

INFORME TOPOGRÁFICO

INFORME LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

FECHA DEL INFORME: 02 de octubre de 2025

DIRECCIÓN DEL LEVANTAMIENTO: municipio de cravo norte, departamento de Arauca

ACTIVIDAD SOLICITADA: levantamiento topográfico, localización, registro fotográfico, para proyección de un nuevo trazado de alcantarillas de recolección de aguas negras en la calle 1ª con intersección en la línea de alcantarillas de la carrera 1 del barrio 20 de julio en el municipio de cravo norte, departamento de Arauca.

CONTENIDO

1. OBJETIVO GENERAL
2. UBICACIÓN ESPACIAL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.
3. BRIGADA DE CAMPO.
4. EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA.
5. MÉTODO DE TRABAJO EN CAMPO.
6. ANEXOS.
7. CONCLUSIONES FINALES
8. OBSERVACIONES.

INFORME TOPOGRÁFICO

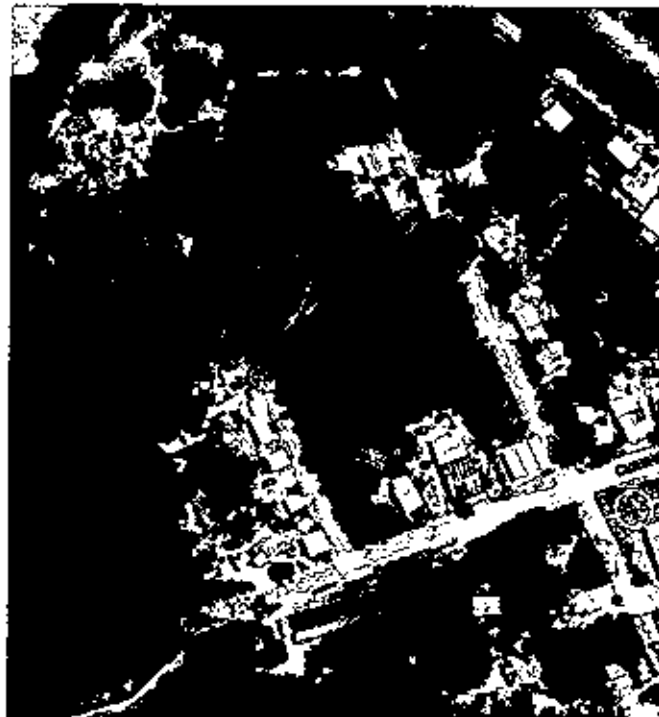
1. . OBJETIVO GENERAL

Este trabajo se realiza con la finalidad de tener un levantamiento topográfico para proyectar un trazado de alcantarillas de recolección de aguas negras, el cual consta de 4 nuevos anillos (pozos) con intersección del tercero con una línea de alcantarillado ya existente esto con el fin de aprovechar el alcantarillado existente y realizar un buen empalme que garantice un buen desempeño hidráulico de la obra,

2. UBICACIÓN ESPACIAL TRAMO DE LEVANTAMIENTO

a continuación, se deja una imagen de la ubicación espacial del levantamiento o tramo a intervenir, esta geo-referenciación está tomada de el aplicativo geo satelital google earth.

Imagen 1: tramo levantamiento topográfico inicial.



INFORME TOPOGRÁFICO

3. BRIGADA DE CAMPO.

Para la realización de los trabajos a ejecutar se utilizó el siguiente personal

- Un topógrafo
- Un auxiliar de topografía.
- Un obrero.

4. EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA.

Para el trabajo a realizar se utilizaron los siguientes equipos de topografía.

- Estación total marca hi-target 420r
- GPSmap 78s marca Garmin
- Bastón de topografía de 5.60 metros.
- Trípode de aluminio doble seguro.
- Intercomunicadores (radios) Motorola
- Flexómetro 5 mts.
- Computadora HP pavilión gamer.

4.1. HERRAMIENTA MENOR E INSUMOS DE TOPOGRAFÍA.

A continuación, se detalla que herramienta menor se utilizó en la actividad.

- Maceta o porra 2lbs
- Puntillas y estacas.
- Machetilla de 12 "
- Tornillos de madera.
- Placas de aluminio.
-

5. MÉTODO DE TRABAJO DE CAMPO.

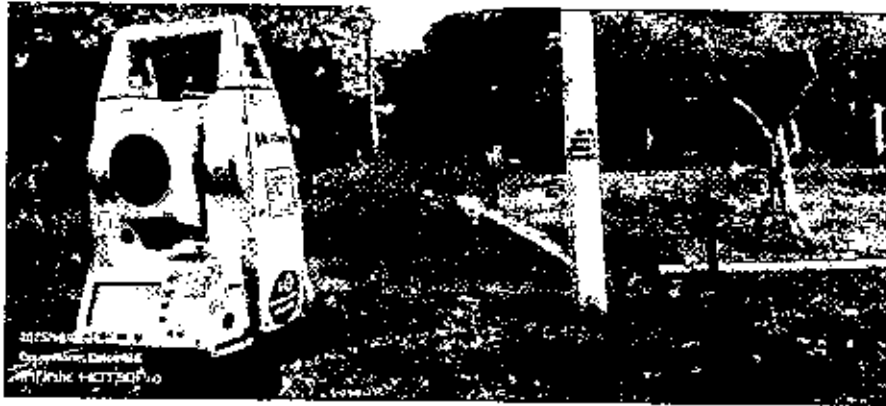
- Para la realización de los trabajos de campo, se procede a tomar dos puntos con GPS GARMIN, una vez tomado los puntos se arma el equipo, y se procede a realizar el respectivo levantamiento, el cual consta de realizar una nube de puntos detallada del ancho de la vía, las viviendas que según el cliente serán las beneficiadas con el trazado del alcantarillado, para la localización de las comitivas o cajas domiciliarias.

INFORME TOPOGRÁFICO

- Se tienen en cuenta las bateas de las alcantarillas existentes las cuales son dos y demás elementos que pueden influir en el levantamiento tales como postes de luz y líneas telefónicas
- Se procede a hacer el levantamiento y posteriormente a realizar una inspección visual.

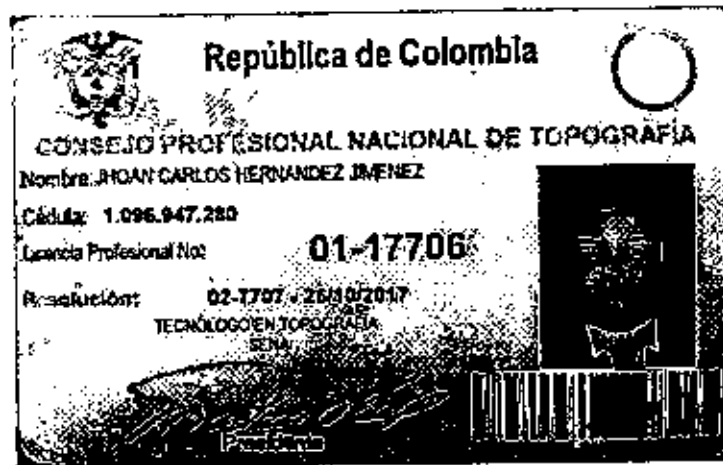
ANEXOS

• FOTOGRAFÍAS DE CAMPO.



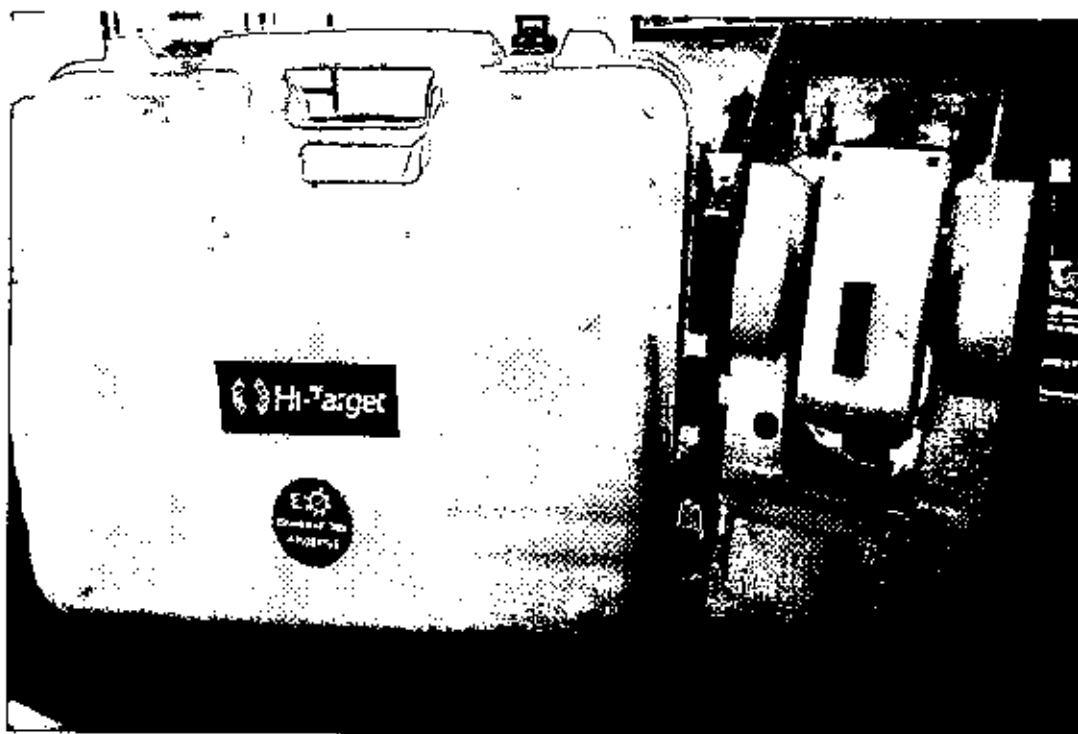
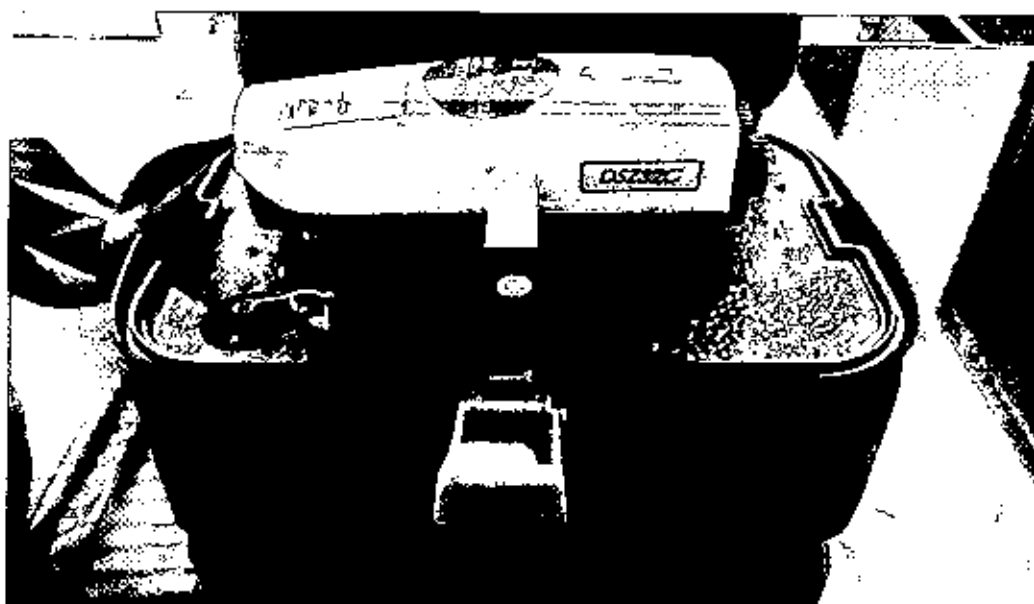
INFORME TOPOGRÁFICO

- TARJETA PROFESIONAL CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFÍA C.P.N.T.



INFORME TOPOGRÁFICO

• CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA.



INFORME TOPOGRÁFICO

MEASUREMENT

Measurement Equipment
EDGAR BARRIO MARTINEZ
 Calle 14-44 - Edificio de Oficinas de la Universidad
 Apartado 14-44-001 - San José, Costa Rica
 Teléfono: (506) 2222-1111
 Email: edgar@edgarbarrionet.com

Certificado de calibración No. 1072

Información para la calibración
 Fecha de calibración: 10/05/2018 Tipo de instrumento: Nivel de alfileres, manual Marca del instrumento: Edgarr
 Lugar de calibración: Edgarr, San José, Costa Rica

Instrumentos sometidos a la calibración
 1. Nivel de alfileres manual Edgarr 1072
 2. Nivel de alfileres manual Edgarr 1072

Resultados de la calibración

Instrumento	Medida	Valor nominal	Valor medido	Desviación	Estado
Nivel de alfileres manual Edgarr 1072	Alfileres	1000 mm	1000 mm	0 mm	OK
	Alfileres	1000 mm	1000 mm	0 mm	OK

Observaciones:

Calibrado por: Edgarr
Revisado por: Edgarr
Fecha de calibración: 10/05/2018

MEASUREMENT

Measurement Equipment
EDGAR BARRIO MARTINEZ
 Calle 14-44 - Edificio de Oficinas de la Universidad
 Apartado 14-44-001 - San José, Costa Rica
 Teléfono: (506) 2222-1111
 Email: edgar@edgarbarrionet.com

Certificado de calibración No. 1072

Información para la calibración
 Fecha de calibración: 10/05/2018 Tipo de instrumento: Nivel de alfileres, manual Marca del instrumento: Edgarr
 Lugar de calibración: Edgarr, San José, Costa Rica

Instrumentos sometidos a la calibración
 1. Nivel de alfileres manual Edgarr 1072
 2. Nivel de alfileres manual Edgarr 1072

Resultados de la calibración

Instrumento	Medida	Valor nominal	Valor medido	Desviación	Estado
Nivel de alfileres manual Edgarr 1072	Alfileres	1000 mm	1000 mm	0 mm	OK
	Alfileres	1000 mm	1000 mm	0 mm	OK

Observaciones:

Calibrado por: Edgarr
Revisado por: Edgarr
Fecha de calibración: 10/05/2018

MEASUREMENT

Measurement Equipment
EDGAR BARRIO MARTINEZ
 Calle 14-44 - Edificio de Oficinas de la Universidad
 Apartado 14-44-001 - San José, Costa Rica
 Teléfono: (506) 2222-1111
 Email: edgar@edgarbarrionet.com

Certificado de calibración No. 1072

Información para la calibración
 Fecha de calibración: 10/05/2018 Tipo de instrumento: Nivel de alfileres, manual Marca del instrumento: Edgarr
 Lugar de calibración: Edgarr, San José, Costa Rica

Instrumentos sometidos a la calibración
 1. Nivel de alfileres manual Edgarr 1072
 2. Nivel de alfileres manual Edgarr 1072

Resultados de la calibración

Instrumento	Medida	Valor nominal	Valor medido	Desviación	Estado
Nivel de alfileres manual Edgarr 1072	Alfileres	1000 mm	1000 mm	0 mm	OK
	Alfileres	1000 mm	1000 mm	0 mm	OK

Observaciones:

Calibrado por: Edgarr
Revisado por: Edgarr
Fecha de calibración: 10/05/2018

MEASUREMENT

Measurement Equipment
EDGAR BARRIO MARTINEZ
 Calle 14-44 - Edificio de Oficinas de la Universidad
 Apartado 14-44-001 - San José, Costa Rica
 Teléfono: (506) 2222-1111
 Email: edgar@edgarbarrionet.com

Certificado de calibración No. 1072

Información para la calibración
 Fecha de calibración: 10/05/2018 Tipo de instrumento: Nivel de alfileres, manual Marca del instrumento: Edgarr
 Lugar de calibración: Edgarr, San José, Costa Rica

Instrumentos sometidos a la calibración
 1. Nivel de alfileres manual Edgarr 1072
 2. Nivel de alfileres manual Edgarr 1072

Resultados de la calibración

Instrumento	Medida	Valor nominal	Valor medido	Desviación	Estado
Nivel de alfileres manual Edgarr 1072	Alfileres	1000 mm	1000 mm	0 mm	OK
	Alfileres	1000 mm	1000 mm	0 mm	OK

Observaciones:

Calibrado por: Edgarr
Revisado por: Edgarr
Fecha de calibración: 10/05/2018

INFORME TOPOGRÁFICO

6. CONCLUSIONES FINALES.

- Ninguna

7. OBSERVACIONES FINALES.

- Se verifica la no existencia de ningún tipo de obra hidráulica en el tramo a intervenir (mangueras o sistemas de riego).
- Las cantidades suministradas son proyectadas y pueden estar sujetas a cambios según criterio de especialistas.


JHOAN CARLOS HERNÁNDEZ JIMÉNEZ
C.C. 1'096.947.280 de Málaga.

TOPOGRAFO TP N° 01-17706 C.P.N.T.

Cra.3 N° 6-51 B. centro

puerto wilches

Santander.

CEL. 314-493-1627, E-mail: jhoan008@hotmail.com

CARTA DE CESION DE DERECHOS

Yo **JHOAN CARLOS HERNANDEZ JIMENEZ**, en calidad de **TOPOGRAFO** con licencia profesional No. **01-17706**, certifico que realicé el **ESTUDIO TOPOGRAFICO** para el proyecto cuyo objeto es: "**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.**"

Por lo anterior, manifiesto ceder plenamente los derechos al Municipio de Cravo Norte.

La duración de los derechos cedidos será por término indefinido a partir de la fecha de la firma de la presente carta de cesión de derechos.

Para los fines pertinentes, anexa copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional, certificado de vigencia de la misma y copia de la cédula de ciudadanía.

Se expide en el mes de Agosto de 2026.

Cordialmente,


JHOAN CARLOS HERNANDEZ JIMENEZ
C.C. 1'096.947.280 de Málaga.
TOPOGRAFO TP N° 01-17706 C.P.N.T.

CARTA DE RESPONSABILIDAD

Yo **JHOAN CARLOS HERNANDEZ JIMENEZ**, en calidad de **TOPOGRAFO** con licencia profesional No. **01-17706**, certifico que realicé el **ESTUDIO TOPOGRAFICO** para el proyecto cuyo objeto es: "**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.**"

Por lo anterior, manifiesto que asumo toda responsabilidad referente a los perjuicios que puedan deducirse a causa de este estudio y exonero al Municipio de Cravo Norte ante terceros de cualquier responsabilidad civil, penal o administrativa por cualquier falla u omisión del presente estudio.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional, certificado de vigencia de la misma y copia de la cédula de ciudadanía.

Se expide en el mes de Agosto de 2026.

Cordialmente,


JHOAN CARLOS HERNÁNDEZ JIMÉNEZ
C.C. 1'096.947.280 de Málaga.
TOPOGRAFO TP N° 01-17706 C.P.N.T.



