



**ANÁLISIS DEL DIAGNÓSTICO DE LAS REDES DE
ALCANTARILLADO DE LOS BARRIOS SAN ISIDRO I Y II, SAN LUIS Y
LA SUREÑA**

Diana Lucía Torres Bermúdez

Universidad Piloto de Colombia

Facultad de Ingeniería Civil

Proyecto de Grado

Dr. Rafael Alberto Fonseca Correa

2022

Nota de Aceptación:

Firma del director del proyecto

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Presentación

Miembros del jurado:

Se presenta este proyecto de acuerdo con el cumplimiento de los requisitos pactados en el reglamento estudiantil pregrado de la Corporación Universitaria Piloto de Colombia, acorde al artículo 76 numeral 6 capítulo IX, el cual dice lo siguiente “grados: título, requisitos de grado, ceremonia de grado, diplomas, actas y certificaciones” me ha sido gratificante haber realizado dicho estudio y presentar este trabajo de investigación “ANÁLISIS DEL DIAGNÓSTICO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO SAN ISIDRO I Y II, SAN LUIS Y LA SUREÑA – LOCALIDAD CHAPINERO”, con el objeto de cumplir dicho requisito y obtener el título profesional de Ingeniero y/o Ingeniera Civil.

Agradecimientos

Mi agradecimiento infinito a Dios y a mis guías espirituales por recorrer este bello camino de la profesión de ingeniería civil quien me cambió el modo de ver el mundo, las ciudades y sus infraestructuras porque todo tiene un porqué y para qué de ser.

Deseo expresar mi gran agradecimiento a mi estimado, alegre y excelente maestro de apoyo académico y de vida al Doctor Rafael Alberto Fonseca Correa quien me brindó tiempo, dirección e intermediación con la empresa de servicios públicos ACUALCOS, resaltando su dedicación hacia sus estudiantes en acompañamiento durante el proceso.

Gracias al apoyo de mi familia, a la educación brindada por parte de los demás docentes de la Universidad Piloto de Colombia

Índice general

Glosario	1
Resumen	4
Abstract	5
Introducción	6
Capítulo 1	9
Disertación teórica	9
1.1 Antecedentes.....	9
1.1.1 Ubicación	9
1.1.2 Desarrollo comunitario	12
1.1.3 Hidrología	14
1.1.4 Clima.....	15
1.1.5 Riesgos	15
1.4.1 Remoción en masa:	15
1.4.2 Inundaciones:	15
1.1.6 Cuando no hay alcantarillado	16
1.1.7 Requerimiento PSMV -PTAR.....	16
1.1.8 Ecosistemas	18
1.2 Marco teórico	19
1.2.1 Ciclo hidrológico urbano	19
1.2.1.1 Abastecimiento:	20
1.2.1.2 Saneamiento:.....	20
1.2.1.3 Reutilización:	21
1.2.2 Pozo séptico.....	22
1.2.3 PTAR	23

1.2.4 Sistema de alcantarillado	24
1.2.4.1 Orígenes de las aguas residuales	24
1.2.4.2 Tipo de alcantarillado	25
1.2.4.3 Clasificación de tuberías:.....	25
1.2.4.4 Disposición de la red de alcantarillado.....	26
1.2.4.5 Componentes del sistema de alcantarillado	27
1.2.4.6 Posibles problemas	27
1.2.5 Alcantarillado combinado	29
1.2.6 Parámetros fisicoquímicos	29
1.2.6.1 pH.....	29
1.2.6.2 DQO	29
1.2.6.3 DBQO.....	30
1.2.6.4 SST	30
1.2.6.5 Máximos permisibles.....	30
1.2.7 Pozo de inspección	31
1.2.8 Marco normativo	32
Capítulo 2	37
Proceso metodológico y resultados	37
2.1 Diagnóstico del sistema de alcantarillado.....	37
2.1.1 Nivel de complejidad	37
2.1.2 Proyecciones de población.....	38
2.1.3 Componentes del sistema de alcantarillado	39
2.1.3.1 Otros componentes	40
2.1.4 Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.....	41
2.1.5 Vertimientos	41

2.1.5.1 Vertimientos existentes	41
2.1.5.2 vertimientos proyectados	42
2.1.5.3 Descripción de los vertimientos	42
2.1.5.4 Monitoreos de los vertimientos	43
2.1.6 Alcantarillado Sanitario y Pluvial.....	46
2.1.6.1 Programas propuestos por ACUALCOS	46
2.1.6.2 Cronograma de actividades.....	47
2.1.7 Plano de redes de alcantarillado	48
2.2 Percepción de la población.....	48
2.2.1 Calculo Tamaño de la muestra	51
Figura 1. Resultados de la encuesta.....	52
Capítulo 3	54
3.1 Análisis de resultados y discusión	54
3.2 Conclusiones	56
3.3 Recomendaciones	58
Anexo Fotográfico	59
Bibliografía.....	63

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 UPZ 89 San Isidro Patios.	9
Ilustración 2. Polígono intervención de ACUALCOS.	10
Ilustración 3. Cartograma, cubrimiento de ACUALCOS.....	12
Ilustración 4. Mapa hidrológico UPZ 89.	14
Ilustración 5. Ubicación de las STARS.....	18
Ilustración 6. Ecosistemas.....	18
Ilustración 7. Ciclo hidrológico urbano.....	21
Ilustración 8. Pozo séptico. Fuente:.....	23
Ilustración 9. PTAR.....	24
Ilustración 10. sistema abanico.	26
Ilustración 11. componentes del sistema de alcantarillado.....	27
Ilustración 12. Corrosión de tubería.	28
Ilustración 13. Máximos permisibles.	31
Ilustración 14. Pozo de inspección.	31
Ilustración 15. Redes de alcantarillado.....	48
Ilustración 16. Encuesta 1.....	49
Ilustración 17. Encuesta1.1.....	50
Ilustración 18. Encuesta 2.....	50

Índice de Tablas y Figuras

Tabla 1. <i>Normograma.</i>	32
Tabla 2. <i>Nivel de complejidad</i>	37
Tabla 3. <i>Población utilizada PSMV suscriptores de alcantarillado.</i>	38
Tabla 4. <i>Componentes del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial</i>	40
Tabla 5. <i>Vertimientos existentes actualmente</i>	41
Tabla 6. <i>Vertimientos y STARs proyectados</i>	42
Tabla 7. <i>Descripción puntos de vertimiento.</i>	42
Tabla 8. <i>Características del muestreo</i>	43
Tabla 9. <i>Resultados de los monitoreos</i>	44
Tabla 10. <i>Resultados Quebrada La Sureña</i>	44
Tabla 11. <i>Resultados Quebrada Pozo Claro</i>	45
Tabla 12. <i>Programas propuestos por ACUALCOS</i>	46
Tabla 13. <i>Cronograma de actividades</i>	47
Figura 1. <i>Resultados de la encuesta</i>	52

Glosario

Sistema de alcantarillado: Infraestructura que permite transportar aguas residuales y/o aguas pluviales, por medio de tuberías y conductos desde su origen hasta los centros de vertimientos.

Aguas Residuales: Son aguas generadas entrópicamente y se clasifican en domésticas, negras y grises o industriales. Aguas altamente contaminantes.

Agua pluvial: También llamada agua lluvia, generada por precipitación natural en zona urbana que no es absorbida por el suelo, sino por la esorrentía de calles, edificios u otras superficies.

Alcantarillado combinado: Sistema que conduce simultáneamente aguas residuales domésticas, comerciales y aguas lluvia.

Ciclo hidrológico: Es el Proceso de transformación y circulación del agua en la Tierra, evidenciando sus estados físicos: líquido, sólido y gaseoso.

Ciclo hidrológico urbano: Es el ciclo integral del agua involucrada en abastecimiento (recurso natural), consumo (uso), saneamiento (agua contaminada) y reutilización.

Desarrollo sostenible: Serie de procesos y metas comunes para proteger el planeta, y tratar de buscar posibles soluciones a los problemas derivados de la industrialización y el crecimiento poblacional. Una apuesta al equilibrio medioambiental, progreso social y crecimiento económico.

Contaminación ambiental: Es la presencia o acumulación de sustancias o elementos dañinos que afectan negativamente el entorno y las condiciones de vida, como la salud o la higiene de los seres vivos. Los tres tipos de contaminación ambiental son: contaminación de suelos, contaminación del aire y contaminación del agua.

Gestión ambiental: Es una serie de actividades y políticas que están determinadas a prevenir, mitigar y/o resolver problemas suscitados en la relación de naturaleza y sociedad (carácter ambiental), con el propósito de lograr un desarrollo sostenible.

Escorrentía: Es la corriente de agua lluvia que recorre sobre una superficie o por la red de drenaje hasta llegar a una cuenca, embalse, río, mar, etc.

Drenaje sanitario: Sistema de tuberías interconectadas que permite el desalojo de las aguas pluviales y/o residuales hacia las plantas depuradoras.

Quebrada hidrológica: Es la hendidura de una montaña al paso de arroyos o riachuelos que no transportan mucha agua y que atraviesa una quiebra.

Río: Corriente de agua que fluye desde su nacimiento hasta la desembocadura de otro río, lago o mar. Se alimenta de precipitaciones, escorrentías terrestres, manantiales, filtraciones o deshielo.

Cuenca: Se entiende que es una depresión en la superficie de la tierra, un valle

Cuenca hidrológica: Cavidad natural en la que se alimenta de agua lluvia, subcuencas o microcuencas y se divide en tres partes:

Cuenca alta: Corresponde a las áreas montañosas limitadas en su parte superior por las divisorias de aguas.

Cuenca media: Donde se juntan las aguas recogidas y en donde el río principal mantiene un cauce definido el cual hay un equilibrio entre los materiales sólidos arrastrados y el que se deposita

Cuenca baja: En donde el río desemboca y en donde el material arrastrado se deposita a causa de baja velocidad de la corriente.

Reserva Forestal: Terreno o zona establecida para la protección y propagación de la flora, fauna silvestre, recursos naturales (agua), suelos y desarrollo económico que es de interés nacional, y son declaradas por el Ministerio de la Economía Nacional, el INDERENA (Instituto Nacional de los Recursos Renovables y del Ambiente) y el Ministerio de Ambiente.

Impacto ambiental: causado por la naturaleza y/o actividades humanas que generan un efecto sobre el medio ambiente directa o indirectamente, y que supone una ruptura en su equilibrio. Los tipos de impactos ambientales principales son provocados por: aprovechamiento de recursos naturales renovables y no renovables; contaminación que generen algún residuo, por emisión de gases, o vertimientos de líquidos; y ocupación del territorio el cual modifica las condiciones naturales del terreno. Así mismo hay diferentes clasificaciones: Positivo o negativo, directo o indirecto, acumulativo, sinérgico, residual, temporal o permanente, reversible o irreversible y continuo o periódico.

Resumen

Los barrios pertenecientes a la UPZ 89 se encuentran dentro de la Reserva Forestal de los Bosques de los Cerros Orientales de Bogotá, en el 2020 la CAR realiza la aprobación del PSMV presentado por parte de ACUALCOS como prestador de servicio de acueducto y alcantarillado, con el objeto de articularse a las políticas nacionales y lineamientos de conservación ambiental. Su sistema es un alcantarillado combinado en donde sus aguas residuales y pluviales llegan inicialmente a las quebradas La Sureña y Pozo Claro, y luego directamente y sin tratamiento alguno caen a la quebrada la Chorrera hasta el río Molinos circundante de la zona urbana de Bogotá; de aquí parte la importancia de las tasas de contaminación por la que se está sometiendo la Reserva. Es necesario el implante de una PTAR para dichas aguas, por ello, uno de los primeros pasos es contemplar y velar del estado y lo que contiene la red de alcantarillado de esta zona con el fin de proceder a los inicios del proyecto. Así que se recolectaron documentos, datos e información sobre la empresa de ACUALCOS, y de los barrios a los que pertenece su polígono de prestación de servicios públicos, se realizan los respectivos análisis del diagnóstico de alcantarillado, para dar a conocer algunas conclusiones y recomendaciones al final de este documento.

Palabras claves: sistema de alcantarillado, aguas residuales, agua pluvial, ciclo hidrológico urbano, impacto ambiental, Acualcos.

Abstract

The neighborhoods belonging to UPZ 89 are located within the Forest Reserve of the Forests of the Eastern Hills of Bogotá, in 2020 the CAR approved the PSMV presented by ACUALCOS as a provider of water and sewage services, in order to articulate national policies and environmental conservation guidelines. Its system is a combined sewer system where wastewater and rainwater initially reach the La Sureña and Pozo Claro streams, and then directly and without any treatment they fall into the Chorrera stream to the Molinos River surrounding the urban area of Bogotá; hence the importance of the contamination rates that the reserve is being subjected to. It is necessary to implement a WWTP for these waters, therefore, one of the first steps is to contemplate and ensure the state and what is contained in the sewage network of this area in order to proceed to the beginning of the project. So, documents, data and information about the ACUALCOS company and the neighborhoods to which its public services polygon belongs were collected, the respective analysis of the sewerage diagnosis is carried out, in order to present some conclusions and recommendations at the end of this document.

Keywords: Sewage system, sewage water, rainwater, urban hydrological cycle, environmental impact, Acualcos.

Introducción

El sistema de alcantarillado, es una de las infraestructuras hidráulicas más importantes para cualquier población urbana, ya que ayuda al progreso y al desarrollo sostenible de la urbanización, es encargado de transportar y agilizar la evacuación de las aguas residuales y/o pluviales de manera segura evitando que estas aguas contaminadas tengan contacto directo con las personas y los animales, con el propósito de evitar y mitigar inundaciones, malos olores, contagios de virus, bacterias, hongos, parásitos, entre otros, que puedan ocasionar enfermedades que podrían llegar a ser mortales, además de disminuir impactos ambientales adversos que afecten a los ecosistemas.

Nuestro enfoque de trabajo se da en la Unidad de Planeación Zonal - UPZ 89, perteneciente a la localidad de Chapinero de la ciudad de Bogotá D.C. la asociación de servicios públicos comunitarios, encargada de prestar sus servicios es el acueducto comunitario ACUALCOS, el cual suministra agua potable a los barrios San Isidro I y II, San Luis y la Sureña, por cumplimiento del artículo 2.2.3.3.4.18 del Decreto 1076 de 2015, en el que declara la responsabilidad de suministrar el servicio de alcantarillado por parte de quien sea usuario del recurso hídrico, por consiguiente ACUALCOS lo realiza al 100% en su cobertura. El sistema de alcantarillado que se maneja es combinado, el cual transporta aguas residuales y pluviales, que llegan al río Molinos sin tener el tratamiento debido, el cual afecta ambientalmente cuenca abajo de los barrios mencionados anteriormente y a los barrios circundantes de la periferia urbana de la ciudad.

