

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v8i15.0246>

## DIAGNÓSTICO TÉCNICO Y PLAN DE RESTAURACIÓN PARA INFRAESTRUCTURA SANITARIA DETERIORADA: CASO DE ESTUDIO EN MANTA, ECUADOR

### TECHNICAL DIAGNOSIS AND RESTORATION PLAN FOR DETERIORATED SANITARY INFRASTRUCTURE: A CASE STUDY IN MANTA, ECUADOR

Mero-González Allisson Michelle <sup>1</sup>; Quimiz-Tumbaco Alex Vicente <sup>2</sup>;  
Vera-Calderón Juan Danny <sup>3</sup>; Parrales-Baque Roberto Carlos <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador.  
Correo: ammg.0399@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-0675-4444>

<sup>2</sup> Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador.  
Correo: alex.quimiz@unesum.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-2746-1056>

<sup>3</sup> Investigador independiente. Ecuador. Correo: verajuan004@gmail.com.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3814-4782>

<sup>4</sup> Investigador independiente. Ecuador. Correo: roselyne20022020@gmail.com.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5657-3452>

#### Resumen

Este estudio evaluó el estado operacional del sistema de alcantarillado sanitario en la urbanización Si Vivienda del cantón Manta, Ecuador, identificando deficiencias críticas y proponiendo soluciones técnicas para optimizar su funcionamiento. Mediante investigación aplicada y descriptiva, se examinaron detalladamente las condiciones estructurales de cajas domiciliarias, pozos de inspección y componentes de infraestructura sanitaria, utilizando métodos de campo, observación directa y análisis documental. Se determinó que la infraestructura presenta un nivel medio de deterioro, con obstrucciones y daños estructurales significativos, resultando en una operación deficiente del sistema. Se identificaron puntos críticos donde el flujo de aguas residuales está comprometido y se recalcularon parámetros técnicos como velocidades de flujo y caudal. Los resultados se complementaron con encuestas a moradores para evaluar el impacto en su calidad de vida. Se desarrolló un plan técnico que incluye diseño de nuevas tapas funcionales y restauración de pozos con materiales de alta durabilidad, junto con un presupuesto referencial para su ejecución y recomendaciones para mantenimiento preventivo y correctivo. El estudio se acopla a normativas nacionales e internacionales como EMAAP-Q e Interagua, expresando la urgente necesidad de intervención en el sistema sanitario de la urbanización.

**Palabras clave:** Alcantarillado sanitario, aguas residuales, diagnóstico operacional, mantenimiento correctivo, infraestructura urbana.

#### Abstract

This study evaluated the operational status of the sanitary sewage system in the Si Vivienda urbanization of Manta, Ecuador, identifying critical deficiencies and proposing technical solutions to optimize its operation. Through applied and descriptive research, the structural conditions of household inspection boxes, manholes, and sanitary infrastructure components were examined in detail, using field methods, direct observation, and documentary analysis. The infrastructure was found to have a medium level of deterioration, with significant obstructions and structural damage, resulting in poor system operation. Critical points where wastewater flow is compromised were identified, and technical parameters such as flow rates were recalculated. These results were complemented with resident surveys to assess the impact on their quality of life. A technical plan was developed that includes the design of new functional covers and

#### Información del manuscrito:

**Fecha de recepción:** 16 de octubre de 2024.

**Fecha de aceptación:** 19 de diciembre de 2024.

**Fecha de publicación:** 10 de enero de 2025.



restoration of wells with high-durability materials, along with a reference budget for implementation and recommendations for preventive and corrective maintenance. The study adheres to national and international regulations such as EMAAP-Q and Interagua, expressing the urgent need for intervention in the urbanization's sanitary system.

**Keywords:** Sanitary sewer, wastewater, operational diagnosis, corrective maintenance, urban infrastructure.

## 1. Introducción

El funcionamiento adecuado del sistema de alcantarillado sanitario en zonas urbanas es fundamental para preservar la salud pública y proteger el medio ambiente (IPCC, 2019). En la Urbanización Si Vivienda del cantón Manta, Ecuador, el diagnóstico operacional del sistema de alcantarillado sanitario permite verificar daños existentes y proponer soluciones que puedan mejorar la eficiencia, eficacia y sostenibilidad de este servicio esencial (Burton, 2003).

