Proyecto: CONSTRUCCION RED ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL SANEAMIENTO BASICO DEL CENTRO POBLADO EL CARMEN DEL MUNICIPIO DE ALPUJARRA, TOLIMA

Propietario:

ALCALDÍA DE ALPUJARRA- TOLIMA
NIT: 800.100.141-1

CONSULTOR
ICONYP S.A.S
NIT: 901.081.352-2

DIAGNOSTICO



MUNICIPIO DE ALPUJARRA – CENTRO POBLADO EL CARMEN
DICIEMBRE DE 2025

DIRECCION: MANZANA 97 CASA 8 JORDAN 7 ETAPA IBAGUE
CELULAR: 311 5382945 IBAGUÉ - TOL. CORREO: ARQ.PATRISUAR@HOTMAIL.COM

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION **4**
OBJETIVOS **5**
ALCANCE **6**
1. DIAGNOSTICO **7**
1.1. CARACTERIZACION INTEGRAL DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO **7**
1.1.1. gENERALIDADES MUNICIPIO DE ALPUJARRA 7
1.1.2. Localización General del Proyecto 8
1.1.3. Acceso a la localidad 11
1.1.4. Geología REGIONAL 11
1.1.5. Disponibilidad de recursos humanos en la región. 12
1.1.6. Disponibilidad de materiales en la región. 12
1.1.7. Servicios Públicos 12
1.2. ESTUDIO DE POBLACION Y DEMANDA **12**
1.2.1. poblacion actual para el diagnostico del sistema de alcantarillado existente. 13
1.2.2. INFORMACION CENSAL 14
1.2.3. Análisis Demográfico de Población Nacional 15
1.2.4. Análisis Demográfico de Población Departamental 15
1.2.5. Análisis Demográfico Población Municipal. 16
1.2.6. ANALISIS Y selección TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL 16
1.2.7. Densidad HABITACIONAL. 17
1.2.8. Estimación de Factor de Ajuste por Población Flotante. 18
1.2.9. Proyección de Población 19
1.2.10. PROYECCION DE POBLACION USUARIOS EL CARMEN 20
1.3. CAUDALES DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CENTRO POBLADO EL CARMEN. **21**
1.3.1. DOTACION PARA EL SISTEMA 21
1.3.2. CALCULO DE CAUDAL AGUAS NEGRAS poblacion proyectada 22
1.4. CALCULO DE CAUDAL AGUAS NEGRAS POBLACION SERVIDA ACTUALMENTE **23**
1.5. PARAMETROS DE CHEQUEO HIDRAULICO DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO **24**
1.6. CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES CALCULADO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE. **29**
1.7. TRAZADO DE LA RED EXISTENTE. **29**
1.8. RESULTADOS DE LA EVALUACION HIDRAULICA DEL SISTEMA **30**
1.9. INTERFERENCIAS CON OTRA INFRAESTRUCTURA **31**
1.10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **32**

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: servicios públicos en el área de prestación de El Carmen 12
Tabla 2: Cobertura sistema de alcantarillado centro poblado el Carmen. 14
Tabla 3: información de censos DANE para el municipio de Alpujarra. 14
Tabla 4: información de censos DANE para Colombia y cálculos de tasa de crecimiento 15
Tabla 5: INFORMACIÓN DE CENSOS DANE PARA EL TOLIMA Y CÁLCULOS DE TASA DE CRECIMIENTO 16
Tabla 6: INFORMACIÓN DE CENSOS DANE PARA ALPUJARRA Y CÁLCULOS DE TASA DE CRECIMIENTO 16
Tabla 7: resumen tasas de crecimiento calculadas 17
Tabla 8: Número de personas por Hogar en alpujarra 18
Tabla 9: Número de personas/viviendas 18
Tabla 10: factor de ajuste por población flotante 19
Tabla 11: número de usuarios y población 2025 Centro poblado EL CARMEN 20
Tabla 12: proyección de población CENTRO POBLADO EL CARMEN método geométrico 21
Tabla 13: Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el 22
Tabla 14: Calculo de caudales de diseño para la proyección de población. 23
Tabla 15: caudal de aguas residuales para la red de alcantarillado existente 24

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Localización del proyecto 10
Ilustración 2: acceso al centro poblado el Carmen desde la ciudad de Ibagué. 11

ABREVIATURAS

"	Segundos
$	Pesos colombianos
%	Porcentaje
°C	Grados Celsius
cm	Centímetros
EOT	Esquema de Ordenamiento Territorial
Ha	Hectárea
hab.	Habitante
Kg/m²	Kilogramo por metro cuadrado
Kg/m³	Kilogramo por metro cúbico
Km	Kilometro
Km²	Kilómetro cuadrado
L/hab*s	Litro habitante por segundo
L/s	Litro por segundo
L/s/ha	Litro por segundo por hectárea
m	Metro
m/s	Metro por segundo
m²	Metro cuadrado
m³	Metro Cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
ml	Metro lineal
mm	Milímetros
msnm	Metros sobre el nivel del mar
n	Coeficiente de rugosidad
N/m²	Newton por metro Cuadrado
PSMV	Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
PVC	Tubería de Policloruro de Vinilo
PEAD	Polietileno de Alta Densidad
Q/q	Relación que existe entre el caudal real y el caudal a tubo lleno
S	Pendiente
UND	Unidad
ø	Diámetro
Vr	Velocidad Real
Vø	Velocidad a Tubo Lleno
Qø	Caudal a Tubo Lleno
N	Pozo de Inspección Nuevo
QMD	Caudal Medio Diario de Aguas Residuales
QCE	Aporte de Conexiones Erradas del Sistema
QINF	Aporte de Infiltración al Sistema
F	Factor de Mayoración
QDIS	Caudal de Diseño
pulg	Pulgada

INTRODUCCION

El **MUNICIPIO DE ALPUJARRA, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA,** consciente de la importancia del desarrollo de proyectos que permitan incrementar los porcentajes de cubrimiento en el saneamiento básico de su municipio ha priorizado el centro poblado el Carmen para formular el proyecto "CONSTRUCCION RED ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL SANEAMIENTO BASICO DEL CENTRO POBLADO EL CARMEN DEL MUNICIPIO DE ALPUJARRA, TOLIMA" que busca mejorar la calidad de vida de los habitantes del centro poblado al aumentar la cobertura del servicio de alcantarillado y apuntarle al desarrollo sostenible del municipio mediante el cuidado del medio ambiente, ya que la implementación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales domesticas que se recolecten en el sistema de alcantarillado permitirá hacer un vertimiento de las aguas residuales domesticas que no genere daños al medio ambiente.

El porcentaje de cobertura de las redes existentes de alcantarillado sanitario cuentan con un porcentaje de cobertura del 58.8%, lo que representa la conexión al sistema de solo 50 de las 85 unidades de vivienda que existente en el centro poblado; El sistema de alcantarillado existente no cuenta con ningún sistema de tratamiento para las aguas residuales. Es por estas razones, que el sistema de alcantarillado del centro poblado requiere ser mejorado en cuanto a la ampliación de cobertura y la implementación de un sistema de tratamiento, disminuyendo con esto focos de contaminación y perjuicios sobre población y el medio ambiente.

Con el fin de dar trámite al proyecto ante entidades que puedan generar un cofinanciamiento del mismo, se han desarrollado los estudios técnicos conforme al reglamento de agua potable y saneamiento básico (resolución 330 de 2017 y resolución 799 de 2021), El siguiente documento presenta el **DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA.**

OBJETIVOS

Generar el diagnóstico integral del Sistema de Alcantarillado del centro poblado el Carmen del municipio de Alpujarra, Departamento del Tolima.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Elaborar análisis de las características del área donde se desarrollará el proyecto y del sistema de alcantarillado existente.
- Evaluar el comportamiento hidráulico del sistema de alcantarillado existente.
- Identificar y plantear las problemáticas existentes en el sistema de alcantarillado y el saneamiento básico del centro poblado el Carmen municipio de alpujarra



ALCANCE

Para la ejecución del diagnóstico del sistema de alcantarillado del centro poblado el Carmen del municipio de alpujarra, genera la entrega del diagnóstico del sistema. Para el presente producto se establece como alcance de la consultoría la realización del diagnóstico detallado del sistema de alcantarillado existente, para lo cual se requiere el levantamiento de las redes de alcantarillado existentes, registro en campo de las viviendas existentes que se conectaran al sistema de alcantarillado, información de la población actual del centro poblado y la información que permita diagnosticar la situación actual del área de afectación del proyecto, para la formulación de alternativas que logren satisfacer las necesidades existentes en el sistema y finalmente seleccionar aquella que sea más adecuada para la solución a la problemática identificada.



