Revista científica Sociedad & Tecnología

ISSN: 2773-7349

Fecha de presentación: 25/09/2026 Fecha de aceptación: 23/10/2026 Fecha de publicación: 01/11/2026

Freddy Alexander Rodríguez-Jaramillo
E-mail: farodriguezj@ube.edu.ec
Orcid: https://orcid.org/0009-0009-3299-1797

Laura Paola Tejada-Acosta
E-mail: lptejadaa@ube.edu.ec
Orcid: https://orcid.org/0009-0003-9411-0998

Carlos Gregorio Cevallos-Guingla
E-mail: cgcevallosg@ube.edu.ec
Orcid: https://orcid.org/0009-0000-1087-341X

Glen Freddy Robayo-Cabrera
E-mail: gfrobayoc@ube.edu.ec
Orcid: https://orcid.org/0009-0006-9195-7423

Dirección de Postgrados, Maestría en Gestión de Emergencias y Desastres con Mención en Cooperación y Asistencia Humanitaria Internacional de la Universidad Bolivariana del Ecuador. Durán, Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición).

Rodríguez-Jaramillo, F. A., Tejada-Acosta, L. P., & Cevallos-Guingla, C. G. (2026). Mejora de la capacidad operativa de los bomberos mediante un sistema de hidrantes estratégicamente ubicados en el cantón Pedro Carbo. *Revista Sociedad & Tecnología*, 9(S3), 1730-1750, DOI: https://doi.org/10.51247/j80mfw51

==== o ====

Mejora de la capacidad operativa de los bomberos mediante un sistema de hidrantes estratégicamente ubicados en el cantón Pedro Carbo

RESUMEN

El objetivo del presente artículo es el análisis de mejorar la capacidad operativa del Cuerpo de Bomberos del cantón Pedro Carbo mediante una propuesta de hidrantes ubicados para fortalecer la respuesta ante incendios. Metodología: se desarrolló una investigación cualitativa, con diseño no experimental, descriptivo y propositivo. Se aplicaron revisión documental de normativa y planos territoriales, levantamiento de información de la red de agua y entrevistas semiestructuradas a personal bomberil, representantes municipales y un técnico de la empresa de agua potable, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Resultados: se identificó la ausencia de hidrantes y la dependencia de un tanquero o del desplazamiento al polideportivo para recargar las unidades, proceso que requiere quince minutos y puede interrumpir las labores de extinción. El análisis evidenció dificultades de acceso en sectores, limitaciones presupuestarias y disminución de la presión al alejarse del sector S2, donde se ubica el pozo de abastecimiento. Con base en criterios urbanos y operativos, se propusieron ocho puntos de instalación en la cabecera cantonal y se seleccionaron hidrantes tipo tráfico de tres pulgadas. La propuesta fue valorada favorablemente por un experto. Conclusiones: el sistema propuesto constituye una alternativa para mejorar el abastecimiento de agua y apoyar la continuidad de las operaciones bomberiles. Su ejecución requiere verificar las condiciones hidráulicas de cada punto, completar la evaluación presupuestaria y establecer acuerdos

interinstitucionales para financiar, instalar y mantener la infraestructura. Los beneficios deberán medirse después de su puesta en funcionamiento.

Palabras clave: capacidad operativa; hidrantes contra incendios; gestión de emergencias; respuesta ante incendios.

==== o ====

Improving firefighters' operational capacity through a strategically located hydrant cystem in Pedro Carbo cantón

ABSTRACT

Objective: To improve the operational capacity of the Pedro Carbo Canton Fire Department through a proposal for strategically located fire hydrants to strengthen fire response. Methodology: A qualitative study was conducted using a non-experimental, descriptive, and propositional design. Documentary analysis of regulations and territorial maps, technical data collection on the water supply network, and semi-structured interviews were conducted with firefighters, municipal representatives, and a technician from the drinking water utility. Participants were selected through non-probability convenience sampling. Results: The study identified the absence of fire hydrants and the dependence on a water tanker or travel to the sports complex to refill firefighting units. This process takes approximately fifteen minutes and may interrupt firefighting operations. The analysis also revealed access difficulties in certain areas, budgetary constraints, and declining water pressure farther from sector S2, where the supply well is located. Based on urban and operational criteria, eight installation points were proposed in the cantonal administrative center, and three-inch traffic-type fire hydrants were selected. An expert evaluated the proposal favorably. Conclusions: The proposed system represents an alternative for improving water supply and supporting the continuity of firefighting operations. Its implementation requires verifying the hydraulic conditions at each location, completing the budget assessment, and establishing interinstitutional agreements to finance, install, and maintain the infrastructure. The actual benefits must be measured after the system becomes operational.

Keywords: operational capacity; fire hydrants; emergency management; fire response.

==== o ====

Melhorar a capacidade operacional dos bombeiros através de um sistema de hidrantes estrategicamente localizados no cantão de Pedro Carbo

RESUMO

O objetivo deste artigo é analisar como melhorar a capacidade operacional do Corpo de Bombeiros do Cantão de Pedro Carbo através de um sistema proposto de hidrantes estrategicamente localizados para fortalecer o atendimento a incêndios. Metodologia: Foi realizado um estudo qualitativo, não experimental, descritivo e proposicional. Realizou-se uma revisão documental de regulamentos e mapas territoriais, juntamente com a recolha de dados sobre a rede de água e entrevistas semiestruturadas a bombeiros, representantes municipais e um técnico da empresa de água, selecionados por amostragem de conveniência não probabilística. Resultados: O estudo identificou a ausência de hidrantes e a dependência de um camião-cisterna ou de deslocação até ao complexo desportivo para reabastecer as unidades, processo que demora quinze minutos e pode interromper os esforços de combate aos incêndios. A análise revelou dificuldades de acesso em determinadas zonas, limitações orçamentais e diminuição da pressão da água à medida que se afasta do sector S2, onde se encontra o poço de abastecimento. Com base em critérios urbanísticos e operacionais, foram propostos oito

pontos de instalação na capital cantonal, tendo sido selecionados hidrantes de três polegadas para utilização na via pública. A proposta foi avaliada favoravelmente por um especialista. Conclusões: O sistema proposto constitui uma alternativa para melhorar o abastecimento de água e garantir a continuidade das operações de combate a incêndios. A sua implementação exige a verificação das condições hidráulicas de cada ponto, a realização da avaliação orçamental e o estabelecimento de acordos interinstitucionais para o financiamento, instalação e manutenção da infraestrutura. Os benefícios deverão ser mensurados após a entrada em funcionamento.

Palavras-chave: capacidade operacional; hidrantes; gestão de emergências; resposta a incêndios.

==== o ====

INTRODUCCIÓN

La atención de incendios estructurales constituye una de las principales funciones de los cuerpos de bomberos, cuya efectividad depende en gran medida de los recursos disponibles. En el caso del cantón Pedro Carbo, existen limitaciones en la infraestructura, en particular la nula existencia de puntos de abastecimiento de agua, lo que es clave al momento de intervenir en las operaciones de control de incendios.

El problema de investigación que se aborda en este artículo es la ausencia de un sistema de hidrantes distribuido de forma adecuada, lo que obliga a los equipos de emergencia depender de fuentes alternativas de abastecimiento. Lo que constituye un obstáculo al momento de una atención óptima y oportuna, aumentando así el nivel de riesgo para la población y los propios bomberos.

Así esta investigación se orienta a conocer el estado actual de los procesos del Cuerpo de Bomberos del cantón Pedro Carbo y cómo estos se ven limitados en sus capacidades operativas debido a la falta de recursos necesarios. A partir de ello proponer la implementación de un sistema de hidrantes estratégicamente ubicados como herramientas de apoyo para optimizar dichos procesos. Este enfoque integra la gestión operativa con el aprovechamiento de la infraestructura actual, además de proponer un sistema de hidrantes como mejora sustancial.

Desde un punto de vista académico, aporta al desarrollo de la gestión de emergencias y desastres al vincular el análisis de procesos con soluciones de infraestructura crítica, generando un enfoque integral aplicable a contextos similares. Además, posee un alto valor social al mejorar la seguridad ciudadana t reducción de la vulnerabilidad frente a incendios.