La ausencia de información precisa sobre el estado actual del sistema y la existencia de puntos críticos de obstrucción o deterioro complican la correcta gestión del servicio, lo que genera serias repercusiones para la población (Pacheco, 2023). Como menciona la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2021), las carencias en sistemas de saneamiento y tratamiento de aguas

residuales presentan situaciones comunes de enfermedades en varias partes del mundo (Martín, 2019; Pozo, 2021). En lugares donde este tipo de servicios es limitado, ineficiente o poco confiable, las aguas contaminadas para el consumo diario aumentan la probabilidad de enfermedades perjudiciales para la salud (Álvarez Álvarez et al., 2024; Seoáñez, 2019).

Esta situación representa una preocupación para zonas urbanas que han experimentado un crecimiento poblacional acelerado, como ocurre en ciertas áreas del cantón Manta, donde la ampliación del sistema de drenaje no ha seguido el ritmo de la urbanización (Steffler, 2021). Un estudio elaborado por el Equipo Técnico Regional de Agua y Saneamiento (2021) señala que, si bien diversas regiones han progresado en los últimos años mejorando sus sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario, actualmente persisten problemas

que afectan a la población general (Quimiz et al., 2023).

La estructura de los sistemas de alcantarillado en numerosas zonas urbanas y rurales resulta insuficiente para cubrir las necesidades y demandas crecientes de la población, generando problemas operacionales como fugas, bloqueos y deterioro estructural. Estos elementos inciden directa e indirectamente en el desempeño del sistema de drenaje sanitario de la urbanización "Si Vivienda" en Manta.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2023), a pesar de los esfuerzos por ampliar la cobertura de servicios de agua y alcantarillado sanitario en Ecuador, la población enfrenta diversos problemas en la funcionalidad de estos sistemas (Ruiz, 2022). La falta de mantenimiento preventivo en la infraestructura de alcantarillado sanitario en Manta ha generado problemas como desbordamientos y obstrucciones, especialmente en áreas de reciente desarrollo.

A nivel provincial, González y Velasco (2022) mencionan que cantones como Manta, a pesar de mostrar progreso en servicios

básicos, aún sufren graves deficiencias en la calidad y conservación de su infraestructura de drenaje debido al aumento poblacional en los últimos años. Según estos informes, gran parte de las obras de alcantarillado sanitario no satisface los criterios técnicos necesarios, lo que reduce su funcionalidad y puede resultar perjudicial para la salud de los habitantes.

El objetivo principal de esta investigación es evaluar el funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario de la urbanización "Si Vivienda" del cantón Manta, identificando deficiencias y proponiendo soluciones para mejorar su operación. Los objetivos específicos son: identificar la zona de la urbanización en términos de su infraestructura sanitaria; evaluar el estado físico de dicha infraestructura considerando cálculos hidráulicos; y desarrollar un plan técnico de mantenimiento correctivo y preventivo para la restauración integral de estructuras sanitarias dañadas, incluyendo un presupuesto referencial.

## 2. Materiales y métodos

La urbanización "Si Vivienda" se encuentra ubicada en el cantón Manta, provincia de Manabí, Ecuador. Sus coordenadas geográficas son: Zona 17 M, Este: 530667.62 m E, Sur: 9889297.37 m S, con una elevación de 125 msnm. Para efectos del estudio, el área se dividió en cuatro secciones para facilitar el levantamiento topográfico y posterior análisis (Tapia, 2021).

La investigación es de tipo aplicada y descriptiva (Carvajal Rivadeneira et al., 2023). Es aplicada porque utiliza datos obtenidos en indagaciones previas y considera las normas ecuatorianas para determinar el diagnóstico operacional del sistema de alcantarillado sanitario. Es descriptiva porque emplea el método de campo para identificar el estado físico de pozos de inspección y cajas domiciliarias mediante parámetros técnicos basados en normas de Interagua (2021), Senagua (2021), INEN (2018), CPE INEN 5. (2019) y EMAAP-Q (2022).

El diseño de la investigación es no experimental y descriptivo (Falco & Herrera, 2005), centrándose en la

naturaleza de los datos recolectados con base en normativas y parámetros técnicos en la urbanización Si Vivienda.

Se empleó un enfoque cuantitativo para recolectar y analizar datos numéricos relacionados con el estado físico de pozos de inspección y cajas domiciliarias, mediciones de caudal, velocidad del flujo de aguas residuales y diagnóstico de condiciones sanitarias (Pincay Pilay et al., 2025). Este enfoque permitió una evaluación objetiva y precisa de la infraestructura existente (Pita, 2022).