1. DIAGNOSTICO

1.1. CARACTERIZACION INTEGRAL DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Para la Caracterización Integral del Municipio de Ibagué se tendrán en cuenta los siguientes aspectos básicos:

- Generalidades Municipio de Alpujarra
- Localización general del proyecto.
- Acceso a la localidad.
- Geología y geomorfología.
- Zonas de potencial riesgo.
- Disponibilidad de recursos humanos en la región.
- Disponibilidad de materiales en la región.
- Servicios públicos

1.1.1. GENERALIDADES MUNICIPIO DE ALPUJARRA

Alpujarra es un municipio del centro-sur de Colombia situado en el extremo suroriental del departamento de Tolima, próximo al límite con el de Huila. Se alza a unos 1.361 msnm, en los faldeos de poniente del sector meridional de la cordillera Oriental colombiana que descienden hacia el valle del río Magdalena en su curso alto, del que el río que lo atraviesa es tributario por su izquierda. Forma parte de la subregión andina de Ato Magdalena.

Límites: Por el norte: con el municipio de Dolores; por el oriente con los municipios de Baraya y Colombia en el departamento del Huila; por el occidente con el municipio de Natagaima y por el sur con los municipios de Baraya y Villavieja en el departamento del Huila.

Distancia: La distancia entre Alpujarra e Ibagué es de 167 km. El tiempo estimado de la ruta de viaje entre las dos ciudades es de aproximadamente 2 h 45 min. Y desde la ciudad de Bogotá 253 Km

Clima: Esta ciudad tiene un clima tropical. Hay precipitaciones durante todo el año en Alpujarra. Hasta el mes más seco aún tiene mucha lluvia. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como Af. La temperatura media anual es 20.8 ° C en Alpujarra. En un año, la precipitación media es 1880 mm.

Fiestas tradicionales: Se tienen las fiestas religiosas como la patronal (Virgen de Nuestra señora de Chiquinquirá), virgen del Carmen, divino niño, virgen del triunfo. Las fiestas tradicionales Día del campesino, Retorno, ferias y fiestas de san juan y san pedro. Fiestas de fin de año la navidad año nuevo reyes.

Gastronomía: Es un municipio que se identifica con los sabores y sazones de la cocina tolimense, su comida típica como la lechona, tamales, biscochos, envueltos de maíz, buñuelos , dulces de arequipe, brevas duraznos, vinos de agraz, la sevillana, bizcochuelos, quesos, almojábanas, están siempre disponibles al paladar de los visitantes.

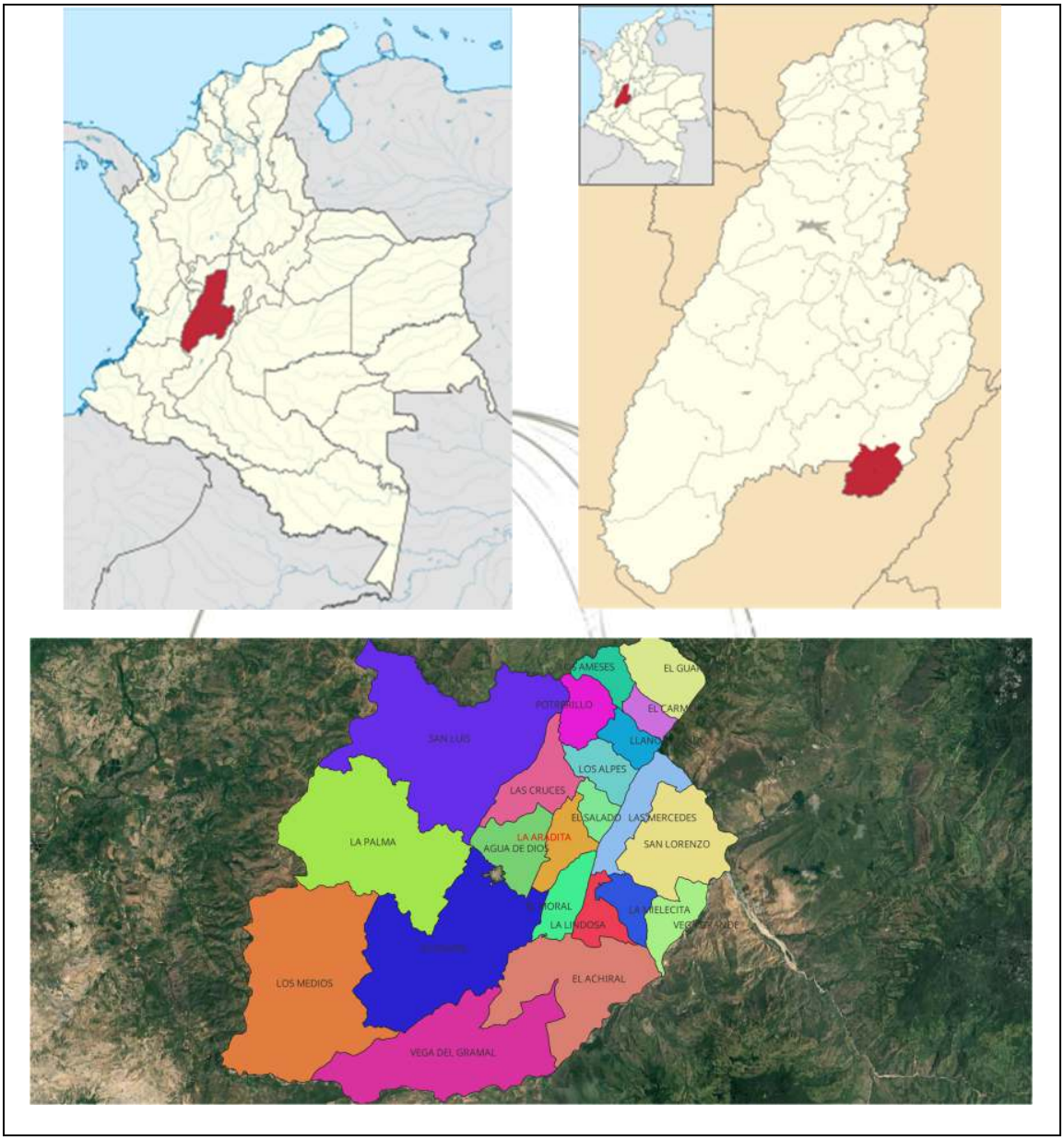
Existe variedad de restaurantes, heladerías y un par de estaderos todos atendidos por sus propietarios para una mejor comodidad

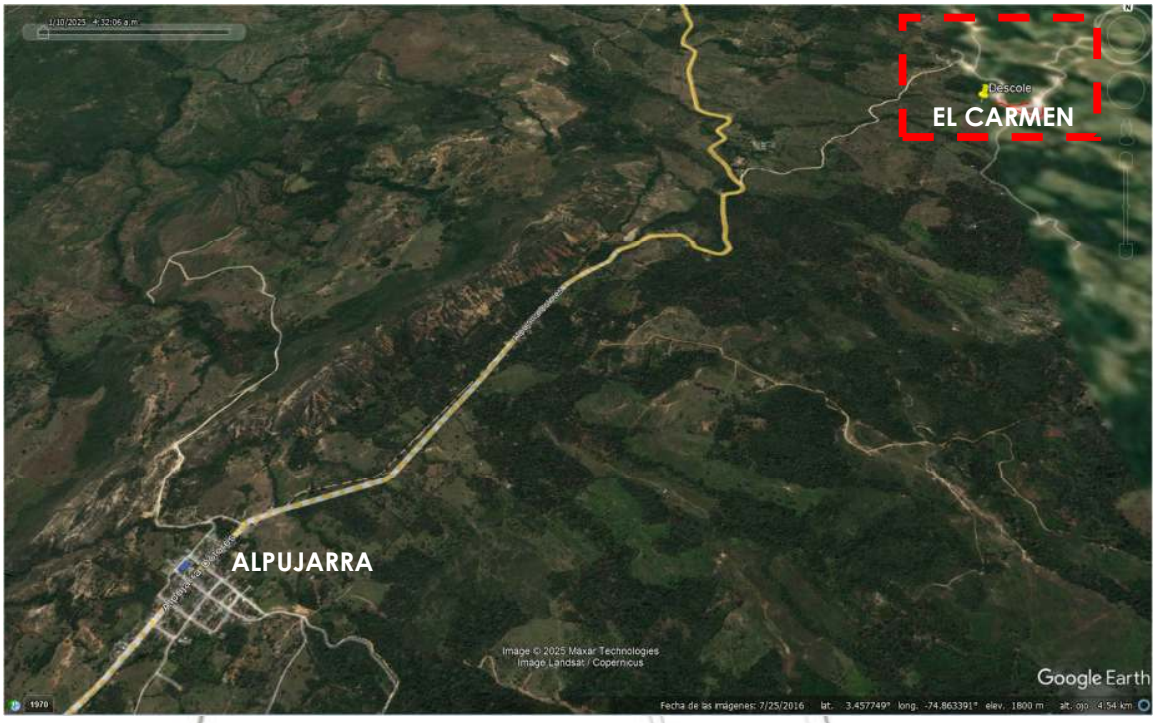
Hospedaje: El municipio cuenta con cinco hoteles que pueden prestar un servicio cómodo, para los visitantes.

Cultura: Para los alpujarreños la fiesta que se celebra con bombos y platillos es la de la Virgen del Triunfo, cuya imagen está a la entrada del municipio por la vía que conduce a Ibagué. Ésta virgen es la protectora del municipio ya que, en la época de la Violencia, cuando los liberales llegaron a este pueblo de conservadores, un milagro de la Santa desplazó la turba.

