ANEXO TÉCNICO

ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ABASTECIMIENTO HÍDRICO ECOSOSTENIBLE CON ENFOQUE A LARGO PLAZO PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO EN LAS COMUNIDADES URBANAS Y RURALES DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

Calle 24 #51-40, Bogotá
Capital Tower- Piso 7 y 11
Código Postal: 111321- Tel 601 795 44 80
contactenos@epc.com.co
www.epc.com.co
@EPCUNDI

Tabla de contenido

1. 3 2. 3 3. 10 4. 11 5. 11 6. 14 7. 26 8. 32 9. 33 10. 34 11. 37 12. 39 13. 44 14. 44 15. 46 16. 47

Calle 24 #51-40, Bogotá
Capital Tower- Piso 7 y 11
Código Postal: 111321- Tel 601 795 44 80
contactenos@epc.com.co
www.epc.com.co
@EPCUNDI

1. OBJETIVO

Realizar la **actualización del Plan de Abastecimiento hídrico con enfoque ecosostenible a largo plazo**, que se concibe como una herramienta para la toma de decisiones que beneficiará al departamento de Cundinamarca, brindando alternativas sujetas a las realidades técnicas, financieras y administrativas del recurso hídrico y cada uno de los prestadores de servicio en línea con la conservación y preservación de las fuentes y los recursos naturales, velando por garantizar la continuidad y el abastecimiento de agua a la población del Departamento.

2. ALCANCE DE LOS ESTUDIOS

El alcance del contrato que se proyecta celebrar es la estructuración técnica, jurídica y financiera del proyecto denominado "**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ABASTECIMIENTO HÍDRICO ECOSOSTENIBLE CON ENFOQUE A LARGO PLAZO PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO EN LAS COMUNIDADES URBANAS Y RURALES DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.**" que incluye la realización de todas las actividades tendientes a definir y acompañar a la entidad en la definición e implementación de los procesos de planificación, viabilización y contratación que finalmente se requieran para adelantar la ordenanza que adopte las estrategias seleccionadas para el periodo de diseño, de acuerdo con los lineamientos mencionados en estos pliegos, los anexos y todos los documentos soporte de la presente contratación, y de los estudios preliminares contratados por la entidad.

Se deberá tener en cuenta, el alcance previamente desarrollado por el Contrato No. EPC-PDA-C-283-2019 firmado con EPC, el cual tuvo como objeto la PLAN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.

No obstante, y dado que en su momento se determinó la no viabilidad financiera del proyecto, existieron indicaciones por parte de Empresas Públicas de Cundinamarca de no continuar con la fase II de ingeniería básica, en la medida que, para la época, no se disponía de las apropiaciones presupuestales necesarias para el desarrollo de las obras producto de la consultoría, así como tampoco fue de interés por la totalidad de los municipios incorporados en el estudio.

Se entiende para efectos del alcance de la consultoría la información base se debe actualizar a la disponible para el momento de ejecución del contrato, manejando la misma línea metodológica y usando la información disponible en el Plan de Abastecimiento ya mencionado.

El Artículo 02 de la Ley 142 de 1994 habla de la intervención del estado en la prestación de servicios públicos para garantizar la calidad, ampliación permanente, atención prioritaria de las necesidades básicas insatisfechas en materia de agua potable y saneamiento básico. El artículo 6 de la misma ley determina que los municipios prestarán directamente los servicios públicos de su competencia, cuando las características técnicas y económicas del servicio y las conveniencias generales lo permitan y aconsejen.

Mediante el Decreto Departamental N° 180 de 2008, se formula e implementa el Plan Departamental para el Manejo Empresarial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Agua y Saneamiento en el Departamento de Cundinamarca y en su artículo segundo, designa como gestor del PDA Cundinamarca a Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. E.S.P., en adelante EPC.

El Decreto 1077 de 2015, en su artículo 2.3.3.1.4.1.4, numerales 1º y 18º, establece como funciones del Gestor, entre otras: a). desarrollar las acciones necesarias para alcanzar el cumplimiento de los objetivos de la política del sector de agua potable y saneamiento básico, b). la observancia de los principios y el cumplimiento de los objetivos y las metas del PAP-PDA, c). atender los temas a nivel departamental relacionados con el sector, d. adelantar los procesos de contratación con cargo a los recursos del PAP-PDA una vez los proyectos hayan sido viabilizados, de acuerdo con lo previsto en dicho decreto, el Manual Operativo, el Plan General Estratégico de Inversiones, el Plan Anual Estratégico y de Inversiones y el Plan de Aseguramiento de los Prestación de los Servicios.

Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. E.S.P., en desarrollo de las estrategias que permitan mejorar la calidad de la prestación de los servicios públicos en el territorio, como Gestor del Plan Departamental de Aguas para desarrollar proyectos de saneamiento básico y agua potable le corresponde gestionar diferentes fuentes de financiación como los son: Regalías, Plan Departamental de Aguas, Fondo Nacional de Calamidades, entre otros; en tal sentido y con el fin de cumplir con las metas propuestas en dichas estrategias y en el Plan de Desarrollo Departamental; debe contar con un equipo de profesionales idóneos que apoyen en los diferentes aspectos técnicos el desarrollo de los proyectos que permitan mejorar la calidad de vida de los cundinamarqueses.

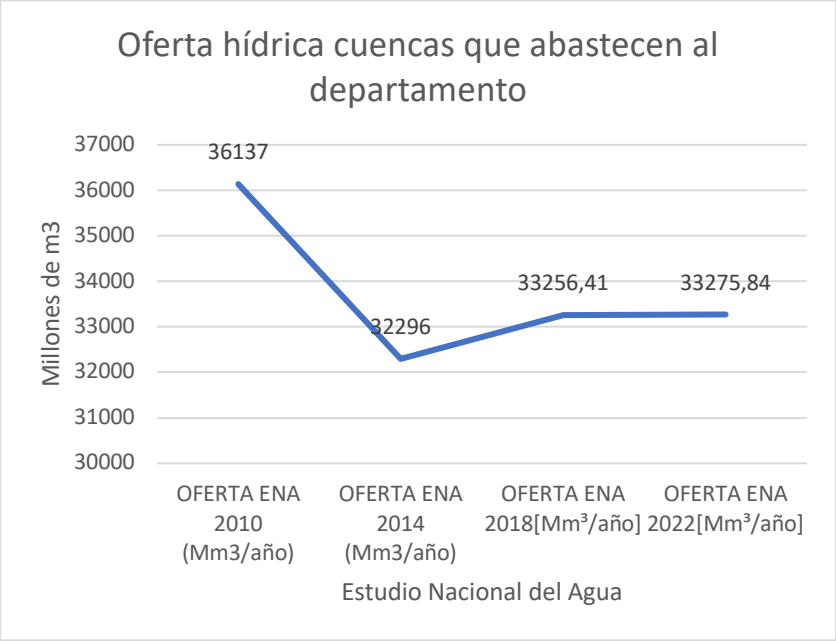
De otra parte, Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. E.S.P., por ser una entidad del nivel descentralizado del Departamento de Cundinamarca, tiene bajo su responsabilidad garantizar el cumplimiento de las metas establecidas en el Plan de Desarrollo Departamental.

La crisis del abastecimiento hídrico en el Departamento ha aumentado significativamente en el último tiempo, el cambio climático, la contaminación de las fuentes y la falta de

organización poblacional alrededor del agua han generado fenómenos de desabastecimiento que con el tiempo tienden a aumentar debido al aumento de la demanda por el crecimiento poblacional.

De acuerdo al IDEAM en su estudio Nacional del agua, para los periodos analizados la oferta hídrica de fuentes superficiales en el Departamento de Cundinamarca, va decreciendo con el tiempo, pasando de 36137 millones de metros cúbicos al año (ENA2010) a 33275.84 millones de metros cúbicos al año (ENA 2022).

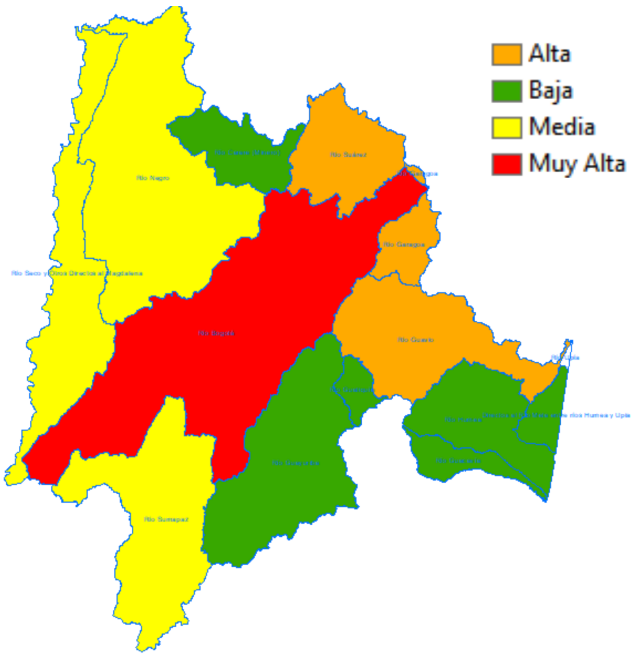
Gráfico 1 Comparativo oferta hídrica



Fuente: Adaptado de Estudio Nacional del Agua

En esta misma línea de acuerdo a los análisis realizados en Empresas Públicas de Cundinamarca, se puede evidenciar que el índice de vulnerabilidad de desabastecimiento hídrico en un año medio, demuestra que para la cuenca del Río Bogotá esta vulnerabilidad es muy alta, debido a la falta de fuentes hídricas superficiales y la calidad de las fuentes actuales. Así mismo, las cuencas de Río Garagoa, Suarez y Guavio, presentan un índice de vulnerabilidad alto, lo que representa un riesgo importante en todo el Departamento como se muestra a continuación.

Figura 1 Índice de vulnerabilidad de desabastecimiento hídrico



Fuente: Plan de abastecimiento 2022

El riesgo inminente de desabastecimiento al que están abocados los municipios del Departamento, podría someterlos a la ausencia cada vez más prolongada del suministro de agua para consumo humano, lo que conlleva a múltiples problemáticas de incalculables consecuencias entre las que vale la pena resaltar: la inminente emergencia sanitaria que afecta a la población, el incremento de enfermedades e incluso el riesgo de mortalidad de población vulnerable, la suspensión de actividades educativas, administrativas y productivas por el cierre de todo tipo de instituciones motivado por la ausencia del servicio, pérdidas económicas y estancamiento del crecimiento y desarrollo municipal, vulnerabilidad e inconformismo social e inestabilidad política debido a la emergencia.

Por otro lado, es conocida la importancia y relevancia del cambio climático y de las acciones para reducir las emisiones de gases invernadero. Reducir la vulnerabilidad poblacional ante el cambio, para que la respuesta frente al fenómeno conlleva un aumento de la resiliencia territorial justifica que la región pueda contar con toda una estrategia de regionalización soportada en una infraestructura que ayude a mitigar los efectos de esos fenómenos. A nivel nacional son claras las disposiciones legales que tienen como fin promover las estrategias para la implementación de programas y proyectos que fomenten los modelos de prestación regional con claros beneficios de economías de escala y uso eficiente y ahorro del recurso.

Ante la situación planteada, EPC ha trabajado en la formulación de diez líneas estratégicas clave que buscan afrontar los retos actuales y futuros. Estas líneas permitirán a la entidad

contar con las herramientas necesarias para una planificación integral, sincronizando acciones oportunas que respondan a las crecientes necesidades generadas por el desabastecimiento y la necesidad de una regulación eficiente de las fuentes hídricas disponibles. Las líneas estratégicas son las siguientes:

1. Ampliación del PDA (Plan Departamental de Aguas).
   Expansión de la cobertura del acueducto regional para atender a comunidades con deficiencia en el suministro de agua potable, y el fortalecimiento de la infraestructura de almacenamiento y distribución para garantizar la continuidad y calidad del servicio.

2. Desarrollo e implementación de un Plan de Sostenibilidad Hídrico-Ambiental.
   Protección y conservación de las fuentes hídricas estratégicas que abastecerán el acueducto regional e implementación de programas de reforestación y restauración ecológica en cuencas hidrográficas prioritarias.

3. Realización de estudios, diseños y construcción de PMAA (Plantas de Manejo de Aguas Acondicionadas) incorporando nuevas tecnologías y diseños prototipo.
   Incorporación de nuevas tecnologías y diseños prototipo para mejorar la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales, implementación de soluciones descentralizadas para pequeñas comunidades que no cuentan con infraestructura de saneamiento.

4. Desarrollo de software personalizado para los prestadores de servicios públicos.
   Creación de herramientas digitales para mejorar la gestión operativa, comercial y técnica de los sistemas de acueducto y alcantarillado e integración de sistemas de monitoreo en tiempo real para optimizar la distribución del recurso hídrico.

5. Implementación de un sistema de recolección, disposición de residuos sólidos y gestión hacia el aprovechamiento en la instalación de parques tecnológicos, que promuevan el programa nacional de basura cero.
   Instalación de parques tecnológicos para el tratamiento y valorización de residuos, promoviendo la economía circular y el programa nacional de Basura Cero, con el desarrollo de estrategias de educación ambiental para fomentar la separación en la fuente y el reciclaje.

6. Desarrollo e implementación de un Plan de Sustitución Energética para los sistemas operativos del sector de agua potable y saneamiento básico.
   Incorporación de energías renovables en los sistemas operativos del sector de agua potable y saneamiento básico, y optimización del consumo energético en las Estaciones de Bombeo y Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP).

7. Optimización del Sistema de Operación Regional de PTARs (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales).
   Modernización de la infraestructura de tratamiento de aguas residuales para mejorar la eficiencia operativa e implementación de tecnologías innovadoras para la reducción de contaminantes y la reutilización de aguas tratadas.

8. Programa de renovación y modernización de los sistemas de medición (micro y macro medidores).
   Reemplazo de micro y macro medidores obsoletos para mejorar la precisión en la medición y facturación del servicio de agua potable e implementación de sistemas de telemetría para el monitoreo y control del consumo de agua.

9. Plan integral de asistencia técnica, operativa, económica y legal de forma continua.
   Creación de un programa continuo de capacitación y asistencia técnica para los operadores del acueducto regional y desarrollo de estrategias de sostenibilidad financiera para garantizar la viabilidad económica de los sistemas de abastecimiento de agua.

10. Reconocimiento y estímulo a los mejores prestadores de servicios públicos y a sus equipos de trabajo.

11. Creación de incentivos y certificaciones para operadores que demuestren altos estándares de calidad y eficiencia en la prestación del servicio y fortalecimiento del sentido de pertenencia y profesionalización del talento humano en el sector de agua y saneamiento.