DISEÑO ALCANTARILLADO SANITARIO

PROYECTO:

AMPLIACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL
BARRIO 20 DE JULIO EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE DEPARTAMENTO DE ARAUCA

PRESENTADO A:



OCTUBRE DE 2025



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. OBJETIVO GENERAL.....	5
2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	6
3. JUSTIFICACIÓN.....	6
4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	7
4.1 MUNICIPIO CRAVO NORTE – DEPARTAMENTO DE ARAUCA	7
4.2 ZONA DEL PROYECTO.....	9
5. MARCO CONCEPTUAL	10
6. MARCO LEGAL.....	12
7. PROCESO DE DISEÑO.....	13
7.1 PERIODO DE DISEÑO.....	13
7.2 ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN.....	13
7.2.1 POBLACIÓN ACTUAL.....	13
7.2.2 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN.....	13
7.2.3 DENSIDAD DE SATURACIÓN	15
7.3 DOTACIÓN NETA MAXIMA.....	16
7.4 CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES	16
7.4.1 CAUDAL MEDIO DIARIO.....	17
7.4.2 CAUDAL MAXIMO HORARIO.....	17
7.4.3 CAUDAL DE CONEXIONES ERRADAS.....	18
7.4.4 CAUDAL DE INFILTRACIÓN	18
7.4.5 CAUDAL DE DISEÑO.....	18
7.5 LOCALIZACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO	19
7.6 PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA EN ALCANTARILLADOS	19
7.7 DIAMETRO INTERNO REAL.....	20
7.8 CRITERIOS DE AUTOLIMPIEZA EN LOS ALCANTARILLADOS SANITARIOS	20
7.9 VELOCIDAD MÁXIMA EN ALCANTARILLADOS SANITARIOS	20
7.10 RELACIÓN MÁXIMA ENTRE PROFUNDIDAD DE FLUJO Y DIAMETRO DE LA TUBERÍA.....	20
7.11 REQUISITOS DE DISEÑO ESTRUCTURAS DE CONEXIÓN.....	20
7.12 DISEÑO Y MODELACIÓN HIDRAULICA DE REDES DE ALCANTARILLADO.....	21
7.12.1 ÁREAS TRIBUTARIAS.....	21



7.12.2 CALCULOS HIDRAULICOS	23
CONCLUSIONES	28



TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ubicación Municipio Cravo Norte a nivel Nacional y Departamental..	8
Ilustración 2 Coordenadas del Municipio	8
Ilustración 3 Coordenadas de la zona del proyecto.....	9
Ilustración 4 Evolución de la normatividad técnica RAS.....	12
Ilustración 5 Reglamentación técnica RAS vigente.....	12
Ilustración 6 Infografía DANE.....	13
Ilustración 7 Área Urbana Municipio de Cravo Norte.....	15
Ilustración 8 Áreas Tributarias - Zona 1	22
Ilustración 9 Áreas Tributarias - Zona 2	23



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al diseño de unos tramos del sistema de alcantarillado sanitario que están en el área urbana del municipio de Cravo Norte, ubicado en el departamento de Arauca. Este proyecto tiene como propósito desarrollar una solución técnica, ambiental y socialmente sostenible para la recolección, transporte y disposición final de las aguas residuales domésticas generadas por las comunidades del área de influencia del proyecto, contribuyendo al mejoramiento de las condiciones de salubridad pública, al saneamiento básico y a la protección del entorno natural.

El diseño se elabora de conformidad con los lineamientos, criterios y parámetros técnicos establecidos en la Resolución 0330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, por medio de la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, así como con las normas complementarias y disposiciones ambientales, urbanísticas y de construcción vigentes en el país.

Para su desarrollo se efectuó un levantamiento topográfico y diagnóstico del sistema existente, considerando las condiciones geográficas, hidrológicas, geotécnicas, urbanísticas y demográficas del municipio. Con base en dicha información, se proyectó un sistema de alcantarillado sanitario que responda a las necesidades actuales y futuras de la población, garantizando su funcionamiento hidráulico, eficiencia operativa y facilidad de mantenimiento.

El diseño incluye la definición del trazado y dimensionamiento de la red sanitaria, el cálculo de caudales de diseño, la selección de materiales y pendientes adecuadas, el diseño de pozos de inspección, acometidas domiciliarias y obras complementarias, conforme a los criterios de sostenibilidad y durabilidad exigidos por la normatividad vigente.

Con la implementación del sistema propuesto, se busca optimizar la infraestructura de saneamiento básico del municipio, reducir los riesgos de contaminación de los cuerpos hídricos, mejorar la salud pública y contribuir al desarrollo urbano planificado y ambientalmente responsable de Cravo Norte.

2. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario eficiente, sostenible y conforme a la normativa vigente, que permita la recolección, transporte y disposición adecuada de las aguas residuales domésticas generadas en el área urbana del municipio de Cravo Norte, garantizando la protección de la salud pública, la preservación del medio ambiente y el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad.



2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar el diagnóstico técnico del sistema de alcantarillado existente, identificando su estado actual, capacidad hidráulica, cobertura, deficiencias y necesidades de ampliación o reemplazo.
- Caracterizar las condiciones físicas, topográficas, geotécnicas e hidrológicas del área de estudio, como base para el planteamiento y diseño del nuevo sistema sanitario.
- Determinar los caudales de diseño considerando la población actual y las proyecciones de crecimiento futuro, de acuerdo con los criterios establecidos en la Resolución 0330 de 2017.
- Definir el trazado, diámetro, materiales, pendientes y profundidad de la red sanitaria, aplicando los parámetros hidráulicos, estructurales y constructivos exigidos por la normatividad nacional.
- Diseñar los pozos de inspección, acometidas domiciliarias y estructuras complementarias, asegurando la operatividad, durabilidad y facilidad de mantenimiento del sistema.
- Evaluar el impacto ambiental del proyecto e incorporar medidas de mitigación que garanticen la sostenibilidad del sistema y la protección de los cuerpos receptores.
- Generar los planos, memorias de cálculo y especificaciones técnicas que respalden el diseño y sirvan como base para la ejecución de las obras civiles del sistema de alcantarillado sanitario.

3. JUSTIFICACIÓN

El municipio de Cravo Norte, ubicado en el departamento de Arauca, presenta un crecimiento urbano sostenido que ha incrementado la demanda y exigencia sobre los sistemas de saneamiento básico. En la actualidad, el sistema de alcantarillado sanitario existente evidencia deficiencias estructurales, hidráulicas y de cobertura, las cuales limitan su funcionamiento y eficiencia operativa.

Durante las inspecciones y levantamientos de campo, se identificó que varios tramos de la red están contruidos en tubería de gres, material que, debido a su antigüedad, fragilidad y baja capacidad estructural frente a cargas externas, presenta colapsos parciales y totales. Estas condiciones han generado obstrucciones, filtraciones y pérdidas de pendiente hidráulica, afectando la conducción adecuada de las aguas residuales domésticas.



Como consecuencia de estas fallas, se ha evidenciado que varios pozos de inspección se encuentran sedimentados y con bajo rendimiento hidráulico, lo que compromete el funcionamiento integral del sistema y aumenta el riesgo de rebosamientos, malos olores y vertimientos incontrolados a zonas aledañas.

En este contexto, se hace necesario desarrollar un diseño técnico integral del sistema de alcantarillado sanitario urbano, que contemple el reemplazo de los tramos en tubería de gres colapsados por materiales modernos de mayor durabilidad y hermeticidad (como PVC sanitario o PEAD), garantizando la continuidad hidráulica del sistema, la facilidad de mantenimiento y la sostenibilidad operativa a largo plazo.

El proyecto se enmarca dentro de los criterios técnicos establecidos por la Resolución 0330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, que define los parámetros para el diseño, construcción y rehabilitación de los sistemas de saneamiento en el país. Su ejecución contribuirá de manera directa a la protección de la salud pública, la mitigación de impactos ambientales y la optimización de la infraestructura sanitaria del municipio.

En síntesis, la elaboración del presente diseño se justifica por la urgente necesidad de rehabilitar y modernizar la red existente; garantizar la adecuada recolección y transporte de las aguas residuales, y asegurar la prestación eficiente y continua del servicio de alcantarillado sanitario en Cravo Norte, promoviendo así un desarrollo urbano ordenado, limpio y sostenible.

4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

4.1 MUNICIPIO CRAVO NORTE – DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Cravo Norte, es un municipio colombiano localizado en el Departamento de Arauca. Cerca al río Casanare. El municipio de Cravo Norte limita con Arauca por el norte, Venezuela por el este, La Primavera (Vichada) y Hato Corozal (Casanare) por el sur y Puerto Rondón por el oeste, estando ubicado en la margen izquierda del río Cravo Norte en el río Casanare.

BARRIOS: El municipio de Cravo Norte tiene 7 barrios: Barrio 20 de Julio, Barrio Centro, Barrio el Estero, Barrio el Triunfo, Barrio Progreso, Barrio Villa Llano

CORREGIMIENTOS: El municipio de Cravo Norte no corregimientos.

VEREDAS: El municipio de Cravo Norte tiene 19 veredas conocidas como: San José, El Aeropuerto, Los Pasados, Lejanías de Juriepe, Mochuelo, Samuco, San Pablo, Caño El Medio, Cinaruco, Campo Abierto, Cumare, Camoruco, El Corozo, La Esperanza, Los Laureles, La Virgen, Los Caballos, San Rafael, Aguafina, Veladero y Buenos aires.

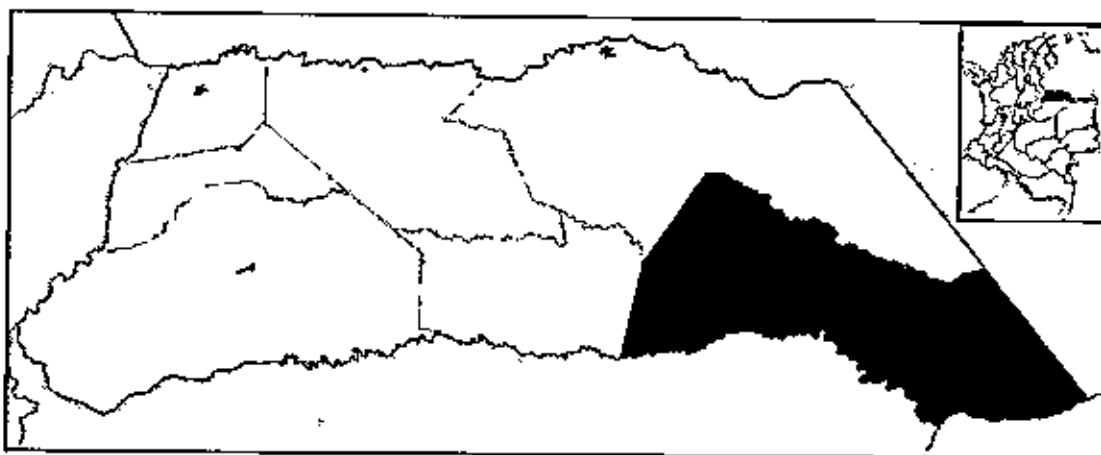


Ilustración 1 Ubicación Municipio Cravo Norte a nivel Nacional y Departamental

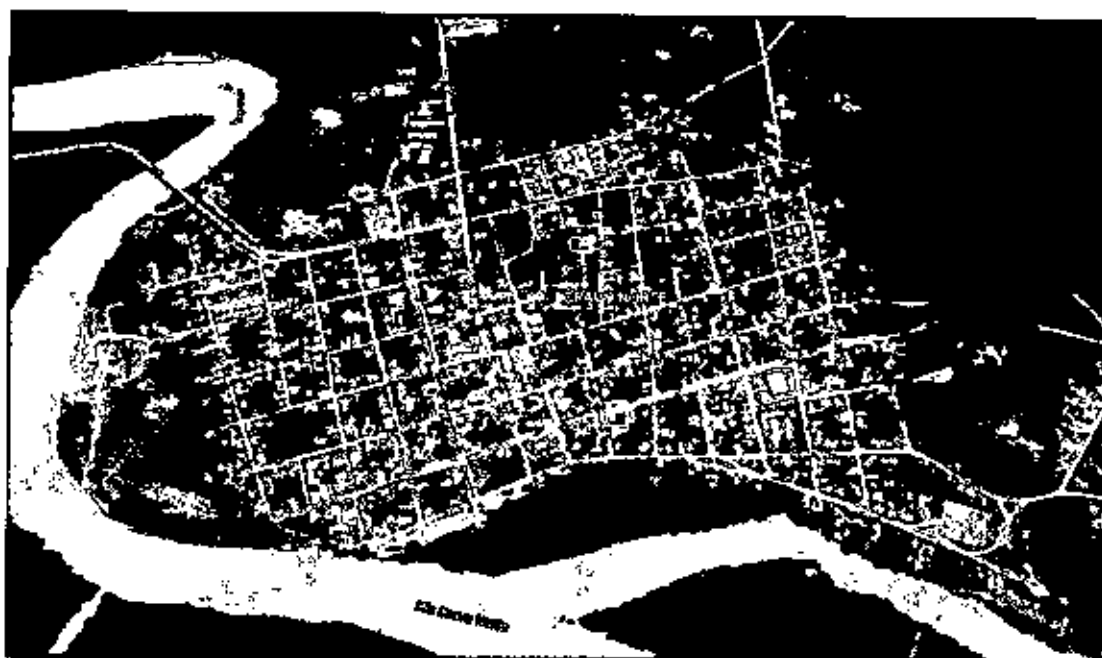


Ilustración 2 Coordenadas del Municipio

COORDENADAS GEOGRAFICAS MUNICIPIO

LATITUD

6°18'6.10"N

LONGITUD

70°12'16.67"O





INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del municipio	San José de Cravo Norte
NIT	800014434-6
Coordenadas	6°18'6.10"N 70°12'16.67"O
Código Dane	81220
Entidad Territorial	Municipio
Departamento	Arauca
Superficie	Total 5301 km²
Altitud	Media 124 m s. n. m.
Población (2015)	Total 3.331 hab.
Densidad	0,64 hab/km²
Urbana	2.319 hab.
Gentilicio	Craveño, -a
Uso horario	GMT-5

4.2 ZONA DEL PROYECTO

El proyecto se desarrollará en 2 sectores del área urbana del municipio. En un sector no existe la red de alcantarillado sanitario, y en el otro sector, la red se encuentra en deficiente estado, las aguas residuales no están circulando y se están rebosando en los pozos de inspección.



Ilustración 3 Coordenadas de la zona del proyecto

SECTORES A INTERVENIR	COORDENADAS GEOGRAFICAS PROYECTO	
	LATITUD	LONGITUD
SECTOR 1 – Tramo Nuevo	6°18'7.12"N	70°12'42.15"O
SECTOR 2 – Reposición de Alcantarillado	6°18'0.63"N	70°11'55.52"O



5. MARCO CONCEPTUAL

Para la realización de este documento se detallan conceptos básicos que serán utilizadas para el desarrollo del presente informe, los cuales son presentados a continuación; basados en la normatividad vigente.

Accesorio Elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tees etc.

Acometida de alcantarillado Derivación que parte de la caja de inspección domiciliar y llega hasta la red pública de alcantarillado.

Acometida múltiple Derivación que transporta las aguas residuales de múltiples usuarios, que va de la caja de inspección domiciliar y llega hasta la red pública de alcantarillado.

Aguas lluvias Aguas provenientes de la precipitación pluvial.

Aguas residuales Desechos líquidos provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas o industrias.

Aguas residuales domésticas Desechos líquidos provenientes de la actividad doméstica en residencias, edificios e instituciones.

Aguas residuales industriales Desechos líquidos provenientes de las actividades industriales.

Aguas de infiltración Agua proveniente del subsuelo, que puede ingresar al sistema de alcantarillado.

Alcantarillado de aguas combinadas Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias.

Alcantarillado de aguas lluvias Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de aguas lluvias.

Alcantarillado de aguas residuales Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales.

Altura GPS Coordenadas geográficas del punto referenciado. Medido a partir del elipsoide de referencia

Ampliación Programa que contiene los proyectos de redes nuevas de aguas lluvias, aguas residuales o combinadas a construir en un área ya desarrollada, que posibilite la vinculación de nuevos clientes.

Arrastre Transporte de sedimentos debido a la acción del agua en un canal o área de drenaje.

Área tributaria Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado de la red de alcantarillado.

Caída de fondo Diferencia en metros entre la energía específica de entrada en una cámara de conexión y/o inspección y la energía de salida.

Caja de andén Caja ubicada al inicio de la acometida de alcantarillado que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas, de un inmueble, con sus respectivas tapas removibles y en lo posible ubicadas en zonas libres de tráfico vehicular.

Colector Estructura encargada de recolectar y transportar aguas residuales y/o lluvias, provenientes de las redes secundarias, usualmente paralelos a quebradas.

Conducto Estructura hidráulica destinada al transporte de agua.



Conexiones erradas Contribución adicional de caudal debido al aporte de aguas lluvias en la red de aguas residuales y viceversa.

Consumo Cantidad de agua potable recibida por el usuario en un periodo determinado.

Control de flujo Establecimiento de una relación única entre el nivel y el caudal en una localización específica de un conducto.

Cota de batea Nivel del punto más bajo de la sección transversal interna de una tubería de alcantarillado.

Cota de clave Nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería de alcantarillado.

Línea de energía Línea o elevación obtenida como la suma de la altura de presión, la altura de velocidad y la diferencia de altura topográfica respecto a un datum o nivel de referencia.

Línea piezométrica o línea de gradiente de hidráulico Línea o elevación obtenida como la suma de la altura de presión y la diferencia de altura topográfica respecto a un datum o nivel de referencia.

Pendiente Inclinação longitudinal de un canal o ducto.

Pérdidas menores o pérdidas locales Pérdida de energía causada por accesorios o válvulas en una conducción de agua.

Pérdidas por fricción Pérdida de energía causada por los esfuerzos cortantes generados por la interacción entre el flujo de agua y las paredes de un conducto.

Dotación. Cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en una unidad de tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes.

Período de diseño. Tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su capacidad permite atender la demanda proyectada para este tiempo.

Población de diseño. Población que se espera atender por el proyecto, considerando el índice de cubrimiento, crecimiento y proyección de la demanda para el período de diseño.

Población flotante. Población de alguna localidad que no reside permanentemente en ella y que la habita por un espacio corto de tiempo por razones de trabajo, turismo o alguna otra actividad temporal.



6. MARCO LEGAL

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) expidió la Resolución No. 0330 de 2017 "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009", a través de la cual se señalan los requisitos técnicos que debían cumplir las obras, equipos y procedimientos que utilicen las empresas de servicios públicos domiciliarios e incluidos diseñadores, constructores operadores, sistemas de aprovisionamiento y cualquiera que sea responsable de la infraestructura de potabilización y saneamiento. A continuación, se presenta una tabla con la evolución de la normatividad técnica para el agua potable y saneamiento básico.¹

Resolución	Objeto	Estado
1096 de 2000	Adoptó el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS	Derogada
424 de 2001	Modificó los artículos 178 y 180 de la Resolución 1096 de 2000	Derogada
0668 de 2003	Modificó los artículos 85, 123, 126 y 210 de la Resolución 1096 de 2000	Derogada
1459 de 2005	Modificó el artículo 22 de la Resolución 1096 de 2001	Derogada
1447 de 2005	Modificó el artículo 9 de la Resolución 1096 de 2002	Derogada
2320 de 2009	Modificó el artículo 67 de la Resolución 1096 de 2003	Derogada
330 de 2017	Adoptó el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y derogó las anteriores 6 Resoluciones	Vigente
650 de 2017	Adicionó un artículo transitorio a la Resolución 330 de 2017 (transitoriedad de 2 años frente a la Resolución 1096 de 2000)	No aplica actualmente
844 de 2018	"Por la cual se establecen los requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico de zonas rurales que se adelanten bajo los esquemas diferenciales definidos en el capítulo 1, del Título 7, parte 3, del libro 2 del Decreto 1077 de 2015"	Vigente
799 de 2021	Realizó modificaciones a la Resolución 0330 de 2017	Vigente
908 de 2021	Realizó ajustes a la numeración de tablas de la R. 799 de 2021	Vigente

Ilustración 4 Evolución de la normatividad técnica RAS

Así las cosas, el sector de agua potable y saneamiento básico actualmente cuenta con tres reglamentos técnicos:

Reglamento	Normativa que lo soporta
RAS	Resolución 330 de 2017 modificada parcialmente por las Resoluciones 799 de 2021 y 908 de 2021
RAS Rural	Resolución 844 de 2018
Reglamento de tuberías y accesorios	Resolución 501 de 2017

Ilustración 5 Reglamentación técnica RAS vigente

¹ MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO



7. PROCESO DE DISEÑO

7.1 PERIODO DE DISEÑO

De acuerdo a la normativa vigente, la Resolución No. 0330 del 2017, en el artículo No. 40 se indica que el periodo de diseño para todos los componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, será de diseño 25 años.

7.2 ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN

7.2.1 POBLACIÓN ACTUAL

De acuerdo a la información del censo del DANE en 2018, el total de personas en el área urbana del municipio de Cravo Norte es de 2.672 personas.

