

Alcances Técnicos.

Para la presente consultoría es fundamental hacer un análisis detallado del potencial del recurso hídrico actual y futuro, esto permitirá conocer la capacidad de expansión del municipio, fuentes alternas de abastecimiento y propuesta de desarrollo urbano y rural en el municipio de Pereira, para ello, se requiere:

Dar cumplimiento a los lineamientos técnicos que haya lugar, establecidos en la “*Guía Metodológica para la Formulación Estudios regionales del agua*”, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y otros elementos técnicos, en la ejecución del objeto de este Contrato.

Cumplir con la ejecución de las actividades establecidas en el que enmarca el presente proyecto, de tal forma que se logre cumplir con el objeto contractual el cual contará con un anexo que describe generalidades técnicas por cada actividad.

El contratista se compromete acorde a los lineamientos técnicos establecidos en la “*Guía Metodológica para la Formulación Estudios regionales del agua, 2013*”, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), a cumplir con las obligaciones que aquí se relacionan, enmarcadas en los siguientes productos, para el cumplimiento del objeto del Contrato:

1. Revisión y valoración de información disponible:

Durante la revisión y valoración de información disponible, inicialmente se trabajará como elemento base inicial en la estructura de la Evaluación Regional del Agua en las subzonas hidrográficas que puedan abastecer al municipio de Pereira especialmente al área de expansión urbana y algunas zonas rurales que son objeto de análisis. El análisis a realizar deberá integrar la situación actual y tendencias del comportamiento de la oferta, demanda, calidad, amenaza y vulnerabilidad de las fuentes hídrica que abastece al municipio de Pereira y las potencialmente puedan servir para tender la demanda de agua para el área urbana y algunas áreas rurales (IDEAM, 2013). Para ello, se tendrá en cuenta la revisión de los diferentes instrumentos técnicos, de planificación y económicos consolidados dentro del Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH) construido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y las autoridades ambientales, que para efecto de formulación del presente estudio compete a la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER). Los instrumentos técnicos que se tendrán en cuenta en la Revisión y valoración de información disponible son:

Registro de datos de las redes de monitoreo de calidad y cantidad de agua diseñadas por la CARDER o entidades que ejercerían el debido seguimiento a las características del recurso sobre las fuentes hídricas superficiales.

Registro de puntos de aguas subterráneas consolidado por la Autoridad Ambiental indicando ubicación y características técnicas de pozos de extracción, aljibes o piezómetros.

Registro de Usuarios del Recurso Hídrico (RURH) diseñado por la Corporación para consolidar la información de concesiones y permisos de vertimiento otorgadas a personas tanto naturales como jurídicas.

Bases de datos hidrológicas y meteorológicas compiladas por el IDEAM como producto de mediciones a partir de su red de monitores registrando valores de parámetros como caudales, niveles, concentración de sedimentos... (hidrológicos) y precipitación, temperatura, evaporación...(meteorológicos) a diferentes niveles de agregación temporal (horario, diaria, mensual, multianual).

Información geográfica la cual comprende todos aquellos datos espaciales generados tanto por la Autoridad Ambiental en sus instrumentos de planificación, como por el Instituto de Geografía Agustín Codazzi (IGAC) para la estructuración del Sistema de Información Geográfica (SIG).

Los instrumentos de planificación que se tendrán en cuenta en la Revisión y valoración de información disponible son:

- Todos los desarrollados para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH) relacionados con la planificación, ordenamiento y manejo del recurso hídrico como Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA), Planes de Ordenación del Recurso Hídrico (PORH), Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos y Planes de Manejo de Microcuencas existentes sobre las subzonas hidrográficas analizadas.
- Los planes de acción de la Autoridad Ambiental como el Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR), Plan de Acción Trienal (PAT) y el Plan Operativo Anual (POA) vigentes para el departamento.
- Los desarrollados por entidades territoriales con injerencia de las Autoridades Ambientales como los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) y los Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT)

según sea el caso para cada uno de los municipios con jurisdicción sobre las subzonas hidrográficas que puedan ser objeto de análisis de oferta hídrica.

- Los desarrollados por las empresas prestadoras del servicio público urbano y rural como los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), Planes de Ahorro y Uso Eficiente del Agua (PAUEA), trazados de las redes de agua, ubicación de puntos de captación y propuestas de cuencas abastecedoras alternas.

Los instrumentos económicos que se tendrán en cuenta en la Revisión y valoración de información disponible son:

- Base de datos del grupo de Tasas Retributivas generada a los usuarios por la utilización directa e indirecta del recurso hídrico como receptor de vertimientos puntuales directos o indirectos y sus consecuencias nocivas, originados en actividades antrópicas o propiciadas por el hombre y actividades económicas o de servicios (IDEAM, 2013).
- Base de la Unidad de Tasas por Uso del Agua (TUA) generada a los usuarios por la utilización del recurso de una fuente natural a través de concesiones.