Dicho lo anterior, es necesario realizar un estudio y velar el diagnóstico de la red de alcantarillado de la zona, para llevar a cabo el cumplimiento de la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), los requisitos legales ambientales, mejorar en

la calidad de vida de la comunidad y mitigar impactos negativos ambientales de la Reserva. Además de exponer la necesidad de los barrios o zonas existentes y en expansión como por ejemplo La Esperanza, y la zona urbana ubicada cueca abajo de la vía La Calera, en donde ACUALCOS presta sus servicios de suministro de agua potable, pero no cuentan con la cobertura del servicio público de red de alcantarillado, ó que no cuentan con ninguno de los servicios, con el fin motivar con las implementación de dichas prestaciones de servicios públicos de manera que se pueda llegar al cubrimiento de 90% de la UPZ 89, ya que el barrio Bella Vista se beneficia con la empresa ACUEDUCTO de Bogotá.

En el Plan de Saneamiento de y Manejo de Vertimientos – PSMV, presentado en el 2019 y aprobado en el 2020, solicita un documento con el diagnóstico del sistema de alcantarillado en donde se incluya información de la descripción de las infraestructuras existentes y ubicación prevista de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. El cual, nos lleva a formular la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo se encuentra actualmente el estado de la red de alcantarillado, y cómo la actualización de los estudios aporta para el mejoramiento de la infraestructura hidráulica? Esto concernirá e involucrará a los barrios beneficiarios por la asociación de servicios públicos comunitarios del acueducto comunitario ACUALCOS.

En el presente documento se expone la recopilación y actualización de la documentación técnica para evaluar el estado de las redes de alcantarillado de ACUALCOS, para que pueda permitir y determinar la ubicación adecuada en donde se implementará la PTAR que se proyecta construir, con el fin de cumplir los requisitos legales ambientales de acuerdo con el PSMV. Se realiza la descripción de las infraestructuras existentes en cuanto a cobertura del servicio de alcantarillado como redes locales, colectores principales, vertimientos puntuales, corrientes, tramos o cuerpos de agua

receptores en área urbana, interceptores o emisarios finales construidos, ubicación de sistemas de tratamiento de aguas residuales (STAR), realizando trabajo de campo y registro fotográfico de los barrios San Isidro I y II, San Luis y La Sureña. Y posteriormente se realiza el análisis de la información recopilada, con el propósito de realizar las recomendaciones pertinentes.

Capítulo 1 Disertación teórica

1.1 Antecedentes

1.1.1 Ubicación

En este capítulo se exponen las características generales de la ubicación actual de la UPZ 89 de la localidad de Chapinero. Como se señala en color rojo en la ilustración 1,

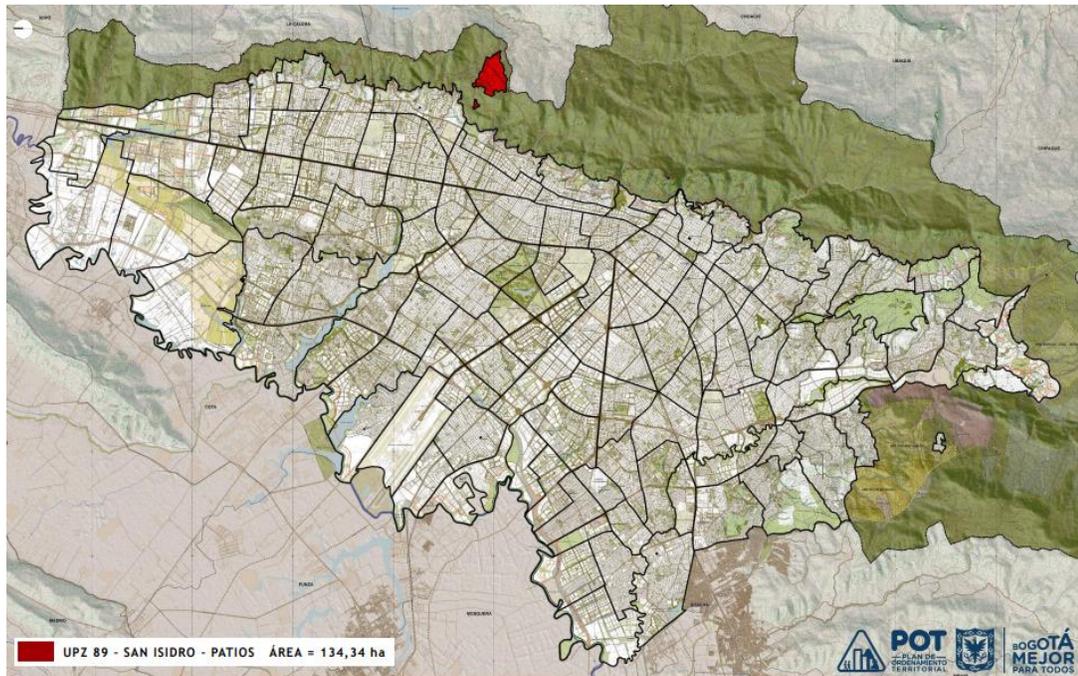


Ilustración 1 UPZ 89 San Isidro Patios. fuente: Revisión general POT, 2021.
http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/089_sanisidro-patios.pdf

En la ilustración 2 se muestra la vía principal de Bogotá – La Calera y la división de los barrios San Isidro, San Luis, La Sureña, La Esperanza, Bosques de Bella Vista y rancho Pomona. Además, referencia el área en hectáreas y número aproximado de habitantes por barrio.

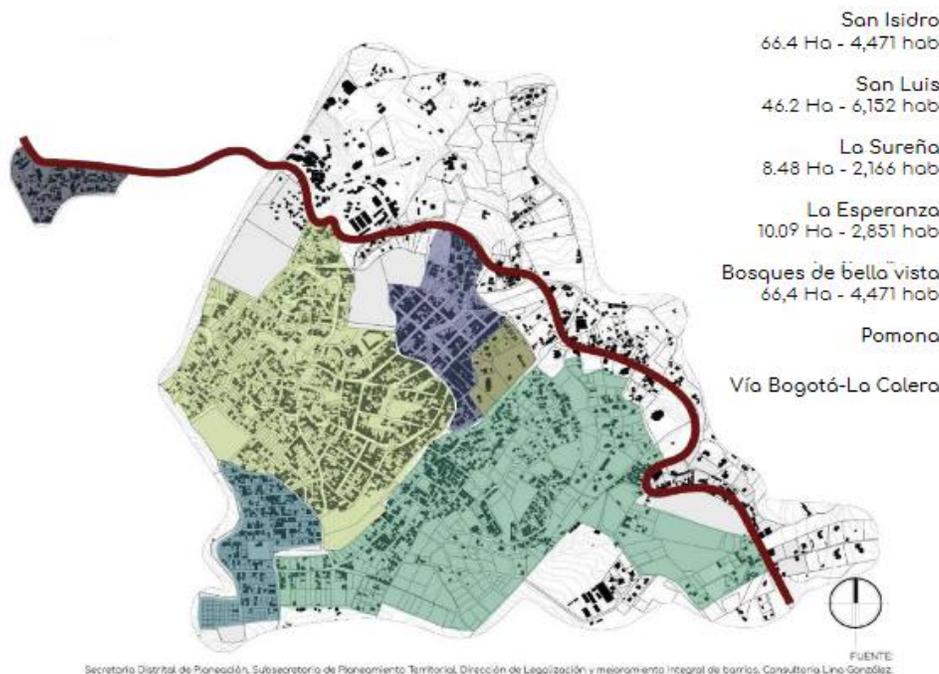


Ilustración 2. Polígono intervención de ACUALCOS. Fuente: Palma D. y Jacobs J. (2020) San Isidro Patios, Proyecto Vivienda Popular.
https://issuu.com/viviendapopular2020/docs/expediente_urbano_

El polígono de intervención por parte de ACUALCOS tiene un área aproximada de 252 has (25,5Km²). En la prestación del servicio de alcantarillado se comprende de la siguiente manera:

parte del 4,2 Km vía Bogotá – La Calera desde la Carrera 7^a con Calle 85; siguiendo por la vía Bogotá – La Calera 0,45 Km hacia el Noroccidente por la Carrera 4 este.

Fuente: Palma D. y Jacobs J. (2020) San Isidro Patios, Proyecto Vivienda Popular.

Este inicio 0,18 km Vía Bogotá - La Calera hacia el suroriente, desviando hacia el Oriente 0,08 km hasta la carrera 3^a este, en dirección nororiente continúa por carrera 3^a este y continúa por la calle 101 0,53 km redondeando el área hasta la carrera 3^a este nuevamente en sentido nororiental.

Continuando será punto 13 km por la diagonal 100ª Bis Continuando en sentido occidental, hasta el Noroccidente por la calle 100 0,05 km Siguiendo por la carrera 3ª este 0,1 km para reintegrarse con la diagonal 99b; hacia el sur 0.32 km hasta la carrera 2ª este de allí en sentido sur 0,30 km hasta la calle 94ª, en sentido noroccidental 0,29 Km hasta la calle 94ª, continúa en sentido suroccidental 0,53 km hasta la Transversal 11ª este.

por la Transversal 11ª este, en sentido suroriental adelante 0,17 km hasta la calle 94 y continúa en sentido sur hasta la carrera 12 este; continúa hacia el noroccidente 0,29 Km hasta la calle 95 bis, al Occidente 0,21 km hasta la transversal 12c este, luego 0,17 km en sentido nororiente Hasta la calle 95c, continúa al noroccidente 1,31 km hasta la calle 102b (0,05 km atrás del peaje vía Bogotá - La Calera). Desde la calle 12b (0,05 km atrás del peaje vía Bogotá - La Calera) continúa en sentido nororiental 2,02 km hasta nuevamente llegar al km 4,2 vía Bogotá - La Calera. (ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p. 20).

A continuación, en la ilustración 3 se muestra un cartograma generalizado del polígono que cubre los servicios públicos de ACUALCOS, que son los barrios San Isidro I y II, San Luis y la Sureña. Se indica cada barrio, la ubicación de ACUALCOS, anillo vial principal, pozos de agua, puente peatonal y sedes sociales importantes como colegios, salones comunales, CAI, centro de salud, capilla, torres de comunicaciones de RCN, jardín infantil, casa de rehabilitación, canchas deportivas y antenas de ETB. También se ubica la reserva ambiental, parte del barrio La Esperanza y dos de las quebradas más grandes que atraviesan en el sector.

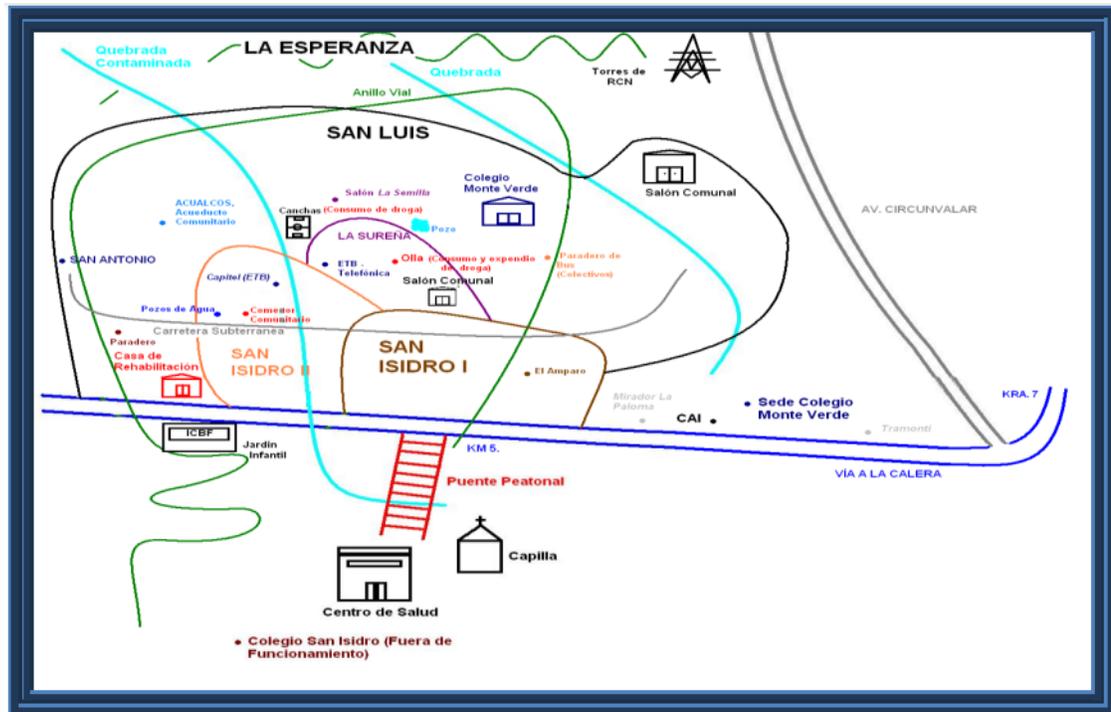


Ilustración 3. Cartograma, cubrimiento de ACUALCOS. Fuente: Lectura de realidades, Territorio social San Isidro Patios (2010). (p.27)

https://old.integracionsocial.gov.co/anexos/documentos/1_entidad/gsi/2_chapinero

1.1.2 Desarrollo comunitario

A mediados de los años sesenta y setenta del siglo XX, hubo un notable y rápido crecimiento de la población de la ciudad de Bogotá D.C. creándose ciertos barrios informales ante la falta de oferta institucional, así que no se tuvo otra alternativa más que la de gestionar y autoproducir su propio hábitat (Rojas, 2019, p. 31). Los barrios pertenecientes a la UPZ 89 son barrios informales afectados por la declaración de la Reserva Forestal Protectora del Bosque Oriental de Bogotá. Debido a la ilegalidad de los lotes, presentar riesgos de remoción en masa e inundaciones, que dificultaron los procesos de regularización, no fueron objeto de inversión pública en el área de servicios públicos estatales como la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB). Además, por el crecimiento de desechos sólidos, vertimientos y aguas servidas que han deteriorado

notablemente la calidad y la cantidad de recursos naturales de la Reserva, también es notorio la demanda de los servicios básicos especialmente de alcantarillado (Rojas, 2019, p. 33).

En 1982 la comunidad agenció un acueducto comunitario (Rojas, 2019, p. 33), el cual se puso en total funcionamiento en 1991 (Superservicios, 2017, p. 2) para suplir las necesidades de agua potable a la población existente en ese entonces, y con el paso del tiempo se fue ampliando la cobertura hasta convertirse en la empresa de Acueducto comunitario ACUALCOS, que cubren con sus servicios de acueducto y alcantarillado a los barrios San Isidro I y II, San Luis y La Sureña. Esta empresa junto con sus habitantes de la época logra construir un modesto sistema de alcantarillado combinado, que no tiene diseño técnico profesional, y que conduce las aguas residuales y pluviales sin tratar al río canalizado de Molinos, el cual su flujo es de oriente a occidente de la ciudad de Bogotá, además transporta las aguas residuales de los barrios que se encuentran cuenca abajo, por lo que afectan a los barrios circundantes y a la Reserva (Rojas, 2019, p. 33).