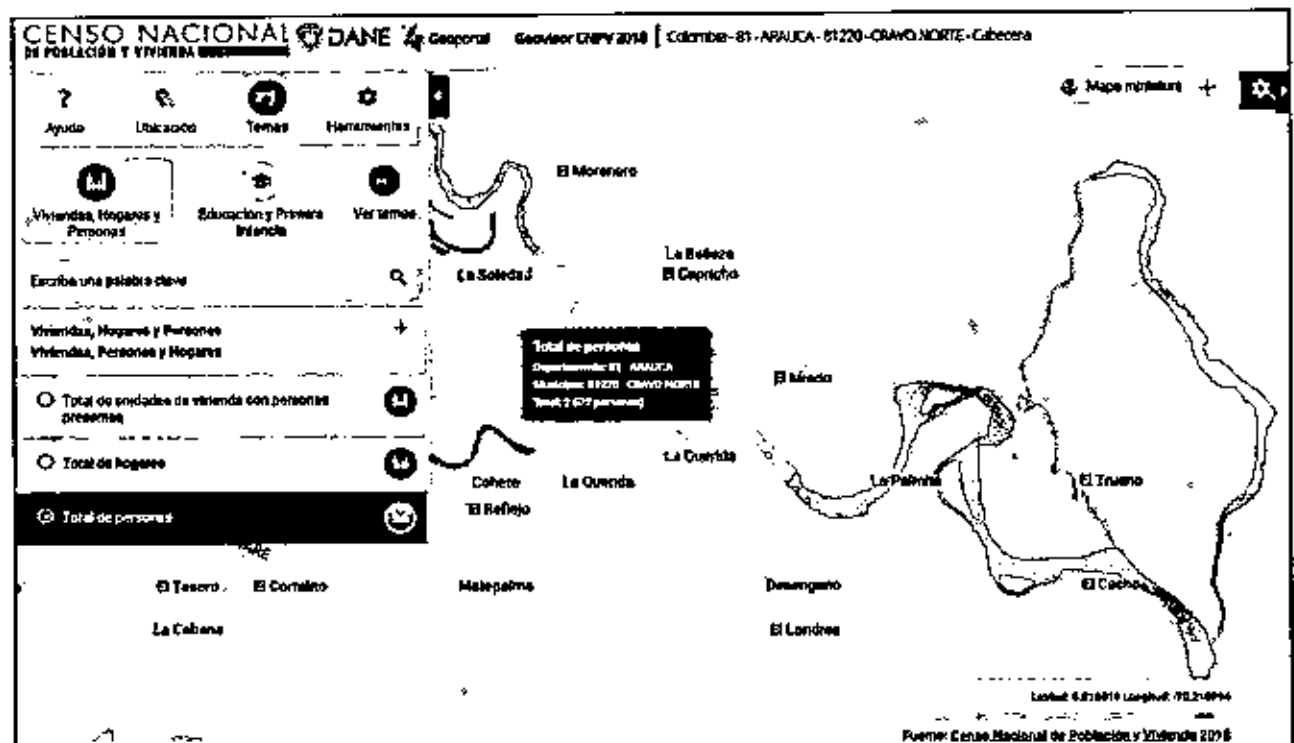


Ilustración 6 Infografía DANE

7.2.2 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN

Se analizó la proyección de la población de la cabecera urbana del Municipio de Cravo Norte, de acuerdo con los datos del último censo del DANE, así como de las proyecciones realizadas por la misma entidad. Se empleó el método geométrico para determinar la población futura al periodo de diseño.

La ecuación del método geométrico es la siguiente:



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

Donde:

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

Tf = Año al cual se quiere proyectar la información.

La tasa de crecimiento anual se calcula de la siguiente manera

La tasa de crecimiento anual esta determinada por la siguiente ecuación:

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

De acuerdo a los censos realizados registrados por el DANE, para el municipio de Cravo Norte, se presentan los siguientes resultados:

Año	Total (Hab)	Cabecera (Hab)	Resto (Hab)
1985	3.557	1.347	2.210
1993	3.759	2.689	1.070
2005	3.661	2.391	1.270
2018	3.644	2.672	972

La tasa de crecimiento de acuerdo a los censos realizados por el DANE, para la cabecera del municipio es de:

Periodo	Valor de r
r 1985 - 1993	0.0903
r 1993 - 2005	-
r 2005 - 2018	0.0086
r promedio	0.0494



Nota: El valor de r , para el periodo de 1993 – 2005, no se contempló debido a que la proyección de la población urbana disminuyó.

Año Actual	2025
Año de diseño	2050
Año último censo	2018

Por lo cual la población en el área urbana para el periodo de diseño será de:

$$Pf = 2672 * (1 + 0.0494)^{(2050-2018)} = 12501.16 = \mathbf{12.501 \text{ habitantes}}$$

7.2.3 DENSIDAD DE SATURACIÓN

El área urbana utilizada para el cálculo de la densidad de saturación se tomó de acuerdo con la Información del esquema de ordenamiento territorial (EOT) del municipio de CRAVO NORTE, donde indica que el área urbana es de 236.27 Ha



Ilustración 7 Área Urbana Municipio de Cravo Norte

Por lo tanto, la densidad de saturación proyectada para el periodo de diseño del proyecto será de:



$$\text{Densidad de Saturación} = \frac{12501 \text{ Hab}}{236.27 \text{ Ha}} = 52.91 \frac{\text{Hab}}{\text{Ha}}$$

7.3 DOTACIÓN NETA MAXIMA

El municipio de Cravo Norte tiene una altitud media de 124 m.s.n.m. Por lo cual se revisa en la normatividad vigente, la dotación neta máxima para la zona del proyecto, la cual corresponde a 140 L/Hab*día.

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 - 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Fuente: Resolución No. 0330 del 2017.

7.4 CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES

De acuerdo al artículo No. 134 de la Resolución No. 0330 del 2017, los aportes de aguas residuales deben determinarse con base en información de consumos y/o mediciones recientes registrados en la localidad; y considerando las densidades previstas para el periodo de diseño con base en el POT o PBOT o EOT y Plan de Desarrollo del municipio a través de zonificación del uso de la tierra. Se justificará los valores adoptados y deben ser aprobados por la persona prestadora del servicio. Se deben estimar los caudales para las condiciones iniciales y finales de periodo de diseño, en cada uno de los tramos de la red. Los caudales que se requieren calcular son los siguientes:

- Cuando se cuente con proyección de demanda de agua potable, se debe calcular con la siguiente ecuación.

$$Q_d = C_r \times D_{netap} \times A$$

Donde (D_{netap}) es la demanda neta de agua potable por unidad de área tributaria [L/s.Ha] y (A) es el área tributaria de drenaje [Ha].

- Cuando se cuente con proyección de demanda de agua potable por suscriptor, se debe calcular con la siguiente ecuación.

$$Q_D = \frac{C_R \times P_s \times D_{NETAs}}{30}$$



Donde (Ps) es el número de suscriptores proyectados al periodo de diseño y (Dnetas) es la demanda neta de agua potable proyectada por suscriptor (m3/suscriptores).

- Cuando se utilice proyección de población, se debe calcular con la siguiente ecuación:

$$Q_D = \frac{C_R \times P \times D_{NETA}}{86400}$$

Donde (Dneta) es la dotación neta de agua potable proyectada por habitante (l/hab-día) y (P) es el número de habitantes proyectados al periodo de diseño.

El coeficiente de retomo (Cr) debe estimarse a partir del análisis de información existente en la localidad y/o de mediciones de campo realizadas por la persona prestadora del servicio. De no contar con datos de campo, se debe tomar un valor de 0.85

$$Q_d = \frac{0.85 \cdot 12501 \cdot 140}{86400} = 17.22 \text{ l/s}$$

7.4.1 CAUDAL MEDIO DIARIO

Se debe calcular el caudal medio diario de aguas residuales como la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales.

$$Q_{MD} = Q_D + Q_I + Q_C + Q_{IN}$$

7.4.2 CAUDAL MAXIMO HORARIO

El factor de mayoración utilizado en la estimación del caudal máximo horario debe calcularse haciendo uso de mediciones en campo, en las cuales se tengan en cuenta los patrones de consumo de la población. En ausencia de datos de campo, se debe estimar con las ecuaciones aproximadas, teniendo en cuenta las limitaciones que puedan presentarse en su aplicabilidad. Este valor deberá estar entre 1.4 y 3.8.

Para el calculo del factor de mayoración se realizará por medio de la ecuación de Harmon para alcantarillado, que es una fórmula para calcular el factor de pico (PF), que es un coeficiente de aumento del caudal medio para determinar el caudal máximo en el diseño de alcantarillado sanitario. Esta determinado por la siguiente ecuación:



$$K = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\text{Población}/1000}}$$

$$K = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{(12501/1000)}} = 2.86$$

Este valor de mayoración $K = 2.86$ está dentro de los parámetros indicados por la resolución No. 0330 de 2017, el cual debe estar entre 1.4 y 3.8.

$$Q_{\text{max horario}} = Q_d * K = 17.21 \frac{\text{l}}{\text{s}} * 2.86 = 49.22 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

7.4.3 CAUDAL DE CONEXIONES ERRADAS

Los aportes por conexiones erradas deben estimarse a partir de la información existente en la localidad. En ausencia de esta información deberá utilizar un valor máximo de **0,2 L/s.ha.**

7.4.4 CAUDAL DE INFILTRACIÓN

El caudal de infiltración debe estimarse a partir de aforos en el sistema y de consideraciones sobre la naturaleza y permeabilidad del suelo, la topografía de la zona y su drenaje, la cantidad y distribución temporal de la precipitación, la variación del nivel freático con respecto a las cotas clave de las tuberías, las dimensiones, estado y tipo de tuberías, los tipos, número y calidad constructiva de uniones y juntas, el número de estructuras de conexión y demás estructuras, y su calidad constructiva.

Ante la ausencia de información se acepta que la infiltración se calcule con base en un factor de **0,1 L/s ha.** aplicado al área de aferencia de infiltración del alcantarillado, entendida esta como el área de las calles del sector beneficiado con el sistema.

7.4.5 CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de diseño debe obtenerse sumando el caudal máximo horario, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas. Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea menor que 1,5 L/s, debe adoptarse este último valor como caudal de diseño para el tramo.

$$Q_{dt} = Q_{MHf} + Q_{inf} + Q_{ce}$$

Donde:

Q_{dt} = Caudal de diseño para cada tramo de la red (L/s).

Q_{MHf} = Caudal máximo horario final.

Q_{inf} = Caudal por infiltraciones (L/s).

Q_{ce} = Caudal por conexiones erradas (L/s).



7.5 LOCALIZACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO

De acuerdo al artículo No. 138 de la Resolución No. 0330 del 2017, modificado por la resolución 0799 de 2021, Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Para sistemas nuevos, las redes de alcantarillado pluvial y combinado deben localizarse cerca del eje de la calzada, mientras que las redes de alcantarillado sanitario deben ubicarse hacia uno de los costados, a una distancia aproximada de un cuarto del ancho de la calzada, respetando la distancia libre con respecto a otras redes.
2. Las tuberías de alcantarillado deben estar a una distancia mínima de 0,5 m de la acera y 1,5 m del paramento, medida entre las superficies externas del conducto, y del sardinel y el paramento, según corresponda.
3. Las tuberías de alcantarillado no pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de acueducto, y su cota clave siempre debe estar por debajo de la cota batea de la tubería de acueducto.
4. En aquellos casos en los cuales existan vías con separador central se deben diseñar redes independientes en cada calzada. Cuando por el costado de una vía se vaya a construir un alcantarillado sanitario y por otro costado uno de aguas lluvias, este último deberá estar más cerca al centro de la vía.
5. Las distancias mínimas libres entre los colectores que conforman la red del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y/o lluvias, y las tuberías de otras redes de servicios públicos deben ser 1,0 m en la dirección horizontal y 0,3 m en la dirección vertical, medidas entre las superficies externas de los dos conductos.

7.6 PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA EN ALCANTARILLADOS

La profundidad de los colectores debe estar sustentada por estudios geotécnicos y de estabilidad, teniendo en cuenta las condiciones mecánicas y estructurales de la tubería, las uniones y el suelo. Los valores mínimos permisibles de recubrimiento de los colectores que no requieren protección a cargas vivas, con relación a la rasante definitiva, son los siguientes:

Profundidades a las cotas claves del colector

Servidumbre	Profundidad a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0,75
Vías vehiculares	1,20



7.7 DIAMETRO INTERNO REAL

El diámetro interno real mínimo permitido en redes de alcantarillado sanitario es 170 mm. Para poblaciones menores de 2.500 habitantes el diámetro interno real permitido es de 140 mm.

7.8 CRITERIOS DE AUTOLIMPIEZA EN LOS ALCANTARILLADOS SANITARIOS

La velocidad mínima real permitida en el colector de alcantarillado sanitario es aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo de 1,0 Pa. Los criterios de velocidad y esfuerzo cortante se deben determinar para el caudal de diseño, en las condiciones iniciales y finales del periodo de diseño.

7.9 VELOCIDAD MÁXIMA EN ALCANTARILLADOS SANITARIOS

La velocidad máxima real en un colector por gravedad no debe sobrepasar 5,0 m/s, determinada para el caudal de diseño.

7.10 RELACIÓN MÁXIMA ENTRE PROFUNDIDAD DE FLUJO Y DIAMETRO DE LA TUBERÍA

El valor máximo permisible de la profundidad del flujo para el caudal de diseño de un colector es de 85% del diámetro interno real.

7.11 REQUISITOS DE DISEÑO ESTRUCTURAS DE CONEXIÓN

Las estructuras de conexión pueden ser pozos o cámaras de inspección. Deben cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

1. Las estructuras de conexión deben ubicarse como mínimo en los siguientes puntos de la red de alcantarillado: al inicio de la red; en los cambios de dirección del flujo; en los cambios de diámetro, material y pendiente del colector; en la confluencia de más de dos tuberías; y a distancia máxima de 120 m para tramos con aportes de caudal y 300 m en interceptores y emisarios finales sin aportes de caudal.
2. En el trazado de las redes de alcantarillado y en la localización de las estructuras de conexión deberán tenerse en cuenta los siguientes lineamientos: minimizar los cambios de velocidad en las cámaras o estructuras de conexión, minimizar los cambios de dirección, evitar que las entradas de flujo sean opuestas entre sí, evitar deflexiones entre las tuberías de entrada y salida mayores a 90°, dirigir los flujos hacia la tubería de salida y realizar acabados hidrodinámicos en la confluencia de las uniones.
3. El diámetro interno de la estructura de conexión debe definirse con las condiciones hidráulicas y geométricas del empalme de las tuberías, garantizando que las tuberías que se conecten a la estructura caben sin cruzarse entre sí y que las pérdidas hidráulicas debido al radio de curvatura de conexión sean mínimas.



Adicionalmente, se debe considerar la disponibilidad de equipos para el mantenimiento. Las estructuras de conexión para inspección, limpieza e ingreso del personal de mantenimiento deben diseñarse con los diámetros mínimos estipulados en la siguiente tabla:

Tabla 19. Diámetro interno mínimo de Estructuras de conexión

Mayor diámetro de las tuberías conectadas (mm)	Diámetro interno de la estructura (m)
De 200 a 500	1,20
Mayor que 500 hasta 750	1,50
Mayor que 750 hasta 900	1,80

7.12 DISEÑO Y MODELACIÓN HIDRAULICA DE REDES DE ALCANTARILLADO

Se debe realizar el diseño de la red de alcantarillado mediante el empleo de la formulación matemática que defina los diámetros, las pendientes y los parámetros mínimos hidráulicos de los conductos del sistema, el cual deberá ser verificado mediante el empleo de una modelación hidráulica de las redes de alcantarillado, mediante el uso de un programa que permita simular entre otros el sistema existente, el cual debe estar basados en ecuaciones de resistencia fluida, que permita obtener resultados de tal forma que el modelo matemático represente en gran medida el modelo físico o prototipo de la red de alcantarillado.

7.12.1 ÁREAS TRIBUTARIAS

Para el presente proyecto se tienen 2 zonas de trabajo en el área urbana del municipio de Cravo Norte. En la zona No. 1, se va a proyectar la red para un alcantarillado sanitario nuevo y en la zona 2, se va a realizar una reposición de alcantarillado.



Para la zona 1, se tienen proyectadas las siguientes áreas tributarias:

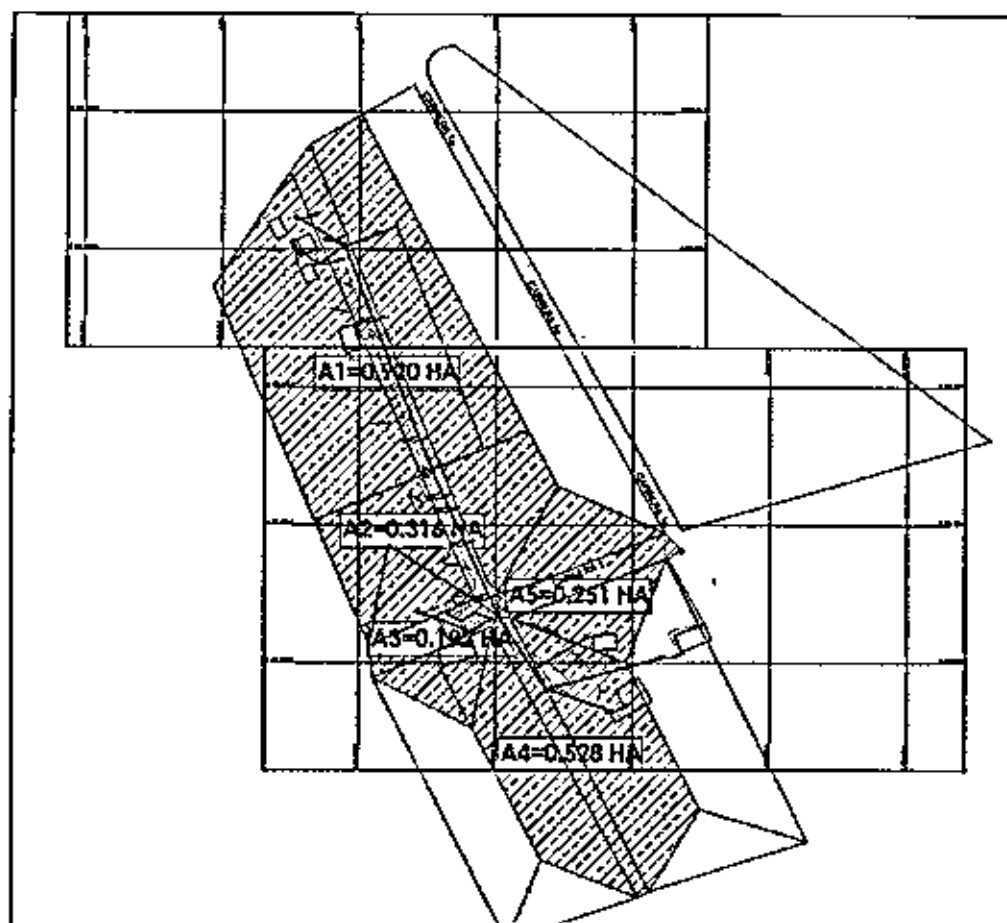


Ilustración B Áreas Tributarias - Zona 1

ÁREAS TRIBUTARIAS - TRAMO NUEVO ALCANTARILLADO				
A1	9199.475	M2	0.920	Ha
A2	3164.335	M1	0.316	Ha
A3	1915.340	M2	0.192	Ha
A4	5275.530	M2	0.528	Ha
A5	2509.444	M2	0.251	Ha
ÁREA TOTAL			2.207	Ha



Para la zona 2, se tienen proyectadas las siguientes áreas tributarias:

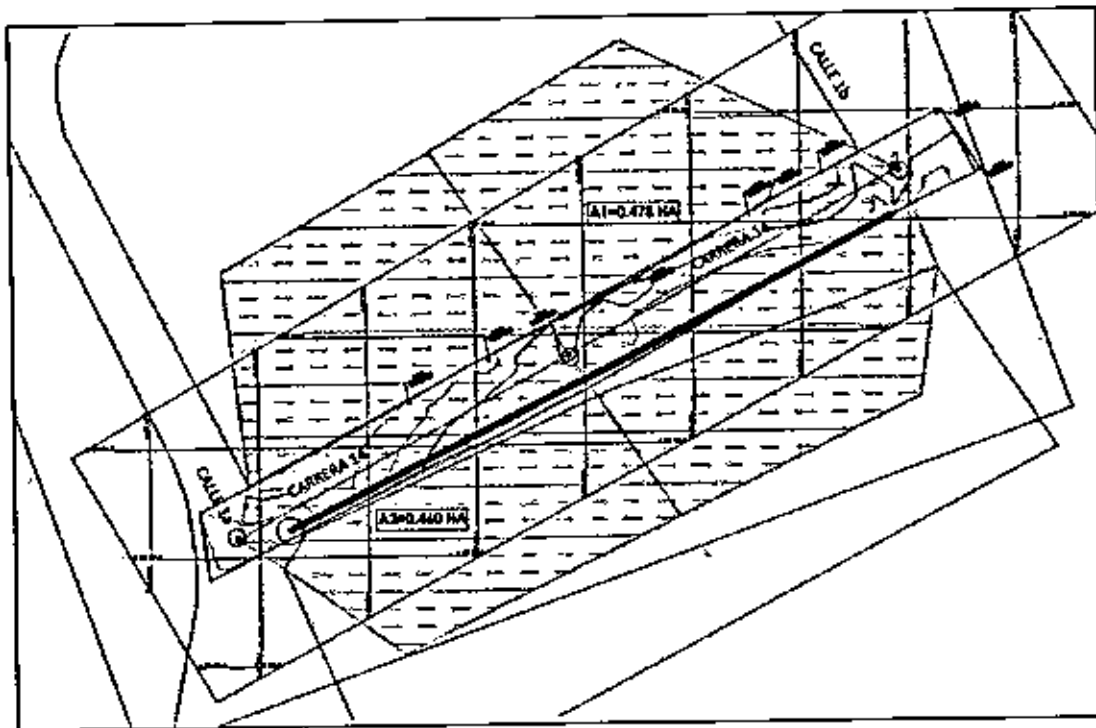


Ilustración 9 Áreas Tributarias - Zona 2

AREAS TRIBUTARIAS - TRAMO REPOSICIÓN DE ALCANTARILLADO				
A1	4784.519	M2	0.478	Ha
A2	4601.803	M3	0.460	Ha
ÁREA TOTAL			0.938	Ha

7.12.2 CALCULOS HIDRAULICOS

Con la información de las áreas tributarias y demás información, se procede a revisar mediante una hoja de cálculo en Excel, los parámetros del diseño hidráulico para colectores de alcantarillado sanitario.



