso para pasar de los formatos en físico y las transcripciones de datos a formatos digitales con reportes inmediatos a la nube.

En la Tabla 10 se presentan los datos iniciales de inversión que sería la compra y adquisición de 10 equipos celulares para cada uno de los operarios, aunque podrían ser menos y dotar únicamente a los jefes de cuadrilla en caso de que los recursos de la empresa no sean suficientes. Se asume un costo de \$600.000 por cada celular, y \$40.000 mensual por un plan de datos básico para hacer uso de la app en tiempo real. Por último, se debe considerar el costo de una nube de almacenamiento como Google drive ya que con el incremento de reportes y la posibilidad de no acceso inmediato a internet es necesario guardar la información recolectada en una plataforma que permita el cargue masivo de información.

Es necesario aclarar que este proyecto no busca una retribución económica ya que no genera ingresos directos, sin embargo, la automatización de procesos pretende disminuir la carga laboral del técnico de apoyo de la unidad de acueducto que dedica más de un 80% del tiempo a esta tarea. De esta forma, se podría hablar de un ahorro de \$2.500.000 mensual correspondientes al sueldo del técnico que realiza estas actividades.

Tabla 10. Datos iniciales del análisis de factibilidad del proyecto

1. DIAGNÓSTICO**PROYECTO EPICOLLECT**

N° celulares	10
--------------	----

2. VARIABLES Y COSTOS**COSTOS INICIALES**

RECURSO	COSTO UNITARIO
Equipos	\$ 6.000.000
Plan de datos / mensual	\$ 400.000
Nube de almacenamiento / mensual	\$ 35.000

3. INGRESOS

Recuperación económica por técnico que realiza actividades [\$/año]	30.000.000,00
Ingresos	0,00

A partir de estos datos fue posible calcular el flujo de caja del proyecto para los próximos 5 años (Tabla 11) y evidenciar que, a pesar de no generar ingresos directos, los ingresos de recuperación por suspender el sueldo de un profesional que realice los procesos de manera manual son mucho mayores que los costos de inversión y operación del proyecto. Por lo cual, el proyecto además de tener un impacto positivo en el componente social, también es económicamente factible.

Tabla 11. Flujo de caja del proyecto

4. FLUJO DE CAJA

	0	1	2	3	4	5
Costos operacionales	\$ 5.220.000	\$ 5.220.000	\$ 5.220.000	\$ 5.220.000	\$ 5.220.000	\$ 5.220.000
Costos de inversión	\$ 6.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Reducción de costos	\$ 30.000.000	\$ 30.000.000	\$ 30.000.000	\$ 30.000.000	\$ 30.000.000	\$ 30.000.000
Ingresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto [\$/]	\$ 18.780.000	\$ 43.560.000	\$ 68.340.000	\$ 93.120.000	\$ 117.900.000	\$ 142.680.000

El proyecto tendría una inversión de 6 millones en el año base, y unos costos operacionales de 5.2 millones correspondientes al pago de plan de datos anual de los 10 equipos de celular y la mensualidad de la nube de almacenamiento. Considerando un ahorro de 30 millones anuales de no contratar un técnico que realice el trabajo que hará la App, el flujo de caja del proyecto siempre será positivo y el proyecto será económicamente sustentable.

Conclusiones

La implementación de herramientas tecnológicas básicas en las labores y actividades de la Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Yopal es un avance evidente en la optimización de procesos. Dar el primer acercamiento a este avance no requiere necesariamente de grandes inversiones como la contratación y diseño de un app o la compra de equipos de cómputo especializados, sino que puede iniciar por la utilización de herramientas y programas existentes para la automatización de procesos de la vida cotidiana.

El proyecto “Estudio de viabilidad del uso de tecnologías en la recolección de información para mejorar la eficiencia en el reporte y reparación de fugas del acueducto de Yopal” ciertamente facilita el trabajo de los profesionales administrativos que se encargan de organizar y utilizar la información recolectada en campo. Pero a su vez, facilita el trabajo de los operarios en campo brindando la facilidad de diligenciar la información con opciones claras y con la posibilidad de adjuntar evidencia fotográfica del trabajo que realizan.

El impacto de esta alternativa en el comportamiento del Índice de Agua No Contabilizada es favorable ya que el proyecto permite disminuir tiempos de trabajo y facilitar la recolección de información lo cual optimiza los procesos de reparación de fugas. Sin embargo, al no ser una solución directa a la problemática de búsqueda y localización de fugas no visibles, que son las de mayor impacto en el porcentaje de pérdidas, la disminución del índice es relativamente baja.