Por ende, es necesario la implementación de la PTAR, según el Plan de Saneamiento de Manejo de Vertimientos – PSMV aprobado en el año 2020, la proyección de dicha Planta de Tratamiento de Aguas Residuales es de 20 años, iniciado desde el 2019 con estudios previos y asumiendo una población de 8.232 habitantes, y para el año 2040 se contemplarán 10.025 habitantes (ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p. 30).

1.1.3 Hidrología

En la ilustración 4 se puede apreciar las fuentes hídricas que atraviesan y rodean los barrios de la UPZ 89, y parte de los alrededores de los cerros orientales de Bogotá indicando en línea verde el sentido de drenaje del río Molinos. Las aguas residuales de los barrios San Isidro I y II, San Luis, La Sureña son vertidas inicialmente a las quebradas Pozo Claro y La Sureña, luego caen a la quebrada La Chorrera hasta el canal del río Molinos, y posteriormente atraviesan la zona urbana de la ciudad hasta llegar a la cuenca media del río Bogotá (ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p. 21).

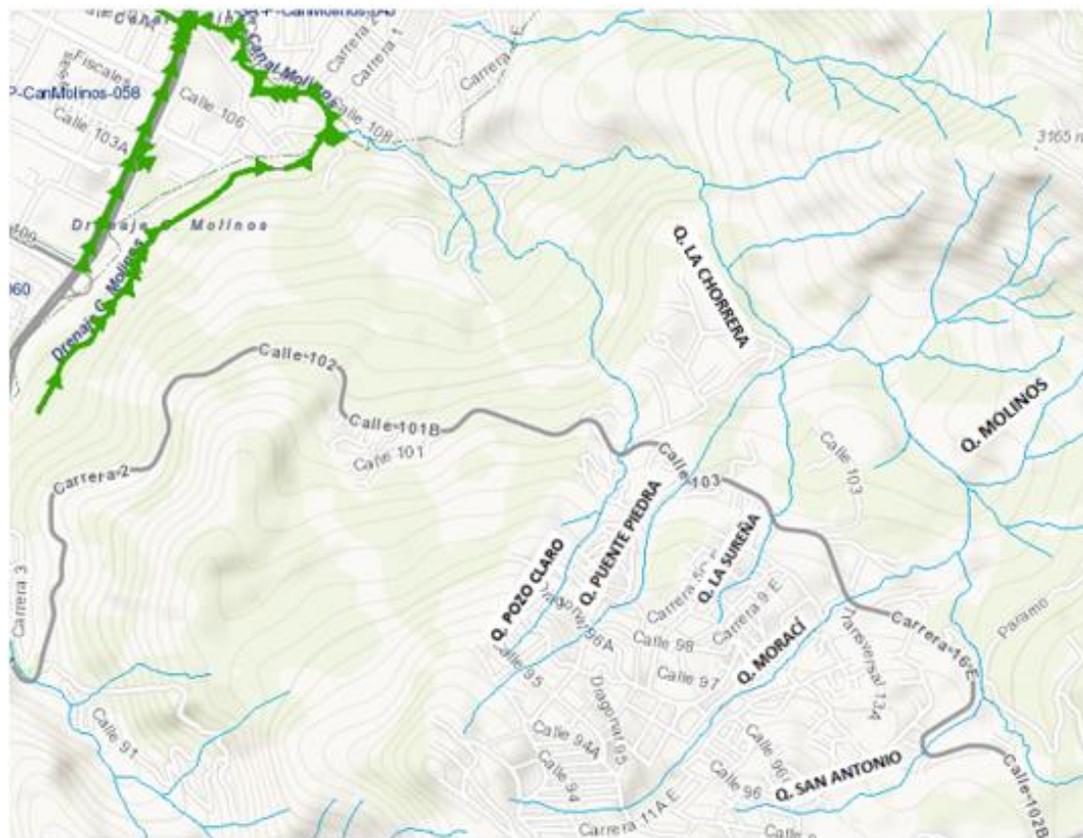


Ilustración 4. Mapa hidrológico UPZ 89. Fuente: Adaptada y recuperada de acueducto.com. (2021) Cuencas de alcantarillado. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB https://arcgiseaab.acueducto.com.co/MapasGeoportal/MapaCuencas_Alcantarillado_EAAB

1.1.4 Clima

La zona de intervención se encuentra a una altura promedio de 2.870 m.s.n.m, se considera frío, subhúmedo en general con una temperatura promedio de 14.2 °C, propenso a la sequía debido a vientos de baja intensidad y se presentan frecuentes heladas que en época de verano puede alcanzar una temperatura de 7 °C; humedad relativa en los meses lluviosos de 74 a 77% y en los meses secos con 66 a 74%; y presentan precipitaciones de 1200 y 1000mm (Quintero. 2022. p.15). El relieve es fuertemente escarpado con pendientes de 50% a 75%, sus suelos se caracterizan por desarrollarse sobre rocas clásticas limo – arcillosas y arenosas, limitado por contacto con roca (CAR. 2016. p.153).

1.1.5 Riesgos

Los principales riesgos en la zona son:

1.4.1 Remoción en masa:

Debido a que existen construcciones asentados en sitios donde anteriormente se dedicaban a la explotación de canteras, en rellenos o taludes que no fueron construidos técnicamente; también por la razón de la ubicación alrededor de las quebradas (Idiger. 2018. p.11).

1.4.2 Inundaciones:

Debido a la progresiva invasión de construcciones que se encuentran muy cerca de las fuentes hídricas ubicadas en la parte media de la cuenca de las quebradas Puente Piedra y Pozo Claro, al igual que a lo largo de la quebrada La Sureña, y en vista de la conducción de aguas residuales y basuras, además por la realización de relleno de arena, recebo y piedra, se han ocasionado inundaciones de aguas contaminadas ya que los desagües no dan abasto con la demanda especialmente en épocas de invierno (Quintero. 2022. p.17).

Además, en la zona media del área de prestación existen en varios tramos fraccionamientos y fracturas viales, el cual ocasionan fracturación de las cunetas colectoras de aguas lluvia (ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p.35).

1.1.6 Cuando no hay alcantarillado

Dentro del área de prestación de servicios de la Asociación de ACUALCOS, los predios que fueron censados en el 2017 por la Secretaría Distrital del Hábitat – SDHT de Bogotá se informó que, de los 4.846 predios censados, 77 predios no cuentan con red de alcantarillado, pero si con pozo Séptico, el cual representa el 1.6% y un 86.1% representan a los 4.174 predios que no poseen pozos sépticos (Quintero. 2022. p.29).

Las zonas que no cuentan con red de alcantarillado son las que se encuentran cuenca debajo de la vía La Calera, La Esperanza y las zonas aledañas y rurales de San Isidro Patios.

1.1.7 Requerimiento PSMV -PTAR

De acuerdo con el Plan de Saneamiento de Manejo de Vertimientos – PSMV aprobado en el 2020 se desea construir dos STARs de tipo modular, de fácil desplazamiento, con unidad auto soportado y operación autónoma, que se puedan tratar aguas por proceso biológico mixto, es decir aerobio y anaerobio, debe tener flujo hidráulico a pistón; también debe integrar procesos físicos y químicos, que implican:

“electrolisis, coagulación, floculación, sedimentación, filtración en línea, filtración rápida, desinfección por contacto y almacenamiento para su disposición o posterior reúso” (ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p.36).

Se recibirán las aguas residuales a tratar desde ceros en un pozo donde se inicia el proceso de cribado de grueso, de finos, luego al desarenador, posteriormente a la trampa de grasas y finalmente se bombea hacia la planta. (ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p.36).

Según el documento, se proyecta la construcción de dos Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales a largo plazo, dichos sistemas serán construidos con recursos propios en donde ACUALCOS se responsabiliza del proyecto con el costo total de inversión de \$2.224.000.000 millones de pesos, de cual se contemplan los vales de los estudios, diseños, construcción, ejecución y operación de dos STAR o dos plantas pequeñas con capacidad de 25 L/s para la STAR 1 en la Quebrada La Sureña (en color azul) y 5 L/s para la STAR 2 en la Quebrada Pozo Claro (en color rojo), como se indica en la ilustración 5, Plano general de las redes existentes de alcantarillado residual, vertimientos y alternativas de ubicación y conexiones a futuras PTAR. Estas disponen de una operación autónoma, con fácil desplazamiento y no producen malos olores en un área de 15 a 17 m², junto con una acometida eléctrica de 220 V trifásica con una capacidad de 10 kVA (ESPACUALCOS PSMV, 2020. p.36).

La PTAR que se piensa construir será de plástico reforzado en fibra de vidrio con una capacidad de 25 L/s que equivalen a 2160m³/día, y a esto se le suma el manejo de picos horarios del 25% con un área aproximada de 192m² (Quintero. 2022. p.36).

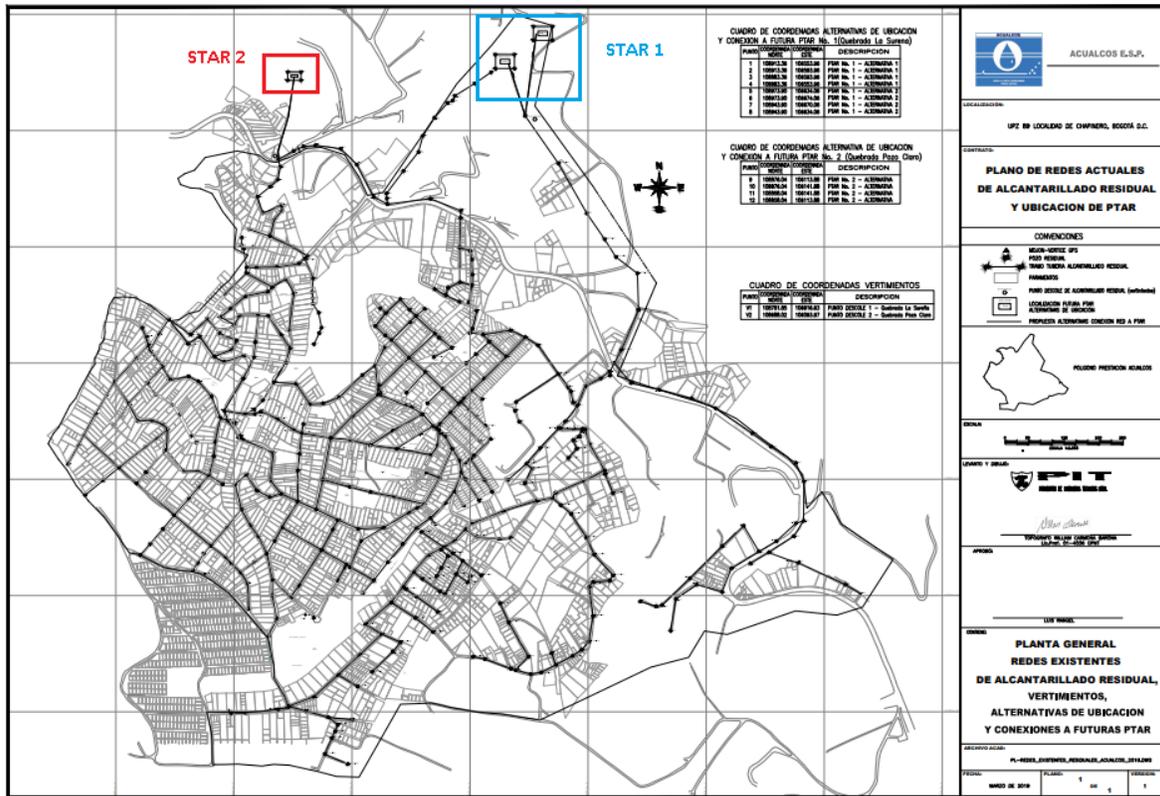


Ilustración 5. Ubicación de las STARS. Fuente: Adaptado y recuperado de ESP-ACUALCOS PSMV, 2020, anexos, plano planta general del 1 de 1.

1.1.8 Ecosistemas

Los Cerros Orientales contiene 5 ecosistemas: Páramo, Subpáramo, Alto Andino, Bajo Andino y Bosques de Lauráceas. De los cuales se le atribuyen a San Isidro - Patios los últimos tres nombrados con anterioridad al territorio de San Isidro Patios (Ruiz y Martínez, 2018. p.39). En la ilustración 6 se muestra una vista de perfil de la zona de urbana de San Isidro Parios, vía La Calera y la cuenca abajo a la Carrera 7 de la ciudad.

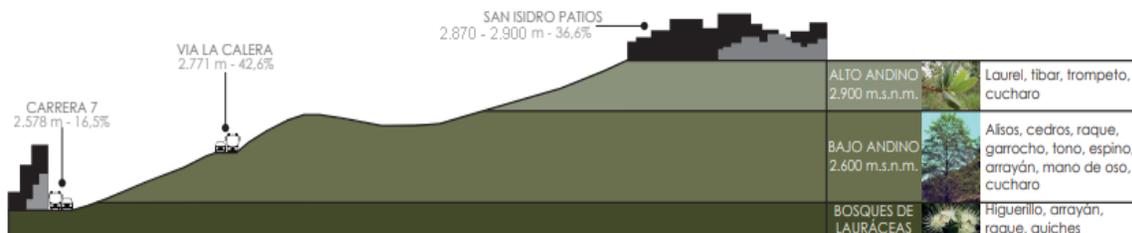


Ilustración 6. Ecosistemas. Fuente: Accesibilidad para todos. Una mirada inclusiva al barrio San Isidro Patios en la ciudad de Bogotá D.C. (2018) (p.39) <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1567&context=arquitectura>

1.2 Marco teórico

El sistema de alcantarillado, es una de las infraestructuras hidráulicas más importantes para cualquier población urbana, ya que ayuda al progreso y al desarrollo sostenible de la urbanización, es encargado de transportar y agilizar la evacuación de las aguas residuales y/o pluviales de manera segura evitando que estas aguas contaminadas tengan contacto directo con las personas y los animales, con el propósito de evitar y mitigar inundaciones, malos olores, contagios de virus, bacterias, hongos, parásitos, entre otros, que puedan ocasionar enfermedades que podrían llegar a ser mortales, además de disminuir impactos ambientales adversos que afecten a los ecosistemas.