El municipio cuenta con un total de 22 veredas: Achiral, La Aradita, Agua de Dios, Los Ameses, **El Carmen**, El Moral, El Salado, El Guarumo, Guasimal, La Palma, Las Mercedes, Las Cruces, Los Alpes, Llano Galindo, Vega Grande, Vega del Gramal, Los Medios, La Lindosa, La Mielecita, Potrerillo, San Lorenzo y San Luis; Dispone de un total de 21 escuelas de primaria, dos en la cabecera municipal y 19 en el resto del territorio, dos colegios de secundaria de carácter mixto, el colegio Felisa Suárez de Ortiz de la cabecera municipal con modalidad académica clásica y el núcleo Escolar La Arada de modalidad técnico Agropecuaria

1.1.2. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO


SAN LUIS
LOS ALPES
LAS CRUCES
LA PALMA
AGUA DE DIOS
LA ARADITA
EL SALADO
LAS MERCEDES
SAN LORENZO
LA LINDOSA
LOS MEDIOS
EL ACHIRAL
VEGA DEL GRAMAL



El centro poblado el Carmen del municipio de alpujarra, se ubica al Noroccidente del casco urbano del municipio de alpujarra; el sistema de alcantarillado actualmente cubre solo un porcentaje de la totalidad de la población y descarga sin ningún tratamiento al drenaje xxxxx. La descarga del sistema de alcantarillado existente se ubica en las coordenadas N 3.478790°, W - -74.858910°. el trazado de las redes de alcantarillado existente se presenta en la siguiente imagen:

Ilustración 1: Localización del proyecto



Fuente: Autor

1.1.3. ACCESO A LA LOCALIDAD

Para llegar hasta el centro poblado el Carmen, se toma la vía nacional desde Ibagué al municipio de Saldaña, se toma la vía hacia el municipio de purificación, se continua hacia el municipio de dolores, se toma la vía dolores hacia el municipio de alpujarra durante 11 kilómetros, se toma desvió en dirección sur occidente, vía al Carmen durante 59 kilómetros hasta llegar al centro poblado del Carmen.

Ilustración 2: acceso al centro poblado el Carmen desde la ciudad de Ibagué.



Fuente. Google Earth.

1.1.4. GEOLOGÍA REGIONAL

El municipio de Alpujarra se encuentra en el dominio geológico de la Cordillera Oriental, en el borde occidental de la misma y su territorio está influenciado por las fallas de cabalgamiento que separan esta cordillera del Valle del Río Magdalena. contacto entre esta y el Valle Superior del Magdalena lo conforma el Sistema de Fallas de Prado, que en la región está representado por la Falla de Altamizal.

La Cordillera Oriental tiene una dirección NNE-SSW; su núcleo lo constituye una serie de rocas igneo-metamórficas originadas entre el Pre-Cambriano y el Paleozoico, que en esta región se identifican en el Macizo de Garzón (el cuál no aflora en el municipio), en el borde

occidental de la cordillera que limita con el Valle Superior del Magdalena la formación más antigua es una serie de depósitos volcánico-sedimentarios de origen continental, que corresponden al Jurásico y se denominan Miembro Prado 17 que hace parte de la Formación Saldaña 10,

La Cordillera Oriental contiene sedimentos, principalmente de origen marino, que se depositaron en su mayoría desde mediados del Mesozoico hasta el Terciario Superior cuando se llevó a cabo la orogénesis andina; a partir de entonces y hasta el presente, se acumularon sedimentos de origen aluvial y coluvial.

Valle del Magdalena es una fosa tectónica que contiene sedimentos de origen continental, producto del proceso de deposición desde las cordilleras adyacentes (la Oriental, al este y la Central al oeste), que se llevó a cabo principalmente durante el Terciario Superior, aunque continúa en el presente

1.1.5. DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HUMANOS EN LA REGIÓN.

Según información brindada por la comunidad, en el sector donde se ubica la infraestructura correspondiente al sistema de alcantarillado CENTRO POBLADO EL CARMEN, existe disponibilidad de recursos humanos como también maestros de obra y ayudantes, de igual forma en el municipio de Alpujarra existe personal capacitado en el área de ingeniería para el desarrollo del proyecto.

1.1.6. DISPONIBILIDAD DE MATERIALES EN LA REGIÓN.

Los materiales de ferretería para la construcción para la infraestructura del sistema de alcantarillado y sistema de tratamiento de aguas residuales del centro poblado EL CARMEN, deben ser transportados desde el municipio de Ibagué, en cuanto al material pétreo está disponible en la región, en los municipios de guamo, Saldaña, Dolores existen canteras autorizadas para la explotación de material.

1.1.7. SERVICIOS PÚBLICOS.

A continuación, se presenta el resumen general de los servicios públicos con los que cuenta el centro poblado el Carmen, en la actualidad.

Tabla 1: servicios públicos en el área de prestación de EL CARMEN

SERVICIO PUBLICO	PRESTADOR
Agua	Acueducto Vereda El Carmen
Energía eléctrica	CELSIA

Fuente: Autor

1.2. ESTUDIO DE POBLACION Y DEMANDA

El estudio correspondiente a la estimación de la población, Censos y demanda, del cual trata el presente capítulo, está estructurado y enmarcado de acuerdo con el Título B literal B.2.2., del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000 (el cual se toma como un manual de buenas prácticas de ingeniería y no va en contravención de las resoluciones vigentes 330 de 2017 y 799 de 2021), en lo que concierne a la Proyección de Población y conforme a la Resolución 0330 de junio de 2017, en lo que a estimación de la dotación y demanda del recurso hídrico. Estos resultados, son los valores que finalmente serán empleados en la determinación del caudal de diseño para el sistema de alcantarillado y sistema de tratamiento de aguas residuales del centro poblado el Carmen.

Es de anotar la importancia de proyectar las obras de infraestructura, bajo una visión racional a los requerimientos del crecimiento demográfico y los caudales finalmente calculados para este tipo de proyectos. El presente informe de diseño tuvo en cuenta esta premisa para el dimensionamiento de las estructuras, con el fin de obtener una propuesta de diseño proyectada con el crecimiento de la población del municipio de alpujarra y las áreas de servicio cubiertas por el sistema de alcantarillado del centro poblado EL CARMEN.

Se verificó el crecimiento a nivel municipal, departamental y nacional, tratando en lo posible de identificar un escenario de crecimiento poblacional ajustado a la realidad, con el propósito de evitar dimensionamientos excesivos. Esta metodología de diseño fue adoptada para realizar los estudios de proyección de población para este proyecto, teniendo así el escenario de crecimiento para el municipio conforme a los métodos de proyección tradicionales, tales como método aritmético, método geométrico y método logaritmico. También, se analizaron las estimaciones poblacionales hacia los valores de los promedios nacionales y regionales para Colombia y Tolima respectivamente, con el fin de definir el escenario de crecimiento mejor ajustado para proyectar la población cubierta por el servicio de alcantarillado en el centro poblado EL CARMEN.

1.2.1. POBLACION ACTUAL PARA EL DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE.

Para establecer el cálculo de la población que está actualmente conectada al sistema de alcantarillado, se verifico en campo, las viviendas que actualmente tienen cobertura del servicio de alcantarillado por cuanto la red existente permite la conexión de sus viviendas, identificándose un total de 50 viviendas existentes con cobertura de alcantarillado, de esta forma se determinara el % de cobertura de alcantarillado respecto a la totalidad de viviendas y el caudal de diseño para el diagnóstico de las redes existentes.

El porcentaje de cobertura para el sistema de alcantarillado se determina usando la siguiente formula:

$$cobertura\ alcantarillado = \frac{numero\ de\ usuarios\ conectados}{numero\ total\ de\ usuarios}$$

El porcentaje de cobertura del sistema de alcantarillado es de 51.5% como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2: Cobertura sistema de alcantarillado centro poblado el Carmen.

COBERTURA SISTEMA ALCANTARILLADO CENTRO POBLADO EL CARMEN DE ALPUJARRA	
número de viviendas con cobertura de servicio de alcantarillado	50
número total de viviendas en el centro poblado el Carmen	85

cobertura redes alcantarillado	**58.8%**

Fuente: Autor

La población actualmente servida por el sistema de alcantarillado, se calculó a partir de la siguiente formula:

$$poblacion\ servida = numero\ de\ viviendas\ con\ servicio\ de\ alcantarillado * \#personas/hogar$$

La población actualmente servida por el sistema de alcantarillado, se presenta a continuación:

POBLACION 2025	
Total, Usuarios centro poblado el Carmen	50
Número de personas por hogar en Alpujarra	2.6
Número de habitantes	130

1.2.2. INFORMACION CENSAL

Para obtener la información correspondiente a los censos de población del municipio de Alpujarra, se consultaron los datos de censos realizados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia DANE, la información se consultó en la página de internet: www.dane.gov.co. En donde se presenta los datos de población urbana, rural y total del municipio, los censos del año 2005 y 2018 se obtienen en medio magnético en formato Microsoft Excel, los censos anteriores año 1985, 1993 se presentan en forma de libro en formato PDF en la biblioteca digital del DANE. Los valores censales obtenidos para los cuatro censos relacionados del municipio de Alpujarra – Tolima, fueron los siguientes:

Tabla 3: información de censos DANE para el municipio de Alpujarra.