Los tiempos de reparación de fugas podrían verse impactados de manera más significativa con la aplicación de alternativas que involucren variables de reparación, materiales, personal y transporte. Sin embargo, este es un primer paso que podría

permitir que a futuro la EAAAY desarrolle una app especializada para el reporte y reparación de fugas desde la cual los usuarios puedan hacer el reporte de fugas directamente y la notificación le llegue a las cuadrillas de la unidad de acueducto sin intermediarios. Así mismo, esta app podría llevar el registro de materiales utilizados para hacer seguimiento del inventario y que desde la oficina de Almacén de la empresa puedan optimizar la solicitud de materiales para agilizar el proceso de reparación.

Recomendaciones

Para la implementación del proyecto es necesario que la EAAAY invierta en la adquisición de los equipos de teléfono con acceso a la red ya que este va a ser una herramienta de trabajo adicional para los fontaneros y obreros de la unidad de acueducto. No se podrá aplicar la metodología de recolección de información en la App si los empleados de la empresa no cuentan con equipos de la empresa que les permitan hacer uso de todas las facilidades tecnológicas sin comprometer y exponer sus equipos de uso personal.

Como en todo proceso, la calidad de los resultados obtenidos depende de la calidad de la información suministrada, por lo cual es necesario tener total claridad de cómo se deben diligenciar los formularios de reporte. Para ello, la persona encargada de exportar y analizar los datos debe transmitirles a los operarios indicaciones claras de la información que solicita el formulario y se debe actualizar el formato de reporte cada vez que se considere oportunidad de mejora. El éxito de este proyecto consiste en tener en cuenta la retroalimentación de los procesos.

Se deben realizar capacitaciones periódicas a los fontaneros y operarios de la unidad de acueducto ya que las herramientas tecnológicas se encuentran en constante mejora y es necesario adaptarse a los cambios que se puedan presentar. Adicionalmente, para algunas personas el uso de tecnologías puede ser un reto al cual deben adaptarse con toda la ayuda que la EAAAY les pueda brindar.

Bibliografía

- Banco Mundial. (2013). *América Latina: ¿Por qué las empresas de agua y saneamiento intentan ahorrar energía?* Banco Mundial : <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/09/03/latin-america-water-loss-energy-efficiency>
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento (CRA). (2007). Proyecto de Reducción de Pérdidas de Agua Potable y Reforma del Marco Regulator. *Regulación de agua potable y saneamiento básico*.
- DANE. (2018-2019). *Boletín Técnico. Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica Sectores de Servicios y comercio (EDITS)*. DANE: <https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/699/sampling>
- Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Yopal. (2020). *INDICADORES VIGENCIA 2020*. EAAAY: eaaay.gov.co/media/dwfnfjcd/informe-cuarto-trimestre-2929.pdf
- Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Yopal E.I.C.E - E.S.P. (s.f.). EAAAY. <https://eaaay.gov.co/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill .
- Kingdom, B., Liemberger, R., & Marin, P. (2006). The Challenge of Reducing Non-Revenue Eater (NRW) in Developing Countries. How the Private Sector Can Help: A look at Performance-Based Service Contracting. *Water supply and sanitation board discussion paper series*, 3-4.
- Martínez Codina, A., Gómez, P., & de la Fuente, G. (2018). *Relación entre las causas y los modos de fallo de tuberías en la red de distribución de Canal de Isabel II en Madrid*. Taylor & Francis Online: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23863781.2018.1442188?scroll=top&needAccess=true>
- Ose. (2021). *Tipos de pérdidas*. Obtenido de <http://www.ose.com.uy/agua/tipos-de-perdidas>
- Ruiz, A. A. (09 de 09 de 2019). *iagua. ¿Por qué se producen las fugas de agua en las tuberías?*: <https://www.iagua.es/blogs/arturo-albaladejo-ruiz/que-se-producen-fugas-agua-tuberias>
- Saldarriaga, J. (1998). *Hidráulica de tuberías*. Emma Ariza.
- Superintendencia de Servicios Públicos. (2018). *Evaluación integral de prestadores Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Yopal EAAAY EICE E.S.P superintendencia delegada para acueducto, alcantarillado y aseo dirección técnica de gestión de acueducto y alcantarillado*.
- Ziegler, D. S. (2011). *Guía para la reducción de las pérdidas de agua. Un enfoque en la gestión de la presión*. Eschborn Alemania: GIZ.