Así las cosas, es prioridad de esta entidad implementar un plan de sostenibilidad hídrica que garantice el abastecimiento y la continuidad del recurso hídrico en todo el Departamento sin afectar o alterar las condiciones naturales de las fuentes y evitando impactos negativos sobre los ecosistemas presentes en el Departamento.

Conscientes de la realidad a la se enfrenta el Departamento, En el plan de desarrollo Departamental "Gobernando más que un plan 2024-2028" se estableció la meta "*Elaborar documento del Plan de Abastecimiento hídrico con enfoque eco-sostenible de largo plazo.*" Con la cual se busca contar con herramientas que permitan la toma de decisiones para garantizar el abastecimiento hídrico en el Departamento y mejorar la calidad de vida de los cundinamarqueses.

Bajo esta premisa, para el proyecto objeto del presente estudio previo, se ha querido retomar los programas y proyectos que en el pasado se han propuesto, acorde con las líneas estratégicas de la entidad.

En anteriores vigencias se desarrolló una consultoría amparada bajo el contrato EPC-PDA-C-283-2019 en el año 2019, la cual respondió a las necesidades y productos que les fueron generados en su momento, siendo en la actualidad soporte e información esencial para ser actualizada.

Este contrato puntualmente abordó la problemática desde un diagnóstico a partir de información secundaria disponible para el momento del estudio, así mismo estableció líneas de acción en diferentes fuentes de abastecimiento a partir de un estudio preliminar que debe ser profundizado en el momento de elegir una de estas alternativas. Si bien el documento cuenta con bastante información que puede ser relevante en la toma de decisiones, la actualización de información base como el estudio Nacional del agua 2022, los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA), los planes de ordenamiento territorial, los usos y usuarios y el cambio en los patrones de crecimiento poblacional producto del COVID, generan la necesidad de actualizar el documento con un énfasis ecosostenible que garantice la no afectación de las zonas de importancia ambiental y que determine el impacto de cada una de las alternativas y como este puede ser mitigado, compensado, corregido o prevenido de acuerdo a la particularidad de cada una de las obras o actividades. Así mismo y una vez analizado el documento se hace necesario un análisis técnico y financiero de las alternativas, incluyendo los posibles vehículos de inversión que se puedan presentar y vinculando a cada uno de los actores en el crecimiento poblacional del Departamento.

Aunado lo anterior, Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. ESP, como ejecutor del Plan Departamental de Aguas PDA del Departamento de Cundinamarca, en ejercicio su objeto social como empresa departamental de servicios públicos y de lo consagrado por la Ley 142 de 1994 en relación con las responsabilidades de los municipios y de los departamentos para la prestación eficiente de los servicios públicos de agua y saneamiento, está interesada en avanzar de manera decidida en la estructuración y futura ejecución de un proyecto que garantice al departamento las herramientas para la toma de decisiones enfocadas en la realidad de cada municipio.

El denominado proyecto **"Actualización del plan de abastecimiento hídrico ecosostenible con enfoque a largo plazo para la prestación del servicio de acueducto en las comunidades urbanas y rurales del departamento de Cundinamarca"** se concibe como una herramienta para la toma de decisiones que beneficiará a todo el Departamento, brindando alternativas sujetas a las realidades técnicas, financieras y administrativas de cada uno de los prestadores de servicio en línea con la conservación y preservación de las fuentes y los recursos naturales velando por garantizar la continuidad y el abastecimiento hídrico a toda la población del Departamento de Cundinamarca.

En desarrollo del Plan de Desarrollo departamental: "**Gobernando: más que un plan**" (2024-2028), el gobierno departamental se ha comprometido con estas poblaciones, en la implementación de una solución definitiva a su problema de abastecimiento.

Se debe tener en cuenta que el proyecto no pretende sustituir las operaciones de servicios públicos existentes en los municipios, sino desarrollar una línea base que sirva tanto al departamento como a los municipios y los prestadores de servicio para mejorar, optimizar y garantizar su servicio de acueducto doméstico, garantizando el caudal necesario para sup0lir la demanda hídrica para un horizonte de 50 años.

Por las razones expuestas, se llevó a cabo en sesión No. 132 el Comité Directivo del PDA de Cundinamarca, realizada el 26 de Febrero de 2025, en sesión virtual, donde se aprobaron los recursos para el proyecto "**Actualización del plan de abastecimiento hídrico ecosostenible con enfoque a largo plazo para la prestación del servicio de acueducto en las comunidades urbanas y rurales del departamento de Cundinamarca"**, y se aprobó un presupuesto total de CUATRO MIL MILLONES DE PESOS M/CTE ($4.000.000.000)

Tratándose de actividades en las que prima el intelecto y no existiendo en la planta de personal adoptada por Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. ESP., personal suficiente, la alternativa legal con que cuenta la entidad para suplir la necesidad temporal que tiene, es mediante la suscripción de un contrato de prestación de servicios con una persona jurídica, conforme al artículo 32 – numeral 3 de la Ley 80 de 1993, que establece: *"Son contratos de prestación de servicios los que celebren las entidades estatales para desarrollar actividades relacionadas con la administración o funcionamiento de la entidad. Estos contratos sólo podrán celebrarse con personas naturales cuando dichas actividades no puedan realizarse con personal de planta o requieran conocimientos especializados. // En ningún caso estos contratos generan relación laboral ni prestaciones sociales y se celebrarán por el término estrictamente indispensable"*, en concordancia con lo señalado por el literal h) del artículo segundo de la Ley 1150 2007 y el artículo 2.2.1.2.1.4.9 del Decreto 1082 de 2015.

El servicio que se requiere contratar fue incluido previamente en el Plan Anual de adquisición de bienes, obras y servicios de la entidad para la actual vigencia.

3. PLAZO

El plazo para la ejecución de la consultoría es de doce (12) meses teniendo en cuenta los periodos durante los cuales la entidad realizará la evaluación de los productos de la consultoría en las etapas correspondientes. En el mencionado plazo de los doce (12) meses, no está incluida la etapa de acompañamiento durante el proceso de contratación para la contratación del proyecto, la firma y perfeccionamiento del contrato.

4. LUGAR DE EJECUCIÓN

El proyecto se desarrollará en todo el Departamento de Cundinamarca.

5. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA, SECUNDARIA Y ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE Y PROCESAMIENTO DE LA MISMA.

Con el objetivo de establecer una línea base que respalde el plan de abastecimiento y proporcione un diagnóstico integral del suministro hídrico en todo el Departamento, es fundamental que el consultor genere una base de datos con información técnica, operativa y logística . Esta base de datos permitirá generar modelos y escenarios (optimista, pesimista, más probable) y formular alternativas de abastecimiento y posibles esquemas de prestación del servicio de acueducto, facilitando su uso en los distintos proyectos de la entidad. En este sentido, la información que se debe recopilar, organizar y sistematizar incluye lo siguiente:

- Esquema actual de abastecimiento en cada municipio del Departamento.
- Proyectos orientados al abastecimiento que se están ejecutando o proyectados en cada municipio del Departamento.
- Censos de usuarios y caudal demandado concesionado.
- Censos poblacionales para todos los municipios del Departamento.
- Proyección de crecimiento a partir de las definiciones existentes en los planes o esquemas de ordenamiento, planes parciales o instrumentos de planeación aplicables para cada municipio.
- Información hidroclimatológica actualizada de fuentes como el IDEAM, CAR, CORPORINOQUIA, CORPOGUAVIO, NASA Earth Science Data Systems (ESDS) Program.- Instrumentos de ordenamiento territorial de cada municipio con sus respectivas actualizaciones suministradas por las alcaldías municipales, corporaciones autónomas o autoridades competentes.
- Planes maestros de Acueducto y Alcantarillado del departamento de Cundinamarca actualizados.

- Mapas de riesgo de la calidad del agua, planes de emergencia y contingencia, balance hídrico, programa de uso eficiente y ahorro del agua de los prestadores de

acueducto y alcantarillado.

- Plan ambiental del PDA.

- Plan de Acción para la Seguridad Hídrica de la Región Central 2024-2030.

- Estudios realizados por las Corporaciones (CAR, CORPOGUAVIO, CORPORINOQUIA) en el marco del recurso hídrico y abastecimiento en su jurisdicción.
- Instrumentos de ordenamiento territorial de cada municipio con sus respectivas actualizaciones.
- Cartografía base vectorial y ráster que permitan trabajar con una escala mínima de 1:25.000 y de contar con los insumos correspondientes del IGAC utilizar la cartografía 1:10.000 para la generación de mapas.
- Información Modelos Digitales de Terreno y Elevación (DTM, DEM).
- Series históricas de las estaciones hidrológicas y climatológicas de la CAR y del IDEAM que se encuentran en Cundinamarca: precipitación, temperatura, caudales, evaporación, radiación solar, etcétera.
- Resultados del convenio SBV-CDCVI-277-2024 en cuanto al diagnóstico preliminar de las aguas subterráneas en el departamento.
- Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas POMCA.
- Estudios de prefactibilidad de obras de abastecimiento hídrico.
- Plan de Abastecimiento hídrico 2022 contratado por EPC.
- Estudios hidrológicos realizados por el IDEAM y las autoridades ambientales.
- Recopilar información respecto a: índices de calidad del agua, balances hídricos, riqueza y pobreza hídrica departamental, cantidad de recurso hídrico en el departamento de Cundinamarca, disponibilidad de agua y porcentaje utilizado, identificando usos del agua consuntivos como: consumo humano, seguridad alimentaria, industrial, turística recreativa. no consuntivo como: transporte, energía, belleza escénica, por lo cual se deben proyectar los usos del agua.
- Información de usuarios, esquemas de prestación del servicio de acueducto existentes tanto en zona urbana como rural, cobertura de acueductos, población beneficiada, planes parciales, estratificación, capacidad de pago, tarifas, interrupción en el servicio, horas de prestación de servicios, número de días con servicio recopilada de fuentes de información secundaria.

- Mapa de puntos de captación recopilada de fuentes de información de las autoridades ambientales competentes.
- Información de proyección de población a nivel municipal. SISBEN, DANE, Secretarías municipales, registro 1 y 2 del IGAC.
- Estudios de geofísica y geoeléctricos (sondeos eléctricos verticales, tomografías eléctricas) existentes para prospección de agua subterránea, recopilados y sistematizadas a partir de los estudios hidrogeológicos o afines.
- Inventario de puntos de agua subterránea (Pozos, Aljibes y Manantiales), recopilados y sistematizadas a partir de los estudios hidrogeológicos o afines.
- Información de calidad de agua y análisis hidrogeoquímico de las unidades hidrogeológicas.
- Información del Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH.
- Estudios geológicos de fuentes oficiales.
- Líneas geofísicas (sísmicas o magneto telúricas) para determinar espesor, base y tope de formaciones geológicas, recopilados y sistematizadas a partir de los estudios hidrogeológicos o afines.
- Cortes que definen las unidades geológicas conceptualmente.
- Columnas litológicas y estratigráficas de las formaciones geológicas
- Modelo geológico conceptual, para identificar zonas de recarga y movimiento de agua subterránea para identificar zonas de futuras explotaciones.
- Información de fuentes de abastecimiento y caudales captados para todos los municipios del Departamento, recopilada de fuentes de información de las autoridades ambientales competentes y demás fuentes oficiales.
- Información de calidad de fuentes hídricas superficiales y subterráneas.
- Estudios AVR de los municipios, registros de eventos históricos y estudios de riesgo de los POMCA.

- Iniciativas y planes de conservación de ecosistemas estratégicos para el recurso hídrico de carácter público, privado o comunitario que se estén desarrollando en cada municipio.

- Identificación y caracterización de los usuarios del recurso hídrico en cada municipio cuyas acciones pueden modificar positiva o negativamente la oferta y la demanda de agua.

A partir de la información consultada y adquirida el consultor deberá entregar una base de datos tanto documental como geográfica en la cual se recopile toda la información que considere base para el documento, está información deberá ser entregada como producto en un lenguaje de programación que permita su consulta.

6. DIAGNÓSTICO INTEGRAL A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES INCLUYENDO LA DETERMINACIÓN DE OFERTA Y DEMANDA PARA UN HORIZONTE DE 50 AÑOS

En aras de realizar un diagnóstico integral que permita identificar las necesidades hídricas de cada uno de los municipios y regiones del Departamento, el consultor deberá orientar su diagnóstico de acuerdo a las múltiples temáticas que se involucran en el abastecimiento hídrico del Departamento.

- **Identificación y análisis de cuencas, subcuencas y microcuencas abastecedoras de acuerdo con la zonificación hidrográfica del IDEAM**

Teniendo en cuenta lo definido por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en la *Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia* en el 2013, se deben caracterizar y analizar las cuencas a nivel de subzona hidrográfica, las subcuencas a nivel de Unidad Hidrográfica Nivel I y las Unidades Hidrográficas Nivel II correspondientes a microcuencas abastecedoras, donde existan captaciones para agua potable de orden municipal y veredal mayores a 1 lps de acuerdo con la *"Identificación de fuentes hídricas que abastecen a los municipios" y la* 'Determinación de la Demanda hídrica*".*

A cada una de las cuencas en su nivel y nivel subsiguiente, apoyados en la información de los POMCA, PORH y ERA emitidos por las autoridades ambientales, se deben determinar y presentar las características morfométricas (área, perímetro, longitud, pendiente media, índice de compacidad, factor de forma, tiempos de concentración, índice de sinuosidad, pendiente del cauce, perfiles, densidad de drenaje y corrientes, patrones de drenaje regionales y locales).

Así mismo, se debe referenciar para las cuencas en su nivel y nivel subsiguiente, la información existente de instrumentos de ordenación ambiental sobre hidroclimatología, zonificación ambiental, oferta, demanda y demás elementos que afecten el abastecimiento del departamento y realizar el análisis del impacto de estos factores, sobre las alternativas y consideraciones del presente estudio.

- **Identificación de fuentes hídricas que abastecen a los municipios**

Mediante la recopilación de información con los prestadores de servicio de cada uno de los municipios, el consultor debe identificar las TODAS las fuentes hídricas que abastecen a los municipios, el consultar se puede apoyar en la información reportada por los prestadores en la página de la Superintendencia de Servicios Públicos, en el registro de usuarios del recurso hídrico, en las concesiones aprobadas para cada uno de los prestadores de servicios, captura de información primaria mediante la comunicación directa con cada uno de los prestadores de servicio, y demás información. En esta identificación se deben incluir la fuente, el caudal concesionado, la resolución o expediente en el cual se aprobó la concesión de aguas, la entidad a quien compran agua en bloque, capacidad de las fuentes, usos del recurso hídrico. Una vez identificadas cada una de las fuentes de los municipios, de acuerdo a la información ya capturada y analizada, el consultor deberá presentar un análisis en el que determine si el recurso actualmente captado es suficiente para cubrir la demanda hídrica y si requiere soluciones de abastecimiento a corto plazo. Por otra parte, se hace necesario que en la identificación de las fuentes de abastecimiento se tengan en cuenta las zonas de importancia hídrica y se analice desde el diagnóstico su estado actual, medidas de preservación y manejo y demás actividades enfocadas a preservar el recurso hídrico, su continuidad y calidad. Estas zonas de importancia hídrica ambiental y las zonas potenciales de recarga, deben estar incluidas dentro de la GDB del proyecta, a la escala de análisis ya establecida.