1.2.1 Ciclo hidrológico urbano

Como es conocido, el ciclo hidrológico es el almacenamiento y movimiento continuo del agua entre la biósfera, litósfera, hidrósfera, atmósfera y la criósfera, que gracias al Sol y a la gravedad se transforma en sus tres estados físicos: líquido, gas y sólido, a través de los procesos de evaporación, condensación, precipitación, infiltración, escorrentía, sedimentación, sublimación, transpiración, fusión y flujo de agua subterránea (Ordoñez, 2012).

Actualmente, por el cambio climático, el ciclo del agua se ha visto alterado, por lo que se evidenciarán varias modificaciones en los ecosistemas. Y aunque el total del agua presente es relativamente constante, no lo es su disponibilidad. Por ello su importancia en el planeta y para la vida de los que la habitamos, se busca mitigar el agotamiento y el estrés hídrico por medio de propuestas, planes y gestiones adecuadas y sostenibles (Aquaefundación, 2013).

En el ciclo hidrológico urbano es ocasionado por la intervención del hombre, y está dividido en tres fases principales abastecimiento, saneamiento y reutilización, como lo indica en la ilustración 7 en detalle a continuación:

1.2.1.1 Abastecimiento:

Va desde la fase de captación del agua hasta la llegar a las acometidas y contadores de las construcciones urbanas.

1.2.1.1.1 Captación y potabilización. El agua proviene de alguna fuente hídrica, como lagos, ríos, embalses, etc. que luego es potabilizada cumpliendo con las condiciones sanitarias adecuadas para su consumo.

1.2.1.1.2 Almacenamiento y distribución. Una vez potabilizada el agua, se almacena en grandes depósitos urbanos para luego ser distribuida por medio de tuberías que recorren toda la urbanización hasta llegar a las casas.

1.2.1.2 Saneamiento:

En esta fase se devuelve el agua ya utilizada y tratada adecuadamente al cauce natural, para no afectar al medio ambiente.

1.2.1.2.1 Alcantarillado. La red de alcantarillado recolecta las aguas residuales de manera conjunta o separada de las aguas lluvia, el cual son transportadas a los vertimientos o sistemas de depuración.

1.2.1.2.2 Depuración. Consiste en eliminar impurezas de las aguas contaminadas para devolverlas a los cauces naturales en las mejores condiciones para minimizar riesgos ambientales y de salubridad.

1.2.1.3 Reutilización:

1.2.1.3.1 Regeneración. Este proceso se realiza en infraestructuras específicas donde el agua se desinfecta y se habilita para otros usos como riego en jardines, usos industriales, producción agrícola, entre otros.

1.2.1.3.2 Transporte. El agua regenerada es transportada mediante otras tuberías diferentes a las de abastecimiento al usuario.



Ilustración 7. Ciclo hidrológico urbano. Fuente: *La gestión del ciclo urbano del agua, un curso para gente como tú* (2016). Econoticias.com, El periódico verde.

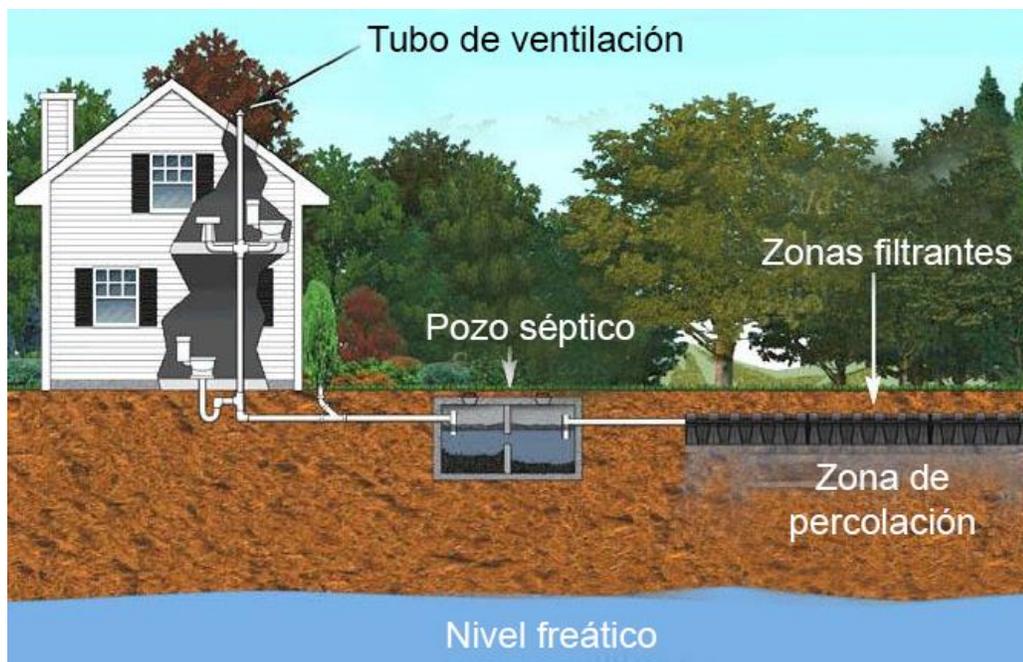
<https://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/113517/Gestion-Ciclo-Urbano-gua-curso-gente-tu>

Las causas y las consecuencias de contaminación, sobreexplotación y escasez del agua, ponen en alerta a las administraciones públicas, privadas y a la misma población. Hoy en día se han planteado algunas sugerencias (uso de aguas lluvias, reúso de aguas de lavadoras y duchas, etc.) con el objeto del ahorro y mejorar el uso del recurso, que pueda permitir un desarrollo sostenible actual y a futuro (Peña. 2017).

Disminuir impactos ambientales en contaminación del agua, es uno de los mayores retos que tiene la humanidad, ya que las actividades antropogénicas no paran, por lo tanto, las aguas residuales que se producen a diario tampoco. De ahí la importancia de tener un muy buen sistema de redes de alcantarillado que se encuentren en óptimas condiciones, y una PTAR para tratar las aguas contaminadas y que no lleguen directamente a ser vertidas a las fuentes hídricas superficiales.

1.2.2 Pozo séptico

Los pozos sépticos (ver ilustración 8) también llamados fosas sépticas, son otra alternativa para tratar las aguas residuales cuando no se cuenta con un sistema de red de alcantarillado o plantas de tratamiento de aguas residuales, son tanques sedimentantes que por proceso físico se separan los residuos orgánicos del recurso hídrico. Su principal objetivo es reducir y depurar organismos patógenos y bacterias generadas por las actividades domésticas que afectan directamente en la salud de la población y los animales, y de forma indirecta al medio ambiente, debido a la posible contaminación de fuentes hídricas superficiales y subterráneas. El producto del pozo séptico generalmente puede ser rehusado en riego de cultivos, jardinería y ser vertido en algún cauce hídrico (rio o arroyos) para que continúe con el proceso de depuración. La estructura se compone básicamente de trampa de grasa, tanque séptico, caja de distribución, campo de oxidación o infiltración y opcional de un pozo de absorción (Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (s.f)).



*Ilustración 8. Pozo séptico. Fuente: Biodyne, Costa Rica (s.f.)
https://www.biodyne-costa-rica.com/ar_pozo.html*

1.2.3 PTAR

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales - PTAR es una estructura combinada con un sistema de ingeniería en el que se convierte en una herramienta indispensable para la conservación del agua, puesto que puede llegar a transformar las aguas residuales nuevamente en agua potable por medio de procesos físicos, químicos y biológicos consistentes, que permiten eliminar los componentes contaminantes existentes en el líquido, con la potencia e intensidad que se requiera de acuerdo al nivel de purificación que se desea. Gracias a su ejecución la PTAR se considera como una aliada importante para el cuidado del agua y del medio ambiente (Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (s.f)).

En la ilustración 9 se puede observar el tipo de PTAR que quiere implantar ACUALCOS en su zona.



Ilustración 9. PTAR. Fuente: Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (s.f.)
<https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/procesos-de-aguas-residuales-ptar-definicion-tipos-etapas-del-proceso-conclusiones/>

1.2.4 Sistema de alcantarillado

Según López (2000. p.265) el sistema de alcantarillado está constituido por una serie de tuberías y obras complementarias, e indispensables que reciben y evacuan las aguas residuales de la población y la escorrentía superficial producida por precipitaciones. En caso de la no existencia de las redes de recolección de dichas aguas, estaría expuesta y en grave peligro la salud de las personas a causa de enfermedades epidemiológicas, además de causar pérdidas materiales importantes.

1.2.4.1 Orígenes de las aguas residuales

1.2.1.4.1.1 Aguas residuales domesticas: Provenientes de cocinas, inodoros, lavaderos y otros elementos domésticos. Compuestas de Sólidos suspendidos (materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fosforo) y organismos patógenos.

1.2.1.4.1.2 Aguas residuales industriales: Provenientes de desechos de procesos industriales o de fábricas. Además de contener dicho en lo citado anteriormente, elementos tóxicos como mercurio, plomo, cobre, níquel entre otros, que deberán ser removidos y no vertidos a la red de alcantarillado.

1.2.1.4.1.3 Aguas lluvias: Proveniente de la precipitación pluvial y por causa de lavado de tejados y calles. Compuesta de sólidos suspendidos, algunos metales pesados u otros químicos.

1.2.4.2 Tipo de alcantarillado

El tipo de alcantarillado que se usa depende de las características, tamaño, topografía y condiciones económicas para el proyecto. Un alcantarillado combinado representa una solución económica inicial pensando en la recolección, pero ya no lo sería tanto, cuando se piense en la solución global de saneamiento, el cual incluye una PTAR, debido a que el caudal es muy variable en cantidad y calidad. (López, 2000. p.266).

1.2.4.3 Clasificación de tuberías:

Laterales o iniciales: Recibe los desagües de los domicilios únicamente.

Secundarias: Recibe el caudal de dos o más tuberías iniciales.

Colector secundario: Recibe los desagües de dos o más tuberías secundarias.

Colector principal: Capta el caudal de dos o más colectores secundarios.

Emisario final: Conduce todo el caudal al punto de entrega (PTAR o vertimiento a un cuerpo de agua).

Interceptor: Es un colector ubicado paralelamente a un río o canal.

1.2.4.4 Disposición de la red de alcantarillado

Para López (2000. p. 267), no existe una regla general para establecer una disposición de la red de alcantarillado, ya que depende de las condiciones físicas de cada población. En su libro describe 5 disposiciones de la red de alcantarillado que son: sistema perpendicular sin interceptor, sistema perpendicular con interceptor, sistema perpendicular con interceptor y aliviadero, sistema en bayoneta y sistema abanico (ver ilustración 10). Este último se asimila más al que tiene ACUALCOS, puesto que este sistema está sujeto a unas condiciones topográficas especiales y por lo tanto actúa por efecto gravitacional, el cual se puede adoptar con o sin interceptor, o con aliviadero.

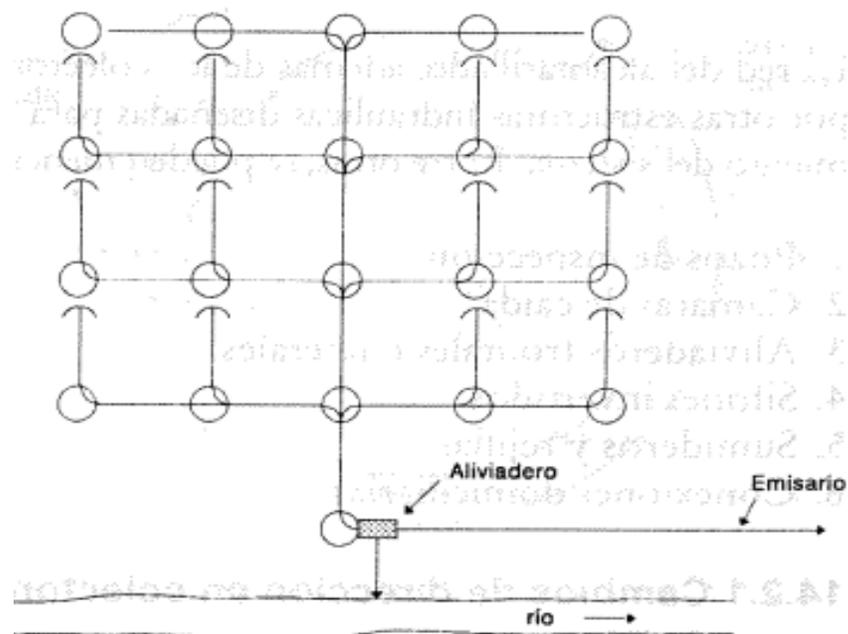


Ilustración 10. sistema abanico. Fuente: Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados (2000) (p.269).

https://www.academia.edu/38610655/Elementos_de_Dise%C3%B1o_para_Acueductos_y_Alcantarillados_In_g_Ricardo_Alfredo_L%C3%B3pez_Cualla_

1.2.4.5 Componentes del sistema de alcantarillado

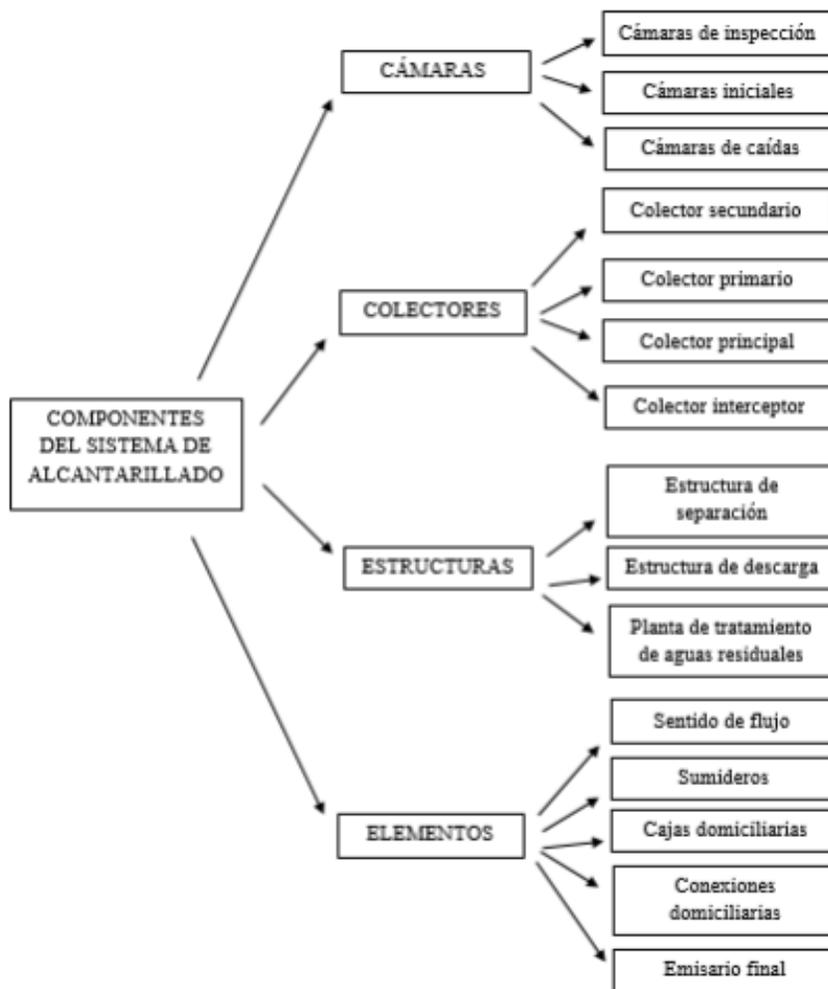


Ilustración 11. componentes del sistema de alcantarillado. Fuente: Diagnóstico y evaluación del colector principal del sistema de alcantarillado combinado del municipio de Mistrató – Risaralda (2021) (p.28)

La ilustración 11 está fundamentada de acuerdo con el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, título D, 2017.