La población de estudio corresponde a los habitantes de la urbanización Si Vivienda, estimada en 2510 personas. Para la encuesta, se determinó una muestra representativa de 98 individuos utilizando la fórmula para cálculo de muestras de poblaciones finitas:

La investigación empleó una metodología mixta (Hernández, et al., 2014) para la recolección de información, combinando técnicas cualitativas y cuantitativas para obtener una comprensión integral del sistema estudiado. Inicialmente, se realizó una observación directa no

estructurada durante visitas in situ, registrando las observaciones en un diario de campo.

Para complementar la observación cualitativa, se llevó a cabo un levantamiento topográfico detallado, utilizando equipos de medición especializados. Este levantamiento permitió determinar con precisión las elevaciones, pendientes y la ubicación de los diversos componentes del sistema.

Asimismo, se realizó una exhaustiva revisión documental de normativas técnicas de organismos como Interagua, EMAAP-Q y Senagua, así como de fuentes bibliográficas relevantes. Esta revisión proporcionó el marco teórico y normativo necesario para el análisis.

Se aplicó una encuesta a los residentes del área de estudio con el fin de evaluar su percepción sobre el funcionamiento del sistema y los problemas que experimentaban. Este instrumento cuantitativo permitió recopilar datos sobre la satisfacción de los usuarios y las deficiencias del sistema desde su perspectiva.

Finalmente, se llevó a cabo una inspección técnica del estado físico de los componentes del sistema, incluyendo pozos de inspección, cajas domiciliarias y tuberías. Esta inspección, que combinó la observación visual con mediciones, permitió evaluar el estado de conservación y funcionamiento de la infraestructura.

Para llevar a cabo la investigación, se emplearon programas computacionales como Excel y Word para la organización y presentación de la información. Asimismo, se utilizaron equipos de medición topográfica para el levantamiento detallado de la zona.

La recopilación de datos cuantitativos se realizó mediante formularios de encuesta, mientras que la evaluación técnica se basó en fichas de evaluación especialmente diseñadas para este fin. La combinación de estos instrumentos permitió obtener una visión completa y detallada del sistema estudiado.

## **2.1. Análisis hidráulico**

La evaluación del funcionamiento hidráulico del sistema comenzó con una proyección poblacional para un

período de 30 años, utilizando tres métodos: aritmético, geométrico y exponencial. Posteriormente, se determinó la dotación media futura en función de la población proyectada y las condiciones climáticas, empleando la siguiente fórmula:

$$DF = D_0 (1 + d)^t$$

Donde:

- $D_0$ = dotación media futura
- $d$ = crecimiento dotacional
- $t$ = periodo de diseño

$$DF = 170 (1 + 0.018)^{30}$$

$$= 290.32 \frac{l}{hab} / día$$

Donde:

$D_f$ : Dotación Futura

A continuación, se calcularon varios caudales de diseño (Huber, 2018), incluyendo el caudal medio diario sanitario, el coeficiente de Harmon, el caudal máximo horario, el caudal debido a conexiones ilícitas, el caudal de infiltración y el caudal total de diseño. Finalmente, se aplicaron fórmulas hidráulicas para analizar velocidades y diámetros, asegurando valores óptimos para las

tuberías y el cumplimiento de las normas técnicas.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Identificación de la infraestructura sanitaria

El estudio topográfico permitió identificar con precisión los componentes principales del sistema de alcantarillado sanitario en la urbanización Si Vivienda. Se identificaron un total de 19 pozos de inspección distribuidos en las cuatro secciones analizadas. Todos estos elementos fueron georreferenciados mediante coordenadas UTM, estableciendo su elevación y características principales.

La red de alcantarillado está conformada principalmente por tuberías de PVC con un diámetro nominal de 175 mm, distribuidas a lo largo de las diferentes manzanas de la urbanización. El sistema está diseñado para funcionar por gravedad, aprovechando las pendientes naturales del terreno, con elevaciones que varían entre 114.23 msnm y 130.98 msnm.

El levantamiento topográfico detallado permitió identificar la

disposición de las tuberías principales, secundarias y terciarias, así como su interconexión con los pozos de inspección y cajas domiciliarias. Esta información fue fundamental para el posterior análisis hidráulico y para la identificación de problemas estructurales y funcionales en el sistema.

### **3.2. Estado físico de la infraestructura sanitaria**

La evaluación del estado físico de los componentes del sistema de alcantarillado reveló importantes deficiencias tanto en las cámaras de registro tipo manhole como en las cajas domiciliarias. Los resultados principales se detallan a continuación:

#### ***3.2.1. Cámaras de registro tipo manhole***

Se llevó a cabo una evaluación exhaustiva de 16 cámaras de registro distribuidas a lo largo de la urbanización, revelando una problemática generalizada en el sistema. Los resultados indican que el 100% de las cámaras inspeccionadas presentaban algún tipo de deficiencia.