AÑO	1985	1993	2005	2018
CABECERA	1652	1546	1805	1991
RURAL	4764	3149	3293	2553
TOTAL	6416	4695	5098	4544

1.2.3. ANÁLISIS DEMOGRÁFICO DE POBLACIÓN NACIONAL

Con el fin de hacer un análisis de sensibilidad poblacional de las estimaciones del Municipio con los promedios de crecimiento nacional, se realiza un estudio sobre los valores de las tasas y el comportamiento en general de crecimiento demográfico del país.

En primera medida se realiza la recolección de los registros obtenidos durante los censos de los años: 1985, 1993, 2005 y 2018 para el territorio nacional. Los resultados encontrados para estos periodos se ilustran en la siguiente tabla:

Tabla 4: información de censos DANE para Colombia y cálculos de tasa de crecimiento

CENSO AÑO	POBLACIÓN			TASAS DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO			TASAS DE CRECIMIENTO EXPONENCIAL.		
	CABECERA.	RURAL	TOTAL	CABECERA	RURAL	TOTAL	CABECERA	RURAL	TOTAL
1985	18,535,700.00	9,331,610.00	27,867,310.00						
				3.02%	0.35%	2.18%	2.97%	0.35%	2.15%
1993	23,514,070.00	9,595,770.00	33,109,840.00						
				2.47%	0.31%	1.89%	2.44%	0.31%	1.88%
2005	31,510,370.00	9,958,000.00	41,468,370.00						
				1.12%	1.34%	1.17%	1.11%	1.33%	1.17%
2018	36,424,653.00	11,833,841.00	48,258,494.00						
Promedio				**2.20%**	**0.67%**	**1.75%**	**2.18%**	**0.66%**	**1.73%**

Fuente: DANE

1.2.4. ANÁLISIS DEMOGRÁFICO DE POBLACIÓN DEPARTAMENTAL

Se realiza un estudio sobre los valores de las tasas y el comportamiento en general de crecimiento demográfico del departamento, con el fin de hacer un análisis de sensibilidad del comportamiento demográfico a nivel nacional, departamental y municipal.
De acuerdo con los registros obtenidos durante los censos de los años: 1985, 1993, 2005 y 2018 para el departamento del Tolima, se hace el análisis de tasas de crecimiento, los resultados se ilustran en la siguiente tabla:

Tabla 5: INFORMACIÓN DE CENSOS DANE PARA EL TOLIMA Y CÁLCULOS DE TASA DE CRECIMIENTO

CENSO AÑO	POBLACIÓN			TASAS DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO			TASAS DE CRECIMIENTO EXP		
	CABECERA	RURAL	TOTAL	CABECERA	RURAL	TOTAL	CABECERA	RURAL	TOTAL
1985	610,239	531,981	1,142,220						
				1.69%	-2.01%	0.09%	1.68%	-2.03%	0.09%
1993	698,001	452,079	1,150,080						
				2.02%	-0.52%	1.11%	2.00%	-0.52%	1.10%
2005	887,689	424,615	1,312,304						
				0.17%	-0.04%	0.10%	0.17%	-0.04%	0.10%
2018	907,506	422,681	1,330,187						
PROMEDIO				**1.29%**	**-0.86%**	**0.43%**	**1.28%**	**-0.86%**	**0.43%**

Fuente: DANE

1.2.5. ANÁLISIS DEMOGRÁFICO POBLACIÓN MUNICIPAL.

De acuerdo con los registros obtenidos durante los censos de los años: 1985, 1993, 2005 y 2018 para el municipio de Alpujarra - Tolima, se hace el análisis de tasas de crecimiento, los resultados se ilustran en la siguiente tabla:

Tabla 6: INFORMACIÓN DE CENSOS DANE PARA ALPUJARRA Y CÁLCULOS DE TASA DE CRECIMIENTO

TASAS DE CRECIMIENTO DEL MUNICIPIO DE ALPUJARRA									
CENSO	POBLACIÓN			TASAS DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO			TASAS DE CRECIMIENTO EXP		
AÑO	CABECERA	RURAL	TOTAL	CABECERA	RURAL	TOTAL	CABECERA	RURAL	TOTAL
1985	1652	4764	6416						
				-0.83%	-5.04%	-3.83%	-0.83%	-5.18%	-3.90%
1993	1546	3149	4695						
				1.30%	0.37%	0.69%	1.29%	0.37%	0.69%
2005	1805	3293	5098						
				0.76%	-1.94%	-0.88%	0.75%	-1.96%	-0.88%
2018	1991	2553	4544						
PROMEDIO				**0.41%**	**-2.20%**	**-1.34%**	**0.41%**	**-2.25%**	**-1.37%**

Fuente: DANE

1.2.6. ANALISIS Y SELECCIÓN TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL.

De acuerdo a la información obtenida de los censos del DANE, para Colombia, el Tolima y el municipio de Alpujarra, se obtuvieron los siguientes valores de la tasa de crecimiento en la cabecera municipal, zona rural y total de la población para cada caso, los cálculos de tasa de crecimiento se aplicaron utilizando el método de crecimiento geométrico y método de crecimiento exponencial.

Tabla 7: resumen tasas de crecimiento calculadas

	TASAS DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO			TASAS DE CRECIMIENTO EXP		
	CABECERA	RURAL	TOTAL	CABECERA	RURAL	TOTAL
NACIONAL – COLOMBIA	2.20%	0.67%	1.75%	2.18%	0.66%	1.73%
DEPARTAMENTAL – TOLIMA	1.29%	-0.86%	0.43%	1.28%	-0.86%	0.43%
MUNICIPAL – ALPUJARRA	0.41%	-2.20%	-1.34%	0.41%	-2.25%	-1.37%

Fuente: Autor

Se realiza el análisis de los resultados obtenidos por el método geométrico, encontrando que a nivel nacional las tasas de crecimiento son positivas, teniendo un 2.2% de crecimiento en las cabeceras municipales y 0.67% de crecimiento en la zona rural del país. A nivel departamental, encontramos que el crecimiento en las cabeceras es menor al promedio nacional y se encuentra alrededor de 1.29%, a nivel rural el crecimiento en el departamento del Tolima es de -0.86, es decir, la proyección de población tiende a disminuir. A nivel municipal, para Alpujarra se tienen tasas de crecimiento de 0.41 para cabecera municipal y -2.25 para la zona rural, para la zona rural del municipio y del departamento e tiene en promedio un decrecimiento de la población.

Por el método de crecimiento exponencial se obtuvieron tasas de crecimiento muy similares a las del método geométrico, teniendo una variación de 0.01 puntos en las tasas de crecimiento obtenidas.

De los resultados presentados en la tabla 7 se concluye que para la zona rural de Alpujarra que es el área objeto del presente estudio, la tasa de crecimiento a aplicar seria de -2.2%, si se aplicara dicha tasa, cada año se tendría menos población proyectada y finalmente en el horizonte de diseño se tendría menos población que la actualmente servida. Para el caso que nos ocupa que es el diagnóstico y diseño del sistema de acueducto, no es conveniente utilizar una tasa decreciente de población, teniendo en cuenta que se terminaría diseñando para menos población que la actual. Además, a esto deben tenerse en cuenta que el crecimiento negativo de la población en la zona rural del departamento del Tolima, se debe a factores económicos, de orden público y sociales, los cuales deberían ser mitigados como parte de las políticas públicas.

Por lo anterior se procede a seleccionar la tasa de crecimiento nacional de la población rural **0.67%.** Se considera que esta tasa de crecimiento permitirá hacer una proyección positiva del crecimiento de la población, sin sobreestimar la población para el horizonte de diseño, teniendo en cuenta que es cercana a la tasa de crecimiento rural en alpujarra que se presento en el periodo 1993 – 2005.