1.2.4.6 Posibles problemas

Evitar problemas y condiciones desfavorables en los sistemas de alcantarillado es un punto muy importante a favor para garantizar la integridad óptima de la infraestructura. Uno de los principales problemas es la corrosión a causa de sulfuro de hidrogeno o ácido sulfhídrico (H₂S) conocido como gas de alcantarilla, detectado por olor a huevos podridos,

el cual resulta de la fermentación anaeróbica (sin oxígeno) de materia orgánica presente en las aguas residuales (Monroy. 2014 p.22-23).

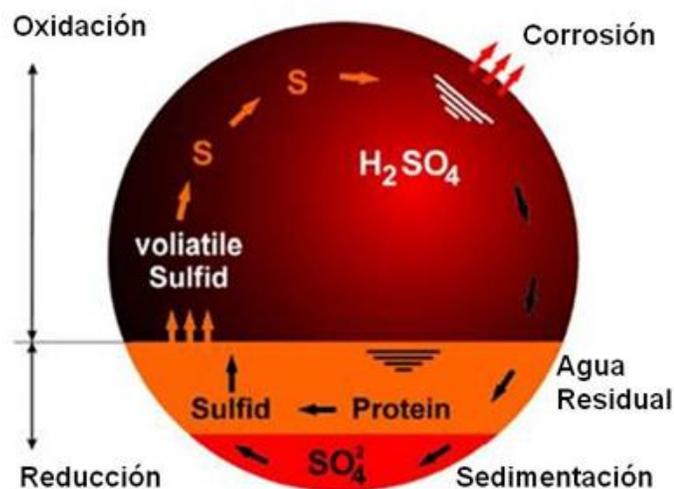


Ilustración 12. Corrosión de tubería. Fuente: Am Group (s.f.)
<https://www.aristegui.info/el-problema-de-la-corrosion-en-las-redes-de-saneamiento/>

La tubería más afectada por la corrosión de sulfuros son los de hormigón, fibrocemento y fundición; también son perjudicados los conductos y las estructuras metálicas (ver ilustración 12). En cambio, son inertes a este problema las tuberías de Gres y las que son hechas con materiales plásticos como PE, PP, PVC y PRFV (Am Group. (s.f)).

Otro problema detectado en los sistemas de alcantarillado son las obstrucciones por causa de la intrusión de raíces de árboles que se introducen por grietas o dislocaciones, ya que estas buscan agua, y pueden generar tanto afuera como en el interior de la tubería cierta invasión, lo cual provocaría la disminución del área útil que puede reducir o bloquear el flujo hidráulico, acumulando grasa, desechos sólidos u otros materiales orgánicos, y promover la generación de gases. Se vale aclarar que no toda causa de bloqueo no siempre es aparente y no siempre es en virtud a la obstrucción de raíces (Monroy, 2014. p.31-34).

1.2.5 Alcantarillado combinado

El sistema combinado transporta las aguas residuales y las aguas pluviales, en conjunto y así se debe considerar, para realizar análisis de los requerimientos de tratamiento de las aguas residuales diluidas, y poder cumplir con el reglamento vigente de vertimientos a superficies hídricas receptoras. Este sistema requiere de análisis técnico, financiero y ambiental que permita ser totalmente válido y lograr un estándar más alto que los sistemas de recolección y evacuación separados. Las ventajas es que es no es un sistema costoso, su mantenimiento es económico y las aguas lluvias ayudan a la limpieza de las tuberías. Las desventajas es que las aguas diluidas no pueden estar todo el tiempo sujetas a un tratamiento apropiado; además en época de verano las velocidades del flujo estarían solo por parte de las aguas domesticas que pueden llegar a ser inferiores a las de autolimpieza, y provoca acumulación de materia orgánica lo cual la descomposición genera gases (RAS, D, 2014 p.111). Por otro lado, cuando ocurren precipitaciones muy altas puede que no se capte muy bien la demanda pertinente (Hidrotec, 2018).

1.2.6 Parámetros fisicoquímicos

1.2.6.1 pH

Las aguas residuales cuando tienen un pH de menor o igual a 5 significa que hay proporciones altas de H_2S , pero cuando se muestra un pH de 9 significa que el H_2S se encuentra inhibido y está en forma de ion de Sulfuro (HS) (RAS, D, 2014 p.64).

1.2.6.2 DQO

Demanda Química de Oxígeno representa la cantidad de oxígeno necesario para descontaminar el agua, es decir al conjunto de compuestos oxidables, procedente de las

aguas residuales domésticas, pluviales y de pozo sépticos. Es el encargado de establecer si las aguas se depuran o no directamente a una fuente natural (Ibáñez, 2017).

1.2.6.3 DBQO

Demanda Bioquímica de Oxígeno mide la cantidad de oxígeno consumida en 5 días a 20°C por microorganismos vivos (bacterias, plancton y hongos), representa la materia orgánica biodegradable (Ibáñez, 2017).

1.2.6.4 SST

Sólidos Suspendedos Totales corresponde al material particulado que se mantiene en suspensión en el agua superficial y/o residual. Representa a la cantidad de residuos retenidos en un filtro de fibra de vidrio de 0,45 micras de tamaño de poro nominal (IDEAM y MFQA, 2007. p. 1).

1.2.6.5 Máximos permisibles.

De acuerdo con la Resolución 631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el artículo 8 del Capítulo V, los máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas domésticas y de prestadores de servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales a cumplir, son los que se muestran en la tabla del documento ya nombrado, como se expone en la ilustración 13.

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS (ARD) DE LAS SOLUCIONES INDIVIDUALES DE SANEAMIENTO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES O BIFAMILIARES	AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS (ARD), Y DE LAS AGUAS RESIDUALES (ARD – ARnD) DE LOS PRESTADORES DEL SERVICIO PÚBLICO DE ALCANTARILLADO A CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES, CON UNA CARGA MENOR O IGUAL A 625,00 kg/DÍA DBO5
Generales			
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	200,00	180,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L O ₂		90,00
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	100,00	90,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	5,00	5,00
Grasas y Aceites	mg/L	20,00	20,00

Ilustración 13. Máximos permisibles. Fuente: Resolución 631 de 2015. Minambiente y Desarrollo Sostenible. (p.7)

1.2.7 Pozo de inspección

Los pozos de inspección o residual son aquellas estructuras cilíndricas o cónicas (depende del diseño del alcantarillado y su profundidad); funcionan como puntos de inspección de la tubería con el fin de acceder fácilmente para la realización de mantenimientos, limpiezas o modificaciones pertinentes si es necesario (Sánchez, 2018. p.12). Las tapas de la red de alcantarillado de ACUALCOS son de concreto (ver anexo fotográfico).



Ilustración 14. Pozo de inspección. Fuente: Quintero. 2022. p.30

1.2.8 Marco normativo

En la tabla 1 se contempla las leyes, decretos y resoluciones que dentro del marco legal se deben considerar al momento de planificar proyectos de infraestructura hidráulica en la ciudad de Bogotá y sus alrededores. También son de interés para la empresa prestadora de servicios públicos de ACUALCOS en vista que ellos se rigen a las normativas pertinentes y referentes a sus prestaciones de servicios, a su territorio, al sector de Saneamiento y cuidado del medio ambiente para beneficio de su comunidad.

Tabla 1. *Normograma.*

Entidad que expide la norma	Norma	Descripción	Ligado a
Asamblea Nacional Constituyente	Constitución Política de Colombia	Título II. Cap.5 Art. 78. La ley es encargada de controlar la calidad de bienes y servicios, suministrar información y garantizar el adecuado abastecimiento a consumidores y usuarios.	Derechos Colectivos y del Ambiente
		Título II. Cap.5 Art. 79. Todas las personas tienen derecho a un ambiente sano. Y el Estado debe fomentar la educación, proteger y conservar la diversidad e integridad ambiental.	Derechos Colectivos y del Ambiente
		Título II. Cap.5 Art. 80. El Estado debe garantizar el desarrollo sostenible con respecto al buen manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.	Derechos Colectivos y del Ambiente

Entidad que expide la norma	Norma	Descripción	Ligado a
		Título XII. Cap.5 Art. 365 Los servicios públicos podrán ser prestados directa o indirectamente o por particulares. Cualquier caso el Estado vigilará y velará por regular, controlar dichos servicios.	Finalidad social del Estado y Servicios públicos
		Título XII. Cap.5 Art. 365 Los servicios públicos podrán ser prestados directa o indirectamente o por particulares. Cualquier caso el Estado vigilará y velará por regular, controlar dichos servicios.	Finalidad social del Estado y Servicios públicos
Congreso de la Republica	Ley 99 de 1993	Título VI. Art.30. El objetico de las Corporaciones Regionales Autónomas es ejecutar las políticas, planes, programas y proyectos, relacionados con el medio ambiente y recursos naturales renovables.	Corporaciones Autónomas Regionales
		Título VI. Art.31. Se estipulan las funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales, en donde se destacan los numerales: 8. Asesorar a entidades territoriales a la formulación y ejecución de programas de educación ambiental. 9. Otorgar permisos, concesiones autorizaciones y licencias ambientales conforme a la ley para el uso, movimiento o aprovechamiento de los recursos naturales renovables. 14. Ejercer control de transporte, procesamiento y comercialización de los recursos naturales renovables	Corporaciones Autónomas Regionales

Entidad que expide la norma	Norma	Descripción	Ligado a
Congreso de Colombia	Ley 812 de 2003	Sección ocho. Art. 99 Se prohíbe la inversión de recursos públicos en invasiones, loteos y edificaciones ilegales. Las entidades prestadoras de servicios públicos se abstendrán de suministrar sus servicios.	Sector de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Alcaldía mayor de Bogotá D.C.	Decreto 190 de 2004	Responde hacia los objetivos para el Ordenamiento Territorial del Distrito Capital. En donde se planea, ordena y controla la expansión urbana de la ciudad de Bogotá y su periferia, con el objeto de promover el uso del suelo de manera eficiente y mitigar presiones de su urbanización en cerros colindantes, con el fin de proteger el área ecológica y suelos productivos del distrito capital y la región.	Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del distrito capital en perspectiva regional
Alcaldía mayor de Bogotá D.C.	Decreto 485 de 2015	El trabajo conjunto del Ministerio de Ambiente, la CAR y el Distrito Capital de Bogotá buscan elaborar, ejecutar y financiar el Plan de Manejo para las áreas de canteras, agricultura, vegetación natural, plantación de bosques y pastos que corresponde al área de ocupación pública prioritaria de la franja de adecuación. Se busca también promover la investigación, restauración, rehabilitación, recuperación y protección forestal y ecológica.	Ocupación pública prioritaria de los Cerros Orientales
Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, Minambiente	Decreto 1076 de 2015	Cap. 2. Sección 4. Art. 2.2.3.3.4.18. El prestador del servicio como usuario del recurso hídrico es responsable de la prestación de servicio público de alcantarillado y contar con respectivo permiso de vertimiento o PSMV.	Uso y aprovechamiento del agua

Entidad que expide la norma	Norma	Descripción	Ligado a
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 1433 de 2004	<p>Art. 4. Las personas prestadoras del servicio público de alcantarillado y demás actividades complementarias que necesiten PSMV, deben presentar a la autoridad ambiental competente:</p> <p>El diagnóstico del sistema de alcantarillado en que se debe incluir la descripción de la infraestructura, redes locales, colectores, vertimientos puntuales, corrientes, cuerpos de agua receptoras, interceptores, ubicación de sistemas de tratamiento de aguas residuales (existentes o previstas) y mapa o esquema que represente a dicha descripción.</p> <p>También se solicita proyección de carga contaminante, descripción de programas, proyectos y actividades con respectivos cronogramas e inversiones y respectivas fases de tiempo: corto, mediano y largo plazo.</p>	Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 631 de 2015	Cap. V Art. 8. Se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles de los vertimientos puntuales con respecto a cuerpos de aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado público.	Parámetros fisicoquímicos y máximos permisibles
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 1766 de 2016	Se adopta el Plan de Manejo de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, en donde el objetivo es la preservación, restauración y protección de vegetación natural, ecosistemas y fuentes hídricas de la reserva como patrimonio e identidad cultural de Bogotá y la región.	Plan de Manejo de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá

Entidad que expide la norma	Norma	Descripción	Ligado a
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Resolución 0330 de 2017	<p>Se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS actualizado el cual se derogan las resoluciones antecesoras desde el 2000 hasta el 2009.</p> <p>Aquí se estipula los deberes de las entidades prestadoras de servicios públicos haciendo énfasis a reglamentaciones técnicas para:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planeación de proyectos - Diseño - Construcción - Puesta en marcha - Operación y mantenimiento - Interventoría <p>De los sistemas de acueducto y/o alcantarillado que se desarrolle en la República de Colombia, con el fin de garantizar un óptimo servicio en funcionalidad, eficacia, durabilidad, sostenibilidad y estabilidad de las infraestructuras.</p>	Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS

Fuente: Elaboración propia.

Referencias tomadas a partir del marco legal de los derechos de los colombianos, sistemas de alcantarillado, cuidado ambiental y del PSMV aprobado en el 2020 realizado por ACUALCOS

Capítulo 2 Proceso metodológico y resultados

2.1 Diagnóstico del sistema de alcantarillado

2.1.1 Nivel de complejidad

Mediante el oficio radicado CAR No. 201911349348 del 22/07/2019, se determinó el nivel de complejidad al que pertenece ACUALCOS E.S.P. y en donde se aprueba el diagnóstico de alcantarillado para la población estimada del primer periodo del año 2019, el cual el porcentaje de cobertura en sus redes de alcantarillado cumple al 100% dentro del polígono del área de prestación (ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p.28).