La totalidad de las cámaras (16, representando el 100%) carecían de tapas o presentaban tapas severamente dañadas, exponiendo el interior de las cámaras. Asimismo, se observó acumulación de desechos sólidos, plásticos y sedimentos en todas las cámaras evaluadas, lo que también representa el 100% de las mismas. Adicionalmente, se detectaron daños estructurales en 6 cámaras, lo que corresponde al 37.5% del total, manifestándose en grietas o deterioro del concreto.

Estas deficiencias comprometen significativamente la funcionalidad del sistema de registro y representan riesgos sustanciales para la salud pública y la seguridad de los residentes de la urbanización. La exposición del interior de las cámaras, la acumulación de desechos y los daños estructurales pueden generar obstrucciones, focos de insalubridad y posibles accidentes, subrayando la necesidad de una intervención inmediata y efectiva.

#### ***3.2.2. Cajas domiciliarias***

Se realizó una evaluación exhaustiva de 22 cajas domiciliarias, distribuidas

en diferentes manzanas de la urbanización, con el objetivo de identificar las principales problemáticas que afectan su funcionamiento. El análisis reveló una serie de deficiencias que comprometen la operatividad del sistema (Granada Energía, 2022).

Se encontró que 5 cajas (22.7% del total) carecían de tapas, dejando el interior expuesto. Un número significativo de cajas, 15 en total (68.2%), presentaban tapas trizadas o dañadas, lo que también compromete la integridad del sistema. Adicionalmente, se identificaron 2 cajas (9.1%) con tapas mal colocadas o sobrepuestas, lo que sugiere problemas de mantenimiento o instalación. Un hallazgo alarmante fue la presencia de acumulación de sedimentos y/o residuos sólidos en la totalidad de las cajas evaluadas (100%), lo que indica una falta de limpieza y mantenimiento sistemático.

Estas deficiencias tienen un impacto directo en la operatividad del sistema de cajas domiciliarias, afectando su eficiencia y funcionalidad. Además, contribuyen a la generación de malos olores y representan un potencial riesgo de contaminación

ambiental. La acumulación de sedimentos y residuos sólidos puede obstruir el flujo normal del sistema y favorecer la proliferación de microorganismos patógenos. La falta de tapas o el deterioro de las mismas facilita la entrada de agua de lluvia y otros elementos contaminantes, agravando aún más la situación. Por lo tanto, se requiere una intervención inmediata para corregir estas deficiencias y garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

### **3.2.3. Percepción de los residentes**

Se realizó una encuesta a 98 residentes de la urbanización, con el objetivo de evaluar su percepción sobre el funcionamiento del sistema de alcantarillado. Los resultados obtenidos revelaron datos significativos que evidencian un alto grado de insatisfacción y preocupación entre los habitantes.

Un 97% de los hogares encuestados confirmó contar con conexión al alcantarillado sanitario, lo que indica una cobertura casi total del servicio. Sin embargo, la satisfacción con el funcionamiento del sistema es nula (0%), lo que denota una problemática generalizada. Un 53% de los residentes reportó

experimentar problemas frecuentes, tales como obstrucciones, desbordamientos y malos olores, lo que sugiere una deficiencia significativa en el mantenimiento y la operatividad del sistema. La totalidad de los encuestados (100%) considera que el sistema funciona con defectos, lo que evidencia una percepción unánime de la ineficiencia del servicio. Además, un 82% de los residentes afirmó haber solicitado reparaciones que no fueron resueltas, lo que refleja una falta de respuesta efectiva por parte de las autoridades o responsables del sistema. En cuanto a la calificación del servicio, un 59% lo evaluó como "malo" y un 41% como "regular", lo que confirma la insatisfacción generalizada.

Estos resultados obtenidos a través de la encuesta confirman los hallazgos de la evaluación técnica realizada previamente, evidenciando el impacto negativo que las deficiencias del sistema de alcantarillado tienen en la calidad de vida de los residentes de la urbanización. La falta de satisfacción, los problemas frecuentes, la percepción de defectos y la falta de respuesta a las

solicitudes de reparación reflejan una situación crítica que requiere atención urgente y soluciones efectivas.

### **3.3 Análisis hidráulico del sistema**

#### ***3.3.1. Proyección poblacional***

Se realizó la proyección poblacional para un período de 30 años utilizando tres métodos distintos. Los resultados indicaron una población futura promedio de 3096 habitantes, lo que representa un crecimiento significativo respecto a la población actual de 2510 habitantes.