Así mismo, el consultor deberá proponer posibles fuentes para soluciones regionales o locales que cubran la demanda hídrica a diferentes periodos de análisis (corto plazo 2030, mediano plazo 2050 y largo plazo 2075)

- **Diagnóstico de los sistemas de acueducto**

Una vez identificadas las fuentes hídricas de los municipios, es necesario que el consultor realice un diagnóstico integral del sistema de acueducto, desde varios aspectos que componen el sistema y sus componentes, junto con la identificación de hogares sin acceso a agua potable, de acuerdo con la información que suministren los municipios y la información que resida en las entidades gubernamentales.

Se deberá analizar el componente estructural, para el cual se pretende que el consultor realice visitas de campo y análisis de la información de cada uno de los prestadores, con el fin de identificar el estado actual de cada uno de los módulos de la red de acueducto de los municipios, en este análisis se considera importante mencionar la estructura de captación, materiales, diámetros, distancia a la planta de tratamiento, si el prestador del servicio cuenta con los mínimos ambientales vigentes, estado de las estructuras, descripción del tratamiento del agua cruda, estructuras de almacenamiento, catastro de redes, identificación de

pérdidas, cuantificar el recurso perdido por el estado de la red y por conexiones fraudulentas. Ante esta realidad, el consultor debe proponer opciones de optimización de los sistemas, con el fin de reducir al máximo los porcentajes de pérdidas del recurso hídrico.

Por otra parte, se debe realizar un análisis en el funcionamiento de las empresas prestadoras del servicio de acueducto, esquemas organizacionales, verificar que entidad presta el servicio, modelo de negocio, obras proyectadas, financiamiento de las obras, análisis de los costos operaciones y el recaudo por facturación y el porcentaje de cobertura en cada municipio.

- **Identificación de proyectos en marcha**

De acuerdo a la información suministrada por entidades oficiales, entre ellas Empresas de Servicios Públicos, Administraciones Municipales, Empresas Públicas de Cundinamarca es obligación del consultor vincular al plan de abastecimiento, las obras, proyectos o actividades proyectadas para el abastecimiento de cada uno de los municipios del Departamento, para ello se deben verificar, proyectos viabilizados, proyectos en estructuración e incluidos en los planes de acción de los municipios, inversiones público privadas, obras descentralizadas de abastecimiento en el crecimiento poblacional y demás obras o actividades planificadas por cada uno de los actores ya sean de índole municipal o regional.

De todos estos proyectos el consultor debe identificar, periodo de diseño, fuente de financiamiento, población beneficiada, caudal esperado, cronograma de ejecución y fase en la que se encuentra el proyecto y debe estructurar su articulación con las estrategias a proponer en este plan de abastecimiento.

- **Caracterización Hidrológica y Determinación de la Oferta hídrica superficial**

La oferta hídrica es el volumen de agua disponible para satisfacer la demanda de los diferentes sectores económicos y parte del comportamiento de los caudales medios de las cuencas en su nivel y nivel subsiguiente y debe ser analizada para diferentes condiciones hidrológicas (año hidrológico seco, medio y húmedo). Se debe estimar la oferta hídrica total y disponible en las subzonas hidrográficas y las unidades hidrográficas de nivel I, partiendo de la información existente y complementando lo requerido para las Unidades Hidrográficas Nivel II correspondientes a microcuencas abastecedoras, donde existan captaciones para agua potable de orden municipal y veredal mayores a 1 lps.

El consultor analizará los métodos hidrológicos aplicables según la información de la zona de estudio y evaluará la pertinencia de actualizar/complementar los datos existentes y si es necesario usar modelos hidrológicos, se deberá optar por los modelos que cumplan con el

principio de parsimonia paramétrica y menor incertidumbre, considerando la GUÍA DE MODELACIÓN DE HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA del IDEAM 2018.

Se debe realizar la caracterización (temporal y espacial) del clima en las cuencas en su nivel y nivel subsiguiente, teniendo en cuenta la información climática disponible de los siguientes elementos: temperatura, precipitación, humedad relativa, brillo solar, rosa de los vientos, isoyetas e isotermas, entre otros; descartando aquellas series de estaciones que no presenten como mínimo el 80% de los datos, así como registros menores de 15 años, tal como lo establece la Guía de Prácticas Climatológicas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM- N° 100).

Realizar pruebas de independencia, cambio en la media, cambio en la varianza, tendencia, identificación de datos atípicos y llenado de datos faltantes. La información hidroclimática recopilada y analizada debe ser estandarizada en una base de datos, propuesta por el consultor.

En particular, se deberán representar espacialmente las variables climáticas referidas a:

- Precipitación media anual y mensual.
- Temperatura media, máxima y mínima mensual y anual
- Evapotranspiración potencial y real anual y mensual.

De cada variable se debe representar un mapa que represente la variabilidad espacial a escala mensual y anual. Para realizar las interpolaciones se deben utilizar métodos geoestadísticos. Se deben presentar los variogramas experimentales y teóricos ajustados que representan la variabilidad espacial de cada variable.

Para el cálculo de la evapotranspiración real y potencial se deben utilizar diferentes metodologías y validar el mapa de evapotranspiración real de largo plazo con la ecuación de balance hídrico de largo plazo en todas las cuencas instrumentadas.

En virtud de la información hidroclimatológica disponible, la estimación de la oferta hídrica se podrá realizar con las siguientes metodologías:

Balance hídrico: Para cuencas hidrográficas con un registro de las variables climatológicas e hidrológicas mayor de 10 años, situación está que permite estimar la oferta hídrica media anual.

El balance hídrico se deberá hacer empleando los diferentes métodos de análisis como Thornthwaite y Penman-Monteith, de acuerdo con las metodologías para el ordenamiento de cuencas y del recurso hídrico. La información anterior, deberá proporcionar el balance

hídrico y los datos estimados de la recarga a nivel mensual y anual de cada una de las cuencas en su nivel y nivel subsiguiente.

Dentro de los análisis se debe prever la influencia de los fenómenos de variabilidad climática (ENSO) en la región. En caso tal de no encontrar información en ninguna de las fuentes consultadas, con ayuda de cálculos hidrológicos se deberán estimar la recarga y todos los cálculos, estimaciones y demás deberán ser consignados dentro del informe final a entregar.

Caudal medio puntual: Cuando los registros de caudal generan series cortas y no confiables (series anuales menores de dos años).

Relación lluvia-escorrentía: Aplicable en cuencas no instrumentadas y en consecuencia no cuentan con registros de caudal para la estimación de la oferta superficial mensual.

Para calcular la oferta hídrica total mediante relación lluvia-escorrentía, se debe utilizar la información existente y complementar cuando sea requerido un modelo hidrológico semi distribuido con resolución temporal diaria el cual haga honor al comportamiento hidrológico de la región. Para dicho fin se debe realizar una calibración y validación del modelo a partir de las redes hidrometeorológicas existentes con un periodo de registro mayor o igual a 15 años.

El modelo hidrológico debe representar e incluir en el análisis de forma adecuada el efecto de la variabilidad interanual (ENSO) y la variabilidad anual (migración de la zona de convergencia intertropical). Para ello se debe comparar el ciclo anual y el ciclo anual de los caudales según las fases del ENSO desde un punto de vista regional.

Realizar el **estudio de caudales medios y mínimos** de los cauces principales del departamento. Así mismo, deberá realizar las curvas de duración de caudales para cada sitio de captación de los acueductos principales de los municipios. Utilizando metodologías para la estimación de curvas de duración de caudales (CDC) en cuencas instrumentadas y no instrumentadas; se deberán regionalizar las curvas de duración de caudales, para determinar en cada sitio de captación el caudal medio. Se deberá explicar la metodología utilizada y sacar un análisis general de lo que se encontró a nivel departamental.

Se debe elaborar un **análisis de secciones hidráulicas y de secciones de aforos**, en los que se cuenta con información de aforos recopilados dentro de la información secundaria, o de los sitios donde se encuentran las estaciones limnimétricas, limnigráficas, hidroclimatológicas, generando su relación con la análitica de caudales dentro de la oferta superficial y sus condiciones a través del tiempo; con el fin de definir sectores para la instalación de estaciones y complemento de la instrumentación de las cuencas en su nivel y nivel subsiguiente, priorizando las abastecedoras.

Para la estimación de la **oferta hídrica disponible** es necesario utilizar la información existente de las curvas de duración de caudales y sobre caudal ambiental y en caso de no contar con la información se debe realizar la estimación del mismo, siguiendo las consideraciones técnicas propuestas por las entidades de orden nacional como la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en función de la información disponible.

Analizar el **Riesgo de inundación**, identificando posibles sitios con pérdidas económicas, identificando el movimiento y ubicación histórica de meandros, que permita identificar cuáles son las zonas con mayor probabilidad de inundación o por avenidas torrenciales, o cualquier otra que la consultoría considere pertinente.

Así mismo, se deberán elaborar mapas que reflejen la información analizada y procesada a nivel departamental en la GEODATABASE que se acuerde con la supervisión designada por Empresas Públicas de Cundinamarca.

- **Determinación del estado actual de las aguas subterráneas**

El consultor deberá tener en cuenta todo lo establecido en la normatividad ambiental relacionado con agua subterránea; de igual forma, deberá seguir los criterios básicos y requisitos mínimos para la identificación de zonas potenciales de ocurrencia de aguas subterráneas en Colombia, así como los criterios geológicos y los criterios de selección de zonas de explotación de agua subterránea, definidos dentro del Programa de Exploración de Aguas Subterráneas (PEXAS), se deberá realizar los estudios y análisis pertinentes, encaminados a la localización, definición de las dimensiones y caracterización de las zonas favorables para la acumulación y recarga de aguas subterráneas.

En la **identificación de estructuras y unidades hidrogeológicas** de mayor interés se realizarán los estudios preliminares en todo el departamento de Cundinamarca, identificando con la información secundaria recopilada, las estructuras y unidades hidrogeológicas, con el fin de planificar la posibilidad de exploración para abastecimiento de los municipios; lo anterior se hará de acuerdo con las condiciones hidrogeológicas del departamento de Cundinamarca y a las condiciones de cada uno de sus acuíferos, teniendo en cuenta el Índice de extracción de aguas subterráneas (IEAS), y el Índice de reservas temporalmente aprovechables (IRTA).

Adicionalmente, para la delimitación de las zonas, se deberán tener en cuenta: I) el programa Nacional de Aguas Subterráneas – PNASUB, en el cual se plantean las acciones y estrategias a nivel nacional y regional para la gestión y evaluación integrada de las aguas subterráneas en Colombia. II) El Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica – POMCA y los demás estudios hidrogeológicos que hayan realizado las autoridades ambientales. III) "Aguas subterráneas en Colombia. Una visión general" del IDEAM y el

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). IV) Estudios a nivel regional y nacional de entidades como la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y el Servicio Geológico Colombiano (SGC).

Se deberán delimitar las **condiciones hidrogeológicas** de las cuencas en su nivel y nivel subsiguiente, utilizando como referencia la documentación e información secundaria recopilada en las diferentes entidades y en los municipios: unidades geológicas, geomorfológicas, curvas de nivel, ríos, drenajes, cuencas hidrológicas, geología estructural (fallas, anticlinales, sinclinales, depósitos y demás categorías) llevados a la menor escala de trabajo disponible; enfocado como alternativa de abastecimiento para ofrecer la mayor cobertura posible a los municipios.

De acuerdo a la definición de las zonas de interés hidrogeológico del departamento de Cundinamarca, se deberá evaluar y caracterizar las particularidades del origen, distribución y régimen de las aguas subterráneas en las estructuras hidrogeológicas definidas durante la identificación, incluyendo aguas termales y minerales, hasta donde lo permita la información secundaria recopilada y procesada y debidamente justificado en el análisis realizado; finalmente se identificarán, delimitarán y caracterizarán las estructuras hidrogeológicas y se estimará, a nivel de pronóstico, los recursos y reservas de aguas subterráneas, incluyendo aspectos de infiltración, percolación y recarga, desde los análisis hidrológicos.

En cuanto a la temática de **Geología** debe detallarse la litología, textura, tipo de porosidad, ambientes de deposición, estructuras tectónicas y geomorfológicas, composición mineralógica de los sedimentos y rocas; complementado con la información de fotointerpretación de fotografías aéreas, imágenes de radar y satélite, estratigrafías encontradas, estudios de sedimentología y geología estructural; la información debe presentarse de acuerdo con lo establecido en el estándar cartográfico del Servicio Geológico Colombiano y la Carta Estratigráfica Global-2000 de la ICS (Internacional Comisión on Stratigraphy). La información específica relacionada con unidades estratigráficas y rasgos estructurales debe ser corroborada con las autoridades ambiental o control de campo a partir de observación directa de taludes, apiques y/o perforaciones. Debe hacerse especial énfasis en la identificación de los rasgos estructurales asociados a lineamientos, fallas, fracturas y zonas de concentración de esfuerzos tectónicos, que no estén implícitos en la cartografía oficial y que puedan definirse por medio del uso de sensores remotos y control de campo, interpretación y análisis de la información realizada por el Servicio Geológico Colombiano - SGC, Agencia Nacional de Hidrocarburos, empresas consultoras, sistemas de información de observación de la tierra "Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS)", de programas como la NASA, así como en las diferentes Corporaciones Autónomas Regionales según corresponda, entre otras, que contenga información alusiva a:

- Cartografía base, así como imágenes de satélite, sensores remotos y fotografías aéreas.
- Información Modelos Digitales de Terreno (DTM) y de Elevación (DEM)
- Estratigrafía.
- Geología estructural.
- Modelos geológicos básicos.
- Cartografía regional y a escala de proyecto conforme a los requerimientos de las autoridades ambientales y entes territoriales.
- Columnas litológicas y estratigráficas de las formaciones geológicas.
- Modelo geológico conceptual.
- Información existente en las diferentes Corporaciones Autónomas Regionales según corresponda.