De acuerdo con la clasificación de la Tabla A3.1 del Título A de la Documentación Técnica Normativa del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000 que se muestra en la tabla 2, (también puede verse en la RAS 2017 Título D numeral 1.4) el nivel de complejidad es Alto ya que la población del área rural de Bogotá donde se localiza el área de prestación de servicio de alcantarillado operado actualmente es mayor a 60.000 habitantes (ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p.28).

Tabla 2. *Nivel de complejidad.*

Nivel de complejidad	Población de la zona urbana (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios
Bajo	<2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio - Alto	12501 a 60000	Media
Alto	>60000	Alta

Fuente: ESP-ACUALCOS PSMV, 2020.p.28

2.1.2 Proyecciones de población

Mediante el oficio radicado CAR No. 201911349348 del 22/07/2019 ACUALCOS E.S.P. presenta la proyección poblacional para las fases de corto plazo (1 a 2 años), mediano plazo (3 a 5 años) y largo plazo (5 a 10 años) conforme al horizonte de planificación del PSMV, considerando a la población servida, los incrementos de población de acuerdo con el POT y a la población flotante que se tomó del 3% según el artículo 2.4.3.5 título B RAS 2000 (ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p.21-22).

De acuerdo con las proyecciones de población que se realizaron, el PSMV aprueba el método geométrico gracias a que muestra una línea tendencial exponencial de crecimiento, la cual muestra un dato poblacional para el año 2019 de 18.461 habitantes, y que refleja el comportamiento equivalente al reportado por el censo realizado en el 2005 por del DANE que presenta un dato poblacional en la proyección del 2019 de 17.001 habitantes. En la tabla 3 se presenta la proyección de crecimiento de suscriptores del servicio de alcantarillado (ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p.26).

Tabla 3. *Población utilizada PSMV suscriptores de alcantarillado.*

Proyección estimada en relación con los suscriptores de alcantarillado					
ID	Año	Suscriptores	Población base	Población flotante estimada	Población total
0	2019	1.998	7.992	240	8.232
1	2020	2.018	8.071	242	8.313
2	2021	2.038	8.151	245	8.396
3	2022	2.058	8.232	247	8.479
4	2023	2.078	8.313	249	8.562
5	2024	2.099	8.396	252	8.648

ID	Año	Suscriptores	Población base	Población flotante estimada	Población total
6	2025	2.120	8.479	254	8.733
7	2026	2.141	8.563	257	8.820
8	2028	2.162	8.648	259	8.907
9	2029	2.183	8.733	262	8.995
10	2030	2.205	8.820	265	9.085
11	2031	2.227	8.907	267	9.174
12	2032	2.249	8.995	270	9.265
13	2033	2.271	9.084	273	9.357
14	2034	2.294	9.174	275	9.449
15	2035	2.316	9.265	278	9.543
16	2036	2.339	9.357	281	9.638
17	2037	2.362	9.450	284	9.734
18	2038	2.386	9.543	286	9.829
19	2039	2.409	9.638	289	9.927
20	2040	2.433	9.733	292	10.025

El número de personas por hogar su establecido por DANE 2005 en el Censo general de 4 personas.

Fuente: ESP-ACUALCOS PSMV, 2020,p.26-27

Según la tabla otorgada se tiene una población de 8.232 habitantes en el año 2019 y 10.025 habitantes sería la población para el año 2040, el cual es el horizonte de proyección de la PTAR, por consiguiente, el nivel de complejidad es alto (Quintero. 2022. p.15).

2.1.3 Componentes del sistema de alcantarillado

ACUALCOS E.S.P. dispone para la prestación del servicio de alcantarillado sanitario y pluvial, de una infraestructura que está compuesta de los siguientes componentes de acuerdo con la tabla 4 (ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p. 31).

Tabla 4. Componentes del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial.

ITEM	Número	Componentes del sistema			
		longitud (m)	Diámetro (pulgada)	Material	% Existencia
Colectores primarios	6	1402	12	PVC	90%
Colectores secundarios	120	432	8 a 10	GRES	90%
Interceptores	2	1132	16	PVC	90%
Emisores finales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Estaciones de Bombeo					
Aspecto	La empresa no cuenta con estaciones de bombeo puesto que la red se encuentra operando por gravedad.				
Capacidad instalada (L/s)	N/A				
Planta eléctrica de emergencia	N/A				
Estado	N/A				

Fuente: ESP-ACUALCOS PSMV, 2020.p.31

2.1.3.1 Otros componentes

La empresa ACUALCOS presenta un informe con los siguientes datos generales:

- No cuentan con Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado.
- Hay catastro de redes actualizado.
- No hay conexiones erradas.
- Existen once (11) conexiones para usuarios comerciales.
- Existen seis (6) conexiones para usuarios institucionales.
- No hay usuarios industriales.

2.1.4 Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

No cuentan con un Sistema de Tratamiento para Aguas Residuales Domésticas. Pero presentan proyección en el cronograma para la construcción de dos sistemas de tratamiento de dichas aguas en donde según el PSMV 2020, para el año 3 (2022) se anticipa la adquisición de una STAR para tratar las aguas domiciliarias servidas en el vertimiento 2 (Quebrada Pozo Claro) para el año 19 (2039). Y para el año 11 (2031) se construiría una STAR para el vertimiento 1 (Quebrada La Sureña) (ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p.31).

2.1.5 Vertimientos

Se identificaron dos (2) puntos de vertimientos en el área de prestación de servicio de alcantarillado (ver tabla 5). Posteriormente en la tabla 5, se muestran los vertimientos proyectados y que no son objeto de eliminación teniendo en cuenta la construcción de un STAR en cada punto (ver tabla 6), se diferencia un poco en la locación del punto del vertimiento 1 Quebrada La Sureña.

2.1.5.1 Vertimientos existentes

Tabla 5. *Vertimientos existentes actualmente.*

Identificación de vertimientos existentes					
No.	Nombre del vertimiento	Cuerpo Receptor	Coordenadas		msnm
			Norte	Este	
1	Vertimiento 1 Q. La Sureña	Q. La Sureña	1.008.791	1.006.605	2.873
2	Vertimiento 2 Q. Pozo Claro	Q. Pozo Claro	1.008.721	1.006.069	2.883

Fuente: ESP-ACUALCOS PSMV, 2020,p.32.

2.1.5.2 vertimientos proyectados

Tabla 6. Vertimientos y STARs proyectados.

Identificación de vertimientos proyectados						
No.	Nombre del vertimiento	Cuerpo Receptor	Coordenadas		msnm	Fase y semestre de la proyección
			Norte	Este		
1	STAR 1 Vertimiento 1 Q. La Sureña	Q. La Sureña	1.008.821	1.006.069	2.873	Fase: Largo plazo Años: 10
2	STAR 2 Vertimiento 2 Q. Pozo Claro	Q. Pozo Claro	1.008.721	1.006.069	2.883	Fase: Mediano plazo Años: 18

Fuente: ESP-ACUALCOS PSMV, 2020,p.32.

2.1.5.3 Descripción de los vertimientos

En la tabla 7 se indica una breve descripción de los puntos de vertimientos proyectados para el Sistema de Tratamiento de Agua Residual – STAR.

Tabla 7. Descripción puntos de vertimiento.

No.	Nombre del vertimiento	Origen del vertimiento
1.	 <p>Vertimiento 1. Q. La Sureña</p>	<p>Este vertimiento es compuesto por la parte alta y media del área de prestación de servicio, la conducción es realizada a través de redes de alcantarillado comprendidas en tuberías PVC Novafor de diámetros entre 8" a 12", de igual forma las aguas lluvias colectadas en la parte alta.</p> <p>La estructura de descarga se compone de una tubería en PVC Novafor de 16" hacia el cuerpo receptor de manera directa a la Quebrada La Sureña.</p>

No.	Nombre del vertimiento	Origen del vertimiento
2.	 <p>Vertimiento 2. Q. Pozo Claro</p>	<p>Este vertimiento es compuesto por la parte media y baja del área de prestación de servicio, comprendiendo zonas residenciales como comerciales; la conducción es realizada a través de redes de tubería en PVC Novafor de diámetros entre 10” y 16”, de igual forma las aguas lluvias colectadas en la parte baja y algunos segmentos de escorrentía vial.</p> <p>La estructura de descarga se compone de una tubería en PVC Novafor de 16” hacia el cuerpo receptor de manera a la Quebrada Pozo Claro.</p>

Fuente: ESP-ACUALCOS PSMV, 2020.p.32.

2.1.5.4 Monitoreos de los vertimientos

En las tablas 8 y 9 se exponen los aspectos principales del monitoreo presentado por ACUALCOS y resultados de las caracterizaciones de los vertimientos.

Tabla 8. Características del muestreo.

Características principales del muestreo	
Aspectos	Observaciones
Sitios de muestreo	Vertimiento 1 - Q. La Sureña Vertimiento 2 - Q. Pozo Claro
Fuentes Receptores	Quebrada La Sureña Quebrada Pozo Claro
Fecha del muestreo	13 de agosto de 2018
Laboratorio	BIOPOLAB Ltda.
Medición de caudal	Aforo volumétrico
Tipo de muestreo	NTC-ISOMEK 17025:2005

Fuente: ESP-ACUALCOS PSMV, 2020.p.33.

Tabla 9. Resultados de los monitoreos.

Resultados de la caracterización de los vertimientos			
Aspecto	Unidad	Vertimiento 1 Q. La Sureña	Vertimiento 2 Q. Pozo Claro
Coordenadas Norte	Sin	1.008.791	1.008.721
Coordenadas Este	Sin	1.006.791	1.006.096
Caudal	L/s	12.9	8.84
DBO5	mg/L	543	301
DQO	mg/L	840	485
SST	mg/L	198	88.5
Coliformes totales	NPM/100ml	N/E	N/E
Coliformes Fecales	NPM/100ml	540000000	70000000
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.95	8.28
pH	Unidades	7.70-9.00	7.90-8.80
Temperatura in situ del agua	°C	13.9	14.9
Temperatura ambiente	°C	N/E	N/E

Fuente: ESP-ACUALCOS PSMV, 2020.p.33.

En las tablas 10 y 11 se exponen los resultados de los monitoreos realizados a las fuentes receptoras de los vertimientos. Aunque no se identificaron coordenadas de los puntos donde se tomaron las muestras de ambas Quebradas (ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p.34).

Tabla 10. Resultados Quebrada La Sureña.

Resultados de la caracterización del cuerpo receptor				
Cueca		Río Bogotá		
Subcuenca		Río Salitre		
Fuente hídrica		Quebrada La Sureña		
Vertimiento		Vertimiento 1 - Q. La Sureña		
Aspecto	Unidad	Aguas arriba	Aguas abajo	Observaciones
Distancia del vertimiento	m	N/E	N/E	
Coordenadas Norte	Unidades	N/E	N/E	
Coordenadas Este	Unidades	N/E	N/E	

Aspecto	Unidad	Aguas arriba	Aguas abajo	Observaciones
Caudal	L/s	-	-	
DBO5	mg O2/L	28.3	443	
DQO	mg O2/L	44.8	679	
SST	mg/L	<11.6	318	
Coliformes Fecales	NPM/100ml	3.500	20.000.000	
Coliformes totales	NPM/100ml	N/E	N/E	
Oxígeno Disuelto	mg/L	<11.3(115%)	8.3(85%)	
pH	Unidades	6.6	9	
Temperatura ambiente	°C	N/E	N/E	
Temperatura Agua	°C	12.9	13.6	

Fuente: ESP-ACUALCOS PSMV, 2020,p.34.

Tabla 11. Resultados Quebrada Pozo Claro.

Resultados de la caracterización del cuerpo receptor				
Cueca		Río Bogotá		
Subcuenca		Río Salitre		
Fuente hídrica		Quebrada Pozo Claro		
Vertimiento		Vertimiento 2 - Q. Pozo Claro		
Aspecto	Unidad	Aguas arriba	Aguas abajo	Observaciones
Distancia del vertimiento	m	N/E	N/E	
Coordenadas Norte	Unidades	N/E	N/E	
Coordenadas Este	Unidades	N/E	N/E	
Caudal	L/s	-	-	
DBO ₅	mg O2/L	27.2	376	
DQO	mg O2/L	41.6	582	
SST	mg/L	51.5	91.8	
Coliformes Fecales	NPM/100ml	<1.8	17.000.000	
Coliformes totales	NPM/100ml	N/E	N/E	
Oxígeno Disuelto	mg/L	<7.3(68%)	6.4(61%)	
pH	Unidades	7.5	8.1	
Temperatura ambiente	°C	N/E	N/E	
Temperatura Agua	°C	12.7	12.9	

Fuente: ESP-ACUALCOS PSMV, 2020,p.34.

2.1.6 Alcantarillado Sanitario y Pluvial

ACUALCOS como prestador del servicio de alcantarillado, en el PSMV aprobado en el 2020 formaliza una serie de programas (véase tabla 12) tanto para el alcantarillado sanitario como para el alcantarillado pluvial, proyectos y actividades por medio de un cronograma de actividades e inversiones que se realizarán semestralmente, en donde se podrá diagnosticar el avance en el saneamiento y el manejo de los vertimientos con respecto a la recolección, transporte y disposición final de las aguas residuales (ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p.35).

2.1.6.1 Programas propuestos por ACUALCOS

Tabla 12. *Programas propuestos por ACUALCOS.*

Programas	Nombre del programa	Objetivo y meta
Alcantarillado Sanitario		
Orientado a recolección y transporte de las aguas residuales	Reposición de redes	<p>Objetivo: Mejorar y ampliar el diámetro de tubería dentro del área de prestación de servicio.</p> <p>Meta: Aumentar la captación de aguas servidas para posterior tratamiento y mejoramiento de las condiciones ambientales.</p>
Orientado al tratamiento de las aguas residuales	Construcción 2 STAR para el Vertimiento 1. Q. La Sureña y Vertimiento 2. Q. Pozo Claro y Disposición final	<p>Objetivo: Tratar las aguas residuales generado dentro del área de prestación de servicio.</p> <p>Meta: Cumplimiento de los actos administrativos objeto de disminución de concentraciones aportes al río Bogotá.</p>

Programas	Nombre del programa	Objetivo y meta
Alcantarillado Pluvial		
Orientado a las recolecciones de las aguas pluviales	Diseño y optimización del sistema de alcantarillado Pluvial	<p>Objeto: Captar las aguas lluvias generadas por escorrentía en el sector centro del área de prestación.</p> <p>Meta: Reducción de vertimientos para facilidad de tratamiento y disminución de concentración de contaminantes aportantes al río Bogotá.</p>

Fuente: ESP-ACUALCOS PSMV, 2020.p.36.

2.1.6.2 Cronograma de actividades

Por medio del oficio radicado CAR No. 2019113.4948 del 22 de junio de 2019, ACUALCOS presenta el cronograma de actividades e inversiones, proyectado a 20 años, planteadas de la siguiente manera:

Tabla 13. Cronograma de actividades.