1.2.7. DENSIDAD HABITACIONAL.

De acuerdo a la información obtenida por el DANE, para el municipio de Alpujarra, se ubican dentro del territorio las siguientes viviendas:

Tabla 8: Número de personas por Hogar en alpujarra

Entidad territorial	Clase Geográfica	Total personas censadas		Total personas censadas en hogares particulares		Total hogares particulares		Personas por hogar (promedio)	
		CNPV 2018	CG 2005	CNPV 2018	CG 2005	CNPV 2018	CG 2005	CNPV 2018	CG 2005
Colombia	Cabecera	33.905.550	31.510.379	33.905.550	31.282.705	11.128.226	8.210.346	3,0	3,8
	Centro poblado y Rural disperso	9.929.774	9.958.005	9.929.774	9.892.148	3.114.997	2.360.553	3,2	4,2
Tolima	Cabecera	871.917	887.689	861.385	877.475	304.173	244.871	2,8	3,6
	Centro poblado y Rural disperso	356.846	424.615	356.115	423.367	119.180	107.453	3,0	3,9
Alpujarra	Cabecera	1.714	1.805	1.695	1.743	653	542	2,6	3,2
	Centro poblado y Rural disperso	2.377	3.293	2.377	3.261	906	1.023	2,6	3,2

Fuente: DANE FICHA MUNICIPIO DE ALPUJARRA 73024

Así las cosas la densidad habitacional en la zona rural del municipio de alpujarra es la siguiente

Tabla 9: Número de personas/viviendas

	Unidades de vivienda	Personas	Densidad Poblacional (personas/vivienda)
ALPUJARRA CENTRO POBLADO Y RURAL DISPERSO	2.377	906	2.62

Fuente: Dane

1.2.8. ESTIMACIÓN DE FACTOR DE AJUSTE POR POBLACIÓN FLOTANTE.

Cuando las proyecciones de población se van a usar posteriormente para el cálculo de demanda de servicios públicos, es necesario conocer si en el municipio bajo análisis existe la posibilidad de tener una población flotante en todos o en algunos días de la semana. Esta población flotante puede darse principalmente por:

- Actividades turísticas: Por sus condiciones climáticas o de ubicación el municipio puede tener días o épocas en donde es visitado por un número apreciable de turistas que pueden pernoctar o no. Por tanto, es necesario investigar la magni-tud de esta actividad.

- Actividades comerciales: Algunos municipios pueden ser el centro de actividades comerciales ya sea a nivel de sus corregimientos, de su región o de su departa-mento, lo que genera que por días o épocas tenga una cantidad extra de visitan-tes originados por dichas actividades.

- Actividades industriales y agropecuarias: Municipios de algún tamaño con apre-ciable desarrollo industrial o agropecuario suelen atraer durante el día trabaja-dores que viven en otros municipios cercanos, usualmente más pequeños (ciu-dades dormitorio).

- Las capitales de departamento o los municipios epicentros de una región atraen visitantes temporales, pues usualmente agrupan una importante infraestructura de servicios públicos, de salud, de suministros, bancarios y de trámites gubernamentales.

Teniendo en cuenta que para el centro poblado del Carmen no realiza actividades comerciales o industriales que atraigan población flotante, que las actividades agrícolas se desarrollan por personal local y que no se cuenta con hoteles para hospedar personal de otras regiones, se estima que la población flotante será poca y tendrá origen en la festividad de reyes que se celebra en el centro poblado y por la llegada de grupos familiares que residen en otras ciudades.

Se realizó la estimación de factor de ajuste por población flotante en el centro poblado el Carmen del municipio de alpujarra, para tal fin se tuvieron en cuenta las festividades tradicionales que corresponden a los días de reyes y las festividades de fin de año, fechas en que se prevé mayor afluencia de personas en el municipio como se observa en la tabla 10. Posteriormente se obtiene la relación entre los días con población flotante y los días del año, así:

$$F.P.F(\%) = \frac{Dias\ con\ poblacion\ flotante}{dias\ de\ un\ año} * 100$$

F.P.F= Factor de ajuste por población flotante (%)

En la siguiente tabla se presenta los días que se estiman como días en que se presentara población flotante en la ciudad y se realiza el cálculo del factor de población flotante:

Tabla 10: factor de ajuste por población flotante

Descripción	Fecha		Cantidad de días
vacaciones fin de año	22-dic	2-ene	12
ferias y fiestas	fin de semana de reyes		3
total, días con potencial de llegada de población flotante al municipio del Carmen			15

factor=	días con población flotante/días de un año

factor ajuste por población flotante	4%

Fuente: AUTOR

1.2.9. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN

Se realizó la proyección de población para el centro poblado el Carmen del municipio de alpujarra por el método Geométrico.

1.2.9.1. METODOLOGIA UTILIZADA:

Para la proyección de población del sistema de alcantarillado, se realizó la proyección de población utilizando el método geométrico, utilizando para el año 2025 la población correspondiente a las 85 viviendas existentes que se observaron en las visitas de campo y se incluyeron el levantamiento topográfico mediante visitas de campo y aplicando la tasa de crecimiento de 0.67, la cual fue seleccionada de la tabla 7, en donde se realizó la comparación entre las tasas de crecimiento a nivel nacional, municipal y departamental.

A continuación, se describen las fórmulas utilizadas en el desarrollo de los cálculos.

METODO GEOMETRICO:

$$Pf = Puc\,(1+r)^{Tf-Tuc}$$

$$r = \left(\frac{Puc}{Pci}\right)^{\frac{1}{(Tuc-Tci)}} - 1$$

r= tasa de crecimiento anual en forma decimal
Pf = población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (habitantes).
Puc = población correspondiente a la proyección del DANE (habitantes).
Pci = población correspondiente al censo inicial con información (habitantes).
Tuc = Año correspondiente al último año proyectado por el DANE
Tci = Año correspondiente al censo inicial con información
Tf = Año al cual se quiere proyectar la información.

1.2.10. PROYECCION DE POBLACION USUARIOS EL CARMEN

Se tomo el número de viviendas construidas en el centro poblado el Carmen, los cuales se tomaron del levantamiento topográfico y el trabajo de campo realizado, el total de viviendas para el año 2025 es de 85.

Tabla 11: número de usuarios y población 2025 Centro poblado EL CARMEN

POBLACION 2025	
Total, Usuarios centro poblado el Carmen	85
Número de personas por hogar en municipio el carmen	2.6
Número de habitantes	221

Fuente: AUTOR

la proyección de población para el sistema de alcantarillado del centro poblado el Carmen, se realizó, utilizando la población de 221 habitantes para el año 2025, la cual corresponde a las viviendas actualmente construidas, se proyectó para el horizonte de

diseño de 25 años, utilizando el método geométrico con la tasa de crecimiento seleccionada.

Tabla 12: proyección de población CENTRO POBLADO EL CARMEN método geométrico

PROYECCION DE POBLACION METODO GEOMETRICO	
r=	0.67%

	AÑO	POBLACION PROYECTADA CASCO URBANO	POBLACION FLOTANTE CASCO URBANO	TOTAL POBLACION
año formulacion	2025	221.0	9.1	230
1	2026	222.5	9.1	232
2	2027	224.0	9.2	233
3	2028	225.4	9.3	235
4	2029	227.0	9.3	236
5	2030	228.5	9.4	238
6	2031	230.0	9.5	239
7	2032	231.5	9.5	241
8	2033	233.1	9.6	243
9	2034	234.6	9.6	244
10	2035	236.2	9.7	246
11	2036	237.8	9.8	248
12	2037	239.3	9.8	249
13	2038	240.9	9.9	251
14	2039	242.5	10.0	253
15	2040	244.2	10.0	254
16	2041	245.8	10.1	256
17	2042	247.4	10.2	258
18	2043	249.1	10.2	259
19	2044	250.7	10.3	261
20	2045	252.4	10.4	263
21	2046	254.1	10.4	265
22	2047	255.8	10.5	266
23	2048	257.5	10.6	268
24	2049	259.2	10.7	270
25	2049	260.9	10.7	272

Fuente: AUTOR

1.3. CAUDALES DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CENTRO POBLADO EL CARMEN.

1.3.1. DOTACION PARA EL SISTEMA

DOTACION NETA: La dotación neta para determinar los caudales de diseño del sistema de alcantarillado, es tomada de las recomendaciones de la resolución 330 de 2017, para el centro poblado el Carmen del municipio de alpujarra, la altura sobre el nivel del mar es de 1578 msnm

Tabla 13: Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACION NETA MAXIMA (L/HAB*DIA)
>2000 msnm	120
1000 – 2000 msnm	**130**
< 1000 msnm	140

Fuente: RESOLUCION 330 DE 2017

De acuerdo a la altura del centro poblado el Carmen y las dotaciones recomendadas por la resolución 330 de 2017, se adoptará para el diseño **130 L/HAB*DIA.**

1.3.2. CALCULO DE CAUDAL AGUAS NEGRAS POBLACION PROYECTADA

Para la evaluación y diagnóstico de las estructuraras y redes hidráulicas del acueducto Vda El Carmen, se realiza el cálculo de caudal medio, caudal máximo diario y caudal máximo horario para el horizonte de diseño.

$$Qmd = \frac{P * Dbruta * R}{86400}$$

Donde,
Qmd= caudal medio diario
P= número de habitantes proyectado
Dbruta= dotación bruta (L/hab*dia)
R= coeficiente de retorno para alcantarillados (0.85)

CAUDAL MAXIMO HORARIO.

$$QMH = Qmd * F$$

Donde,
QMH= caudal máximo horario
f= factor de mayoración formula gainess

FORMULA DE GAINESS

$$F = \frac{3.114}{Qmd^{0.062}}$$

Donde,
F= factor de mayoración
Qmd= caudal medio diario
.

Usando la fórmula de gainess, se calcula el factor de mayoración y se obtuvo el valor de caudal máximo horario para el sistema de alcantarillado existente y para el sistema proyectado, de la siguiente manera:

Tabla 14: Calculo de caudales de diseño para la proyección de población.