CALCULOS HIDRAULICOS - ZONA 1 - TRAMO NUEVO ALCANTARILLADO

PROYECCIÓN ALCANTARILLADO NUEVO									
CAUDALES DE LOS TRAMOS									
ÁREA TRIBUTARIA									
TRAMOS									
Colector		longitud		VIVIENDA		COMERCIAL / INSTITUCIONAL		INDUSTRIAL	
ID	De	A		Área	Área	Área	Área	Área	Área
1	1-1	1-1	1-1	Acum.	Acum.	Acum.	Acum.	Acum.	Acum.
1	1-1	1-1	1-1	[Ha]	[Ha]	[Ha]	[Ha]	[Ha]	[Ha]
T1	P1	P2	87.07	0.92	0	0	0	0	0
T2	P2	P3	56.90	0.316	1.236	0	0	0	0
T3	PE1	P3	12.16	0.192	0.192	0	0	0	0
T4	P4	P3	30.95	0.528	0.528	0	0	0	0
T5	P3	PE2	69.77	0.251	2.207	0	0	0	0
				Población		Q medio diario		Q total	
						[L.p.s]		[L.p.s]	
						0.067		0.067	
				49		0.091		0.091	
				66		0.015		0.015	
				11		0.039		0.039	
				28		0.161		0.161	
				117					
						K		K	
						[L.p.s]		[L.p.s]	
						0.09		0.09	
						0.12		0.12	
						0.07		0.07	
						0.17		0.17	
						0.22		0.22	
						0.18		0.18	
						0.25		0.25	
						0.04		0.04	
						0.11		0.11	
						0.33		0.33	
						1.34		1.34	
						1.50		1.50	

PROYECCIÓN ALCANTARILLADO NUEVO																
DISEÑO HIDRÁULICO																
Ø	Ø Ext	Ø Int	Sw	Vo	Ap	Qo	Q/Qo	V/Ø	Dh/Ø	Vn	V	Dh	α	θ	R	VERIFICACION
[m]	[m]	[m]	[%]	[m/seg]	[m2]	[L.p.s]	[-]	[-]	[-]	[m]	[m/seg]	[m]	[Rad]	[Rad]	[m]	[-]
8	0.200	0.185	0.54%	1.05	0.027	28.28	0.053	0.17	0.426	0.116	0.45	0.0215	2.297	1.689	0.019	CUMPLE
8	0.200	0.185	0.54%	1.05	0.027	28.28	0.053	0.17	0.426	0.116	0.45	0.0215	2.297	1.689	0.019	CUMPLE
8	0.200	0.185	5.67%	3.41	0.027	91.63	0.016	0.06	0.272	0.041	0.113	0.0076	2.642	0.998	0.007	CUMPLE
8	0.200	0.185	1.36%	1.67	0.027	44.88	0.033	0.13	0.366	0.086	0.233	0.61	0.0159	2.416	0.015	CUMPLE
8	0.200	0.185	0.58%	1.09	0.027	29.31	0.051	0.17	0.426	0.116	0.46	0.0215	2.297	1.689	0.019	CUMPLE

REPOSICIÓN DE ALCANTARILLADO DISEÑO HIDRÁULICO																		
Ø	Ø _{Ext}	Ø _{Int}	SW	V ₀	A ₀	Q ₀	Q/Q ₀	V/V ₀	Dh/Ø	Y _n	V	Dh	α	θ	R	i	VERIFICACION	
[in]			[%]	[m/seg]	[m2]	[L.p.s]	[-]	[-]	[-]	[m]	[m/seg]	[m]	[Rad]	[Rad]	[m]	[‰]		
8	0.200	0.185	0.70%	1.20	0.03	32.20	0.047	0.15	0.398	0.102	0.0274	0.48	0.0189	2.352	1.5796	0.017	1.16	CUMPLE
8	0.200	0.185	0.70%	1.20	0.03	32.20	0.047	0.15	0.398	0.102	0.0274	0.48	0.0189	2.352	1.5796	0.017	1.16	CUMPLE



- Las zonas del proyecto son residenciales, por lo cual no se presentan áreas de aporte comercial, institucional o industriales.
- Se calcula el caudal máximo horario, con el factor de mayoración; se calculan los caudales por conexiones erradas y por infiltración. El caudal de diseño de los tramos es menor al caudal recomendado por la resolución 0330 de 2017, por lo cual se coloca el caudal mínimo de 1.5 L/s, y se diseñan los tramos.
- Los tramos cumplen con el valor de velocidad menor a 5 m/s, el valor de Y_n que es menor de 0.85 y la fuerza tractiva que es mayor a 1 Pa.

COTAS Y PROFUNDIDADES – ZONA 1 – TRAMO NUEVO ALCANTARILLADO

COTAS Y PROFUNDIDADES DE COLECTORES											
Colector			Longitud	COTAS TERRENO		COTA BATEA		COTA CLAVE		PROP A CLAVE	
ID	De	A		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
[-]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
T1	P1	P2	87.07	88.90	88.77	87.80	87.33	88.00	87.53	0.90	1.24
T2	P2	P3	56.90	88.77	88.64	87.33	87.02	87.53	87.22	1.24	1.42
T3	PE1	P3	12.16	89.10	88.64	87.83	87.14	88.03	87.34	1.07	1.30
T4	P4	P3	30.95	88.96	88.64	87.56	87.14	87.76	87.34	1.20	1.30
T5	P3	PE2	69.77	88.64	89.25	87.02	86.62	87.22	86.82	1.42	2.43

De acuerdo a la cota de llegada en el PE2, que se encuentra ubicado en la carrera 1 con carrera 1a, se realiza la proyección de los tramos teniendo en cuenta la pendiente hidráulica calculada para cada tramo. Para llegar a nivel de esta cota, el Pozo numero 1 (P1) deberá tener una profundidad inicial a clave de 0.90. Esto representa que se debe realizar una protección adicional a la tubería del primer tramo, en el cual no se presente deflexiones en la tubería debido a la carga viva del sector. Se sugiere realizar un cárcamo en concreto de 3.000 psi, durante este primer tramo, para garantizar el flujo por gravedad del alcantarillado y llegar a la cota deseada la cual es 86.82.

El pozo inicial No. 4, se inició con la profundidad mínima a clave que será de 1.20 metros.

De acuerdo al cuadro anterior, se presenta la siguiente información:



De	A	DIFERENCIA DE NIVEL DE POZO A POZO (m)	DIAMETRO TUBERIA (Pulg.)	POZOS	ALTURA DE POZO A BATEA (m)	DIAMETRO INTERIOR POZO (m)
P1	P2	0.47	8"	P1	1.10	1.20
P2	P3	0.31	8"	P2	1.44	1.20
PE1	P3	0.69	8"	P3	1.62	1.20
P4	P3	0.42	8"	P4	1.40	1.20
P3	PE2	0.40	8"			

COTAS Y PROFUNDIDADES – ZONA 2 – REPOSICIÓN DE ALCANTARILLADO

COTAS Y PROFUNDIDADES DE COLECTORES											
Colector			Longitud	COTAS TERRENO		COTA BATEA		COTA CLAVE		PROF A CLAVE	
ID	De	A		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
[-]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
T1	P1	P2	68.40	100.23	100.03	98.83	98.35	99.03	98.55	1.20	1.48
T2	P2	P3	68.60	100.03	99.83	98.35	97.87	98.55	98.07	1.48	1.76

Para la proyección de la reposición del alcantarillado, se inicio con la profundidad mínima a clave que es de 1.20 metros. De acuerdo a la pendiente hidráulica, se calcularon las demás cotas claves y bateas.

De acuerdo al cuadro anterior, se presenta la siguiente información:

De	A	DIFERENCIA DE NIVEL DE POZO A POZO (m)	DIAMETRO TUBERIA (Pulg.)	POZOS	ALTURA DE POZO A BATEA (m)	DIAMETRO INTERIOR POZO (m)
P1	P2	0.48	8"	P1	1.40	1.20
P2	P3	0.48	8"	P2	1.68	1.20
				P3	1.96	1.20

Total longitud tubería de 8" (Se incluyen las 2 zonas de trabajo): 393.85 ml



CONCLUSIONES

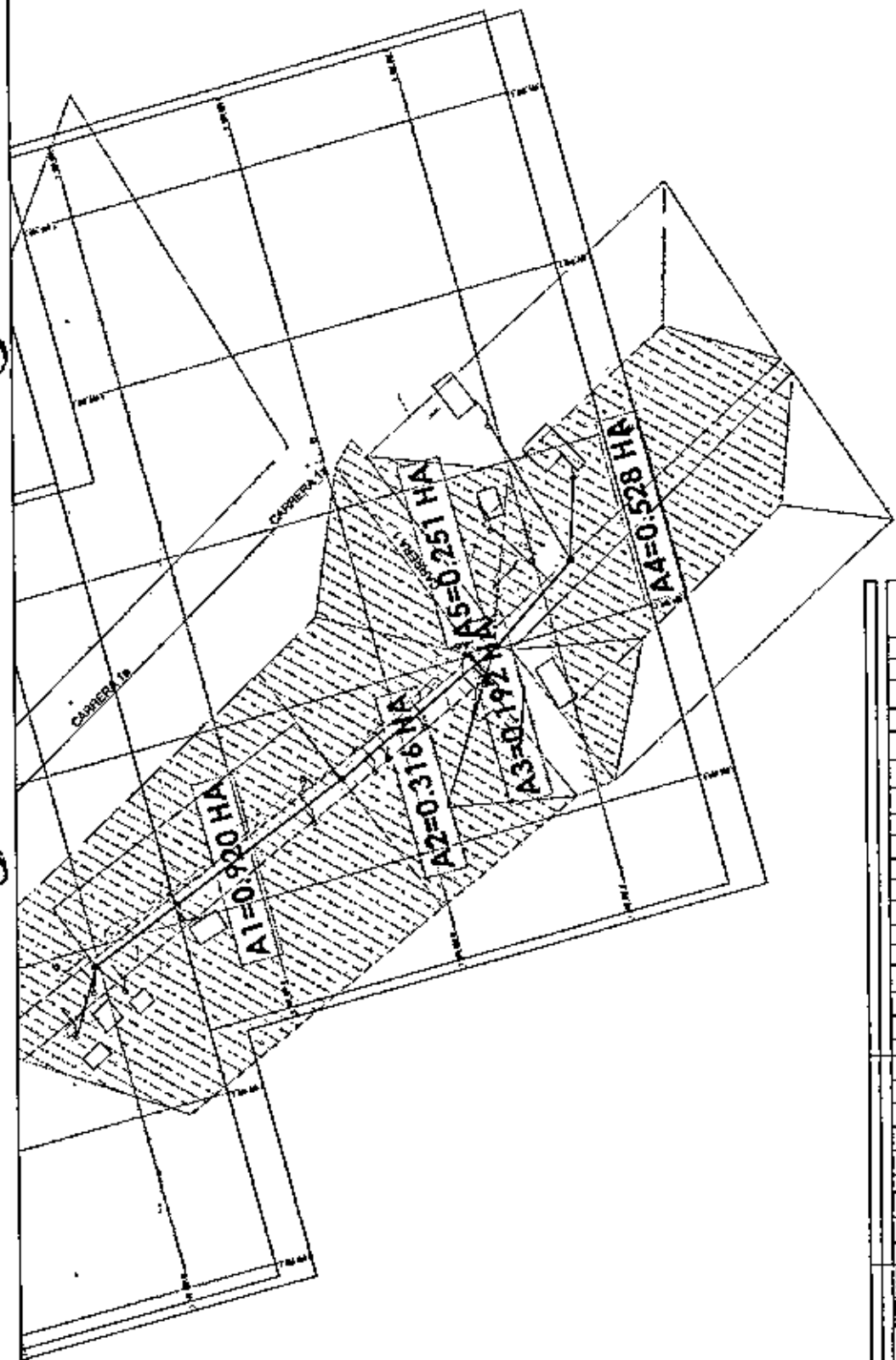
El diseño del sistema de alcantarillado sanitario se desarrolló siguiendo los lineamientos establecidos en la Resolución 0330 de 2017, garantizando el cumplimiento de las normas técnicas vigentes para el dimensionamiento hidráulico, estructural y sanitario de las redes. Durante el proceso se tuvieron en cuenta las condiciones topográficas, hidráulicas y ambientales del área de intervención, buscando optimizar la eficiencia del sistema y asegurar su sostenibilidad en el tiempo.

Se concluye que el diseño propuesto cumple con los criterios técnicos para un adecuado manejo de las aguas residuales, contribuyendo al mejoramiento de las condiciones de salubridad pública y al saneamiento básico del sector.

Se recomienda que en la etapa constructiva se utilicen materiales de alta calidad y debidamente certificados, con el fin de garantizar la durabilidad y el buen funcionamiento del sistema. Asimismo, es indispensable realizar una verificación en campo de las cotas constructivas y de la pendiente hidráulica planteada en el diseño, asegurando la correcta ejecución de la obra conforme a los parámetros técnicos establecidos.

Finalmente, se sugiere llevar a cabo un seguimiento técnico permanente durante la construcción, con el fin de garantizar que las obras se ejecuten conforme al diseño aprobado y bajo los estándares de calidad exigidos por la normativa vigente.

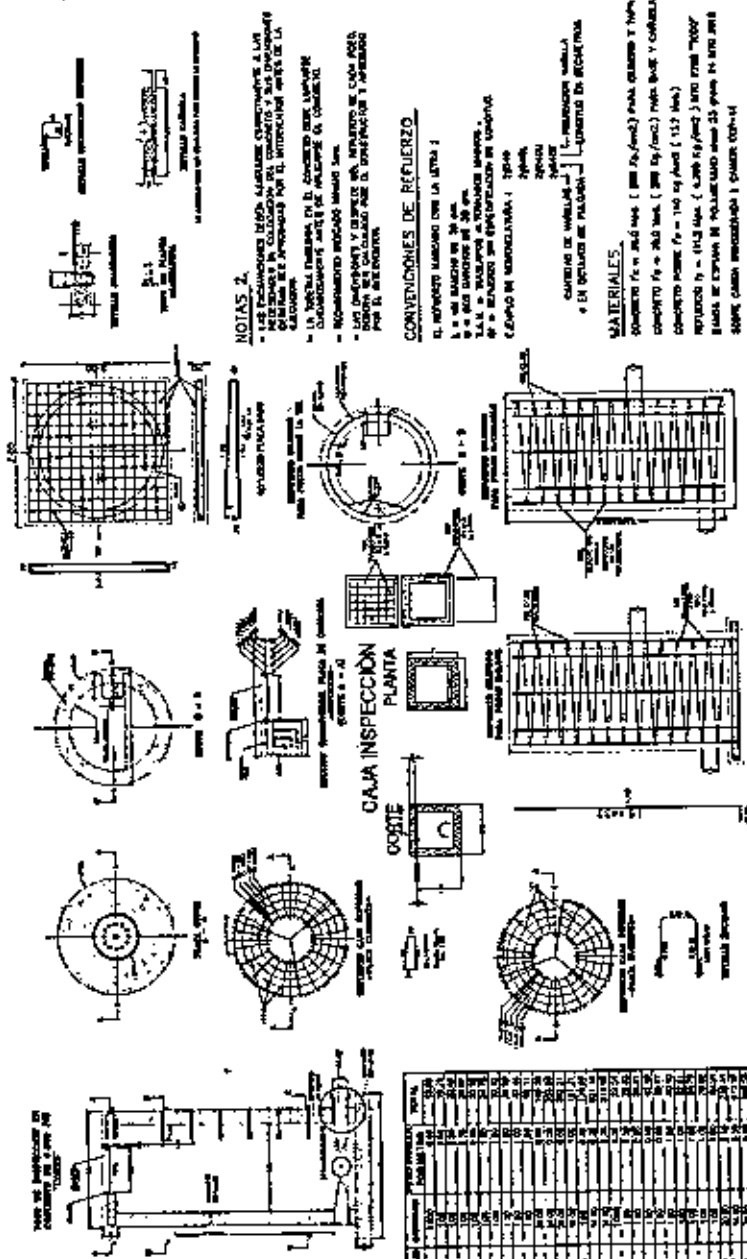

FABIAN QUIROGA MOSQUERA
ING. CIVIL
ESP. ING. HIDRAULICA Y AMBIENTAL
MP No. 68202 - 333412 STD



Date	Time	Location	Weather		Wind	Temp	Humid	Visib	Clouds	Pressure	Tide	Current	Remarks
			Wind	Temp									
10/10/55	0800	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Start of run
10/10/55	0900	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	1000	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	1100	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	1200	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	1300	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	1400	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	1500	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	1600	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	1700	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	1800	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	1900	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	2000	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	2100	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	2200	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	2300	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	2400	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	2500	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	2600	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	2700	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	2800	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	2900	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	3000	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	3100	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	3200	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	3300	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	3400	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	3500	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	3600	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55	3700	Offshore	Partly Cloudy	65	10	75	85	10	100	30.0	Low	None	Continued
10/10/55													

[illegible]

POZO TIPO 1 (DIAMETRO EXT 1.60 M)



NOTAS 2.

- 1. LAS RECOMENDACIONES DEBEN APLICARSE CONSERVATIVAMENTE A LAS INTERFERENCIAS EN COLABORACIÓN DEL DISEÑO Y LAS EXIGENCIAS DEL PROYECTO.
- 2. LAS RECOMENDACIONES DEBEN APLICARSE CONSERVATIVAMENTE A LAS EXIGENCIAS DEL PROYECTO.
- 3. LAS RECOMENDACIONES DEBEN APLICARSE CONSERVATIVAMENTE A LAS EXIGENCIAS DEL PROYECTO.
- 4. LAS RECOMENDACIONES DEBEN APLICARSE CONSERVATIVAMENTE A LAS EXIGENCIAS DEL PROYECTO.
- 5. LAS RECOMENDACIONES DEBEN APLICARSE CONSERVATIVAMENTE A LAS EXIGENCIAS DEL PROYECTO.