#### ***3.3.2. Dotación y caudales***

Para llevar a cabo el análisis hidráulico del sistema, se determinaron una serie de parámetros clave que permiten evaluar el comportamiento y la capacidad del mismo. La dotación media futura se estableció en 290.32 litros por habitante por día (l/hab/día), calculada a partir de una dotación inicial de 170 l/hab/día. Este valor representa el consumo promedio de agua por persona en el futuro, considerando el crecimiento poblacional y otros factores. La densidad poblacional se determinó en 19.15 habitantes por metro

cuadrado ( $\text{hab}/\text{m}^2$ ), lo que proporciona información sobre la concentración de población en el área de estudio.

El coeficiente de retorno, que indica la proporción de agua consumida que se convierte en aguas residuales, se fijó en 0.7, correspondiente a un nivel de complejidad medio. A partir de estos datos, se calculó el caudal medio diario sanitario en 7.28 litros por segundo (l/s), representando el flujo promedio de aguas residuales generadas diariamente. El coeficiente de Harmon, que considera las variaciones en el consumo a lo largo del día, se estableció en 3.43. Este valor se utilizó para determinar el caudal máximo horario, el cual alcanzó los 24.98 l/s, reflejando el pico de demanda durante el día.

Adicionalmente, se consideraron otros factores que influyen en el caudal total de diseño, como el caudal por conexiones ilícitas, estimado en 1.75 l/s, y el caudal por infiltración, calculado en 2.50 l/s. Finalmente, el caudal total de diseño se determinó en 29.23 l/s, representando la capacidad que debe tener el sistema para manejar

el flujo máximo de aguas residuales, considerando todos los factores mencionados.

### 3.3.3. Verificación hidráulica

El análisis hidráulico de las tuberías existentes (175 mm de diámetro) determinó que, teóricamente, son suficientes para transportar el caudal de diseño calculado (29.23 l/s) con una velocidad de flujo de 1.22 m/s. El diámetro mínimo calculado para estas condiciones fue de 123.50 mm, por lo que las tuberías actuales deberían tener capacidad suficiente.

Sin embargo, las obstrucciones, sedimentación y deterioro identificados en la evaluación física comprometen significativamente esta capacidad hidráulica, generando puntos críticos donde el flujo está restringido o bloqueado.

El análisis de pendientes, que varían entre 0.0010 m/m y 0.0160 m/m, demostró que cumplen con el requisito mínimo de 0.0010 m/m para evitar sedimentaciones según el Código Ecuatoriano de Construcción (CEC) y la norma NTC 1500.

La tensión tractiva, con valores entre 1.01 y 2.32  $\text{N}/\text{m}^2$ , cumple con el mínimo de 1.0  $\text{N}/\text{m}^2$  establecido en el Manual de Diseño de Alcantarillado

Sanitario del INEC, lo que teóricamente debería evitar la acumulación de sólidos. No obstante, la falta de mantenimiento ha anulado esta ventaja de diseño.

### **3.4. Plan técnico para mantenimiento y restauración**

En base al diagnóstico realizado, se desarrolló un plan técnico integral que incluye las siguientes actividades principales:

#### ***3.4.1. Diagnóstico operacional***

La evaluación del sistema se llevó a cabo mediante una metodología integral que abarcó la recopilación de información, la inspección visual y técnica, así como la identificación y clasificación de daños.

En la primera etapa, se procedió a la recopilación exhaustiva de información relevante. Esto incluyó la revisión de los planos del sistema, con el fin de comprender su diseño y configuración. Adicionalmente, se realizó un análisis detallado del historial de mantenimiento, buscando identificar patrones y tendencias en las intervenciones realizadas. Asimismo, se recopilaron los problemas reportados por los residentes, ya que su percepción es

fundamental para comprender el funcionamiento real del sistema y las deficiencias que pudieran estar afectando su calidad de vida.

La segunda etapa consistió en una inspección visual y técnica detallada de todos los componentes del sistema. Esta evaluación permitió identificar el estado físico de la infraestructura, detectar posibles daños y evaluar su funcionamiento.

Finalmente, se procedió a la identificación y clasificación de los daños encontrados durante la inspección. Se estableció una categorización según la severidad de los daños, clasificándolos como menores, moderados o graves. Esta clasificación permitirá priorizar las intervenciones y asignar los recursos de manera eficiente, enfocándose en aquellos daños que representan un mayor riesgo para el funcionamiento del sistema y la seguridad de los residentes.