Tipo de Al	Actividades
Alcantarillado Sanitario	Reposición de redes Primarias
	Reposición de redes Secundarias
	Estudios y diseños para dos STAR (Vertimiento 1 y Vertimiento 2)
	Construcción de STAR 1, Vertimiento 1 Q. La Sureña
	Puesta en marcha STAR 1
	Operación STAR 1
	Construcción de STAR 2, Vertimiento 2 Q. Pozo Claro
	Puesta en marcha STAR 2
	Operación STAR 2
	Alcantarillado Pluvial

Fuente: tomado y adaptado de ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p.77.

2.1.7 Plano de redes de alcantarillado

ACUALCOS presentó planos de las redes actuales de alcantarillado residual, con los detalles pertinentes en longitud (L), diámetro (\emptyset) y la pendiente en porcentaje (P) en cada línea de tubería, y con la respectiva conexión de los pozos residuales, como se muestra en la ilustración 11 a continuación:

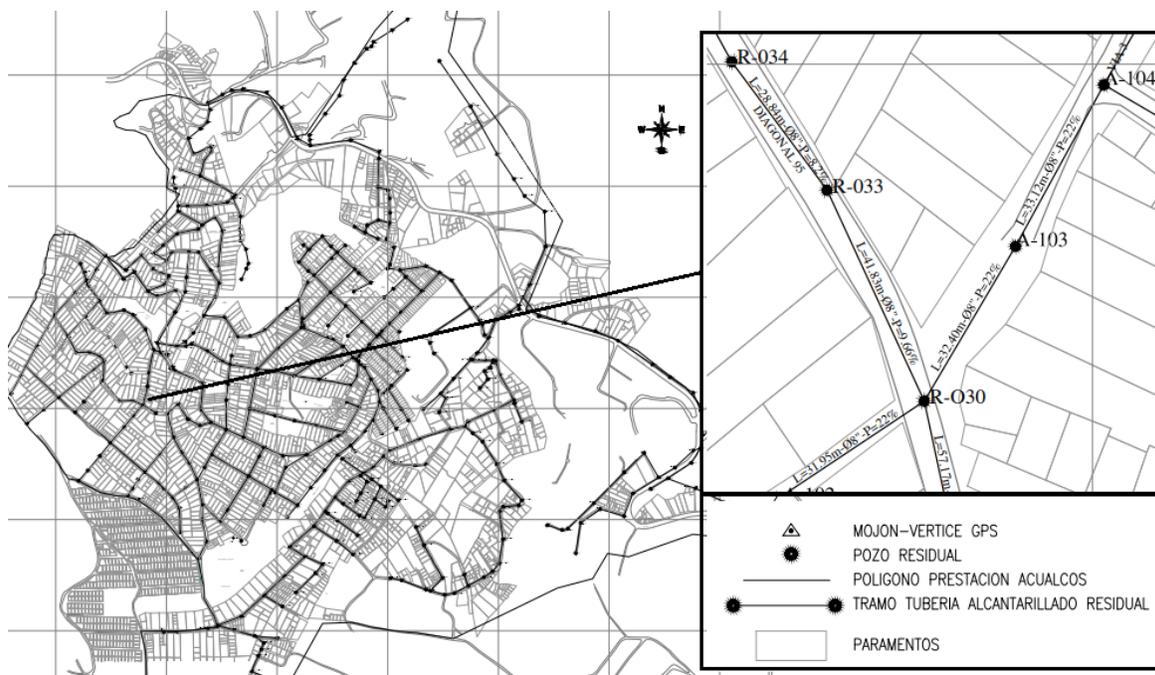


Ilustración 15. Redes de alcantarillado. Fuente: Adaptado y recuperado de ESP-ACUALCOS PSMV, 2020, anexos, plano de redes actuales de alcantarillado residual 1 de 1 de 6.

2.2 Percepción de la población

Durante las visitas al acueducto de ACUALCOS, se aprovechó el tiempo para realizar una breve encuesta a los usuarios de los servicios públicos de ACUALCOS, con el objeto de saber la percepción y el conocimiento que tiene el usuario frente al alcantarillado y las aguas residuales en general; además de darles información sobre, a donde van a parar

sus aguas residuales y sobre lo que ACUALCOS planea hacer para mejorar el servicio, concientizar un poco sobre el cuidado del medio ambiente y las fuentes hídricas superficiales del sector. La evidencia se muestra en las ilustraciones 13,14 y 15.

ENCUESTA A USUARIOS - SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE ACUALCOS													
	Nombre de usuario	CC	¿Tiene alc?		¿Sabe sobre la caja de inspección más cercana?		¿Separa sus aguas?		¿Ha tenido problemas con su alc?		¿Sabe a dónde van a parar sus AR?		Firma
			SI	No	SI	No	SI	No	SI	No	SI	No	
1	Leonardo La Verde S.L	1032437400	X		X		X		X		X		Leonardo Lagarde S.L.
2	Sonia Ovando S.L.	52717047	X		X		X		X		X		Sonia Ovando
3	Sandra Waltero S.L	1018493410	X		X		X		X		X		Sandra Waltero
4	Margarita Chapparo S.L	26965951	X			X	X		X		X		Margarita Chapparo
5	Carime de Buitago S.L	41510032	X			X		X	X		X		Carime de Buitago
6	Sesús Caño S.L	4297327	X			X	X		X		X		Sesús Caño
7	Olga Cárdenas S.L	51575361	X		X		X		X		X		Olga Cárdenas
8	Patricia García Jairo S.L	1018431936	X		X		X		X		X		Patricia García
9	María Patricia Hernández	51809695	X		X		X		X		X		María Patricia Hernández
10	William Marín	79908579	X		X		X		X	X			William Marín
11	Angela Ramos	52620523	X		X		X		X		X		Angela Ramos
12	Homenara Usaguán	20226502	X		X		X		X		X		Homenara Usaguán
13	Donatela Ríos Ramos	1000238329	X		X		X	X			X		Donatela Ríos Ramos
14	Fernando Cocain Ramos	80086167	X		X		X		X	X			Fernando Cocain Ramos
15	Orlando Becerra Sosa	3069747	X		X		X		X		X		Orlando Becerra Sosa
16	HERNANDEZ DIAZ	3'032 098	X		X			X	X			X	Hernandez Diaz
17	SEBASTIAN RAMOS	1010509036	X			X		X		X		X	Sebastian Ramos
18	ALEXANDER RAMOS	1000456100	X		X			X		X		X	Alexander Ramos
19	STEFAN RAMOS	103116770	X			X		X	X			X	Stefan Ramos
20	ISABEL RAMOS	00413000	X		X			X		X		X	Isabel Ramos

Ilustración 16. Encuesta 1. Fuente: Propia.

ENCUESTA A USUARIOS - SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE ACUALCOS	
	¿separa sus aguas?
	Si
1	Recoge Aguas lluvia
2	
3	
4	
5	
6	Recoge Aguas lluvia
7	
8	
9	
10	
11	Si
12	
13	
14	
15	
16	No
17	
18	
19	
20	

Ilustración 17. Encuesta 1.1. Fuente: Propia.

ENCUESTA A USUARIOS - SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE ACUALCOS													
	Nombre de usuario	CC	¿Tiene alc?		¿sabe sobre la caja de inspección más cercana?		¿separa sus aguas?		¿Ha tenido problemas con su alc?		¿Sabe a dónde van a parar sus AR?		Firma
			Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Luz Alba Ramos	52721095	X		X		X		X		X		Luz Alba Ramos
2	Luis Diaz	1025042030	X		X		X		X		X		Luis Diaz
3	Angela Pineda	75475022	X		X		X		X		X		Angela Pineda
4	Diana Toivar	52428077	X			X	X		X		X		Diana Toivar
5	Carlos Leguaman	62471007	X		X		X		X	X	X		Carlos Leguaman
6	Luisa Piza Pangofo	107702562	X			X	X		X		X		Luisa Piza Pangofo
7	Mauricio Sorola	77025521	X		X		X		X		X		Mauricio Sorola
8	Jairo Larrera	37246554	X		X		X		X		X		Jairo Larrera
9	Mercedes Castro	72265112	X			X	X		X		X		Mercedes Castro
10	Tomas Morales	65411933	X		X		X		X		X		Tomas M.
11	Alicia Prieto	57232776	X		X		X		X		X		Alicia Prieto
12	Tatiana Sanchez	35478025	X		X		X		X		X		Tatiana Sanchez
13	Eugenio Granados	60971023	X		X		X		X		X		E Granados
14	Alvaro Campos	100422624	X			X	X		X		X		Alvaro Campos
15	Giovanny Quintero	79246509	X		X		X		X		X		Giovanny Quintero

Ilustración 18. Encuesta 2. Fuente: Propia.

2.2.1 Calculo Tamaño de la muestra

Para estimar el tamaño de la muestra se ejecutan los valores con la siguiente ecuación, en donde $Z=1,645$, p y q del 50% y $e= 1\%$.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

n = Tamaño de muestra

N = Tamaño de la población

Z = Parámetro estadístico que depende el nivel de confianza

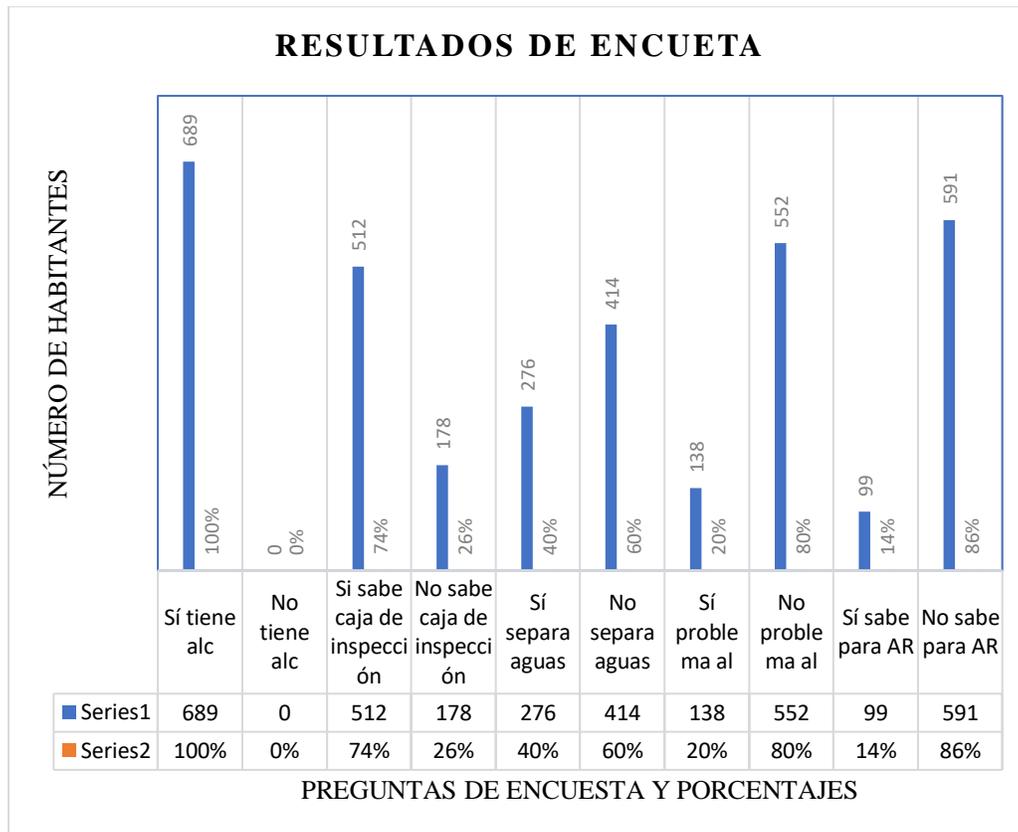
e = Error de estimación máximo aceptado

p = Probabilidad de éxito

q = (1-p) Probabilidad de no éxito

$$689 = \frac{8.232 * 1,645^2 * 0,5 * 0,5}{0,01^2 * (8.232 - 1) + 1,645^2 * 0,5 * 0,5}$$

Nuestro tamaño de muestra es de 689 habitantes, con respecto a las preguntas se realizaron los cálculos pertinentes con cada pregunta para hallar el porcentaje de cada muestra, y el resultado se muestra en la figura 1 en donde se evidencia el número de habitantes y el porcentaje respectivo que representa cada barra.

Figura 1. Resultados de la encuesta

Fuente: Propia.

Las preguntas que se realizaron en la encuesta fueron las siguientes:

1. ¿Tiene alcantarillado (alc)?

El total de los encuestados respondieron que sí tienen servicio de alcantarillado, y de acuerdo con los resultados de cálculos se asume que el 100% tienen servicio de redes de alcantarillado.

2. ¿Sabe sobre la caja de inspección más cercana?

El 74% de los encuestados si saben en donde se ubican las cajas de inspección o pozo residual, que comúnmente le dice solo alcantarilla; el 26 % no saben o no responden.

3. ¿Separa sus aguas?

El 40% de los encuestados separan sus aguas, según la información que aportaron algunos, dijeron que recolectan el agua lluvia el cual la usan para baños o riego de jardín; también reutilizan las aguas jabonosas para oficios de aseo y baños. El 60% no separan las aguas.

4. ¿Ha tenido problemas con su alc?

El 20% de los encuestados sí han tenido algún problema con su alcantarillado, según la información que aportaron algunos, se suben los malos olores por su sifón y solo uno respondió que rebosaron las aguas residuales. Pero el 80% respondieron que no han tenido problemas con su alcantarillado, por lo que deduce que las redes de alcantarillado en general son óptimas.

5. ¿Sabe a dónde van a parar sus Aguas Residuales (AR)?

El 14% de los encuestados sí saben a dónde van a parar sus aguas residuales. El 86% no saben, pero durante la encuesta se les daba información dependiendo del lugar se les explicaba que inicialmente las aguas iban a parar a la Quebrada La Sureña o la Quebrada Pozo Claro (dependiendo del lugar del usuario), luego caen a la Quebrada la Chorrera hasta llegar al rio Molinos y a la zona urbana de la ciudad.

Capítulo 3

3.1 Análisis de resultados y discusión

El sistema de alcantarillado es parte fundamental de una infraestructura hidráulica de cualquier población, en especial para aquellas pertenecientes a zonas urbanas moderadamente amplias, puesto que es encargado de transportar las aguas residuales y/o escurrimientos pluviales de manera segura hasta un sitio en donde se dispondrán para darles el adecuado tratamiento, devolver las aguas lo más limpias posibles a las fuentes hídricas superficiales y reducir impactos ambientales negativos a los ecosistemas existentes por los que viajan dichas aguas, como en este caso, toda la zona natural de los cerros orientales de Bogotá por la que viaja la Quebrada La Chorrera.