Por lo dicho, el objetivo general de esta investigación es mejorar los procesos de respuesta ante incendios del Cuerpo de Bomberos del cantón Pedro Carbo mediante la propuesta de un sistema de hidrantes estratégicamente ubicados y sus objetivos específicos: analizar la infraestructura actual del cantón Pedro Carbo, normativa necesaria para el sistema de hidrantes y limitaciones institucionales; identificar los procesos y necesidades actuales de respuesta ante incendios del Cuerpo de Bomberos del cantón Pedro Carbo; diseñar de sistema de hidrantes estratégicamente ubicados como medida para optimizar los tiempos de respuesta y eficiencia operativa.

Metodología

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo, con un diseño no experimental, de alcance descriptivo y orientación propositiva, con el propósito de analizar las condiciones operativas, técnicas e institucionales que incidían en la respuesta ante incendios del Cuerpo de Bomberos del cantón Pedro Carbo. Este enfoque permitió examinar la problemática en su contexto y comprender las necesidades de los actores involucrados, a partir de la información documental y empírica recopilada. Según Espinoza-Freire (2025), la investigación cualitativa posibilita el análisis contextualizado

de los fenómenos mediante la interpretación de información relevante para comprender sus características y particularidades. Asimismo, el diseño metodológico se estructuró considerando la correspondencia entre el problema de investigación, los objetivos planteados y las técnicas de recopilación de información (Espinoza Freire, 2015).

En la primera fase se realizó una revisión documental de normativa técnica nacional e internacional, planos territoriales y documentos relacionados con la planificación urbana y las redes de abastecimiento de agua. La búsqueda y selección de información científica y técnica constituyó un procedimiento fundamental para identificar criterios normativos y antecedentes pertinentes para el diseño de sistemas de hidrantes (Espinoza Freire, 2020). En la segunda fase se efectuó el levantamiento de información sobre la infraestructura de abastecimiento de agua, con atención a las características de la red existente y a las condiciones relevantes para la posible instalación de los dispositivos.

En la tercera fase se aplicaron entrevistas semiestructuradas a informantes vinculados con tres ámbitos institucionales: el personal operativo del Cuerpo de Bomberos, los representantes del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pedro Carbo y el personal técnico de la Empresa Municipal de Agua Potable de Pedro Carbo. La selección de los participantes se efectuó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, atendiendo a su vinculación con la problemática y a la información que podían aportar desde sus respectivas funciones. Las entrevistas permitieron identificar dificultades en el abastecimiento de agua, limitaciones de acceso, restricciones presupuestarias y posibilidades de coordinación interinstitucional.

Finalmente, la información documental y empírica se examinó de manera descriptiva e interpretativa, considerando las dimensiones operativa, técnica y urbana. A partir de este análisis se establecieron criterios para priorizar los posibles puntos de instalación de los hidrantes y formular una propuesta orientada a aprovechar la infraestructura existente y fortalecer la capacidad de respuesta ante incendios. Durante el proceso se consideraron principios de integridad y responsabilidad en el tratamiento de la información, en correspondencia con la importancia de la ética en la investigación señalada por Espinoza Freire y Rad Camayd (2020).

RESULTADOS

Sistemas de hidrantes

Hidrantes

Los hidrantes son, de acuerdo con la norma técnica ecuatoriana INEN 1680 (2014), dispositivos contra incendios que toman agua de una tubería que está a presión. Estos elementos necesitan condiciones de caudal y presión de la red de agua para poder ser empleados por el cuerpo de Bomberos cuando sea necesario.

Según la zona en que vaya a ser usado, Pirachican (2021) detalla que los hidrantes se clasifican en: tipo tráfico, para zonas industriales o de tráfico alto, pueden manejar hasta un máximo de 1000 GPM; tipo Milán, destinado a zonas urbanas o rurales, maneja hasta 500 GMP.

Figura 1.

Hidrante tipo tráfico



Nota: Tomado del trabajo de Pirachican (2021).

Figura 2.

Hidrante tipo Milan



Nota: Tomado del trabajo de Pirachican (2021).

Aspectos técnicos

De acuerdo con la normativa ecuatoriana vigente, según Vélez (2024), la CPE INEN 5 Parte 9-1 (2014) detalla las características de la red de agua potable para todo entorno urbano: la localización de las tuberías debe estar en los costados Este y Norte de as calzadas, tanto principales como secundarias; el diseño debe proyectar conexiones para un 10% más de la población considerada; se deben considerar obras de protección para las tuberías que crucen ríos o quebradas; las tuberías de alcantarillado y agua potable deben tener una separación horizontal de 3 m y vertical de al menos 30 cm; la tubería debe estar a una profundidad mínima de 1m. De acuerdo con Barrios (2023) la cobertura en áreas urbanas residenciales debe ser de 150 metros mientras que en áreas industriales de 100 m.

Norma ecuatoriana

En base a estas características básicas, generales para toda red de agua potable, según la Norma Para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable (2014), la presión, cantidad y localización de hidrantes obedece a un criterio de cantidad de habitantes, esto de acuerdo a una proyección de la población futura de la localidad donde tiene lugar el proyecto.

Tabla 1.

Normativa general para hidrantes

Población Futura en miles	Hidrantes	Caudal (l/s)	Hipótesis de diseño
10 - 20	1	12	Uno en el centro
20 - 40	1	24	Uno en el centro
40 - 60	2	24	Uno en el centro y otro periférico
60 - 120	3	24	Dos en el centro y uno periférico
≥ 120	4	24	Dos en el centro y dos periféricos

Nota: Adaptado de la CPE INEN 5 Parte 9-1 (2014).

La distancia entre hidrantes, de acuerdo con la NTE INEN 1680 (2014) y la CPE INEN 5 parte 9-1 (2014), no debe exceder los 300 m. A lo que se agrega, que, para cualquier proyecto de esta índole, su proyección temporal dependerá de la calidad de los materiales a emplear y el tipo de componente. En base a esto se proyecta la población futura dentro del lapso de tiempo, lo que permite determinar la cantidad y caudal de hidrantes según la población.

Normativa internacional

La normativa de la Empresa Municipal de Cali, Colombia (2023) establece criterios análogos a los expuestos. Los hidrantes, de acuerdo a la ubicación, el tipo de zona donde estarán, deben estar a una distancia diferente: zonas industriales y comerciales a 100 m; para zonas residenciales a 300 m; para zonas multifamiliares a 150 m. Se considera de baja densidad a las poblaciones con menos de 200 habitantes por hectárea.

Para los hidrantes en zonas industriales o residenciales, el caudal mínimo debe ser de 20 l/s, mientras que, para otros entornos no residenciales o urbanos, puede llegar a un mínimo de 5 l/s. A esto se agrega la presión mínima, para las zonas residenciales o industriales esta debe ser de 196 kPa (20 mca) y su presión de trabajo de 980 kPa. A lo que se debe agregar que los hidrantes deben poder soportar 10 veces esa presión, hasta os 1960 kPa (200 mca).

Esto se complementa con lo que la NFPA 14 (2024) determina sobre los sistemas de tuberías, hidrantes y galerías. Según esta norma, la distancia adecuada para los hidrantes en estos casos es de 100 m, mientras que el caudal debe ser de 500 GPM, equivalente a 1893 l/min. La presión de trabajo debe ser de 100 psi, equivalente a 689 kPa.

Entrevista 1: Dirigido al personal operativo del BCB de Pedro Carbo. En cumplimiento del objetivo específico 1 permite entender los procesos operativos del cuerpo de Bomberos.

El proceso de atención comienza con la recepción de llamadas provenientes del ECU 911 o de la ciudadanía. Posteriormente, el jefe de guardia recibe la información y dispone el despacho de la unidad correspondiente. Una vez en el lugar del incidente, el personal realiza una evaluación de la situación y comunica las novedades a la base. Entre las principales dificultades identificadas se encuentran los retrasos durante el desplazamiento de los vehículos, ocasionados por la congestión vehicular y la falta de prioridad de paso en los semáforos.