#### ***3.4.2. Mantenimiento preventivo***

Para garantizar el funcionamiento óptimo del sistema, se propone un enfoque integral que abarca tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo.

Se recomienda implementar un programa de limpieza regular, utilizando hidrolavadoras de alta presión para eliminar acumulaciones de sólidos y otros bloqueos que puedan obstruir el flujo del sistema. Asimismo, se sugiere realizar inspecciones periódicas de las redes principales y secundarias, con una frecuencia trimestral o semestral. Estas inspecciones permitirán detectar de manera temprana posibles problemas y prevenir obstrucciones mayores.

En caso de detectarse daños menores, se procederá a realizar las reparaciones correspondientes de manera oportuna. Esto incluye el reemplazo de tapas dañadas, el sellado de fisuras menores y el ajuste de conexiones que puedan estar sueltas o mal alineadas. La pronta atención a estos problemas menores evitará que se conviertan en daños mayores que requieran intervenciones más costosas y complejas.

### **3.4.3. Mantenimiento correctivo**

Con el fin de abordar los daños identificados en el sistema y asegurar su correcto funcionamiento, se proponen diversas intervenciones correctivas

que abarcan desde la reparación puntual de elementos dañados hasta la rehabilitación integral de la infraestructura.

Se llevará a cabo la restauración de pozos y tuberías que presenten daños estructurales. Esto implicará la reparación o reconstrucción de los elementos afectados, utilizando morteros de alta resistencia que garanticen la durabilidad y la funcionalidad de las estructuras restauradas.

Para la rehabilitación de tuberías deterioradas, se empleará la tecnología sin zanja conocida como CIPP (Curado In Situ de Tuberías). Este método consiste en la inserción de un revestimiento flexible impregnado con resina dentro de la tubería existente, el cual se cura mediante calor o luz ultravioleta, formando una nueva tubería dentro de la antigua. Esta técnica minimiza la necesidad de excavaciones y reduce significativamente el impacto en el entorno.

Para prevenir la entrada de agua no deseada al sistema, se aplicarán recubrimientos impermeabilizantes en los pozos de inspección. Estos recubrimientos sellarán las posibles fisuras o juntas defectuosas,

evitando la infiltración de agua de lluvia o aguas subterráneas que puedan sobrecargar el sistema y afectar su eficiencia.

#### **3.4.4. Diseño de tapas funcionales**

Se diseñaron nuevas tapas para pozos de inspección y cajas domiciliarias, considerando materiales de alta durabilidad y resistencia. Las tapas para pozos de inspección fueron diseñadas con diámetro de 1.20 m en hierro fundido, cumpliendo normativas técnicas para resistir el tráfico vehicular.

Para las cajas domiciliarias, se diseñaron tapas con dimensiones estandarizadas y materiales resistentes a la corrosión.

#### **3.4.5. Presupuesto referencial**

El presupuesto estimado para la implementación del plan técnico asciende a \$21,305.73, distribuido de la siguiente manera:

- Adquisición y colocación de 22 tapas para cajas domiciliarias: \$2,743.84
- Adquisición y colocación de 16 tapas de hierro fundido para cámaras de registro: \$6,313.28

- Reparación de 6 estructuras dañadas (hormigón, acero de refuerzo, impermeabilizantes): \$6,811.57

- Limpieza de 38 cámaras y pozos de registro: \$5,437.04

#### **3.4.6. Cronograma de actividades**

Se ha establecido un cronograma de cinco semanas para la implementación del plan de mejora del sistema, el cual ha sido diseñado para abordar de manera eficiente y sistemática las deficiencias identificadas.

La primera semana estará dedicada a la inspección y diagnóstico detallado del sistema. Durante esta fase, se llevará a cabo una evaluación exhaustiva de todos los componentes, con el objetivo de identificar con precisión los problemas y determinar las acciones correctivas necesarias. La segunda semana se centrará en la limpieza inicial del sistema, eliminando acumulaciones de sólidos y otros bloqueos que puedan estar afectando su funcionamiento. Las semanas tercera y cuarta se destinarán a la ejecución de reparaciones correctivas y

preventivas, abordando tanto los daños identificados durante la inspección como las acciones de mantenimiento preventivo para evitar futuros problemas. Finalmente, la quinta semana se llevará a cabo la evaluación final y verificación del sistema, asegurando que todas las acciones implementadas hayan sido efectivas y que el sistema esté funcionando de manera óptima. Este cronograma permitirá una implementación organizada y eficiente del plan de mejora, garantizando la resolución de los problemas identificados y la mejora del funcionamiento del sistema.