AÑO	POBLACION PROYECTADA	DOTACION NETA	COEFICIENTE DE RETORNO	CAUDAL MEDIO
2025	230	130	0.85	0.29
2026	232	130	0.85	0.30
2027	233	130	0.85	0.30
2028	235	130	0.85	0.30
2029	236	130	0.85	0.30
2030	238	130	0.85	0.30
2031	239	130	0.85	0.31
2032	241	130	0.85	0.31
2033	243	130	0.85	0.31
2034	244	130	0.85	0.31
2035	246	130	0.85	0.31
2036	248	130	0.85	0.32
2037	249	130	0.85	0.32
2038	251	130	0.85	0.32
2039	253	130	0.85	0.32
2040	254	130	0.85	0.32
2041	256	130	0.85	0.33
2042	258	130	0.85	0.33
2043	259	130	0.85	0.33
2044	261	130	0.85	0.33
2045	263	130	0.85	0.34
2046	265	130	0.85	0.34
2047	266	130	0.85	0.34
2048	268	130	0.85	0.34
2049	270	130	0.85	0.35
2049	272	130	0.85	0.35

Fuente: AUTOR

1.4. CALCULO DE CAUDAL AGUAS NEGRAS POBLACION SERVIDA ACTUALMENTE

Teniendo en cuenta que para el diagnostico del sistema de alcantarillado existente, no se debe considerar el caudal de diseño correspondiente a toda la población del centro poblado el Carmen, si no solamente la población servida por este sistema, en el área aferente a estas redes, se procede a analizar cada tramo y calcular el caudal

correspondiente a la población servida, para un total de 50 viviendas actualmente conectadas al sistema de alcantarillado, los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 15: caudal de aguas residuales para la red de alcantarillado existente

TRAMO		NRO VIVIENDAS	PERSONAS/VIVIENDA	POBLACION	COEF RET	DOTACION (l/s*Ha)	CAUDAL (l/s)
POZO A	POZO B	7	2.62	18.34	0.85	130	0.02345567
POZO B	POZO C	3	2.62	7.86	0.85	130	0.01005243
POZO C	POZO D	4	2.62	10.48	0.85	130	0.01340324
POZO O	POZO P	5	2.62	13.1	0.85	130	0.01675405
POZO P	POZO Q	5	2.62	13.1	0.85	130	0.01675405
POZO Q	POZO R	5	2.62	13.1	0.85	130	0.01675405
POZO R	POZO D	2	2.62	5.24	0.85	130	0.00670162
POZO D	POZO E	3	2.62	7.86	0.85	130	0.01005243
POZO S	POZO T	8	2.62	20.96	0.85	130	0.02680648
POZO T	POZO E	1	2.62	2.62	0.85	130	0.00335081
POZO E	POZO F	2	2.62	5.24	0.85	130	0.00670162
POZO F	POZO G	1	2.62	2.62	0.85	130	0.00335081
POZO G	SALIDA	4	2.62	10.48	0.85	130	0.01340324
TOTAL, VIVIENDAS		50					

1.5. PARAMETROS DE CHEQUEO HIDRAULICO DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

DIÁMETRO INTERNO REAL MINIMO

El diámetro interno real mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado sanitario convencional es 200 mm (8 plg) con el fin de evitar obstrucciones de los conductos por objetos relativamente grandes introducidos al sistema. Sin embargo, para sistemas simplificados o niveles de complejidad del sistema bajo, éste puede reducirse a 150 mm (6 plg), requiriéndose una justificación detallada por parte del diseñador. Cuando se pretende evacuar las aguas residuales de 10 viviendas en adelante, es recomendable utilizar como diámetro mínimo 200 mm (8 pulg). El diámetro mínimo para alcantarillados pluviales o combinados no podrá ser inferior a 355 mm (12 pulg)

VELOCIDAD MÁXIMA

En general, se recomienda que la velocidad máxima real no sobrepase 5 m/s. Los valores mayores se justificarán teniendo como referencia los manuales técnicos de los proveedores.

VELOCIDAD MÍNIMA

Si las aguas residuales fluyen por un periodo largo a bajas velocidades, los sólidos transportados pueden depositarse dentro de los colectores. En consecuencia, se debe disponer regularmente de una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante periodos de caudal bajo. Para lograr esto, se establece la velocidad mínima como criterio de diseño. La velocidad mínima real permitida en el colector es 0,45 m/s. La velocidad mínima en el diseño de alcantarillados pluviales debe ser igual o superior a 0,75 m/s y así garantizar el arrastre de material fino en suspensión como arenas.

ESFUERZO CORTANTE MEDIO

Para las condiciones iníciales de operación de cada tramo de alcantarillado sanitario, debe verificarse el comportamiento auto limpiante del flujo, para lo cual es necesario utilizar el criterio esfuerzo cortante medio. Por lo tanto, debe establecerse que el valor de la fuerza tractiva sea mayor o igual a 1,0 N/m2 (0,10 Kg/m2) para el caudal inicial máximo horario. Si el valor calculado de QMH es menor que 1,5 l/s, debe adoptarse este valor. La fuerza atractiva está dada por la expresión:

$$\tau = \gamma \cdot R \cdot S$$

Donde:

γ = Peso específico del agua (kg/m3)
R= Radio hidráulico (m)
S= Pendiente del conducto (m/m)

Para el caso de alcantarillados de aguas lluvias o combinados, la fuerza tractiva deberá ser igual o superior a 1,5 N/m2 (0,15 Kg/m2).

PROFUNDIDAD MÍNIMA A LA COTA CLAVE

Los colectores de redes de recolección y evacuación de aguas residuales deben estar a una profundidad adecuada para permitir el drenaje por gravedad de las descargas domiciliarias, aceptando una pendiente mínima de éstas de 2%. Además, el cubrimiento mínimo del colector debe evitar la ruptura de éste, ocasionada por cargas vivas que pueda

experimentar. Los valores mínimos permisibles de cubrimiento de los colectores se definen en la Siguiente Tabla.

Tabla 1. Profundidades mínimas a cota clave de la tubería

SERVIDUMBRE	PROFUNDIDAD A LA CLAVE DE LA TUBERÍA (M)	
	Zona Urbana	Zona rural
Vías peatonales o zonas verdes o agrícolas	0,60	1,00
Vías vehiculares	1,00	1,00

Para casos especiales como localidades con evidentes problemas de drenaje los valores anteriores pueden reducirse haciendo las previsiones estructurales y geotécnicas correspondientes. Las conexiones domiciliarias y los colectores de aguas residuales deben localizarse por debajo de las tuberías de acueducto.

PROFUNDIDAD MÁXIMA A LA COTA CLAVE

En general la máxima profundidad de los colectores es del orden de 5 m, aunque puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales de los materiales y colectores durante y después de su construcción.

CAUDAL DE DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

El volumen de aguas residuales aportadas al sistema está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales.

CAUDAL DOMÉSTICO (QD)

El aporte del caudal doméstico el más grande, éste se calcula con el caudal medio diario (Qmd) afectado por un factor de retorno. Se calcula con la siguiente ecuación

$$Qd = \frac{P * dneta}{86400} * R$$

COEFICIENTE DE RETORNO (R)

El coeficiente de retorno es la fracción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Su estimación debe provenir del análisis de información existente de la localidad y/o de mediciones de campo.

Cuando esta información resulte inexistente o muy pobre, pueden utilizarse como guía los rangos de valores de R descritos en el artículo 134 de la resolución 0330 de 2017 justificando apropiadamente el valor finalmente adoptado. Para este proyecto se empleará un valor

de 0.85 ya que no se tienen mediciones de campo que permitan hacer uso de un valor real del sistema de alcantarillado.

CAUDAL INDUSTRIAL (QI)

Para el cálculo de la demanda y el caudal medio y máximos de diseño, no se considerara en el diseño del sistema un coeficiente de aporte industrial, ya que por la distribución espacial y los bajos ingresos de la población no se tienen zonas clasificadas netamente como industriales.

CAUDAL COMERCIAL (QC)

Para el cálculo de la demanda y el caudal medio y máximos de diseño, no se considerará en el diseño del sistema un coeficiente de aporte comercial, ya que por la distribución espacial y los bajos ingresos de la población no se tienen zonas clasificadas netamente como comerciales.

CAUDAL INSTITUCIONAL (QINS)

El consumo de agua de las diferentes instituciones varía de acuerdo con el tipo y tamaño de las mismas, dentro de las cuales pueden mencionarse escuelas, colegios, hospitales, hoteles, etc.

En consecuencia, los aportes de aguas residuales institucionales Qin deben determinarse para cada caso en particular, con base en información de consumos registrados en la localidad de entidades similares.

Sin embargo, para pequeñas instituciones ubicadas en zonas residenciales, los aportes de aguas residuales pueden estimarse a partir de los valores por unidad de área institucional, presentados en la Tabla D.3.4. del RAS. El aporte institucional se ha despreciado por la distribución espacial en vista de que en la localidad hay una sola institución y esta se encuentra en medio de una zona netamente residencial; por lo anterior se catalogó como aportes domésticos.