La principal problemática relacionada directamente con el proyecto es la ausencia de puntos de abastecimiento de agua mediante hidrantes y la falta de un vehículo abastecedor propio. Actualmente, los bomberos dependen de la colaboración de la empresa de agua potable para disponer de un tanquero o deben trasladarse hasta el polideportivo para recargar sus unidades. Este procedimiento requiere aproximadamente quince minutos, aunque el tiempo puede incrementarse por la presencia de otros vehículos y la disponibilidad del tanquero.

En las zonas rurales también se presentan dificultades de acceso debido a las condiciones y dimensiones de las vías, mientras que en las áreas urbanas la aglomeración de personas puede obstaculizar el ingreso de las unidades. Los entrevistados consideran que la implementación de hidrantes permitiría reducir los desplazamientos destinados al abastecimiento, disminuir las interrupciones durante la extinción y mejorar la atención de emergencias, especialmente en sectores alejados de los puntos actuales de recarga.

Entrevista 2: Dirigido al director de gestión de planificación y ordenamiento territorial: Arq. Luis Donoso. En cumplimiento del objetivo específico 2.

El entrevistado señaló que uno de los principales problemas se encuentra en las construcciones ubicadas en las zonas periféricas del área urbana que se desarrollan sin los permisos correspondientes. Estas edificaciones pueden establecerse en lugares donde las condiciones de acceso son inadecuadas para los vehículos del Cuerpo de Bomberos, incrementando la dificultad de atender posibles emergencias.

En cuanto a la planificación urbana, el director manifestó que el municipio contempla la construcción de vías amplias, aceras y bordillos, así como la incorporación de sistemas

contra incendios en los planos de nuevas edificaciones que requieren autorización municipal. Estas actuaciones representan oportunidades para integrar infraestructura de abastecimiento de agua destinada a emergencias.

La principal limitación para implementar el proyecto es la disponibilidad de recursos financieros. Sin embargo, el entrevistado destacó la posibilidad de establecer mecanismos de cooperación entre el municipio, el Cuerpo de Bomberos y la empresa de agua potable, así como promover la participación de empresas privadas.

Entrevista 3: Dirigida al alcalde del cantón Pedro Carbo. En cumplimiento del segundo objetivo específico, permite entender la viabilidad política e institucional.

El alcalde manifestó que la administración municipal trabaja en el desarrollo de servicios básicos, particularmente agua potable, alcantarillado y vialidad, considerados elementos estratégicos para el crecimiento territorial. Entre las obras mencionadas se encuentran la culminación de una primera etapa del alcantarillado, la ejecución de carpetas asfálticas y la planificación de aceras, bordillos y otras intervenciones urbanas.

En materia de gestión de riesgos, señaló que el municipio dispone de mecanismos de prevención y coordinación institucional, mediante su unidad de gestión de riesgos y la colaboración con entidades como la Prefectura del Guayas, la Secretaría de Gestión de Riesgos y el Cuerpo de Bomberos. Estas acciones se orientan tanto a las zonas urbanas como rurales.

El entrevistado reconoció que actualmente no existe un sistema de hidrantes en el cantón y consideró necesaria su incorporación en puntos estratégicos. Entre los beneficios mencionados se encuentran el acceso inmediato al agua, la reducción de los tiempos de respuesta y el apoyo a otras actividades preventivas, como la limpieza de derrames. Asimismo, expresó la predisposición municipal para integrar infraestructura contra incendios en futuras obras de regeneración urbana, ampliación vial y construcción de aceras y bordillos.

Entrevista 4: Dirigida al personal de la empresa de agua, tiene como muestra al técnico de EMAPAPC. En esta se abordan aspectos técnicos como la capacidad de la red, presión y caudal o limitaciones técnicas.

Esta entrevista constituye un componente importante para la investigación, debido a que la disponibilidad de tuberías de agua potable no garantiza, por sí sola, que estas puedan abastecer hidrantes con las condiciones hidráulicas necesarias durante una emergencia. Se señala que la red de agua potable permite considerar la instalación de hidrantes en diferentes sectores urbanos, aunque se advierte que la presión disminuye significativamente al alejarse del sector S2, donde se encuentra el pozo que abastece a la ciudad.

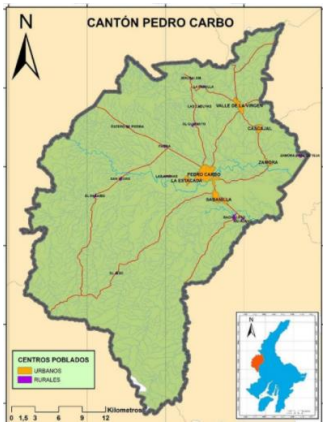
También se identifican tuberías de diferentes diámetros en los sectores considerados para la propuesta, incluyendo conducciones de 90, 160, 200 y 250 mm. Esta información constituye un antecedente para evaluar la factibilidad de conexión de los hidrantes, pero no reemplaza la verificación de las condiciones hidráulicas reales.

Área de estudio

El cantón Pedro Carbo posee una población actual de 52.177 habitantes en total, de los cuales el 69.68% están en el área urbana. Las principales áreas urbanas del cantón son Sabanilla, Valle de la Virgen, Cascajal, La Estacada, Zamora y la cabecera cantonal Pedro Carbo.

Figura 3.

Centros poblados del Cantón Pedro Carbo



Nota: Tomado del Plan de ordenamiento territorial del municipio de Pedro Carbo (2023).

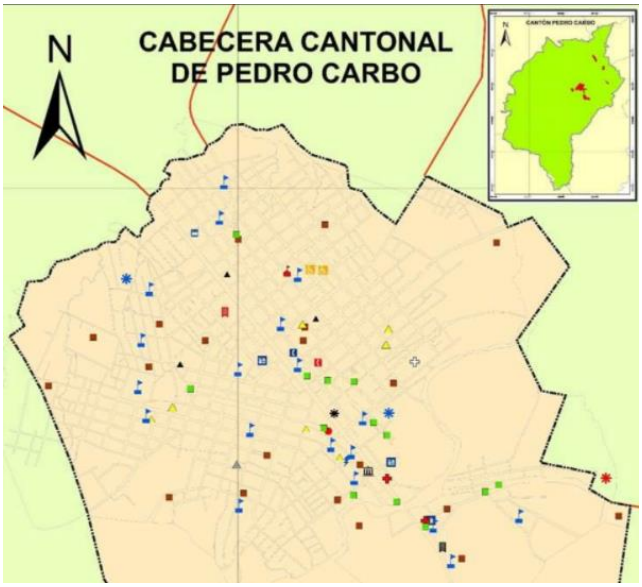
En la cabecera cantonal se encuentra el 46.55% de la población, un total de 24.288 habitantes, y cuenta con un área de 446.53 Hectáreas en total de las cuales 298.18 Hectáreas son suelo urbano. Es en la cabecera cantonal donde se enfoca este proyecto, siendo esta su área de estudio sobre la cual se diseña la propuesta del sistema de hidrantes.

Equipamiento urbano

La cabecera cantonal, la parroquia Pedro Carbo posee diferentes espacios públicos, edificios de diversas instituciones y servicios a la ciudadanía distribuidos a lo largo de todo su territorio.

Figura 4.

Equipamiento urbano



Nota: Elaborado por el equipo consultor FIGUCONSUL S.A (2023).

Figura 5.

Simbología del equipamiento urbano



Nota: Elaborado por el equipo consultor FIGUCONSUL S.A (2023).

Trama vial

La red primaria está conformada por la vía principal, la vía E 482 Nobol - La Cadena, misma que atraviesa los centros poblados de Fátima y cerca de los poblados de Bachillero, los caseríos Estero de Piedra y La Buena Esperanza. Estas tienen diferentes estados de conservación, con un total del 29.64% asfaltadas, el 80.3% están en buen estado y el 19.7% en estado regular.

Tabla 2.