Se deberá realizar el **inventario de puntos de agua**, discriminando en manantiales, aljibes, pozos y humedales, de acuerdo a la información recopilada desde las autoridades ambientales, entidades nacionales y regionales. Cada uno de los puntos de agua debe contar con la descripción física correspondiente, diligenciando el formato de levantamiento de información de puntos de agua subterránea diseñado por el IDEAM, INGEOMINAS y MAVDT y además el formato de registro de usuarios del recurso hídrico – RURH del MAVDT. Así mismo, se debe consolidar la información en la Geodatabase (GDB) acorde a los requerimientos establecidos por el IDEAM en el Formato Único Nacional para Inventario de Puntos de Agua Subterránea (FUNIAS) y plataforma Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH), tales como: georreferenciación, profundidad, nivel estático, unidad geológica e hidrogeológica captada, caudal de extracción, usos y usuarios del agua, y estado (en uso, inactivo, desmantelado).

Así mismo, se debe presentar la información relacionada de acuerdo con los lineamientos vigentes del SGC o los que se encuentren disponibles para tal fin, así como los lineamientos propuestos en los estándares internacionales, para categorizar las unidades hidrogeológicas adoptando la nomenclatura de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH).

Se debe realizar una evaluación **hidrodinámica** que corresponde al estudio del movimiento del agua subterránea en las rocas y sedimentos, desde las zonas de recarga hacia las de descarga (dirección del flujo subterráneo). Los elementos hidrodinámicos principales son: presión piezométrica, gradiente y los parámetros hidráulicos del acuífero (conductividad hidráulica, transmisividad y coeficiente de almacenamiento) que ayudan a caracterizar el flujo y el almacenamiento de agua en los acuíferos; contemplando la **estadística de pruebas de bombeo**: con la información de pruebas de bombeo recopiladas como información secundaria, se debe analizar el tipo de prueba aplicada, la duración, los resultados y análisis obtenidos, elaborando al final una prueba diagnóstica, en la que se especifiquen las conclusiones de la consultoría en cuanto al análisis realizado: si resulta ser

o no confiable cada una de las pruebas de bombeo analizadas y su debida justificación. Los resultados del análisis de la información deberán ser incluidos en la GEODATABASE, ubicándolos y discriminando de acuerdo con la calidad de cada una de ellas y la **Identificación de las zonas de recarga de los acuíferos:** se deberán identificar las zonas de recarga de los acuíferos encontrados dentro de las áreas de estudio, a partir de instrumentos mencionados anteriormente, así mismo, se deberán identificar alternativas para aumentar la recarga de los acuíferos como la recarga artificial, protección de zonas potenciales de recarga y restauración de coberturas.

Se incluirá con información existente la **caracterización hidrogeoquímica** que permite conocer el origen de los procesos y la evolución de la composición del agua subterránea al interior de los acuíferos. Constituye una herramienta fundamental para que el consultor pueda determinar calidad del agua y para: **A) identificar zonas de recarga, interconexión y descarga, B) Dirección de flujo subterráneo, C) Mezclas e interconexiones de agua de diferentes orígenes, D) origen de aguas subterráneas, E) Tiempo de residencia de las aguas subterráneas y F) Identificación de ocurrencias de aguas termales y minerales** a partir de la **Identificación de línea base:** realizar el análisis de los muestreos de calidad de agua realizados por las autoridades ambientales y entidades territoriales en los pozos de agua subterránea existentes en los municipios del departamento, con el fin de realizar mapas, gráficas y diagramas de calidad de agua subterránea.

Finalmente, se deberá evaluar la **vulnerabilidad intrínseca** de un acuífero que depende de las características litológicas de la zona no saturada, del tipo de acuífero, de la profundidad del nivel del agua para el acuífero libre o de la profundidad del techo del acuífero confinado; de acuerdo con la disponibilidad de información para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación se deben emplear los métodos de la *"Propuesta metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación"* de Minambiente (2010). Se deben presentar los respectivos mapas que soporten el análisis y su resultado.

- **Determinación de la Demanda hídrica**

Para la determinación de la demanda hídrica, se deben identificar los diversos usos del recurso hídrico en los municipios del departamento, para ello el consultor podrá hacer uso de las concesiones de agua otorgadas por cada una de las Corporaciones con el fin de identificar los caudales actualmente demandado para cada uno de los usos. Así mismo el consultor deberá tener en cuenta los módulos de consumo para las diferentes actividades adoptados por cada corporación y los censos agropecuarios realizados por el Instituto Colombiano Agropecuario, vigentes al momento del desarrollo del documento.

Posteriormente el consultor deberá realizar una proyección de población para diferentes periodos de análisis (corto plazo 2030, mediano plazo 2050 y largo plazo 2075) para ello se deberá realizar una proyección de población con el método de proyección acorde a las características propias de cada municipio, en esta proyección se deben tener en cuenta las diversas características demográficas, organizacionales, comerciales y de crecimiento de cada uno de los municipios. Posterior a la proyección se debe calcular la demanda hídrica para uso doméstico a partir de lo establecido en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico en su título B "SISTEMAS DE ACUEDUCTO".

- **Análisis oferta-demanda**

Es fundamental realizar un estudio detallado e integral de cada una de las cuencas y subcuencas hidrográficas presentes en el departamento, con el fin de establecer una caracterización precisa de las fuentes hídricas disponibles en cada municipio. Para ello, se deberá llevar a cabo una clasificación rigurosa de las fuentes de agua que abastecen a las comunidades, diferenciando entre aguas superficiales (ríos, quebradas, arroyos, lagunas), aguas subterráneas (acuíferos, pozos profundos y someros), así como fuentes artificiales como embalses y cuerpos de almacenamiento tipo pondaje. Esta categorización permitirá identificar las particularidades hidrológicas y geográficas de cada territorio, así como establecer los posibles conflictos de uso o disponibilidad que puedan surgir entre las distintas actividades humanas y los requerimientos ecológicos. Adicionalmente, con base en la información secundaria recopilada desde fuentes oficiales, técnicas y académicas —como estudios de planeación hídrica, balances de oferta y demanda, informes del IDEAM, autoridades ambientales regionales y otros sistemas de información geográfica—, se deberá realizar una discriminación detallada de la demanda hídrica según los usos establecidos en el territorio. Esto implica identificar y cuantificar el consumo de agua con fines domésticos (consumo humano y servicios básicos), agrícolas (riego de cultivos), pecuarios (abrevaderos y procesos productivos animales), industriales (procesos de manufactura y transformación) y ambientales (mantenimiento de caudales ecológicos y protección de ecosistemas acuáticos).

Así mismo, se debe desarrollar un análisis de la Demanda - Oferta hídrica disponible en cada unidad hidrográfica. Para este propósito, se calculará la precipitación media mensual y anual multianual, con el fin de identificar patrones climáticos, épocas de mayor o menor disponibilidad y posibles riesgos de escasez. Además, se estimará la oferta de agua superficial y subterránea, considerando el caudal disponible, la recarga de acuíferos, la calidad del agua y la capacidad de los ecosistemas para sostener dicha oferta en el tiempo. Este enfoque permitirá contar con una base sólida para la planificación sostenible del recurso hídrico, orientada a garantizar su uso eficiente, equitativo y resiliente frente a escenarios de cambio climático y presión antrópica creciente. Se deben tener en cuenta los escenarios , considerando practicas de reúso y recirculación de agua residual tratada.

- Análisis de vulnerabilidad al desabastecimiento, al uso por calidad y a la disponibilidad por inundaciones y avenidas torrenciales

Se deben realizar los análisis que permitan determinar la vulnerabilidad al desabastecimiento, al uso por calidad y a la disponibilidad por inundaciones y avenidas torrenciales, en cada una de las cuencas abastecedoras de sistemas de acueducto.[DPC1]

- **Impacto del cambio climático y variabilidad climática**

Para el análisis del impacto producto del cambio climático en el Departamento, el consultor deberá hacer uso de diferente información disponible como series hidroclimatológicas disponibles tanto de la CAR como del IDEAM, imágenes satelitales, sistemas de información geográfica a escalas de análisis 1:100.000 o 1:25.000 o una mayor resolución de acuerdo a la información disponible, una vez recopilada la información, se debe realizar un análisis de los registros meteorológicos de largo plazo como temperatura, precipitación, humedad relativa, entre otros con el fin de identificar variaciones en los patrones climáticos a escalas local, regional y Departamental. Este análisis permite establecer tendencias observadas, tales como el aumento progresivo de las temperaturas medias, la disminución o intensificación de las precipitaciones, la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos (huracanes, sequías, inundaciones), y modificaciones en la estacionalidad del clima. Una vez realizado este análisis, se debe realizar una modelación climática a partir de modelos climáticos regionales que permiten simular el comportamiento futuro del clima bajo diversos escenarios de emisión de gases de efecto invernadero. Por último, se debe realizar una evaluación de vulnerabilidad y riesgo a partir de la modelación realizada, en la cual se busca identificar los sistemas más expuestos y sensibles a los efectos del cambio climático, entre ellos: ecosistemas naturales, sectores económicos estratégicos (agricultura, pesca, turismo), infraestructura crítica (vías, sistemas de saneamiento, energía), y poblaciones humanas en condiciones de vulnerabilidad. La evaluación considera tres componentes principales:

- **Exposición**: el grado en que un sistema está sujeto a amenazas climáticas.
- **Sensibilidad**: la magnitud del impacto que dichos cambios generan sobre el sistema.
- **Capacidad adaptativa**: el nivel de preparación, resiliencia y respuesta del sistema ante los impactos climáticos.

Para la construcción de este producto, es importante tener en cuenta fuentes oficiales, tales como las comunicaciones sobre cambio climático emitidas por el IDEAM o los estudios realizados en el último tiempo por la CAR sobre cambio climático y sus impactos.

- Identificación de zonas de importancia hídrica

La identificación de zonas de importancia hídrica es un eje fundamental en el enfoque ecosostenible requerido en este proyecto, por lo anterior se requiere de un proceso técnico basado en la integración de datos hidrológicos, hidrogeológicos, climáticos y de uso del suelo mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) y herramientas de análisis multicriterio. Para aguas superficiales, se deben consideran variables como oferta hídrica, conectividad ecosistémica, cobertura vegetal (Corine Land Cover, IDEAM). y presencia de ecosistemas estratégicos (páramos, humedales), empleando metodologías como el análisis multicriterio espacial, modelos SWAT y el Índice de Servicios Ecosistémicos Hídricos (ISEH). A partir de los resultados se deben entregar capas a la escala de análisis trabajada en la cual se identifiquen las zonas de importancia hídrica superficial en todo el Departamento e incluir un análisis de posibles alternativas para su cuidado y preservación

En el caso de aguas subterráneas, se deben evaluar las características de los acuíferos, tasas de recarga, vulnerabilidad a la contaminación y conductividad hidráulica, utilizando métodos reconocidos como DRASTIC, balance hídrico subterráneo y modelos numéricos MODFLOW. Este proceso le permitirá al consultor clasificar y priorizar áreas estratégicas según su función ecosistémica, grado de amenaza y valor socioambiental, sirviendo como insumo fundamental para la planificación ambiental de cada municipio, la gestión del recurso hídrico.

- **Determinación de índices e indicadores a partir de información secundaria**

A partir de la información secundaria recopilada y analizada, además del tratamiento de datos y resultados del diagnóstico, se deberán determinar y presentar con sus respectivas memorias de cálculo y mapas los índices de estado del recurso hídrico, desde la hidrología, oferta, demanda y calidad del agua, para agua superficial y agua subterránea según corresponda.

En cuanto a lo referido al componente hidrológico en las cuencas en su nivel y nivel subsiguiente se debe incluir Índice de Aridez IA, e Índice de retención y regulación hídrica IRH, se debe construir con la curva de duración de caudales diarios; de acuerdo a los instrumentos de las autoridades ambientales, presentar aquellos índices que aporten al análisis de abastecimiento del departamento como Índice de Uso del Agua IUA, Índice de Vulnerabilidad Hídrica IVH, entre otros.

Se debe consolidar los resultados de cálculo existentes de índices de vigilancia y control IVC de la calidad del agua (IRCA –IRABA – BPS) para los sistemas de abastecimiento, de acuerdo con los resultados obtenidos, se deberán proponer alternativas que puedan contribuir al mejoramiento de los índices, ya sea a través de la optimización del sistema o de los sistemas actuales o de la implantación de sistemas nuevos.

Por su parte, se debe consolidar resultados de calidad del agua superficial a través de los Índices de Calidad del Agua ICA o Índices de Contaminación ICO, generados y publicados por las autoridades ambientales.

Se deberá analizar los niveles piezométricos de los pozos en los municipios e identificar la dirección del flujo subterráneo, la estimación de la recarga del sistema acuífero mediante la disponibilidad y cálculo de los índices: Índice de Extracción de Aguas Subterráneas – IEAS e Índice de Reservas Temporalmente Aprovechables – IRTA, estimación de radios de influencia y capacidad de producción de los pozos existentes. Si existiera información hidrogeoquímica e isotópica, deberá ser analizada en cuanto a su comportamiento.

7. PROPUESTAS DE OPTIMIZACIÓN DE ABASTECIMIENTO

Teniendo como referencia la problemática ya identificada, el consultor deberá realizar propuestas de optimización de los sistemas de abastecimiento existentes en cada uno de los municipios, esto con el fin de garantizar la continuidad del abastecimiento hídrico para el horizonte de diseño del documento (50 años), con base en esto, se busca que el consultor oriente las propuestas de optimización de abastecimiento en el marco de los siguientes sistemas:

- **Abastecimiento por aguas superficiales**:

Es necesario realizar una evaluación exhaustiva del estado actual de la provisión de agua en el departamento, mediante el análisis detallado de las microcuencas y subcuencas que actualmente abastecen o enfrentan déficit de agua. Este estudio se llevará a cabo con base en los mapas y datos previos, abarcando las dimensiones técnicas, sociales y ambientales, y destacando los problemas que afectan a cada uno de estos aspectos. En el marco de este análisis, se explorará la viabilidad de identificar nuevas fuentes superficiales de agua, tales como ríos, quebradas, caños u otros cuerpos de agua que aún no han sido evaluados, pero que presentan condiciones favorables en términos de calidad y capacidad para convertirse en nuevas opciones de abastecimiento. Para cada fuente propuesta, se incluirán los soportes técnicos correspondientes, tales como estudios hidrológicos, análisis hidráulicos y costos asociados, siguiendo las metodologías previamente establecidas.
Además, se estudiará la posibilidad de implementar trasvases de cuencas como una opción complementaria para resolver los problemas de abastecimiento, particularmente en las zonas con déficit de agua. Este análisis se sustentará en estudios técnicos adecuados,

incluyendo un estudio hidrológico y cartográfico, asegurando que el sistema propuesto funcione bajo principios de gravedad, lo que optimiza el costo y la eficiencia operativa.