Se consideraron diferentes aspectos de la prestación del servicio de alcantarillado de ACUALCOS con el fin de detectar mejoras en la recolección de las aguas lluvias, ya que en la zona media del área de prestación existen en diferentes tramos fraccionamientos y fracturas viales, y que al mismo tiempo ocasionan rupturas en las cunetas colectoras de aguas lluvias (ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p.35)

Con respecto al alcantarillado y a la relación del cumplimiento de las obligaciones del Auto DRBC No. 0226 de 12/02/2019. ACUALCOS cumple con la mayoría de las obligaciones, resaltando y aclarando ciertos puntos en cuanto a la prestación del servicio de alcantarillado, como, por ejemplo, el área de prestación no contempla al barrio La Esperanza, ya que no hay conexiones de alcantarillado del barrio a las redes pertenecientes a ACUALCOS, tampoco prestan los servicios ni de acueducto, ni alcantarillado al barrio Bosques de Bellavista, (ESP-ACUALCOS PSMV, 2020. p.73), perteneciente a la UPZ 89 por ello se estipulaba al comienzo de este documento que ACUALCOS cumple al 100% en

cuanto a su cobertura dentro del polígono del área de prestación, pero más o menos a un estimado del 90% del total de la UPZ.

De acuerdo con el Título D de la RAS 2017 (Resolución 0330 de 2017), el diámetro mínimo interno de tubería para alcantarillado de aguas residuales convencional es de 170mm, es decir 6.69 pulgadas (RAS, D, 2017. p. 58). Conforme al Reglamento técnico de tuberías, ACUALCOS cumple con los mínimos requeridos en cuanto a diámetros de tuberías y sus materiales actualmente.

Se observa que los parámetros químicos DQO, DBO y SST de las aguas residuales exceden los máximos permisibles de acuerdo con la Resolución 631 de 2015, por lo tanto, si es pertinente una PTAR en esta zona de la ciudad de Bogotá.

El normograma es la compilación de la normatividad que implica a la infraestructura hidráulica (sistema de alcantarillado), derechos y deberes de los colombianos, del territorio y del medio ambiente. Las normas permiten delimitar responsabilidades a las entidades que prestan servicios públicos como es el caso de ACUALCOS, quienes conocen, laboran y cumplen con la reglamentación obligatoria legal para poder ofrecer gradualmente un mejor servicio en beneficio de sus usuarios y habitantes de la zona de San Isidro – Patios.

3.2 Conclusiones

- El sistema de alcantarillado de ACUALCOS, como todos los sistemas de alcantarillado se enfrenta a diferentes condiciones desfavorables como el aumento de las precipitaciones, el acelerado incremento poblacional, la falta de revisión y mantenimiento de las líneas de tuberías frecuentemente. Es un sistema que se encuentra en buenas condiciones cumpliendo con los mínimos de los parámetros técnicos expuestos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, título D, 2017 (es decir que se encuentra vigente a la norma más actualizada), en cuanto a los materiales, diámetros y profundidades. Por lo tanto, es un sistema totalmente viable y válido para iniciar con el proyecto de la PTAR.
- ACUALCOS contribuye y asigna un impacto positivo en la mejora de la calidad de vida de los habitantes del sector de San Isidro – Patios, esto es muy importante porque se garantiza la salubridad, el desarrollo de cada individuo y a nivel colectivo, ciudadano, departamental y regional También favorece con el desarrollo económico ya que se necesitará personal de forma directa o indirecta cuando se necesite mantenimiento de redes y cuando se emprenda la ejecución de la PTAR. Asimismo, cabe decir que la empresa puede a futuro asumir y apropiarse de retos y expectativas que tiene cada localidad y la ciudad de Bogotá con el objeto de brindar una calidad de vida para su población paulatinamente mejor
- La percepción de la población en general frente al servicio de alcantarillado es buena, esto indica una satisfacción positiva por parte de los habitantes de

San Isidro I y II, San Luis y La Sureña, quienes también aportan una pequeña fracción a la gestión del buen uso del agua.

- Los ecosistemas de la Reserva Forestal de los Bosques de los Cerros Orientales de Bogotá son de vital importancia puesto que: son fuente de suministro de agua; regulan el agua, el clima y las inundaciones; ayudan a purificar el aire; son el soporte del hábitat de especies (mantener la diversidad genética) y son parte de la cultura y patrimonio de la ciudad de Bogotá. Por ello es fundamental concientizar a la comunidad de San Isidro - Patios sobre la defensa, cuidado, protección, recuperación y conservación de las cuencas hidrográficas y cuidado ambiental en general de la zona.
- La ingeniería civil es fundamental para el buen desarrollo de la gestión del agua y siendo clave del ciclo urbano del agua, ya que gracias a la infraestructura hidráulica existen redes e instalaciones de captación, potabilización del agua, construcción de instalaciones de distribución de agua potable, ejecución de obras de alcantarillado que transporta aguas residuales y pluviales; y es aquí que cobra relevancia el papel del ingeniero civil al momento de excluir procedimientos que desaprovechen el agua en el primer uso, en la depuración y en la reutilización por medio de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Con el fin de ayudar y aportar con el cuidado del medio ambiente, estipulado en la Ley 99 de 1993, y quien es encargado la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca por velar por la protección ambiental y de los recursos naturales.

3.3 Recomendaciones

- En caso de la existencia de bloqueos por obstrucciones de desechos sólidos o raíces de árboles y que llegaran a relucir malos olores por sulfuros presentes en las aguas residuales se recomienda tanto a la comunidad como a la empresa ACUALCOS consultar con el manual de Saneamiento de la empresa (si no existe, consultar la RAS 2017 título D el numeral 3.6 y 4.8) en donde se puede obtener varias soluciones como por ejemplo realizar revisiones y limpiezas periódicamente para que haya un libre drenaje y la suficiente aireación en las tuberías. En casos extremos, se puede realizar inyecciones de oxígeno puro, adiciones de químicos (cloro, peróxido de hidrogeno, sulfato ferroso, etc.). Evitar inhalar los gases de alcantarilla ya que son muy tóxicos para la salud, el cual genera, mareos, dolor de cabeza y en concentraciones muy altas, puede llegar a ser mortal; además el contacto con productos oxidantes puede causar incendios y explosiones según (Aguasresiduales.info (s.f.)).
- La falta de la PTAR puede ocasionar daños irreversibles en la zona de reserva ambiental de los cerros orientales, por ende, es muy importante agilizar los procesos de la implementación de dichas Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales planeada por ACUALCOS.
- Tomar conciencia sobre el buen uso de los recursos hídricos y realizar buenas prácticas de lo que comprende el saneamiento básico, por medio de actividades comunitarias, dando a conocer información sobre el ciclo urbano

del agua, cuidado, preservar y salvaguardar la zona forestal de los bosques de los cerros orientales de Bogotá.

Anexo Fotográfico



Entrada al Barrio La Esperanza y comienzo de una de las redes de alcantarillado



Cuneta de recolección de Aguas Lluvias



Vista desde la entrada La Esperanza hacia abajo



Vista hacia abajo zona urbana de Bogotá



Pozo de inspección sobre vía vehicular



Pozo de inspección

Fuente: Propia.



Pozo de inspección sobre vía vehicular



Pozo de inspección lateral a la vía vehicular



Pozo de inspección sobre vía vehicular



Pozo de inspección sobre vía vehicular



Pozo de inspección lateral a la vía vehicular



Pozo de inspección sobre vía vehicular

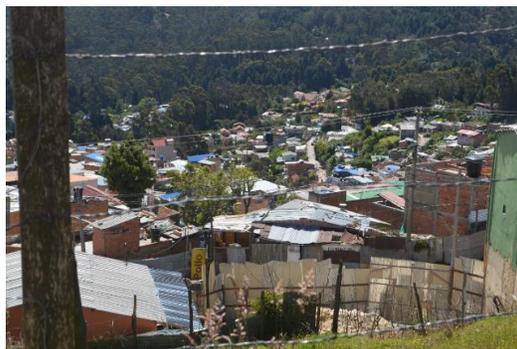
Fuente: Propia.



Pozo de inspección lateral a la vía vehicular



Calle con red de alcantarillado



Vista al barrio desde arriba



ESP ACUALCOS



La Capilla, Vía La Calera (carro blanco)



Evidencia de realización de encuesta

Fuente: Propia



Inicio Quebrada Pozo Claro



Quebrada La Sureña



Vista al barrio desde la localidad de Usaquén



Vista al barrio desde la localidad de Usaquén

Fuente: Propia.

Bibliografía

Am Group (s.f.). *El problema de la corrosión en las redes de saneamiento*. Plastic Welding Solutions.

<https://www.aristegui.info/el-problema-de-la-corrosion-en-las-redes-de-saneamiento/>

Aguasresiduales.info (s.f.). *¿Qué es y cómo combatir el Sulfuro de Hidrogeno (H₂S) o gas de alcantarilla?*

<https://www.aguasresiduales.info/expertos/tribuna-opinion/que-es-y-como-combatir-el-sulfuro-de-hidrogeno-h2s-o-gas-de-alcantarilla-9kMea>

Aquae fundación, (2013). *La importancia del agua en los seres vivos*.

<https://www.fundacionaquae.org/wiki/importancia-del-agua/>

Aquae fundación, (2013). *Las fases del ciclo urbano del agua*.

<https://www.fundacionaquae.org/wiki/el-ciclo-urbano-del-agua/>

CAR. (2016). *Modificación al plan de manejo reserva forestal protectora bosque oriental de Bogotá*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR.

<https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac7da95cbf3a.pdf>

Constitución Política de Colombia 1991. (1991). Asamblea Nacional Constituyente.

<https://pdba.georgetown.edu/Constitutions/Colombia/colombia91.pdf>

Decreto 190 de 2004. (2004, 22 de junio). Secretaría Distrital de Planeación, Alcaldía

Mayor de Bogotá.

<http://recursos.ccb.org.co/ccb/pot/PC/files/HTML/DECRETO-190-DE-2004.pdf>

Decreto 485 de 2015. (2015, 25 de noviembre). Ministerio de Ambiente, Vivienda y

Desarrollo Territorial, Alcaldía Mayor de Bogotá.

<https://www.curaduriasegundavillavicencio.com.co/normatividad/nacional/Decreto%20485%20de%202015.pdf>

Decreto 1076 de 2015. (2015, 26 de mayo). Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

ESP-ACUALCOS. (2020). *Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV*

[Versión 4, 25-06-2020]. Resolución DJUR No.50207101035 de 12 AGO. 2020.

Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (s.f). *pozos sépticos: definición, estructura y tipos.*

<https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/pozos-septicos-estructura-y-tipos/>

<https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/procesos-de-aguas-residuales-ptar-definicion-tipos-etapas-del-proceso-conclusiones/>

Hidrotec. (2018). *Tipos de sistemas de alcantarillado: ¿en qué se diferencian?*

<https://www.hidrotec.com/blog/tipos-sistemas-alcantarillado/>

Ibáñez A. (2017). DBO y DQO para caracterizar aguas residuales. Nihon Kasetu.

<https://nihonkasetu.com/es/dbo-y-dqo-para-caracterizar-aguas-residuales/>

Idiger. (2018). *Localidad No. 2 Chapinero, Consejo Local de Gestión del Riesgo y Cambio climático.* Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático – IDIGER.

<https://www.idiger.gov.co/documents/220605/255251/Identificaci%C3%B3n+y+Priorizaci%C3%B3n.pdf/aad77368-a272-47d3-8ce6-31f28eb35c34>

Ley 99 de 1993. (1993, 22 de diciembre). Congreso de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente.

https://www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/colombia/colombia_99-93.pdf

Ley 812 de 2003. (2003, 26 de junio). Plan Nacional de Desarrollo – PND. Congreso de Colombia, 2003-2006.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=8795>

López R. (2000). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*. Escuela Colombiana de Ingeniería.

[https://www.academia.edu/38610655/Elementos de Dise%C3%B1o para Acueductos y Alcantarillados Ing Ricardo Alfredo L%C3%B3pez Cualla](https://www.academia.edu/38610655/Elementos_de_Dise%C3%B1o_para_Acueductos_y_Alcantarillados_Ing_Ricardo_Alfredo_L%C3%B3pez_Cualla)

Ordoñez J. (2012). *Cartilla técnica: Ciclo Hidrológico*. Biblioteca Nacional del Perú.

<https://xdoc.mx/preview/ciclo-hidrologico-607276a0b4d8c>

Peña C. (2017). *Simulación del ciclo urbano del agua en la ciudad de Bogotá*. Universidad de Alicante.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=136985>

Quintero S. (2022). *Actualización de estudios y diseños para la implementación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Barrio San Isidro I y II, San Luis y la Sureña- Localidad Chapinero*. [Tesis de pregrado]Universidad Piloto de Colombia.

<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/11821/TRABAJO%20DE%20GRADO%20FINAL.%20SOLANLLY%20QUINTERO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RAS, A. (2000). *Titulo A. Aspectos generales de los sistemas de agua potable y saneamiento básico*. Documentación Técnica Normativa del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000. Ministerio de Desarrollo Económico - Mindesarrollo.

https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/010710_ras_titulo_a_.pdf

RAS, D. (2017). *Titulo D. Sistemas de Recolección Y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Aguas Lluvias*. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia – Minvivienda.

https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/titulo_d.pdf

Resolución 1433 de 2004. (2004, 13 de diciembre). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Sistema_Gestion_de_Calidad/Procesos%20y%20procedimientos%20Vigente/Normatividad_Gnl/Resolucion%201433%20de%202004-Dic-13.pdf

Resolución 631 de 2015. (2015, 17 de marzo). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

<http://www.emserchia.gov.co/PDF/Resolucion631.pdf>

Resolución 1766 de 2016. (2016, 27 de octubre). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

<https://archivo.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/27-resolucion-1766.pdf>

Resolución 0330 de 2017. (2017, 8 de junio). Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/0330-2017.pdf>

Rojas, H. (2019). *Teoría y práctica del análisis de conflictos ambientales complejos, El caso de San Isidro Patios en Bogotá*. Pontificia Universidad Javeriana.

Ruiz y Martínez. (2018). *Accesibilidad para todos. Una mirada inclusiva al barrio San Isidro Patios en la ciudad de Bogotá D.C.* Universidad de la Salle.

<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1567&context=arquitectura>

Sánchez, J. (2018). *Instructivo del proceso constructivo de una red de alcantarillado pluvial*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14215/SanchezAvellanedJohnEdisonAnexo-1.pdf;jsessionid=726EA6C45AF41DC433ACD68DAEC1A2FD?sequence=2>

Superservicios. (2017). *Asociación de servicios comunitarios San Isidro I y II Sector San Luis La Sureña ESP – ACUALCOS*.