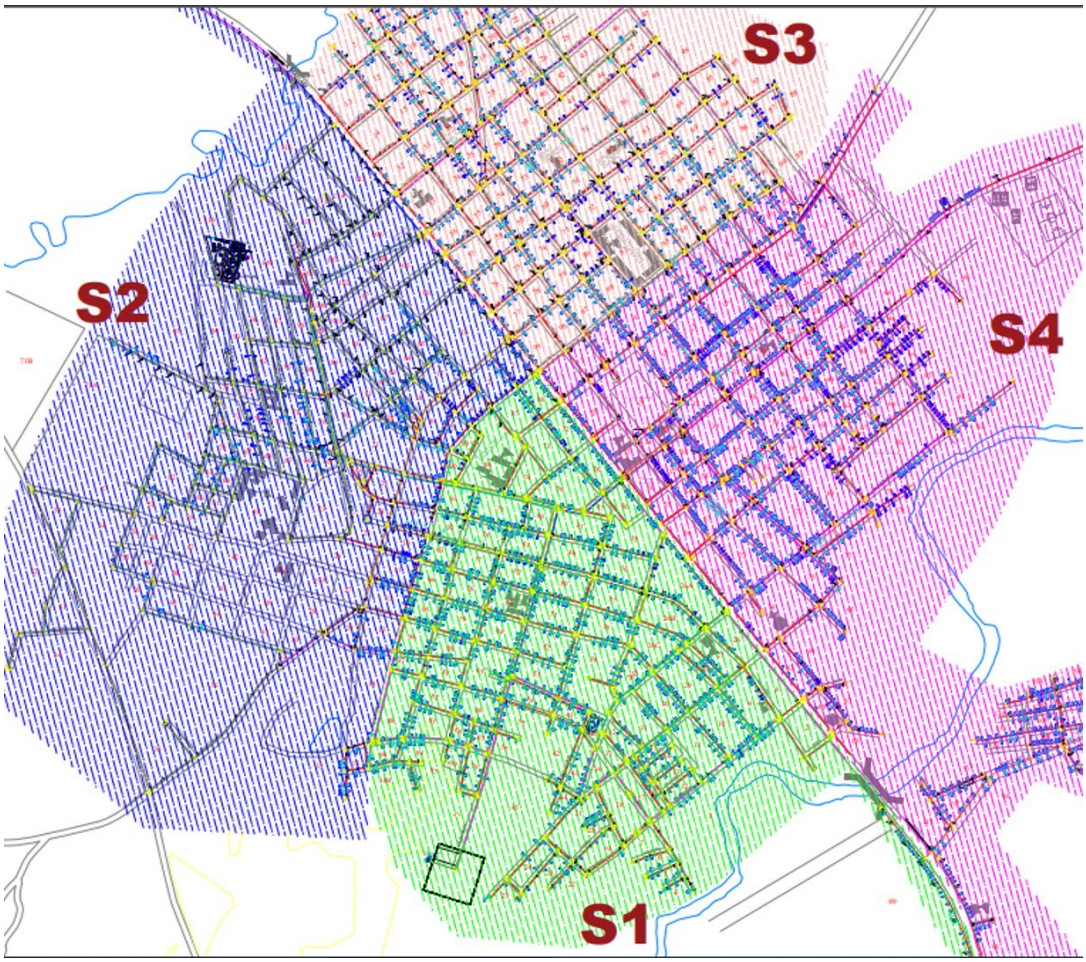
Estado de la red vial

Área Urbana	Descripción	Longitud (km)	%
Cabecera cantonal de Pedro Carbo	Total de vías	86.07	
	Asfaltadas	24.76	28.77
	Buen estado	9.91	40.02
	Estado irregular	14.85	59.98

Nota: Adaptado del trabajo del equipo consultor FIGCONSUL S.A (2023)

Figura 6.

Red de agua sin hidrantes



DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Criterios para el diseño del sistema de hidrantes

Criterios Operativos

Para abordar estos aspectos se considera la información proporcionada en la entrevista al personal operativo del BCB de Pedro Carbo. Tal como la dificultad de abastecimiento, tiempos de recarga, accesibilidad para los carros bomba, cobertura vial y de servicio. Se considera el acceso vial para los vehículos del BCB y por medio de estas vías la cobertura que estos hidrantes tienen en el territorio.

Criterios técnicos

Se obtienen a partir de las diferentes normativas de construcción vigentes en donde se detalla la presión necesaria, caudal necesario, distancia entre hidrantes, conexión con la red existente o diámetreo de las tuberías.

Criterios urbanos

Se consideran lugares cuya actividad o uso lo vuelva vulnerable ante amenazas de incendios. Estos lugares son concurridos, con alta densidad poblacional o espacios

públicos con alta concurrencia. Así se tienen avenidas principales, escuelas, zonas comerciales, edificios públicos, barrios de mayor crecimiento, sectores con mayor dificultad de acceso.

Este conjunto de criterios permite determinar las áreas de mayor prioridad, aquellas que poseen la infraestructura necesaria para poder servir en un sistema de hidrantes y los criterios operativos que faciliten el acceso y movilidad del BCB.

Tabla 3.

Matriz de priorización: Metodología para localizar hidrantes de forma estratégica

	Criterios urbanos		Criterios operativos		Criterios técnicos	Prioridad
	Puntos prioritarios	Densidad poblacional	Accesibilidad vial		Acceso a la red de agua	
S1	Vía de amplio tráfico urbano, Iglesia, Escuela Carlos Monteverde Romero y Mercado Central del Canton Pedro Carbo.	Alta	Alta	Alta	Tubería de 200 mm - pozo de captación "Barrio Guayaquil"	Abastecimiento de unidades para el control de incendios
		Alta	Alta	Alta	Tubería de 160 mm - pozo de captación "Colombia"	Abastecimiento de unidades para el control de incendios
	Vía de acceso al Parque Central del Canton Pedro Carbo y zona Comercial	Alta	Alta	Alta	Tubería de 160 mm - pozo de captación	Abastecimiento de unidades para el control de incendios
	Barrio Guayaquil zona residencial	Alta	Alta	Alta	"Colombia"	Abastecimiento de unidades para el control de incendios
S2	Barrio Colombia zona residencial	Alta	Alta	Alta	Tubería de 250 mm - captación de la plata Fumisa	Abastecimiento de unidades para el control de incendios
	Vía de alta tráfico urbano, Escuela Eloy Alfaro, Planta de tratamiento Fumisa, Gym Energym	Alta	Alta	Alta	Tubería de 250 mm - captación de la plata Fumisa	Abastecimiento de unidades para el control de incendios
S3	Vía de alto tráfico rural al recinto la Estacada, Parque Santa Cruz, Iglesia Santa Cruz	Alta	Alta	Alta	Tubería de 160 mm – Pozo de captación "Marta de Roldos"	Abastecimiento de unidades para el control de incendios
	Vía de alto tráfico rural recinto Jerusalén, Estación y oficina de la Coop. de transporte Mi Piedacita	Media	Alta	Alta	Tubería de 160 mm – Pozo de captación "Marta de Roldos"	Abastecimiento de unidades para el control de incendios
S4	Vía de acceso al Polideportivo municipal, Estadio de fútbol de la Liga cantonal y estación de buses Intercantonal	Media	Alta	Alta	Tubería de 90mm – Pozo de captación "Colombia"	Abastecimiento de unidades para el control de incendios

Nota: Elaborado por los autores

Discusión de los criterios analizados

Resultados criterio Urbano

En el S1 se tienen varios puntos de prioridad urbana debido a que son puntos de alta concurrencia, vías principales o zonas residenciales con alta población. Siendo estos lugares: Vía de amplio tráfico urbano, Iglesia, Escuela Carlos Monteverde Romero y Mercado Central del Canton Pedro Carbo; Vía de acceso al Parque Central del Canton Pedro Carbo y zona Comercial; Barrio Guayaquil, zona residencial y el Barrio Colombia, zona residencial.

Para el S2 se tienen como puntos prioritarios se tienen: Vía de alta tráfico urbano, Escuela Eloy Alfaro, Planta de tratamiento Fumisa, Gym Energym , Vía de alto tráfico rural al recinto la Estacada, Parque Santa Cruz, Iglesia Santa Cruz. Para los S3 y S4 Vía de alto tráfico rural recinto Jerusalen, Estación y oficina de la Coop. de trasnporte Mi Piedacita y Vía de acceso al Polideportivo municipal, Estadio de fútbol de la Liga cantonal y estacionde buses Intercantonal.