CAUDAL MEDIO DIARIO DE AGUAS RESIDUALES (QMD)

El caudal medio diario de aguas residuales (QMD) para un colector, en función del área de drenaje propia es la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales así:

$$QMD = QD + QI + QC + Qinst$$

CAUDAL DE CONEXIONES ERRADAS (QCE)

Deben considerarse los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de tejados y patios, Qce. Estos aportes son

función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias. La información existente en la localidad sobre conexiones erradas debe utilizarse en la estimación de los aportes correspondientes.

En caso de que el área del proyecto no disponga de un sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias, el caudal de conexiones erradas debe estimarse a partir de la información existente en la localidad. En ausencia de esta información se deberá utilizar un valor máximo de 0.20 l/s-ha como lo establece la resolución 0330 en el artículo 134.

Para el centro poblado de El Carmen, el caudal por conexiones erradas se estimó en 0.10 L/s/Ha, por lo que el sistema de alcantarillado es sanitario; y las aguas lluvias se manejan directamente de la cubierta hacia los solares y vías. Adicionalmente, el RAS en la resolución 0330 en el artículo 134 establece que los aportes por conexiones erradas no podrán superar el valor de 0.10 L/s/Ha.

CAUDAL DE INFILTRACIÓN (QINF)

Es inevitable la infiltración de aguas sub superficiales a las redes de sistemas de alcantarillado sanitario, principalmente freáticas, a través de fisuras en los colectores, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de colectores con pozos de inspección y demás estructuras, y en éstos cuando no son completamente impermeables. En ausencia de medidas directas, y ante la imposibilidad de determinar el caudal por infiltración, el aporte puede establecerse con base en los valores recomendados por el RAS, en donde el valor inferior del rango dado corresponde a condiciones constructivas más apropiadas, mayor estanqueidad de colectores y estructuras complementarias y menor amenaza sísmica.

En ausencia de medidas directas o ante la imposibilidad de determinar el caudal por infiltración, el aporte puede establecerse con base en los valores de la resolución 0330 según el artículo 166, con un valor de 0.20 L/s-ha aplicado al área de aferencia de infiltración del alcantarillado.

Para el centro poblado de El Carmen, el caudal por infiltración se adoptó en 0.20 L/s/Ha como el máximo valor permitido para la infiltración media, ya que las aguas lluvias posiblemente se infiltran en el terreno y pueden ingresar por las cajas y pozos de inspección a las redes sanitarias.

CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH)

El caudal máximo horario es la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. El caudal máximo horario del día máximo se estima a partir del caudal final medio diario afectado por un factor de mayoración, F.

$$QMH = QMD * F$$

Factor de mayoración (F)

El factor de mayoración para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario, tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El valor del factor disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso del agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir cada vez más a amortiguar los flujos.

CAUDAL DE DISEÑO (Q DISEÑO)

El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo, QMH, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas.

$$QDiseño = QMH + QCE + Qinf$$

Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1,5 L/s, debe adoptarse este valor como caudal de diseño.

1.6. CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES CALCULADO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE.

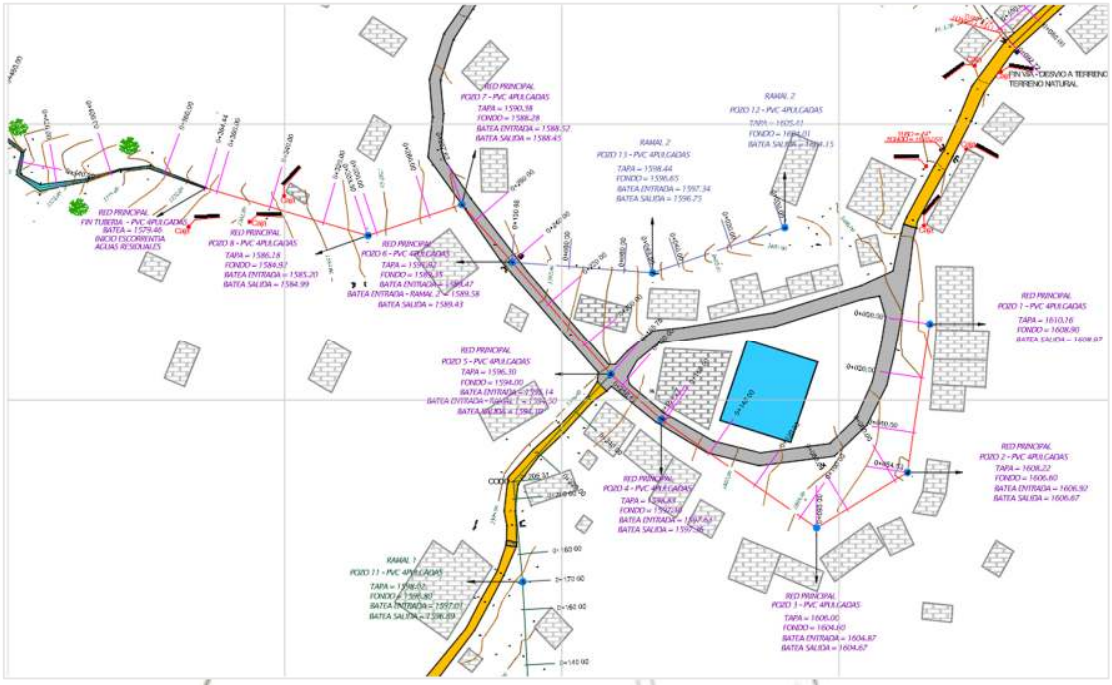
De acuerdo con las fórmulas y la metodología presentada en el numeral anterior, se procedió a determinar los aportes de aguas residuales para cada uno de los tramos de la red existente, los cálculos realizados se presentan en el archivo Excel anexo 1_Diagnostico. De igual forma se presenta la tabla resumen de los resultados obtenidos, a continuación:

DETERMINACION DE CAUDALES

POZO		AREAS (Ha)				Domestico	Qindustrial		Qcomercial		Qinstitucional		Q TOTAL A. NEGRAS	Q acumulado	F Gaines	F Angeles	Q MAX. H. por tramo	Q MAX. H. acumulado	Q conex. Erradas			Q infiltracion			Q ce + Q inf.	Q ce + Q inf. Acumulado	Q diseño por tramo	Q diseño acumulado
DE	A	DOMESTICA	INDUSTRIAL	COMERCIAL	INSTITUCIONAL	L/s	L/s*hec	L/s	L/s*hec	L/s	L/s*hec	L/s							AREA(Ha)	L/s*hec	L/s	AREA(Ha)	L/s*hec	L/s				
POZO A	POZO B	0.875	0.000	0.00	0.00	0.023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.023	0.023	3.93	4.45	0.10	0.104	0.87	0.20	0.17	0.87	0.20	0.17	0.35	0.350	0.45	0.454
POZO B	POZO C	0.305	0.000	0.00	0.00	0.010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.010	0.034	4.14	4.69	0.05	0.152	0.31	0.20	0.06	0.31	0.20	0.06	0.12	0.472	0.17	0.624
POZO C	POZO D	0.272	0.000	0.00	0.00	0.013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.013	0.047	4.07	4.61	0.06	0.213	0.27	0.20	0.05	0.27	0.20	0.05	0.11	0.581	0.17	0.794
POZO O	POZO P	0.395	0.000	0.00	0.00	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.017	0.017	4.01	4.55	0.08	0.076	0.39	0.20	0.08	0.39	0.20	0.08	0.16	0.158	0.23	0.234
POZO P	POZO Q	0.410	0.000	0.00	0.00	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.017	0.034	4.01	4.55	0.08	0.152	0.41	0.20	0.08	0.41	0.20	0.08	0.16	0.322	0.24	0.474
POZO Q	POZO R	0.354	0.000	0.00	0.00	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.017	0.050	4.01	4.55	0.08	0.229	0.35	0.20	0.07	0.35	0.20	0.07	0.14	0.464	0.22	0.692
POZO R	POZO D	0.106	0.000	0.00	0.00	0.007	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.007	0.057	4.25	4.81	0.03	0.261	0.11	0.20	0.02	0.11	0.20	0.02	0.04	0.506	0.07	0.767
POZO D	POZO E	0.218	0.000	0.00	0.00	0.010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.010	0.114	4.14	4.69	0.05	0.522	0.22	0.20	0.04	0.22	0.20	0.04	0.09	1.174	0.13	1.695
POZO S	POZO T	0.344	0.000	0.00	0.00	0.027	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.027	0.027	3.90	4.42	0.12	0.118	0.34	0.20	0.07	0.34	0.20	0.07	0.14	0.138	0.26	0.256
POZO T	POZO E	0.045	0.000	0.00	0.00	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.003	0.030	4.43	5.03	0.02	0.135	0.05	0.20	0.01	0.05	0.20	0.01	0.02	0.156	0.03	0.291
POZO E	POZO F	0.146	0.000	0.00	0.00	0.007	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.007	0.151	4.25	4.81	0.03	0.689	0.15	0.20	0.03	0.15	0.20	0.03	0.06	1.388	0.09	2.077
POZO F	POZO G	0.124	0.000	0.00	0.00	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.003	0.154	4.43	5.03	0.02	0.706	0.12	0.20	0.02	0.12	0.20	0.02	0.05	1.437	0.07	2.143
POZO G	SALIDA	0.559	0.000	0.00	0.00	0.013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.013	0.168	4.07	4.61	0.06	0.768	0.56	0.20	0.11	0.56	0.20	0.11	0.22	1.661	0.29	2.429

1.7. TRAZADO DE LA RED EXISTENTE.

Para poder realizar el diagnostico de las redes existentes, se realizaron trabajos de topografía donde se pudo hacer la identificación de la red de alcantarillado existente, el levantamiento topográfico de la red identificando el trazado de la red, características de la red, profundidades de pozos y profundidades de entrada y salida de la tubería en cada pozo, se anexa al presente diagnostico los planos y trabajos topográficos realizados.