CONVENIONES DE REFUERZO

EL REFUERZO LAMINADO DEBEN SER LA LETRA:

- A = 100 mm
- B = 125 mm
- C = 150 mm
- D = 175 mm
- E = 200 mm
- F = 225 mm
- G = 250 mm
- H = 275 mm
- I = 300 mm
- J = 325 mm
- K = 350 mm
- L = 375 mm
- M = 400 mm
- N = 425 mm
- O = 450 mm
- P = 475 mm
- Q = 500 mm
- R = 525 mm
- S = 550 mm
- T = 575 mm
- U = 600 mm
- V = 625 mm
- W = 650 mm
- X = 675 mm
- Y = 700 mm
- Z = 725 mm
- AA = 750 mm
- AB = 775 mm
- AC = 800 mm
- AD = 825 mm
- AE = 850 mm
- AF = 875 mm
- AG = 900 mm
- AH = 925 mm
- AI = 950 mm
- AJ = 975 mm
- AK = 1000 mm
- AL = 1025 mm
- AM = 1050 mm
- AN = 1075 mm
- AO = 1100 mm
- AP = 1125 mm
- AQ = 1150 mm
- AR = 1175 mm
- AS = 1200 mm
- AT = 1225 mm
- AU = 1250 mm
- AV = 1275 mm
- AW = 1300 mm
- AX = 1325 mm
- AY = 1350 mm
- AZ = 1375 mm
- BA = 1400 mm
- BB = 1425 mm
- BC = 1450 mm
- BD = 1475 mm
- BE = 1500 mm
- BF = 1525 mm
- BG = 1550 mm
- BH = 1575 mm
- BI = 1600 mm
- BJ = 1625 mm
- BK = 1650 mm
- BL = 1675 mm
- BM = 1700 mm
- BN = 1725 mm
- BO = 1750 mm
- BP = 1775 mm
- BQ = 1800 mm
- BR = 1825 mm
- BS = 1850 mm
- BT = 1875 mm
- BU = 1900 mm
- BV = 1925 mm
- BW = 1950 mm
- BX = 1975 mm
- BY = 2000 mm
- BZ = 2025 mm
- CA = 2050 mm
- CB = 2075 mm
- CC = 2100 mm
- CD = 2125 mm
- CE = 2150 mm
- CF = 2175 mm
- CG = 2200 mm
- CH = 2225 mm
- CI = 2250 mm
- CJ = 2275 mm
- CK = 2300 mm
- CL = 2325 mm
- CM = 2350 mm
- CN = 2375 mm
- CO = 2400 mm
- CP = 2425 mm
- CQ = 2450 mm
- CR = 2475 mm
- CS = 2500 mm
- CT = 2525 mm
- CU = 2550 mm
- CV = 2575 mm
- CW = 2600 mm
- CX = 2625 mm
- CY = 2650 mm
- CZ = 2675 mm
- DA = 2700 mm
- DB = 2725 mm
- DC = 2750 mm
- DD = 2775 mm
- DE = 2800 mm
- DF = 2825 mm
- DG = 2850 mm
- DH = 2875 mm
- DI = 2900 mm
- DJ = 2925 mm
- DK = 2950 mm
- DL = 2975 mm
- DM = 3000 mm
- DN = 3025 mm
- DO = 3050 mm
- DP = 3075 mm
- DQ = 3100 mm
- DR = 3125 mm
- DS = 3150 mm
- DT = 3175 mm
- DU = 3200 mm
- DV = 3225 mm
- DW = 3250 mm
- DX = 3275 mm
- DY = 3300 mm
- DZ = 3325 mm
- EA = 3350 mm
- EB = 3375 mm
- EC = 3400 mm
- ED = 3425 mm
- EE = 3450 mm
- EF = 3475 mm
- EG = 3500 mm
- EH = 3525 mm
- EI = 3550 mm
- EJ = 3575 mm
- EK = 3600 mm
- EL = 3625 mm
- EM = 3650 mm
- EN = 3675 mm
- EO = 3700 mm
- EP = 3725 mm
- EQ = 3750 mm
- ER = 3775 mm
- ES = 3800 mm
- ET = 3825 mm
- EU = 3850 mm
- EV = 3875 mm
- EW = 3900 mm
- EX = 3925 mm
- EY = 3950 mm
- EZ = 3975 mm
- FA = 4000 mm
- FB = 4025 mm
- FC = 4050 mm
- FD = 4075 mm
- FE = 4100 mm
- FF = 4125 mm
- FG = 4150 mm
- FH = 4175 mm
- FI = 4200 mm
- FJ = 4225 mm
- FK = 4250 mm
- FL = 4275 mm
- FM = 4300 mm
- FN = 4325 mm
- FO = 4350 mm
- FP = 4375 mm
- FQ = 4400 mm
- FR = 4425 mm
- FS = 4450 mm
- FT = 4475 mm
- FU = 4500 mm
- FV = 4525 mm
- FW = 4550 mm
- FX = 4575 mm
- FY = 4600 mm
- FZ = 4625 mm
- GA = 4650 mm
- GB = 4675 mm
- GC = 4700 mm
- GD = 4725 mm
- GE = 4750 mm
- GF = 4775 mm
- GG = 4800 mm
- GH = 4825 mm
- GI = 4850 mm
- GJ = 4875 mm
- GK = 4900 mm
- GL = 4925 mm
- GM = 4950 mm
- GN = 4975 mm
- GO = 5000 mm
- GP = 5025 mm
- GQ = 5050 mm
- GR = 5075 mm
- GS = 5100 mm
- GT = 5125 mm
- GU = 5150 mm
- GV = 5175 mm
- GW = 5200 mm
- GX = 5225 mm
- GY = 5250 mm
- GZ = 5275 mm
- HA = 5300 mm
- HB = 5325 mm
- HC = 5350 mm
- HD = 5375 mm
- HE = 5400 mm
- HF = 5425 mm
- HG = 5450 mm
- HH = 5475 mm
- HI = 5500 mm
- HJ = 5525 mm
- HK = 5550 mm
- HL = 5575 mm
- HM = 5600 mm
- HN = 5625 mm
- HO = 5650 mm
- HP = 5675 mm
- HQ = 5700 mm
- HR = 5725 mm
- HS = 5750 mm
- HT = 5775 mm
- HU = 5800 mm
- HV = 5825 mm
- HW = 5850 mm
- HX = 5875 mm
- HY = 5900 mm
- HZ = 5925 mm
- IA = 5950 mm
- IB = 5975 mm
- IC = 6000 mm
- ID = 6025 mm
- IE = 6050 mm
- IF = 6075 mm
- IG = 6100 mm
- IH = 6125 mm
- II = 6150 mm
- IJ = 6175 mm
- IK = 6200 mm
- IL = 6225 mm
- IM = 6250 mm
- IN = 6275 mm
- IO = 6300 mm
- IP = 6325 mm
- IQ = 6350 mm
- IR = 6375 mm
- IS = 6400 mm
- IT = 6425 mm
- IU = 6450 mm
- IV = 6475 mm
- IW = 6500 mm
- IX = 6525 mm
- IY = 6550 mm
- IZ = 6575 mm
- JA = 6600 mm
- JB = 6625 mm
- JC = 6650 mm
- JD = 6675 mm
- JE = 6700 mm
- JF = 6725 mm
- JG = 6750 mm
- JH = 6775 mm
- JI = 6800 mm
- JJ = 6825 mm
- JK = 6850 mm
- JL = 6875 mm
- JM = 6900 mm
- JN = 6925 mm
- JO = 6950 mm
- JP = 6975 mm
- JQ = 7000 mm
- JR = 7025 mm
- JS = 7050 mm
- JT = 7075 mm
- JU = 7100 mm
- JV = 7125 mm
- JW = 7150 mm
- JX = 7175 mm
- JY = 7200 mm
- JZ = 7225 mm
- KA = 7250 mm
- KB = 7275 mm
- KC = 7300 mm
- KD = 7325 mm
- KE = 7350 mm
- KF = 7375 mm
- KG = 7400 mm
- KH = 7425 mm
- KI = 7450 mm
- KJ = 7475 mm
- KK = 7500 mm
- KL = 7525 mm
- KM = 7550 mm
- KN = 7575 mm
- KO = 7600 mm
- KP = 7625 mm
- KQ = 7650 mm
- KR = 7675 mm
- KS = 7700 mm
- KT = 7725 mm
- KU = 7750 mm
- KV = 7775 mm
- KW = 7800 mm
- KX = 7825 mm
- KY = 7850 mm
- KZ = 7875 mm
- LA = 7900 mm
- LB = 7925 mm
- LC = 7950 mm
- LD = 7975 mm
- LE = 8000 mm
- LF = 8025 mm
- LG = 8050 mm
- LH = 8075 mm
- LI = 8100 mm
- LJ = 8125 mm
- LK = 8150 mm
- LL = 8175 mm
- LM = 8200 mm
- LN = 8225 mm
- LO = 8250 mm
- LP = 8275 mm
- LQ = 8300 mm
- LR = 8325 mm
- LS = 8350 mm
- LT = 8375 mm
- LU = 8400 mm
- LV = 8425 mm
- LW = 8450 mm
- LX = 8475 mm
- LY = 8500 mm
- LZ = 8525 mm
- MA = 8550 mm
- MB = 8575 mm
- MC = 8600 mm
- MD = 8625 mm
- ME = 8650 mm
- MF = 8675 mm
- MG = 8700 mm
- MH = 8725 mm
- MI = 8750 mm
- MJ = 8775 mm
- MK = 8800 mm
- ML = 8825 mm
- MM = 8850 mm
- MN = 8875 mm
- MO = 8900 mm
- MP = 8925 mm
- MQ = 8950 mm
- MR = 8975 mm
- MS = 9000 mm
- MT = 9025 mm
- MU = 9050 mm
- MV = 9075 mm
- MW = 9100 mm
- MX = 9125 mm
- MY = 9150 mm
- MZ = 9175 mm
- NA = 9200 mm
- NB = 9225 mm
- NC = 9250 mm
- ND = 9275 mm
- NE = 9300 mm
- NF = 9325 mm
- NG = 9350 mm
- NH = 9375 mm
- NI = 9400 mm
- NJ = 9425 mm
- NK = 9450 mm
- NL = 9475 mm
- NM = 9500 mm
- NN = 9525 mm
- NO = 9550 mm
- NP = 9575 mm
- NQ = 9600 mm
- NR = 9625 mm
- NS = 9650 mm
- NT = 9675 mm
- NU = 9700 mm
- NV = 9725 mm
- NW = 9750 mm
- NX = 9775 mm
- NY = 9800 mm
- NZ = 9825 mm
- OA = 9850 mm
- OB = 9875 mm
- OC = 9900 mm
- OD = 9925 mm
- OE = 9950 mm
- OF = 9975 mm
- OG = 10000 mm
- OH = 10025 mm
- OI = 10050 mm
- OJ = 10075 mm
- OK = 10100 mm
- OL = 10125 mm
- OM = 10150 mm
- ON = 10175 mm
- OO = 10200 mm
- OP = 10225 mm
- OQ = 10250 mm
- OR = 10275 mm
- OS = 10300 mm
- OT = 10325 mm
- OU = 10350 mm
- OV = 10375 mm
- OW = 10400 mm
- OX = 10425 mm
- OY = 10450 mm
- OZ = 10475 mm
- PA = 10500 mm
- PB = 10525 mm
- PC = 10550 mm
- PD = 10575 mm
- PE = 10600 mm
- PF = 10625 mm
- PG = 10650 mm
- PH = 10675 mm
- PI = 10700 mm
- PJ = 10725 mm
- PK = 10750 mm
- PL = 10775 mm
- PM = 10800 mm
- PN = 10825 mm
- PO = 10850 mm
- PP = 10875 mm
- PQ = 10900 mm
- PR = 10925 mm
- PS = 10950 mm
- PT = 10975 mm
- PU = 11000 mm
- PV = 11025 mm
- PW = 11050 mm
- PX = 11075 mm
- PY = 11100 mm
- PZ = 11125 mm
- QA = 11150 mm
- QB = 11175 mm
- QC = 11200 mm
- QD = 11225 mm
- QE = 11250 mm
- QF = 11275 mm
- QG = 11300 mm
- QH = 11325 mm
- QI = 11350 mm
- QJ = 11375 mm
- QK = 11400 mm
- QL = 11425 mm
- QM = 11450 mm
- QN = 11475 mm
- QO = 11500 mm
- QP = 11525 mm
- QQ = 11550 mm
- QR = 11575 mm
- QS = 11600 mm
- QT = 11625 mm
- QU = 11650 mm
- QV = 11675 mm
- QW = 11700 mm
- QX = 11725 mm
- QY = 11750 mm
- QZ = 11775 mm
- RA = 11800 mm
- RB = 11825 mm
- RC = 11850 mm
- RD = 11875 mm
- RE = 11900 mm
- RF = 11925 mm
- RG = 11950 mm
- RH = 11975 mm
- RI = 12000 mm
- RJ = 12025 mm
- RK = 12050 mm
- RL = 12075 mm
- RM = 12100 mm
- RN = 12125 mm
- RO = 12150 mm
- RP = 12175 mm
- RQ = 12200 mm
- RR = 12225 mm
- RS = 12250 mm
- RT = 12275 mm
- RU = 12300 mm
- RV = 12325 mm
- RW = 12350 mm
- RX = 12375 mm
- RY = 12400 mm
- RZ = 12425 mm
- SA = 12450 mm
- SB = 12475 mm
- SC = 12500 mm
- SD = 12525 mm
- SE = 12550 mm
- SF = 12575 mm
- SG = 12600 mm
- SH = 12625 mm
- SI = 12650 mm
- SJ = 12675 mm
- SK = 12700 mm
- SL = 12725 mm
- SM = 12750 mm
- SN = 12775 mm
- SO = 12800 mm
- SP = 12825 mm
- SQ = 12850 mm
- SR = 12875 mm
- SS = 12900 mm
- ST = 12925 mm
- SU = 12950 mm
- SV = 12975 mm
- SW = 13000 mm
- SX = 13025 mm
- SY = 13050 mm
- SZ = 13075 mm
- TA = 13100 mm
- TB = 13125 mm
- TC = 13150 mm
- TD = 13175 mm
- TE = 13200 mm
- TF = 13225 mm
- TG = 13250 mm
- TH = 13275 mm
- TI = 13300 mm
- TJ = 13325 mm
- TK = 13350 mm
- TL = 13375 mm
- TM = 13400 mm
- TN = 13425 mm
- TO = 13450 mm
- TP = 13475 mm
- TQ = 13500 mm
- TR = 13525 mm
- TS = 13550 mm
- TT = 13575 mm
- TU = 13600 mm
- TV = 13625 mm
- TW = 13650 mm
- TX = 13675 mm
- TY = 13700 mm
- TZ = 13725 mm
- UA = 13750 mm
- UB = 13775 mm
- UC = 13800 mm
- UD = 13825 mm
- UE = 13850 mm
- UF = 13875 mm
- UG = 13900 mm
- UH = 13925 mm
- UI = 13950 mm
- UJ = 13975 mm
- UK = 14000 mm
- UL = 14025 mm
- UM = 14050 mm
- UN = 14075 mm
- UO = 14100 mm
- UP = 14125 mm
- UQ = 14150 mm
- UR = 14175 mm
- US = 14200 mm
- UT = 14225 mm
- UU = 14250 mm
- UV = 14275 mm
- UW = 14300 mm
- UX = 14325 mm
- UY = 14350 mm
- UZ = 14375 mm
- VA = 14400 mm
- VB = 14425 mm
- VC = 14450 mm
- VD = 14475 mm
- VE = 14500 mm
- VF = 14525 mm
- VG = 14550 mm
- VH = 14575 mm
- VI = 14600 mm
- VJ = 14625 mm
- VK = 14650 mm
- VL = 14675 mm
- VM = 14700 mm
- VN = 14725 mm
- VO = 14750 mm
- VP = 14775 mm
- VQ = 14800 mm
- VR = 14825 mm
- VS = 14850 mm
- VT = 14875 mm
- VU = 14900 mm
- VV = 14925 mm
- VW = 14950 mm
- VX = 14975 mm
- VY = 15000 mm
- VZ = 15025 mm
- WA = 15050 mm
- WB = 15075 mm
- WC = 15100 mm
- WD = 15125 mm
- WE = 15150 mm
- WF = 15175 mm
- WG = 15200 mm
- WH = 15225 mm
- WI = 15250 mm
- WJ = 15275 mm
- WK = 15300 mm
- WL = 15325 mm
- WM = 15350 mm
- WN = 15375 mm
- WO = 15400 mm
- WP = 15425 mm
- WQ = 15450 mm
- WR = 15475 mm
- WS = 15500 mm
- WT = 15525 mm
- WU = 15550 mm
- WV = 15575 mm
- WW = 15600 mm
- WX = 15625 mm
- WY = 15650 mm
- WZ = 15675 mm
- XA = 15700 mm
- XB = 15725 mm
- XC = 15750 mm
- XD = 15775 mm
- XE = 15800 mm
- XF = 15825 mm
- XG = 15850 mm
- XH = 15875 mm
- XI = 15900 mm
- XJ = 15925 mm
- XK = 15950 mm
- XL = 15975 mm
- XM = 16000 mm
- XN = 16025 mm
- XO = 16050 mm
- XP = 16075 mm
- XQ = 16100 mm
- XR = 16125 mm
- XS = 16150 mm
- XT = 16175 mm
- XU = 16200 mm
- XV = 16225 mm
- XW = 16250 mm
- XX = 16275 mm
- XY = 16300 mm
- XZ = 16325 mm
- YA = 16350 mm
- YB = 16375 mm
- YC = 16400 mm
- YD = 16425 mm
- YE = 16450 mm
- YF = 16475 mm
- YG = 16500 mm
- YH = 16525 mm
- YI = 16550 mm
- YJ = 16575 mm
- YK = 16600 mm
- YL = 16625 mm
- YM = 16650 mm
- YN = 16675 mm
- YO = 16700 mm
- YP = 16725 mm
- YQ = 16750 mm
- YR = 16775 mm
- YS = 16800 mm
- YT = 16825 mm
- YU = 16850 mm
- YV = 16875 mm
- YW = 16900 mm
- YX = 16925 mm
- YZ = 16950 mm
- ZA = 16975 mm
- ZB = 17000 mm
- ZC = 17025 mm
- ZD = 17050 mm
- ZE = 17075 mm
- ZF = 17100 mm
- ZG = 17125 mm
- ZH = 17150 mm
- ZI = 17175 mm
- ZJ = 17200 mm
- ZK = 17225 mm
- ZL = 17250 mm
- ZM = 17275 mm
- ZN = 17300 mm
- ZO = 17325 mm
- ZP = 17350 mm
- ZQ = 17375 mm
- ZR = 17400 mm
- ZS = 17425 mm
- ZT = 17450 mm
- ZU = 17475 mm
- ZV = 17500 mm
- ZW = 17525 mm
- ZX = 17550 mm
- ZY = 17575 mm
- ZZ = 17600 mm

<p>Departamento de Obras Municipio de Cruce Norte</p>		<p>Proyecto: "RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ACERQUEAMIENTO DEL MUNICIPIO DE CRUCE NORTE" DEPARTAMENTO DE NAUACA</p>	<p>Quantificación: / /</p>	<p>Asignado: SECA PLANEACIÓN</p>	<p>Ubicación: / /</p>	<p>Nombre: / /</p>	<p>Carácter: ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN</p>	<p>Estado: BUDGETADAS</p>	<p>Fecha: OCTUBRE 2025</p>	<p>Trámite: EST</p>
---	--	---	--------------------------------	--------------------------------------	---------------------------	------------------------	---	-------------------------------	--------------------------------	-------------------------



MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, Ingeniero Civil de profesión, **FABIAN QUIROGA MOSQUERA** con matrícula profesional No. 68202 - 333412 STD del COPNIA.

CERTIFICO

Que realice los trabajos correspondientes al DISEÑO ALCANTARILLADO SANITARIO del proyecto **"AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** a ejecutarse en el municipio de Cravo Norte, departamento de Arauca

Cedo los estudios antes mencionados a la Alcaldía de Cravo Norte.

El diseño planteado sigue la normatividad vigente la cual es la Resolución No. 0330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Asumo la responsabilidad de los cálculos realizados, y la proyección de las obras hidráulicas del proyecto: **"AMPUACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**

La presente se expide el día 13 de agosto de 2026, para los fines pertinentes.