Resultados criterio operativo

Todos los sectores dentro del área urbana del cantón Pedro Carbo cumplen con los criterios operativos al poseer una infraestructura vial que facilita el acceso de los vehículos del BCB. Esto concuerda con la taba 2, en donde se explica que el 40% de la red vial del cantón se encuentra en buen estado. Este porcentaje se encuentra sobre todo en el área urbana, por lo que la cobertura de la red vial interna de los 4 sectores cumple con los criterios operativos.

Resultados del criterio técnico

La red de agua que recorre toda el área urbana permite que sean instalados los hidrantes dentro de las zonas cercanas al S2 que es donde se encuentra el pozo que abastece a la ciudad. Pues al alejarse de este punto la presión baja de forma significativa; aspecto que dificultaría la utilidad técnica de los hidrantes.

Propuesta

Sistema de hidrantes para el Cantón Pedro Carbo

Objetivo de la propuesta: Mejorar la capacidad operativa del BCB del cantón Pedro Carbo.

Objetivos específicos

- Aprovechar la infraestructura existente
- Reducir tiempos de abastecimiento
- Incrementar la cobertura territorial

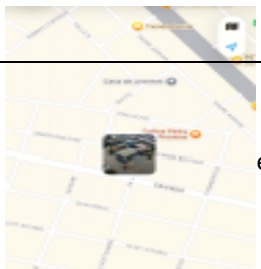
Especificaciones de la propuesta

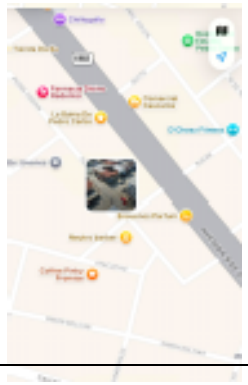
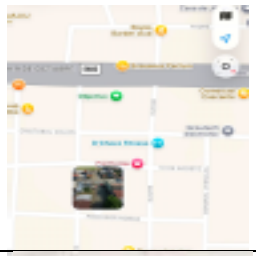
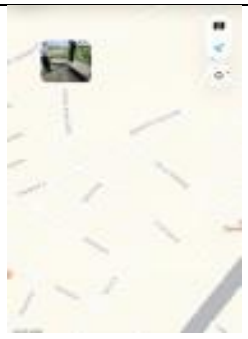
Ubicación de los hidrantes

Se basa en la prioridad que tienen los sectores del cantón dentro de los límites urbanos, según los criterios aplicados en la tabla 3.

Tabla 4.

Ubicación de los hidrantes

Nº	Coordenadas		Referencia (calles)	Foto del mapa	Ubicación GPS
1	584451.00	9799496.0	Caicedo y 24 de septiembre		https://www.google.com/maps/place/24+De+Septie%20mbre+%26+Emiliano+Caicedo,

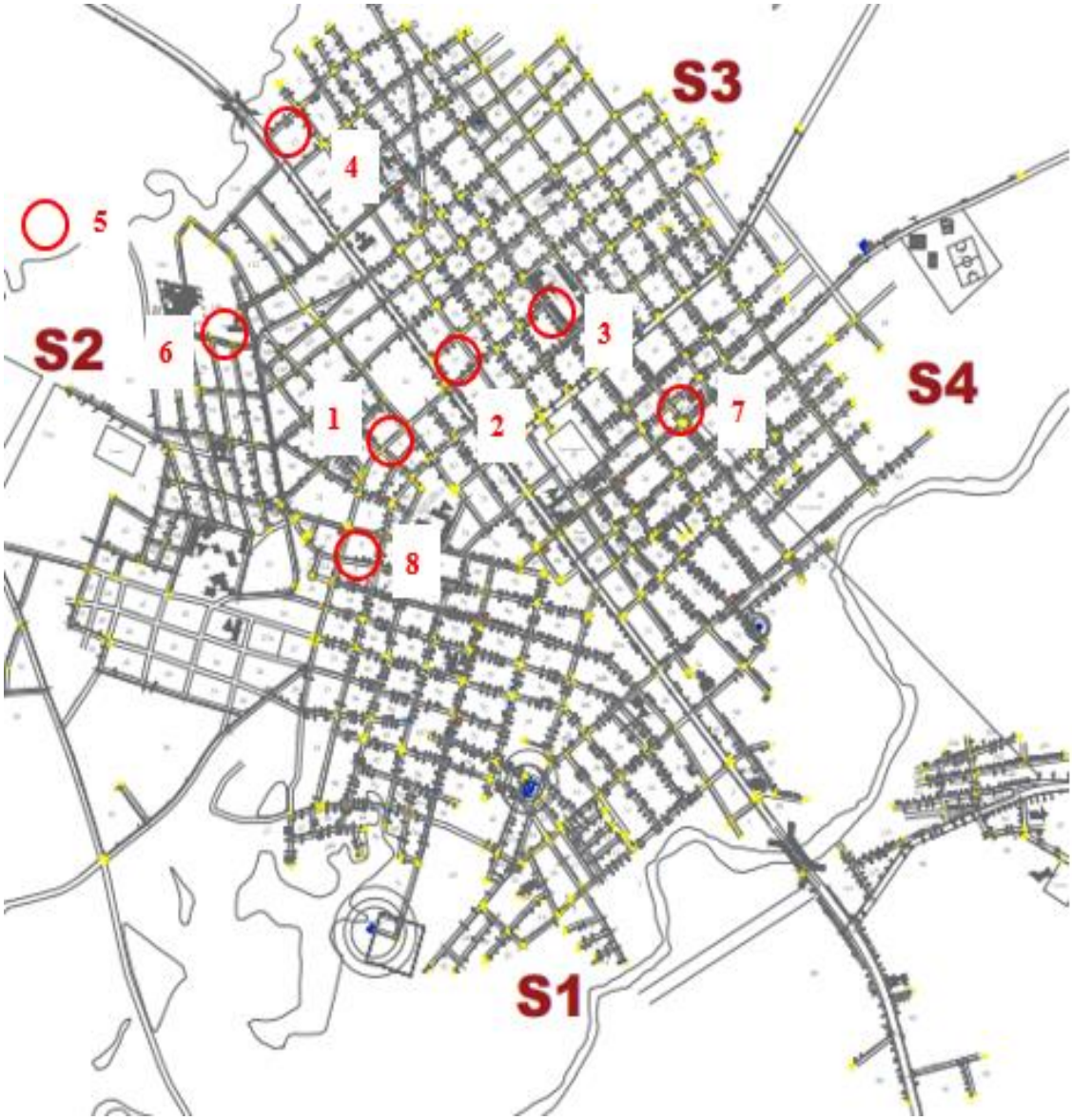
					+Pedro+Carbo/@-1.8191455,-%2080.2347505,102m/data=!3m1!1e3!4m15!1m8!3m7!%201s0x902dad2729a982c3:0x2aec1c49aeec08c!2s24+%20De+Septiembre+%26+Emiliano+Caicedo,+Pedro+C%20arbo!3b1!8m2!3d-1.8193104!4d-80.2347585!16s%2Fg%2F11f3f2d77w!3m5!1s0x902%20dad2729a982c3:0x2aec1c49aeec08c!8m2!3d-%201.8193104!4d-
2	585125.00	9798908.0	Sucre y Padre Adrian		https://www.google.com/maps/place/1%C2%B049'05.%209%22S+80%C2%B013'59.6%22W/@-1.8182771,-80.2333361,%2020.44z/data=!4m4!3m3!8m2!3d-1.8183044!4%20d-80.233223?hl=es&entry=ttu&g_ep=Egoy%20MDI2MDcyOS4wIKXMDSoASAFQAw%3D%20%3D
3	585255.00	9799045.0	Sucre y profesor Noboa		https://www.google.com/maps/place/1%C2%B049'00.7%22S%20+80%C2%B013'55.0%22W/@-1.8168897,-80.2323522,19.53z/%20data=!4m4!3m3!8m2!3d-1.8168514!4d-80.2319336%20?hl=es&entry=ttu&g_ep=EgoyMDI2MDcyOS4wI%20KXMDSoASAFQAw%3D%3D
4	585423.00	9799165.0	Pichincha y calle primera		https://www.google.com/maps/place/1%C2%B048'40.3%20%22S+80%C2%B014'11.1%22W/@-1.8111833,-80.2367339,20z/d%20ata=!4m4!3m3!8m2!3d-1.8111833!4d-80.236412%20?hl=es&entry=ttu&g_ep=EgoyMDI2MDcyOS%204wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D
5	584921.00	9799786.0	Fumisa Planta de agua - Calles Gustavo Caco Panchana y Modesto Salazar		https://www.google.com/maps?q=-1.8138619661331177,-80.24053955078125&z=17&hl=es