- Análisis de estrategias de Preservación, Protección, Conservación y Restauración de los ecosistemas asociados a las fuentes de suministro de sistemas de acueducto.

- Identificación de zonas y objetivos de conservación en ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, medidas de preservación y cuidado asociados con sistemas de acueducto.

- Análisis de posibles esquemas de prestación del servicio, considerando como mínimo la estructuración de un esquema regional de prestación para el subsistema de producción (captación, aducción, tratamiento), esquemas de interconexión y contratos de suministro de agua potable.

Toda la información recabada sobre las subcuencas o microcuencas, tanto las que presentan exceso de recursos hídricos como aquellas que enfrentan déficit, será organizada y presentada en planos geoespaciales utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), a escala 1:100,000. Asimismo, el balance hídrico correspondiente será elaborado siguiendo la metodología de Thorntwaite, permitiendo una evaluación precisa de las dinámicas de agua en el Departamento.

- **Abastecimiento por aguas subterráneas:**

Con base en el análisis de la información secundaria procesada previamente y considerando la localización y características de las zonas de recarga de los acuíferos identificados en el territorio, se deberá diseñar y proponer un Plan de Gestión de Acuíferos orientado a mejorar las condiciones actuales de aprovechamiento, conservación y sostenibilidad de estos cuerpos subterráneos de agua.

En aquellos casos donde se identifique que un acuífero presenta un alto grado de abatimiento, es decir, cuando la tasa de extracción supera significativamente la tasa de recarga natural será indispensable realizar una revisión detallada de los datos de monitoreo de niveles freáticos recolectados por la CAR (Corporación Autónoma Regional) durante aproximadamente los últimos nueve años, en una red conformada por cerca de 350 pozos distribuidos a lo largo del departamento.

A partir de esta información, se llevará a cabo un análisis cruzado entre los caudales concesionados oficialmente en cada acuífero y los valores estimados de recarga natural. Esto permitirá establecer con mayor precisión el caudal máximo de bombeo admisible, asegurando que las extracciones no superen la capacidad de renovación del acuífero. Adicionalmente, se verificarán los niveles de abatimiento para validar si se están generando

efectos negativos en la dinámica del recurso, tales como descenso progresivo del nivel estático o agotamiento parcial de la fuente.

Independientemente del estado actual de explotación de cada acuífero (ya sea en equilibrio, en sobreexplotación o con disponibilidad suficiente), será obligatorio proponer un Plan de Conservación y Mejoramiento de las Zonas de Recarga, con acciones concretas orientadas a proteger, restaurar y potencialmente incrementar la infiltración de agua hacia los acuíferos. Estas acciones podrán incluir, entre otras, estrategias de reforestación, conservación de cobertura vegetal, implementación de sistemas de recarga artificial, manejo sostenible del suelo, y restricciones al uso del suelo en áreas sensibles.

Las medidas propuestas deberán estar articuladas con los instrumentos de ordenamiento territorial de cada municipio (POT, PBOT o EOT), de manera que se delimiten formalmente zonas de protección ambiental, y se planteen intervenciones específicas como el cerramiento perimetral de zonas críticas, campañas de educación ambiental, establecimiento de corredores ecológicos, y demás herramientas de gestión territorial. Estas propuestas deberán ser representadas en cartografía temática a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG), en una escala adecuada que permita su utilización en procesos de planificación y seguimiento.

En los casos donde los análisis determinen que los acuíferos están siendo excesivamente explotados, se deberán evaluar alternativas de recuperación que permitan restablecer el equilibrio hidrogeológico y garantizar su disponibilidad a largo plazo, no solo para satisfacer la demanda actual, sino también para responder a posibles incrementos en la demanda futura debido al crecimiento poblacional o expansión económica.

A nivel departamental, se realizará un diagnóstico integral de los recursos hídricos subterráneos, agrupando el territorio en cuencas hidrogeológicas para desarrollar un análisis macro de balance hídrico. Este incluirá el procesamiento y evaluación de información geológica, hidrológica e hidrogeológica proveniente de distintas entidades técnicas y académicas. El objetivo será cuantificar de manera estimada la recarga efectiva de cada uno de los acuíferos y establecer recomendaciones de gestión diferenciadas para cada zona.

Adicionalmente, se deberá continuar con el análisis de posibles sitios para la construcción de embalses superficiales, cruzando la información espacial de dichos sitios con los Planes de Ordenamiento Territorial, áreas naturales protegidas, reservas forestales, y Distritos de Manejo Integrado, entre otras figuras de conservación ambiental vigentes en el departamento. Este cruce permitirá identificar limitaciones normativas o ambientales que puedan afectar la viabilidad de nuevos proyectos de almacenamiento de agua. En caso de encontrar coincidencias con áreas protegidas, se deberá preparar un informe técnico que evalúe la viabilidad de iniciar procesos de sustracción de área protegida, conforme a los lineamientos establecidos por la autoridad ambiental competente. El consultor deberá

proponer posibles zonas o puntos para la realización de estudios de geofísica que permitan una posterior perforación.

- **Abastecimiento Por Embalses o reservorios:**

Como parte del proceso de planificación integral para la gestión de los recursos hídricos en el departamento de Cundinamarca, se deberá realizar la identificación de sitios potenciales para la construcción de embalses, considerando una serie de criterios técnicos fundamentales. Entre estos criterios se encuentran la capacidad estimada de almacenamiento de cada sitio, la altitud sobre el nivel del mar (que influye en la presión hidráulica y el alcance del suministro), las características topográficas del terreno, y la oferta hídrica disponible. Este análisis deberá complementarse con la evaluación de los embalses actualmente en funcionamiento en la región, incluyendo información detallada sobre su localización, capacidad de regulación, volumen útil y muerto, población beneficiada, estado operativo y demás parámetros que resulten relevantes.

Utilizando la información secundaria recolectada así como el Sistema de Información Geográfica (SIG) que contenga la ubicación precisa y el espejo de agua de los embalses existentes se deberán analizar las condiciones geomorfológicas y topográficas de otras zonas que puedan ser consideradas como adecuadas para la construcción de nuevas estructuras de embalse. El análisis espacial deberá incorporar el cruce de las áreas preidentificadas con los instrumentos de ordenamiento territorial municipal, incluyendo Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) o Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT), así como con las zonas clasificadas como reservas ambientales, áreas protegidas, parques naturales, distritos de manejo integrado y otras figuras de conservación. Con base en este cruce de información, el consultor deberá elaborar un documento técnico que correlacione la viabilidad física de cada sitio con las restricciones ambientales y normativas, y evalúe la posibilidad de adelantar procesos de sustracción ante la autoridad ambiental competente, en caso de ser necesario para la viabilidad del proyecto.

Adicionalmente, se deberán identificar los cuerpos de agua o cauces que podrían alimentar los posibles embalses, para lo cual el consultor deberá complementar y actualizar la información hidrológica e hidráulica existente. Este ejercicio incluirá el análisis de caudales mínimos, medios y máximos, así como de eventos extremos, considerando diferentes períodos de retorno y la creciente máxima probable (CMP). Igualmente, se deberá analizar el comportamiento del transporte de sedimentos en los principales tributarios de interés, con el fin de estimar su impacto sobre la vida útil del embalse. Para esto, el consultor revisará las curvas de calibración de las estaciones hidrométricas, actualizará los estudios hidrológicos existentes, y obtendrá series de caudales mensuales para desarrollar estudios de disponibilidad hídrica, los cuales deberán ser confrontados con la demanda proyectada de los usuarios identificados en etapas previas del estudio.

En paralelo, se realizará una predicción de la dinámica sedimentológica dentro del embalse, estimando la retención de sedimentos, la formación del delta de sedimentos y la curva de remanso esperada. Esta información permitirá determinar la altura máxima de presa técnicamente viable, asegurando que no se generen riesgos de inundación en la cola del embalse ni afectaciones aguas arriba durante el horizonte de vida útil del proyecto.

Desde el punto de vista geológico y geotécnico, el consultor deberá realizar una caracterización preliminar de los sitios propuestos, utilizando información existente complementada con sensores remotos (fotografías aéreas, imágenes satelitales, modelos digitales de elevación, etc.). El estudio incluirá la evaluación de la geomorfología local, identificando zonas susceptibles a movimientos en masa como deslizamientos y derrumbes, tanto en la ubicación propuesta para la presa como en sus alrededores, incluyendo obras complementarias y zonas de inundación proyectada. Asimismo, se deberá analizar el riesgo de reactivación de dichos procesos geodinámicos, en particular aquellos que podrían ser inducidos por la formación del embalse.

El consultor también revisará y aplicará los estudios sismológicos regionales existentes, identificando los parámetros sísmicos necesarios para el diseño estructural de las obras, mediante el uso de metodologías actualizadas. Se deberán considerar escenarios de variación del nivel del embalse y sus efectos sobre la estabilidad de taludes, así como la posibilidad de movimientos de tierra inducidos por eventos sísmicos. Como parte de este componente, se deberá identificar y justificar la necesidad de realizar estudios especiales adicionales en fases posteriores del proyecto (prefactibilidad, factibilidad, diseño o construcción), tales como: instalación de estaciones sismológicas para estudios de neotectónica, estudios geofísicos, investigación directa de zonas de falla, análisis de estabilidad de laderas en zonas críticas y otras acciones que contribuyan a garantizar la seguridad y sostenibilidad de la infraestructura.

Finalmente, con base en los caudales medios disponibles y la demanda previamente calculada, se deberá determinar el volumen útil de cada una de las alternativas de embalse identificadas. A partir del análisis sedimentológico, también se deberá calcular el volumen muerto correspondiente. Con estos datos, se establecerá la altura óptima de la presa para cada sitio, considerando tanto criterios técnicos como de seguridad y sostenibilidad ambiental. En cuanto al tipo de presa, el consultor deberá desarrollar, como mínimo, una evaluación preliminar que permita seleccionar la tipología más adecuada, considerando la geometría del cañón, las características geológicas del sitio y los parámetros estructurales requeridos. Esta selección deberá incluir un diseño de nivel de reconocimiento, que sirva como base para futuras fases de diseño detallado y construcción.

- **Abastecimiento por agua en bloque:**

Se deberá realizar un análisis detallado de los municipios que actualmente reciben suministro de agua potable desde el sistema del Acueducto de Bogotá. Este análisis deberá

incluir la elaboración de tablas, gráficos u otros productos visuales que reflejen de forma clara la cantidad de agua vendida a cada municipio, así como los costos actuales por metro cúbico y una proyección de dichos costos en el corto, mediano y largo plazo.
Adicionalmente, será necesario evaluar el estado actual y el plan de expansión de la infraestructura de transporte de agua potable desde Bogotá hacia diferentes municipios del departamento de Cundinamarca, con especial atención en los avances y proyecciones relacionados con la construcción de la tubería que abastecerá.

Posteriormente, se deberá realizar un análisis a nivel de identificación de aquellos municipios de Cundinamarca que podrían ser incorporados a la red de distribución existente, teniendo en cuenta factores como la capacidad de transporte de la tubería, su diseño técnico y las condiciones geográficas y operativas del entorno.

En caso de que se determine que la infraestructura actual no cuenta con la capacidad suficiente para transportar el caudal requerido por los municipios con déficit de agua, será necesario plantear alternativas técnicas viables a nivel de prediseño. Estas deberán contemplar la ejecución de obras complementarias o de ampliación, especificando el tipo de intervención requerida, los materiales necesarios y los costos estimados de inversión. Asimismo, se deberá calcular el impacto que estas obras podrían tener en la tarifa del servicio de agua potable para los municipios beneficiarios.

- **Propuesta de optimización de abastecimiento actual por reúso, recirculación, uso de aguas lluvias, aguas de niebla, sistemas urbanos de drenaje sostenible, entre otras.**

Para el abastecimiento por aguas lluvias, el consultor debe realizar un análisis detallado de diversos aspectos clave. Primero, es fundamental evaluar la disponibilidad de agua, considerando los promedios y la estacionalidad de las precipitaciones en la zona, así como la frecuencia y volumen de las lluvias. Esto permitirá estimar la cantidad de agua que se puede captar y dimensionar adecuadamente el sistema. El sistema de captación debe ser diseñado en función de la superficie disponible (como techos o superficies impermeables) y contar con la capacidad de almacenamiento necesaria para asegurar el suministro durante períodos secos. También es importante incluir sistemas de filtrado y pretratamiento para garantizar que el agua captada sea adecuada para el consumo. En cuanto a la calidad del agua, se deben establecer protocolos de tratamiento, como filtración y desinfección, para garantizar que el agua almacenada cumpla con los estándares de potabilidad. Además, se debe monitorear regularmente la calidad del agua. Es esencial evaluar el impacto ambiental del sistema, asegurando que no afecte los ecosistemas locales y promoviendo el uso eficiente de la energía y el agua. También se deben considerar aspectos sociales y económicos, como la viabilidad económica del proyecto, la aceptación de la comunidad y el cumplimiento de las normativas locales sobre captación de aguas lluvias. Finalmente, el sistema debe integrarse de manera complementaria con otras fuentes de agua disponibles,

como las subterráneas o el suministro municipal, para garantizar la sostenibilidad del abastecimiento.

Por otra parte, para la implementación de un sistema de abastecimiento por reuso de aguas grises el consultor deberá evaluar las fuentes disponibles, como duchas, lavamanos y lavadoras, y verificar si la infraestructura actual permite su separación de las aguas negras para evitar la contaminación. Es esencial que se evalúen los sistemas de tratamiento mediante filtración y otros procesos, como ozonización o desinfección, para asegurar que sean aptas para su uso en actividades no potables, como riego o descarga de inodoros, lo que permite disminuir la presión en los acueductos.

Para la identificación de alternativas de abastecimiento por de aguas de niebla, el consultor debe evaluar las condiciones climáticas y geográficas del área, ya que la recolección depende de la frecuencia y densidad de la niebla. Se deben seleccionar tecnologías adecuadas para captarla, como mallas o redes, y asegurar que el agua obtenida pase por un tratamiento de filtración y desinfección para garantizar su potabilidad. El consultor debe sugerir alternativas de almacenamiento del agua debe ser adecuada para conservarla durante períodos secos, y la distribución debe ser eficiente, asegurando que no haya contaminación cruzada. También es necesario evaluar el impacto ambiental, asegurando que la recolección no altere los ecosistemas locales ni los patrones de niebla. Producto de este numeral, el consultor deberá estimar posibles caudales efectivos de recolección y su pertinencia en el abastecimiento.