2. Generación de cartografía actualizada con fines de trabajo de campo y modelación espacial.

La consolidación de una base de información espacial y alfanumérica robusta servirá como instrumento de soporte para la toma de decisiones entorno a la disponibilidad, uso y aprovechamiento del recurso hídrico, además de ser un elemento planificador en el desarrollo de metodologías y estrategias a implementar en campo. De igual manera, la estructuración de la información se soportará de acuerdo con los lineamientos y estándares dados por la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE), garantizando la compatibilidad de los productos generados con la información de la Autoridad Ambiental CARDER y La Alcaldía Municipal de Pereira.

Dentro de la información recolectada y actualizada para fines de trabajo de campo y para la modelación espacial, se recurrirá al sistema de información geográfica oficial por parte de la Corporación, la Alcaldía, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), con respecto a cartografía base y temática disponible.

Como elementos cartográficos básicos contemplados tenemos de control geodésico, orto imágenes digitales, elevación, transporte, hidrografía, límites político-administrativos, catastro, nombres geográficos. También se hará necesaria información de superficie como

los modelos digitales de terreno (MDT) o modelos de elevación digital (DEM) disponible, base predial, zonificación hidrográfica y provincias hidrogeológicas por parte del IDEAM, coberturas de la tierra y suelos al igual que bases de datos con facilidades de especialización.

3. Implementación de Modelos Hidrológicos – Determinación de la Oferta Hídrica Total de Reparto OHTR.

Dada la insuficiente instrumentación hidrológica que no permite tener mediciones de series históricas de caudal en todos los puntos de interés para las unidades hidrográficas, la implementación de modelos hidrológicos surge como alternativa a la falta de información base para la estimación de la oferta hídrica. En el marco de los procesos de Evaluación del recurso Hídrico, se busca emplear modelos hidrológicos para representar la relación lluvia – escorrentía, aunque existen numerosos modelos, no todos cumplen la misma función y aplicabilidad dado que son creados para condiciones particulares respondiendo a la necesidad a nivel regional.

Para la selección del modelo más apropiado se tendrá en cuenta criterios como los establecidos por Beven (2011), partiendo de la disponibilidad, capacidad de predicción, conocimiento de la unidad hidrográfica o Subzona Hidrográfica, factibilidad de estimación de variables. Igualmente, la Guía de Practicas Hidrológicas (2008) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), en la cual establece factores y criterios de selección de modelos basados en el objetivo general de la modelización, el tipo de sistema y elemento hidrológico a modelizar, las características climáticas y fisiográficas de la unidad hidrográfica, la disponibilidad de los datos, la simplicidad del modelo, la transposición de parámetros y la capacidad de actualización del modelo. El modelo seleccionado deberá presentar eficiencia y robustez estimando el régimen de caudal a escala de unidad o subzona hidrográfica integrando criterios hidrológicos, hidráulicos, de calidad de agua y disponibilidad de hábitat, así como es necesaria la identificación de áreas potenciales para el abastecimiento de agua para la ciudad de Pereira especialmente en las áreas de expansión urbana y la evaluación de la fuente abastecedora actual, como también la evaluación de áreas para establecer oferta hídrica en áreas rurales.

Uno de los tipos de modelos mayormente implementados son los modelos distribuidos espacialmente, representando explícitamente la heterogeneidad del efecto de las características biofísicas de relevancia hidrológica, así como la variabilidad espacial y conectividad lateral entre los flujos y almacenamientos que componen el balance hídrico a nivel de unidad hidrográfica. Por último, la escogencia del modelo deberá ser una

concertación entre el consultor y el interventor o supervisor del contrato, esto garantizará una adecuada escogencia en función de las necesidades que se requieren.

4. Definición y Simulación de escenarios de oferta hídrica en condiciones de año húmedo, año seco, año neutro y escenarios de cambio climático.

Con la implementación de los modelos hidrológicos lluvia – escorrentía a partir de información hidrometeorológica disponible es posible la estimación de la oferta hídrica superficial. A lo largo del tiempo, las condiciones hidrológicas sufren cambios a raíz de la permanente variación del clima dando paso a fenómenos con aumentos abruptos de temperatura (fenómeno del Niño – año seco) o aumentos considerables en los volúmenes de precipitación (fenómeno de la Niña – año húmedo). Esta variabilidad climática sinérgicamente afecta la oferta hídrica de forma considerable, alterando los niveles de las fuentes hídricas disminuyendo o aumentando el régimen hidrológico normal. Como medida de evaluación al riego que supone dicha variabilidad climática se realizarán modelaciones hidrológicas contemplando las series históricas de los años secos (fenómeno del Niño), años húmedos (fenómeno de la Niña) y años neutros a fin de representar las condiciones de oferta y disponibilidad del recurso hídrico bajo estos escenarios de modelación.