6	584804.00	9799080.0	Bolivia y Ayacucho		https://www.google.com/maps/place/1°49'03.6 "S+80°14'15.0"W/@-1.817677,-80.2381544,19z/d ata=!4m4!3m3!8m2!3d-1.817677!4d-80.237510 7?hl=es&entry=ttu&g_ep=EgoyMDI2MDcyOS4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D
7	585681.0	9798933.0	24 de mayo y colombia		+%26+24+de+Mayo,+Pedro+Carbo/@-1.81885 54,-80.2299919,19.67z/data=!4m15!1m8!3m7!1s0 x902dacd8d9ee2b7f:0x23482f299f750417!2sCo lombia+%26+24+de+Mayo,+Pedro+Carbo!3b1 !8m2!3d-1.8190462!4d-80.2296518!16s%2Fg%2F 11h9x3x6pj!3m5!1s0x902dacd8d9ee2b7f:0x234 82f299f750417!8m2!3d-1.8190462!4d-80.2296518 !16s%2Fg%2F11h9x3x6pj?hl=es&entry=ttu&g_e p=EgoyMDI2MDcyOS4wIKXMDSoASAFQAw%
8	585062.00	9798689.0	Loja y 24 de septiembre		https://www.google.com/maps/place/1%C2%B049'16.0%20%22S+80%C2%B014'06.8%22W/@-1.821118,-80.2355438,20z/%20data=!4m4!3m3!8m2!3d-1.821118!4d-80.2352219%20?hl=es&entry=ttu&g_ep=EgoyMDI2MDcyOS%204wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D

Nota: Elaboración de autores

Figura 7.

Diseño final con los hidrantes



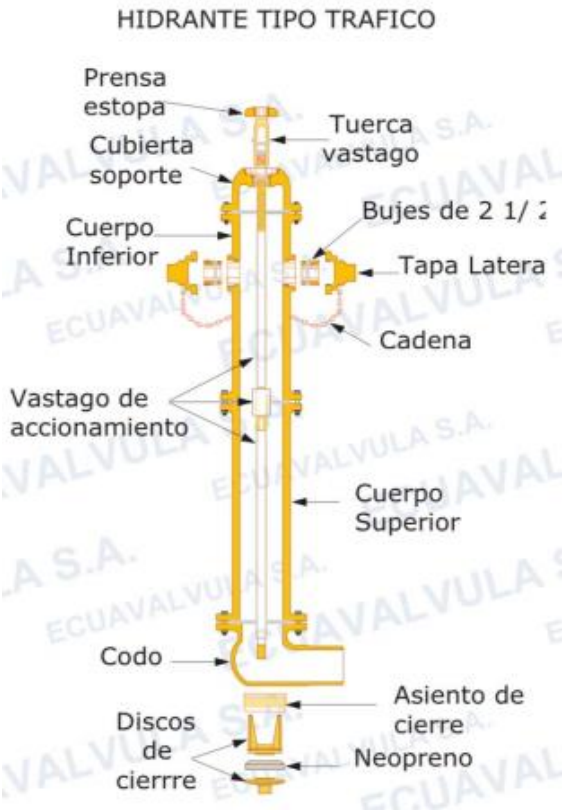
Especificaciones de los hidrantes

Para seleccionar el tipo de hidrante y, en base a este elemento, determinar un presupuesto inicial en donde se consideran delates técnicos de los hidrantes se consulta con Ecuavalvula S.A. El hidrante adecuado, como explica Pirachican (2021), es de tipo tráfico. De acuerdo con las especificaciones que Ecuavalvula S.A. pone a disposición del público, sus hidrantes cumplen con las especificaciones técnicas y normativas vigentes en el Ecuador y las normas internacionales AWWA C 502.

El hidrante tipo tráfico, de acuerdo con la información proporcionada por Ecuavalvula S.A. (2026), es usado como un componente básico para los sistemas contra incendios dentro de zonas pobladas. Según sus especificaciones puede trabajar a una presión de trabajo de 200 psi.

Figura 8.

Elementos de un hidrante tipo tráfico



Nota: Tomado de la consulta a Ecuavalvula S.A.

Estos hidrantes se accionan por medio de la tuerca vástago, cuya válvula de línea debe estar siempre abierta. La obturación se da en el codo de entrada a partir de un asiento de cierre en conjunto con un disco de neopreno que obtura la junta entre el codo y el cuerpo inferior.

Tabla 5.

Normalización hidrantes tipo tráfico

Componentes	Material
Cuerpo	Hierro gris Norma NTE INEN 2481-2009
Codo de entrada	Hierro gris Norma NTE INEN 2481-2009
Discos mecanismo	Hierro gris Norma NTE INEN 2481-2009
Vástagos mecanismo	Eje acero SAE 1010; 1''
Prensa estopa	Hierro gris Norma NTE INEN 2481-2009
Tuerca vástago	Bronce Norma ASTM-B-154
Asiento de cierre	Bronce Norma ASTM-B-154
Bujes 2 $^{1}/_{2}$	Bronce Norma ASTM-B-154
Tuerca guía del vástago	Bronce Norma ASTM-B-154
Empaquetaduras	Neopreno
Perneria	Exagonales acero inoxidable M10 $^{1}/_{2}$''

Nota: Tomado de la consulta a Ecuavalvula S.A. (2026).

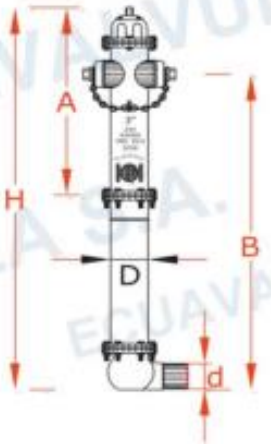
Los hidrantes de tipo tráfico que ofrece Ecuavalvula S.A. son sometidos a pruebas hidrostáticas para poder someter a los componentes a una presión de prueba para así verificar el rendimiento del hidrante y garantizar la presión nominal durante su uso. Esto bajo regulación de las normas AWWA.

El hidrante elegido es el de tipo tráfico con diámetro nominal de 3'' tipo 200; este posee una resistencia a presiones de hasta 200 psi en el asiento cierre y en el cuerpo soporta 400 psi. Este tipo de hidrante posee una llave de operación tipo T la cual es una extensión fabricada en acero que permite abrir o cerrar los hidrantes.

Figura 9.

Dimensiones del hidrante tipo tráfico de 3'' con dos salidas

HIDRANTE TIPO TRAFICO DE 3"
DOS SALIDAS



DIMENSIONES EN mm.