En este numeral se deben tener en cuenta casos exitosos de abastecimiento hídrico u optimización del consumo que permitan disminuir la presión en los acueductos, para ello se deben tener en cuenta alternativas como los drenajes urbano sostenibles o sistemas descentralizados empleados actualmente por las constructoras con el fin de evitar infraestructuras de transporte y garantizando la optimización del uso del recurso hídrico.

Teniendo como referencia estas líneas, el consultor debe realizar propuestas de optimización para cada uno de los sistemas ya implementados en los municipios, que permitan mayor cantidad del recurso hídrico disponible para el abastecimiento. Así mismo, se deben incluir posibles sitios de infraestructura, diseños hidráulicos particulares para cada una de las propuestas de optimización, posibles costos y demanda técnica y operativa para la implementación de las alternativas.

8. REQUERIMIENTOS ADICIONALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

Con base en el análisis detallado y el procesamiento de toda la información secundaria recopilada, será necesario elaborar un informe técnico consolidado que contenga un balance exhaustivo de dicha información, evaluando su suficiencia y pertinencia en relación con los

objetivos del estudio. Este informe deberá indicar claramente si se considera indispensable la realización de estudios adicionales para profundizar en el conocimiento de las fuentes hídricas, tanto superficiales como subterráneas. En caso de identificarse vacíos de información, se deberán justificar de manera técnica y metodológica los estudios que se proponen realizar, especificando su alcance, finalidad y pertinencia en el contexto del proyecto. Igualmente, será fundamental estimar los costos asociados a cada uno de estos estudios de campo, con el propósito de que Empresas Públicas de Cundinamarca (EPC) disponga de una referencia clara y detallada que le permita programar, priorizar e incorporar dichos estudios en futuras contrataciones, de acuerdo con su planificación institucional y disponibilidad presupuestal.

En este proceso, se deberán tener en cuenta las directrices y recomendaciones establecidas en el apartado 4, correspondiente a la INFORMACIÓN EN CAMPO, y describir de manera estructurada el tipo de estudios requeridos para cada uno de los componentes técnicos identificados como prioritarios. Esto incluye, entre otros, los estudios en: hidrología (para determinar régimen y comportamiento de los caudales), calidad de agua (con enfoque en parámetros físico-químicos y microbiológicos), hidráulica (dimensionamiento de infraestructura y análisis de flujo), geología, geotécnica y geomorfología (caracterización del terreno, estabilidad y dinámica de laderas), y hidrogeología (exploración, recarga y comportamiento de acuíferos). También se deberán incluir otros estudios que el interventor o el equipo técnico consideren pertinentes según las condiciones particulares del área de estudio o las necesidades identificadas durante la evaluación.

Finalmente, el informe deberá proponer los tipos de modelos que podrían desarrollarse en fases posteriores, tanto para fuentes superficiales como subterráneas. Esto incluye modelos orientados al análisis de cantidad (oferta hídrica, balances de agua, simulación de caudales) y calidad (transporte de contaminantes, evolución de parámetros críticos), que permitan profundizar en la comprensión del comportamiento de los sistemas hídricos y apoyar la toma de decisiones en materia de gestión integral del recurso hídrico.

9. SUGERENCIAS DE ORDENAMIENTO ORIENTADAS A LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA CADA MUNICIPIO

Con el fin de orientar el ordenamiento del territorio en función de la disponibilidad hídrica, el consultor debe partir del diagnóstico previamente realizado, el cual proporciona una visión clara sobre la cantidad y calidad del recurso hídrico en el territorio. Este diagnóstico permite comprender las dinámicas de oferta y demanda actuales y proyectadas del agua, considerando los distintos sectores que la utilizan, como el agrícola, urbano, industrial y los ecosistemas que dependen de ella. A partir de esta base, el consultor debe formular recomendaciones de ordenamiento territorial que integren criterios de sostenibilidad hídrica, mediante la clasificación del suelo según su capacidad de soporte del recurso. En este sentido, las zonas con alta disponibilidad de agua podrían destinarse a usos más intensivos,

como actividades agroindustriales o desarrollos urbanos planificados, siempre que se garantice un manejo eficiente del recurso. Por otro lado, en aquellas áreas con baja disponibilidad o que cumplen funciones ecológicas clave, como las zonas de recarga hídrica, se deben promover usos conservacionistas, de bajo impacto y que prioricen la protección ambiental.

Asimismo, es responsabilidad del consultor proponer alternativas de ordenamiento articuladas con los planes de manejo de cuencas hidrográficas, la creación de zonas de protección hídrica, el fortalecimiento de la infraestructura verde y la inclusión de lineamientos técnicos en los instrumentos de planificación municipal y regional. Este enfoque debe sustentarse en una gobernanza participativa, que involucre activamente a las comunidades locales, usuarios del agua, autoridades ambientales y otros actores clave, con el fin de construir acuerdos sociales equitativos y sostenibles en el tiempo. Además, como producto concreto del proceso, el consultor deberá generar salidas gráficas a escala 1:25.000 por municipio, en las que se delimiten claramente las zonas con enfoque hídrico. Estas representaciones cartográficas deben facilitar la toma de decisiones estratégicas y orientar el desarrollo territorial con base en criterios técnicos y ambientales. En dichas salidas se deben incluir parámetros como el número de usuarios potenciales, las actividades compatibles con la disponibilidad hídrica, así como las limitaciones técnicas, sociales, organizacionales y ambientales que condicionan su implementación. Todo ello permitirá avanzar hacia una planificación territorial fundamentada en evidencia, resiliente frente al cambio climático y capaz de garantizar la seguridad hídrica a largo plazo.

10. PRIORIZACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Una vez analizadas las realidades propias de cada municipio y como se pueden optimizar sus fuentes de abastecimiento actual, el consultor deberá presentar diversas propuestas de proyectos que abarquen la mayor cantidad de población y que permitan garantizar su viabilidad económica, técnica, social, ambiental, financiera, de riesgo y permisos, asi como el análisis tarifario de los distintos esquemas de prestación del servicio, considerando como mínimo la implementación de un esquema regional de prestación en los términos previstos en la Resolución CRA 963 de 2022. Estas alternativas deben ir acompañadas de los siguientes componentes:

- Descripción técnica, articulación con el diagnóstico y viabilidad
- Población a beneficiar y municipios involucrados
- Localización (Coordenadas y altura en msnm)
- Fases de ejecución
- Priorización de actividades
- Estudios necesarios para su Implementación
- Topografía del sector propuesto*

- Análisis predial
- Análisis del impacto ambiental**
- Mínimos ambientales requeridos para su implementación
- Prediseño estructural e hidráulico***
- Costos de implementación y mantenimiento
- Cronograma de ejecución
- Identificación, evaluación y selección de los esquemas de prestación del servicio de acueducto considerando como mínimo la estructuración de un esquema regional de prestación para el subsistema de producción (captación, aducción, tratamiento), esquemas de interconexión y contratos de suministro de agua potable.
- Estructuración de acuerdo a la resolución 0799 de 2021

Nota: Teniendo en cuenta que la implementación de proyectos y la ejecución de recursos con los que cuenta el Departamento, los prestadores del servicio y los municipios, depende de una articulación coordinada para la implementación de las estrategias, se hace necesario involucrar alternativas regionalizadas que impacten la mayor cantidad de población para las provincias del departamento.

* Como parte de las actividades de priorización y proyección de alternativas para la futura estructuración de los proyectos de infraestructura hidráulica en las provincias o sectores determinados, el contratista deberá realizar un levantamiento topográfico de alta precisión mediante tecnología LiDAR aerotransportada sobre un área total de 309 hectáreas; la adquisición deberá estar acorde con una escala de trabajo 1:10.000, lo cual implica una densidad mínima de 4 puntos por metro cuadrado, garantizando la resolución necesaria para la caracterización geomorfológica del terreno, la delimitación preliminar de las áreas de embalsamiento y el diseño de obras asociadas. Adicionalmente, se deberán ejecutar 5.000 metros lineales de levantamientos batimétricos a escala 1:10.000, en cuerpos de agua estratégicos definidos por las actividades de priorización y proyección de alternativas. Los productos generados deberán incluir nube de puntos clasificada, ortofotomosaico, curvas de nivel, MDT y MDS, georreferenciados en coordenadas CTM-12, cumpliendo los estándares establecidos por la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE).

** El análisis de impacto ambiental de cada una de las alternativas debe incluir los escenarios y propuestas de compensación ambiental, pudiendo tomar como referencia las medidas implementadas en proyectos ya cerrados en coordinación con las autoridades ambientales.
Asimismo, para todas las fuentes de abastecimiento, se debe considerar el factor de conservación y protección de áreas estratégicas para la preservación del recurso hídrico superficial y las zonas de recarga de acuíferos.
Es necesario identificar las amenazas e impactos asociados a las alternativas propuestas, así como mencionar los posibles mínimos ambientales requeridos para la ejecución de los

proyectos. El consultor deberá plantear propuestas específicas para el cuidado del recurso hídrico, tales como:

- la protección de cuencas y acuíferos,
- la recuperación de zonas afectadas,
- la conservación de las áreas de recarga, entre otras.

Estas propuestas deben presentarse de manera detallada, incluyendo las sugerencias específicas y definiendo posibles líneas de acción para la protección del recurso hídrico. Las acciones deberán contemplar medidas preventivas como el enriquecimiento forestal, la implementación de redes de monitoreo, la asistencia técnica, la realización de estudios e investigaciones, entre otras.

*** Como parte de los prediseños estructurales e hidráulicos, se deben incluir las memorias de cálculo conceptuales o presuntivas de las alternativas presentadas, además de los planos preliminares de cada alternativa según su enfoque y fuente de agua; en caso de que dentro de las alternativas sean articulados o complemento a proyectos existentes, se deben incluir los planos de detalle, planos record o definitivos, memorias de cálculo definitivas y los informes correspondientes a cada proyecto.

La **priorización de alternativas** consiste en analizar cada una de las opciones evaluadas para garantizar el abastecimiento con enfoque ecosostenible y realizar un análisis económico, ambiental, social y técnico, de cada una de ellas; para esto se deberá complementar lo anteriormente mencionado con los costos asociados a cada alternativa, tiempo de implementación: tiempo de estudios actuales y futuros, tiempo de construcción y puesta en marcha de cada una de las alternativas, acompañadas de las líneas de tiempo correspondientes para visualizar los tiempos y posible inversión por proyecto y un análisis de los trámites de permisos relacionados, lo que permite contar con los escenarios y herramientas para enfocar las inversiones relacionadas con abastecimiento de agua potable a corto, mediano y largo plazo.

Dentro de los análisis y conclusiones de la priorización de alternativas se deben detallar los aspectos técnicos, entre ellos la evaluación de la viabilidad técnica, tecnologías e infraestructura a considerar y los aspectos financieros de planificación como las posibles fuentes de financiación y modelos económicos preliminares para los municipios y el departamento; los cuales deben estar articulados con todos y cada uno de los proyectos existentes para el abastecimiento de agua potable en el departamento, los municipios y las Empresas Públicas de Cundinamarca; para cada una de las provincias, se debe categorizar y evaluar el impacto de cada alternativa de acuerdo a la cantidad de población beneficiada y la implementación de tecnologías convencionales o nuevas tecnologías.

En la priorización, además de tener en cuenta la información relacionada anteriormente, existen análisis complementarios que deben ser transversales en las todas las etapas del presente proyecto, con el fin de realizar los cruces y contraste para determinar posibles restricciones y condicionamiento, entre esos ítem están:

- Planes o Esquemas de Ordenamiento de los municipios, usos del suelo, componentes bióticos y abióticos, relacionados con el abastecimiento de agua potable.
- Reservas forestales, áreas protegidas o distritos de manejo integrado que hagan parte del Sistema Nacional o Regional de Áreas Protegidas o de los esquemas de protección y conservación de las autoridades ambientales, como Áreas de Importancia Ambiental o Estratégica.
  En caso de qué las alternativas obligatoriamente estén relacionadas con alguna de estas áreas o zonas en el departamento, se deberá generar un documento en el cual se realice la correlación de los factores y el análisis para iniciar un proceso de sustracción con la autoridad ambiental que corresponda.
- Vías e Infraestructura, se dimensionará a nivel de reconocimiento las vías, puentes o energía necesarias para el uso, la construcción y campamento de las alternativas, entre ellas se debe incluir en caso de ser necesario el prediseño del trazado y características geométricas, tipo y número de estructuras necesarias para el diseño de la vía. Así mismo, se podrán evaluar las necesidades de desvío y canalización de cauces; inventario de drenajes, estructuras de control de cauces a construir y existentes, que resultarían afectadas por su ocupación o desviación.
- Predios, se deberá hacer una identificación predial que se deberán adquirir o afectar para cada una de las alternativas, incluyendo los costos asociados a dicha adquisición y las afectaciones con la implementación de las diferentes alternativas identificadas. Se elaborará una tabla que sintetice la información analizada, así como planos prediales que soporten la información entregada.

Dentro de la Evaluación técnica, económica, social y ambiental para cada uno de las alternativas y su localización correspondiente, se debe contar con el predimensionamiento de obras principales y complementarias, se realizará la estimación de los ingresos y costos operativos, mediante la simulación de su operación y producción; esta simulación permite definir los mejores costos de los esquemas de aprovechamiento y evaluar los proyectos definidos a nivel de reconocimiento; los precios que se usarán para valorar los ítem del proyecto pueden ser precios de referencia en el departamento y el país, con precios actuales o proyectados; esta evaluación debe concluir con el análisis de si el desarrollo de las alternativas es factible, según los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales.