FABIAN QUIROGA MOSQUERA

ING. CIVIL ESP. INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL
M.P. 68202-333412 STD



REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 1.096.722.490
QUIROGA MOSQUERA

APELLIDOS
FABIAN

NOMBRES



VALIDO PARA DISEÑO
ALC. SANITARIO - PROY.
CRAVO NORTE 2026



WVLS 08P040

FECHA DE NACIMIENTO 27-ABR-1992

SARAVENA

(SARAUCA)

LUGAR DE NACIMIENTO

1.73

ESTATURA

A+

G.R. P.M.

M

SEXO

11-JUN-2016 BUCARAMANGA

FECHA Y LUGAR DE EMISION

[Signature]

REGISTRACION NACIONAL
CUBULA DEL GOBIERNO



P:720166-034429-14 108722490-20100713 0027064675 1 20718416





Universidad
Pontificia
Bolivariana

SECCIONAL BUCARAMANGA

AV. BOLIVARIANA 1000, BUCARAMANGA, DEPTO. SANTANDER, COLOMBIA

teniendo en cuenta que

Fabian Quiroga Mosquera

Cédula de ciudadanía No. 1.048.722.490. Expedida en Bucaramanga

Cursó y aprobó los estudios exigidos por las normas legales
reglamentarias vigentes, de conformidad con el título de

Ingeniero Civil

VALIDO PARA DISEÑO

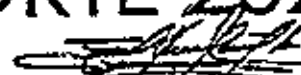
En testimonio de ello se expide el presente diploma
en Bucaramanga, Departamento de Santander, República de Colombia
el día 5 de mes de mayo del año 2016

ALC. SANITARIO – PROY.

CRAVO NORTE 2026


El Decano




El Secretario General

Anulado al falta pago del Dero 10-9 de reglamento de diplomas
entregado en Bucaramanga el 5 de Mayo de 2016

10949



República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional



La Universidad Nacional de Colombia

Teniendo en cuenta que

Fabian Quiroga Mosquera
C.C. 1.098.722.490 de Bucaramanga

cumplió satisfactoriamente todos los requisitos académicos reglamentarios
del Plan de Estudios de Posgrado, le confiere el Título de

Especialista en Ingeniería Hidráulica

y Ambiental

VALIDO PARA DISEÑO

En la ciudad de Manizales, a los 25 días del mes de octubre de 2021

ALC. SANITARIO – PROY.

GRAVO NORTE 2026

Decanatura de la Facultad

Rector

Secretaría General

Registro No 2515, Folio 68 del Libro de Diplomas n.º 3
de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura Sede Manizales



VERIFICAR

Verificar el título de un

Este documento





REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Examen Profesional Nacional de Ingeniería

CVAD-2026-4670508

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA

COPYING

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA

1. Que FABIAN QUIROGA MOSQUERA, identificado(a) con CÉDULA DE CIUDADANIA 1096722490, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 68202-33342 desde el 17 de Junio de 2016, otorgada(a) mediante Resolución Nacional 749.
2. Que e(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que e(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra VIGENTE.

Our profession is not the anti-education movement you see on television.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los trece (13) días del mes de Agosto del año dos mil veintiseis (2026).

ALC. SANITARIO – PROJ.
CRAVO NORTE 2026

2-Formyl-2-oxocyclohexanone (7)

[illegible]



**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

**FECHA: JULIO
2026**

**ESTUDIO DE
SUELOS**

**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL
MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**



ESTUDIO DE SUELOS

**LOCALIZACIÓN.
MUNICIPIO DE CRAVO NORTE – DEPARTAMENTO DE
ARAUCA
JULIO DE 2026**

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358

359

360

361

362

363

364

365

366

367

368

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

389

390

391

392

393

394

395

396

397

398

399

400

401

402

403

404

405

406

407

408

409

410

411

412

413

414

415

416

417

418

419

420

421

422

423

424

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434

435

436

437

438

439

440

441

442

443

444

445

446

447

448

449

450

451

452

453

454

455

456

457

458

459

460

461

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471

472

473

474

475

476

477

478

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488

489

490

491

492

493

494

495

496

497

498

499

500

501

502

503

504

505

506

507

508

509

510

511

512

513

514

515

516

517

518

519

520

521

522

523

524

525

526

527

528

529

530

531

532

$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}} \right) = \frac{\partial L}{\partial x}$

[illegible][illegible][illegible]

	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA: JULIO 2026
		ESTUDIO DE SUELOS

TABLA DE CONTENIDO

TÍTULO	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	3
1. PROYECTO	4
1.1 Presentación del Estudio	4
1.2 Objetivos	4
1.3 Descripción General del Proyecto	5
1.4 Descripción del Sistema Estructural y Evaluación de Cargas	5
1.5 Localización	6
2. GEOLOGÍA	7
2.1 Geología Regional	7
2.2 Amenazas Geológicas	8
3. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO	9
3.1 Exploración del Subsuelo	9
3.2 Ensayos en Campo	10
3.3 Ensayos de Laboratorio	10
4. CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO	11
4.1 Estratigrafía	11
4.2 Propiedades Mecánicas	11
4.3 Potencial de Expansión	12
4.4 Nivel Freático	12
5. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	13
5.1 Parámetros a partir del Ensayo de Corte Directo	13
5.2 Módulo de Elasticidad	13
6. ASPECTOS SÍSMICOS Y CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DE LOS SUELOS	14
6.1 Perfil de los Suelos	14
6.2 Clasificación Zona de Amenaza Sísmica	14
6.3 Determinación de Parámetros Sísmicos	15
7. CAPACIDAD PORTANTE	16
7.1 Generalidades	16
7.2 Nivel y Sistema de Cimentación	16
7.3 Cálculo de Capacidad Portante	16
8. ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO	19
8.1 Clasificación de las Excavaciones	19
8.2 Excavaciones a Ejecutar en el Proyecto	19
8.3 Análisis de Cimentación para Tuberías de Alcantarillado	20
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	22
9.1 Conclusiones	22
9.2 Recomendaciones para Cimentación de Tuberías	22
9.3 Recomendaciones Constructivas Generales	23
10. REFERENCIAS	24

	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA: JULIO 2026
		ESTUDIO DE SUELOS

INTRODUCCIÓN

El presente informe hace parte fundamental del proyecto "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA", el cual contiene el estudio de suelos para la ampliación de la red del sistema de alcantarillado sanitario, y que se efectuó con base en la información de cinco (5) calicatas con herramienta manual, de las muestras tomadas del sitio de ubicación de las obras y en los ensayos de laboratorio del material encontrado en los sondeos, con el fin de obtener los parámetros necesarios para la determinación de la capacidad última y admisible del suelo de cimentación.

La cimentación puede definirse en general como el conjunto de elementos de cualquier edificación cuya misión es transmitir al terreno que la soporta las acciones procedentes de la estructura. Su diseño dependerá por tanto no solo de las características del proyecto sino también de la naturaleza del terreno.

La importancia del conocimiento de los caracteres propios del suelo se pone de manifiesto desde el momento de la propia ejecución de la obra por su influencia sobre la seguridad de los trabajadores en la realización de excavaciones y movimientos de tierras, así como en la de los elementos auxiliares de la construcción: cimbras, encofrados, pozos y zanjas de cimentación, líneas enterradas, etc.

Este informe contempla entre otros aspectos, el reconocimiento general del terreno afectado por el proyecto, clasificación de los suelos, características físico-mecánicas, recomendaciones para excavación de zanjas y cimentación de tuberías de alcantarillado.

Se realizaron cinco (05) calicatas con recuperación utilizando herramienta manual, alcanzando los 2.00 m de profundidad máxima y 10.00 m de profundidad total explorada, en los cuales se encontraron estratos compuestos por arcillas limo-arenosas de plasticidad media, pertenecientes a depósitos de planicies aluviales.

Se tomaron muestras representativas de los estratos encontrados para ser analizados en laboratorio. Los parámetros que se emplearon para los respectivos cálculos de la capacidad de carga son los más críticos, es decir los menores valores, arrojados por los respectivos análisis.

	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA: JULIO 2026
		<u>ESTUDIO DE SUELOS</u>

1. PROYECTO

1.1 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

El presente Informe se realiza con el fin de dar a conocer las características físicas y mecánicas del suelo de fundación para el proyecto "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA".

En el siguiente documento se observan las investigaciones geotécnicas, análisis de capacidad portante, cálculo de asentamientos y recomendaciones de los suelos para la construcción de la red de alcantarillado.

Se describe la caracterización de materiales en lo referente a las propiedades físicas y mecánicas de los suelos existentes y se evalúan algunos fenómenos asociados con los parámetros sísmicos locales.

Adicionalmente, antes de realizar la investigación, se recopilaron y evaluaron todos los datos disponibles sobre las condiciones del sitio y las características del proyecto. Para el efecto se realizó una inspección de campo, se solicitaron las características del proyecto para evaluar todos los parámetros concernientes de la construcción del mismo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Elaboración del informe técnico correspondiente al Estudio de Suelos para el proyecto "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA".

1.2.2 Objetivos Específicos

- Describir las características principales del área de estudio.
- Realizar la identificación del suelo, tomando muestras e información necesaria para la realización de ensayos de laboratorio.
- Caracterizar el estado actual en campo de los suelos, evaluando puntos como expansividad y colapsabilidad.
- Reconocer los aspectos y parámetros sísmicos del área de estudio y la clasificación del tipo de suelo según la NSR-10.
- Evaluar las condiciones de terreno y definir las alternativas de cimentación para las tuberías de alcantarillado y estructuras complementarias.
- Generar recomendaciones de diseño y construcción.

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en el Barrio 20 de Julio, en el casco urbano del Municipio de Cravo Norte, en el Departamento de Arauca.

El proyecto consiste en la ampliación del sistema de alcantarillado sanitario del Barrio 20 de Julio del Municipio de Cravo Norte, Departamento de Arauca, mediante la instalación de nuevas redes,

	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA: JULIO 2026
		<u>ESTUDIO DE SUELOS</u>

construcción de pozos de inspección, cámaras de caída, sumideros y obras de interconexión con los sistemas actuales. La intervención se localiza en el sector urbano del municipio, con topografía predominantemente plana a suavemente ondulada, altitud media de 108 msnm y régimen de lluvias de alta intensidad durante los meses de abril a noviembre.

El suelo del área está conformado por depósitos aluviales recientes, compuestos por arcillas plásticas de color café oscuro y arenas finas amarillentas, con presencia de limos y material orgánico en superficie. Estas características condicionan el diseño de excavaciones, el control de asentamientos y la necesidad de manejo del agua subterránea durante la construcción.

1.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL Y EVALUACIÓN DE CARGAS

El sistema de alcantarillado sanitario a instalar está compuesto por:

- Tuberías principales: Tubería de PVC sanitario, con diámetros según diseño hidráulico (mínimo 6" para alcantarillado sanitario).
- Pozos de inspección: Estructuras de concreto reforzado para acceso y mantenimiento.
- Cámaras de caída: Estructuras para disipación de energía en cambios de nivel.
- Sumideros: Estructuras de captación de aguas lluvias.
- Conexiones domiciliarias: Tuberías de menor diámetro para conexión de viviendas.

Estas tuberías para efectos de diseño se consideran flexibles, según recomendación de los fabricantes.

Las cargas a considerar para el diseño de la cimentación incluyen:

- Cargas muertas: Peso propio de las tuberías, peso del relleno de la zanja, peso de las estructuras de concreto.
- Cargas vivas: Tráfico vehicular y peatonal.
- Cargas hidrostáticas: Presión del agua subterránea.

1.5 LOCALIZACIÓN

El municipio de Cravo norte se encuentra ubicado en el Departamento de Arauca. Localizado a 8°18'14.80" de latitud norte y 70°12'39.36" de longitud oeste. La altitud del municipio es de 108 msnm. Posee un clima cálido y seco, con rango de temperatura entre los 22°C – 37°C. Limita con Arauca por el norte, Venezuela por el este, La Primavera (Vichada) y Hato Corozal (Casanare) por el sur y Puerto Rondón por el oeste, estando ubicado en la margen izquierda del río Cravo Norte en el río Casanare. Está situado en el ángulo sur oriental del trapezoide araucano, con una extensión aproximada de 5.301 km², lo que equivale aproximadamente al 24% de la superficie del departamento.



AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

**FECHA: JULIO
2026**

**ESTUDIO DE
SUELOS**

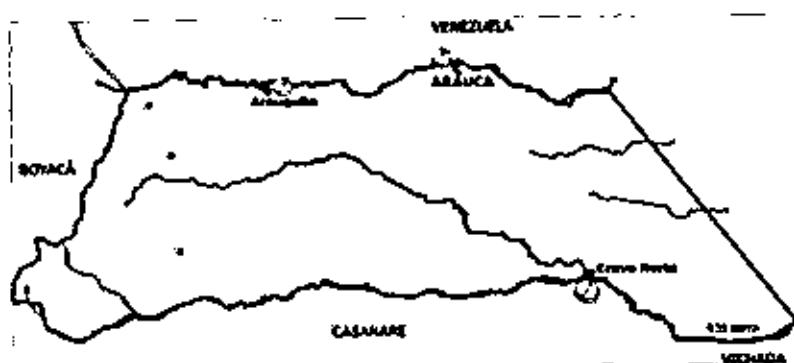


Ilustración 1. Departamento de Arauca- Municipio de Cravo norte



Ilustración 2. Localización del municipio de Cravo Norte

2. GEOLOGÍA

En el presente capítulo se describirá el estado geomorfológico, geológico, estratigráfico y sísmico presente en el área de influencia del proyecto, de acuerdo a los aspectos litoestratigráficos de las rocas presentes evaluadas por visitas de campo y recopilación de estudios anteriores, se definirán las unidades geológicas y sus miembros correspondientes al área de influencia del proyecto.

Para la elaboración de este estudio se tuvo en cuenta el estado del arte de los estudios de la zona a nivel local y regional, y lo contemplado en la plancha 157 del Servicio Geológico Colombiano.

2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

2.1.1 Fislografía

La plancha 157-Cravo Norte incluye terrenos del Departamento de Arauca, donde se presentan paisajes de llanura baja inundable. Esta región está localizada en la región de la Orinoquia Colombiana, la cual presenta rasgos geomorfológicos conformados por llanuras con depósitos

	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA: JULIO 2026
		ESTUDIO DE SUELOS

aluviales recientes de desborde, originadas por la presencia de ríos meandricos. La acumulación de sedimentos transportados por el viento en épocas anteriores generó geoformas características como las dunas o médanos, las cuales cubren parcialmente los depósitos aluviales.

2.1.2 Estratigrafía

En el área de estudio afloran depósitos cuaternarios con morfología completamente plana, donde se distinguen los depósitos eólicos (Qe) y los depósitos aluviales con influencia eólica (Qae).

Depósitos eólicos (Qe): Se trata de una unidad de carácter regional constituida por dunas longitudinales en forma de colinas alargadas con dirección general N30E. Estas dunas controlan la presencia de lagunas, las cuales presentan un patrón alargado. El nivel general de esta unidad supera ligeramente al de las planicies aluviales.

Depósitos aluviales con influencia eólica (Qae): Se presentan en una llanura aluvial inundable con sustrato de ambiente aluvial en la que posteriormente se depositaron arcillas y limos en un ambiente eólico. El resultado de estos dos procesos fue la suavización del paisaje preexistente.

2.2 AMENAZAS GEOLÓGICAS

En toda el área que comprende esta plancha, se presentan fenómenos naturales que generan amenazas para la población y la infraestructura.

2.2.1 Amenazas por Inundación

El área objeto de este estudio es afectada con frecuencia por inundaciones que producen grandes pérdidas en infraestructura, agricultura y a la población misma. Tratándose de un territorio exclusivamente llano, son escasas las zonas que se puedan determinar como libres de amenaza por inundación. La población del área de estudio disminuye su vulnerabilidad al fenómeno por su convivencia con él de manera anual, lo que hace que evite por sí misma ocupar sitios susceptibles a inundarse con mayor periodicidad.

2.2.2 Amenazas por Socavación de Cauces

Todos los cauces que atraviesan la plancha son de tipo meándrico y, en consecuencia, es necesario tener en cuenta que la migración de ellos sobre un eje principal es un proceso natural.

2.2.3 Amenazas por Actividad Sísmica

La Amenaza Sísmica de cualquier zona en particular del territorio Nacional está definida por la ley vigente de Sismorresistencia, Ley 400 de 1997, NSR-10. El municipio de Cravo Norte se considera de Amenaza Sísmica Baja, con Aceleración Pico Efectiva de 0,05g.

3. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

3.1 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO



**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

**FECHA: JULIO
2026**

**ESTUDIO DE
SUELOS**

Las exploraciones geotécnicas realizadas con el fin de caracterizar y evaluar las condiciones de fundación para el proyecto comprendieron:

- Sondeos con herramienta manual (calicatas)
- Recuperación de muestras para caracterización y cálculo de propiedades físicas
- Registro de la profundidad del nivel freático

Se realizaron cinco (05) calicatas con herramienta manual con el objetivo de recuperar muestras directamente de la excavación.

En el Cuadro 1 se presentan las profundidades y coordenadas de las calicatas finalmente ejecutadas y su ubicación geográfica.

Cuadro 1. Localización y profundidad de las calicatas

Sondeo	Ubicación Latitud N	Ubicación Longitud O	Profundidad (m)	Nivel Freático (m)
C-01	6°19'25.15" N	70°12'02.40" O	2.00	1.45
C-02	6°19'28.30" N	70°12'05.10" O	2.00	1.50
C-03	6°19'32.45" N	70°12'08.20" O	2.00	1.35
C-04	6°19'38.60" N	70°11'55.80" O	2.00	1.40
C-05	6°19'40.50" N	70°11'58.30" O	2.00	1.30

Fuente: Elaboración propia

De las calicatas se recuperaron muestras de suelo para ensayos de clasificación, pesos unitarios, humedad y corte directo.

3.2 ENSAYOS EN CAMPO

En cada una de las calicatas realizadas se llevaron a cabo los siguientes ensayos de campo:

- Sondeos manuales
- Extracción de muestras

Con estos ensayos se conocieron las propiedades físicas de consistencia y humedad de los suelos, igualmente se estimaron los parámetros de resistencia de los suelos explorados y con las muestras extraídas se procedió a la realización de los ensayos de laboratorio.

3.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

De las exploraciones realizadas se tomaron muestras para realizar los siguientes ensayos de laboratorio:

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Límites de consistencia
- Peso unitario
- Corte directo

La exploración de campo y los ensayos de laboratorio se realizaron con el propósito de determinar

	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA: JULIO 2026
		ESTUDIO DE SUELOS

las características y propiedades de los suelos que componen la zona de fundación de la obra mencionada.

La cantidad de ensayos ejecutados se relaciona en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Cantidad total de ensayos ejecutados

Ensayo	Cantidad	Norma
Contenido de humedad	5	INV E-122-13
Granulometría	5	INV E-123-13
Límites de consistencia	5	INV E-125,126-13
Peso unitario	5	-
Corte directo	1	INV E-154-13

Fuente: Elaboración propia

4. CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO

4.1 ESTRATIGRAFÍA

La caracterización se efectuó considerando los resultados de los ensayos presentados en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Resumen de resultados de laboratorio

Sondeo	Profundidad (m)	Descripción	Humedad (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Peso Unitario (Ton/m³)
C-01	0.00 - 2.00	Arcilla limo-arenosa color café oscuro	28.5	48	26	22	1.83
C-02	0.00 - 2.00	Arcilla limo-arenosa color café oscuro	31.2	50	28	22	1.62
C-03	0.00 - 2.00	Arcilla limo-arenosa color café	27.8	47	25	22	1.67
C-04	0.00 - 2.00	Arcilla limo-arenosa color café	32.1	51	29	22	1.61
C-05	0.00 - 2.00	Arcilla limo-arenosa color café	29.4	49	27	22	1.65

Fuente: Elaboración propia

El suelo superficial está constituido por arcillas limo-arenosas de plasticidad media, clasificadas según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) como CL (Arcilla de baja a media plasticidad), con presencia significativa de finos plásticos.

4.2 PROPIEDADES MECÁNICAS

Para modelar el comportamiento mecánico del suelo de cimentación se realizaron ensayos mecánicos de laboratorio que permiten evaluar parámetros numéricos que serán la base de los modelos de análisis de estabilidad.

Para definir la resistencia del suelo se ha recurrido en el desarrollo del presente estudio al Criterio



AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

FECHA: JULIO
2026

ESTUDIO DE
SUELOS

de resistencia de falla de Mohr-Coulomb, el cual considera el aumento de la resistencia cuando crece el esfuerzo de confinamiento del material, debido a fenómenos de fricción y dilatación que presentan las partículas constituyentes del suelo. Este criterio exige la definición de dos parámetros para la elaboración del modelo: ángulo de resistencia al corte (ϕ) y cohesión (C). Estos parámetros se evaluaron a partir de los ensayos de corte directo sobre muestras remoldeadas a humedad de saturación.

4.3 POTENCIAL DE EXPANSIÓN

Para determinar las características de expansión de los suelos encontrados, se utilizaron las propiedades índices de estos. Con estas propiedades y mediante el uso de la Tabla H.9.1-1 de la NSR-10 se definió el potencial de expansión de los suelos.

Cuadro 4. Clasificación de suelos expansivos según NSR-10

Potencial de expansión	Expansión Consolidómetro (%)	LL (%)	LC (%)	IP (%)	Partículas menores 1 μ (%)	Expansión libre en probeta (%)
Muy Alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 - 30	50 - 63	6 - 12	23 - 45	18 - 37	> 100
Medio	10 - 20	39 - 50	8 - 18	12 - 34	12 - 37	50 - 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Fuente: Título H de la NSR-10

Conforme al Cuadro 5 y los valores allí presentados, el potencial de expansión de los suelos arcillosos encontrados es BAJO.

Cuadro 5. Clasificación potencial de expansión

Parámetro	Valores obtenidos	Valores referencia
LL (%)	47 - 51	< 39
IP (%)	22	< 20
Potencial de expansión	BAJO	-

4.4 NIVEL FREÁTICO

El nivel freático se evidenció a profundidades entre 1.30 m y 1.50 m. La humedad de los suelos encontrados presentó valores entre 27.8% y 32.1% con un valor promedio de 29.8%. lo que indica suelos parcialmente saturados.

5. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

5.1 PARÁMETROS A PARTIR DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Se realizó un ensayo de corte directo drenado sobre muestra remoldeada de los suelos de la calicata C-01, encontrada a una profundidad entre 0.00 m y 2.00 m. a humedad de saturación en atención a las altas precipitaciones presentes en la región, obteniéndose los resultados que se presentan en el Cuadro 6.



**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

**FECHA: JULIO
2026**

**ESTUDIO DE
SUELOS**

Cuadro 6. Parámetros de resistencia al corte drenado

Calicata	Estrato	Prof. (m)	ϕ (°)	C (kg/cm ²)	USCS
C-01	Arcilla limo-arenosa color café	0.00 - 2.00	22.5°	0.15	CL

Fuente: Elaboración propia

5.2 MÓDULO DE ELASTICIDAD

Los valores de módulo de elasticidad de los materiales del perfil de diseño corresponden a la correlación para arcillas de consistencia media.

Cuadro 7. Valores típicos del módulo de elasticidad (E)

Tipo de Suelo	Módulo de Elasticidad (E) MPa
Arcilla - Muy blanda	2 - 15
Arcilla - Blanda	5 - 25
Arcilla - Media	15 - 50
Arcilla - Dura	50 - 100
Arcilla - Arenosa	25 - 250
Limo	2 - 20

Fuente: Bowles, J.E. Foundation Analysis and Design

Para el suelo encontrado (arcilla de plasticidad media), se adopta un módulo de elasticidad $E = 25$ MPa.

6. ASPECTOS SÍSMICOS Y CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DE LOS SUELOS

6.1 PERFIL DE LOS SUELOS

De acuerdo con las características predominantes de los perfiles encontrados en la exploración, y tomando como referencia la consistencia del suelo (arcilla de plasticidad media con humedad alta), los suelos se clasifican en un perfil Tipo E según la NSR-10 (Tabla A.2.4-2), considerando que la resistencia al corte (S_u) se encuentra en el rango de 50 a 100 kPa (aproximadamente 0.5 a 1.0 kg/cm²).

Coefficiente de Importancia: $I = 1.50$ (Edificaciones indispensables - Grupo IV).

6.2 CLASIFICACIÓN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA

De acuerdo a la NSR-10 (Normas Sismo Resistentes Colombianas 2010) Título A, el municipio de Cravo Norte pertenece a una zona de amenaza sísmica BAJA, con Aceleración Pico Efectiva $A_p = 0.05$ g.

6.3 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS SÍSMICOS

De acuerdo a la NSR-10, el tipo de clasificación del suelo y la zona de amenaza sísmica, se concluye que los parámetros sísmicos que caracterizan esta zona son los presentados en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Parámetros sísmicos



**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

**FECHA: JULIO
2026**

**1
ESTUDIO DE
SUELOS**

Parámetro	Valor
Perfil de suelo	E
Aa	0.05
Av	0.05
Fa	2.50
Fv	3.50
Ae	0.03
Ad	0.02

Fuente: NSR-10

Donde:

- Aa: Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.
- Av: Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño.
- Fa: Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debido a los efectos de sitio.
- Fv: Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio.
- Ae: Suma de los espesores de los estratos de suelos cohesivos localizados dentro de los 30 m superiores del perfil.
- Ad: Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral de daño.

7. CAPACIDAD PORTANTE

En este capítulo se realiza una evaluación de las condiciones de soporte del suelo y el cálculo de la capacidad portante para las obras de este proyecto.

7.1 GENERALIDADES

Se define capacidad admisible para una cimentación como "el menor valor entre la capacidad calculada a partir de la resistencia ante falla, reducida por el factor de seguridad, y la que produzca asentamientos inferiores a los permitidos. Esta capacidad debe ser claramente establecida en los estudios geotécnicos". Después de conocer las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que conforman la zona geotécnica encontrada mediante la exploración realizada se procede a determinar la capacidad de carga y el nivel de deformaciones que se pueden presentar debido a las cargas impuestas.

7.2 NIVEL Y SISTEMA DE CIMENTACIÓN

El nivel de la cimentación debe quedar a una profundidad tal que se garantice una resistencia adecuada del suelo y que presente deformaciones inmediatas y por consolidación tolerable para el tipo de proyecto y las cargas que se impondrán.

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR-10, en el numeral H.4.6 – Profundidad de cimentación, establece para la profundidad de cimentación:

- (a) La profundidad tal que se elimine toda posibilidad de erosión o meteorización acelerada del



AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

FECHA: JULIO
2026

ESTUDIO DE
SUELOS

suelo, arrastre del mismo por tupificación causada por flujo de las aguas superficiales o subterráneas de cualquier origen.

(h) En los suelos arcillosos, la profundidad de las cimentaciones debe llevarse hasta un nivel tal que no haya influencia de los cambios de humedad inducidos por agentes externos.

Según las condiciones encontradas en el sitio de estudio y al tipo de proyecto, la cimentación de las tuberías de alcantarillado se realizará entre 1.20 y 2.00 m de profundidad.

7.2.1 Cimentación Superficial

De acuerdo a la zona geotécnica encontrada y definida, se hace la evaluación de la capacidad de carga con las expresiones de cimentaciones de manera que se pueda establecer un perfil de capacidad de carga. Es necesario mencionar que para aplicar los valores de carga a áreas resultantes es indispensable comprobar que los materiales existentes son los reportados en el estudio realizado.

7.3 CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

7.3.1 Ecuaciones de Capacidad Portante Utilizadas en el Análisis

Ecuación general de capacidad portante para suelo con fricción y cohesión ($\phi \neq 0$, $c \neq 0$) - MEYERHOF:

$$q_u = c N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 1/2 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i} \quad q_u = c N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 2/3 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad N_q = \tan^2(45 + \phi/2) e^{\tan \phi} \quad N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi \quad N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad N_q = \tan^2(45 + 2\phi) e^{\tan \phi} \quad N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

Dónde:

- c: cohesión del suelo
- B: ancho de la cimentación
- γ : peso unitario del suelo de fundación
- $q = \gamma D$: esfuerzo efectivo a nivel del fondo de la cimentación
- D: profundidad de desplante
- N_c , N_q , N_γ : Factores de capacidad de carga
- F_{cs} , F_{qs} , $F_{\gamma s}$: Factores de forma
- F_{cd} , F_{qd} , $F_{\gamma d}$: Factores de profundidad
- F_{ci} , F_{qi} , $F_{\gamma i}$: Factores de inclinación de la carga

7.3.2 Cálculo de Capacidad de Carga Admisible

La capacidad de carga nominal del suelo fue evaluada utilizando análisis de esfuerzos totales y parámetros de resistencia al corte determinados a partir del ensayo de corte directo, y considerando el máximo nivel freático esperado durante la vida útil de la estructura.

Cuadro 9. Capacidad portante admisible

Profundidad de Desplante (m)	Capacidad Admisible (kg/cm ²)	Capacidad Admisible (Ton/m ²)
------------------------------	---	---

	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA: JULIO 2026
		ESTUDIO DE SUELOS

0.60	0.95	9.5
0.80	1.10	11.0
1.00	1.25	12.5
1.20	1.38	13.8
1.50	1.55	15.5
2.00	1.85	18.5

Fuente: Elaboración propia

La capacidad portante a 1.20 m de profundidad (profundidad mínima típica para alcantarillado) obtenida para un cimiento continuo de 0.50 m de ancho es de 1.38 kg/cm² (13.8 Ton/m²).

8. ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO

A partir de los resultados de los trabajos de campo y laboratorio se procedió al análisis de las muestras obtenidas, estableciendo los parámetros requeridos para el diseño de la cimentación de las redes de alcantarillado, determinando las capacidades portantes admisibles, asentamientos y empujes laterales sobre las paredes de la excavación para el diseño de las estructuras provisionales que faciliten y aseguren la instalación de la tubería.

Las excavaciones en zanja se realizan principalmente para la construcción o reparación de ductos para servicios públicos, acueductos, alcantarillados, etc. Para las excavaciones en zanja se debe tener en cuenta:

- La estabilidad de la zanja proplamente dicha.
- Evitar los efectos adversos sobre las construcciones y áreas aledañas.

8.1 CLASIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES

8.1.1 Excavaciones de menos de 6 metros de profundidad

Las excavaciones de menos de 6 metros de profundidad se pueden realizar construyendo un talud de acuerdo al tipo de suelo o utilizando entibados de madera, aluminio o metálicos. Las excavaciones con profundidades superiores a 1.25 m deben disponer de sistemas de contención de tierras, entibaciones, de protección y rescate de los trabajadores.

8.1.2 Excavaciones de más de 6 metros de profundidad

Toda excavación de más de 6 metros de profundidad deberá ser diseñada por un profesional competente.

8.2 EXCAVACIONES A EJECUTAR EN EL PROYECTO

En las actividades constructivas del alcantarillado en el Barrio 20 de Julio del Municipio de Cravo Norte, se construirán redes de alcantarillado sanitario entre 1.20 y 2.00 m de profundidad.

8.2.1 Ancho de las Zanjas

La zanja debe ser lo más angosta posible dentro de los límites practicables: un ancho de 30 cm adicional al diámetro exterior del tubo es satisfactorio.

	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA: JULIO 2026
		ESTUDIO DE SUELOS

Cuadro 10. Ancho mínimo de zanja para tuberías de alcantarillado

Diámetro Nominal (pulg)	Diámetro Exterior (mm)	Ancho mínimo $D + 0.30$ (m)	Ancho recomendado (m)
6"	168.3	0.47	0.60
8"	219.1	0.52	0.70
10"	273.1	0.57	0.80
12"	323.9	0.62	0.90

Fuente: Manual Técnico PAVCO - Elaboración propia

8.2.2 Profundidad de las Zanjas

Si para la excavación de zanjas se emplea equipo mecánico, estas deben realizarse hasta 0.20 m por encima de la profundidad indicada en los planos, y el resto se debe realizar manualmente, de tal forma que se presente un apoyo continuo en la totalidad del área del tubo en contacto con el suelo de fundación, incluyendo las campanas, para garantizar que la distribución de esfuerzos sea uniforme en la superficie de apoyo del tubo.

8.3 ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN PARA TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO

8.3.1 Condiciones de Instalación

- Profundidad mínima de clave para tuberías de alcantarillado: 1.20 m
- Instalación: Como tubería enterrada en zanja
- Condiciones de apoyo: Directamente sobre el terreno natural en fondo de zanja

8.3.2 Análisis de Cargas

Se consideran las cargas que actúan sobre la tubería provenientes de los siguientes elementos:

- Peso propio de la tubería
- Cargas del material de relleno de la zanja
- Cargas hidráulicas
- Cargas vivas (tráfico vehicular y compactadores)

Cuadro 11. Características geométricas tubería de alcantarillado

Diámetro Nominal (pulg)	Diámetro Exterior (mm)	Diámetro Interior (mm)	Masa por metro (kg)	Longitud (m)
6"	168.3	152.4	5.50	6.00
8"	219.1	203.2	9.20	6.00

Fuente: Manual Técnico PAVCO

Cuadro 12. Carga total aplicada sobre el terreno (tubería 8")

Sondeo	Profundidad (m)	P. Unitario (Ton/m ²)	Capacidad Admisible	Prof. Desplante	Ancho Zanja (m)	Carga Total (Ton/m ²)
--------	-----------------	-----------------------------------	---------------------	-----------------	-----------------	-----------------------------------



**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

**FECHA: JULIO
2026**

**ESTUDIO DE
SUELOS**

			(Ton/m ²)	(m)		
C-01	0.00 - 2.00	1.63	13.8	1.20	0.70	1.45
C-02	0.00 - 2.00	1.62	13.8	1.20	0.70	1.44
C-03	0.00 - 2.00	1.67	13.8	1.20	0.70	1.48
C-04	0.00 - 2.00	1.61	13.8	1.20	0.70	1.43
C-05	0.00 - 2.00	1.65	13.8	1.20	0.70	1.46

Fuente: Elaboración propia

Las cargas transmitidas por las redes de alcantarillado ($\approx 1.45 \text{ Ton/m}^2$) son significativamente menores que la capacidad portante admisible del suelo (13.8 Ton/m^2), lo que confirma que el suelo de fundación es adecuado para soportar las cargas del proyecto sin riesgo de falla.



**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

**FECHA: JULIO
2026**

**ESTUDIO DE
SUELOS**

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

- o Los suelos encontrados hasta 2.00 m de profundidad corresponden a arcillas limo-arenosas de plasticidad media, clasificadas como CL (Arcilla de baja a media plasticidad) según SUCS, pertenecientes a depósitos aluviales cuaternarios (Qae).
- o El nivel freático se encontró entre 1.30 m y 1.50 m de profundidad, con humedad natural promedio del 29.8%, indicando suelos parcialmente saturados.
- o La capacidad portante admisible del suelo es de 13.8 Ton/m² (1.38 kg/cm²) a 1.20 m de profundidad y de 18.5 Ton/m² (1.85 kg/cm²) a 2.00 m de profundidad.
- o Según NSR-10, el suelo presenta perfil Tipo E y coeficiente de importancia I = 1.50 (Grupo IV). La zona de amenaza sísmica es Baja (Aa = 0.05g).
- o El potencial de expansión de los suelos es bajo.
- o Las cargas transmitidas por las tuberías de alcantarillado (≈1.45 Ton/m²) son significativamente menores que la capacidad portante admisible (13.8 Ton/m²), confirmando que el suelo es apto para el proyecto.
- o Relleno superior: Sobre la corona del tubo, colocar mínimo 30 cm del mismo material y compactar manualmente al 90% del Proctor.
- o Compactación mecánica: Permitida solo después de cubrir mínimo 30 cm sobre la corona del tubo, utilizando material de la excavación con contenido de materia orgánica < 8%.
- o Vías: Reponer capas de sub-base y base granular según especificaciones INVIAS.
- o Rellenar las zanjas inmediatamente después de instalar la tubería.
- o Apisonar el material alrededor del tubo con cuidado para evitar daños.
- o En caso de desprendimientos, apuntalar o acodalar las paredes de la zanja.
- o Para profundidades > 1.25 m, implementar sistemas de entibado o taludes (Suelo Tipo B).
- o Evacuar el agua del fondo de la zanja por bombeo hasta completar el relleno que evite la flotación de la tubería (mínimo 1.5 veces el diámetro sobre la corona).
- o Realizar seguimiento geotécnico durante la ejecución de las obras.

Diana Luz Nuñez C.

DIANA LUZ NUÑEZ CONRADO
ING. CIVIL -- PROFESIONAL DE APOYO

	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA: JULIO 2024
		ESTUDIO DE SUELOS

ANEXO 1 PERFILES DE SUELO

[illegible]

**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

[illegible]

**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

ESTUDIO DE SUELOS

**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**



**FECIA: JULIO
2026**

ESTUDIO DE SUELOS

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

[illegible]



**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

**FECHA: JULIO
2026**

**ESTUDIO DE
SUELOS**

ANEXO 2 ENSAYOS DE LABORATORIO

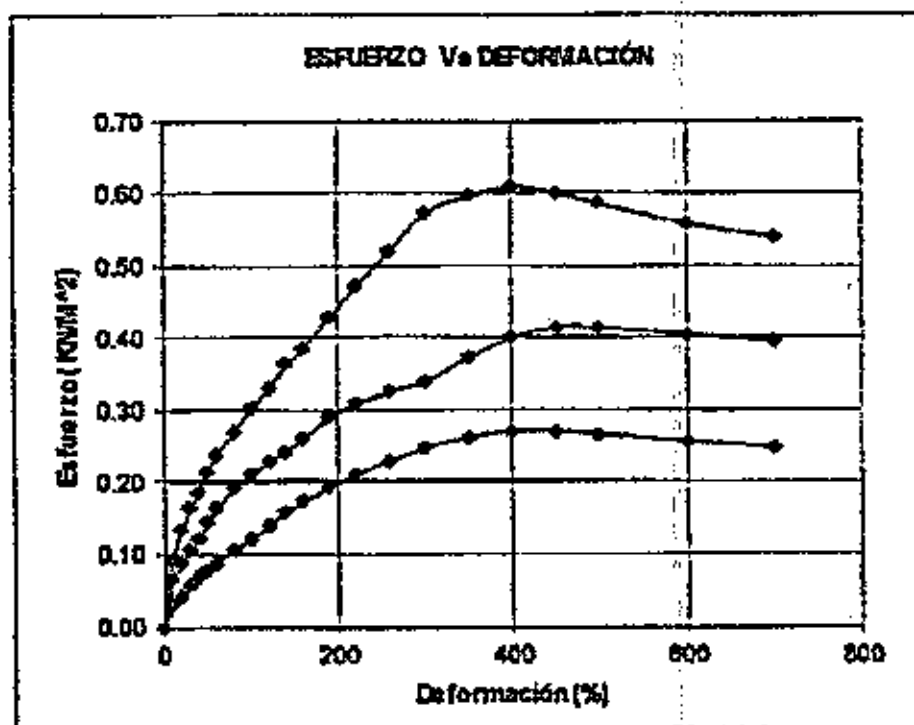
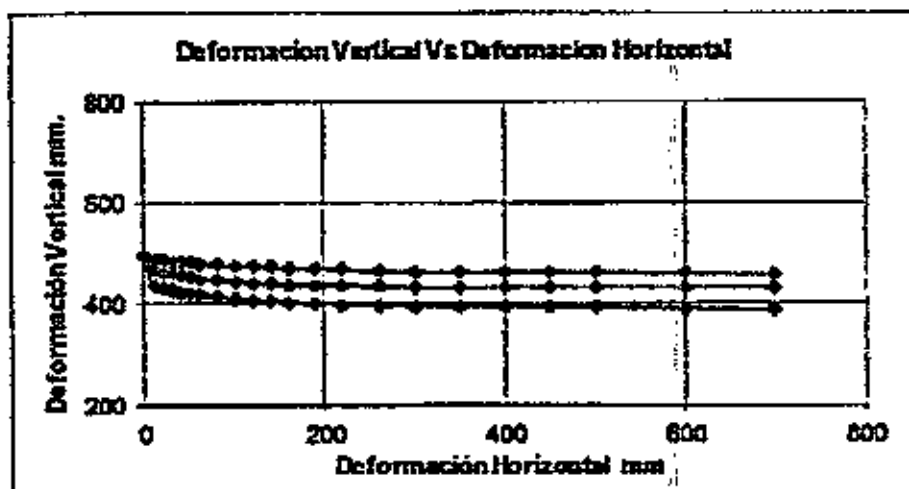


AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

FECHA: JULIO
2026

ESTUDIO DE
SUELOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



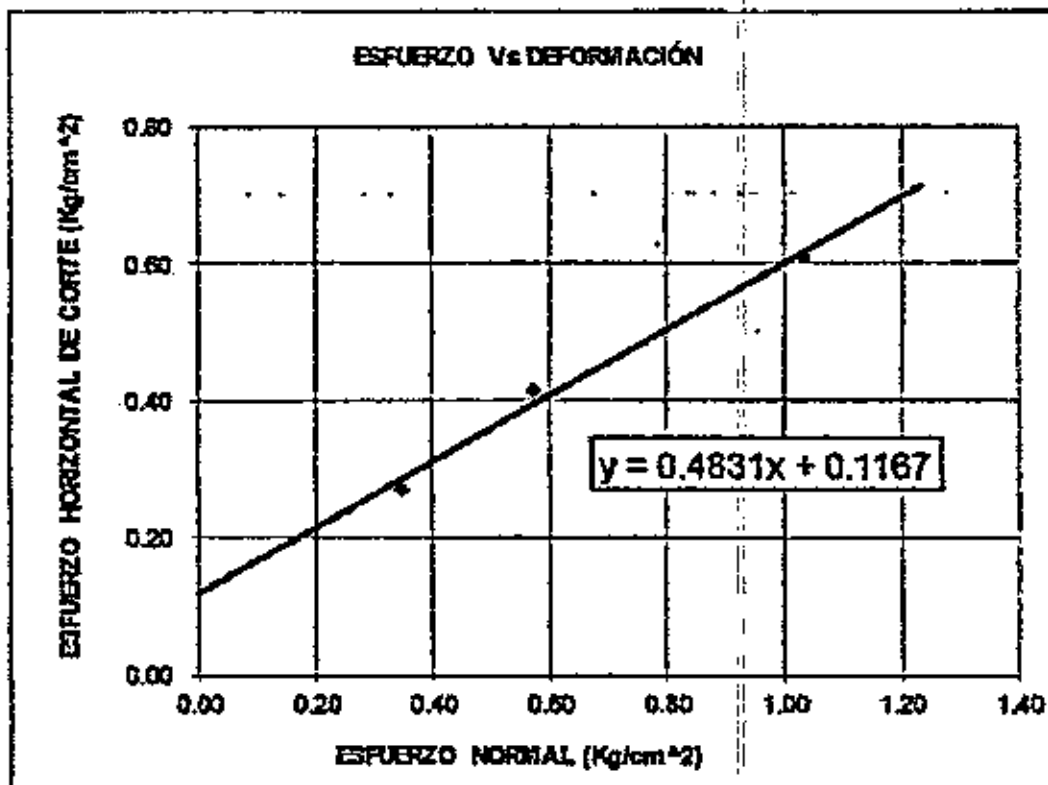


**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

**FECHA: JULIO
2026**

**ESTUDIO DE
SUELOS**

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



Cohesión (C):	0.12 Kg/cm ²
Ángulo de fricción (φ):	25.8
Peso Unitario Húmedo (γ):	Kg/cm ³
Condición del ensayo	Remoldado a saturación
Peso Unitario Seco (γ):	Kg/cm ³
Humedad de Saturación	22.26%



**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

FECHA: JULIO
2024

ESTUDIO DE
SUELOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Ao (cm ²):	17.40	Peso húmedo(W1):	62.18	CONSTANTE ANILLO(Kg/div):	0.081
CARGA NORMAL (Kg):	6	Peso seco(W2):	52.19		
		Peso tara(W3):	7.04	σ _n (Kg/cm ²):	0.34
		Humedad (%):	22.13		

CARGA (Lbs)	DEFORMACIÓN H (0,001 mm)	DEFORMACIÓN V (0,001 mm)	CARGA (Kg)	τ = Q/A (Kg/cm ²)	TAN φ = τ / σ _n
0	0	500	0.00	0.00	0.0000
9	10	473	0.73	0.04	0.1215
14	20	469	1.13	0.07	0.1890
19	30	464	1.54	0.09	0.2565
22	40	462	1.78	0.10	0.2970
24	50	460	1.94	0.11	0.3240
28	60	459	2.27	0.13	0.3780
32	80	457	2.59	0.15	0.4320
34	100	455	2.75	0.16	0.4590
36	120	453	2.92	0.17	0.4860
37	140	451	3.00	0.17	0.4995
39	160	449	3.16	0.18	0.5265
41	180	448	3.32	0.19	0.5535
43	220	447	3.48	0.20	0.5805
45	260	444	3.65	0.21	0.6075
46	300	442	3.73	0.21	0.6210
47	350	440	3.81	0.22	0.6345
48	400	439	3.89	0.22	0.6480
48	450	436	3.89	0.22	0.6480
48	500	434	3.89	0.22	0.6480
48	600	432	3.73	0.21	0.6210
43	700	430	3.48	0.20	0.5805



**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

FECHA: JULIO
2024

ESTUDIO DE
SUELOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Ao (cm ²):	17.40	Peso húmedo(W1):	58.16	CONSTANTE ANILLO(Kg/div):	0.081
CARGA NORMAL (Kg):	10	Peso seco(W2):	48.92	Cn (Kg/cm ²):	0.57
		Peso tara(W3):	6.88		
		Humedad (%):	22.03		

CARGA (Lbs)	DEFORMACIÓN H (0,001 mm)	DEFORMACIÓN V (0,001 mm)	CARGA (Kg)	$\tau = C/A$ (Kg/cm ²)	TAN $\phi =$ τ / σ
0	0	500	0.00	0.00	0.0000
13	10	448	1.05	0.06	0.1053
17	20	444	1.38	0.08	0.1377
23	30	441	1.86	0.11	0.1863
27	40	439	2.19	0.13	0.2187
31	50	437	2.51	0.14	0.2511
34	60	435	2.75	0.16	0.2754
45	80	433	3.65	0.21	0.3645
52	100	430	4.21	0.24	0.4212
58	120	427	4.70	0.27	0.4698
62	140	426	5.02	0.29	0.5022
65	160	424	5.27	0.30	0.5265
68	190	423	5.51	0.32	0.5508
70	220	422	5.67	0.33	0.5670
74	260	419	5.99	0.34	0.5994
77	300	418	6.24	0.36	0.6237
79	350	418	6.40	0.37	0.6399
81	400	415	6.58	0.38	0.6561
82	450	413	6.64	0.38	0.6642
83	500	412	6.72	0.39	0.6723
81	600	409	6.56	0.38	0.6561
75	700	408	6.08	0.35	0.6075



**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

FECHA: JULIO
2026

**ESTUDIO DE
SUELOS**

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Ao (cm ²):	17.40	Peso húmedo(W1):	63.29	CONSTANTE ANILLO(Kg/dm):	0.081
CARGA NORMAL (Kg):	18	Peso seco(W2):	53.19		
		Peso tara(W3):	7.14	Cn (Kg/cm ²):	1.03
		Humedad (%):	21.93		

CARGA (Lbs)	DEFORMACIÓN H (0,001 mm)	DEFORMACIÓN V (0,001 mm)	CARGA (Kg)	$\tau = Q/A$ (Kg/cm ²)	$TAN \phi =$ τ / σ
0	0	500	0.00	0.00	0.0000
16	10	422	1.30	0.07	0.0720
21	20	420	1.70	0.10	0.0945
29	30	418	2.35	0.14	0.1305
37	40	416	3.00	0.17	0.1665
46	50	417	3.73	0.21	0.2070
52	60	415	4.21	0.24	0.2340
61	80	413	4.94	0.28	0.2745
74	100	412	5.99	0.34	0.3330
81	120	410	6.56	0.38	0.3645
88	140	409	7.13	0.41	0.3960
95	160	407	7.70	0.44	0.4275
101	180	407	8.18	0.47	0.4545
106	220	405	8.59	0.49	0.4770
112	260	404	9.07	0.52	0.5040
115	300	403	9.32	0.54	0.5175
117	350	401	9.48	0.54	0.5265
119	400	399	9.64	0.55	0.5355
121	450	397	9.80	0.56	0.5445
123	500	397	9.98	0.57	0.5535
118	600	395	9.58	0.55	0.5310
113	700	394	9.15	0.53	0.5085

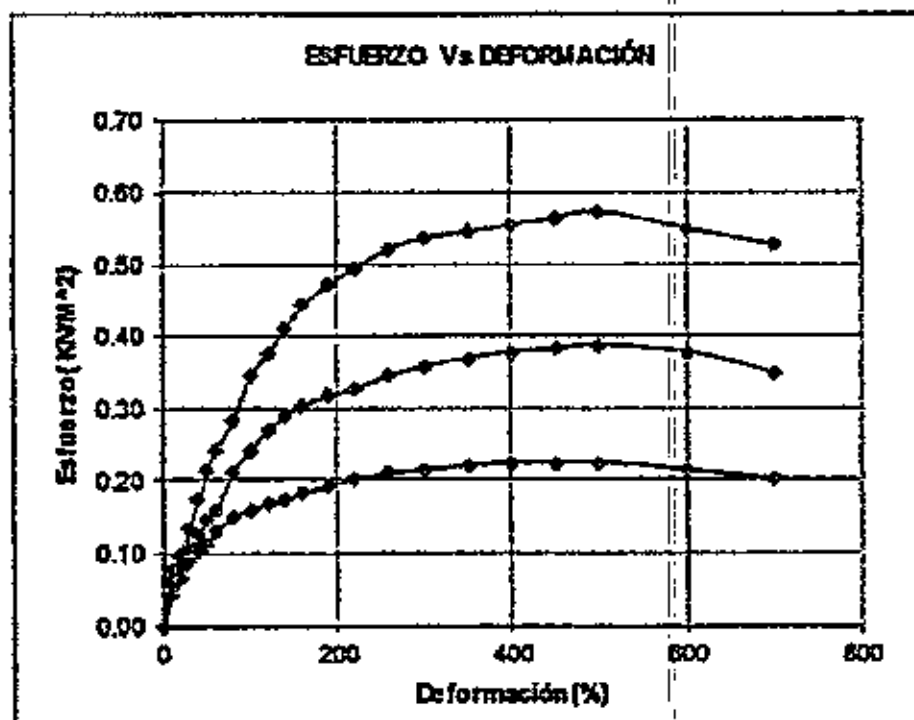
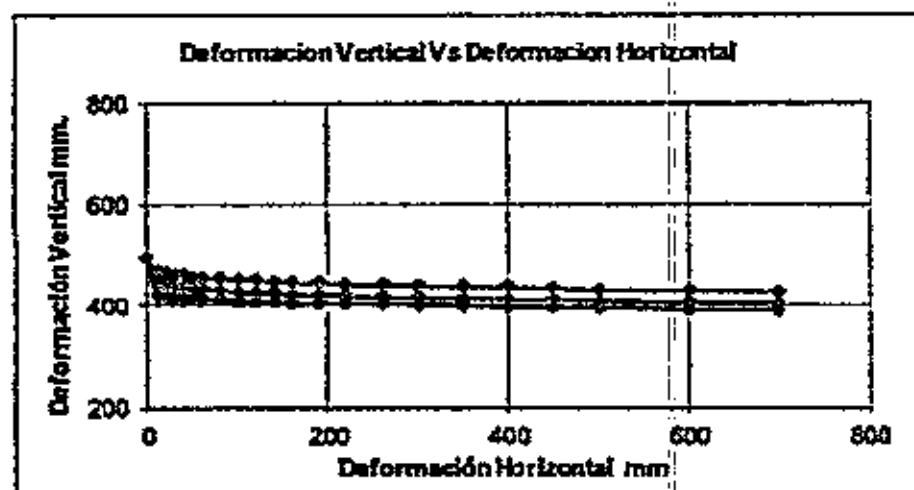


AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

FECHA: JULIO
2026

ESTUDIO DE
SUELOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



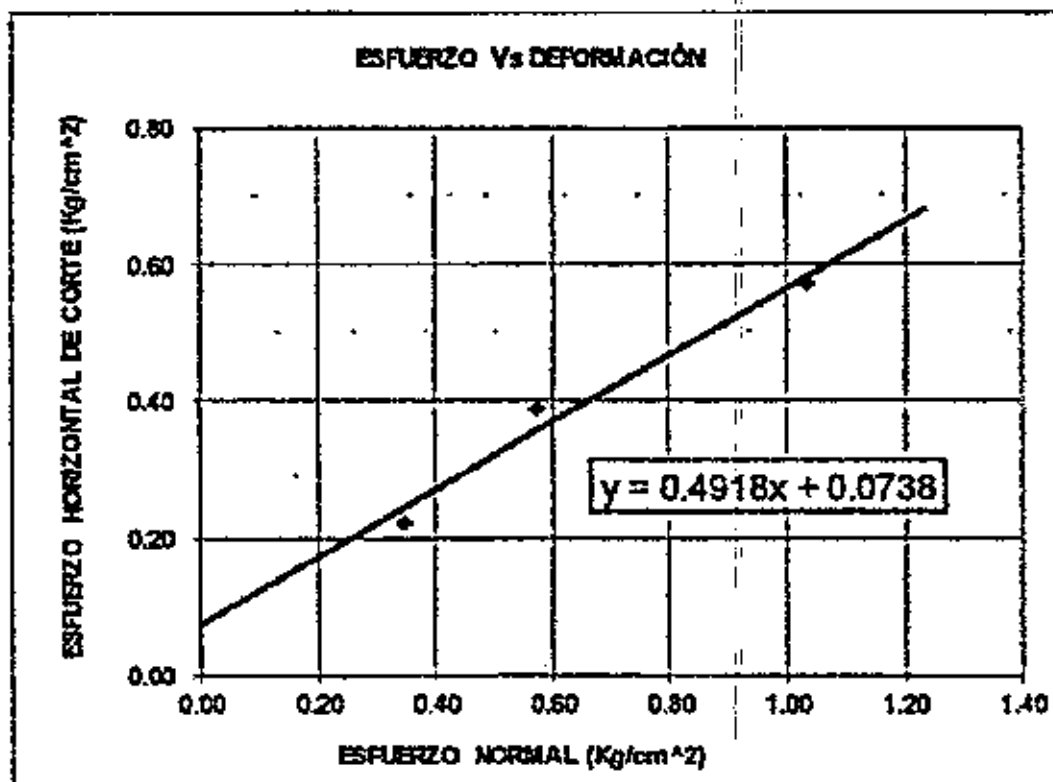


**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE
JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO
NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

FECHA: JULIO
2024

**ESTUDIO DE
SUELOS**

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



Cohesión (C):	0.07 Kg/cm^2
Angulo de fricción (ϕ):	26.2
Peso Unitario Húmedo (γ):	Kg/cm^3
Condición del ensayo	Remoldeado a saturación
Peso Unitario Seco (γ):	Kg/cm^3
Humedad de Saturación	22.03%

CARTA DE CESION DE DERECHOS

Yo **DIANA LUZ NUÑEZ CONTRADO**, en calidad de **INGENIERA CIVIL** con matrícula profesional No. **071037-0729513 CES**, certifico que realicé el **ESTUDIO DE SUELOS** para el proyecto cuyo objeto es: "**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.**"

Por lo anterior, manifiesto ceder plenamente los derechos al Municipio de Cravo Norte.

La duración de los derechos cedidos será por término indefinido a partir de la fecha de la firma de la presente carta de cesión de derechos.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional, certificado de vigencia de la misma y copia de la cédula de ciudadanía.

Se expide en el mes de Agosto de 2026.

Cordialmente,



DIANA LUZ NUÑEZ CONTRADO
ING. CIVIL

CARTA DE RESPONSABILIDAD

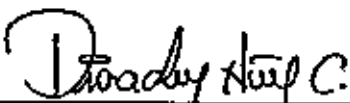
Yo **DIANA LUZ NUÑEZ CONRADO**, en calidad de **INGENIERA CIVIL** con matrícula profesional No. **071037-0729513 CES**, certifico que realicé el **ESTUDIO DE SUELOS** para el proyecto cuyo objeto es: "**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO 20 DE JULIO, EN EL MUNICIPIO DE CRAVO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.**"

Por lo anterior, manifiesto que asumo toda responsabilidad referente a los perjuicios que puedan deducirse a causa de este estudio y exonero al Municipio de Cravo Norte ante terceros de cualquier responsabilidad civil, penal o administrativa por cualquier falta u omisión del presente estudio.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional, certificado de vigencia de la misma y copia de la cédula de ciudadanía.

Se expide en el mes de Agosto de 2026.

Cordialmente,



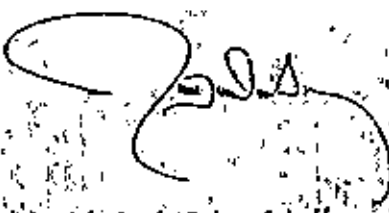
DIANA LUZ NUÑEZ CONRADO
ING. CIVIL
T.P No. 071037-0729513 CES

**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que DIANA LUZ NÚÑEZ CONRADO, identificado(a) con CÉDULA DE CIUDADANÍA 1235340224, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERÍA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 071037-0729513 CES desde el 22 de Julio de 2024, otorgado(a) mediante Resolución Nacional R2024031036.
2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**.
4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los catorce (14) días del mes de Agosto del año dos mil veinticuatro (2024).


Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estorales de selección de contratación, la falta de firma del titular no invalida el Certificado.
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Micrositio/CertificadoOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

Resolución R2024031036
del 22/07/2024



INGENIERIA CIVIL

DIANA LUZ NUÑEZ CONRADO

ID 1235340224

FUNDACION UNIVERSITARIA DEL
AREA ANDINA



MATRICULA PROFESIONAL

071037-0729513 CES

REPÚBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACIÓN PERSONAL
CÉDULA DE CIUDADANÍA

NÚMERO 1.235.340.224
NÚÑEZ CONRADO

APELLIDOS

DIANA LUZ

NOMBRES

FIRMA

Diana Luz Núñez C





INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO

07-JUL-1999

CRAVO NORTE
(ARAUCA)

LUGAR DE NACIMIENTO

1.55

B+

ESTATURA

G.S. RH

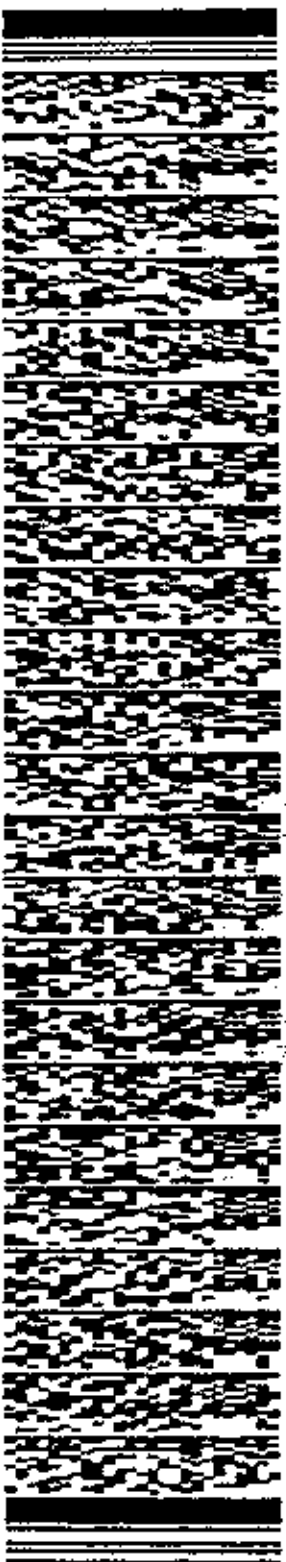
SEXO

F

19-ENE-2018 VALLEDUPAR

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICIÓN

REGISTRADOR NACIONAL
JUAN CARLOS GALINDO YÁCHA



P-1200150-00973512-F-1235340224-20180129

0059321602A 1

50285680

MINISTERIO DEL ESTADO CIVIL