DN	H	A	B	D	d
3"	1425	690	1118	90	90

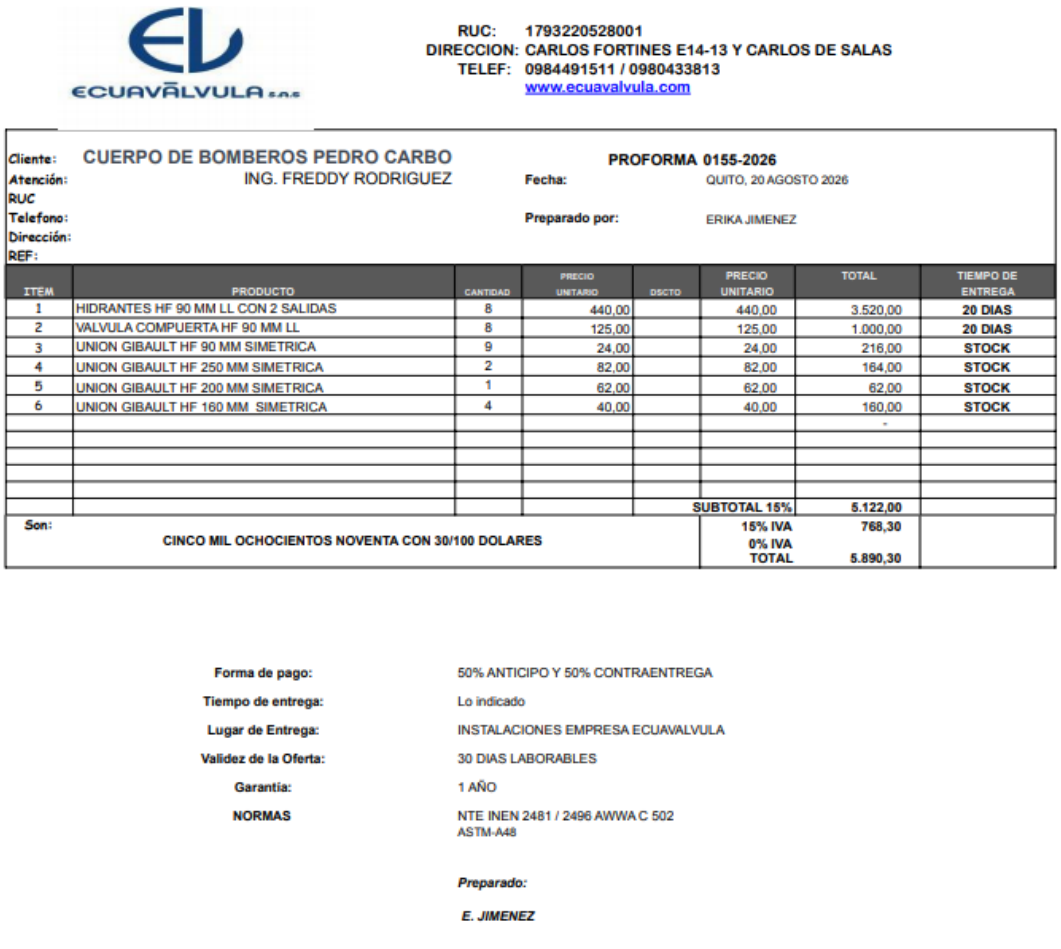
BUJES.

N. de salidas	cantidad	medida
2s	2	2 1/2"
3s	2	2 de 21/2"
	1	4 de 21/2"

Nota: Tomado de la consulta a Ecuavalvula S.A.

Los hidrantes se encuentran completamente normalizados tanto por normas nacionales como internacionales y sometidos a pruebas, por lo que se consideran las especificaciones y el presupuesto referencial de Ecuavalvula como base de cálculo para el presente estudio.

Presupuesto y financiamiento



ECUAVÁLVULA S.A.S

RUC: 1793220528001
DIRECCION: CARLOS FORTINES E14-13 Y CARLOS DE SALAS
TELEF: 0984491511 / 0980433813
www.ecuavalvula.com

Cliente: CUERPO DE BOMBEROS PEDRO CARBO
Atención: ING. FREDDY RODRIGUEZ
RUC
Telefono:
Dirección:
REF:

PROFORMA 0155-2026
Fecha: QUITO, 20 AGOSTO 2026
Preparado por: ERIKA JIMENEZ

ITEM	PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	DSCTO	PRECIO UNITARIO	TOTAL	TIEMPO DE ENTREGA
1	HIDRANTES HF 90 MM LL CON 2 SALIDAS	8	440,00		440,00	3.520,00	20 DIAS
2	VALVULA COMPUERTA HF 90 MM LL	8	125,00		125,00	1.000,00	20 DIAS
3	UNION GIBAULT HF 90 MM SIMETRICA	9	24,00		24,00	216,00	STOCK
4	UNION GIBAULT HF 250 MM SIMETRICA	2	82,00		82,00	164,00	STOCK
5	UNION GIBAULT HF 200 MM SIMETRICA	1	62,00		62,00	62,00	STOCK
6	UNION GIBAULT HF 160 MM SIMETRICA	4	40,00		40,00	160,00	STOCK
						-	
					SUBTOTAL 15%	5.122,00	
Son: CINCO MIL OCHOCIENTOS NOVENTA CON 30/100 DOLARES					15% IVA	768,30	
					0% IVA		
					TOTAL	5.890,30	

Forma de pago: 50% ANTICIPO Y 50% CONTRAENTREGA
Tiempo de entrega: Lo indicado
Lugar de Entrega: INSTALACIONES EMPRESA ECUAVALVULA
Validez de la Oferta: 30 DIAS LABORABLES
Garantía: 1 AÑO
NORMAS: NTE INEN 2481 / 2496 AWWA C 502
ASTM-A48

Preparado:

E. JIMENEZ

Revisión y validación de la propuesta por un experto

Para dotar de rigor académico y a su vez poder llevar el planteamiento presentado de forma académica a la práctica, se recurre a la validación por parte de Ingeniero civil Kevin Joel Jaramillo Villegas, coordinador técnico de la empresa de agua de Pedro Carbo, Emapapc-EP. Esta revisión se realizó el día 10 de septiembre del presente año, 2026.

Para su proceso se evaluaron 5 criterios por medio de una escala Likert de la siguiente manera.

Tabla 6.

Criterios de evaluación por expertos

Criterio	Valoración (1-5)
Organización: La propuesta sigue un orden jerarquizado, bien estructurado y redacción adecuada	5
Actualidad: Los planteamientos y recursos de la propuesta se encuentran actualizados de acuerdo con estándares nacionales e internacionales	5
Relevancia: La propuesta presentada posee relevancia en el tema y tiene relación con las necesidades evidenciadas.	5
Pertinencia: La propuesta cumple con los parámetros de acuerdo con la necesidad del cantón Pedro Carbo	5
actibilidad: La propuesta puede ser implementada	5

Nota: Elaborado por los autores.

CONCLUSIONES

La investigación permitió identificar necesidades operativas, condiciones territoriales y oportunidades institucionales que sustentan la formulación de una propuesta de sistema de hidrantes para la cabecera cantonal de Pedro Carbo. Cuyo estado actual.

Los resultados obtenidos respaldan la pertinencia de continuar con el desarrollo técnico y administrativo del proyecto. No obstante, su implementación requiere verificar las condiciones hidráulicas de cada punto, completar la evaluación presupuestaria y establecer acuerdos institucionales que garanticen su sostenibilidad.

Por consiguiente, el sistema de hidrantes constituye una propuesta de mejora para fortalecer la capacidad operativa del Cuerpo de Bomberos de Pedro Carbo, cuya efectividad deberá evaluarse mediante indicadores de desempeño una vez que se encuentre instalado y en funcionamiento. Para abordar de forma más detallada las conclusiones referentes a la proyección a futuro de la propuesta desarrollada se proponen las siguientes conclusiones en tres dimensiones: operativa, institucional y social.

Operativa

El análisis de los procesos de respuesta del Cuerpo de Bomberos de Pedro Carbo permitió identificar limitaciones relacionadas con el abastecimiento de agua, la disponibilidad de recursos y las condiciones de movilidad de las unidades de emergencia. Entre estas dificultades destaca la dependencia de un tanquero proporcionado por la empresa de agua potable o del desplazamiento hasta el polideportivo para realizar las recargas.

De acuerdo con la entrevista al personal operativo, el abastecimiento requiere aproximadamente quince minutos, periodo durante el cual pueden producirse interrupciones en las labores de extinción. Esta situación evidencia la necesidad de incorporar alternativas que permitan disponer de agua en puntos próximos a las zonas de intervención.