11. MARCO ORGANIZACIONAL Y FINANCIERO PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LAS ALTERNATIVAS

Para este componente el consultor deberá establecer las condiciones necesarias para asegurar la operación continua, eficiente y sostenible en el tiempo de las empresas que prestarán el servicio en el marco de las estrategias regionalizadas, se debe identificar si las empresa existentes son capaces de la administración o se deben generar nuevas entidades para su operación administración y mantenimiento . Desde el punto de vista organizacional, es fundamental que el consultor defina claramente la entidad responsable de la gestión del sistema, ya sea una empresa pública, privada o una organización comunitaria, y establecer una estructura interna que incluya las funciones de administración, operación técnica, mantenimiento, atención al usuario y gestión financiera. Esta estructura debe estar acompañada de un organigrama funcional y de un manual de funciones que especifique las responsabilidades de cada cargo. También es clave que el consultor genere reglamentos internos de operación, protocolos para el mantenimiento preventivo y correctivo, normas de calidad del agua, procedimientos de atención de emergencias, y mecanismos que fomenten la participación activa de la comunidad usuaria, como comités de usuarios, espacios de rendición de cuentas y canales para la atención de quejas y sugerencias. En cuanto al componente financiero, el consultor debe diseñar un modelo tarifario que garantice la sostenibilidad económica del sistema, asegurando que los ingresos generados por la prestación del servicio sean suficientes para cubrir los costos operativos, el mantenimiento periódico y la reposición de activos. Este modelo puede incluir criterios de equidad y contemplar un fondo de reserva para emergencias. Es necesario proyectar un presupuesto anual que detalle los ingresos esperados (provenientes de tarifas, subsidios o aportes institucionales) y los gastos estimados, incluyendo personal, insumos, energía, transporte, materiales de reparación y demás elementos asociados a la operación del sistema. Además, el consultor deberá elaborar un plan de inversiones a mediano y largo plazo que permita anticipar necesidades de renovación o ampliación de la infraestructura, así como identificar posibles fuentes de financiamiento adicionales, ya sean públicas, privadas, mixtas o provenientes de la cooperación. Se deben establecer los marcos organizacionales de los distintos esquemas de prestación del servicio de acueducto impactadas con las nuevas alternativas, en esta parte se debe definir su estructura, funciones y mecanismos de operación para garantizar la gestión eficiente del recurso hídrico. Así mismo, en esta parte del documento se deben establecer alternativas de financiamiento e impacto tarifario e impacto al esquema de subsidios y contribuciones a nivel municipal en caso de requerirse para implementar las estrategias. Para esto deben considerarse los distintos esquemas de prestación del servicio reconocidos en la regulación vigente: APS por municipio, esquemas regionales de prestación (sistemas interconectados, sistemas no interconectados, mercados regionales, esquemas asociativos territoriales), desintegración y regionalización de la prestación para el subsistema de producción (captación, aducción, tratamiento), esquemas de interconexión y contratos de suministro de agua potable.

Finalmente, es importante que el consultor defina indicadores de gestión que permitan evaluar el desempeño del acueducto, tales como el cumplimiento del mantenimiento preventivo, el tiempo de respuesta ante fallas, el nivel de recaudo frente a los costos

operativos, la satisfacción de los usuarios y el cumplimiento de las normas de calidad del agua.

12. BASE DE DATOS GEOGRÁFICA Y CARTOGRAFÍA

El consultor deberá diseñar y desarrollar un Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG) o Base de Datos Geográfica (GDB), con su respectivo diccionario de datos y metadatos que contenga la información espacial resultante de los diversos procedimientos y análisis realizados durante la consultoría.

La escala base para la elaboración de la geodatabase dependerá de la información insumo; sin embargo, en las áreas donde se disponga de información de mayor resolución, se deberán priorizar para su utilización, esta última con el fin de caracterizar con mayor precisión los diferentes parámetros analizados a lo largo del estudio. Esta base de datos geoespacial servirá como referencia fundamental para futuros proyectos.

El desarrollo de la geodatabase, diccionario de datos y metadatos, deberán cumplir con lo estipulado en la guía de especificaciones técnicas de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE), la guía de evaluación de calidad (ICDE) y lineamientos técnicos para la producción de información geográfica (ICDE), en el Decreto 3573 del 27 de septiembre de 2011, específicamente en el numeral 8 del Artículo 14, Dicho sistema se utilizará como herramienta clave para la administración, gestión y uso de la información, permitiendo un manejo eficiente y estructurado de los datos espaciales; además serán tenidas en cuenta las referencias y especificaciones técnicas mínimas establecidas por las Resoluciones 471 del 14 de mayo de 2020 y 529 del 05 de junio de 2020 del IGAC, en relación con los productos de la cartografía básica oficial de Colombia, además de los lineamientos establecidos para producir información geográfica, la cartografía deberá estar compilada en un anexo cartográfico con esta información.

Adicionalmente a los lineamientos establecidos para la producción de información geográfica, el desarrollo de cada uno de los componentes del estudio debe ir acompañado de su componente geográfico almacenado en bases de datos individuales, la cartografía **deberá estar compilada en un anexo cartográfico,** el cual contendrá la siguiente información:

1. Una carpeta que contenga la información espacial estructurada en un Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG) o Base de Datos Geográfica (GDB), de acuerdo al diccionario formulado para el proceso, el cual es el punto de partida para estandarizar la entrega de los productos geográficos y cartográficos del plan de abastecimiento, de manera que servirán como insumos al Sistema de Información Geográfica, herramienta para la administración y gestión de la información georreferenciada que

facilita y agiliza la toma de decisiones. El sistema de referencia espacial deberá ser el Único Origen de Coordenadas adoptado para Colombia (CTM 12).

2. Se deberá describir en la documentación la estructura definida dentro del MAG o GDB, considerando la metodología para obtener las capas geográficas y los atributos de cada una.

3. Deberá tener una carpeta denominada "MXD", en donde se almacenen todas las salidas cartográficas.

4. Deberá contener una carpeta denominada "JPEG", en donde se ubiquen las salidas cartográficas.

Deberá tener una carpeta denominada "PDF", en donde se almacenen todas las salidas cartográficas.

5. Deberá tener una carpeta con los metadatos por cada entidad geográfica desarrollada. Los metadatos deberán cumplir con: información estandarizada, con lineamientos y criterios técnicos utilizados para asegurar que los productos, procesos y servicios cumplan con su finalidad y calidad que conlleven a que los productos cartográficos sean interoperables en diferentes sistemas de información geográfica. Además, deberá cumplir con lo estipulado en las normas: ISO 19131 Especificaciones técnicas de producto de datos ISO 19115-1 metadatos geográficos ISO 19157 calidad de los datos o si es requerido, tener en cuenta los lineamientos de las NTC para la documentación de productos cartográficos.

6. Para la presentación de ilustraciones, imágenes satelitales o fotografías y mapas en los informes y documentos técnicos preliminares y finales, se debe incluir la información mínima correspondiente a cada elemento:

- Fuentes de información, con nombre de instrumento, institución y fecha.
- Sistema de referencia, proyección, coordenadas y unidades.
- Convenciones.
- Fecha de presentación.
- Autor.
- Escala.

7. Para la presentación de salidas cartográficas y mapas resultantes del estudio técnico y que hagan parte del sistema de información geográfica, tanto el rótulo como el espacio de mapa debe contener como mínimo la siguiente información:

- Logos
- Nombre del proyecto
- Contenido del Mapa
- Fuentes de información
- Etapa correspondiente del mapa
- Escala gráfica y espacial
- Número de mapa
- Fecha
- Información del sistema de Referencia
- Información de autor, elaboración y revisión
- Mapa de Referencia
- Flecha de Norte y cuadrícula adecuada a la escala
- Convenciones
- Tablas

La escala base para la elaboración de la base de datos geográfica corresponderá a 1:25.000, sin embargo, para los instrumentos y localizaciones donde se cuente con información de mejor resolución, se deberá acoger ésta, buscando siempre caracterizar lo mejor posible los diferentes parámetros que se analizan a lo largo de la consultoría y que sirvan como base para futuros proyectos.

Así mismo, se debe tener en cuenta el CONVENIO ADMINISTRATIVO STI – CDCVI – 0100 firmado entre la Secretaría de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, la secretaría de Planeación de la gobernación y Empresas Públicas de Cundinamarca S.A ESP, es imprescindible realizar mesas de trabajo con la Secretaría de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, la Secretaría de Planeación de la gobernación y Empresas Públicas de Cundinamarca S.A ESP, con el fin de garantizar que la base de datos geográfica generada para este proyecto sea compatible con el Sistema de Información Geográfica de la Gobernación de Cundinamarca.

Toda la información detallada a continuación, obtenida para las cuencas en su nivel y niveles subsiguientes, deberá ser plasmada en salidas cartográficas y deberá hacer parte fundamental del Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG) o Base de Datos Geográfica (GDB) creado para este proyecto; se debe tener en cuenta que todas las fases y componentes técnicos desarrollados en el presente documento deben incluirse en el MAG o GDB, **no se excluye ningún ítem que no sea mencionado en la siguiente consideración listada y que sea solicitado o acordado en conjunto con la supervisión** designada por las Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. E.S.P.

- Caracterización de las cuencas en su nivel y niveles subsiguientes en el departamento.

- Análisis de las series hidroclimatológicas por los parámetros de precipitación, evapotranspiración, temperatura, caudales y los demás parámetros hidro climatológicos. Para las diferentes temporadas hidrológicas.
- Resultados obtenidos en los balances hídricos.
- Identificación de las cuencas en su nivel y niveles subsiguientes abastecedoras, con excedentes y deficitarias.
- Riesgo de inundación.
- Oferta Hídrica Total.
- Oferta Hídrica Disponible.
- Demanda Hídrica.
- Índice de Aridez.
- Índice de retención y regulación hídrica (IRH).
- Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para consumo humano (IRCA).
- Índice de Calidad del Agua (ICA).
- Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de agua para consumo humano (IRABA).
- Índice de Vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVDH).
- Índice de Aprovechamiento del sistema de abastecimiento municipal (IA).
- Índice de Pérdida de Agua No Contabilizada (IANC).
- Índice de Potencial de niebla (FPI, Fog Potencial Index) que es la diferencia entre la temperatura de rocío y la temperatura del aire, con el fin de abordar alternativas poco usuales de abastecimiento para zonas rurales dispersas.
- Cobertura de Acueducto y Alcantarillado.
- Riqueza y pobreza hídrica municipal. áreas y cuencas categorizadas con escasez de agua, caudales de ríos y porcentaje de caudales extraídos y/o concesionados de acuerdo con la información secundaria recopilada.
- Identificación de hogares con y sin acceso a agua potable. Se deberá realizar el análisis de acceso a agua potable por cuencas, mostrando los resultados en porcentaje, elaborando gráficas, mapas y tablas por cuencas, subcuencas o microcuencas hidrográficas.
- Identificación de fuentes de suministro de agua, como Pozos, Ríos, Quebradas, Lagos, Carros cisterna, Aguas Lluvias, Acueductos públicos o de la comunidad, entre otros. Realizar la correlación o distribución porcentual de la población de acuerdo con la fuente de suministro de agua.
- Condiciones de cambio climático. De acuerdo con el análisis de homogeneidad de los datos como: I) precipitaciones, II) sequías, III) déficit de lluvias en %, IV) ocurrencia, Intensidad y Duración de eventos (Niña y Niño) con información de por lo menos 20 años y sus respectivas proyecciones.
- Identificación de amenazas o posibles afectaciones al recurso hídrico. Se deben identificar las amenazas al recurso hídrico tales como deforestación, alteraciones de cauces, afectaciones a los acuíferos y otras que sean identificadas por la consultoría.
- Identificación cartográfica de las zonas con desabastecimiento de agua en el departamento.

- Identificación de proyectos en marcha. Se deben identificar los proyectos que estén ejecutándose actualmente, consultar hasta que año están proyectados, lugar, tipo de proyecto, personas beneficiadas. Así mismo se deben identificar los futuros proyectos a corto, mediano y largo plazo.
- Inventario y localización de la infraestructura de tratamiento de agua potable PTAP y PTAR.
- Inventario de concesiones de las bases de datos de las autoridades ambientales.
- Inventario de acuíferos identificados e información hidrogeológica.
- Índice de extracción de agua subterránea (IEAS).
- Índice de reservas temporalmente aprovechable (IRTA).
- Inventario de puntos de agua, (pozos, aljibes y manantiales).
- Zonas de recarga y dirección de flujo subterráneo. Se debe incluir la información disponible de permeabilidad, porosidad, índice de saturación, conductividad hidráulica y transmisividad.
- Calidad de agua subterránea.
- Identificación de zonas con potencial de exploración y explotación de aguas subterráneas.
- Elaborar mapas de amenazas (GOD, DRASTIC) por cuenca en su nivel y niveles subsiguientes relacionado con los municipios, donde se detallen las zonas vulnerables a la contaminación y el tipo de contaminación identificada.
- Identificación y ubicación de las líneas geofísicas. Plano en planta y en sección transversal que evidencie la ubicación de las líneas geofísicas (magnetotelúricas) recopiladas dentro de la información secundaria.
- Identificación de las zonas con potencial hidrogeológico, teniendo en cuenta los índices calculados, identificaciones de zonas de recarga, dirección del flujo subterráneo, áreas protegidas, propuesta de alternativas para incrementar la recarga del acuífero, estrategias de gestión de los acuíferos del Departamento de Cundinamarca.
- Localización de estaciones hidrometeorológicas, climatológicas y de calidad del agua del departamento de Cundinamarca y municipios vecinos, en caso de que se deban utilizar para hacer los cálculos hidrológicos en las cuencas y sus niveles subsiguientes, correspondientes a las entidades de orden nacional y autoridades ambientales.
- Zonas con potencial de aprovechamiento de aguas lluvias referenciando las precipitaciones (Isoyetas) y tiempos de tránsito en las cuencas.
- Mapas de humedad departamental. altitud y temperaturas para determinar potencial de utilización de niebla como fuente de agua. Se deberán realizar los análisis pertinentes que dejen concluir cómo interactúa la variable de humedad con respecto a la radiación solar, la precipitación, etc.
- Plano de localización de los sistemas - En medio digital en esquema digital del área del sistema de abastecimiento basado en aerofotografía digitalizada o en imagen satelital donde en forma esquemática, se identifiquen claramente los diferentes componentes de los sistemas de Acueducto y Alcantarillado de los municipios

(incluyendo Planta de Tratamiento de Agua Potable – PTAP y Planta de Tratamiento de Agua Residual – PTAR) y río o quebrada receptora.

13.PROYECTO DE ORDENANZA

Una vez recopilados y analizados los resultados obtenidos en el marco de esta consultoría, el consultor deberá elaborar y entregar un proyecto de ordenanza que recoja de manera integral las soluciones de abastecimiento hídrico, tanto a nivel municipal como regional. Este documento debe consolidar los hallazgos técnicos, sociales y ambientales, y traducirlos en propuestas normativas concretas que respondan a las necesidades de los territorios, garantizando la sostenibilidad y equidad en el acceso al recurso hídrico. La ordenanza deberá contemplar la priorización de los proyectos de infraestructura y gestión del agua, tomando en cuenta criterios como su impacto en las comunidades beneficiarias, la disponibilidad hídrica real en cada zona, la capacidad financiera y operativa de los municipios involucrados, así como los posibles aportes del gobierno departamental y otras fuentes de financiación.