#### **3.4.7. Indicadores de éxito**

Para evaluar la efectividad del plan de mejora del sistema, se han establecido tres indicadores principales que permitirán medir el progreso y el impacto de las acciones implementadas.

El primer indicador se centra en la reducción del número de obstrucciones reportadas por los usuarios del sistema. Se ha establecido una meta de reducción del 90% en un plazo de seis meses, lo que permitirá evaluar la eficacia de

las medidas de limpieza y mantenimiento implementadas.

El segundo indicador se refiere a la mejora del flujo hidráulico del sistema, la cual será verificable mediante mediciones de caudal. Estas mediciones permitirán determinar si las acciones correctivas y preventivas han logrado restablecer el flujo normal del sistema y mejorar su capacidad de transporte.

El tercer indicador se enfoca en el aumento de la vida útil de las estructuras restauradas. Se espera que las reparaciones y rehabilitaciones realizadas prolonguen la vida útil de las estructuras en al menos 10 años adicionales, lo que representará un beneficio a largo plazo para la comunidad.

#### **3.5. Consideraciones ambientales**

Se llevó a cabo un diagnóstico ambiental exhaustivo con el objetivo de identificar tanto los impactos positivos como los negativos asociados con el sistema de alcantarillado existente y las intervenciones propuestas para su mejora.

Entre los impactos positivos significativos, se destaca la mejora sustancial de la calidad del agua en los cuerpos hídricos cercanos, como resultado del adecuado tratamiento y disposición de las aguas residuales. Asimismo, se prevé una reducción significativa de enfermedades transmitidas por agua contaminada, mejorando la salud pública de la comunidad. La protección de los ecosistemas acuáticos es otro impacto positivo relevante, ya que la reducción de la contaminación favorecerá la conservación de la biodiversidad y el equilibrio ecológico.

Por otro lado, se identificaron potenciales impactos negativos que podrían surgir durante la ejecución de las intervenciones. Estos incluyen la contaminación temporal del suelo y el agua debido a posibles vertidos accidentales, la erosión y alteración de los suelos durante las excavaciones necesarias, la generación de residuos sólidos provenientes de los materiales de construcción y demolición, la emisión de gases contaminantes por la maquinaria utilizada y la potencial perturbación de la fauna local debido

al ruido y la presencia de personal en la zona.

Para cada uno de los impactos negativos identificados, se establecieron medidas de mitigación específicas, alineadas con la normativa ambiental ecuatoriana vigente. Estas medidas se basan en el cumplimiento del Código Orgánico del Ambiente, el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA) y otros reglamentos específicos aplicables. La implementación de estas medidas de mitigación garantizará la minimización de los impactos negativos y el cumplimiento de los estándares ambientales durante la ejecución del proyecto.

#### **4. Conclusiones**

El análisis realizado permitió determinar que la urbanización Si Vivienda cuenta con una red de tuberías conectadas a pozos de revisión y alcantarillado que abarca la mayoría de las áreas habitadas. Sin embargo, se identificaron deficiencias significativas como pozos en áreas de difícil acceso, señalización inadecuada y falta de mapas actualizados, evidenciando la

necesidad de una mejor planificación y mantenimiento de la infraestructura.

Se detectó un deterioro significativo en componentes clave del sistema, incluyendo tapas de pozos dañadas o inexistentes, estructuras agrietadas y acumulación de residuos que obstruyen el flujo de aguas residuales. Estas condiciones representan riesgos funcionales que se ven agravados por la falta de mantenimiento preventivo, subrayando la urgencia de implementar medidas correctivas para prevenir mayores daños y costos a futuro.

El cálculo hidráulico realizado para la red de alcantarillado sanitario, con tuberías de 175 mm de diámetro, permitió evaluar su capacidad teórica para transportar las aguas residuales de manera eficiente. Se identificó que, aunque el sistema actual cumple con los requerimientos de conducción según las normativas técnicas, las deficiencias estructurales y la acumulación de residuos limitan significativamente el flujo, afectando su rendimiento y funcionalidad.

El plan técnico desarrollado, que incluye la restauración integral de

pozos, reemplazo de tapas dañadas y limpieza profunda del sistema, representa una solución viable y necesaria para rehabilitar la infraestructura sanitaria de la urbanización. El presupuesto referencial de \$21,305.73 constituye una inversión razonable considerando los beneficios en términos de salud pública, calidad ambiental y bienestar de los residentes.