La propuesta de instalar hidrantes estratégicamente ubicados constituye una alternativa para mejorar las condiciones de abastecimiento y reducir los desplazamientos destinados a la recarga de las unidades. Su incorporación podría disminuir las interrupciones durante la extinción y facilitar la continuidad de las operaciones. La matriz de priorización permitió identificar sectores urbanos considerando criterios de vulnerabilidad, accesibilidad vial y disponibilidad de infraestructura de agua potable que busca aprovechar la red existente y atender sectores de interés operativo y urbano.

No obstante, la reducción efectiva de los tiempos de respuesta y la ampliación de la cobertura deberán comprobarse mediante evaluaciones posteriores a la implementación. La propuesta no elimina otras limitaciones identificadas, como los retrasos durante el desplazamiento, las condiciones de las unidades y las dificultades de acceso en determinadas zonas rurales.

Institucional

La investigación permitió identificar la importancia de la coordinación entre el Cuerpo de Bomberos, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pedro Carbo y la Empresa Municipal de Agua Potable de Pedro Carbo para desarrollar una infraestructura de abastecimiento destinada a la atención de incendios. Las entrevistas al alcalde y al director de Gestión de Planificación y Ordenamiento Territorial evidencian la existencia de predisposición institucional para considerar la incorporación de hidrantes en futuros proyectos urbanos.

Esta disposición representa una oportunidad para integrar la propuesta en las obras de vialidad, aceras, bordillos y ampliación de las redes de agua potable. Asimismo, la posibilidad de involucrar a empresas privadas y promover mecanismos de autogestión constituye una alternativa para afrontar las limitaciones presupuestarias señaladas por los representantes municipales.

La implementación del proyecto requiere, sin embargo, establecer responsabilidades específicas respecto al financiamiento, instalación, operación, mantenimiento y supervisión de los hidrantes. También resulta necesario definir los mecanismos de coordinación para garantizar que estas estructuras permanezcan disponibles y funcionales durante las emergencias. Por tanto, la propuesta no debe considerarse únicamente como una intervención de infraestructura, sino como una iniciativa de gestión interinstitucional que requiere planificación conjunta y compromisos sostenibles.

Social

La disponibilidad de puntos de abastecimiento próximos a las emergencias podría contribuir a disminuir las interrupciones de las operaciones de extinción y facilitar el trabajo del personal bomberil. De esta manera, el proyecto busca reducir las condiciones de vulnerabilidad asociadas a la ausencia de infraestructura específica para el abastecimiento de agua.

Sin embargo, los beneficios sociales dependerán de que los hidrantes dispongan de condiciones hidráulicas adecuadas, sean accesibles para las unidades de emergencia y reciban mantenimiento periódico. En consecuencia, la implementación del sistema debe acompañarse de acciones de prevención, educación ciudadana y coordinación comunitaria que favorezcan el acceso de los bomberos a las zonas afectadas y contribuyan a una respuesta organizada ante incendios.

Recomendaciones

Incorporar los hidrantes en futuras obras municipales. Se recomienda considerar la instalación de infraestructura contra incendios durante la ejecución de proyectos de ampliación vial, construcción de aceras y bordillos, regeneración urbana y ampliación de las redes de agua potable. Esto permitiría reducir la necesidad de realizar excavaciones y modificaciones posteriores.

Implementar un programa de inspección y mantenimiento. Una vez instalados, los hidrantes deberán someterse a revisiones periódicas para comprobar su estado físico, funcionamiento, presión y disponibilidad. Se recomienda establecer un registro actualizado de cada estructura y un protocolo para atender oportunamente las fallas identificadas.

Fortalecer la preparación operativa del personal bomberil. Se recomienda desarrollar capacitaciones y ejercicios prácticos para familiarizar al personal con las ubicaciones, características y procedimientos de utilización de los hidrantes. También se debe incorporar esta información en los protocolos de atención de incendios.

Desarrollar un sistema de información geográfica. Se recomienda elaborar un mapa digital que registre la ubicación de los hidrantes, sus características técnicas, las condiciones de acceso y la cobertura aproximada de cada punto. Esta herramienta facilitará la planificación de las operaciones y la actualización de la infraestructura.

Evaluar los resultados después de la implementación. Se recomienda comparar los tiempos de abastecimiento, la duración de las interrupciones durante la extinción y la cobertura operativa antes y después de la instalación. Esta evaluación permitirá determinar los beneficios reales del proyecto y establecer necesidades de ampliación.

Ampliar progresivamente la evaluación territorial. Aunque la propuesta se concentra en la cabecera cantonal, se recomienda estudiar posteriormente las necesidades de abastecimiento en los sectores rurales, considerando sus condiciones de accesibilidad y las limitaciones de la infraestructura existente.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés financiero, profesional o personal que pudiera haber influido en el desarrollo de la investigación, el análisis de los resultados o la presentación de este manuscrito

Contribución de coautores

Freddy Alexander Rodríguez Jaramillo: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, coordinación del estudio, análisis de la información y redacción del manuscrito original.

Laura Paola Tejada Acosta: apoyo en la investigación documental, recopilación y organización de la información, análisis de los resultados y revisión del manuscrito.

Carlos Gregorio Cevallos Guingla: apoyo en el análisis técnico de la propuesta, interpretación de los resultados, revisión crítica del manuscrito y colaboración en la elaboración de las conclusiones.

REFERENCIAS

Barrios Barrios, R. E. (2023). Diseño de un plan de localización de los hidrantes contra incendios instalados en el municipio DE Quetzaltenango [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Obtenido de: http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/20552

Ecuavalvula S. A. (2026). Especificaciones de hidrantes tipo tráfico y proforma presupuestaria.

EMCALI. (2023). Criterios de diseño para redes de acueducto. Cali: Norma técnica de distribución de agua potable. Recuperado de: https://www.emcali.com.co/documents/107516/125178/NDI-SE-DA-013.pdf

Espinoza Freire, E. E. (2015) Aspectos teóricos e instrumentos de la Metodología de la Investigación Educativa. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala. URI: http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6651

Espinoza Freire, E. E. (2020). La búsqueda de información científica en las bases de datos académicas. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, *3*(1), 31-35. https://doi.org/10.62452/z5re7v21

Espinoza Freire, E. E., & Rad Camayd, Y. (2020). A ética na pesquisa inclusiva, uma ferramenta didáctica. *Revista Universidad y Sociedad*, *12*(6), 139-146.

Espinoza-Freire, E. E. (2021). La argumentación científica una herramienta didáctica. *Revista Uniandes Episteme*, *8*(1), 106-121.

FIGCONSUL S. A. (2023). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2023-2027 Pdero Carbo-Guayas. Municipio de Pedro Carbo. Obtenido de: https://drive.google.com/file/d/1jXpuUbkjP_kzjs9Xcv-xizPQpWM3k9nl/view

National Fire Protection Association [NFPA]. (2024). NFPA 14: Norma para la Instalación de Sistemas de Montantes y Mangueras. Quincy, MA: NFPA. https://link.nfpa.org/free-access/publications/14/2024

NTE INEN 1680. (2014). Urbanización, sistema de agua requisitos. https://colegioarquitectosecuador.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/08/pnte-inen-1680.pdf

Pirachican, M. R. J. (2021). Manual para el diseño de sistemas de extinción de incendios a base de agua. https://repository.usta.edu.co/server/api/core/bitstreams/2be084e6-c430-4580-8e96-a4e59443b8c7/content

Vélez Pulido, V. A. (2024). Diseño de red de distribución de agua potable en el sector Vista Hermosa en la ciudad de Manta (Bachelor's thesis, Jipijapa-Unesum). https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/6865/1/V%c3%a9lez%20Pulido%20V%c3%adctor%20Andr%c3%a9s.pdf

Espinoza-Freire, E. E. (2025). La investigación cualitativa en la educación superior: enfoques, desafíos y perspectivas actuales. *Sociedad & Tecnología*, *8*(S3), 1299-1310. https://doi.org/10.51247/st.v8iS3.56

CPE INEN 5 Parte 9-1. (2014). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes (Primera edición ed.). Quito. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5%20Parte_9-1.pdf