Adicionalmente, el documento deberá identificar y proponer mecanismos viables para canalizar recursos a través de distintos vehículos de inversión pública o mixta, incluyendo esquemas de cooperación interinstitucional, alianzas público-privadas y programas de financiamiento ambiental. Todo esto deberá ir acompañado de un enfoque de conservación y restauración de los ecosistemas estratégicos presentes en las zonas de estudio, asegurando que las intervenciones propuestas no solo sean técnicamente viables, sino también ambientalmente sostenibles. Asimismo, será fundamental que el proyecto de ordenanza defina con claridad las fases de ejecución de cada uno de los proyectos priorizados, estableciendo tiempos estimados, responsables institucionales, indicadores de seguimiento y mecanismos de evaluación.

Por otra parte, el documento deberá mostrar cómo estas iniciativas se integran dentro del marco de las políticas públicas existentes, tanto a nivel municipal como departamental, promoviendo una coherencia normativa que facilite su implementación y evite duplicidades o contradicciones. Igualmente, será indispensable que las propuestas se articulen con las herramientas de ordenamiento territorial vigentes, como los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) o Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT), de manera que las acciones en torno al abastecimiento hídrico estén alineadas con la planificación del uso del suelo, el desarrollo urbano y rural, y la protección de los recursos naturales. En resumen, el proyecto de ordenanza deberá constituirse en un instrumento técnico, normativo y estratégico que oriente a las autoridades locales y regionales en la toma de decisiones informadas, integrales y de largo plazo para la gestión del recurso hídrico en sus territorios.

14. SOCIALIZACIONES CON ACTORES INVOLUCRADOS

La consultoría debe vincular a los actores relevantes en el abastecimiento de agua potable y el crecimiento poblacional, se deberá contar un una base de datos de actores y especificar su rol y relevancia en el proceso, entre los que deben estar las autoridades municipales, empresas de servicios públicos, juntas de acción comunal, agrupaciones de acueducto y comunidades.

Se debe tener claro la estrategia de participación y como se espera que el consultor interactúe con cada actor por medio de talleres, entrevistas, encuestas y realizar las retroalimentación de las actividades y opciones de mejora la comprensión del alcance del proyecto con los resultados esperados de la participación.

Para el inicio del proceso, se deberá hacer una reunión informativa dentro de la estrategia de participación que permita informar a los municipios el inicio de esta consultoría, para que faciliten el acceso a información y garanticen el acompañamiento pertinente para desarrollar satisfactoriamente la consultoría.

De manera posterior al análisis realizado a las alternativas propuestas, se debe presentar a los municipios y a las Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. E.S.P las diferentes alternativas evaluadas como resultado del diagnóstico integral efectuado, con el fin de que conozcan las posibilidades de abastecimiento que tienen cada uno de acuerdo con su ubicación y de acuerdo con ello puedan enfocar su Plan de Acción.

Esta presentación se realizará en una reunión con participación de los interesados (autoridades locales e instituciones), posterior a la aprobación por parte de la supervisión designada por parte de Empresas Públicas de Cundinamarca; durante la reunión se deberá analizar si las alternativas propuestas responden a las necesidades de abastecimiento de los municipios haciéndose énfasis en el beneficio de comunidad, la aplicación y los costos de las alternativas.

Se debe entregar un informe con los resultados de la socialización de los resultados con las autoridades municipales, el cual contendrá todas las evidencias de actas de reunión de información, videos, fotografías; las reuniones planteadas, deberán ser coordinadas y aprobadas por la supervisión de Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. ESP.

se deben realizar como mínimo quince (15) socializaciones (una por cada provincia) más una (1) por cada alternativa regionalizada que se considere viable, estas socializaciones deben ser realizadas en territorio, con las partes interesadas y/o involucradas con el fin de dar a conocer el alcance y resultados de esta consultoría en el marco de la prestación del servicio.

Así mismo, el consultor deberá estar dispuesto a socializar los avances cada que Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. .E.S.P. lo requiera en el marco del seguimiento al correcto desarrollo del proyecto.

15. PRODUCTOS

Los Informes de los aspectos técnicos, financieros y administrativos del contrato, deben incluir el resumen de las actividades técnicas de oficina y de campo, financieras y administrativas desarrolladas para cada uno de los ítem, donde se detalle el porcentaje de avance programado tanto físico y técnico como el avance ejecutado tanto físico y técnico en el cumplimiento de cada uno de los productos.

El informe final de ejecución debe integrar los detalles técnicos, financieros y administrativos del desarrollo del contrato, en la totalidad de las actividades y el tiempo de ejecución y debe estar acompañado de una presentación en PREZI, POWER POINT o programas similares, en donde se especifiquen las metodologías, resultados, conclusiones, recomendaciones y demás información relevante.

Sin perjuicio del cumplimiento de todas y cada una de las obligaciones, el Anexo Técnico y/o en la normatividad sectorial aplicable, el CONSULTOR deberá presentar los siguientes productos:

Tabla 4 Productos a entregar

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Producto No. 1:	Recopilación de información secundaria y construcción de base de datos con información técnica disponible de fuentes oficiales para las diversas temáticas a abordar en el Plan de Abastecimiento
Producto No. 2:	Diagnóstico integral a partir del Análisis de la información e identificación de las necesidades incluyendo la determinación de oferta y demanda para un horizonte de 50 años.
Producto No. 3:	Propuesta de optimización de abastecimiento actual por aguas superficiales.
Producto No. 4:	Propuesta de optimización de abastecimiento actual por aguas Subterráneas
Producto No. 5:	Propuesta de optimización de abastecimiento actual por Embalses o reservorios
Producto No. 6:	Propuesta de optimización de abastecimiento actual por reúso, recirculación, uso de aguas lluvias, aguas de niebla, sistemas urbanos de drenaje sostenible, entre otras.

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Producto No. 7:	Proyección de alternativas con diversas fuentes de abastecimiento de manera regional o por municipio
Producto No. 8:	Requerimientos adicionales para la implementación del plan
Producto No. 9:	Sugerencias de ordenamiento orientadas a la disponibilidad hídrica para cada municipio
Producto No. 10:	Priorización de las alternativas de abastecimiento, con base en la información obtenida incluyendo el levantamiento topográfico
Producto No. 11:	Marco organizacional y financiero para el sostenimiento de las alternativas
Producto No. 12:	Geodatabase: diseñar y desarrollar una geodatabase que contenga la información espacial resultante de los diversos procedimientos y análisis realizados durante la consultoría.
Producto No. 13:	Proyecto de ordenanza: Se debe realizar un proyecto de ordenanza, en el cual se incluyan las alternativas que garanticen el abastecimiento hídrico en el Departamento, este documento debe incluir costos, tiempos y actividades a realizar en las diferentes fases de cada una de las alternativas, soportado en toda la información obtenida, procesada y producida a lo largo de la actualización del plan de abastecimiento. Socializaciones con actores involucrados: se deben realizar como mínimo quince (15) socializaciones (una por cada provincia) más una (1) por cada alternativa regionalizada que se considere viable

Fuente: Elaboración propia

16. PROFESIONALES

Dentro del contexto de las actividades a desarrollar y teniendo en cuenta la magnitud de las actividades de consultoría, la Entidad requiere contar con un grupo de profesionales y recursos técnicos que garanticen el cumplimiento de especificaciones y normas técnicas vigentes, actividades administrativas, legales, contables, financieras, ambientales y presupuestales, establecidas en los pliegos de condiciones, velando porque éstos se realicen, de la manera que fueron planeados y se alcancen las metas previstas.

Dentro del contexto de las actividades a desarrollar y teniendo en cuenta la magnitud de las actividades de consultoría, la Entidad requiere contar con un grupo de profesionales y recursos técnicos que garanticen el cumplimiento de especificaciones y normas técnicas vigentes, actividades administrativas, legales, contables, financieras, ambientales y presupuestales, establecidas en los pliegos de condiciones, velando porque éstos se realicen, de la manera que fueron planeados y se alcancen las metas previstas.

Conforme a lo anterior, para la ejecución de las actividades de consultoría, se requiere que el proponente cuente, con el siguiente equipo de personal:

Tabla 13 Personal mínimo requerido

PERSONAL MÍNIMO REQUERIDO PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO					
Cant.	**Evaluable?**	**Cargo a desempeñar**	**Formación Académica**	**Experiencia General (Años)**	**Experiencia Específica**
1	SI	DIRECTOR DE CONSULTORÍA	**Habilitante:** Profesional en ingeniería civil o sanitaria o ambiental o afines **Adicional Puntuable:** estudios de posgrado en gerencia de proyectos, o en gerencia o administración de obras o en hidráulica, o en sanitaria, o en saneamiento ambiental, o en recursos hidráulicos o hídricos o hidrogeológicos o afines	10	Siete (7) años de experiencia específica como director o coordinador o asesor de consultoría en contratos de estudios hidrológicos o de planificación o de ordenamiento o manejo del recurso hídrico.
1	SI	COORDINADOR DE LA CONSULTORIA	**Habilitante:** Profesional en geología o ingeniería civil o sanitaria o ambiental o afines **Adicional Puntuable:** estudios de posgrado en gerencia de proyectos, o en gerencia o administración de obras o en hidráulica, o en sanitaria, o en saneamiento ambiental, o en recursos hidráulicos o hídricos o hidrogeológicos o afines	8	Cinco (5) años de experiencia específica como coordinador o líder o encargado de consultoría en contratos de estudios hidrológicos o hidrogeológicos o estudios de abastecimiento o diseños de estructuras de abastecimiento o de planificación o de ordenamiento o manejo del recurso hídrico.
2	NO	ESPECIALISTA EN HIDROLOGÍA	Profesional en ingeniería civil o sanitaria o ambiental o afines, con estudios de posgrado en hidrología o recursos hídricos o afines	6	Cuatro (4) años de experiencia específica como especialista o profesional o asesor en hidrología en contratos de estudios y diseños en el sector de agua potable y saneamiento básico o de planificación o de ordenamiento o manejo del recurso hídrico.

PERSONAL MÍNIMO REQUERIDO PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO					
Cant.	**Evaluable?**	**Cargo a desempeñar**	**Formación Académica**	**Experiencia General (Años)**	**Experiencia Específica**
2	NO	ESPECIALISTA HIDRÁULICO	Profesional en ingeniería civil o sanitaria o ambiental, o afines con estudios de posgrado en hidráulica, o en sanitaria, o en saneamiento ambiental, o en recursos hidráulicos o hídricos o afines.	6	Cuatro (4) años de experiencia específica como especialista o profesional o asesor hidráulico en contratos de estudios hídricos o hidráulicos o de manejo del recurso hídrico.
1	NO	ESPECIALISTA FINANCIERO	Profesional en economía o ingeniería con los núcleos base de conocimiento aplicados al sector de agua y saneamiento básico	5	Tres (3) años de experiencia profesional en el sector de estudios de estructuración de proyectos de infraestructura desde el punto de vista financiero.
2	NO	ESPECIALISTA AMBIENTAL	Ingeniero Ambiental o Ingeniero Civil o Sanitario o afines con estudios de postgrado en el área ambiental o afines.	5	Tres (3) años de experiencia en contratos relacionados con la experiencia especifica en evaluación de impactos ambientales.
1	NO	ESPECIALISTA EN SERVICIOS PÚBLICOS	Profesionales en ingeniería civil o sanitaria o ambiental o afines, con posgrado en núcleos base de conocimiento aplicados al sector de agua y saneamiento básico	6	Cuatro (4) años en proyectos que involucren análisis de servicios públicos de acueducto y/o alcantarillado.
1	NO	PROFESIONAL DE COSTOS Y PRESUPUESTO	Ingeniero civil o sanitario o ambiental o afines o profesional en áreas administrativas	6	Cuatro (4) años de experiencia en elaboración de presupuestos para proyectos de estudios y diseños en el sector de agua potable y saneamiento básico o de manejo del recurso hídrico.

PERSONAL MÍNIMO REQUERIDO PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO					
Cant.	**Evaluable?**	**Cargo a desempeñar**	**Formación Académica**	**Experiencia General (Años)**	**Experiencia Específica**
3	NO	PROFESIONAL EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	Ingeniero catastral o civil o topográfico o catastral o ambiental o de sistemas o afines con estudios de posgrado en sistemas de información geográfica o geomática o afines	4	Tres (3) años de experiencia como profesional o especialista en sistemas de información geográfica en proyectos de consultoría para infraestructura y/o recurso hídrico.
2	NO	INGENIERO FORESTAL O BIÓLOGO	Profesional en ingeniería forestal o biología	4	Tres (3) años |de experiencia específica como especialista o profesional o asesor en: Identificación de impactos ambientales o Elaboración de planes ambientales y/o estudios de impacto ambiental
2	NO	PROFESIONAL EN GESTIÓN PREDIAL	Ingeniero Catastral y geodesia, ingeniero topógrafo, geografía o afines	3	Dos (2) años de experiencia especifica en la realización de análisis prediales para proyectos de infraestructura de saneamiento u obras civiles que implique la afectación predial parcial o total.
1	NO	PROFESIONAL JURÍDICO	Abogado	3	Un (1) año de experiencia específica como profesional jurídico en gestión predial en procesos de adquisición de predios y/o constitución o imposición de servidumbres.

PERSONAL MÍNIMO REQUERIDO PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO					
Cant.	**Evaluable?**	**Cargo a desempeñar**	**Formación Académica**	**Experiencia General (Años)**	**Experiencia Específica**
2	NO	ESPECIALISTA EN HIDROGEOLOGÍA	Geólogo o Ingeniero Civil o Ingeniero Geólogo o afines con estudios de postgrado en hidrogeología o recursos hídricos o geología o afines	6	Cuatro (4) años como Especialista en agua subterránea o hidrogeología, en contratos de estudios y/o diseños de sistemas de acueducto y/o estudios de fuentes para sistemas hídricos subterráneos
1	NO	ESPECIALISTA EN GEOTECNIA	Ingeniero Civil con estudios de postgrado en el área de geotecnia o afines	6	Cuatro (4) años como Especialista en geotecnia, en contratos de estudios y diseños de sistemas de acueducto y/o estudios y diseños de infraestructura hidráulica o de manejo del recurso hídrico.
1	NO	ESPECIALISTA EN RIESGOS	Ingeniero civil o ingeniero sanitario o ingeniero ambiental	6	Cuatro (4) años como Especialista en riesgos, en contratos de estudios y diseños del sector de agua potable y saneamiento básico o de manejo del recurso hídrico.
1	NO	INGENIERO CIVIL DISEÑADOR	Ingeniero Civil	6	Cuatro (4) años como ingeniero diseñador, en contratos de estudios y diseños del sector de agua potable y saneamiento básico
2	NO	PROFESIONAL SOCIAL	Trabajador social o Sociólogo o Antropólogo o profesiones afines	4	Dos (2) años como profesional social en socialización o participación o concertación de proyectos de construcción o consultoría.

Fuente: Elaboración propia.