1.8. RESULTADOS DE LA EVALUACION HIDRAULICA DEL SISTEMA

De la evaluación realizada, se verificaron las pendientes de la red de alcantarillado existente, las velocidades del flujo para el caudal de aportes de aguas residuales calculado, la relación entre el tirante hidráulico y el diámetro de la tubería, la fuerza tractiva mínima que garantice la auto limpieza de la red, encontrándose que la red actualmente tiene un buen funcionamiento hidráulico para el manejo de las aguas residuales generadas, como se presenta en la siguiente tabla de resumen de resultados:

TRAMO		PENDIENTE (S%)	CAUDAL			calculo D		D comercial			CAUDAL LLENO		Qds/Qll	y	VERIFICAR		Vll	vd/vll	VERIFICAR		Rh ll	Rh diseño	VERIFICAR		H/D	P hidr (H)	VERIFICAR	
			Q (lps)	Q (lps)	Q (m3/s)	mts	pulg	interno (mts)	externo (mts)	pulg	Qll (m3)	Qll(lps)			y/d	y/ds0,85			vd	v>0,45			F tractiva	F>0.1			#F	NF<0,9; NF>1,1
POZO A	POZO B	42.58	0.45	1.50	0.0015	0.027	1.067	0.099	0.110	4	0.047	47.449	0.032	0.012	0.125	OK	6.164	0.357	2.199	OK	0.025	0.005	2.250	OK	0.094	0.009	7.294	Flujo supercritico
POZO B	POZO C	6.47	0.62	1.50	0.0015	0.039	1.520	0.099	0.110	4	0.018	18.492	0.081	0.021	0.217	OK	2.402	0.520	1.249	OK	0.025	0.009	0.600	OK	0.153	0.015	3.244	Flujo supercritico
POZO C	POZO D	2.87	0.79	1.50	0.0015	0.045	1.770	0.099	0.110	4	0.012	12.309	0.122	0.026	0.264	OK	1.599	0.568	0.907	OK	0.025	0.011	0.300	OK	0.189	0.019	2.121	Flujo supercritico
POZO O	POZO P	3.76	0.23	1.50	0.0015	0.043	1.682	0.099	0.110	4	0.014	14.096	0.106	0.024	0.247	OK	1.831	0.551	1.009	OK	0.025	0.010	0.380	OK	0.175	0.017	2.447	Flujo supercritico
POZO P	POZO Q	4.68	0.47	1.50	0.0015	0.041	1.614	0.099	0.110	4	0.016	15.736	0.095	0.023	0.234	OK	2.044	0.539	1.101	OK	0.025	0.010	0.460	OK	0.166	0.016	2.747	Flujo supercritico
POZO Q	POZO R	10.31	0.69	1.50	0.0015	0.035	1.392	0.099	0.110	4	0.023	23.349	0.064	0.019	0.193	OK	3.033	0.489	1.482	OK	0.025	0.008	0.870	OK	0.136	0.013	4.075	Flujo supercritico
POZO R	POZO D	11.65	0.77	1.50	0.0015	0.035	1.361	0.099	0.110	4	0.025	24.823	0.060	0.018	0.186	OK	3.225	0.479	1.545	OK	0.025	0.008	0.960	OK	0.132	0.013	4.313	Flujo supercritico
POZO D	POZO E	8.29	1.70	1.70	0.0017	0.039	1.518	0.099	0.110	4	0.021	20.940	0.081	0.021	0.217	OK	2.720	0.520	1.414	OK	0.025	0.009	0.770	OK	0.153	0.015	3.673	Flujo supercritico
POZO S	POZO T	13.49	0.26	1.50	0.0015	0.034	1.324	0.099	0.110	4	0.027	26.701	0.056	0.018	0.179	OK	3.469	0.467	1.621	OK	0.025	0.008	1.070	OK	0.127	0.013	4.609	Flujo supercritico
POZO T	POZO E	14.29	0.29	1.50	0.0015	0.033	1.310	0.099	0.110	4	0.027	27.483	0.055	0.017	0.176	OK	3.570	0.463	1.651	OK	0.025	0.008	1.110	OK	0.126	0.012	4.728	Flujo supercritico
POZO E	POZO F	3.83	2.08	2.08	0.0021	0.048	1.894	0.099	0.110	4	0.014	14.224	0.146	0.029	0.289	OK	1.848	0.594	1.097	OK	0.025	0.011	0.430	OK	0.209	0.021	2.435	Flujo supercritico
POZO F	POZO G	9.08	2.14	2.14	0.0021	0.041	1.630	0.099	0.110	4	0.022	21.908	0.098	0.023	0.237	OK	2.846	0.542	1.542	OK	0.025	0.010	0.900	OK	0.168	0.017	3.820	Flujo supercritico
POZO G	SALIDA	9.06	2.43	2.43	0.0024	0.043	1.709	0.099	0.110	4	0.022	21.884	0.111	0.025	0.252	OK	2.843	0.556	1.581	OK	0.025	0.010	0.930	OK	0.179	0.018	3.790	Flujo supercritico

Los anteriores resultados se presentan en el anexo 1_diagnostico.

Se debe informar que aunque hidráulicamente cumplen los parámetros de chequeo y se evidencia un buen comportamiento hidráulico para el manejo de las aguas residuales generadas por la población servida, el alcantarillado existente no cumple con el diámetro mínimo solicitado en la resolución 330 de 2017, ya que el diámetro actualmente instalado es de 4 pulgadas y el diámetro mínimo corresponde a 8 pulgadas.

1.9. INTERFERENCIAS CON OTRA INFRAESTRUCTURA



Fotografía 1: la mayoría de los tramos del alcantarillado existente están bajo obra de placa huella recién construida, obra que se encuentra en garantía.



Fotografía 2: la mayoría de los tramos del alcantarillado existente están bajo obra de placa huella recién construida, obra que se encuentra en garantía.



Fotografía 3: en las vías existen alcantarillas para manejo de aguas lluvias, las cuales podrían interferir con el trazado de las nuevas redes de alcantarillado



Fotografía 4: se observa un sector que tiene camino de aproximadamente 2 metros de ancho, pasa por medio de predios privados

1.10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez realizadas las evaluaciones hidráulicas para el sistema de alcantarillado existente se concluye lo siguiente:

1) De la evaluación realizada, se verificaron las pendientes de la red de alcantarillado existente, las velocidades del flujo para el caudal de aportes de aguas residuales calculado, la relación entre el tirante hidráulico y el diámetro de la tubería, la fuerza tractiva mínima que garantice la auto limpieza de la red, encontrándose que la red actualmente tiene un buen funcionamiento hidráulico para el manejo de las aguas residuales generadas.

2) Se debe informar que, aunque hidráulicamente cumplen los parámetros de chequeo y se evidencia un buen comportamiento hidráulico para el manejo de las aguas residuales generadas por la población servida, el alcantarillado existente no cumple con el diámetro mínimo solicitado en la resolución 330 de 2017, ya que el diámetro actualmente instalado es de 4 pulgadas y el diámetro mínimo corresponde a 8 pulgadas.

3) De acuerdo a los trabajos de campo donde se realizó la inspección e identificación de las redes de alcantarillado existente, se concluye que los pozos y tubería instalada se encuentran en buen estado.

4) Se debe replantear el diseño de todas las redes inicialmente presentadas en el Plan Maestro de Alcantarillado, teniendo en cuenta que para algunos tramos de alcantarillado no es viable hacer intervención porque implicaría realizar demolición y reposición de la placa huella, y esta obra se encuentra en garantía, por lo tanto estas redes existentes deben mantenerse y las nuevas redes de alcantarillado, interceptores y emisario final deben adaptarse a la topografía y a las cotas de las redes existentes.

5) Actualmente el centro poblado el Carmen no cuenta con sistema de tratamiento y vierte las aguas residuales generadas sin tratamiento.

6) De acuerdo con los trabajos de campo y con el levantamiento topográfico todas las aguas residuales se pueden conducir hacia un mismo punto por lo cual se recomienda la implementación de un sistema de tratamiento centralizado para todo el centro poblado el Carmen.



CRISTIAN CAMILO CASTRO GIRON
Ingeniero Civil
Especialista en recursos hídricos
M.P. 70202-278645