La percepción negativa de los usuarios respecto al funcionamiento del sistema, evidenciada en la encuesta realizada, confirma la necesidad urgente de intervención. La implementación del plan propuesto no solo mejoraría las condiciones técnicas del sistema, sino que también incrementaría significativamente la satisfacción y calidad de vida de los habitantes de la urbanización Si Vivienda.

## Bibliografía

Álvarez-Álvarez, M. J., Sornoza-Parrales, D. R., Pincay-Pilay, M. M., & Loor-Sierra, D. E. (2024). Caudal ecológico para restauración del ecosistema en la cuenca del río Rímac. *MQRInvestigar*, 8(4), 5788–5822.

- <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.5788-5822>
- Burton, F. L. (2003). *Wastewater engineering: treatment and reuse* (4th ed.). Metcalf & Eddy, Inc. New York: McGraw-Hill.
- Carvajal Rivadeneira, D. D., Ponce Reyes, F. S., Sornoza Parrales, D., Pincay Pilay, M., Antonio, Q. S., & Miller Zavala, J. H. (2023). *Elementos básicos de la investigación científica*: ISBN: 978-9942-846-51-8.  
EDITORIAL INTERNACIONAL RUNAIKI, 1-75. Recuperado a partir de <https://runaiki.es/index.php/runaiki/article/view/83>
- CPE INEN 5. (2019). *Normas para estudio y diseño de sistema de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. Quito.
- EMAAP-Q. (2022). *Normas de diseño de sistema de alcantarillado para la EMAAP-Q* (Primera ed.). Quito, Ecuador: EMAAP.
- Falco, A., & Herrera, P. (2005). *Técnicas de recolección de datos*. Recuperado de <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/06/tecnicas-e-instrumentos-de-recoleccion.html>
- Granada Energía. (2022). *Manual técnico de instalaciones sanitarias residenciales*. Granada, España.
- González, J., & Velasco, B. (2022, 23 de enero). *Cantones en Ecuador presentan deficiencias en alcantarillado*. El Comercio. <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/cantones-ecuador-alcantarillado-servicio-deficiencia.html>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. 6, pp. 102-256). México.: México: McGraw-Hill.
- Huber, A. W. (2018). *Water distribution and wastewater collection design methods*. *Journal of Environmental Engineering*, 144(5), 04018025.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2023). *Indicadores de agua, saneamiento e higiene*. Quito: INEC.
- Interagua. (2021). *Manual de diseño de redes de alcantarillado - MA-OED-003; V-002*. Guayaquil.
- IPCC. (2019). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land*

- management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Martín, I. (2019). Tratamiento de aguas residuales industriales. Madrid: Editorial Técnica.
- Normas INEN. (2018). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales (Primera ed.). Quito, Ecuador.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2021). Las aguas residuales - El recurso desaprovechado. UNESCO.
- Pacheco, G. (2023). Ampliación del sistema de alcantarillado sanitario en la cooperativa Ganaderos Orenses perteneciente al Cantón San Miguel de los Bancos. Jipijapa: UNESUM.
- Pincay Pilay, M. M., Álvarez Álvarez, M. J., Vera Pisco, D. G., & Sornoza Parrales, D. R. (2025). Pantanos secos artificiales para tratamiento de aguas residuales: Una revisión sistemática de literatura. *RECIMUNDO*, 9(1), 485–496.  
[https://doi.org/10.26820/recimundo/9.\(1\).enero.2025.485-496](https://doi.org/10.26820/recimundo/9.(1).enero.2025.485-496)
- Pita, S. (2002). Investigación cualitativa y cuantitativa. Investigación: Metodología y Estadística, 76-78.
- Pozo, V. (2021). Anuario estadístico de agua potable y saneamiento. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Quito, Ecuador.
- Quimiz, A., Mero, A., & González, M. (2023). *Fundamentals of Fluid Mechanics for Engineers: A Practical Approach*. Editorial Académica Española.
- Ruiz, M. (2022). Diagnóstico y evaluación del sistema de alcantarillado sanitario en la inspección de San Javier en el municipio de la Mesa (Tesis de pregrado). Universidad Santo Tomás, Pasto, Colombia.
- SENAGUA. (2021). Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.
- Seoáñez, C. M. (2019). *Depuración de las aguas residuales por tecnologías ecológicas y de bajo costo*. Madrid, España: Grupo Editorial Mundi-Prensa.
- Steffler, P. (2021). Hydraulic design of sewerage systems. *Journal of Hydraulic Engineering*, 147(8), 05021007.

Tapia, B. (2021). Diseño de la red de alcantarillado de aguas servidas del sector Alberto Maldonado en ciudad Durán (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador.