# 1 ESTUDIOS BÁSICOS: TÉCNICOS

## 1.1 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA.

### 1.1.1. Diagnóstico detallado de la situación del municipio.

El contratista dentro de los productos del contrato deberá incluir un diagnóstico sobre las condiciones actuales en materia de salud pública, del estado de los recursos naturales y del bienestar social. Se debe describir las condiciones físicas, económicas y sociales del municipio y del área objeto de intervención. De igual forma, se deberá presentar un diagnóstico sobre el estado general de la prestación de los servicios públicos, en relación con la cobertura, continuidad, eficiencia y calidad.

### 1.1.2. Determinación de la población afectada

El contratista dentro de los productos del contrato deberá determinar información sobre la población directa o indirectamente afectada, así como la población objetivo o beneficiada con la ejecución del proyecto, y que será objeto de los cálculos necesarios para definir la población dentro del periodo de diseño del proyecto. Para establecer una línea base, se deberá buscar información confiable, proveniente de entidades oficiales relacionadas con el tema.

Deben recolectarse los datos demográficos de la población, en especial los censos de población del DANE y los censos disponibles de suscriptores de alcantarillado y otros servicios públicos de la localidad o localidades similares. Con base en los datos anteriores deben obtenerse los parámetros que determinen el crecimiento de la población.

### 1.1.3. Características socioculturales de la población y participación comunitaria.

El contratista deberá incluir dentro de los productos del contrato información acerca de las condiciones sociales y culturales de la población objetivo, con base en información primaria y/o secundaria. Esta información deberá contener como mínimo características específicas, tales como condiciones especiales de la población, distribución espacial, estratificación, densidad poblacional y crecimiento poblacional esperado, períodos del año en los que se presentan incrementos de la población flotante, niveles de ingreso y actividades económicas predominantes, así como el crecimiento y las tendencias de desarrollo industrial y comercial. De igual forma, deberá identificarse aspectos claves de decisión en el planteamiento del proyecto, relacionados con costumbres, creencias, arraigo al paisaje y a los recursos naturales, entre otros.

### 1.1.4. Cuantificación de la demanda y/o necesidades.

El contratista deberá establecer dentro de los productos del contrato la metodología través de la cual se establecieron las demandas actuales y futuras del sistema, lo anterior conforme con el POT, el PGIRS y/o demás herramientas de planeación municipal, con el objetivo de estimar la capacidad necesaria de las obras por construirse y las expansiones futuras que requerirá cada uno de los componentes.

Para la realización del estudio de población y demanda el Contratista deberá realizar el análisis y confrontación de toda la información disponible sobre estimativos de crecimiento poblacional y de consumos de agua en la zona de estudio ajustada al Plan de Ordenamiento Territorial. Con base en esta información se definirá un esquema de desarrollo socio económico que permita establecer la población futura con su respectiva estratificación actual y futura, así como su probable ubicación territorial espacial en cada período de análisis.

Adicionalmente se deben realizar las siguientes actividades detalladas:

Se deberá recolectar, revisar y plasmar en planos la información sobre los desarrollos urbanísticos existentes, los desarrollos urbanísticos nuevos y proyectados, los desarrollos subnormales y en general, los diferentes usos de suelos que en estas zonas se presenten y puedan presentarse conforme a lo contemplado en la normatividad municipal vigente sobre el ordenamiento físico adoptado.

Se deberá realizar una evaluación detallada de las áreas ocupadas con base en aerofotografías recientes, planos e información del IGAC y DANE, la cual deberá ser complementada y actualizada con encuestas de campo.

Se realizará la estimación de la población actual y su distribución espacial y se efectuarán proyecciones anuales y quinquenales de la población futura y su probable distribución territorial. Con esta información se deberá proyectar el número de viviendas y hogares de la zona de estudio.

### 1.1.5. Conocimiento de la infraestructura existente

#### *1.1.5.1. Recolección y análisis de información*

El Contrato deberá, por su cuenta y riesgo, recolectar y consultar la información existente sobre el servicio de alcantarillado y aquella relevante sobre las formas de saneamiento empleados en el Municipio, y que posea el Ente Territorial, el prestador de los servicios públicos, la Corporación Autónoma Regional, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – MVCT, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, las organizaciones no gubernamentales que trabajen, hagan intervención o hagan presencia en el área del proyecto, así como la información adicional disponible en otras entidades del orden local, departamental, regional y/o nacional, con el fin de que sean utilizadas como referencia para la elaboración del Proyecto.

Se deberá recoger información de estudios existentes, registros de operación y mantenimiento, reportes de construcción, registros de caudales, información sobre corrosión, información geológica, topográfica e hidrológica, etc. Una vez analizada la información, se define la inspección preliminar.

Se deberán incorporar y documentar las actividades de diagnóstico de campo que incluyan la medición de variables independientes o simultáneas (según el tipo de infraestructura a evaluar) en diferentes puntos de operación. Esta información deberá ser contrastada con la información de operación, y comparada con lo que sería su “estado inicial” para así evaluar la disminución de capacidad.

Adicionalmente, se debe documentar en un sistema de información geográfico, el estado de las redes construidas, técnicamente denominado catastro de redes.

Se deben identificar zonas críticas que pueden requerir la rehabilitación.

Además, deberá recopilar información sobre la población y condiciones y/o características étnicas de la misma (si aplica), número de viviendas, tipo de viviendas, y propiedad de los terrenos en los cuales está ubicada la población (por ejemplo si está ubicada en terrenos de propiedad de la población, en terrenos baldíos, en terrenos de propiedad colectiva, resguardos indígenas etc.), consultas previas, infraestructura de agua y saneamiento existente, calidad del agua suministrada para consumo humano y vertida por la infraestructura de saneamiento, áreas protegidas, territorios de minorías étnicas, identificación de trámites ambientales requeridos, morbilidad y mortalidad y demás aspectos relevantes asociados al abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento básico; a fin de que haga un análisis de su problemática e identifique

alternativas técnicas y económicas viables de solución, en caso de que la anterior información no exista o sea insuficiente para el Contratista, este deberá elaborarla como parte del estudio de población y demanda.

Con base en la investigación documental y de oficina junto con los datos obtenidos mediante trabajos e investigación de campo, el Contratista hará una descripción de los aspectos más importantes que caracterizan a la zona del proyecto, desde los siguientes puntos de vista:

Aspectos físicos: Localización geográfica, límites, vías de comunicación, hidrología, climatología, tipos de suelos, topografía, cartografía, geología, materiales de construcción, pavimentos, disposición urbanística, zonas de riesgo potencial, etc.

Características socioeconómicas: Población actual, estratificación, índice de NBI, población en miseria, usos del suelo, condiciones sociales, salud pública, aspectos educativos, organizaciones cívicas, nivel de ingresos, disponibilidad de recursos humanos y materiales en la región, etc.

El Contratista deberá tener en cuenta para la elaboración del Proyecto todos los estudios y diseños de proyectos municipales y regionales, que estén relacionados directa e indirectamente con los Planes de Desarrollo del municipio, Plan de Ordenamiento Territorial - POT, diseños de alcantarillados existentes, estudios de prevención de desastres y zonas de riesgos, estudios catastrales, estudios de diseños anteriores.

Además, deberá buscar y recolectar información sobre redes de otros servicios públicos que se brinden en la zona, como acueducto, energía, gas y teléfono.

El Contratista deberá conocer las normas y planes vigentes del orden Municipal, Departamental, Regional y Nacional que estén relacionados con el presente proyecto.

Obtener y revisar los planos de loteo y planos urbanísticos de las zonas de estudio, así como los de redes construidas y/o proyectadas para determinar las áreas de drenaje correspondientes y los datos técnicos respectivos.

Obtener estudios y diseños existentes en otras entidades de servicios públicos, entidades oficiales o privadas que beneficien y/o puedan afectar los diseños de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial del sitio objeto del contrato.

Obtener el diagnóstico de redes de otros servicios públicos tanto de energía, gas natural, acueducto, etc., que puedan generar interferencia con las redes de alcantarillado previstas a diseñar.

Evaluar si los sectores previstos a diseñar se ubican en zonas de amenaza o riesgo alto, medio o bajo, definidos por la autoridad ambiental o el organismo competente, asimismo se deberá evaluar si los sectores a diseñar se encuentran en zona de ronda y zonas de manejo y preservación ambiental de cuerpos de agua o zonas de reserva forestal.

El Contratista deberá evaluar en terreno si existen corredores de obra suficientes para trazar los alineamientos de las tuberías, tratando siempre de que las mismas sean llevadas por zonas de espacio público o vías públicas, de no existir la posibilidad deberá diagnosticar la cantidad de predios o servidumbres que se deben adquirir.

Además de lo anteriormente el contratista deberá realizar recopilación detallada de información asociada a:

a) Cartografía

Se obtendrá la cartografía disponible en fuentes secundarías como informes o estudios de EOT, POT o plan de desarrollo municipal del municipio correspondiente, así como las entidades territoriales locales como las secretarias municipales.

De igual manera se podrán consultar entidades como el IGAC, DANE, SIGOT, Parques Nacionales, Ministerios, IDEAM, CAR's y/o autoridades ambientales competentes y otros organismos públicos que posean información cartográfica de la zona de posible intervención y circundante, incluyendo las cuencas abastecedoras para suministro de agua y receptora de drenaje del área de posible intervención.

En la cartografía recopilada se deberá localizar e identificar como mínimo:

- La localización del proyecto, con identificación del departamento, municipio, vereda.
- Delimitar en forma aproximada el área de posible intervención
- Áreas de restricción ambiental extraídas de los EOT, POT o planes ordenamiento ambiental y territorial. Se deberá establecer si existe traslapo de las áreas de restricción con el área de posible intervención del proyecto.

b) Demográfica

Se obtendrá información demográfica disponible en fuentes secundarías como informes o estudios de EOT, POT o plan de desarrollo municipal del municipio correspondiente, así como las entidades territoriales locales como las secretarias municipales, SISBEN, DANE, entre otros de manera que se pueda establecer la población total, la directamente beneficiada, estructura de la población según grupos de edad, escolaridad, sexo. Descripción de la población y su conformación por grupos, condición social y étnica

c) Información espacial

Con base en la información disponible en fuentes secundarías como informes o estudios de EOT, POT o plan de desarrollo municipal del municipio correspondiente, así como las entidades territoriales locales como las secretarias municipales, se realizará la caracterización de:

- Los servicios públicos que se presten en la zona de posible intervención del proyecto, como: acueducto, alcantarillado, manejo de residuos sólidos, energía eléctrica y telecomunicaciones.
- Los servicios de Salud, vivienda, educación que se presten en la zona de posible intervención por el proyecto, en el municipio y en la posible área de influencia.
- Medios de transporte existentes en la zona de posible intervención y de influencia del proyecto, identificar todos los medios de transporte presentes y el estado de la infraestructura, como vías, puertos, así como de los vehículos que prestan el servicio.
- Usos de los recursos naturales y en especial del agua.
- Presencia de comunidades étnicas, con la descripción del territorio ocupado, población, actividades productivas tradicionales desarrolladas, tecnología y mercado. Organización social con el detalle de las normas colectivas y autoridades tradicionales, locales y legalmente reconocidas.

d) Catastral

Con base en la información disponible en fuentes secundarías como informes o estudios de EOT, POT o plan de desarrollo municipal del municipio correspondiente, así como las entidades territoriales locales como las secretarias municipales, se recopilará información que caracterice por lo menos los siguientes aspectos prediales básicos:

- Identificación de los predios ubicados en la zona del proyecto.
- Descripción de la situación legal de los predios identificados en la zona de posible intervención.
- Información general alfanumérica y cartográfica del tamaño de los predios.

e) Climatología. Meteorología e Hidrología

Se obtendrá información climatológica y meteorológica disponible en fuentes secundarías como informes o estudios de EOT, POT o plan de desarrollo municipal del municipio correspondiente, así como las entidades territoriales locales como las secretarias municipales.
Se debe recopilar y analizar información climática disponible de las estaciones más cercanas a la zona de posible intervención, en lo posible que permita realizar la caracterización climatológica de la zona y establecer el régimen de precipitaciones.

- Se revisará la disponibilidad de información hidrológica para la elaboración del perfil del proyecto.

f) Gestión Social

El CONTRATISTA concertará con la interventoría, el municipio, la empresa de servicios públicos y Findeter, los diferentes mecanismos de convocatoria y lugares de realización de las diferentes actividades de presentación del proyecto y/o educativas.

El CONTRATISTA diseñará como material de apoyo educativo, folletos y/o plegables, que contengan la temática que se trabajará durante la estrategia educativa, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas dadas por la Interventoría. El CONTRATISTA presentará los respectivos informes que solicite la interventoría, con sus respectivos soportes y/o evidencias.

Dada la importancia de unificar los criterios para interactuar con la comunidad y las autoridades municipales, de común acuerdo con la interventoría, el contratista preparará un plan de gestión social en el municipio y sus centros poblados que básicamente debe incluir una estrategia para interactuar con la comunidad, la estrategia educativa tanto para el manejo de la etapa de la obra como para la actual de contrato. Debe incluirse la capacitación a los operarios del Sistema necesarios.

El Plan de Gestión Social será aprobado por la interventoría.

g) Aspectos Ambientales

El contratista deberá preparar toda la documentación necesaria para que Empresas Públicas del municipio apoye a los entes prestadores de servicios públicos y/o Alcaldías Municipales y estos soliciten a la Corporación Autónoma Regional de cada uno de los municipios, los permisos, concesiones y autorizaciones requeridas por la ley para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables o para el desarrollo de actividades que afecten o puedan afectar el medio ambiente, para así cumplir con la normatividad ambiental vigente.

h) Condiciones de topografía

Se efectuará una revisión de los estudios existentes, con el objetivo de seleccionar las áreas de intervención, con el fin de que puedan sean tenidos en cuenta dentro del análisis de información que permita establecer las condiciones de los sitios físicos generales y delimitar las áreas potencialmente aptas para desarrollar del proyecto.

i) Diagnóstico del Sistema en el área de influencia del proyecto.

El diagnóstico integral deberá reconocer y contener información de la localidad sobre los usos, costumbres y tradiciones acerca de las formas de saneamiento básico de la población, existencia de infraestructura y esquemas históricos en la prestación del servicio, además deberá incluir estudios de capacidad y de disponibilidad de pago de la población.

El diagnóstico deberá consultar información secundaria relevante como estudios disponibles, Plan de Ordenamiento territorial (POT), Plan de Desarrollo Municipal, Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas (en caso que exista), Plan de Manejo de Áreas Protegidas (en caso que existan), estadísticas de morbilidad y mortalidad, información del sector de educación, resultados del SISBEN, Red Unidos, estratificación socioeconómica, y demás información relevante y disponible en el Municipio y otras entidades.

Se realizará un diagnóstico de todos y cada uno de los elementos que componen el sistema de alcantarillado en el área de influencia del proyecto. Para tal efecto se deberá realizar una identificación y descripción técnica de estos componentes, sus dimensiones, su funcionamiento, su estado, y su problemática. Todo el diagnóstico debe realizarse teniendo en cuenta los enfoques técnico, económico, financiero, institucional, social y ambiental.

El diagnóstico y la evaluación de los sistemas, aquí mencionados, y que estén asociados al área de influencia del proyecto deben propender por la identificación, cuantificación y priorización de la problemática actual, con el objeto específico de jerarquizarla en el tiempo y establecer las soluciones necesarias, pre dimensionándolas y cuantificándolas para el inmediato, corto, mediano y largo plazo, entendiendo como largo plazo el tiempo correspondiente al período de diseño del proyecto de acuerdo con la normatividad técnica vigente.

Igualmente, el diagnóstico a realizar debe considerar el efecto de la disposición de vertimientos de aguas residuales en las vías del Municipio (donde se presente) con los riesgos que ello implica en la calidad de agua y la salud de la población, de manera tal que las propuestas se armonicen con los proyectos de recuperación ambiental.

La Contrato deberá en la zona de influencia del proyecto efectuar una caracterización y evaluación del funcionamiento y capacidad de los sistemas de alcantarillado apoyándose en registros efectuados por el operador del servicio durante el último año y de ser necesario se realizarán aforos o pruebas en coordinación con el operador y con la infraestructura y equipos disponibles, identificando sus características básicas, capacidad, funcionalidad y estado físico.

Cuando existan los siguientes elementos en los sistemas, en el diagnóstico de los mismos se deberá incluir por lo menos la siguiente información:

- ELEMENTOS DE CAPTACIÓN: Nombre(s), localización, tipo (aguas residuales o pluviales), volúmenes máximos y mínimos, caracterización hidráulica, elementos constitutivos de las redes de alcantarillado.

- SISTEMAS DE VISITA E INSPECCIÓN: Tipo, localización, características, capacidad, estado físico, condiciones de funcionamiento.

- SISTEMA DE TRANSPORTE DE LAS AGUAS SERVIDAS: Localización, si es por gravedad o por bombeo, longitud, tipo y diámetro de las tuberías, capacidad de transporte para el caso de alcantarillas de cajón, estado y antigüedad. Si se trata de una impulsión, indicar las características de las estaciones de bombeo tales como: localización, número de bombas, caudal, estado físico, ubicación, potencia, tipo, configuración, niveles de operación, características de las succión-impulsión y características de accesorios principales, estado de la conexión eléctrica para las mismas u otra.

- SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: Localización, tipo, sistema de tratamiento, capacidad, estado físico, estructura de vertimiento y calidad del mismo.

Para efectos de Diagnóstico el Contratista debe presentar y determinar los parámetros de diseño de los sistemas de alcantarillado (combinado o separado). Incluye análisis de población y demanda, selección de nivel de complejidad, período y caudal de diseño para cada componente, y los demás lineamientos y parámetros de diseño establecidos en el RAS vigente; así como los criterios relacionados con la calidad de las fuentes o medio receptor de los vertimientos para el efluente de las Plantas de Tratamiento de Agua Residual.

Basado en los estudios de Plan Maestro del Sistema de Alcantarillado, y de la información investigada en la etapa preliminar, debe realizarse el diagnóstico hidráulico, calidad de los vertimientos e impactos en la fuente receptora, y en general, todos los aspectos relativos a la operación de los colectores e interceptores y sistemas de bombeo. El contratista, debe realizar una revisión de los caudales de diseño previstos en estos estudios.

Entre otros análisis, revisar el ajuste de los caudales teóricos versus los reales en materia de aguas residuales generadas por el consumo doméstico, comercial e industrial (de ser ese el caso), la presencia de caudales combinados ya sea por presencia de caudales de aguas lluvias por efecto de caudales errados del sistema pluvial o porque se definió desde el principio el manejo del sistema como combinado. Adicionalmente deberá tener en cuenta la calidad de las aguas en los alivios previstos a la fuente receptora y sus impactos sobre esta fuente aguas debajo de los vertimientos y el cumplimiento del PSMV.

#### *1.1.5.2. Análisis de los sistemas*

Esta fase considera la investigación detallada en las áreas con problemas, la realización de inspecciones que permitan determinar con precisión los tramos defectuosos y los tipos de daño.

Con el diagnóstico sobre la infraestructura, se deberán plantear acciones de rehabilitación, reposición, optimización y/o ampliación.

Para definir programas de rehabilitación de la infraestructura y equipos, se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

• El deterioro de la infraestructura y los equipos con la edad y el uso, para lo cual deberán implementarse modelos de envejecimiento de la infraestructura, con el fin de apoyar las decisiones a partir de un sistema de gestión patrimonial y gestión del riesgo.

• Las causales frecuentes de reparación, determinadas por señales tales como: quejas de los clientes, fugas y/o daños en sistemas de acueducto, problemas de infiltración- exfiltración en los sistemas de alcantarillado, fallas recurrentes en los vehículos de recolección de residuos, afloramiento y/o fugas de lixiviados en los rellenos sanitarios, alertas en los sistemas de monitoreo y seguimiento, etc.

• La toma de decisiones sobre expansión y ampliación de capacidad de los sistemas que lleven a una rehabilitación proactiva.

• La incidencia de factores externos que afecten la estrategia de rehabilitación, por ejemplo por decisiones del agente regulador, o los ministerios relacionados.

a) Comportamiento Hidráulico del Sistema de Drenaje Existente

Con la información obtenida en el Estudio Hidrológico, EL CONTRATISTA deberá realizar una evaluación del drenaje urbano: aguas lluvias, que discurren por el Municipio o centro Poblado, incluyendo la identificación y cuantificación de canales, interceptores y colectores para ser valorados dentro de los estudios de la Contrato. Para la identificación de las aguas servidas se apoyará en la información obtenida en el diagnóstico y lo establecido por la normatividad vigente.

El CONTRATISTA revisará, evaluará y presentará un análisis de los estudios y proyectos existentes, identificando, colectores, interceptores y emisarios finales construidos; describiendo e indicando en planos las cantidades, longitudes, capacidades, características hidráulicas, estructurales de los componentes del sistema y las características básicas de las corrientes, estructuras, tramos o cuerpos de agua receptores.

EL CONTRATISTA deberá identificar las zonas susceptibles de inundación y evaluar los posibles efectos sobre las diferentes estructuras del sistema que se puedan ver comprometidas por crecientes, calculando los períodos de retorno que permite el sistema, requeridos y los indicados por las normas y se deberán establecer y diseñar las medidas de protección necesarias para mitigar dichos impactos.

Los estudios y análisis para el sistema recolección y evacuación de aguas residuales y/o pluviales que deberá realizar el contratista deberán incluir:

- ✓ Descripción general del sistema actual y condiciones de operación, estado estructural del mismo y costos de operación y mantenimiento del sistema, confiabilidad y vulnerabilidad. Todo lo anterior teniendo en cuenta además los proyectos que se encuentren en ejecución en el momento del desarrollo de este contrato.

- ✓ Integralidad del drenaje urbano.

- ✓ Deberá determinar si existe plan de ordenamiento y manejo de la cuenca abastecedora, se deberá determinar la calidad del agua del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales o de los puntos de vertimiento existentes, descripción de los sistemas de recolección de las aguas servidas y caudales captados en cada estructura.

- ✓ Debe determinarse la capacidad, estado de funcionamiento y operación de cada uno de los componentes del sistema, tipos de sistema de alcantarillado existente, caudales de diseño y años de proyección, capacidad instalada de la planta de tratamiento de aguas residuales; características hidráulicas de las redes de recolección y transporte identificando las redes matrices y el índice de cobertura del servicio de alcantarillado, puntos de vertimiento de las aguas servidas y afectaciones al medio ambiente.

b) Condiciones Operacionales.

Se debe realizar el análisis y evaluación de las condiciones operativas actuales de cada uno de los componentes del sistema de recolección de aguas residuales en la zona de intervención como son: los colectores, interceptores, cámaras de inspección, aliviaderos, los bombeos, sistemas de tratamiento y estructuras de descarga a los cuerpos de agua.

Se debe definir claramente si el sistema cumple adecuadamente su función normal de operación, discriminando el funcionamiento y estado de cada uno de sus componentes.

El Contratista deberá evaluar y presentar alternativas para rehabilitar, optimizar y/o expandir la operación de la infraestructura existente, y proponer acciones realistas que permitan obtener mejoras de eficiencia y productividad en la gestión y operación de los servicios de alcantarillado, calculando el potencial de generación de ahorro interno de recursos. El Contratista deberá identificar las acciones necesarias para incrementar la eficiencia operacional, las metas factibles de lograr, los recursos necesarios para alcanzar dichas metas, y los indicadores para el control y seguimiento de su cumplimiento.

El contratista deberá brindar en el diagnóstico, las respectivas conclusiones del estado de cada componente de alcantarillado.

c) Catastro de la Red de Alcantarillado en zona de influencia del proyecto

En los sitios de desarrollo del proyecto donde exista infraestructura de alcantarillado que tenga incidencia con la ejecución de los estudios y diseños y del cual no se cuente con un catastro de redes confiable se deberá realizar un catastro de las redes de alcantarillado en aquellos tramos que se requieran.

Los sistemas de Alcantarillado (ALC) cumplen una función técnica de saneamiento ambiental, especialmente cuando existe servicio domiciliario de Agua Potable (AP). El contratista deberá identificar en caso de existir infraestructura si el sistema de alcantarillado si existe sistemas separados de Alcantarillado Sanitario (ALC-S) y Alcantarillado Pluvial (ALC-P) respectivamente; o si existe un sistema mixto.

Estos sistemas deben estar debidamente referenciados para consulta y uso operacional. Por tanto se requiere del o de los correspondientes catastros de redes de ALC que tienen como finalidad disponer de una serie de planos y fichas que permitan representar y operar adecuadamente el conjunto de obras e instalaciones existentes para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas pluviales.

Como también se debe realizar una investigación de todos los predios afectados por el proyecto, definiendo básicamente, cercas o paramentos prediales, identificando el propietario, estado de escrituras, servidumbres etc.

En los casos en que se requiera la realización del catastro de la red de ALC se debe seguir las siguientes etapas y fases:

1. <u>Elaboración del catastro de ALC</u>

   a) <u>Elaboración de los planos</u>

   - General base
   - Esquineros
   - Zonales
   - Maestro

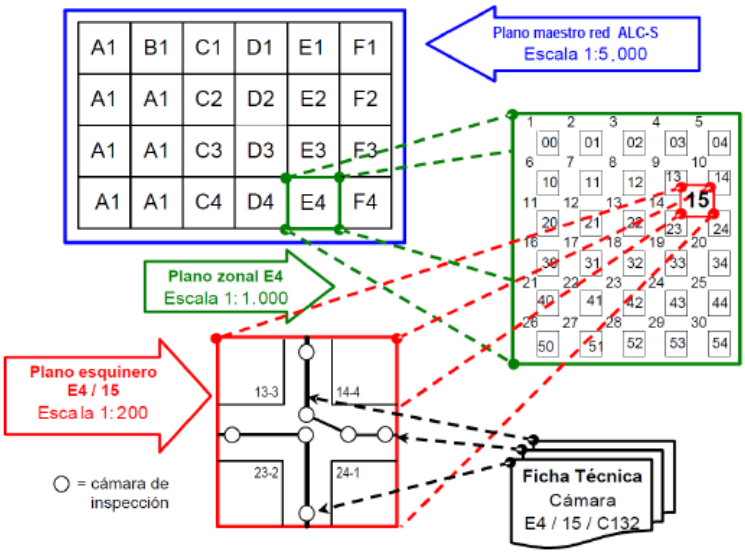
2. <u>Mantenimiento del catastro de ALC:</u>

   a) Diseño del procedimiento para actualizar planos y fichas técnicas
   b) Actualización de planos y fichas.

Para la realización del catastro ALC, se debe tener en cuenta, que las obras accesorias (estructuras) por lo

común están visibles a flor de la rasante, de manera que no es necesario realizar apiques para ubicar y medirlas (los apiques se requieren solamente para los tramos de tubería entre cruces), hay muy poca actividad de operación que hacer (aunque sí bastante de mantenimiento preventivo).

Para mayor orientación, la siguiente Figura presenta el conjunto de los planos y fichas que conforman el catastro de la red de ALC.




El catastro de ALC tendrá como base cartográfica un plano general base que debe ser un ejemplar nuevo y ejemplares nuevos de los mismos planos zonales vacíos, de manera que la división en zonas y la codificación de manzanas, cruces y esquinas será idéntica a la de la red de distribución.

Los planos a elaborar para este catastro son los zonales 1:1.000, esquineros 1:200 y uno maestro 1:5.000. Los planos deberán representar tramos de tuberías principales, secundarias y terciarias que, mediante otras estructuras (cámaras etc.), captan las aguas residuales procedentes de viviendas, de usos comerciales e industriales, y las conducen a través del área urbanizada hasta el punto donde se les hace el tratamiento.

La información de detalle que debe estar contenida en estos planos, es la siguiente:

| *Compo-nente* | *Subcomponente* | *Detalles* |
|---|---|---|
| configuración de red | | • trazado de toda la red, malla por malla |
| tramos de tuberías | | • diámetro<br>• material<br>• longitud de tramos<br>• profundidad de solera (entre rasante y "fondo" interior del tubo) al inicio y al final de tramos<br>• eventualmente profundidad de clave o corona (entre rasante y "techo" interior del tubo) al inicio y al final de tramos<br>• pendiente de tramos |
| obras accesorias (estructuras) | • cámaras de inspección | • ubicación (referencias horizontales, cota)<br>• diámetro<br>• profundidad de solera (entre rasante y "fondo" interior de la cámara) |
| | • estructuras de conexión<br>• sifones invertidos<br>• estructuras disipadoras de energía (cámaras rompe-presión)<br>• estaciones elevadoras (bombeo) | • diámetro<br>• material<br>• ubicación (referencias horizontales, cota)<br>• profundidad de solera (entre rasante y "fondo" interior de la estructura) |
| rasantes | | • cota<br>• material<br>• estado |

A continuación, se enuncia las actividades de todo el proceso de elaboración de planos y fichas para el catastro de la red de ALC

- Recopilar información primaria antecedente donde se espera encontrar información más que nada sobre las conexiones domiciliarias de ALC, planos con identificación de diámetros de los emisarios (primarios), colectores principales o matrices (secundarios), longitudes de tramos y pendientes de los tramos que conectan a las cámaras, cotas de rasante, clave y solera de llegada y salida en cada cámara.

  Al analizar la información encontrada, pueden darse tres situaciones alternativas que pueden variar entre las diferentes zonas de servicio:

- Que los datos recabados son suficientes y actualizados, de manera que se mantiene la información existente, y solo se necesita ordenar, redibujar y habilitarla para fines de creación del catastro.

- Que los planos encontrados contengan la información requerida pero desactualizada y/o incompleta, en cuyo caso se debe ponerlos al día mediante un levantamiento de verificación

- Que la búsqueda no arrojó ninguna información útil; en este caso, se deberá proceder a realizar un levantamiento inicial de la red de ALC.

- En lo siguiente se asume la necesidad de proceder a un levantamiento (de verificación o inicial).

- Preparar planos zonales "guía", basados en el plano general base y en los planos zonales vacíos.

- Preparar formatos en blanco y/o "guía" para plano esquinero y en blanco para fichas técnicas de obras accesorias. Se sugiere aplicar el mismo criterio básico de diseño que aquel para.

- Iniciar el recorrido de la red de ALC y el proceso de ubicación en campo de tuberías y estructuras, siguiendo

de principio la misma rutina que la diseñada para el levantamiento de planos esquineros de la red de distribución.

- Llenar sobre cada cruce: 1 formato de plano esquinero, tantos formatos de fichas como obras accesorias existan en el cruce.

- Para los tramos entre cruces, complementar información en la referida ficha de tuberías.

- Ordenar el material levantado en campo y cotejarlo con la información antecedente.

- Elaborar los planos esquineros definitivos y paralelamente las fichas definitivas.

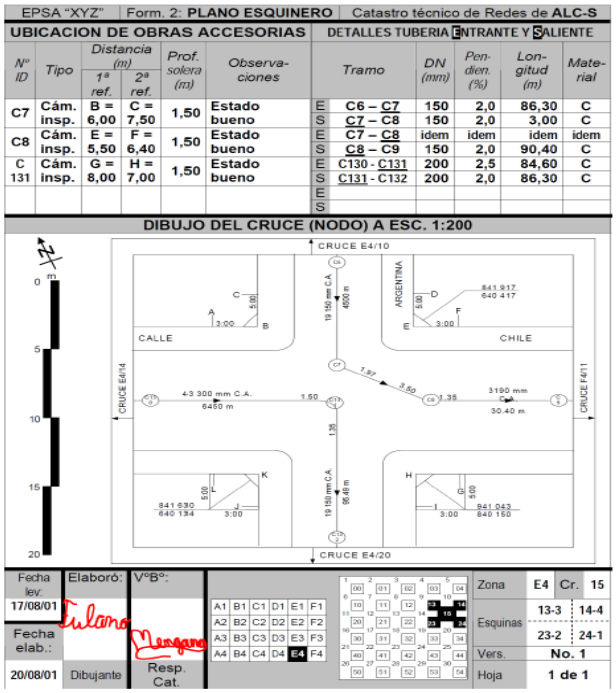
- Transferir toda la información a escala 1:1.000 y dibujar los planos zonales definitivos.

- Transferir toda la información a escala 1:5.000 y dibujar el plano maestro de la red de ALC.

- Aprobar los documentos catastrales y habilitarlos para su consulta y aplicación práctica en el correspondiente archivo y mediante copias, de forma análoga.

<u>Planos Esquineros y Zonales</u>

En la siguiente Figura se presenta un formato de plano esquinero llenado con un ejemplo que muestra tuberías de ALC-S pertenecientes a dos redes diferentes



EPSA "XYZ" | Form. 2: **PLANO ESQUINERO** | Catastro técnico de Redes de **ALC-S**

**UBICACION DE OBRAS ACCESORIAS**

| Nº ID | Tipo | Distancia (m) 1ª ref. | Distancia (m) 2ª ref. | Prof. solera (m) | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|
| C7 | Cám. insp. | B = 6,00 | C = 7,50 | 1,50 | Estado bueno |
| C8 | Cám. insp. | E = 5,50 | F = 6,40 | 1,50 | Estado bueno |
| C 131 | Cám. insp. | G = 8,00 | H = 7,00 | 1,50 | Estado bueno |

**DETALLES TUBERIA ENTRANTE Y SALIENTE**

| | Tramo | DN (mm) | Pendien. (%) | Longitud (m) | Material |
|---|---|---|---|---|---|
| E | C6 – C7 | 150 | 2,0 | 86,30 | C |
| S | C7 – C8 | 150 | 2,0 | 3,00 | C |
| E | C7 – C8 | idem | idem | idem | idem |
| S | C8 – C9 | 150 | 2,0 | 90,40 | C |
| E | C130 - C131 | 200 | 2,5 | 84,60 | C |
| S | C131 - C132 | 200 | 2,0 | 86,30 | C |
| E | | | | | |
| S | | | | | |

**DIBUJO DEL CRUCE (NODO) A ESC. 1:200**



| Fecha lev. | Elaboró: | VºBº: | Zona | E4 | Cr. | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 17/08/01 | Fulano | Mengano | Esquinas | 13-3 | 14-4 | |
| Fecha elab.: | | | | 23-2 | 24-1 | |
| 20/08/01 | Dibujante | Resp. Cat. | Vers. | No. 1 | | |
| | | | Hoja | 1 de 1 | | |

Como se observa en la parte "Detalles" de la anterior Figura, un tramo de tubería que llega a y sale de una obra accesoria (estructura), se identifica indicando las dos estructuras que conecta ese tramo. Es una convención que el orden de los dos Nº ID va de izquierda a derecha conforme con el sentido del flujo.

Para la elaboración de fichas técnicas para cámaras de ALC es conveniente contar previamente con la información de la red a nivel de planos zonales “guía”, ya que la asignación en la oficina de un código a cada cámara y la consiguiente identificación de los tramos de tubería a estudiar, facilita el posterior trabajo en campo.

Para la preparación de los planos zonales definitivos se debe tener como resultado de la inspección en terreno y de la obtención de información detallada, se dibuja y destaca sobre éstos la o las redes existentes de ALC-S.

En cuanto a la actualización de un plano esquinero de ALC, su ritmo debe ser periódico.

Para la actualización del correspondiente plano zonal vale lo mismo.

<u>Fichas Técnicas de Obras Accesorias</u>

A continuación, se presenta un formato de ficha técnica para cámara o pozo de inspección.

Cabe comentar aquí el llenado de algunos datos en la ficha de cámara:

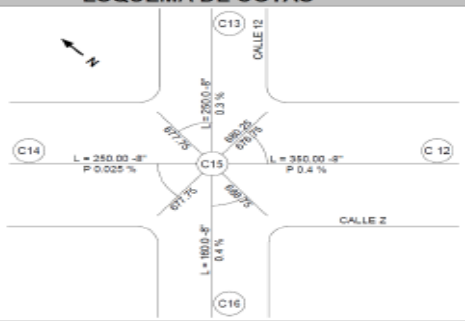
a) Se debe identificar la cámara: mediante Nº ID. Complementario dado que son pocas las localizaciones de obras accesorias en un cruce. Si la cámara se encuentra por alguna razón entre dos cruces en medio de la cuadra, para la localización de la cámara se puede señalar también la calle entre tal calle y cual calle.

| EPSA “XYZ” | Form. 4: **FICHA TECNICA DE CAMARA DE INSPECCION** | Catastro técnico de Redes de **ALC-S** |
|---|---|---|

**UBICACIÓN DE LA CAMARA**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Zona: | B3 | Esquinas: | 02-3 | 03-4 | Dibujo del cruce (nodo): ver Form. 2 |
| Cruce: | 9 | | 12-2 | 13-1 | |

**ESQUEMA DE COTAS**




**CARACTERISTICAS DE LA CAMARA**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº ID: | C15 | Material: | C | Cota rasante (m): | 680,25 | Pavimento rasante: | Asfalto |
| DN (m): | 2,00 | Modelo: | Estándar | Prof. solera (m): | 3,50 | | |
| Fecha ... | de construcción: | 1987 | | de levantamto. catas.: | 18/08/01 | de baja: | |
| Observaciones: | | | | | | | |

**CARACTERISTICAS DE TUBERIA ENTRANTE Y SALIENTE**

| | *Tramo* | *DN* | *Material* | *Long. (m)* | *Prof .sol. (m)* | *Estado al levantamiento catastral* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| E | C14 – C15 | 200 | C | 250,00 | 2,50 | Solera rota, posiblemente por ácidos |
| E | C13 – C15 | 200 | C | 250,00 | 2,50 | |
| E | C16 – C15 | 200 | C | 350,00 | 1,50 | |
| E | | | | | | |
| S | C15 – C12 | 200 | C | 160,00 | 3,50 | Solera rota, posiblemente por ácidos |

| Fecha lev.: | Fecha elab.: | Versión: | Hoja: | Elaboró: | VºBº: |
|---|---|---|---|---|---|
| 18/08/01 | 21/08/01 | No. 1 | 1 de 1 | Fulano | Mengano |

**INTERVENCIONES DE CONTROL, OPERACION Y MANTENIMIENTO**

| *Fecha* | *Fun-ciona* | *Deficiencias halladas* | *Trabajo realizado* | *Observaciones (necesidad de repara-* | *Firma* |
|---|---|---|---|---|---|

b) La información sobre el modelo de la cámara es opcional. Depende de si la empresa maneja un o varios diseños tipo de cámaras. Sobre todo si la empresa emplea cámaras prefabricadas adquiridas en el mercado, dará sentido llenar este casillero.

c) Diámetros:

- Se indica en m el diámetro interior máximo del cuerpo de la cámara (o sea no el de su campana).
- Los DN de los tramos de tubería analizados se los anota ó en mm ó en pulgadas; p.ej. 200 mm ó 8".

d) Cota rasante: Se indica el nivel (cota absoluta o relativa) en m que corresponde a la tapa de la cámara, debidamente referenciado al BM (placa o elemento físico con cota definida) del IGAC. El nivel de la tapa, puesta en su lugar sobre la cámara, debería ser idéntico al nivel de la rasante de la vía. Sin embargo, puede haber casos donde la rasante es superior (p.ej. asfalto) o inferior (p.ej. tierra) al nivel de la tapa. Como es función de un catastro técnico registrar también las anormalidades que pueden significar un riesgo para las redes, conviene que se destaque tal desnivel en las "Observaciones" en la parte "Características de la Cámara".

e) Profundidades de solera:

- La profundidad de la solera de la cámara se determina como la diferencia en m entre la cota de la tapa puesta y aquella de la solera. Esa profundidad será igual o mayor a la de las tuberías entrantes, e igual a la de la tubería saliente.

- En el esquema de cotas se indica el nivel (cota absoluta o relativa en m) con el cual llega a respectivamente sale una tubería de la cámara. La correspondiente profundidad en m se indica en la col. "Profundidad solera" y resulta de la resta entre la cota de la tapa de la cámara y la cota de la solera del tubo.

f) Para facilitar la visión de conjunto, es recomendable anotar la pendiente en % de las tuberías entrantes y salientes en el esquema de cotas, no en la parte "Características de tubería".

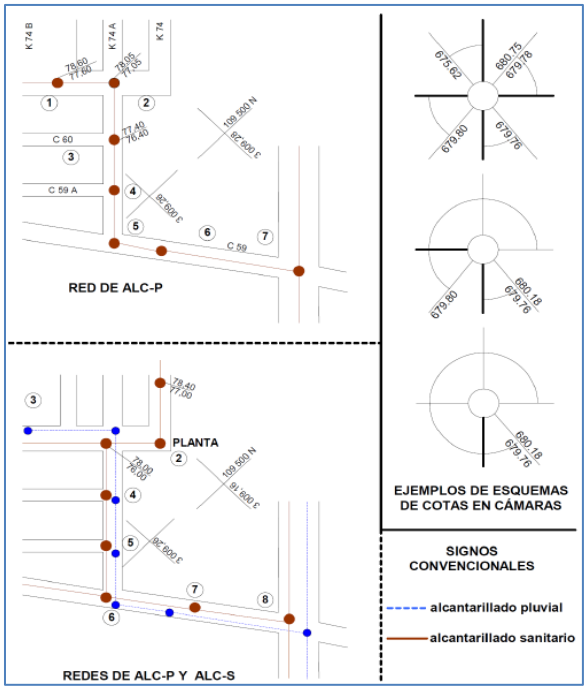
g) Se registra el material de fabricación tanto para las tuberías como para la cámara misma, p.ej. ladrillo o arcilla cocida, PVC, concreto (C) etc.

h) En las dos partes "Características" del formulario hay espacios reservados para hacer "Observaciones" en cuanto al "Estado" físico y de funcionamiento de la cámara respectivamente de las tuberías en el momento del levantamiento, p.ej: bueno, regular, malo. Además, se destacará cualquier otra información importante.

i) La fecha de baja de la cámara es un dato relativo y opcional. Es probable que una cámara, una vez construida y entrada en operación, posiblemente nunca sea demolida o retirada ni reemplazada por otra, sino más bien reparada en reiteradas ocasiones. El espacio para la fecha de baja puede ser más útil en una ficha de otro tipo de obra accesoria.

j) El formato presentado culmina con la parte operativa titulada "Intervenciones de control, operación y mantenimiento"; la primera de las intervenciones a documentar es el mismo levantamiento catastral.

En la siguiente Figura se explica con más detalle cómo se indican las cotas de una cámara de inspección con ayuda del esquema de cotas, en tres diferentes casos de configuración de cámara, que aparecen a la derecha como tres círculos con varios ejes, para significar que en una cámara pueden existir varios ingresos de tuberías por todos lados y una sola salida:




- Los ejes principales a 0, 90, 180 y 270º representan las tuberías entrantes y salientes
- Los ejes intermedios a 45, 135, 225 y 315º indican las cotas de aquel tubo que se encuentre primero al girarse en el sentido de las agujas del reloj.

Así p.ej., en el esquema de cotas de más arriba, eje 45º se observa la fracción “680,75 / 679,78”, donde el numerador expresa la cota de la rasante o tapa de la cámara (= 680,75 m), y el denominador la cota de la solera (= 679,78 m) del tubo que se encuentra en el eje 90º. Esta convención de anotación, la forma fraccionaria, es la más cómoda y común.

Ese mismo esquema muestra un total de 4 tuberías con cotas de solera 679,78 m (eje 90º), 679,76 m (eje 180º), 679,80 m (eje 270º) y 675,62 m (eje 0º). Por las cotas determinamos cuál es la salida de la cámara: es la tubería sobre el eje 0º cuya cota es 675,62 m, inferior a las otras que por tanto son entradas.

El esquema del medio muestra una cámara con una entrada y una salida, y el esquema de abajo representa una cámara de arranque que tiene salida solamente.

La Figura muestra además en la izquierda cómo de principio se verían las indicaciones de cotas en un dibujo de planta en un plano (en este ejemplo incluso con ambas redes ALC-S y ALC-P).

Las fichas técnicas de obras accesorias de la red de ALC está supeditada al inventario de las obras accesorias y de sus tuberías conectadas, por lo cual las fichas requieren de actualización periódica; en cada campaña de actualización periódica se revisará y actualizará solo aquellas fichas que ameriten actualización.

<u>El Plano Maestro</u>

Para la red de ALC se deberá disponer de un plano maestro propio, también a escala 1:5.000, por el motivo de que se necesita la visión de conjunto de toda la red. En esta función, el plano es un instrumento de referencia y ubicación dentro del perímetro del área de servicio y la base de relación con y entre los planos zonales y de éstos con las fichas de obras accesorias. Cabe hacer notar que debido a la relativamente baja frecuencia de operaciones en una red de ALC.

El plano maestro puede servir para anotar de forma preliminar y a pulso los cambios importantes en la situación del ALC, en el momento que ocurran. De ahí, esa información será trasladada a los planos zonales y esquineros, en ocasión de la actualización anual de este catastro.

Requerimientos de Personal, Equipos y Materiales

- **Planos Base**

Suministrado por la empresa o alguna dependencia del municipio (Oficina de Planeación, Instituto de Desarrollo Urbano). Debe contener el área urbana actual del municipio, preferiblemente en hojas de tamaño 1,00 x 0,70 m. Si el plano no está actualizado, se debe proceder a ponerlo al día. En caso de no contar con información en la entidad prestadora o en el municipio, se puede recurrir y solicitar un plano al IGAC.

Si no se obtienen resultados positivos en ninguna de las fuentes anteriores, el contratista deberá proceder a realizar un levantamiento propio del plano del municipio. Es conveniente adelantar un trabajo que incluya el levantamiento topográfico urbanístico con curvas de nivel.

- **Comisión de Topografía**

Equipos de georreferenciación con GPS, con comisiones conformadas cada una un técnico y ayudantes.

El interventor y/o supervisor del contrato definirá los aspectos más sobresalientes, tales como clase de instrumentos, grado de precisión, sistema empleado, chequeos, errores lineales, angulares y de nivelación.

Igualmente, las diferencias planimétricas y altimétricas y los amarres con B.M. o puntos conocidos. Todo de acuerdo con las normas RAS 2017 y al tipo de detalle de cada sistema e información que se requiera para realizar las verificaciones hidráulicas, estructurales, geotécnicas, geológicas y demás que permitan definir el estado actual, capacidad y demás información que se requiera para realizar el catastro de redes.

Los datos tanto de distancia como de la cota, se obtendrán utilizando equipos electrónicos de alta precisión, contra nivelando con el fin de definir la exactitud del trabajo realizado. En todas las estacas de cambio de dirección del terreno, lo mismo que en los deltas, se tomará topografía quince metros a lado a lado con el fin de obtener información de treinta metros de ancho a lo largo de la línea, determinando las cotas cerradas de un (1) metro.

Los apiques están directamente relacionados con la longitud de tubería. Las comisiones estarán conformadas un técnico y ayudantes según los requerimientos técnicos para el cumplimiento de la actividad, dotados con la herramienta menor y el equipo para la georreferenciación. Este ítem incluye equipo de perforación para rotura, excavación, lleno, compactación y reposición de pavimentos para los apiques, que se realizaran de acuerdos a las condiciones técnicas presentadas en el proyecto y en los lugares que se determinen por el interventor

- **Equipo de Detección de Tuberías**

Para este equipo se debe contar con un sistema de localización de tuberías y cables enterrados con el fin de que los campos electromagnéticos emitidos por dichos conductos subterráneos puedan ser detectados o rastreados desde la superficie. El procedimiento permite marcar la superficie terrestre directamente encima del conducto, para evitar su destrucción durante actividades de excavación. O bien, para cavar en forma segura y dejar expuesto el conducto que necesite reparación o recambio. Se debe contar con una comisión que permita operar los equipos requeridos para la localización de las tuberías y cables.

- **Cámara de Inspección de Tuberías**

Con el propósito de establecer el estado real de las tuberías de alcantarillado, el contratista deberá tener un equipo de inspección con cámara y circuito cerrado de televisión a color, entregando un diagnóstico en formato digital.

Para el desarrollo de esta actividad se requiere un equipo de televisación con la participación de una comisión conformada para recolectar la información georreferenciada requerida.

- **Detector de Metales**

En aquellos casos en que sea necesarios ubicar accesorios metálicos como tapas de acceso a pozos de inspección, que no se encuentren a nivel de la rasante de la vía, se considera procedente y adecuada la utilización de un detector de metales como instrumento de apoyo adicionalmente debe contar con una comisión conformada por un técnico y un ayudante

Elaboración del Catastro de Usuarios Georreferenciado

El contrato deberá elaborar el catastro de usuarios georreferenciada, teniendo en cuenta las guías publicadas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2000).

La georreferenciación es una descripción numérica de un lugar que puede ser ubicado en un mapa, es decir, mapeado. Los principios de la georreferenciación con la precisión, la eficiencia, confiabilidad, accesibilidad, transparencia, oportunidad, y pertinencia. Estos principios, permitirán obtener con calidad el metadato y la metodología empleada para obtener la georreferencia de una localidad, con exactitud, coherencia y facilidad de acceso a la información georreferenciada por los usuarios. Así mismo, permitirá obtener procedimientos sencillos para la obtención, análisis y presentación de informes y actualización.

La elaboración de un catastro de usuarios georreferenciado, permitirá crear o actualizar base de datos de usuarios de alcantarillado, para registrar el 100% de éstos, tanto activos, factibles y potenciales, así mismo, localizará físicamente cada predio con sus respectivas conexiones, identificará actividad económica para caracterizar los servicios.

Actualización del Catastro de Suscriptores.

El contrato deberá actualizar el catastro de suscriptores, teniendo en cuenta las guías publicadas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2000).

La elaboración o actualización de un catastro de suscriptores, le permitirá crear o actualizar base de datos de usuarios de alcantarillado, para registrar el 100% de éstos, tanto activos, factibles y potenciales, así mismo, localizará físicamente cada predio con sus respectivas conexiones, identificará actividad económica para caracterizar los servicios. Registrará además el 100% de la información técnica de las conexiones domiciliarias, conocer la disponibilidad y estado de los micro medidores y cajas de registro.

**NOTA: La comisión de topografía, equipos de detección de tuberías, cámaras de inspección de tuberías y detector de metales involucran los costos y gastos tanto el equipo como el personal.**

**PRODUCTOS MÍNIMOS CATASTRO DE LA RED DE ALCANTARILLADO EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

Como **PRODUCTOS** del trabajo debe resultar el archivo del catastro de redes que incluirá todos los documentos descritos anteriormente, a saber:

- Original y dos copias de plano general base actualizado a escala 1:5.000
- Original y dos copias de planos zonales 1:1.000
- Original y dos copias de juego de planos esquineros 1:200
- Original y dos copias de juego de fichas técnicas
- Original y dos copias de plano maestro de la red de ALC-S.

El Contratista deberá entregar a la empresa beneficiaria de esta contratación un informe detallado que incluya los siguientes componentes, entre otros:

- Entregar planos planta perfil georreferenciados de las redes existentes y características principales con la identificación de longitudes, diámetros, materiales y demás estructuras hidráulicas del sistema., de acuerdo con las fichas catastrales de cada uno de los elementos y a las características establecidas en el RAS o manuales de diseño.

- Relacionar la información planimetría y altimétrica basada en la base cartográfica y topográfica, y georreferenciada al sistema IGAC vigente o mediante referenciación por sistemas de posicionamiento global con precisión submétrica, con coordenadas certificadas por el IGAC.

- Entregar el plano urbanístico georreferenciado del municipio que contenga malla vial, ríos, quebradas, manzaneo, nomenclatura urbana oficial y sitios principales por donde se hace el catastro del o los elementos del sistema.

- Informe topográfico en el cual se describan todos los trabajos realizados, se entreguen carteras topográficas, impresas y magnéticas, cuadro de cálculo de coordenadas y cierres, descripción de poligonales. Las carteras topográficas o información topográfica se deberán diligenciar según las especificaciones que dará la Interventoría. Certificado de coordenadas del IGAC.

- El Informe de Catastro del Sistema de Alcantarillado debe incluir las fichas técnicas, registro y fotográficos de cada uno de los componentes, certificaciones IGAC de las coordenadas así como los esquemas de materialización de los puntos y demás registros y documentos.

Toda la información deberá ser entregada en planos original, tamaño 100 x 70 dos copias en papel bond tamaño 100 x 70 y una cartilla en papel bond tamaño cuarto de pliego y en medio magnético, debidamente suscrita por los profesionales que la elaboraron.

Valoración de activos: La valoración de activos se realizará de acuerdo a los términos de la resolución de CRA 287 de 2004 o la norma vigente a la fecha de ejecución del contrato que regule la valoración de activos para empresas de servicios públicos domiciliarios, el equipo de trabajo requerido para esta valoración debe estar conformado por un economista, un ingeniero sanitario, un ingeniero civil, un asesor jurídico y dos auxiliares de ingeniería y dos auxiliares de contabilidad.

Definición del marco regulatorio sobre el cual se realiza el avalúo, decisión que debe ser previamente concertada con el interventor y/o supervisor del contrato.

La valoración debe considerar como mínimo los siguientes conceptos:

· Naturaleza de los activos valuados
· Bases de la valoración, incluyendo tipo y definición del valor
· Fecha de la valoración
· Identificación de los activos y su localización geográfica y fecha y alcance de la inspección.

· Fechas de las inspecciones
· Marco regulatorio aplicado (Metodología de valoración)
· Supuestos especiales y/o limitaciones
· Vidas útiles remanentes de los activos y de ser significativo el valor residual del bien.
· Nombre del evaluador y sus calificaciones profesionales

**Titulación e información jurídica:**

· Nombre del Propietario del inmueble
· Título de adquisición
. Calidad en que lo tiene la empresa de servicios públicos domiciliarios.

**Observaciones y recomendaciones:**

Se especificarán los aspectos analizados y consideraciones para la determinación de su valoración.
Una vez finalizadas todas las actividades de los avalúos correspondientes, los productos a entregar son los siguientes:

### 1.1.6. Análisis de Información.

Una vez que el Contratista haya obtenido la información en su totalidad, la deberá clasificar, organizar y elaborará un documento resumen de tal manera que permita su consulta de forma sencilla y ágil.

La disponibilidad oportuna de la información se garantizará a través de un adecuado inventario, de listados, de registros, de archivos y formatos definidos con base en la aplicación de las mejores prácticas sobre gestión documental. Las decisiones adoptadas con respecto al manejo de la información serán normalizadas y manejadas por diversos medios, según sea su naturaleza.

Se deberá hacer un análisis detallado de toda esta información con el propósito de verificarla con respecto a la realidad actual. Por ejemplo, se verificarán las proyecciones de población que se ejecutaron en el pasado para cotejarlas con la población de hoy. De igual forma se procederá con información sobre densificaciones, estratificación socioeconómica, usos del suelo, tendencias, consumos, etc.

Se analizará la compatibilidad y la pertinencia del Plan de Desarrollo del Municipio, del POT, así como de estudios anteriores de sistema de alcantarillado, riesgo ambiental, llanuras de inundación y, en general, todos los estudios municipales, regionales y nacionales relacionados.

Se deberá hacer una evaluación del perímetro urbano y sanitario con el fin de determinar el área que deberá cubrir el proyecto (considerando también los sectores rurales conurbados, si es el caso); se identificarán zonas que son aptas para desarrollos urbanísticos en razón de su topografía, la calidad de los suelos, la posibilidad de recibir servicios públicos, la continuidad de la malla urbana, tendencias de crecimiento urbano espontáneas y dirigidas.

De otro lado, se deberá validar, en el campo, la información contenida en los planos del sistema de alcantarillado, sobre los diseños elaborados anteriormente para identificar y cuantificar hasta qué punto se han construido los proyectos que han sido diseñados.

Otro aspecto importante es la cartografía que se utilizará como base para la formulación y desarrollo del Proyecto; con base en ella se definirá muy claramente el alcance de los levantamientos topográficos que se deban realizar, la metodología y tecnología que se vaya a utilizar; todo con la debida justificación que deberá estar respaldada en el análisis de la información.

Toda la información existente se recopilará y analizará con el propósito de evaluar su pertinencia y posibilidad de utilización.

## 1.2. ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

### 1.2.1. Condiciones generales.

Las alternativas planteadas por el contratista deberán ser articuladas con el plan o esquema de ordenamiento territorial y con los planes ambientales y sectoriales tales como: Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (Pomca), Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) con el fin de establecer las implicaciones que el sistema, o cualquiera de los componentes del proyecto, tendría dentro del desarrollo urbano o la cuenca y para que su ejecución apunte a metas municipales y regionales del sector.

Se deberá evaluar la información disponible y adoptar un plan de acción del respectivo sector, que permita en un horizonte de mediano plazo garantizar la efectividad en la toma y procesamiento de la información básica y la implantación de la red apropiada de mediciones para asegurar su continuidad en el tiempo.

### 1.2.2. Reconocimientos de campo, investigación predial.

El diseñador realizará los reconocimientos detallados de campo que le permitan visualizar en forma directa y sin lugar a equívocos la situación de la zona, las posibilidades reales de manejo de las soluciones a los problemas formulados, las necesidades de adquisición de predios, los requerimientos de estudios especiales así como la definición y alcance de los trabajos topográficos a realizar para el desarrollo del proyecto.

### 1.2.3. Características *de las fuentes receptoras*.

Para llevar a cabo el procedimiento de diseño de nuevos sistemas de alcantarillado o de expansiones de sistemas existentes, el diseñador debe conocer el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) del municipio, para ser considerado dentro del objeto del proyecto de diseño. Adicionalmente, el diseño puede tener en cuenta, en caso de que existan, modelos y resultados de simulaciones sobre la calidad del agua en cuerpos receptores.

Deben identificarse las fuentes receptoras de los vertimientos de agua residual, teniendo en cuenta los objetivos de calidad de cada una de ellas, de conformidad con lo dispuesto en los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) aprobados por la autoridad ambiental. De igual manera, se deberán establecer los respectivos balances estableciendo la forma en la cual el proyecto puede afectarlas.

Como complemento, se debe tener en cuenta lo establecido en el Documento CONPES 3177 de 2002, la Resolución 1443 de diciembre de 2004 y el Decreto 3100 de 2003.

En caso de que el diseño de un proyecto de alcantarillado pueda afectar la infraestructura existente en los ríos, quebradas u otros cuerpos de agua, se debe hacer una evaluación acorde con las directrices que establezca la Autoridad Ambiental competente, sobre el posible impacto que los nuevos caudales puedan tener sobre dicha infraestructura y establecer las medidas preventivas para evitar su socavación o daño.

El Contratista deberá incluir la caracterización de las aguas residuales involucradas en el proyecto (vertimientos existentes), cuyos análisis físicos, químicos y bacteriológicos deberán hacerse de acuerdo a los parámetros establecidos en el RAS vigente y la normatividad vigente.

El laboratorio donde se analizarán las muestras deberá estar certificado por el IDEAM, para lo cual deben anexar los respectivos soportes.

Se deberá efectuar el cálculo de carga contaminante de origen doméstico, comercial e industrial aportada por la población total del área urbana y rural. Para ello se deben hacer estimativos de la carga unitaria con base en las jornadas de mediciones de caudales y concentraciones de sustancias contaminantes.

Los resultados obtenidos en la caracterización de las aguas residuales serán comparados con la tabla E.2.6 del RAS vigente. Igualmente se deberá efectuar el cálculo de los caudales de diseño de las diferentes estructuras requeridas en base a lo estipulado en el RAS vigente.

Así mismo, el contratista deberá analizar los datos históricos y reportes de calidad de las aguas de las fuentes receptoras en caso de requerirse, así como desarrollar las investigaciones, cálculos, modelaciones y escenarios técnicos pertinentes con base en la información oficial disponible en las entidades territoriales, autoridades ambientales, de salud y las personas prestadoras, así como en las respectivas herramientas de planeación sectorial y en concordancia con la normatividad ambiental expedida sobre el tema.

El Contratista debe realizar un reconocimiento del entorno en el que se desarrollará el proyecto. Deberá identificar y caracterizar los componentes ambientales, bióticos, abióticos y sociales que se verán afectados por la realización de las obras y su posterior operación. En la siguiente tabla se relacionan algunos de estos componentes.

| Sistema | Componente |
|---|---|
| Biótico | Flora |
| | Fauna |
| Abiótico | Agua |
| | Aire |
| | Suelo |
| | Paisaje |
| Social | Actividades Económicas |
| | Espacio Público |
| | Patrimonio Cultural |
| | Patrimonio Arqueológico |
| | Componente Demográfico |

De acuerdo con lo anterior, se debe revisar, por ejemplo, la información existente sobre la calidad de las fuentes hídricas, calidad del aire, estado de la flora y la fauna, usos del suelo, características de las comunidades vecinas y demás, dependiendo de las interacciones que las actividades tengan con el ambiente.

Para el diseño de sistemas de alcantarillado el diseñador deberá tener en cuenta el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, del lugar donde se ejecute el proyecto. Se define éste, como " el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua". Lo anterior de acuerdo con la normatividad vigente del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio.

### 1.2.4. Instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos

En el diseño de los sistemas de alcantarillado, se debe tener en cuenta lo establecido en los instrumentos de planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos. Estos instrumentos son:

1. Planes Estratégicos, en las Áreas Hidrográficas o Macrocuencas.
2. Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico, en las Zonas Hidrográficas.
3. Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, en Subzonas Hidrográficas o su nivel subsiguiente.
4. Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas, en las cuencas de nivel inferior al del nivel subsiguiente de la Subzona Hidrográfica.
5. Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos.

### 1.2.5. Geología, geomorfología, suelos y geotecnia.

Todas las obras de infraestructura requieren de un diseño geotécnico que asegure su estabilidad y funcionalidad, así como la no afectación de las construcciones vecinas e infraestructura existente. El diseño geotécnico deberá fundamentarse en los estudios e investigación de suelos antes descritos.

Dentro de los estudios de geotecnia, debe exigirse lo correspondiente al establecimiento de taludes, manejo de aguas, entibados, tablaestacados, identificación de zonas de falla y recomendaciones geotécnicas. Así mismo, debe estudiarse la posibilidad de incorporar medidas sobre cantidades máximas de excavación en función de los diámetros de las tuberías y los taludes.

**Objeto**

Definir los requisitos para la presentación de los informes correspondientes a estudios geotécnicos para el diseño de ALCANTARILLADOS a contratar por FINDETER o sujetas a su aprobación.

**Alcance**

En este documento se incluyen los criterios y aspectos mínimos a considerar en los estudios geotécnicos para estructuras hidráulicas, obras puntuales, especiales, redes de alcantarillado y canales.

**Definiciones**

**APIQUE**

Excavación que se realiza generalmente con herramientas manuales (de manera ocasional con equipo mecánico como retroexcavadora), de sección variable, alrededor de un metro y medio de lado suficiente para que el personal pueda trabajar tanto en la excavación en sí como en la toma de muestras y realización de ensayos de campo. Su profundidad depende del propósito y necesidades o de las condiciones del suelo que se encuentre en el sitio.

Los apiques dependiendo de la profundidad y del tipo de suelo a excavar podrán o no tener entibado. En general para apiques mayores a 2.5 m se deberá usar un tipo de soporte temporal.

**ESTRATIGRAFÍA**

Es la representación de la secuencia en la que se encuentran los diferentes estratos o capas del subsuelo, con sus propiedades físicas y mecánicas y eventualmente químicas (SPT, Compresión Inconfinada, etc.).

**EXPLORACIÓN DE TIPO DIRECTO**

Aquélla en la que se tiene acceso propiamente al subsuelo y de la cual es factible la extracción de muestras. Puede ser apique, trinchera o perforación (manual o mecánica).

**EXPLORACIONES INDIRECTAS. GEOFISICA.**

Estudios en donde se emplean técnicas de exploración indirecta, mediante las cuales se generan ondas o corrientes eléctricas, cuya velocidad propagación o intensidad es medida con equipos sensores, que al trasmitirse a través de las diferentes capas de suelos, determinan las propiedades físicas y elásticas de este. Existe una variedad de estudios geofísicos aplicables a la exploración superficial de las capas del subsuelo; las más empeladas son la refracción sísmica y resistividad eléctrica.

**MUESTRAS DE SUELOS.**

Corresponden a porciones de suelos tomadas a partir de exploraciones directas del subsuelo (perforaciones, apiques, trincheras, etc.,), de un tramo específico y determinado, al cual se le realizan ensayos de laboratorio para la identificación y caracterización de sus propiedades química, físicas, mecánicas y eventualmente bacteriológicas. Las muestras pueden clasificarse como alteradas y no alteradas. Las primeras corresponden a aquellas que, durante el proceso de toma, han sufrido alteración o perturbación en sus distintos parámetros, disgregando las partículas que lo conforman; por el contrario, las muestras no alteradas, son tomadas mediante el empleo de moldes que conservan sus propiedades sin sufrir alteraciones sustanciales en el proceso de recolección.

**NIVEL FREÁTICO**

Profundidad a la cual se encuentra agua en el subsuelo. Pueden encontrarse varios niveles dependiendo de la permeabilidad y la secuencia de los estratos.

**OBRAS ESPECIALES**

Obras de envergadura como túneles, embalses, presas, almenaras, ataguías, estaciones de bombeo, anclajes y soportes para los que se especifican control de deformaciones, excavaciones profundas, procesos constructivos especiales, condiciones de trabajo no convencionales, etc.

**OBRAS PUNTUALES**

Obras tipo edificación como, casas, edificios, sedes, etc., contempladas en la “NSR-10 Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente” vigente a la fecha.

**PERFIL DE SUELOS**

Representación gráfica y descriptiva de la información resultante de la exploración del subsuelo. Se consignan la descripción y el espesor de cada estrato detectado, niveles freáticos, los resultados de los ensayos de campo y laboratorio y demás elementos relevantes. Los estratos se describen con base en su material, color, olor, humedad, plasticidad, consistencia, contenido de minerales y su grado de alteración, vegetación, etc.

**PERFORACIÓN**

Hueco exploratorio en el subsuelo, de sección circular, de diámetro variable, que puede ser hecho con herramientas manuales o herramientas accionadas mecánicamente. Estas últimas pueden ser a percusión (material cohesivo) o a rotación (suelos granulares, macizos rocosos).

**PERFORACIÓN CON BARRENO MANUAL**

Método de perforación realizado con herramienta manual por lo cual le son inherentes limitaciones en cuanto a dureza del material perforado y/o profundidad alcanzada. Solo obtiene muestras alteradas.

**PERFORACIÓN CON PERCUSIÓN Y LAVADO**

Método de exploración directa del subsuelo, que se realiza con equipo mecánico mediante el lavado con inyección de agua en conjunto con percusión. (Se puede obtener el SPT). Se usa usualmente en arenas.

**PERFORACIÓN CON TALADRO**

Método de exploración directa del subsuelo, que se realiza con equipo mecánico mediante rotación con elementos tales como brocas y triconos o piñas; adicionalmente se puede aplicar el sistema de percusión y percusión y lavado. Se usa usualmente en gravas gruesas, cantos o roca. Se pueden obtener muestras no alteradas de macizos rocosos, mediante la recuperación de núcleos.

**RELLENOS ANTRÓPICOS**

Materiales térreos, pétreos o artificiales, depositados o acumulados por acción humana, que presentan diferentes combinaciones de fracción fina — fracción gruesa. También pueden presentar desechos de construcción, de material orgánico, o de limos orgánicos. Estos pueden ser o no dispuestos técnicamente.

**SONDEO Y PERFORACIÓN**

Exploración de campo directa (penetración estándar, penetración con cono, corte torsional con veleta, etc.) o indirecta (sondeos geoeléctricos o refracción sísmica), realizada para establecer algunas propiedades del subsuelo por medio de medición de la resistencia del subsuelo a la acción de la sonda (penetración, torsión, propagación de corriente eléctrica, ondas sísmicas, etc.).

Las perforaciones para exploración geotécnica se pueden llevar a cabo manualmente (barrenos) o mecánicamente (a percusión y lavado o rotación).

**SPT**

Ensayo de Penetración estándar

**SUELOS MIXTOS**

Combinación de suelos transportados de diversos orígenes.

**TRAMO**

Para redes de alcantarillado se define como el sector comprendido entre dos estructuras de conexión. En todos los casos, un tramo no puede ser mayor de 150 m.

**TRINCHERA**

Excavación superficial (< 3m) y alargada con ancho menor a 1 m, llevada a cabo en la exploración del subsuelo con el fin de conocer en detalle las capas más superficiales en sitios de afloramientos rocosos, en taludes, en cañadas, escarpes, cortes realizados en vías o en zonas donde se presentan grietas o discontinuidades geológicas (fallas). Este tipo de exploración complementa los estudios superficiales de campo y tiene como propósito identificar el perfil de suelos y la caracterización de estos, mediante toma de muestras alteradas e inalteradas por remoldeo.

Las trincheras podrán tener un sistema de soporte temporal, especialmente en zonas de suelos blandos, rellenos o arenas sueltas, así como en áreas con alto grado de saturación de suelos o con presencia de aguas de escorrentía importantes que amenacen la estabilidad de los taludes de estas.

**USCS**

Sigla (en inglés) del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

**REFERENCIAS NORMATIVAS**

Para las siguientes referencias normativas aplica su versión vigente o reglamentación que las modifique, sustituya o adicione.

**AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS**

- Standard test method for bearing capacity of soil for static load and spread footings. Philadelphia: ASTM. (ASTM D 1194)

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO (Actual Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

- Resolución 1096 de 2000: Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -(RAS-2000). - Resolución 1096 de 2000: Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -(RAS-2000). Título G.

**ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA.**

- Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente. Bogotá: AIS, 2010. (NSR-10).

INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA (INGEOMINAS) – DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE (DAGMA).

- Estudio de Microzonificación Sísmica de Ibagué, Santa Marta, Manizales.

**INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.**

- Método de ensayo para la determinación del límite líquido, del límite plástico y del índice de plasticidad de los suelos cohesivos. Bogotá: ICONTEC. (NTC 4630)
- Suelos. Ensayo para determinar el contenido de humedad. Bogotá: ICONTEC. (NTC 1495)
- Suelos. Determinación de la resistencia a la compresión triaxial no consolidada no drenada en suelos cohesivos. Bogotá: ICONTEC. (NTC 2041)

- Suelos. Método de ensayo para determinar el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas y drenadas. Bogotá: ICONTEC. (NTC 1917)
- Suelos. Ensayo para determinar la granulometría por tamizado. Bogotá: ICONTEC. (NTC 1522)
- Suelos. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión inconfinada de suelos cohesivos. Bogotá: ICONTEC. (NTC 1527)
- Suelos. Método de ensayo para determinar las propiedades de consolidación unidimensional de los suelos. Bogotá: ICONTEC. (NTC 1967)

**INSTITUTO NACIONAL DE VIAS INVIAS.**

- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y Normas de Ensayo para Materiales de Carreteras

**REQUISITOS**

Este anexo presenta los aspectos mínimos a considerar en los estudios geotécnicos para estructuras hidráulicas, obras puntuales, especiales, redes de alcantarillado y canales, obras que definen los alcances geotécnicos específicos.

**Requisitos Técnicos Generales**

**Generalidades**

Todos los trabajos y ensayos citados en el presente anexo deberán caracterizar geotécnicamente el subsuelo y establecer las condiciones reinantes en el área del proyecto que permitan al Contratista establecer el método de excavación más adecuado, evaluar la estabilidad de taludes, determinar el tipo de estructuras de contención más conveniente en las zanjas (tipo de entibado), seleccionar los rellenos y determinar las capacidades portantes de los suelos y su relación con la presión de expansión solicitada. Además, instaurar el procedimiento de cimentación de tubería y estructuras que garantice la estabilidad de todos los componentes del proyecto y los demás requerimientos necesarios para adelantar los diseños. Finalmente, proporcionar las recomendaciones para la etapa de construcción y operación de las obras.

Las redes de acueducto cuya profundidad máxima de excavación sea inferior a 1.5 m y las conexiones domiciliarias de alcantarillado no requieren estudio geotécnico. La exploración y el muestreo para las obras puntuales se rigen por la “NSR-10 Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente”. (Sólo se realizará la exploración y el muestreo si lo recomienda el estudio geotécnico)

El presente anexo plantea algunos requisitos mínimos para las obras especiales, pero FINDETER podrá definir requisitos adicionales y/o específicos para cualquiera de sus proyectos.

**Localización del proyecto**

Debe definirse la ubicación geográfica del proyecto en todos los casos, georreferenciada a las coordenadas del IGAC y por nomenclatura urbana, cuando de ella se disponga. La topografía debe ser realizada de acuerdo con los criterios y directrices establecidos para la ejecución de levantamientos topográficos

**Exploraciones de campo**

**Estándares para la Exploración en Campo**

Las normas de ensayo que deben seguirse para la ejecución de las exploraciones, ensayos de campo y muestreo se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Normas para la ejecución de exploraciones y ensayos de campo

| NOMBRE | NORMA |
|---|---|
| Perforación con brocas de diamante para investigación en el sitio | "INVE-108" |
| Penetración normal y muestreo con tubo partido de suelos | "INVE-1 11" |

Se deberá tener especial cuidado con la estabilidad de las paredes de apiques y trincheras, y si es el caso, usar un sistema de soporte temporal. También se debe establecer el sistema de evacuación de aguas y se debe garantizar la seguridad en la excavación y sus zonas aledañas. En zonas con presencia de arenas finas saturadas se deberá tener especial cuidado en el bombeo, ya que se pueden inducir fenómenos de asentamiento en zonas adyacentes a la excavación.

Durante el proceso de perforación se deberán tomar todas las precauciones del caso, para asegurar que los huecos no se tapen o se obstruyan, mediante la implementación de algún tipo de revestimiento metálico o el uso de lodos de perforación. Si cualquier hueco se tapa o se obstruye por cualquier motivo durante la ejecución de la perforación, se deberá limpiar o si es el caso, reperforar por cuenta del responsable de la investigación y a satisfacción de FINDETER.

Los extremos superiores de todos los sondeos y perforaciones deben protegerse y referenciarse debidamente. Una vez ejecutada la perforación, tomadas las muestras y medido el nivel freático en caso de que lo haya, se deberá tapar el hueco con el material excavado, instalando en su parte superior un tapón hecho con suelo compactado.

El contratista, deberá garantizar al en la ejecución de las exploraciones, la implementación y uso de los elementos de seguridad industrial y salud ocupacional que para este tipo labores exige la normatividad legal vigente, de tal manera se proteja la integridad de las personas encargadas de dichos trabajos. El incumplimiento de estas normas por parte del ejecutor podrá acarrear la imposición de sanciones.

**Cantidad Mínima de Exploraciones en Campo**

Toda obra proyectada deberá tener las perforaciones suficientes en número y profundidad para definir las características y propiedades del subsuelo a partir de las cuales, a juicio del ingeniero geotecnista, se puedan realizar los análisis geotécnicos a que haya lugar (asentamientos, capacidad portante, empujes, estabilidad de los taludes de las excavaciones y del fondo de la excavación, etc). En cualquier caso, el número de perforaciones exploratorias no puede ser inferior a dos. Estos pueden ser de tipo directo, tales como barreno manual o perforación con equipo mecánico.

La exploración mínima por tipo de obra se consigna en la Tabla 2. Sin embargo, cabe anotar que el número final de perforaciones podrá ser mayor y deberá obedecer a la necesidad de tener una buena caracterización que permita establecer las conclusiones y recomendaciones confiables. Por otro lado, la profundidad final de la exploración deberá ser establecida con base en el tipo de cimentación probable y al bulbo de presiones inducido por la misma en el suelo.

**Tabla 2. Exploración del subsuelo**

| OBRA | Cantidad mínima [a] | Profundidad mínima [d] |
|---|---|---|
| **Estructuras Convencionales** | **NSR-10** | **NSR-10** |
| **Estructuras Hidráulicas** | **1 c/20m$^2$** | **NSR-10** |

| | | |
|---|---|---|
| **Redes Matrices Acueducto** | **1 c/200m[b]** | **1.5 veces la prof. máx. de excavación** |
| **Redes secundarias Acueducto** | **1 c/250m[b]** | **1.5 veces la prof. máx. de excavación** |
| **Canales** | **3 c/300m[c]** | **2.0 veces la prof. máx. de excavación** |

***Para sistemas de alcantarillados se deberán aplicar lo indicado en el Capítulo G.2.3 (Investigaciones del suelo), los numerales G.2.3.2.3 y G.2.3.2.4 y lo consignado en las tablas G.2.1 y G.2.2 del RAS-2000 "Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico".**

NOTAS:
[a] Como mínimo 2 sondeos de tipo directo
[b] O cada cambio morfológico, litológico o estructural de relevancia
[C] Los sondeos deben distribuirse en las dos márgenes y el eje del canal
[d] Como mínimo 1.5m de profundidad
Las profundidades anteriormente indicadas, sirven de guía, dependiendo la profundidad final de la exploración, de las condiciones geológicas-geotécnicas del área y del tipo de estructura a diseñar y construir.

**Exploraciones de campo**

**Estándares para la Exploración en Campo**

Las normas de ensayo que deben seguirse para la ejecución de las exploraciones, ensayos de campo y muestreo se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Normas para la ejecución de exploraciones y ensayos de campo

| NOMBRE | NORMA |
|---|---|
| Perforación con brocas de diamante para investigación en el sitio | "INVE-108" |
| Penetración normal y muestreo con tubo partido de suelos | "INVE-1 11" |

Se deberá tener especial cuidado con la estabilidad de las paredes de apiques y trincheras, y si es el caso, usar un sistema de soporte temporal. También se debe establecer el sistema de evacuación de aguas y se debe garantizar la seguridad en la excavación y sus zonas aledañas. En zonas con presencia de arenas finas saturadas se deberá tener especial cuidado en el bombeo, ya que se pueden inducir fenómenos de asentamiento en zonas adyacentes a la excavación.

Durante el proceso de perforación se deberán tomar todas las precauciones del caso, para asegurar que los huecos no se tapen o se obstruyan, mediante la implementación de algún tipo de revestimiento metálico o el uso de lodos de perforación. Si cualquier hueco se tapa o se obstruye por cualquier motivo durante la ejecución de la perforación, se deberá limpiar o si es el caso, reperforar por cuenta del responsable de la investigación y a satisfacción de FINDETER.

Los extremos superiores de todos los sondeos y perforaciones deben protegerse y referenciarse debidamente. Una vez ejecutada la perforación, tomadas las muestras y medido el nivel freático en caso de que lo haya, se deberá tapar el hueco con el material excavado, instalando en su parte superior un tapón hecho con suelo compactado.

El contratista, deberá garantizar al en la ejecución de las exploraciones, la implementación y uso de los elementos de seguridad industrial y salud ocupacional que para este tipo labores exige la normatividad legal vigente, de tal manera se proteja la integridad de las personas encargadas de dichos trabajos. El incumplimiento de estas normas por parte del ejecutor podrá acarrear la imposición de sanciones.

**Cantidad Mínima de Exploraciones en Campo**

Toda obra proyectada deberá tener las perforaciones suficientes en número y profundidad para definir las características y propiedades del subsuelo a partir de las cuales, a juicio del ingeniero geotecnista, se puedan realizar los análisis geotécnicos a que haya lugar (asentamientos, capacidad portante, empujes, estabilidad de los taludes de las excavaciones y del fondo de la excavación, etc). En cualquier caso, el número de perforaciones exploratorias no puede ser inferior a dos. Estos pueden ser de tipo directo, tales como barreno manual o perforación con equipo mecánico.

La exploración mínima por tipo de obra se consigna en la Tabla 2. Sin embargo, cabe anotar que el número final de perforaciones podrá ser mayor y deberá obedecer a la necesidad de tener una buena caracterización que permita establecer las conclusiones y recomendaciones confiables. Por otro lado, la profundidad final de la exploración deberá ser establecida con base en el tipo de cimentación probable y al bulbo de presiones inducido por la misma en el suelo.

**Tabla 2. Exploración del subsuelo**

| OBRA | Cantidad mínima [a] | Profundidad mínima [d] |
|---|---|---|
| **Estructuras Convencionales** | **NSR-10** | **NSR-10** |
| **Estructuras Hidráulicas** | **1 c/20m$^2$** | **NSR-10** |
| **Redes Matrices Acueducto** | **1 c/200m[b]** | **1.5 veces la prof. máx. de excavación** |
| **Redes secundarias Acueducto** | **1 c/250m[b]** | **1.5 veces la prof. máx. de excavación** |
| **Canales** | **3 c/300m[c]** | **2.0 veces la prof. máx. de excavación** |

***Para sistemas de alcantarillados se deberán aplicar lo indicado en el Capítulo G.2.3 (Investigaciones del suelo), los numerales G.2.3.2.3 y G.2.3.2.4 y lo consignado en las tablas G.2.1 y G.2.2 del RAS-2000 "Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico".**

NOTAS:
[a] Como mínimo 2 sondeos de tipo directo
[b] O cada cambio morfológico, litológico o estructural de relevancia
[C] Los sondeos deben distribuirse en las dos márgenes y el eje del canal
[d] Como mínimo 1.5m de profundidad

Las profundidades anteriormente indicadas, sirven de guía, dependiendo la profundidad final de la exploración, de las condiciones geológicas-geotécnicas del área y del tipo de estructura a diseñar y construir.

**Proyectos Areales**

En zonas de rellenos compresibles antrópicos, la cantidad de perforaciones podrá ser mayor con el fin de zonificar y caracterizar los mismos.

Para el caso de la evaluación de zonas inestables o potencialmente inestables, el número de exploraciones a ejecutar dependerá del tamaño estimado de la zona afectada, pero no inferior a dos (2) sondeos con equipo mecánico; la determinación de si es a rotación o percusión, dependerá de las características de las diferentes

capas del subsuelo. La profundidad a la que se deben llevar las exploraciones, deberá ser como mínimo de 5.0 m por debajo de los planos de fallas estimados y reconocidos por el Especialista.

**Localización y Distribución de la Exploración**

La ubicación y distribución de los sondeos dependerá de la geomorfología del sitio, de las condiciones geológicas del sector, del tipo de suelo predominante en la zona y de las características de las obras y de los sitios de aplicación de cargas. Los sondeos deben coincidir con puntos especiales de interés y deben distribuirse espacialmente de tal forma que se cubra toda el área por estudiar.

En el caso de estudios geotécnicos para diseño y construcción de redes de alcantarillado y canales, los sondeos se deben alinear con la obra y no deben distar de ella, lateralmente, más de 10 metros o tanto que los accidentes morfológicos o condiciones similares sugieran importantes cambios en el subsuelo.

Para proyectos de tipo areal, las exploraciones realizadas deben cubrir la totalidad de la cimentación de la obra, ejecutándose como mínimo 3 exploraciones profundas (perforaciones) y dos (2) exploraciones superficiales (apiques, trincheras).

En todos los casos, la localización de la exploración debe quedar claramente establecida con base en sus coordenadas (IGAC) norte y este y su cota. De ser posible, se deberá denominar con la nomenclatura urbana. Por último, cada perforación o sondeo deberá tener una cota en superficie.

**Profundidad de la Exploración**

Toda exploración debe alcanzar la profundidad suficiente para definir las características y propiedades del subsuelo a partir de las cuales se puedan realizar los análisis geotécnicos a que haya lugar (asentamientos, capacidad portante, empujes, estabilidad de los taludes de las excavaciones y del fondo de la excavación, etc.). En cualquier caso, la profundidad de las exploraciones no puede ser inferior a 1.5m. Adicionalmente, podrá exigir hasta 2 metros o una mayor profundidad cuando lo considere necesario.
La profundidad mínima de exploración por tipo de proyecto se muestra en la Tabla 2. En zonas con afloramientos rocosos, las exploraciones de campo pueden realizarse a profundidades menores, las cuales deben justificarse plenamente y ser suficientes para determinar los parámetros necesarios y realizar los análisis del estudio geotécnico. Sin embargo, se deberá tener un concepto desde el punto de vista geológico ya que la presencia de discontinuidades en la roca podrían generar inestabilidades. El ensayo de Refracción Sísmica es útil en el caso de presencia de roca y se podrá utilizar en el caso de que no se pueda ejecutar la exploración directa. De igual forma, se aplicará lo indicado en **el numeral G.2.3.2.4 del RAS-2000.**

**Registro de Campo**

Durante las exploraciones, debe consignarse cuidadosamente la información resultante de ella en función de la profundidad. El formato a utilizar puede ser elegido libremente por el ejecutor del proyecto, no obstante, como mínimo, el registro debe contener: Información básica del proyecto (nombre, ejecutor, fecha, etc.); información básica de la exploración (tipo de exploración, nombre, localización por coordenadas y cota, equipo utilizado, profundidad máxima alcanzada, etc.); espesor y descripción de los estratos con base en la “INVE-102”; tipo, nombre y longitud de las muestras, resultados de los ensayos de campo, niveles freáticos, presencia de roca, necesidad de revestimiento, tipo de avance, características especiales tales como cambios de color en el agua recuperada, sitios donde se perdió o recobró el agua de perforación, venas, grietas, suelo residual, roca blanda o fracturada, tamaño de los fragmentos, matriz y cualquier otra característica que pueda contribuir a la descripción de la perforación realizada, observaciones de campo y convenciones.

Durante la ejecución de las perforaciones y hasta la finalización de los trabajos de campo se debe medir, la posición del nivel freático (al inicio y finalización de la jornada). Se debe además consignar información sobre filtraciones y pérdidas de agua durante la perforación, niveles colgados, agua artesiana y existencia de gases u otros fluidos.

**Ensayos de Campo**

Los ensayos de campo deben realizarse de acuerdo con el tipo de material encontrado y pueden ser complemento de los de laboratorio. Cualquier ensayo debe llevarse a cabo con los estándares definidos en la normatividad vigente de acuerdo en el siguiente orden de prioridades:

- Normas NTC
- Normas INV
- Normas ASTM

Además, se deben realizar todos los demás ensayos que se consideren necesarios para complementar el análisis geotécnico y aquellos que sean indicados por **LA INTERVENTORIA**

El ensayo con penetrómetro se aceptará como complementario si el Ingeniero Geotecnista lo considera viable mas no deberá sustituir el ensayo de compresión inconfinada o de corte directo (uu).

a) SPT y VST

En lo posible se deberá caracterizar el subsuelo llevando a cabo el ensayo de penetración estándar (SPT) sobre suelos granulares máximo cada 2 m y el ensayo de corte torsional con veleta sobre suelos finos saturados normalmente consolidados bajo el nivel freático. En el primer caso, SPT ("INV E-111") debe registrarse el peso del martillo utilizado, el número de golpes para cada 6" o en su defecto, la cantidad de golpes con respecto a la penetración alcanzada. En cuanto al ensayo de veleta ("INV E170"), se recomienda la obtención del índice de plasticidad simultáneamente para realizar la corrección respectiva.

Los valores de SPT en arenas deberán ser corregidos por profundidad y posición del nivel freático. El informe deberá indicar el valor por corrección de campo empleado.

b) Ensayo de placa de carga

El ensayo se debe ejecutar para diseño de redes matrices de acueducto y alcantarillado, cuando el ingeniero geotecnista así lo defina o cuando **INTERVENTORIA** lo estime conveniente. El ensayo debe realizarse de acuerdo con las indicaciones de la Norma "ASTM D1194 Standard test method for bearing capacity of soil for static load and spread footings".

c) Ensayos de permeabilidad

Tipo LeFranc, con cabeza variable para suelos y tipo Lugeón para macizos rocosos.

d) Otros ensayos

Con el fin de caracterizar espesores de depósitos de suelo o roca, se podrán llevar a cabo ensayos de resistividad o de refracción sísmica. Esta información se usaría como complemento de la exploración directa. A menos que **FINDETER** lo determine, en ningún caso estos ensayos sustituirán la exploración directa para establecer el perfil de suelo. En su lugar se utilizarán como complemento.

**Muestreo**

a) Tipo

Si la consistencia del suelo lo permite, deberán obtenerse muestras inalteradas tipo shelby, bloque, núcleo u otro, para posterior caracterización geomecánica; en caso contrario, debe procurarse su caracterización in situ directamente a través del ensayo de penetración estándar (SPT) o del ensayo de corte torsional con veleta, siempre y cuando este último se lleve a cabo en condiciones saturadas. En casos especiales podrán tomarse muestras inalteradas mediante el moldeo de estas a partir de excavaciones manuales, conformando cubos con dimensiones que se adecúen a las del laboratorio en donde se realizará el ensayo. Las muestras deberán protegerse, con papel parafinado, papel aluminio, parafina y encapsulados en material protector resistente tipo madera.

Adicionalmente, pueden extraerse muestras alteradas almacenadas en bolsa con fines de clasificación u otros. En la Tabla 3 se citan las normas que rigen la obtención de muestras.

**Tabla 3. Normas para muestreo**

| NOMBRE | ENSAYO |
|---|---|
| **Obtención de muestras para probetas de ensayo mediante tubos de pared delgada** | **"INVE-105"** |
| **Muestreo de suelos mediante tubo con camisa interior de anillos** | **"INVE-1 09"** |
| **Muestreo de suelos mediante barrenos con vástago hueco** | **"INVE-1 10"** |
| **Ensayo de penetración normal y muestreo con tubo partido de suelos** | **"INVE-1 11"** |
| **Toma de muestras superficiales de suelo inalterado** | **"INVE-1 12"** |

El número de muestras para ensayos por perforación no deberá ser inferior a aquel obtenido de dividir la totalidad de los metros de perforación entre 3; las muestras deberán tomarse con el propósito de caracterizar los diferentes estratos.

b) Cantidad

Deben obtenerse y ensayarse muestras representativas de suelo o roca, como mínimo las necesarias para realizar los ensayos relacionados en la Tabla 4 con las frecuencias mínimas establecidas.
El muestreo para ensayos de laboratorio deberá cubrir todos los sondeos con el fin de obtener un rango de parámetros geotécnicos de los diferentes estratos encontrados, y de esta forma sectorizar o sacar valores promedio de los mismos.

c) Conservación y Transporte

Las muestras extraídas deben conservarse y transportarse según sus características de acuerdo con la "INVE-1 03".
6.1.6 Ensayos de laboratorio

Se deben realizar los ensayos necesarios para determinar los parámetros medios de resistencia, deformabilidad, rigidez, permeabilidad y densidad, de los estratos de interés para el estudio, de tal forma que los diseños en la longitud total presenten adecuados márgenes de seguridad. Cuando el suelo presente

características de expansión, colapsibilidad, o erosión, se debe caracterizar según dichos tópicos específicamente.

Los ensayos deben practicarse de acuerdo con la normatividad citada en la Tabla 4.

**Tabla 4. Ensayos de laboratorio**

| Tipo de propiedad | Ensayo | Norma | Observaciones |
|---|---|---|---|
| Propiedades físicas e índice | Contenido de humedad natural | NTC 1495 Suelo. Ensayo para determinar el contenido de humedad" | |
| | Granulometría | NTC 1522 Suelos. Ensayo para determinar por granulometría por tamizado | En suelos finos se debe ejecutar lavado sobre tamiz 0.075 mm (N° 200); en caso de que la fracción retenida sea mayor del 60%, se completará el análisis granulométrico. En materiales granulares se realizará el análisis granulométrico complet |
| | Límites de consistencia | NTC 4630 Método de ensayo para la determinación del límite del líquido, del límite plástico y del índice de plasticidad de los suelos cohesivos | Solo para suelos finos o con fracción fina |
| | Peso unitario | | Suelos finos, muestras tomadas con tubo shelby. Suelos granulares: ensayo de densidad en campo con cono de arena. |
| Propiedades químicas* | pH | INV E- 131: pH de los Suelos. | Ensayos para redes de tubería en concreto. Las muestras para estos ensayos deben tomarse a distancias máximas de 500m y a la profundidad proyectada del eje horizontal de la tubería. |
| | Materia orgánica | INVE 121 Determinación del Contenido Orgánico en Suelos mediante Perdida por Ignición" | Se especifica tanto para limos orgánicos como turbas |
| Resistencia | Comprensión inconfinada | NTC 1527 Suelos. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión inconfinada de suelos cohesivos | Se especifica únicamente para los suelos finos saturados normalmente consolidados. Debe realizarse el ensayo particularmente en el material de fundación |
| | Corte directo | NTC 1917 Suelos. Método de ensayo para la determinar el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas y drenadas" | Este ensayo debe hacerse cuando se requieran parámetros efectivos en los análisis o cuando las condiciones del problema puedan ser representadas por el ensayo o cuando LA |

| Tipo de propiedad | Ensayo | Norma | Observaciones |
|---|---|---|---|
| | | | **INTERVENTORIA así lo especifique.** |
| | **Triaxial** | **NTC 2041 Suelos. Determinación de la resistencia a la comprensión triaxial no consolidad no drenada en los suelos cohesivos** | **Este ensayo debe hacerse cuando se requieran parámetros efectivos en los análisis o cuando las condiciones del problema puedan ser representadas por el ensayo o cuando LA INTERVENTORIA así lo especifique.** |
| **Deformabilidad** | **Consolidación** | **NTC 1967 Suelos. Método de ensayo para determinar las propiedades e consolidación unidimensional de los suelos** | **Se específica para los suelos finos saturados** |
| | **Expansión** | **INV-I 32. Determinación de suelos expansivos"** | **Se deben ejecutar ensayos sobre muestras obtenidas por debajo del nivel previsto de cimentación y por encima del nivel freático cuando el material sea potencialmente expansivo** |

Notas: * Determinación de otras propiedades químicas del suelo tales como el contenido de sulfatos, cloruros, acidez o alcalinidad, podrán ser solicitadas por **la interventoría**. Para la determinación de dichos parámetros deben utilizarse los métodos del Departamento de Transporte del Estado de California (1978). Determinación de la acidez o de la alcalinidad total. * El análisis químico de las muestras del suelo debe hacer énfasis sobre el contenido de sales.

El Ingeniero Geotecnista podrá utilizar otro ensayo, en el caso de que sea necesaria su implementación.
Con el fin de obtener un perfil del subsuelo representativo, las muestras deben ser caracterizadas físicamente según la clasificación visual resultante de las actividades de campo ("INV-E102"), atendiendo como mínimo lo especificado en la Tabla 5.

**Tabla 5. Frecuencia mínima de los ensayos de clasificación**

| Ensayo | Humedad natural [b] | | | Límites de consistencia [b] | | | Peso unitario o peso específico _de sólidos [b] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo de Suelo [a] OBRA | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| Obras puntuales | c/1.5m | c/ 1.5m | c/ 1.5m | c/2.5m | c/2.5m | - | c/3m | - | c/6m |
| Obras especiales | c/1.5m | c/ 1.5m | c/ .5m | c/2.0m | c/2.0m | - | c/2.5m | - | c/5m |
| Estructuras hidráulicas | c/1.5m | c/ 1.5m | c/1.5m | c/2.5m | c/2.5m | - | c/3m | - | c/6m |
| Redes matrices y alcantarillado | c/1.5m | c/ .5m | c/ .5m | c/2.5m | c/2.5m | - | c/3m | - | c/6m |
| Redes secundarias | d/2m | c/2m | c/2m | c/3m | c/3m | - | c/3.5m | - | c/8m |
| Canales | c/1.5m | c/1.5m | c/1.5m | c/2.5m | c/2.5m | - | c/3m | - | c/6m |

| Ensayo | Lavado sobre tamiz 200 | | | Granulometría por tamizado b | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo de Suelo a OBRA | A | B | C | A | B | C |
| Obras puntuales | - | c/2.5m | - | - | - | c/2.5m |
| Obras especiales | - | c/2.0m | - | - | - | c/2.5m |
| Estructuras hidráulicas | - | c/2.5m | - | - | - | c/2.5m |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Redes matrices y alcantarillado** | **-** | **c/2.5m** | **-** | **-** | **-** | **c/2.5m** |
| **Redes secundarias** | **-** | **c/3m** | **-** | **-** | **-** | **c/3m** |
| **Canales** | **-** | **c/2.5m** | **-** | **-** | **-** | **c/2.5m** |

**Notas:**

[a] Tipo de suelo

[b] Mínimo un ensayo por perforación: Las frecuencias se refieren a metros de perforación, c/2.5m = cada 2.5 metros

A: Finos

B: Mixtos

C: Granulares

Para obtener un perfil del subsuelo bien caracterizado desde el punto de vista resistencia y compresibilidad en la etapa de diseño, las muestras deben ser ensayadas mecánicamente según la clasificación visual resultante de las actividades de campo ("INV-E1 02), atendiendo como mínimo lo especificado en la Tabla 6.

| Ensayo b | Rpi | | | qu | | | Cc | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OBRA | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| Obras puntuales | 1/muestra | 1/muestra Ver nota d | - | 1 c/2.5m 1/estrato | 1/estrato Ver nota d | - | 1c/100m2 | - | - |
| Obras especiales | 1/muestra | 1/muestra Ver nota d | - | 1 c/2.0m 1/estrato | 1/estrato Ver nota d | - | 1 c/50m2 | - | - |
| Estructuras hidráulicas | 1/muestra | 1/muestra Ver nota d | - | 1 c/2.5m 1/estrato | 1/estrato Ver notad | - | Ver nota g | - | - |
| Redes matrices y alcantarillado | 1/muestra | 1/muestra Ver nota d | - | 1 c/3.0m 1/estrato 1 c/100 m de red Ver nota i | 1/estrato Ver nota d | - | 1 c/300m de red Ver nota g | - | - |
| Canales | 1/muestra | 1/muestra Ver nota d | - | 1 c/3.5m 1/estrato 1 c/150 m de red Ver nota i | 1/estrato Ver notad | - | 1 c/400m de red Ver nota g | - | - |

| Ensayo [b] | Exp [c] | | | CD | | | S | PT o CPT | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OBRA | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| Obras puntuales | 1 c/100m2 | - | - | 2 Ver nota e | 2 Ver nota e | 2 Ver nota e | 1 c/1.5m Ver nota j | 1 c/1.5m | 1 c/1.5m |
| Obras especiales | 1 c/50m2 | - | - | Ver notas e y f | | | 1c0m Ver nota j | 1c/1.0m | 1c/1.0m |
| Estructuras hidráulicas | 1.0 | - | - | 1.0 | 1.0 | - | 1 d/1.5m Ver nota j | 1d/1.5m | 1c/1.5m |
| Redes matrices y alcantarillado | 1/sector geotécnico Ver nota h | - | - | 1/cada 300m | 1/cada 300m | - | 1 c/2.0m Ver nota j | 1 c/2.0m | 1 c/2.0m |
| Redes secundarias | 1/sector geotécnico Ver nota h | - | - | 1.0 | - | - | 1 c/2.0m Ver nota j | 1 c/2.0m | 1 c/2.0m |
| Canales | 1/sector geotécnico Ver nota h | - | - | 1 c/300m 2/sector geotécnico Ver nota e | | | 1 c/1.5m Ver nota j | 1c/1 5m | 1c/1 5m |

**Notas:**

[a] Tipo de suelo:
A: Finos
B: Mixtos
C: Granulares

[b] Ensayo:
Rpi: Resistencia a la penetración inalterada
qu: Compresión inconfinada en muestras saturadas
Cc: Compresibilidad
Exp: Expansión controlada en consolidómetro
CD: Corte directo en laboratorio en suelos parcialmente saturados
SPT: Ensayo de penetración estándar

[c] Sólo en presencia de suelos potencialmente expansivos
[d] Si se pueden extraer muestras inalteradas
[e] En condiciones de suelos parcialmente saturados dependiendo de las condiciones del sitio. Si la obra se encuentra en zonas de ladera con pendiente > 30º o si el Ingeniero Geotecnista lo considera necesario. Es de complejidad igual o mayor a II según la Tabla H.3-3 de la NSR-10.
[f] La cantidad se establece a juicio del Ingeniero geotecnista o por consideraciones especiales, como mínimo 2
[g] Si el suelo es compresible LL>70 e IP>40
[h] Si el suelo es potencialmente expansivo LL>50, NSPT>25, %p200>7O, IP>35 i  En el nivel portante
[j] En suelos finos duros donde no sea posible extraer muestra inalterada

* Las frecuencias se refieren a metros de perforación excepto si se indica algo diferente

**Parámetros geotécnicos**
El ingeniero geotecnista debe establecer, previamente, los parámetros geomecánicos con los cuales se llevarán a cabo los análisis y diseños, que deben ser obtenidos para programar y ejecutar los ensayos de campo y la toma de muestras respectivos. Además, se deberá determinar todos los parámetros geotécnicos requeridos para cumplir con las exigencias (Ver Tabla 8).

**En Suelos Finos**
• Cu: Resistencia no drenada en suelos saturados normalmente consolidados, para capacidad portante, falla de fondo, profundidad crítica, presiones para estructuras de contención (condición no drenada).

• Cc, Cr, Cv, e0 y T': Índice de compresibilidad, índice de recompresión, coeficiente de consolidación, relación de vacíos inicial y esfuerzo de preconsolidación, respectivamente, para asentamientos por consolidación primaria (suelos compresibles).

• Eu: Módulo de elasticidad no drenado para asentamientos inmediatos.

• E': módulo de reacción de la subrasante (tuberías flexibles-deflexión). Puede obtenerse a partir del ensayo de compresión inconfinada, al 50% del esfuerzo máximo.

• c' y para análisis de capacidad portante y análisis de estabilidad de taludes, en suelos parcialmente saturados o condiciones CU o CD. Estos valores se obtendrán de ensayos de corte directo de laboratorio o triaxiales.

**En Suelos Mixtos y Granulares**
• c y para capacidad portante, estabilidad y presiones de estructuras de contención

• e y Gs para levantamiento de fondo

• E: módulo de elasticidad para asentamientos inmediatos o elásticos.

• E': módulo de reacción de la subrasante (tuberías flexibles —deflexión). Puede obtenerse a partir de correlaciones con el SPT o el CPT y las propiedades físicas (granulometría y límites de consistencia)

Los módulos de reacción del relleno circundante de la tubería (tuberías flexibles—deflexión) se pueden estimar con base en la Tabla 7.

Tabla 7. Módulos de reacción del relleno circundante de la tubería

| Tipo de suelo utilizado para el relleno | | Módulo de reacción del relleno E' [MPa] | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Descripción | Clasificación | Grado de compactación (Proctor) | | | |
| Sin compactar | Ligeramente compactado <85% | Moderadamente compactado 85%95% | | Fuertemente compactado >95% | |
| Suelos Finos (LL > 50%) Plasticidad de media a alta | CH MH CH-MH | Suelos que requieren estudios y medidas específicas | | | |
| Suelos Finos (LL < 50%) Plasticidad nula a media con gravas o arenas <25% | CL ML ML-CL CL-CH ML-MH | 0.4 | 1.4 | 3 | 7 |

| Tipo de suelo utilizado para el relleno | | Módulo de reacción del relleno E' [MPa] | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Descripción | Clasificación | Grado de compactación (Proctor) | | | |
| Suelos Finos (LL < 50%) Plasticidad nula a media con gravas o arenas>25% | CL ML ML-CL CL-CH ML-MH | 0.7 | 3 | 7 | 14 |
| Suelos granulares con finos> 12% | GM GC SM Sc | | | | |
| Suelos granulares sin finos o con finos < 12% | GW GP SW SP | 1.4 | 7 | 14 | 20 |
| Roca triturada | | 7 | 20 | | |

**Análisis y diseños geotécnicos**

En la Tabla 8 se relacionan los análisis geotécnicos por tipo de obra proyectada, los cuales se detallan en los numerales siguientes.

**Tabla 8. Análisis Geotécnicos**

| OBRA Tipo de análisis | Obras puntuales | Obras especiales | Estructuras hidráulicas | Redes matrices y alcantarillado | Redes secundarias | Canales |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sectorización geotécnica | NO | NO | NO | SI | SI | SI |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Perfil promedio de análisis | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| Capacidad portante | SI | SI | Nota a | Nota a | Nota a | NO |
| Asentamientos | SI | SI | Nota a | Nota a | Nota a | NO |
| Licuación | Nota b | Nota b | Nota b | Nota b | Nota b | Nota b |
| Expansividad | Nota c | Nota c | Nota c | Nota c | Nota c | Nota c |
| Estabilidad de excavaciones | Nota d | SI | Nota d | Nota e | Nota e | Nota ¿ |
| Diagramas de presiones | SI | Nota g | SI | Nota h | Nota h | SI |
| Estabilidad de laderas | Nota i | SI | Nota i | Nota i | Nota i | Nota i |
| Diseño de cimentaciones | SI | SI | SI | Nota j | Nota j | NO |
| Diseño de excavaciones | SI | SI | SI | Nota k | Nota k | SI |
| Recomendaciones manejo de agua | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| Recomendaciones constructivas | SI | SI | SI | SI | SI | SI |

Notas:
[a] Sólo si la carga aplicada es mayor que 1.25 veces los esfuerzos efectivos originales
[b] Si el suelo es potencialmente licuable, esto es si N<6, si % finos menor a 20% y si se trata de arenas finas bajo el nivel freático
[c] Si el suelo es potencialmente expansivo humedad natural al límite plástico
[d] Si la profundidad de excavación es mayor que 1 .5m
[e] Se deben analizar la falla de fondo y la profundidad crítica
[f] Se deben efectuar análisis de falla local (taludes) y general o de fondo
[g] Se deben presentar análisis de interacción suelo estructura y los diagramas de presiones derivados
[h] Los diagramas deben ser para estructuras tipo entibado y tablestacado
[i] Si la obra se encuentra en zonas de ladera con pendiente > 30º o si el Ingeniero Geotecnista lo considera necesario o es de complejidad igual o mayor a II según la Tabla H.3-3 de la NSR-10.
[j] Tener en cuenta la NS-035: Requerimientos para cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado
[k] Tener en cuenta la NS-072: Entibados y tablestacados

**Evaluación de Solicitaciones**

Se deberá llevar a cabo una descripción detallada de las posibles cargas y presentar una evaluación de cada una de las demás solicitaciones a la que se verá sometida la obra objeto de estudio, de acuerdo con los requerimientos del proyecto.

**Sectorización Geotécnica y Perfil Promedio**

La síntesis de los trabajos de campo y laboratorio debe constituirse en un perfil promedio de análisis cuyas descripción y parámetros geomecánicos deben estar claramente definidos, además deben presentarse gráficamente en escala legible. En caso de que aplique, el perfil debe establecerse por tramos y debe superponérsele el alineamiento de la tubería. El perfil debe incluir la posición de la tabla de agua y los principales parámetros geotécnicos establecidos para cada estrato (Ver Tabla 8). La información debe quedar diligenciada en un formato de Resumen estudio geotécnico.

**Capacidad Portante y Deformaciones**

Se deben realizar análisis de capacidad portante y deformaciones, haciendo uso de los parámetros físicos y mecánicos del suelo (resistencia y compresibilidad) sintetizados en el perfil promedio. Se deben calcular los asentamientos potenciales totales y diferenciales de las cimentaciones tanto a largo como a corto plazo. En ambos casos se debe establecer una comparación con valores admisibles de deflexión de tuberías o de estructuras de otro tipo o con factores de seguridad los cuales también deben justificarse. La información debe quedar diligenciada en un formato de Resumen estudio geotécnico (Ver Tabla 8). Los parámetros deberán derivar de los resultados de ensayos de laboratorio convencionales (ensayos de clasificación, comprensión inconfinada, corte directo, consolidación, expansión en edómetro). Solo en casos especiales se aceptarán correlaciones para la obtención de dichos parámetros.

**Potencial de Licuación y Densificación**

Debe presentarse, en caso de que aplique, el tipo de perfil del suelo para análisis sismo resistente con los parámetros para la evaluación de la interacción suelo-estructura. Se debe evaluar el potencial de licuación en presencia de suelos granulares finos y si la estructura es vulnerable, deben darse las recomendaciones para evitar que se colapse o experimente una deformación excesiva. (Ver Tabla 8). La información debe quedar diligenciada en un formato de Resumen estudio geotécnico.

**Expansividad**

Se deberá evaluar el potencial de expansión en presencia de suelos finos duros (sobreconsolidados) parcialmente saturados en estado natural, y establecer su variación volumétrica bajo diferentes condiciones de carga y contenidos de humedad inicial. (Ver Tabla 8).

**Estabilidad de Excavaciones, de Laderas y de Taludes**

Se debe evaluar la estabilidad de las paredes de las excavaciones, los taludes permanentes y temporales o de las laderas, dependiendo de las condiciones de la obra: con y sin sismo, con y sin influencia del agua, a corto y largo plazo. Si se requiere, se deben diseñar los sistemas de protección y/o contención temporal o permanente necesarios para garantizar la estabilidad de las obras. Se deberán presentar los modelos geotécnicos respectivos, en donde se muestre los diferentes planos de falla evaluados, su análisis de factor de seguridad, las diferentes capas de suelos, sus propiedades, etc. Si los resultados resultan adversos en términos de estabilidad, deberán presentarse nuevos cálculos que incluyan la implementación de obras de protección, contención o mitigación. La evaluación del modelo debe incluir un análisis sin obra y con obra.

Para los muros de contención y entibados debe obtenerse el diagrama de presiones horizontales según el tipo de estructura teniendo en cuenta cargas laterales por suelo, agua, sismo, cargas externas, etc. El diseño debe cumplir los criterios establecidos en la NSR-10, título H

Para todos los taludes previstos en la obra, temporales y definitivos, producto de excavaciones o rellenos, deben establecerse, como mínimo, la inclinación y la altura que garanticen su estabilidad, al igual que bermas y demás detalles relevantes. También establecer en los taludes la capacidad de soportar sobre carga en la corona de los mismos.

Para obras que sean proyectadas a media ladera, deberá verificarse por medio de cálculos de estabilidad, la incidencia de las excavaciones y cortes en la estabilidad general de la ladera.

La información debe quedar diligenciada en un formato de Resumen estudio geotécnico.

**Tipo y Profundidad de Cimentación**

Se deben definir, describir y justificar el tipo de cimentación y su profundidad. En caso de que aplique, esta última debe estar ligada a las cotas y abscisado del proyecto.

**Manejo de Aguas**

Debe hacerse una evaluación de las aguas superficiales y subterráneas presentes en la zona del proyecto y dar recomendaciones sobre su manejo ya sea de manera temporal (durante la construcción) o de forma definitiva mediante la construcción de cunetas, zanjas, sistemas de subdrenaje, entre otros.

El manejo de aguas freáticas, deberá estar condicionado a la estabilidad de construcciones vecinas, evitando que descensos en el nivel freático induzcan asentamientos en zonas adyacentes ya sea por consolidación o lavado de finos en el caso de arenas finas.

La información debe quedar diligenciada en un formato de Resumen estudio geotécnico.

**Condiciones Especiales del Subsuelo**

En caso de que se detecten situaciones especiales del suelo de cimentación, tales como la presencia de suelos orgánicos, expansivos, colapsibles, erodables, susceptibles de licuación o contracción o cualquier otro estado o característica que afecte la obra, se debe indicar su ubicación y dar recomendaciones específicas sobre el tratamiento que debe recibir este suelo. (Ver tabla 8).

En caso de que las condiciones del subsuelo sean inadecuadas para la construcción de la estructura, se deben presentar las recomendaciones correspondientes y solicitar el cambio del sitio, del tipo de estructura, del tipo de material o cualquier otra que sea del caso. En este aspecto se debe tener especial cuidado con la determinación del pH y el contenido de sulfatos del suelo, con el fin de limitar el uso de tuberías cuyo material pueda ser afectado por las condiciones del suelo.

**Recomendaciones Constructivas**

Deben darse recomendaciones relacionadas con adecuación o preparación del terreno, etapas de construcción, movimientos de tierra, sistemas de excavación y su contención, colocación de los entibados, protección de taludes, métodos de control de calidad, tipo de relleno, equipos requeridos, sectorización por tipo de materiales a excavar, protección de redes de servicio público, etc. (Ver Tabla 8). La información debe quedar diligenciada en un formato de Resumen estudio geotécnico.

**Presentación del estudio y diseños**

El estudio y diseño geotécnico debe ser presentado en forma impresa, legible y en medio magnético. El informe debe contener como mínimo la siguiente información:

**Alcance**

Deben definir el objetivo, actividades que contempla y ámbito de aplicación del estudio geotécnico.

Se deberán identificar aquellos aspectos geotécnicos que deberán ser estudiados y que básicamente se relacionan con la estabilidad de la obra durante la construcción, la estabilidad de la obra a mediano y largo plazo, y la estabilidad a corto y largo plazo de las estructuras existentes próximas al proyecto.

**Localización**

Debe incluirse la información de Localización del Proyecto anexando un plano general de localización del proyecto, referenciado en el texto, en escala 1:2000, en el que se incluyan aspectos como coordenadas, norte, este, convenciones, vías, los tramos de estudio u obras proyectadas, textos legibles, etc.
Adicionalmente se deberá presentar un plano escala 1:20.000 que muestre la ubicación de la zona del proyecto indicada con un círculo.

**Descripción del Proyecto**

Tanto las obras lineales como las puntuales se deben describir, desde el punto de vista geométrico, morfológico y estructural, indicando profundidad de cimentación y profundidad de excavación y, particularmente para las obras lineales, por tramos y en forma de tabla, la condición de instalación, abscisas, la longitud, el ancho y la profundidad de excavación, el tipo de proyecto, el tipo y material de tubería, etc. e indicar las solicitaciones estructurales de cada una de ellas, tales como cargas y esfuerzos o empujes a soportar, tanto los propios como los necesarios por operación.

También se deberán indicar todas aquellas estructuras situadas sobre el derecho de vía y que puedan afectar la obra ya sea transmitiendo esfuerzos o generando obstrucción durante la construcción.

**Recopilación de Información**

Debe incluirse la información indicada en el numeral Información preliminar del presente anexo. En caso de que no se encuentre información, se debe dejar explícito.

**Exploraciones de Campo**

En este ítem deben presentarse y justificarse todos los aspectos reseñados para las **Exploraciones de campo** de este anexo (cantidad, localización, profundidad, distribución, registro y ensayos de las exploraciones de campo y, programa de muestreo —tipo y número-). Cualquier modificación debe estar debidamente argumentada.

Debe anexarse un plano de localización de los puntos de la exploración del subsuelo, referenciado en el texto, en escala 1:2000, en el que se incluyan aspectos como coordenadas, norte, este, vías, textos legibles, sondeos, apiques, trincheras, barrenos, convenciones, etc. En el caso de obras lineales se deben señalar los tramos de estudio u obras proyectadas, convenciones específicas para las diferentes redes, etc. Si existen varios programas de exploración del subsuelo o si se hace referencia a exploraciones de información secundaria, deben establecerse diferentes convenciones.

Se deben anexar todos los registros de campo (perforaciones, barrenos, geofísica, apiques, etc.) debidamente referenciados en cuanto a coordenadas, cotas y abscisas del proyecto y concordantes con el plano de exploración.

Adicionalmente, y también concordantes con el plano y los registros de campo, deben diligenciarse y presentarse las características geotécnicas en formatos que permitan su archivo.

Con base en las perforaciones se deberá elaborar un plano que incluya una reconstrucción del subsuelo en perfil, mostrando las diferentes capas con su respectiva descripción y clasificación según el sistema USCS. También establecer espesores aproximados, posición del nivel freático y los resultados de los ensayos de campo realizados en cada perfil. Dicho perfil será la base del análisis geotécnico.

**Ensayos de Laboratorio**

En este ítem deberán presentarse y justificarse como mínimo todos los aspectos relacionados con (propiedades físicas, índice y mecánicas —resistencia y deformabilidad-). Cualquier modificación debe estar debidamente justificada.

También deben presentarse legibles y como anexo del estudio de suelos, las memorias o soportes de todos los ensayos efectuados, debidamente referenciados en profundidad y a los sondeos.

Adicionalmente y concordantes con los registros de campo, deben diligenciarse los formatos técnicos que permitan archivar las características geotécnicas.

**Análisis Geotécnico**

Debe incluirse un texto con los criterios empleados para todos los aspectos del **Análisis y diseños geotécnicos** y una memoria de cálculo con los análisis numéricos respectivos.

La evaluación de solicitaciones debe quedar explícitamente tratada en el texto del informe.

Todo análisis geotécnico deberá partir de una caracterización de los suelos. También se deberá plantear el modelo de análisis con sus hipótesis y consideraciones, así como sus limitaciones. Por último se elaborarán los cálculos, los cuales deberán seguir un proceso racional y claro. En el evento que se usen programas de computador, los resultados deberán ser validados con cálculos manuales simplificados.

El cálculo de asentamientos deberá llevarse a cabo estableciendo por separado el análisis por consolidación y por deformación elástica.

Capacidad portante, cálculo de deformaciones y análisis de estabilidad de excavaciones, taludes y laderas. Los análisis pueden realizarse por cualquier método existente, explicando los criterios empleados para tal fin. En la memoria de cálculo se deben incluir gráficas, ábacos, referencias bibliográficas y todo aquello que dé claridad al estudio. En el caso que la cimentación requiera obras complementarias, tales como anclajes, muros, etc., se debe presentar el diseño correspondiente acompañado de esquemas y/o planos dependiendo de la obra.

Se debe aportar análisis sísmico y potencial de licuación y análisis de expansividad de acuerdo con los parámetros de este numeral.

Sistemas de protección y/o contención de taludes: En las memorias de cálculo deben ser presentados los diagramas de presiones laterales asumidas para cálculo y el diseño de los elementos estructurales. En el texto deben fijarse los criterios, procedimientos, recomendaciones.

Se deben indicar las recomendaciones y Manejo de aguas de acuerdo con lo indicado en el numeral

Se debe realizar un análisis de las Condiciones especiales del subsuelo de acuerdo con lo indicado en este numeral.

Nota: En el caso que se utilice procesamiento automático de información, debe entregarse una descripción detallada de los principios en los que se basa dicho procesamiento, así como una descripción de los datos de entrada y salida del proceso y sus unidades.

**Conclusiones y recomendaciones**
Deben presentarse todas las conclusiones y recomendaciones que a juicio del geotecnista sean de relevancia para el estudio.

Las conclusiones deberán contener diferentes alternativas de solución desde el punto de vista económico y técnico, en el evento que exista más de una. Finalmente se deberá dar aquella recomendación que favorezca la ejecución de proyecto desde el punto de vista técnico y económico.

## PRODUCTOS A ENTREGAR

- Introducción (Objetivos y alcance del estudio)
- Descripción del plan de estudios.
- Geología de la zona (Breve descripción).
- Descripción del trabajo de Campo (Perforaciones, exploración geofísica, muestreo, y ensayos de laboratorio.
- Estratigrafía y nivel freático.
- Características geotécnicas de los suelos encontrados (Clasificación, humedades, limites, índices de contracción y presión de expansión y resistencias de los suelos encontrados, determinados mediante ensayos de compresión confinada e encofinada, y en los casos requeridos corte directo y triaxiales).
- Diseño de las cimentaciones. (Análisis de capacidad de soporte, tipo de cimentación recomendada, predimensionamiento de la cimentación, nivel de cimentación, cálculo de la consolidación o asentamientos de las estructuras a construir, parámetros de los suelos para los diseños de muros (si aplica).
- Consideraciones sísmicas.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.
- Anexos (Planos de localización de los sondeos, registro de trabajos de campo, ensayos de laboratorio, registro e informe de las cimentaciones recomendadas y archivo fotográfico impreso y digital)
- Archivos magnéticos debidamente ordenados y referenciados

## REQUISITOS DE PERSONAL

Las ejecuciones de las labores de geotecnia deben ser realizadas por Ingenieros Geotecnistas quienes efectuaran el trabajo bajo su absoluta responsabilidad, sin delegar sus funciones a personas cuya preparación académica y experiencia sea inferior a la suya. Dependiendo de la magnitud y complejidad del proyecto, la interventoría solicitará la participación de geólogos y/o ingenieros estructurales en la elaboración del estudio geotécnico.

El cumplimiento de este anexo técnico no exime al Ingeniero de su responsabilidad por los conceptos emitidos, ni por la realización de todas las actividades del estudio geotécnico, para garantizar el conocimiento adecuado del suelo y asegurar la estabilidad de las obras de todo el proyecto, así como de las obras vecinas existentes y proyectadas dentro del entorno del área de estudio. La presente norma no exime de responsabilidad al ejecutor por la realización de exploraciones, ensayos, análisis y/o diseños que a juicio del Ingeniero sean necesarios para un caso particular.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sistema de Normas Técnicas de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (SISTEC), 2006.
Normas de Diseño y Construcción de Acueducto y Alcantarillado de Empresas Municipales de Cali, 1999.
Manual de Diseño Geosintetico, Departamento de Ingeniería PAVCO, VII Edición Octubre de 2006.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, 2006.
Normas de Acueducto y Alcantarillado de Aguas de Cartagena S.A. ESP, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Cartagena, 2005.
Normas de Diseño de Acueducto y Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín (EPM) ,2006

**Exploraciones de campo**

**Estándares para la Exploración en Campo**

Las normas de ensayo que deben seguirse para la ejecución de las exploraciones, ensayos de campo y muestreo se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Normas para la ejecución de exploraciones y ensayos de campo

| NOMBRE | NORMA |
|---|---|
| Perforación con brocas de diamante para investigación en el sitio | "INVE-108" |
| Penetración normal y muestreo con tubo partido de suelos | "INVE-1 11" |

Se deberá tener especial cuidado con la estabilidad de las paredes de apiques y trincheras, y si es el caso, usar un sistema de soporte temporal. También se debe establecer el sistema de evacuación de aguas y se debe garantizar la seguridad en la excavación y sus zonas aledañas. En zonas con presencia de arenas finas saturadas se deberá tener especial cuidado en el bombeo, ya que se pueden inducir fenómenos de asentamiento en zonas adyacentes a la excavación.

Durante el proceso de perforación se deberán tomar todas las precauciones del caso, para asegurar que los huecos no se tapen o se obstruyan, mediante la implementación de algún tipo de revestimiento metálico o el uso de lodos de perforación. Si cualquier hueco se tapa o se obstruye por cualquier motivo durante la ejecución de la perforación, se deberá limpiar o si es el caso, reperforar por cuenta del responsable de la investigación y a satisfacción de FINDETER.

Los extremos superiores de todos los sondeos y perforaciones deben protegerse y referenciarse debidamente. Una vez ejecutada la perforación, tomadas las muestras y medido el nivel freático en caso de que lo haya, se deberá tapar el hueco con el material excavado, instalando en su parte superior un tapón hecho con suelo compactado.

El contratista, deberá garantizar al en la ejecución de las exploraciones, la implementación y uso de los elementos de seguridad industrial y salud ocupacional que para este tipo labores exige la normatividad legal vigente, de tal manera se proteja la integridad de las personas encargadas de dichos trabajos. El incumplimiento de estas normas por parte del ejecutor podrá acarrear la imposición de sanciones.

**Cantidad Mínima de Exploraciones en Campo**
Toda obra proyectada deberá tener las perforaciones suficientes en número y profundidad para definir las características y propiedades del subsuelo a partir de las cuales, a juicio del ingeniero geotecnista, se puedan realizar los análisis geotécnicos a que haya lugar (asentamientos, capacidad portante, empujes, estabilidad de los taludes de las excavaciones y del fondo de la excavación, etc). En cualquier caso, el número de perforaciones exploratorias no puede ser inferior a dos. Estos pueden ser de tipo directo, tales como barreno manual o perforación con equipo mecánico.

La exploración mínima por tipo de obra se consigna en la Tabla 2. Sin embargo, cabe anotar que el número final de perforaciones podrá ser mayor y deberá obedecer a la necesidad de tener una buena caracterización que permita establecer las conclusiones y recomendaciones confiables. Por otro lado, la profundidad final de la exploración deberá ser establecida con base en el tipo de cimentación probable y al bulbo de presiones inducido por la misma en el suelo.

**Tabla 2. Exploración del subsuelo**

| OBRA | Cantidad mínima [a] | Profundidad mínima [d] |
|---|---|---|
| **Estructuras Convencionales** | **NSR-10** | **NSR-10** |
| **Estructuras Hidráulicas** | **1 c/20m$^2$** | **NSR-10** |
| **Redes Matrices Acueducto** | **1 c/200m[b]** | **1.5 veces la prof. máx. de excavación** |
| **Redes secundarias Acueducto** | **1 c/250m[b]** | **1.5 veces la prof. máx. de excavación** |
| **Canales** | **3 c/300m[c]** | **2.0 veces la prof. máx. de excavación** |

***Para sistemas de alcantarillados se deberán aplicar lo indicado en el Capítulo G.2.3 (Investigaciones del suelo), los numerales G.2.3.2.3 y G.2.3.2.4 y lo consignado en las tablas G.2.1 y G.2.2 del RAS-2000 "Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico".**

NOTAS:
[a] Como mínimo 2 sondeos de tipo directo
[b] O cada cambio morfológico, litológico o estructural de relevancia
[C] Los sondeos deben distribuirse en las dos márgenes y el eje del canal
[d] Como mínimo 1.5m de profundidad

Las profundidades anteriormente indicadas, sirven de guía, dependiendo la profundidad final de la exploración, de las condiciones geológicas-geotécnicas del área y del tipo de estructura a diseñar y construir.

**Información preliminar**

Deberá consultarse en la oficina de documentación de LA ENTIDAD TERRITORIAL, Planeación Municipal, CORPORACIÓN AUTONOMA, INGEOMINAS, IGAC, entre otros, la información existente relacionada con el proyecto en cuanto a geología, geotecnia, y la que técnicamente se considere en beneficio del proyecto. También deberá considerarse la información producto de la investigación de interferencias, Identificación de restricciones y cruces durante la construcción de sistemas de alcantarillado, así como los elementos involucrados en el entorno del estudio geotécnico, tales como vegetación, uso de la tierra y todo lo que se considere apropiado para adquirir un conocimiento global del proyecto.

Igualmente recopilar y analizar la información con injerencia sobre el proyecto, como construcciones vecinas, tuberías preexistentes, suelos problemáticos, zonas inestables o potencialmente inestables, accesibilidad al sitio, interferencias, presencia de terraplenes o canales, etc.

**Geología y geomorfología**

El estudio geológico hará énfasis en la identificación y caracterización de las Unidades Geotécnicas presentes y su relación con el proyecto a ejecutar. Debe incluir además, la identificación y valoración de las diferentes amenazas de origen natural que puedan generar un riesgo para el proyecto.

La caracterización geológica y morfológica se hace necesaria en aquellos sitios de montaña o piedemonte donde se presentan macizos rocosos, depósitos coluviales, aluviales, flujos de escombros, abanicos aluviales,

evidencia de antiguas minas, etc. En obras importantes (canales colectores, etc) se hace necesario la fotointerpretación en las inmediaciones de ríos, a partir de la cual se identificarán paleo-cauces y la ubicación de antiguos cuerpos de aguas que puedan representar una amenaza para la estabilidad de la obra proyectada. Cuando las obras los requieran, se deben presentar los estudios geológicos y geomorfológicos, los cuales deben incluir aspectos tales como fotointerpretación, reconocimiento de campo, información general que permita establecer de manera general geológico estructural, litología, exploraciones geofísicas, secciones geológicas, interpretación morfodinámica, mapas geológico y geomorfológico, entre otros

### 1.2.6. *Estudios fotogramétricos, topográficos y trabajos de campo*.

Todos los diseños de los sistemas deben ser desarrollados sobre levantamientos topográficos de precisión, altimétricos y planimétricos, cuyo objetivo es obtener un reflejo exacto de la realidad del sitio donde se desarrollarán las obras, por lo cual deberán ser desarrollados con equipos de alta precisión.

Con el fin de facilitar su posterior replanteo durante la fase de construcción, deberán materializarse mojones y pares de sistemas de posicionamiento geográfico (GPS) de alta precisión, como mínimo que empleen tecnología de doble frecuencia.

Se debe garantizar el amarre geodésico del proyecto de conformidad a lo establecido por el IGAC.

Los archivos magnéticos y los planos de topografía serán independientes de los planos de diseño y deberán hacer parte de las memorias y documentos de diseño y ajustarse a lo dispuesto en el Título 3 de esta Resolución sobre gestión documental.

**Consideraciones Generales**

- Los levantamientos deben tener como mínimo la información que permita describir los lotes en forma precisa, además de todas las características y detalles que sean relevantes y que se encuentren dentro del área de influencia del proyecto.
- Se deben levantar los sitios de sondeos y de estudios geotécnicos para localizarlos en los planos.

**Presentación de los Trabajos**

Las obras de los sistemas de recolección y la estación de bombeo, deberán estar geo referenciadas en el Sistema de Coordenadas Geográficas, con geoide Magna Sirgas, origen magna datum Bogotá.

Para la elaboración de planos y con el objeto de diferenciar y comparar los datos, deberá utilizarse el Sistema de Proyección de Coordenadas Planas Magna Sirgas Colombia origen magna datum Bogotá.

- La presentación de planos en formato análogo (ploteado) deberá realizarse tamaño pliego (0.9 x 0,6 m), a escala por definir por el contratista. En todo caso el interventor verificará que el tamaño de la escala utilizado cumpla con la calidad suficiente para ser utilizado en obra o evaluación.
- Se deberá presentar copia de cálculos y ajustes de las poligonales
- Copia de cartera del levantamiento topográfico o copia de los datos crudos de las estaciones, en medio digital
- La presentación en formato digital (ArcGis, CAD, PDF, informes, otros archivos), deberá realizarse en un CD (Disco Compacto), debidamente etiquetado. El formato para la etiqueta deberá ser diligenciado en su totalidad, para la caja y para el CD. El formato será entregado por la interventoría del contrato.
- Se deberá entregar una carpeta que contenga todos los archivos entregados de manera ordenada (archivo unificado).

- EL CONTRATISTA realizará los trabajos topográficos requeridos, haciendo los respectivos levantamientos planimétricos y altimétricos amarrados al sistema de coordenadas IGAC en los sitios determinados.
- El levantamiento debe iniciarse a partir de placas georeferenciadas y certificadas por el IGAC. Los levantamientos podrán efectuarse a través de métodos convencionales (Formato Archivo Digital: Teodolito o Estación Total) cuya precisión real mínima sea de 3" (tres segundos) ó Satelital (Formato Rinex: GPS).

**Placas de Amarre y Referencias**

Para la ejecución de estas actividades, se tendrán en cuenta los siguientes requisitos:

- Los puntos de apoyo para los amarres de trabajos planimétricos y altimétricos deberán estar certificados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Se tendrá que verificar que los vértices a los cuales se van a amarrar los trabajos topográficos no se encuentren destruidos, deteriorados, o que den algún indicio de haber perdido su posición original.
- Para los levantamientos planimétricos el traslado de las coordenadas de los apoyos deberá realizarse mediante comprobación a dos diferentes apoyos o vértices y con cierre.
- Para los levantamientos altimétricos estos se deben realizar haciendo nivelación y contranivelación para poder determinar el error de cierre.
- Se dejarán como mínimo dos (2) mojones (geodésicos con su respectivo informe y posproceso) de concreto debidamente referenciados para su rápida localización (al menos un mojón deberá ubicarse en puntos de referencia de fácil ubicación y acceso y bajo custodia como escuelas, iglesias y/o salones comunales) penetrarán por lo menos ochenta centímetros dentro del terreno y en la cara superior tendrá incrustada una placa metálica de cobre o bronce y dándole coordenadas y cota real tomando como referencia la información del IGAC e identificación correspondiente y el nombre de la entidad contratante, orientándolos al norte magnético que permita la localización posterior de las estructuras. Dichos mojones deberán incluirse en un plano de localización.
- El CONTRATISTA será responsable que los Puntos de Referencia (P.R.) permanezcan en buen estado y debidamente afianzados durante todo el tiempo que dure el estudio hasta su aprobación final.

***Equipos de Topografía***

Los levantamientos planimétricos pueden realizarse mediante el empleo de estaciones totales cuya precisión angular sea menor o igual a 3" (Tres segundos) ó mediante el empleo del sistema GPS. Los levantamientos deben realizarse con las siguientes especificaciones mínimas:

- Los equipos utilizados deben estar en perfecto estado, con certificados de calibración con vigencia de seis (6) meses; se debe hacer las revisiones regularmente para garantizar el buen funcionamiento de los mismos y en caso de haber algún indicio de que no sea así llevarlo a mantenimiento.
- Los bastones deben tener certificado de calibración con vigencia de seis (6) meses; se debe garantizar que estén centrados y calibradas las alturas de los extensores.
- Los prismas deben estar en buen estado, sin abolladuras y sin fracturas en los cristales.
- Los porta prismas no pueden estar rotos o fracturados, no deben estar amarrados con ningún tipo de cinta adhesiva, cuerdas o alambres, y deben acoplar perfectamente en el bastón y en el prisma.
- Los accesorios como trípodes, bastones, bases nivelantes, baterías, etc. Deben estar en condiciones óptimas de funcionamiento.
- Para los levantamientos altimétricos se deben realizar mediante el uso niveles automáticos, o digitales los cuales deben estar en perfecto estado y sus certificados de calibración con vigencia de seis (6)

meses. Se debe hacer las revisiones regularmente para garantizar el buen funcionamiento de los equipos y en caso de haber algún indicio de que no sea así, llevarlo a mantenimiento.

- Las miras deben estar ajustadas, los bloqueos mediante botón de presión deben asegurar perfectamente, la división métrica no puede tener rayones, manchas, o algún tipo de deterioro que impida o que genere incertidumbres en las lecturas, y sus certificados de calibración con vigencia de seis (6) meses.
- Los trípodes deben estar en perfecto estado, las patas no pueden tener ningún tipo de juego cuando se aprieten, las uñas de las patas deben estar completas, no pueden estar partidas o fracturadas. La base del trípode debe estar perfectamente ajustada, su superficie plana y lisa, el tornillo de acople no puede tener golpes o abolladuras y debe estar fijo en la base del trípode.
- EL CONTRATISTA deberá realizar un levantamiento topográfico detallado de las áreas donde se proyectará los sistemas de recolección y la estación de bombeo de aguas residuales.

***Levantamientos Planimétricos***

El levantamiento debe contemplar como mínimo las siguientes especificaciones:

- Todos los levantamientos deberán realizarse con poligonales cerradas y su ajuste con un error de cierre lineal igual o mayor a 1:25000.
- Las medidas de longitud deben ser tomadas con equipos de medición electrónica. De no contar con este recurso deben ser tomadas directamente con cintas de acero que estén en condiciones óptimas.
- Todas las mediciones angulares de los vértices de la poligonal deben hacerse en posición directa e inversa, para de esta forma eliminar el error de colimación, estas mediciones deben quedar registradas en la memoria de la estación total y anotada en la cartera de campo.
- Si se está alternando una poligonal con la toma de detalles, entonces instalado el equipo en la estación se debe siempre ubicar primero el siguiente delta de la poligonal antes de comenzar la radiación y siempre el primer detalle de la radiación que se tome desde esa estación debe ser el delta de la poligonal que se acabó de localizar, para de esta forma asegurar la información de la poligonal.
- En la memoria de la estación total deben quedar almacenados todos los datos de los deltas que componen la poligonal (Coordenada Norte, Coordenada Este, Distancias horizontal, inclinada, vertical, ángulos horizontal y vertical, azimut).
- Todos los deltas de las poligonales deben materializarse con una estaca en zonas verdes y con puntos en zonas duras garantizando que queden perfectamente identificados en terreno, las estacas y/o los puntos deben ser marcados en sitios aledaños y estables, como postes, cercas, muros, puentes etc. con un color vivo que además debe ser exclusivo para los trabajos de topografía que se están desempeñando. En las zonas verdes se debe hacer una limpieza del terreno de aproximadamente 0.3m alrededor del vértice para su fácil ubicación.
- En lo posible no debe haber cambios bruscos en las distancias de las poligonales, para evitar errores geométricos a la hora del ajuste de la misma.
- Las carteras de campo deben estar diligenciadas con todos los datos relevantes al trabajo que se está desempeñando.

***Levantamientos Altimétricos***

Para la ejecución de los trabajos se atenderán como mínimo las siguientes consideraciones:

- Para efectuar levantamientos altimétricos se deberán utilizar niveles automáticos o digitales, de precisión.
- Todos los circuitos de nivelación deben ser cerrados con contra nivelación y los cierres deben ser inferiores a un (1) milímetro por cambio.
- Las visuales entre cambios no deben superar los cincuenta (50) metros.

- Los porta miras deben estar en perfecto estado, para garantizar la estabilidad y la verticalidad de mira con la ayuda del nivel de burbuja circular, durante el tiempo que sea necesario, en el caso que la nivelación deba arrojar precisiones geodésicas será necesario utilizar una base para la mira.
- Se deben materializar BMs para las actividades de construcción de acueductos y alcantarillados, de tal forma que no se vean afectados por la ejecución de las obras. Los BMs deben ser materializados con un mojón en zonas verdes y con un punto con estoperol en zonas duras.
- Los BMs tanto en zonas verdes como en zonas duras deben ser marcados en sitios aledaños y estables, como postes, cercas, muros, puentes etc. con un color vivo de tal manera que se puedan identificar en terreno. El color de pintura que se emplee para los trabajos de altimetría debe ser distinto al utilizado en los trabajos planimétricos y distinto a los utilizados en otras actividades que se estén desempeñando.
- Se debe nivelar cada diez (10) metros sobre los ejes del proyecto de acueducto, o alcantarillado, para cada abscisa replanteada planimétricamente. Para efectos de la elaboración de los catastros de acueducto y alcantarillado, en los productos respectivos, se indicará el detalle que debe ser levantado.
- Se debe nivelar las interferencias o cruces entre los tramos proyectados y las redes construidas de servicios públicos.
- Las carteras de campo deben estar diligenciadas con todos los datos relevantes al trabajo que se está desempeñando además de:

    - ✓ Nombre del topógrafo.
    - ✓ Nombre de los auxiliares.
    - ✓ Equipo utilizado.
    - ✓ Fecha.
    - ✓ Zona de actividades (Dirección, Vereda, predio).

***Guía para la Presentación de Informes o Memorias de los Trabajos de Topografía***

Los informes de levantamientos topográficos realizados por métodos convencionales y sistemas de posicionamientos global (GPS) deberán contener como mínimo los aspectos relacionados a continuación.

- **Planimetría**
    - Descripción de los trabajos
    - Objetivo del levantamiento.
    - Comisión de topografía con los integrantes o participantes de la comisión de topografía (Cantidad, nombres, identificación y licencia profesional o matricula profesional según sea el caso).
    - Los puntos de amarre utilizados certificados por el IGAC.
    - Cantidad de deltas localizados, nombres utilizados y nomenclatura estipulada.
    - Cantidad de detalles levantados.
    - Metodología utilizada para hacer el levantamiento.
    - Esquema de determinación del levantamiento.
    - Descripción del equipo utilizado anexando el certificado de calibración con vigencia no menor a seis (6) meses.

- **Cálculos y ajustes**

  - Se deben realizar y entregar los cálculos y ajustes del levantamiento correspondiente de acuerdo con los equipos utilizados para la medición.
  - Se deben entregar los archivos nativos de cada estación con los datos del levantamiento, los archivos con los ajustes de la poligonal en los que debe ir:
    - Cálculo y compensación del error de cierre angular.

- Cálculo de azimuts.
- Cálculo de las proyecciones.
- Cálculo del error de cierre lineal.
- Cálculo de coordenadas de los vértices.
- Los cálculos y ajustes de la poligonal deben ser entregados en un archivo de Excel, con copia en un archivo con extensión PDF.

- **Cuadro de coordenadas**

Se deben relacionar las coordenadas del levantamiento de acuerdo con los puntos identificados en el mismo, con su correspondiente codificación o nomenclatura (relacionados con el esquema de determinación en las carteras de campo), así:

| Punto: nomenclatura / código | ESTE | NORTE | COTA |
|---|---|---|---|
| | | | |
| PERÍMETRO | | | |
| ÁREA $m^2$ | | | |

- **Certificación de los vértices**

Deben adjuntarse a los informes los certificados del IGAC de los vértices utilizados para los amarres.

- **Carteras de campo**

Las carteras de campo deben estar escritas de forma clara y contener todos los datos originales, esquemas e información pertinente, compilados en un libro. Las carteras deben ser llenadas a tinta y no se permite borrar, en caso de error se deben tachar y escribir la medida correcta. No se aceptan carteras pasadas a limpio. Las carteras deben identificarse de la siguiente manera:

- Nombre de la obra o proyecto.
- Para quien se realiza la obra o proyecto.
- Número que identifique la poligonal.
- Vértices utilizados en el amarre.
- Localización.
- Fecha y (hora inicio – hora final).
- Nombre del topógrafo.
- Nombre de los auxiliares.
- Equipo utilizado. (Marca y serial).
- Zona de actividades (Dirección, Vereda, predio).

Para los levantamientos con estaciones totales en la cartera de campo se deben anotar como mínimo los siguientes datos:

| PUNTO: NOMENCLATURA / CÓDIGO | DELTA VISADO: NOMENCLATURA / CÓDIGO | ALTURA INSTRUMENTAL | ALTURA PRISMA | NORTE | ESTE | COTA | DISTANCIA INCLINADA | ÁNGULO OBSERVADO | DETALLES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

• **Altimetría**
Descripción de los trabajos

- Objetivo de la nivelación.
- Comisión de topografía: Relacionar los integrantes o participantes de la comisión de topografía (Cantidad, nombres, identificación y licencia profesional o matricula profesional según sea el caso).
- Los puntos de amarre utilizados y certificados por el IGAC.
- Cantidad de puntos nivelados.
- Cantidad de cambios realizados y longitud de la nivelación y contranivelación.
- Metodología utilizada para hacer la nivelación.
- Descripción del equipo utilizado anexando el certificado de calibración con vigencia no menor a seis (6) meses.

**Cálculos y ajustes**

Se deben realizar y entregar los cálculos y ajustes de la nivelación, estos cálculos y ajustes deben ser entregados en una hoja de Excel con copia en un archivo con extensión PDF con la siguiente información.

- Cálculo de las cotas de los puntos tomados en la nivelación.
- Cálculo de la contranivelación.
- Cálculo de la longitud del circuito de nivelación.
- Cálculo del error de cierre
- Cálculo de la nivelación ajustada.

**Certificación de los vértices**
Deben adjuntarse a los informes los certificados del IGAC de los vértices utilizados para los amarres.

• **Carteras de campo**

Las carteras de campo deben estar escritas de forma clara y contener todos los datos originales, esquemas e información pertinente, compilados en un libro. Las carteras deben ser llenadas a tinta y no se permite borrar. En caso de error se deben tachar y escribir la medida correcta. No se aceptan carteras pasadas a limpio. Las carteras deben identificarse de la siguiente manera:

- Nombre de la obra o proyecto.
- Para quien se realiza la obra o proyecto
- Número que identifique la nivelación.
- Vértices utilizados en el amarre.
- Localización.
- Fecha y (hora inicio – hora final).
- Nombre del topógrafo.
- Nombre de los auxiliares.
- Equipo utilizado. (Marca y serial)
- Zona de actividades (Dirección, Vereda, predio).

Para las nivelaciones la cartera debe tener mínimo los siguientes datos:

| ABSCISA | VISTA (+) | ALTURA INSTRUMENTAL | VISTA (-) | VISTA (INT) | COTA | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

- **Determinación de Vértices con GPS**

Descripción de los trabajos

- Objetivo del posicionamiento.
- Comisión de topografía: Relacionar los integrantes o participantes de la comisión de topografía (Cantidad, nombres, identificación y licencia profesional o matricula profesional según sea el caso).
- Los vértices de amarre utilizados y certificados por el IGAC.
- Cantidad de vértices posicionados.
- Tiempo de posicionamiento por vértice.
- Descripción del equipo utilizado y sus accesorios (marca y serial).

- **Cálculos y ajustes**

Los cálculos y ajustes del posicionamiento con GPS se deberán entregar en una hoja de Excel con una copia en archivo con extensión PDF, los cálculos que se deben presentar son los siguientes:

- Calculo de velocidades.
- Calculo de coordenadas geocéntricas.
- Calculo de coordenadas geodésicas.
- Calculo de coordenadas planas de Gauss y cartesianas locales.
- Plano de determinación en formatos CAD (DXF, DGN o DWG) y ARC GIS (MDX).

- **Certificación de los vértices**

Deben adjuntarse a los informes los certificados del IGAC de los vértices utilizados para los amarres.

El subproducto será el informe en medio magnético y físico de los estudios Topográficos para los proyectos definidos. Deberá estar avalado con la firma y número de matrícula profesional de un ingeniero Topógrafo o Topógrafo con matrícula profesional.

### 1.2.7. Batimetría

El contratista deberá construir los modelos y detallar los factores que conforman la zona de estudio estableciendo las condiciones topográficas del espacio y el terreno circundante al tramo de interes junto con las medidas batimétricas presentes en el eje del cuerpo receptor en el momento de realizar el estudio. Esto, con la intención de conocer sus características morfológicas tanto superficiales (largo, ancho, forma, y las que considere determinantes dentro del estudio), como bajo la superficie del agua (profundidad, espesor de los sedimentos, topografía del fondo, entre otras).

Para ello deberá poner al servicio de los estudios, las herramientas tecnológicas que se tienen para procesar información tal como perfiles longitudinales, cortes transversales, curvas de nivel, entre otros.

### 1.2.8. Caracterización de las Aguas Residuales

El Contratista deberá incluir la caracterización de las aguas residuales involucradas en el proyecto (vertimientos existentes), cuyos análisis físicos, químicos y bacteriológicos deberán hacerse de acuerdo a los parámetros establecidos en el RAS vigente y la normatividad vigente.

El laboratorio donde se analizarán las muestras deberá estar certificado por el IDEAM, para lo cual deben anexar los respectivos soportes.

Se deberá efectuar el cálculo de carga contaminante de origen doméstico, comercial e industrial aportada por la población total del área urbana y rural. Para ello se deben hacer estimativos de la carga unitaria con base en las jornadas de mediciones de caudales y concentraciones de sustancias contaminantes.

Los resultados obtenidos en la caracterización de las aguas residuales serán comparados con la tabla E.2.6 del RAS vigente. Igualmente se deberá efectuar el cálculo de los caudales de diseño de las diferentes estructuras requeridas en base a lo estipulado en el RAS vigente.

### 1.2.9. Determinación de Caudales de Alcantarillado:

Para el cálculo del caudal del alcantarillado sanitario se deberán identificar, analizar y definir parámetros tales como áreas a drenar, coeficiente de retorno al sistema de alcantarillado, estrato socioeconómico, consumo de agua, densidad poblacional, factor de capacidad, infiltraciones, conexiones erradas, entre otros. Además, definir los aportes de tipo comercial, industrial, e institucional, que se adoptarán, de acuerdo al catastro de usuarios realizado.

Así mismo, en los alcantarillados de tipo pluvial y combinado (en caso de aplicar), para los aportes de aguas lluvias se determinarán, entre otros, los siguientes parámetros: Área que se debe drenar, curvas de intensidad-frecuencia-duración de la estación pluviográfica o pluviométrica más cercana, período de retorno, tiempos de concentración, coeficientes de escorrentía, etc.

Adicionalmente, se acogerán los parámetros hidráulicos que propendan por el buen funcionamiento de los sistemas de alcantarillado, definidos en el RAS 2000.

### 1.2.10. Vulnerabilidad y Riesgo

El Contratista deberá identificar y caracterizar las amenazas presentes en la zona, así como identificar las debilidades de la infraestructura, determinando la vulnerabilidad física de sus componentes, de las capacidades financieras, tales como suspensión de pagos, gastos en reparación de los sistemas, incremento de costos de producción y distribución, y de las operativas, observando los recursos técnicos y el personal preparado, que presentan los sistemas y servicios.

Al considerar las obras a realizar para la mejor prestación del servicio de abastecimiento y manejo de aguas deben incluirse las medidas y obras de protección que aseguren la sostenibilidad de los sistemas frente a los riesgos ambientales.

En el proceso de evaluación es importante considerar y aprovechar el conocimiento que sobre el entorno posee la población local. Debe siempre tenerse en cuenta que la gestión local del riesgo debe involucrar a la propia comunidad y recoger su conocimiento sobre las principales amenazas naturales, los lugares con mayor riesgo y la magnitud en la que estos se han presentado, y combinarlos con las opciones tecnológicas disponibles, de manera que los componentes se ubiquen en las zonas de menor riesgo o se incluyan las medidas de prevención que sean necesarias.

El Contratista deberá identificar, evaluar y cuantificar los riesgos asociados con las alternativas propuestas. Para cada tipo de riesgo el Contratista deberá proponer mecanismos eficientes de asignación y mitigación. Se deberá asignar la responsabilidad de cada riesgo a la parte que mejor pueda controlarlo. Se cuantificarán las

implicaciones financieras que tienen los riesgos y los mecanismos de mitigación requeridos, de manera que se pueda establecer la viabilidad financiera y la confiabilidad de los mecanismos propuestos.

### 1.2.11. Comportamiento Hidráulico del Sistema de Drenaje Existente

Con la información obtenida en el Estudio Hidrológico, EL CONTRATISTA deberá realizar una evaluación del drenaje urbano: aguas lluvias, que discurren por el Municipio o centro Poblado, incluyendo la identificación y cuantificación de canales, interceptores y colectores para ser valorados dentro de los estudios de la Contrato. Para la identificación de las aguas servidas se apoyará en la información obtenida en el diagnóstico y lo establecido por la normatividad vigente.

El CONTRATISTA revisará, evaluará y presentará un análisis de los estudios y proyectos existentes, identificando, colectores, interceptores y emisarios finales construidos; describiendo e indicando en planos las cantidades, longitudes, capacidades, características hidráulicas, estructurales de los componentes del sistema y las características básicas de las corrientes, estructuras, tramos o cuerpos de agua receptores.

EL CONTRATISTA deberá identificar las zonas susceptibles de inundación y evaluar los posibles efectos sobre las diferentes estructuras del sistema que se puedan ver comprometidas por crecientes, calculando los períodos de retorno que permite el sistema, requeridos y los indicados por las normas y se deberán establecer y diseñar las medidas de protección necesarias para mitigar dichos impactos.

### 1.2.12. Sistemas de Alcantarillado: Residual y Pluvial

Los sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales serán evaluados y proyectados de acuerdo con lo establecido en la sección II, titulo D, sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales (RAS vigente).
Los siguientes son algunos de los factores que deben ser considerados en el estudio de los subsistemas de recolección y evacuación de aguas pluviales en áreas urbanas y conexas:

- Planos con la identificación de áreas de incidencia y zonas de afectación.
- Planos con la ubicación de estructuras en servicio y propuestos.
- Análisis de soluciones con canales abiertos o conductos cerrados. • Materiales de los conductos de desagüe y su estado.
- Identificación de Estructuras hidráulicas especiales existentes, estado, funcionamiento, conservación y requeridas.

***Disponibilidad de mano de obra y de materiales de construcción.***

Se debe analizar la disponibilidad de mano de obra calificada y no calificada para el desarrollo del proyecto y de personal técnico para labores de operación y mantenimiento, así como los salarios vigentes en la localidad. Del mismo modo, se debe establecer la disponibilidad y capacidad de producción local, regional y nacional de materiales y equipos requeridos para la construcción de las obras y de los insumos para la operación y el mantenimiento, definiendo con precisión la disponibilidad de canteras y su distancia a los frentes de trabajo, asi comola disponibilidad de los sitios de . Dependiendo del tipo de obra de ingeniería que se prevea realizar dentro del proyecto, será necesario una mayor profundidad y detalle en el estudio de fuentes de materiales pétreos y sus requerimientos ambientales específicos.

### 1.2.13. *Estudios socioeconómicos*

La evaluación socioeconómica de proyectos debe realizarse con el objeto de medir el aporte neto de los proyectos al bienestar de la población. Para proyectos de acueducto, alcantarillado y/o aseo se requiere como mínimo estudios socioeconómicos tales como análisis costo-eficiencia y/o análisis de costo mínimo, de expansión de capacidad (Ver Plan de Gestión Social y Equidad de Género)

**Estudios Ambientales.**

Se deberá efectuar la Evaluación Ambiental con base en lo establecido en la "Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales" del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010).

Se debe emplear una metodología de identificación y valoración de impactos para las situaciones sin proyecto y con proyecto, con base en matrices causa efecto, que emplean indicadores de tipo cualitativo y cualitativo para valorar los impactos ambientales y que permitan presentar la evaluación en términos de valores relativos de calidad ambiental.

El Contratista deberá plasmar las recomendaciones efectuadas por la Corporación Autónoma Regional respecto a las obras y acciones formuladas para mitigar los impactos negativos que genere el proyecto, de acuerdo a las obligaciones impuestas en la Licencia Ambiental, si es el caso, o a las medidas de manejo ambiental determinado para el desarrollo del proyecto, tanto en su fase de construcción como en la de operación del sistema.

**Estudios de Impacto Ambiental**

El contratista establecerá para cada uno de los componentes del proyecto los impactos positivos y negativos generados por la ejecución del proyecto y sus correspondientes medidas de prevención, mitigación o compensación respecto a los recursos de agua, aire, fauna, flora y población, determinando los grados de afectación de cada uno, cuyos costos y prioridades se determinarán en el presupuesto del acápite especial.

El contratista entregará la información necesaria para el trámite ante la autoridad ambiental de los permisos que haya lugar para el proyecto; los cuales pueden ser: permiso de concesión de agua, ocupación de cauces, aprovechamiento forestal, permisos de extracción de material de canteras, permiso de vertimientos, permiso de licencia ambiental, permiso del diagnóstico ambiental de alternativas, permiso de emisiones atmosféricas y disposición de escombros en el área de estudio.

La construcción de las obras propuestas en los estudios y diseños generará impactos negativos y positivos en su zona de influencia, lo cual requiere la estructuración de un plan de manejo ambiental que contenga medidas diseñadas para evitar, prevenir, controlar y/o mitigar impactos ambientales que afecten los componentes biótico, abiótico, paisaje y social, y que pongan en riesgo la construcción del proyecto. El plan de manejo ambiental para la ejecución de la intervención será presentado a la interventoría la cual lo aprobará y le hará seguimiento.

Por lo anterior, EL CONTRATISTA debe reconocer el contexto regional y geográfico en el cual se desarrollarán las obras, que le permitirá definir los programas que aplican según el alcance de estas y las condiciones de su área de influencia. Esta evaluación tiene como propósito garantizar el desarrollo sostenible con su entorno social y ambiental, según las normas colombianas aplicables.

Una vez estructurado y aprobado el Plan de Manejo Ambiental, EL CONTRATISTA debe convertirlo en un manual de campo, escrito en lenguaje claro que facilite su diligenciamiento, para ser enseñado al personal operativo, previo y durante la ejecución de la obra, de tal forma que se asegure su cumplimiento. Para el caso, EL CONTRATISTA podrá revisar el Manual de Buenas Prácticas Ambientales publicado por el Ministerio de Vivienda.

Para el PMA el CONTRATISTA deberá realizar un análisis comparativo de los efectos y riesgos inherentes a la obra o actividad y de las posibles soluciones, además de cuantificar las medidas de mitigación y control para cada una de las alternativas.

EL CONTRATISTA deberá elaborar las respectivas matrices de impactos y formular el plan de manejo con acciones de preservación, compensación, mitigación y control de los mismos, durante las fases del proyecto, en la construcción, operación y mantenimiento. En ella se analizarán los efectos de impactos ambientales y medidas de control de: suelos, geología, calidad del agua, hidrografía, clima, fauna, flora, desarrollo urbano y salud. En el caso de las fuentes receptoras, EL CONTRATISTA deberá crear una base actual y futura, en la cual se identifique el estado ambiental antes y después de la implementación de las obras.

EL CONTRATISTA deberá observar y aplicar leyes y normativas relativas a Salud Ocupacional y Seguridad Industrial, considerando escenarios para tomar todas las precauciones necesarias dirigidas a evitar y prevenir en las zonas de trabajo e instalaciones temporales, accidentes o condiciones que deriven en enfermedades profesionales.

### 1.2.14. Permisos, licencias, autorizaciones, *Fichas de adquisición predial*

#### *1.2.14.1. Análisis y gestión predial:*

Se debe realizar los estudios prediales requeridos, de los posibles sitios para ubicación de infraestructura (colectores, plantas de tratamiento, etc.), para el proceso de adquisición del bien y/o reconocimiento de servidumbre.

Los componentes anteriormente mencionados y sus análisis deben ser compilados en un informe de diagnóstico que permita conocer las condiciones bajo las cuales se harán los diseños y como podrán impactar el futuro del proyecto en operación.

De igual forma debe celebrarse previamente una “socialización del proyecto” con la comunidad involucrada y que pueda tener algún interés en el proyecto, especialmente con los dueños de los predios requeridos para el proyecto, comunidad con algún impacto ambiental o físico del proyecto en las etapas de diseño o posterior construcción y/o operación del sistema, y en general cualquier persona o entidad que considere expresarse sobre el proyecto

Todo diseño deberá contemplar el aspecto predial detallado, donde se establezca claramente las necesidades de adquisición de predios y servidumbres para desarrollar la construcción de las obras, y los actos administrativos que la entidad territorial o la autoridad ambiental deben realizar para asegurar la disponibilidad oportuna de los terrenos requeridos para la construcción.

El diseñador deberá identificar, de acuerdo con la normatividad vigente, las autorizaciones y permisos que se requieren para la implementación del proyecto.

<u>Propiedades, Derechos y Servidumbres</u>

Una vez definidas las áreas que ocuparán los diferentes componentes del proyecto, el contratista deberá realizar una evaluación de los derechos de propiedad de dichas áreas y establecer la necesidad de la compra de algunas de ellas y definir su costo, o en su defecto establecer las acciones de legalización de los derechos y servidumbres que sean necesarios para la construcción y operación del proyecto. Deberá adjuntarse el respectivo plano del proyecto, con una base de datos adjunta identificando los predios a intervenir, el cual debe contener como mínimo (de existir esta información):

- Nombre del Predio
- Número de cédula catastral
- Número de Matrícula Inmobiliaria
- Georeferenciación de cada uno de los predios a intervenir
- Nombre del Propietario y copia de la cédula de ciudadanía o NIT del propietario
- Vereda y/o Barrio
- Copia simple de la Escritura Pública.
- Certificado de Tradición y Libertad del predio con vigencia de dos (2) meses
- Información predial contenida en los registros de Catastro.
- El Contratista presentará informe topográfico para los predios afectados que incluye poligonales y franja o lote utilizado en el proyecto, con carteras de campo, esquemas de poligonales, memorias de cálculo, listado de coordenadas ajustadas y registro fotográfico de los puntos materializados, áreas afectadas y áreas libres, y la información catastral y del propietario que se obtenga. La salida gráfica se hará en: dos (2) copias impresas en original y en medio magnético CD ROM con archivo con extensión PDF.

***Plano de Intervención Predial***

Para cada predio se entregará este producto en escalas apropiadas, como: 1:200, 1:500 o 1:1000, las cuales serán aprobadas por la interventoría. Además, llevará un cuadro con los datos de longitudes de los linderos y áreas a intervenir según levantamiento topográfico. La salida gráfica se hará en: dos (2) copias impresas en original y en medio magnético CD ROOM, en formato con extensión PDF.

***Ficha Predial***

Se entregará este producto con la totalidad de los datos levantados según formato suministrado por el Interventor. La información se entregará impresa y en medio magnética, en dos (2) copias, en Excel.

***Informe Jurídico***

- Relación de Predios a intervenir.
- Copia del Registro Topográfico individual.
- Fotografías del Predio.
- Copia de cédula de ciudadanía del propietario.
- Certificado de Tradición y Libertad.
- Copia simple de Escrituras Públicas.
- Información predial contenida en los registros de Catastro.
- Archivo magnético de las fotografías.
-

Con base en la información obtenida se presentará un diagnóstico del tipo de tenencia y situación jurídica actual de los propietarios de los predios afectados a intervenir por el proyecto, para realizar recomendaciones a LA EMPRESA en el tema de los trámites ante entidades públicas.

En caso de ser necesario que la Administración Municipal o el Operador adquieran algunos terrenos o derechos de servidumbre de paso, su costo deberá incluirse en el plan de inversiones o presupuesto del proyecto.

Además del estudio predial descrito, el contrato deberá adelantar las gestiones necesarias para que se concrete la adquisición de los predios y/o permisos de servidumbre necesarios para el desarrollo de cada proyecto. Esta gestión incluye:

- Acercamientos entre las autoridades municipales y los propietarios.

- Apoyo al municipio en la obtención de los documentos necesarios para la realización de los trámites requeridos ante las entidades respectivas para la declaratoria de utilidad pública de los predios requeridos, negociación y formalización y legalización de la compra de predios o los permisos de servidumbre requeridos

**PRODUCTO ANÁLISIS Y GESTIÓN PREDIAL**

Se deberá elaborar un estudio de títulos y avalúos para la adquisición de los predios y/o servidumbres que se requieran, elaborando una ficha predial por cada uno de ellos; esta información debe reflejarse en un informe y planos específicos, los cuales deben ser entregados a la administración municipal para proceder a la gestión de adquisición de predios y/o servidumbres, cuando se requiera.

En materia de predios, además del estudio, se deberán adelantar las gestiones necesarias para que se concrete la adquisición de los predios y/o permisos de servidumbre necesarios para el desarrollo de cada proyecto. Esta actividad se debe realizar de forma paralela a la elaboración de estudios y diseños definitivos de la alternativa seleccionada conjuntamente con la comunidad, de manera que la adquisición de predios y/o servidumbres se encuentre lista en el momento en que se entrega el proyecto

El entregable de este producto es un Informe de gestión predial, que incluya lo mencionado.

### 1.2.15. Otros estudios.

El Contratista adelantará otros estudios tales como estructurales, hidráulicos, eléctricos, Mecánicos, Hidrológicos, Fluviales, etc) y demás que se estimen necesarios para el desarrollo del proyecto en común acuerdo con la Interventoría del proyecto.

### 1.2.16. *Infraestructura existente de otros servicios.*

El contratista deberá identificar las principales obras de infraestructura construidas y proyectadas dentro de la zona de influencia del proyecto, tales como carreteras, puentes, canales, box-coulvert, líneas de transmisión de energía eléctrica, oleoductos y cualquier otra obra de importancia. Del mismo modo, se deben identificar, a partir de información secundaria o de trabajos de campo, las redes de otros servicios públicos en la zona, tales como redes de gas, teléfono y energía eléctrica y sus respectivas áreas de servidumbre con los cuales podrían presentarse interferencias.

### 1.2.17. *Disponibilidad de energía eléctrica.*

En los casos en los cuales se requiera el contratista deberá determinarse la disponibilidad y confiabilidad del suministro de energía eléctrica en el área de influencia del proyecto, así como las características de tensión, potencia y frecuencia del servicio y la posibilidad de generar soluciones de energías alternativas, en caso de requerirse obras que requieran de este servicio. Las tarifas por la prestación de estos servicios también deben ser consideradas dentro del estudio socioeconómico.

### 1.2.18. *Vías de acceso.*

Debe realizarse un inventario de las carreteras, caminos, ferrocarriles, así como de las rutas de navegación aérea, marítima, fluvial y lacustre de acceso a la localidad, estableciendo las distancias a las áreas urbanas

más cercanas. Esto permitirá establecer la accesibilidad para el transporte requerido de materiales y equipos para la ejecución de las obras y su posterior mantenimiento.

### 1.3. Formulación, análisis, comparación, selección de alternativa viable de proyectos.

Se deberán formular las alternativas de proyectos, que permitan dar solución a los problemas, objetivos y metas identificados en el artículo anterior, desde el punto de vista técnico, a nivel de predimensionamiento. El análisis debe tener en cuenta la gestión de riesgos y la gestión ambiental, revisar los aspectos financieros, económicos y sociales que permitan determinar la viabilidad del respectivo proyecto. Como resultado se obtendrá como mínimo el documento de prediseño acompañado de los planos y memorias respectivas.

#### 1.3.1. Actividades Preliminares y Análisis de Alternativas

Teniendo como base la evaluación y diagnóstico de los sistemas de alcantarillado existentes, el Contratista deberá identificar, plantear y predimensionar las alternativas de solución para los problemas identificados y para cada elemento que deba adecuarse, rehabilitarse, optimizarse, y/o reemplazarse, y las razones y justificaciones para la inclusión de elementos nuevos. Así, el Contratista deberá plantear, predimensionar, evaluar, seleccionar y recomendar al contratante, municipio y al prestador de los servicios la solución más conveniente desde los puntos de vista técnico, económico, financiero, social, ambiental e institucional.

Las alternativas factibles por cada componente que se propongan deberán propender por garantizar el buen funcionamiento del sistema de alcantarillado y sus componentes, incorporando sus dimensiones técnicas, institucionales, financieras, económicas, sociales y ambientales, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS

Se debe considerar desde el punto de vista económico el costo de las inversiones iniciales y los costos recurrentes de operación llevados a valor presente neto para cada una de las alternativas, con el objeto de tomar la decisión más favorable que genere la mejor sostenibilidad del servicio, teniendo en cuenta que los costos operativos se trasladan a los usuarios vía tarifas.

Dentro de las alternativas tecnológicas a considerar, se debe tener en cuenta la solución de mínimo costo que cumpla con los parámetros de calidad exigidos por la normatividad vigente, tanto en inversión inicial como en costos de operación. Así mismo, deberá considerar la situación de disponibilidad de los predios y servidumbres requeridos para el desarrollo del proyecto.

Cada una de las alternativas factibles propuestas por el contratista deberá contar con un modelo financiero que refleje la estimación de costos de inversión, administración, operación y mantenimiento, determine de manera aproximada los niveles tarifarios y de subsidios que se demanden y permita concluir que el esquema empresarial existente o el nuevo propuesto y en general la alternativa de prestación de los servicios propuesta es factible.

Cada alternativa debe incluir el modelo financiero del esquema de prestación, análisis y conclusiones acerca de la factibilidad individual de cada propuesta, análisis comparativo de las propuestas, conclusiones y recomendaciones.

Con el fin de aprovechar oportunidades de economías de escala en los diferentes procesos empresariales, el Contratista podrá proponer esquemas regionales como alternativa para garantizar la sostenibilidad de los servicios.

Dentro de los análisis se deberá incluir el Análisis de costo mínimo y selección optima de capacidad de expansión de todas las obras previstas.

Las alternativas de solución planteadas deberán estar de acuerdo con la fase de diagnóstico en lo correspondiente a la priorización de la problemática, para lo cual las alternativas se plantearán atendiendo las diferentes etapas, en términos de corto, mediano, y largo plazo. Para cada una de las alternativas planteadas, se deberá desarrollar la modelación hidráulica correspondiente.

Se deberán plantear un mínimo de dos a tres alternativas para cada análisis. Los sistemas de tratamiento de agua residual deberán justificarse plenamente, en cuanto a la adopción de tecnologías y/o de las unidades propuestas.

Para cada alternativa presentada se deberán incluir los costos aproximados de inversión y las oportunidades en que deben efectuarse, así como los costos de operación, mantenimiento y eventual reposición durante el horizonte de diseño. Se deberán incluir en todas las obras diseñadas los costos ambientales ya sea por prevención, mitigación, corrección, compensación, y/o manejo de los efectos negativos que se generen.

Para la alternativa seleccionada el contratista determinará la primera de las etapas o la única, si es el caso, en las que los componentes del sistema deban construirse, de tal forma que se minimicen los costos económicos del proyecto, atendiendo simultáneamente consideraciones de tipo financiero, técnico, ambiental e institucional.

El contratista deberá identificar en relación con el plan de expansión de infraestructura (Redes y módulos de sistemas de tratamiento, en acueducto), a corto (5 años), mediano (15 años) y largo plazo (se tomará como el tiempo correspondiente al período de diseño del proyecto de acuerdo con la normatividad técnica vigente), el momento oportuno en que se requiere la expansión de cada uno de los componentes del sistema y la capacidad instalada del mismo.

Con base en la alternativa seleccionada se formularán las recomendaciones pertinentes y se propondrá el plan general de obras y de inversiones para el sistema durante el horizonte de planeación asumido, dando prioridad a las inversiones inmediatas orientadas a la rehabilitación de los sistemas y configurando de esta manera el informe inicial de avance, en el que se indicarán además las acciones complementarias requeridas, tales como levantamientos topográficos, estudios adicionales especiales, entre otros, para el diseño definitivo de los componentes resultantes del estudio.

Deberá incluirse el análisis del riesgo sanitario, costos de inversión, costos de operación y modelaciones hidráulicas de los escenarios de operación.

Para propósitos del planteamiento de alternativas y diseños, el contratista deberá tener en cuenta inicialmente la cartografía básica del municipio, el estado de las redes, estado y tipo de vía (pavimento en concreto hidráulico, asfaltico, afirmado, destapado, etc.).

Para el análisis de alternativas, de ser necesario, se deberán plantear sistemas de energía no convencionales para bombeo; con la respectiva justificación técnico-financiera. Lo anterior, debe estar enmarcado en la política de Cambio climático, con la implementación de sistemas autosostenibles y amigables con el ambiente.

El contrato deberá presentar para aprobación por parte de la Interventoría un informe de alternativas propuestas para el proyecto y que cumplan con los estándares de calidad exigidos; este informe deberá contener por lo menos:

i.) Análisis de factibilidad de las alternativas consideradas.
ii.) Descripción del análisis para la formulación de cada alternativa (estudio hidrológico, análisis ambiental, predimensionamiento de elementos de la propuesta, plan de inversiones, situación predial y de permisos).

El Contratista deberá describir claramente la metodología de análisis utilizada para la priorización de las obras. Las soluciones para el inmediato, corto y mediano plazo serán establecidas como obras prioritarias debiendo el Contratista presentarlas a consideración de la Interventoría cuando éstas sean definidas. Una vez aceptadas por la Interventoría, deberá llevarlas a la condición de diseño de detalle. Las soluciones para el largo plazo, se llevarán a también a condición de diseño de detalle.

Se debe obtener toda la información existente de la zona del proyecto citando las fuentes respectivas. Además se debe incluir la descripción y diagnóstico del sistema existente de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales.

Definición del periodo de análisis. Se debe establecer el periodo de planeamiento del sistema y el año inicial de operación.

Estimación de la población. En el caso de sistemas sanitarios se debe estimar la población a lo largo del periodo de planeamiento del sistema. La población estimada en el área del proyecto debe considerar las densidades de saturación con base en el POT – Plan de Ordenamiento Territorial.

Delimitación de área de drenaje. Se debe delimitar las áreas de drenaje contenidas en el área del proyecto.

Determinación de las características del sistema existente, tipo de tubería, pendiente promedio y punto final de drenaje. Se deben determinar las características del sistema existente, las aguas residuales o pluviales en función de las tendencias de ocupación de la tierra y del ordenamiento territorial.

Generación de alternativas de diseño para la recolección y evacuación de aguas residuales o pluviales. Es necesario evaluar cada alternativa desde el punto de vista de impacto ambiental.

Aprovechamiento de componentes existentes. Debe establecerse la posibilidad de aprovechar total o parcialmente elementos del sistema de recolección y evacuación existente.

Análisis de sitios de descarga. Se deben identificar los asentamientos humanos localizados aguas debajo de los posibles sitios de vertimiento o disposición de las aguas residuales evacuadas de la localidad, y se deben analizar las características y capacidad de autodepuración de los cuerpos de agua receptores (ríos, quebradas, humedales) y los posibles efectos ambientales de las descargas con o sin tratamiento, con base en la legislación vigente.

Predimensionamiento de cada uno de los componentes de las alternativas.

Estimación preliminar de costos. Se deben recopilar presupuestos de proyectos similares a los considerados en las diferentes alternativas, citando las fuentes bibliográficas que avalen su validez. Estos presupuestos deben considerar costos de construcción, operación y mantenimiento. Si es del caso se deben determinar las etapas de construcción del Proyecto.

Selección de la mejor alternativa. Con base en consideraciones técnicas, económicas, financieras, culturales y ambientales, se debe seleccionar la mejor alternativa para ser diseñada, construida, operada y mantenida. La alternativa seleccionada debe contar con licencia ambiental se ésta así lo requiere, o plan de manejo ambiental.

Adicionalmente se deberá tener en cuenta, los siguientes aspectos para la entrega del producto, así:

El contratista deberá proponer el método constructivo de la red (a zanja abierta o sin zanja), de ser a zanja abierta para las excavaciones el contratista deberá proponer los métodos de entibado de los taludes, y/o obras de estabilización de taludes en los sectores que se requieran al igual que la metodología para los rellenos.

Si el contratista propone el empleo de renovación de redes de alcantarillado por el método sin zanja, deberá adjuntar copia de los videos de inspección con CCTV, que avalen las condiciones estructurales de la red, esto no generará pago por separado ya que hacen parte de los estudios que debe efectuar el contratista para un correcto diagnóstico del sistema constructivo propuesto.

Para los demás sistemas sin zanja el contratista deberá tener en cuenta las normas técnicas locales e internacionales aplicables, con la finalidad de poner en consideración cada uno de los aspectos técnicos necesarios para la construcción de las obras; además deberán tener en cuenta los espacios para las instalaciones de los equipos, fosos de lanzamiento, plataformas, puntos de acopio de material entre otros.

El Contratista deberá elaborar las Especificaciones Técnicas para cada sistema constructivo propuesto, acorde con las Normas aplicables de los sistemas de renovación o rehabilitación sin zanja, con el fin de tener criterios de ponderación y comparación económica de las obras planteadas.

El Contratista deberá entregar a la Interventoría y/o la Supervisión del Contrato, los costos de las renovaciones o rehabilitaciones propuestas, por método a zanja abierta y sin zanja, al igual que la valoración de impactos generada por la construcción de casa método. A través de mesas de trabajo concertadas entre Contratista, Interventor y Contratante, se tomará la decisión de cual sistema se implementará para que el contratista elabore los diseños detallados y definitivos de las obras que se ejecutarán.

### 1.3.2. Selección de Alternativas.

La selección de las alternativas se hará teniendo en cuenta aquella que, solucionando el problema planteado en el horizonte de proyecto, corresponda a la de menor costo con el criterio del menor valor presente de todos los costos de inversión y operación considerados, y obedezca a la disponibilidad de recursos para financiar las obras.

Para la alternativa seleccionada el Contratista determinará la primera de las etapas o la única, si es el caso, en las que los componentes del sistema deban construirse, de tal forma que se minimicen los costos económicos del proyecto, atendiendo simultáneamente consideraciones de tipo financiero, técnico, ambiental e institucional.

El Contratista deberá identificar con relación al plan de expansión de infraestructura (Redes y módulos de sistemas de tratamiento en acueducto), a corto, mediano y largo plazo, el momento oportuno en que se requiere la expansión de cada uno de los componentes del sistema y la capacidad del mismo.

Con base en la alternativa seleccionada se formularán las recomendaciones pertinentes y se propondrá el plan general de obras y de inversiones para el sistema durante el horizonte de planeación asumido, dando prioridad a las inversiones inmediatas orientadas a la rehabilitación de los sistemas y configurando de esta manera el informe inicial de avance, en el que se indicarán además las acciones complementarias requeridas, tales como levantamientos topográficos, estudios adicionales especiales, entre otros, para el diseño definitivo de los componentes resultantes del estudio.

Debe hacerse un análisis de costo mínimo, según lo establecido en el Título A del RAS vigente.

Para la selección de cada alternativa, se debe contar con la participación del grupo de profesionales contratados por el contrato, pues esta selección será la alternativa definitiva a desarrollar para los diseños detallados de ingeniería.

## 2. DISEÑO DE DETALLE

EL CONTRATISTA debe partir de los estudios técnicos (diseños de detalle) realizados en la etapa de factibilidad y desarrollarlos a mayor detalle para la alternativa seleccionada.

### 2.1. Criterios de Diseño.

Los criterios de diseño aplicables a cada tipo de obra deberán ajustarse a lo definido en las herramientas de planeación y la etapa de planeación y las normas de diseño de la entidad.

### *2.2.* Definición y localización de cada uno de los componentes del proyecto a diseñar*.*

De acuerdo con el análisis del problema a resolver y teniendo en cuenta lo definido en las herramientas de planeación y la etapa de ingeniería básica, así como las características específicas de la zona, el contratista definirá los componentes del proyecto y su localización específica dentro del área de estudio.

El diseñador deberá tener en cuenta la información contenida en los estudios de ingeniería básica básicos, con el fin de identificar posibles interferencias y/o limitaciones en la localización del proyecto.

### 2.3. *Selección de alternativas*.

Para la selección de alternativas tecnológicas de diseño deberá realizarse una evaluación socioeconómica que resulte en el menor costo económico, incorporando la inversión inicial, los costos de administración, operación, mantenimiento y reposición a las variables de decisión en un horizonte de 25 años.

**Evaluación Socioeconómica.**

Población actual, estratificación, índice de NBI (Necesidades básicas insatisfechas), población en miseria, usos del suelo, condiciones sociales, salud pública, aspectos educativos, organizaciones cívicas, nivel de ingresos, tarifas de los servicios públicos, disponibilidad de recursos humanos y materiales en la región.

El diseño de cualquier sistema en el sector saneamiento básico debe someterse a una evaluación socioeconómica y estar sujeto a un plan de construcción, operación, mantenimiento y expansión de costo mínimo, siguiendo lo establecido en el RAS Vigente

La evaluación socioeconómica de proyectos debe realizarse con el objeto de medir el aporte neto de un proyecto o política de inversión social al bienestar de una comunidad. Es decir, tendrá la capacidad de establecer la bondad del proyecto o programa para la economía nacional en su conjunto. En estos términos, el valor de cualquier bien, factor o recurso a ser generado o utilizado por el proyecto debe valorarse según su contribución al bienestar nacional.

Para proyectos de saneamiento básico se permiten los siguientes tipos de estudios socios económicos:

- Análisis de costo eficiencia.
- Análisis de costo mínimo de expansiones de capacidad.

Los estudios de evaluación socioeconómica se deben ejecutar para los niveles de complejidad medio, medio alto y alto.

- Análisis de Costo Eficiencia.

Se elaborará una comparación de los costos de varias alternativas factibles de proyectos, con el fin de seleccionar aquella que tenga el menor valor presente de los costos de inversión, operación y mantenimiento. El análisis de costo-eficiencia debe partir de las siguientes suposiciones:

- Que debe utilizarse la tasa social de descuento establecida
- Que los beneficios derivados de las alternativas estudiadas son los mismos
- Que los beneficios son mayores que los costos en cada alternativa.

El análisis debe seleccionar el proyecto que presente el menor valor presente neto entre las alternativas posibles.

Para realizar los estudios, deberá utilizarse los lineamientos del Anexo B – "Lineamientos para el análisis socio-económico", de este documento.

- **Análisis de Costo Mínimo de Expansión de Capacidad.**

Se deberán fijar los años que resulten óptimos para la ejecución de expansiones de capacidad de un sistema, teniendo en cuenta el efecto opuesto que se presenta entre las economías de escala y el costo de oportunidad de capital.
El periodo óptimo de expansión de capacidad para un sistema debe ser definido con base en los siguientes criterios:

1. Debe buscarse el equilibrio entre el periodo de expansión fijado por las economías de escala que prefieren un periodo largo, buscando componentes de capacidad grande, y el periodo determinado por el costo de oportunidad de capital que tiende a ser un periodo corto con componentes de poca capacidad, buscando la inversión inmediata de los recursos en otros proyectos.

2. El periodo de expansión debe escogerse para todo el sistema global y no para cada componente particular, de tal forma que se minimice el impacto causado por las ampliaciones puntuales de cada componente, evitando sobrecostos administrativos.

3. El periodo seleccionado puede ajustarse en cada etapa de expansión cuando existan estudios de demanda realizados durante dos expansiones sucesivas que demuestren cambios en las funciones de demanda, y en general, en las condiciones bajo las cuales se formuló el periodo de expansión inicialmente previsto

## 2.4. Topografía

Se realizarán levantamientos planialtimétricos cuando se requiera complementar lo ya realizado en la etapa de factibilidad, para los sitios donde se ubicarán las estructuras para cada uno de los componentes

Las especificaciones mínimas de estos levantamientos serán las exigidas en los estudios básicos de factibilidad del presente documento.

## 2.5. Diseño geométrico y análisis de interferencias.

Sobre la topografía realizada y de acuerdo con los requerimientos del proyecto se procederá a realizar el diseño geométrico de los alineamientos, cámaras y estructuras que requiere el proyecto, localizándolos en planta y perfil e incorporando todas y cada una de las interferencias que se puedan encontrar al momento de ejecutar las obras. Hace parte intrínseca del mismo el determinar el manejo que se deba dar a las interferencias visibles y no visibles con otras redes de servicios, donde deberá quedar resuelto, detallado, autorizado y presupuestado

el manejo que se debe hacer para la construcción. Todo el detalle de este diseño deberá estar consignado en los planos y demás documentos del diseño realizado.

### 2.6. Diseño hidráulico y Estudios de Hidrología.

El diseño hidráulico deberá incluir todos los esquemas, cálculos y modelaciones necesarias para la definición de las obras, precisando parámetros tales como diámetros, caudales, velocidades, especificaciones de materiales y demás aspectos técnicos que permitan asegurar el desempeño adecuado de los sistemas. Los esquemas y cálculos constituirán la memoria de cálculo que soportan las determinaciones de los elementos diseñados.

#### 2.6.1. Diseños hidráulicos con sus respectivas memorias de cálculo.

El proyecto a presentar debe contener los diseños y memorias de cálculo pertinentes, por tal motivo el CONTRATISTA deberá realizar los diseños hidráulicos de cada uno de los componentes del sistema de alcantarillado, para lo cual deberá tener en cuenta los lineamientos establecidos en la Norma RAS vigente y sus modificaciones. Adicionalmente deberá anexar los resultados de los cálculos hidráulicos, donde se consignen los datos de entrada, supuestos, dotaciones, caudales de diseño, cotas, calidad de los vertimientos e impactos en la fuente receptora, sistemas de bombeo si aplica, entre otras y los resultados obtenidos debidamente tabulados y concordantes con los datos plasmados en los planos de diseño.

Para el caso del componente redes de alcantarillado, las modelaciones hidráulicas se realizarán preferiblemente en un programa altamente difundido y utilizado para este tipo de modelaciones. Toda modelación hidráulica se debe entregar con la información que se procesó en el software para su verificación de forma magnética y física, de igual manera para el diseño hidráulico se tendrán en cuenta los lineamientos de la norma RAS vigente y sus modificaciones.

EL CONTRATISTA en desarrollo del Proyecto, deberá dimensionar y detallar la potencia de las estaciones de bombeo, los diámetros y longitudes tanto de la línea de impulsión, como de la línea de distribución. Lo anterior siempre y cuando el sistema de alcantarillado funcione a través de sistemas de succión e impulsión.

Se deberán realizar los diseños hidrosanitarios de las instalaciones locales, estos contemplan suministro de agua potable a las casetas, drenajes sanitarios, drenajes pluviales de la ronda de cerramiento y de las zonas comunes.

##### 2.6.1.1. Diseño detallado de redes de alcantarillado y drenaje pluvial.

Diseño de la alternativa seleccionada. La alternativa debe ser dimensionada completamente y sus costos de construcción totalmente cuantificados dentro de un cronograma preciso de ejecución de obras, incluyendo aspectos específicos requeridos de manejo ambiental y urbano durante su construcción, tales como estudios prediales y de servidumbres, licencias ambientales, plan de manejo ambiental, impacto urbano y especificaciones técnicas. El diseño debe generar además obligatoriamente manuales, programas y procedimientos de operación y mantenimiento apropiados para garantizar la efectividad y sostenibilidad del sistema a lo largo de su vida útil y minimizar efectos ambientales negativos.

a. Informe escrito, en medio físico y magnético con información relacionada anteriormente.
b. Ficha Técnica de Avaluó
c. Informe Fotográfico de cada uno de los activos
d. Documentación: Que se tuvo en cuenta para hacer la valoración.
e. Planos

### 2.6.2. Estudios Hidrológicos.

Esta actividad consiste en la búsqueda de información hidrológica a través de los puntos de agua más cercanos a la ubicación del proyecto, que permita construir o validar el modelo hidrológico de la zona, definiendo claramente áreas de recarga, cálculo de las ecuaciones que permitan construir las curvas de intensidad, duración y frecuencia, análisis de los balances hídricos considerando la precipitación total, infiltración en el subsuelo, evapotranspiración potencial y real, escorrentía superficial y volúmenes de agua máximas y mínimas en los cuerpos de agua receptores.

Se deberá realizar la estimación de la distribución temporal de las precipitaciones (duración de las lluvias) de la zona, para la obtención de los caudales de diseño, a partir de registros de lluvias o de variables hidroclimatológicas de estaciones ubicadas en la zona del estudio hidrológico como precipitación (promedio máximo mensual), evapotranspiración y evaporación (promedio mensual). Tomar como referencia toda la información recopilada, analizada y procesada en desarrollo de la elaboración de los estudios necesarios para el sistema de alcantarillado.

El contratista deberá cuantificar, en cada caso, los caudales aprovechables máximos y caudales mínimos, entre otros, de acuerdo a la información suministrada por la respectiva Corporación Autónoma Regional, quien es la autoridad competente en el área de su jurisdicción para manejar y administrar el recurso hídrico y/o con otras fuentes de información que considere convenientes, verificando que existan los respetivos permisos ambientales expedido por la corporación ambiental, como son: Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, curvas de duración de caudales, condiciones ambientales generales y sanitarias de la fuente y de la cuenca tributaria y análisis de afectación ambiental de cada una de los cuerpos de agua receptores de aguas residuales y/o de lluvias, curvas de intensidad, frecuencia, duración (IFD), entre otra información requerida. Adicionalmente se debe analizar como mínimo información de caudales y lluvias en la región, para determinar en series históricas los caudales de los drenajes y niveles máximos y mínimos.

Se deberá establecer la metodología adecuada para determinar los aportes de origen pluvial a los sistemas de alcantarillado de aguas lluvias y de aguas combinadas, para la estimación de los caudales de diseño. Análisis de la red de drenaje urbana y de la capacidad de drenaje de la fuente receptora de los vertimientos.

Se deberá realizar un análisis general en cuanto a los drenajes que cruzan las áreas urbanas, estimando las cantidades de escorrentía que escurren hacia la red de alcantarillado y zonas bajas (zonas de inundación), así mismo, incluir las recomendaciones del caso con base a la normatividad vigente (decreto 3930 de 2010, decreto 4728 de 2010, resolución 1514 de 2012, resolución 631 de 2015 y demás vigentes).

El contrato deberá establecer la metodología adecuada para determinar los aportes de origen pluvial al sistema de alcantarillado de aguas lluvias, para la estimación de los caudales de diseño.

Se deberá consultar los registros con datos históricos de precipitaciones existentes en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia – IDEAM, que se maneja en las estaciones pluviométricas de la región.

El informe de estudio hidrológico debe incluir planos, memorias descriptivas y de cálculo, curvas de intensidad de duración y frecuencia de ocurrencia de tormentas en la vertiente. Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Realizar los estudios hidrológicos, de acuerdo con los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto para los últimos años.
- Determinar con precisión la cuenca hidrográfica con base en planos a escala 1:10 000.

- Calcular los parámetros geomorfológicos: área; longitud del cauce principal; cota superior e inferior de la cuenca; cota superior e inferior del río principal; pendiente del cauce principal y pendiente promedia de la hoya; distancia en línea recta al punto más alejado de la cuenca; perímetro de la cuenca; longitud al centroide de la cuenca; y coordenadas norte y este, y cota de cada sitio de interés.
- Calcular el tiempo de concentración de la cuenca usando, al menos, cuatro métodos, que se deberán escoger, de acuerdo con la morfometría de la cuenca, entre los siguientes: Temes, William, Kirpich, Johnstone y Cross, California Culverts Practice, Giandotti, S.C.S Ranser, Ventura - Heron, Brausby - William, u otros debidamente soportados.
- Identificar las estaciones pluviográficas que tengan influencia sobre la cuenca de estudio y mostrar su ecuación o una figura de la curva intensidad – frecuencia – duración. Se deberá indicar el intervalo de la duración de la lluvia usada.
- Calcular la precipitación efectiva y la distribución temporal de la lluvia. Las lluvias se deberán calcular para períodos de retorno de 2,33, 5, 10, 25, 50 y 100 años. Para el cálculo de las pérdidas hidrológicas, se deberá indicar claramente el valor del número de curva CN y la metodología para su escogencia.
- Si es una cuenca mayor de 1 km2, obtener la creciente de diseño para períodos de retorno de 2,33, 5, 10, 25, 50 y 100 años, mediante cuatro métodos diferentes, como los siguientes:

    1. Análisis de frecuencia, si existen series históricas de caudales.
    2. Hidrogramas unitarios: William – Hann, SCS (Soil Conservation Service), Snyder, Clark, geomorfoclimático u otro.
    3. Método Gradex
    4. Método racional.
    5. Modelos de tanques
    6. Regionalización de características medias y del índice de crecientes.
    7. Otros métodos (justificar con teoría, datos y memorias de cálculo)

- En los procedimientos de cualquier metodología, se deberán entregar las bases de datos y memorias de cálculo producto de los distintos análisis. Los caudales de diseño escogidos deberán estar debidamente justificados
- Determinar la localización y/o relocalización de las obras de drenaje, como resultado del análisis de las condiciones geológicas, geomorfológicas e hidráulicas. Se deberá determinar la localización de las obras de drenaje mayores.
- Revisar y complementar los diseños de las obras de drenaje en concordancia con los diseños definitivos.
- Evaluar las condiciones de marea alta y baja, con la identificación de cotas de inundación, para las zonas afectadas por el proyecto.

Objetivos de calidad de la fuente receptora e información existente sobre la oferta y calidad de la misma.
Con los análisis realizados se obtendrán los diferentes parámetros hidrológicos que han de servir para la cuantificación del recurso hídrico disponible para, así mismo, la inclusión del análisis de variabilidad temporal de la calidad del agua y de los análisis de riesgos de desabastecimiento. Las condiciones del drenaje de la cuenca, capacidad de transporte de las redes de alcantarillado existente y sistemas abiertos artificiales o naturales de drenaje. Calidad y volumen del vertimiento, impacto sobre la fuente receptora. Potencial de inundaciones por falta de capacidad de evacuación o del sistema de canales y alcantarillas cerradas y de la fuente receptora.

**2.7. Geología Investigación de suelos y geotecnia.**

Se realizaran los ensayos requeridos para complementar los realizados en la etapa de factibilidad, en la medida que permita identificar las características físico-mecánicas y características químicas que identifiquen la posible acción corrosiva del subsuelo para elementos metálicos y no metálicos que van a quedar localizados en el

subsuelo; estudio geotécnico que determine: capacidad portante, condiciones de amenaza y vulnerabilidad y la estabilidad geotécnica del suelo y de las obras que lo requieran. Las recomendaciones de diseño y construcción de elementos de cimentación, estructuras de contención, protección y drenaje; la geometría y factor de seguridad de taludes. Se debe establecer la necesidad de llevar a cabo estudios más detallados de geología, hidrogeología, y/o suelos, justificando las razones por las cuales se formula dicha recomendación, así como el plan de investigaciones de campo adicionales a desarrollar en la etapa de diseño.

**2.8. Diseño Estructural.**

Las estructuras que componen el sistema deberán ser diseñadas para soportar las cargas a las que estarán sometidas, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-010, Ley 400 de 1997 y Decretos números 33 de 1998, 926 de 2010, 2525 de 2010, 92 de 2011 y 340 de 2012 o aquellas que las modifiquen, adicionen o sustituyan.

El diseño de las tuberías deberá indicar el cálculo estructural, las condiciones de instalación, cargas aplicadas y método de instalación de las mismas.

**DEFINICIONES**

**ESTRUCTURA HIDRÁULICA**

Toda aquella que está en contacto directo con el agua; destinada a hacerle tratamiento a la misma (ya sea para potabilización o de aguas servidas); para mejoramiento del medio ambiente; o en relación directa con sistemas de acueducto y/o alcantarillado.

**REFERENCIAS NORMATIVAS**

Para las siguientes referencias normativas aplica su versión vigente o reglamentación que las modifique, sustituya o adicione.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE.

- Code requeriments for environmental engineering concrete structures and commentary. Detroit:ACI. (ACI 350/350R).
- Seismic design of liquid-containing concrete structures and commentary. Detroit: ACI. (ACI 350.3/350.3R)

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA.

- Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes. Bogotá: AIS, 1995. (CCDSP-95)
- Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente. Bogotá: AIS, 1998. (NSR-10)

EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI – EMCALI EICE ESP

- Aspectos técnicos para diseño y construcción de subdrenajes. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-GE-004)
- Concretos y morteros. EMCALI EICE ESP (NCO-PM-AA-004)
- Criterios de diseño de anclajes en redes de acueducto y alcantarillado. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-AA-017)
- Criterios generales para diseño de tanques. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-AL-002)
- Juntas y sellos para juntas en estructuras de concreto. EMCALI EICE ESP (NCO-SE-AA-040)
- Requerimientos para cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-AA-016)
- Requerimientos para diseño y construcción de obras de protección de taludes. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-GE-002)
- Requisitos para la elaboración y presentación de estudios geotécnicos. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-GE-001)

**REQUISITOS**

**TIPOS DE ESTRUCTURAS**

1. Canales
2. Cunetas y canaletas
3. Box-Culverts fundidos en sitio
4. Cajas de interconexión de redes
5. Cajas para accesorios en redes de acueducto (válvulas, pitómetros, bocas de acceso, ventosas, etc).
6. Estructuras Disipadoras
7. Cámaras de Inspección especiales para alcantarillado
8. Estructuras para viaductos

Este tipo de estructuras comprenden obras civiles, anclajes, soportes de concreto para instalación de tubería en paso elevado, base, atraque y protección en concreto para redes, anclajes de tuberías y accesorios.

**REQUISITOS PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS**

Para el diseño de las estructuras hidráulicas se deben aplicar las siguientes normas:
Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10, Ley 400 de 1997 y sus Decretos 33 de 1998, 34 de 1999 y 2809 de 2000 y en especial el Capitulo C.23 – Tanques y estructuras de ingeniería ambiental de concreto. – Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14).

Así mismo para las estructuras hidráulicas tales como, culverts (de diferentes secciones), cajas de interconexión de redes que en razón de su localización se encuentren sometidas a régimen de cargas vehiculares, las normas de diseño a aplicar serán el "CCP-14 Norma colombiana de diseño sísmico de puentes" y la Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte AASHTO.

**Materiales**

**Concreto**

La calidad del concreto para las estructuras hidráulicas debe cumplir con los requisitos del Capítulo C.5 de la NSR-10.

La resistencia de diseño a la compresión mínima para el concreto de estructuras hidráulicas debe ser de f'c = 28 MPa (4000 psi) y la relación agua cemento deberá ser máxima de 0.45. Cuando el concreto este expuesto a sulfatos la resistencia mínima debe ser f'c= 32 MPa (4500 psi) con relación de agua cemento máxima de 0.42 (ver C.23-C.4.5 "Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente - NSR-10" y tabla 4.3.1 "ACI 350/350R Code requeriments for environmental engineering concrete structures and commentary") osu correspondiente actualización. No se deben emplear aditivos de cloruro de calcio en concreto expuestos a sulfatos"

**Acero de refuerzo**

El acero de refuerzo debe cumplir con el capítulo C.3.5 de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente - NSR-10.

**Espesor mínimo de muros y losas**

La definición del espesor mínimo está controlado por los recubrimientos mínimos requeridos para el refuerzo y por las consideraciones de resistencia e impermeabilidad. No deben emplearse espesores menores a 200 mm;

y los muros con alturas libres mayores de 3.0 m deben tener un espesor mínimo de 300 mm. Ver C.23 - C.14.6 Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente - NSR-10.

**Refuerzo Mínimo**

**Refuerzo mínimo de elementos sometidos a flexión y por retracción y temperatura**

El refuerzo mínimo a flexión será el definido en la sección C.23 – C.7.12 de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente - NSR-10 y 10.5 del "ACI 350/350R Code requeriments for environmental engineering concrete structures and commentary", excepto para las estructuras hidráulicas sujetas a régimen de cargas vehicular, para las cuales el refuerzo mínimo a flexión será el determinado de acuerdo al "CCP-14 Norma colombiana de diseño sísmico de puentes" y la sección 8.17.1 de la AASHTO.

Los detalles de refuerzo, su desarrollo y empalme de refuerzo deben estar de acuerdo con los capítulos C7 y C12 de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente - NSR-10, excepto para estructuras sometidas a régimen vehicular, las cuales se regirán por el "CCP-14 Norma colombiana de diseño sísmico de puentes".

**Recubrimientos**

Los recubrimientos mínimos de diseño están definidos en el numeral C.23 – C.7.7 de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente - NSR-10. y 7.7.1 del "ACI 350/350R Code requeriments for environmental engineering concrete structures and commentary" o su correspondiente actualización, en el caso en que los elementos sean prefabricados en una planta de prefabricados certificada bajo esquema ISO 9000, los recubrimientos mínimos serán los especificados en el numeral 7.7.2 del "ACI 350/350R", para cualquier otro caso rige el numeral 7.7.1 del "ACI 350/350R"., además de A.1.4.2 – Sistemas prefabricados, C.7.7.2 “Elementos Prefabricados construidos en Planta”, capitulo C.16 – “Concreto Prefabricado”.

**Juntas**

Para todo lo relacionado con las juntas en estructuras de concreto, debe consultarse C.20.1.4 “IMPERMEABILIDAD” y C.23 – C.4.10 – “JUNTAS” de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente - NSR-10.

**Condiciones de Cargas**

Las cargas de diseño deben ser establecidas por el diseñador estructural y se recomienda tener en cuenta mínimas las indicadas a continuación:

**Cargas muertas**

Las cargas muertas se deben evaluar de acuerdo con el capítulo B.3 de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente - NSR-10

**Cargas vivas**

Deben cuantificarse las cargas vivas teniendo en cuenta como mínimo lo especificado en este numeral **(xxx - CARGAS VIVAS)**, en el evento de que el diseñador utilice valores diferentes, debe justificarlos y consignarlos en los planos estructurales.

Deben tenerse en cuenta otras cargas vivas especificadas por las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente - NSR-10 según el uso de la estructura.

- Para las tapas y placas de los sumideros localizados en andén se deberá utilizar una carga viva de 1000 kg/m2.
- Para tapas localizadas en andén se deberá utilizar una carga viva de 1000 kg/m2 cuando las tapas cuenten con un área menor de 1 m2 se tomará una carga mínima de 1000 kg por elemento.
- Para estructuras sometidas a régimen de carga vehicular se deben utilizar las cargas especificadas en el "CCP-14 Norma colombiana de diseño sísmico de puentes";
- La distribución de cargas vehiculares debe realizarse de acuerdo con los criterios de las normas AASHTO y/o "CCP-14 Norma colombiana de diseño sísmico de puentes". Para Box Culverts, la aplicación y distribución de las cargas vivas se deben realizar según CCP-14 Norma colombiana de diseño sísmico de puentes

- Para las estructuras cercanas a las vías se debe tomar una sobrecarga por carga viva equivalente a una altura de relleno de 0.70 m.
- Para las cargas de las cámaras de inspección utilizadas en zonas verdes, la carga viva debe ser de 500 kg/m2.

**Factor de impacto**

Para cargas vehiculares, se deberán considerar los factores de impacto definidos por el "CCP-14 Norma colombiana de diseño sísmico de puentes" y/o la Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte AASHTO.

**Empuje de tierras**

Los parámetros para el cálculo de los empujes de tierra deben ser evaluados por el ingeniero geotecnista y deben presentarse en el estudio geotécnico de acuerdo con los requerimientos de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente - NSR-10 – Titulo H – "Estudios Geotécnicos", y el anexo técnico en su capitulo Requisitos para la elaboración y presentación de estudios geotécnicos".

**Sismo**

Se debe realizar la evaluación de las cargas sísmicas en estructuras hidráulicas, para lo cual se pueden considerar las recomendaciones contenidos en el reporte "ACI 350.3/350.3R Seismic design of liquidcontaining concrete structures and commentary", u otros métodos de reconocida aceptación técnica.

Cuando sea del caso se debe verificar sismo para empuje de tierras por el método de análisis numérico con software especializados con sapetabs - safe.

**Estabilidad Externa**

Para las estructuras hidráulicas se debe efectuar el análisis de estabilidad externa, que incluye cálculos de:

- Factor de seguridad al volcamiento, debe ser mayor de 1.5 , según ACI sección 19.5
- Factor de seguridad al deslizamiento, es de 1.5 según ACI sección 19.5
- Revisión de que no se sobrepase la capacidad portante del terreno
- Flotación

Los factores de seguridad al deslizamiento y al volcamiento se evaluarán para los sistemas estructurales a los cuales sea aplicable su revisión.

Se debe tener en cuenta la posible flotación de las estructuras ya sea causada por el nivel freático o por fugas de agua de las estructuras mismas, para lo cual se considera la estructura vacía y todas las posibles cargas muertas que puedan contrarrestar el fenómeno. Se debe trabajar con factor de seguridad de 1.25 en el caso que se puedan proveer sistemas que permitan limitar la elevación y de 1.50 en caso contrario, o según lo contemple el diseñador a criterio fundamentado en hipótesis de diseño y lo dictado por la NSR 10 y/o CCP-14

En la verificación de la capacidad portante, se deben considerar todas las cargas actuantes vivas, muertas y sismo.

Se deben tener en cuenta los efectos que puedan producir posibles flujos de agua. Revisión de estabilidad por efectos de carga de viento.

**Diseño Estructural**

Esta información presenta las consideraciones que se deben tener para el cálculo de cargas sobre las tuberías que hagan parte de un sistema de alcantarillado y el diseño de sus cimentaciones. **El interventor,** puede aprobar metodologías de cálculo estructural y de cimentaciones, de tuberías de alcantarillado diferentes a las aquí presentadas, siempre y cuando el diseñador presente la correspondiente sustentación técnica y económica

**TIPOS DE CARGA EXTERNA A UNA TUBERIA ENTERRADA**

Los tipos de carga que una tubería enterrada debe soportar son principalmente los siguientes

1. Cargas de Trabajo
   - Peso de la tubería
   - Peso del fluido

− Carga muerta externa

2. Cargas Vivas
   − Cargas vivas en vías
   − Cargas vivas de vías férreas y ferrocarriles
   − Cargas vivas de aviones − Cargas vivas durante una construcción.

3. Carga por Impacto: Estas cargas se representan por un factor que mayora las cargas vivas.

   La carga muerta externa total de diseño por unidad de longitud de la tubería (We) está dada por la suma de la carga de suelo (Wd), la carga externa concentrada (Wcsu) y la carga externa equivalente debido al peso del líquido en la tubería (Ww), por unidad de longitud en cada caso,

**CÁLCULO DE CARGAS EXTERNAS**

En general, para el cálculo de las cargas externas y sus efectos sobre las tuberías se debe tener en cuenta si la tubería se considera flexible o rígida.

**Tuberías flexibles**

Para una tubería flexible se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:
1. Cargas del suelo.
2. Deflexión de la sección transversal.
3. Pandeo de la tubería.

Para cada uno de estos casos, se deben seguir las siguientes consideraciones:
1. Cargas del suelo: Se debe calcular la carga externa a la tubería debido al peso del suelo.

2. Deflexiones de la tubería: La rigidez de la tubería y del suelo debe desarrollar suficiente resistencia en campo, de manera que la deflexión de la tubería bajo la carga no exceda la deflexión máxima permisible.

Generalmente, en los catálogos de los fabricantes se pueden encontrar los valores empíricos de deflexión a largo plazo para diferentes condiciones de instalación. Pero cuando esta información no se encuentra disponible, la deflexión a largo plazo aproximada de tuberías flexibles puede ser calculada usando la Formula Iowa Modificada, desarrollada por Spangler y Watkins.

3. Pandeo de la tubería: El fenómeno del pandeo puede generar el colapso de la tubería debido a la inestabilidad asociada. La presión externa sobre el tubo debe ser menor o igual que la presión de pandeo.

   a. Presión externa, qext: Para esto, se debe utilizar la peor condición

**Tuberías rígidas**

Para una tubería rígida se deben tener en cuenta que la carga del suelo se calcula considerando el peso del suelo sobre la tubería, más o menos las fuerzas cortantes de fricción con las paredes de suelo adyacente. Adicionalmente se deben tener en cuenta las condiciones de instalación de la tubería, las cuales pueden ser:

1. Instalación en zanja.
2. Instalación en terraplenes con proyección positiva.
3. Instalación en terraplenes con proyección cero.
4. Instalación en terraplenes con proyección negativa.
5. Instalación en terraplenes con zanja inducida.
6. Instalación en condiciones de túnel.

**TIPOS DE CIMENTACIÓN**
En la instalación de una tubería en zanja, se identifican algunas partes principales que son:
1. Cimentación
2. Cama de soporte
3. Zona de atraque
4. Relleno inicial
5. Relleno final

Los aspectos más importantes que debe tener en cuenta el diseñador son los siguientes:

1. Calidad de los materiales
2. Especificaciones de construcción
3. Tipo de tubería (rígida o flexible)
4. Tipo de zanja o relleno
5. Material de la tubería
6. Recomendaciones de fabricantes
7. Capacidad de carga del suelo
8. Estabilidad de la zanja

**PRODUCTOS A ENTREGAR**

**Esquemas Estructurales**
El cálculo de los esfuerzos en cada uno de los elementos constitutivos de la estructura del tanque debe realizarse para los estados límites de resistencia y funcionamiento.

Los máximos esfuerzos deben determinarse de acuerdo con las hipótesis de cargas principales más desfavorables que, para el caso de las paredes de los tanques enterrados o semienterrados, deben ser las hipótesis fundamentales del tanque lleno y vacío.

**MEMORIA DE CÁLCULOS**
El diseñador debe presentar la memoria de cálculo, la cual debe ser consistente con los requisitos del diseño estructural ("ACI 350/350R Code requeriments for environmental engineering concrete structures and commentary"), las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente - NSR-10, "CCDSP-95 Código colombiano de diseño sísmico de puentes", y demás normas citadas conjuntamente con el proyecto hidráulico y/o sanitario.

Debe incluir información de todos los análisis realizados, si utiliza programas de computador se debe incluir el nombre específico de él y la versión; acompañado de una descripción del programa, los datos de entrada y los resultados obtenidos.

En general la Memoria de Cálculos debe incluir:
- Descripción de la estructura
- Concepción estructural
- Procedimiento de análisis
- Criterios de diseño
- Bases del diseño, incluyendo los casos e hipótesis de cargas hechas durante este proceso.
- Normas utilizadas, con su año de expedición.
- Descripción de las cargas y procedimiento para evaluarlas (vivas, muertas, empujes de tierra, operación, etc.) y las zonas de la estructura donde se utilizaron.
- Cargas sísmicas incluyendo su procedimiento de evaluación.
- Cargas de viento incluyendo su procedimiento de evaluación.

- Información acerca del estudio de suelos y los criterios de diseño de la cimentación, incluyendo capacidad portante del suelo y los parámetros geotécnicos empleados en la evaluación de cargas si hay lugar a ello.
- Listado de los tipos de materiales estructurales, incluyendo sus calidades, cantidades utilizadas por elemento estructural según el diseño, y sus resistencias: concreto, acero de refuerzo, mampostería, acero estructural, madera, y las zonas de la estructura donde se utilizaron.
- Nombre y matrícula del ingeniero que elaboró el diseño, nombre y matrícula del ingeniero que revisó el diseño y nombre, matrícula y firma del calculista responsable.
Esquemas de localización de los elementos estructurales.
- Análisis y diseño para cargas verticales y laterales de los elementos estructurales, incluida la cimentación.
- Descripción del proceso constructivo propuesto para el desarrollo de la obra.
- Conclusiones y recomendaciones

**PLANOS ESTRUCTURALES**

Los planos deben contener la localización de los elementos estructurales, sus dimensiones, refuerzo a una escala adecuada, y detalles suficientes para la correcta construcción. Así mismo, pueden hacer referencia a dimensiones indicadas en los planos hidráulicos y/o sanitarios cuando sea apropiado. Los alzados y cortes deben realizarse con escala, cantidad y alcance apropiados para indicar la interdependencia y conexiones entre los diferentes elementos. Debe tenerse especial cuidado en asegurarse que aquellos detalles incluidos y calificados como típicos sean aplicables a las condiciones del proyecto. En general los planos estructurales incluyen lo siguiente, pero pueden variar de acuerdo con la complejidad del proyecto y el tipo de material estructural utilizado.

- Planta general.
- Notas generales, incluidas las especificaciones de los materiales estructurales, los parámetros geotécnicos, los recubrimientos, las cargas vivas utilizadas.
- Planos de cimentación.
- Planos de las diferentes plantas estructurales.
- Planos para indicar la interdependencia y conexiones entre los elementos estructurales, incluidos los detalles tipo de las diferentes juntas utilizadas en la concepción del proyecto.
- Basados en las cantidades de material por elemento estructural obtenidas durante el proceso de diseño, elaborar un cuadro de las cantidades totales usadas durante la ejecución del proyecto discriminadas por elemento estructural, a fin de establecer un presupuesto de las estructuras del proyecto.
- Planos del refuerzo principal y secundario para los elementos estructurales (placas, muros, vigas, columnas, zapatas y pilotes). Se debe dibujar cada elemento estructural, con sus dimensiones, indicación de las armaduras (marca, diámetro y separación), utilizando una nomenclatura clara y sencilla; las distintas varillas de refuerzo deben ser despiezadas al lado de cada elemento con su respectiva marca, diámetro, separación, longitudes parciales y longitud total o de corte.
- Se deben presentar los cortes transversales, longitudinales, horizontales, parciales, etc., que sean necesarios y aclaratorios.
- Cada detalle estructural tales como huecos para paso de tuberías, accesos al tanque etc., debe dibujarse con sus dimensiones y armaduras propias.
- Cada tipo distinto de junta llevará su respectivo dibujo claro y detallado.
- Se debe realizar un esquema general del orden posible y recomendado de colocación de concreto y que contenga las indicaciones de los distintos tipos de juntas a que hubiere lugar.
- Además de las notas aclaratorias particulares, en cada plano se debe indicar una serie de notas generales indicativas de las especificaciones de materiales, recubrimiento, presiones, sobre el terreno, recomendaciones del estudio geotécnico, etc.
- Debe incluirse en los planos el cuadro de cantidades de obra de la estructura, el cual incluirá la cartilla de hierros, en la cual se debe indicar la marca, ubicación, forma, diámetro, longitud, cantidad y peso de cada uno

de los distintos tipos de refuerzo, los volúmenes de concretos a utilizar, las longitudes de los diferentes tipos de juntas empleados y demás cantidades de materiales que hagan parte de la estructura.

**2.9. Diseño de o*bras complementarias.***

Los diseños deberán incluir todas las obras complementarias según la especialidad, necesarias para el funcionamiento de los sistemas (eléctricas, mecánicas, arquitectónicas, instrumentación y control, protección frente a riesgos por amenazas naturales y socionaturales identificadas, entre otras).

Deben tenerse en cuenta criterios de diseño orientados al uso de sistemas eléctricos apropiados, la instrumentación y el control, para lo cual también deberán tenerse en cuenta los criterios establecidos en los artículos 237 y 238 de la presente resolución.

En el caso que la disponibilidad y confiabilidad del suministro de energía es baja, se deben planificar acciones para:

• Tener fuentes de energía de respaldo eficientes y sostenibles, entre las cuales puede evaluar el uso de fuentes de energía solar, eólica, diésel o sistemas híbridos. La selección de la mejor alternativa debe considerar los costos de operación a lo largo de la vida útil del sistema de suministro.

• Evitar daño en equipos (como el uso de variadores de frecuencia, supresores de picos, entre otros).

**2.10. Gestión Predial**

El contratista deberá complementar los estudios realizados en la etapa de factibilidad. Para las obras que para su ejecución requieran la utilización de predios cuya propiedad, posesión o tenencia no le corresponda a los beneficiarios del proyecto, se deberá preparar la relación de predios afectados que incluya como mínimo: el Localización Topográfica (abscisas), Dirección del Predio, Nombre y teléfono del Beneficiario, resumen de áreas libres y afectadas.

Lo anterior, con el fin de obtener por parte del Organismo Ejecutor y/o la Asociación de Usuarios, las autorizaciones respectivas, mediante la suscripción de documentos mediante los cuales se acredite la constitución de las servidumbres prediales necesarias para la ejecución del proyecto, por medio del contrato respectivo, elevado a escritura pública, y debidamente registrado ante la Oficina de Registro de Instrumentos Públicos.

***2.11. Definición de especificaciones técnicas de construcción.***

El diseño deberá precisar las especificaciones técnicas de cada uno de los elementos del proyecto, incluyendo los detalles de materiales, condiciones, cantidades y medidas que se apliquen al proyecto. Adicionalmente, el diseño deberá incluir los procedimientos constructivos recomendados para la construcción de las obras.

El contratista preparará el volumen de especificaciones técnicas de construcción, requerido para el control de calidad de la obra y medida y pago de la misma, siguiendo el formato establecido para tal fin, el cual deberá ser concertado previamente con la Interventoría que para tal efecto se designe.

Estas Especificaciones Técnicas contemplan la calidad técnica mínima de materiales y equipos generales a emplear, mano de obra y servicios necesarios para la construcción de las redes eléctricas de los camerinos
Para la elaboración de las especificaciones técnicas para la ejecución de la obra producto de esta contrato se deberá tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Estas deberán contemplar y establecer la calidad técnica mínima de materiales y equipos a emplear, además de la mano de obra y servicios necesarios para la construcción del proyecto.

- Estas deben establecer las características esenciales del producto que será adquirido.

- Debe evitarse establecer un exceso de especificaciones, establecer características innecesarias las cuales pueden resultar en especificaciones demasiado restrictivas susceptibles de impedir la libre competencia e incrementar el costo del producto.

- La especificación debe ser razonable y contener la precisión necesaria, de no ser así posiblemente resulta costosa y puede limitar la competencia.

- El texto de las especificaciones debe ser claro, utilizar lenguaje común, y sin el uso de términos susceptibles de varias interpretaciones.

- El uso de abreviaciones debe ser restringido a las que son de uso común y respecto a las cuales no es posible se presenten malentendidos.

- Para la ejecución de estas especificaciones se deberá regir por las versiones vigentes actualizadas de las siguientes normas:

    - 1. Norma de sismo resistencia (NSR 2010).
    - 2. Normas técnicas de construcción (NTC).
    - 3. Normas ICONTEC.

Se recomienda plasmar las especificaciones técnicas de acuerdo con el siguiente formato, para cada uno de los ítems del formulario de cantidades de obra:

| |
|---|
| **Descripción del ítem:**<br><br>*(Tal cual se expresa en el formulario de cantidades de obra)* |
| **Generalidades:**<br><br>*(Descripción del proceso constructivo, incluyendo tipo y calidad de materiales, herramientas y equipos a utilizar, calidades del personal a ejecutar las actividades, condiciones especiales de transporte al interior de la obra. Ubicación dentro de la obra, cuidados especiales que debe tener el constructor.)* |
| **Normatividad asociada:**<br><br>*(Nombrar la normatividad de obligatorio cumplimiento que se debe cumplir en la ejecución de la actividad, tales como: NSR 2010, ICONTEC, NTC, etc..)* |
| **Unidad de medida y forma de pago:**<br><br>*(Indicar la unidad de medida, la cual deberá coincidir con la planteada en el formulario de cantidades de obra y en los análisis de precios unitarios, además de la manera como se realizará dicha medida.* |

### *2.12. Determinación del presupuesto y cronograma de obras.*

El diseño deberá incluir el presupuesto de obra estimado de las obras a ejecutar, especificando las cantidades de obra y los respectivos análisis de precios unitarios. Adicionalmente, el diseño deberá incluir una propuesta de cronograma de ejecución de las mismas.

Igualmente preparará la lista de cantidades de obra, precios unitarios del proyecto y el suministro de tubería, incluyendo el respectivo análisis de AIU (Administración, Imprevistos y Utilidad) para la conformación del presupuesto de obra, de acuerdo con los ítems de pago establecidos dentro de las especificaciones técnicas, agrupados debidamente por componentes. Deberá adjuntarse el respectivo análisis del AIU, con los análisis de precio unitarios APUs de cada uno de los ítems

El Contratista elaborará el cronograma y flujo de fondos e inversiones de la ejecución del proyecto con el fin de determinar la secuencia óptima para adelantar su realización. Se hará un diagrama de barras que indique la duración de cada actividad, la interrelación entre cada una de ellas y en forma clara la ruta crítica del proyecto; preferiblemente en Project.

Así mismo deberá estimar el costo del servicio requerido de Interventoría del proyecto, que hará parte del plan financiero.

Se formulará el plan tentativo de ejecución del proyecto, que involucre las etapas de contratación y de ejecución de las obras de los diferentes componentes del proyecto, identificando la ruta crítica y definiendo la secuencia constructiva más adecuada para el esquema propuesto.

Para adelantar en forma satisfactoria la ejecución del proyecto, el recomendará y dimensionará los recursos técnicos y humanos que se estimen necesarios para el adecuado funcionamiento del esquema de organización requerido.

#### 2.12.1. Presupuesto de obra

Para la elaboración de los presupuestos de obra, se deberán tener en cuenta todas y cada una de las siguientes condiciones:

- Se debe presentar u formato organizado que contenga:
    - Numero de capitulo
    - Descripción del capitulo
    - Numero de ítem
    - Descripción del ítem
    - Unidad de medida
    - Cantidad
    - Valor unitario
    - Valor total (expresado en pesos colombianos, con máximo dos (2) cifras decimales) el cual es el producto de multiplicar los valores de las cantidades de obra y el valor unitario.
    - Costo directo
    - A.I.U
    - Costo total

- La descripción de los ítems deberá ser claros, concisos, precisos, en cuanto a: materiales a utilizar, calidades de acabados de obra, herramientas y/o equipos especiales a utilizar, acarreos internos, y en general todas las actividades que se deben realizar para cumplir con la ejecución de la actividad, con

este se realizaran los análisis de precios unitario, del cual se desprende el valor unitario para cada ítem.

- Se deberá plasmar la unidad de medida con la cual se pagará dicha actividad.

- El valor unitario se debe expresar en pesos colombianos, con máximo dos (2) cifras decimales, este valor será obtenido de los análisis de precios unitarios.

- Valor total se debe expresar en pesos colombianos, con máximo dos (2) cifras decimales, este será el producto de multiplicar los valores de las cantidades de obra y el valor unitario

- Costo directo, será la sumatoria de los valores totales de cada uno de los ítems.

- A.I.U., se refiere a los costos indirectos de la obra Administración, imprevistos y utilidades, expresado en porcentaje, con máximo dos (2) cifras decimales. Deben tenerse en cuenta en la elaboración del A.I.U los impuestos y tributos aplicables según el municipio de ejecución de proyecto y teniendo en cuenta

- Costo total, este valor será la suma de los costos directos e indirectos del proyecto.

**2.12.2.** Elaboración de los análisis de precios unitarios**:**

Mediante Un modelo matemático se deberá llegar de forma clara con una trazabilidad al valor de cada uno de los ítems del formulario de cantidades de obra, para lo cual se deberá utilizar un formato, el cual permita desglosar por cada uno de sus componentes, equipo y herramienta, materiales de construcción, transporte externo e interno, mano de obra y demás parámetros requeridos para el cálculo del presupuesto.

Para efectos de calcular el AIU, administración, imprevistos y utilidades se deberá utilizar un formato que permite ingresar de manera organizada los diferentes costos indirectos del proyecto, incluyendo entre otros: Personal administrativo, movilización e instalaciones, gastos generales y gastos legales, jurídicos y tributarios, además se debe plasmar un porcentaje para los imprevistos y un porcentaje para las utilidades.

**2.13. Otros estudios y diseños.**

El Contratista deberá realizar todos los Estudios y Diseños en detalle, suficientes y necesarios, desde todos los componentes técnicos descritos y otros que pueda requerir el Proyecto, y que permitan materializar y construir la alternativa seleccionada.

**PRESENTACIÓN DEL PROYECTO AL MINISTERIO VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO (MVCT)**

El contratista deberá entregar a la Contratante todos los productos necesarios para que el Municipio pueda presentar ante el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio la solicitud de viabilidad del Proyecto, además deberá acompañar al Municipio en las gestiones y actividades que sean necesarias, que le permitan obtener la viabilidad del proyecto de acuerdo con lo establecido en la Resolución 1063 de 2016, en lo que hace referencia a: proyecto técnicamente aceptable.

Además, el Contratista debe conocer todos los requisitos de ventanilla única, pues es responsabilidad de éste de efectuar todos los estudios y diseños exigidos por esta, por lo que podrá ser requerido por parte de la interventoría o la contratante, para que realice los ajustes y correcciones pertinentes a los proyectos, dudas e

inquietudes que surjan del proyecto, de tal forma que se introduzcan oportunamente, el cual será exclusivamente su responsabilidad en obtener dicha viabilidad y/o concepto técnico favorable.

### *2.14. Resultados.*

Como resultado del diseño se deberá obtener un documento consolidado que contenga todos y cada uno de los documentos producidos en el desarrollo de los pasos descritos en el artículo anterior, incluyendo las memorias de diseño, los planos de detalle para construcción y las especificaciones de diseño definitivas que deberán ajustarse a lo dispuesto en el Título 3 de esta resolución sobre gestión documental.

#### 2.14.1. Presentación de Planos y Documentos

El contratista suministrará los planos en medio magnéticos y en físico original y dos (2) copias heliográficas del estudio, de 0,60 m x 0.90 m de los planos generales y un reducido en planta y otro en perfil a una escala adecuada que permita apreciar la totalidad del proyecto.

En los planos de las obras hidráulicas se deberá dibujar los perfiles hidráulicos y en la parte inferior se indicará en espacios separados las abscisas, cota de terreno, cota piezométrica, presión disponible, etc.

Los planos entregados producto de este estudio deberán ser firmados por el contratista, el diseñador, y el interventor; si los planos se refieren al diseño de sistemas especiales deberán además ser firmados por el profesional especialista en el área.

Los planos entregados deben ser planos constructivos, estar debidamente acotados, a escalas adecuadas, en el caso de los planos estructurales deberá incluir la cartilla de hierros.

En general, para la aplicación de normas y especificaciones técnicas relacionadas con los diseños, planos, memorias, etc., se tendrá en cuenta lo señalado en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento RAS y sus actualizaciones.

Los Informes de diseño definitivos que incluyen los informes de presentación de planos, memorias de cálculo, estudios y diseños definitivos, donde se deben incluir los resultados, recomendaciones y conclusiones del desarrollo de las actividades descritas en los términos de referencia y otros temas que el contratista haya considerado de importancia y que tengan relación con los estudios, deberán ser aprobados por la interventoría.

Informe Final - Este Informe deberá incluir las observaciones y correcciones dadas por la Interventoría del estudio y un documento de resumen ejecutivo del desarrollo de los Estudios y Diseños.

El contratista deberá entregar los informes y los productos resultantes de la Contrato con todos sus anexos en original y dos (2) copias, así como en forma magnética (CDs) compatible con las aplicaciones de software disponibles en el Municipio donde se ejecutará el proyecto.

En los documentos de presentación de los resultados, el Contratista deberá referenciar al final de los mismos, la bibliografía utilizada, citando las posibles fuentes de consulta.

Se suministrará original y dos (2) copias de los planos topográficos, generales de diseño, y de detalles, todos en tamaño de papel y escala adecuada que permita una adecuada lectura de toda la información consignada y representen la totalidad del proyecto. Todas las memorias y planos deberán ser entregados en medio físico y magnético. Todos los planos de diseño deben tener claramente identificados y dibujados todos los elementos requeridos, detallando convenciones claras para identificar si los elementos existen o son elementos propuestos, lo cual debe reflejarse en cuadros de numeración y resumen de cantidades. Todos los planos

deberán estar debidamente suscritos por un profesional acreditado en la materia respectiva, así como por la interventoría/supervisión de los trabajos. Se incluirán entre otros, los siguientes planos para cada proyecto, según corresponda a sistemas de suministro de agua ó de manejo de aguas residuales, de acuerdo a la tecnología seleccionada: - Planos topográficos - Planos de localización en planta de los sistemas proyectados. - Perfiles de conducciones y ductos principales - Planos de sectorización de los sistemas de acueducto. - Planos detallados de estructuras hidráulicas, estaciones de bombeo y demás elementos que se proyecte construir, incluyendo para cada uno su localización en planta y detalles constructivos - Planos civiles, hidráulicos, estructurales, eléctricos, mecánicos y de instrumentación.