De igual manera, el IDEAM en el marco de la implementación de medidas preventivas y evaluación del riesgo por efectos del cambio climático y siguiendo las estrategias propuestas en el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), diseño escenarios proyectados para los años 2040, 2071 y 2100 representado cambio de temperatura y precipitación en cada uno de estos periodos, por lo que se retomarán dichas proyecciones y se generarán nuevas estimaciones de oferta hídrica presente y futura.

5. Estimación y proyección de demandas.

La especialización de la información de demandas será elaborada a nivel de unidades hidrográficas de menor rango jerárquico del sistema de sectorización hidrográfica de CARDER, cuyo alcance estará condicionado al detalle y calidad de la información primaria registrada por la Autoridad Ambiental. La demanda hídrica se caracterizará a nivel de usuario y sector con base en la información registrada en el Registro de usuarios del recurso hídrico (RURH) y demás bases de datos estructuradas con georreferenciación en custodia de la autoridad ambiental.

La proyección de demandas se realizará mediante modelos estadísticos basados en información histórica de dinámica poblacional, comportamiento económico sectorial, eficiencia de consumo de agua y la evolución de variables a nivel local que incidan en la demanda de agua. La demanda actual y proyectada se calculará para los usos relacionados en

el Decreto 3930 de 2010, (Consumo humano y doméstico; preservación de flora y fauna; agrícola; pecuario; recreativo; industrial; estético; pesca, maricultura y acuicultura; navegación y transporte acuático). Se tomará como fuente de información básica la siguiente:

- Bases de datos del DANE
- Informes de DNP
- Estudios de prospectiva existentes a nivel sectorial y regional
- Bases de datos de las empresas prestadoras de servicios públicos

6. Determinación de índices de sequías y crecidas

Con la evaluación de la dinámica y comportamiento de las aguas superficiales, se busca representar de manera explícita los riesgos y amenazas asociadas a la variabilidad hidrológica natural representados en condiciones extremas de sequías e inundaciones. Con el fin de valorar la duración e intensidad de los eventos de sequía se requiere un indicador sencillo y versátil que permita caracterizar la ocurrencia de este tipo de fenómenos (ENA, 2014). Para el análisis de los periodos secos extremos empleará el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) según la OMM (2012) el cual permite detectar los eventos de sequía de manera rápida utilizando datos normalizados de series de precipitación acumuladas a diferentes escalas temporales y clasificando los periodos mensuales como se expresa en ENA (2018).

Para la evaluación de las crecidas, se utilizará la escala de representación del evento guarda relación implícita con el desarrollo de procesos de ordenamiento y planificación del territorio con criterios que permitan prevenir y mitigar el riesgo. Para determinar con precisión las inundaciones, se requiere modelar el comportamiento de los cuerpos de agua frente diferentes condiciones hidrológicas y, a partir de estos, generar mapas de velocidades y profundidades de lámina de agua, los cuales son las principales variables para usar en la elaboración de mapas de amenaza por inundación y en mapas de zonificación de amenaza. La Guía Metodológica para la Elaboración de Mapas de Inundación del IDEAM (2017), establece pautas para la elaboración de mapas de inundación a partir de los procesos de modelación hidrológica representando temáticas como la Susceptibilidad de Inundación, Amenaza de Inundación, Zonificación de Amenaza por Inundación, Vulnerabilidad de Inundación y Riesgo de Inundación a diferentes escalas según sea el caso por evaluar, además de considerar los Criterios para identificar y delimitar zonas inundables a escala 1:25.000 (IDEAM, 2012) ajustados en Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional del Agua (IDEAM, 2013).

7. Implementación del Sistema Regional de Indicadores del RH (Determinación de índices de estado y vulnerabilidad al desabastecimiento, contaminación y disponibilidad de agua)

La definición del sistema regional de indicadores del recurso hídrico se llevará a cabo como proceso de concertación con la Autoridad Ambiental promoviendo la armonización y jerarquización con los diferentes instrumentos de planificación existentes en el territorio. Aun así, el IDEAM plantea los siguientes indicadores para ser concertados y ajustados.

Indicadores del régimen hidrológico natural.

Índice de retención y regulación hídrica (IRH): mide la capacidad de retención de humedad de las cuencas con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios (IDEAM, 2010a).

Índice de aridez: Es una característica cualitativa del clima, que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial (IDEAM, 2010) Indicadores de presión por uso del agua.

Índice del uso del agua superficial: Cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un período determinado (anual, mensual) y unidad espacial de análisis en relación con la oferta hídrica regional disponible (OHRD) neta para las mismas unidades de tiempo y espaciales (IDEAM, 2010).

Indicadores de riesgo hídrico.

Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH): estima la susceptibilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua (IDEAM, 2013).

Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales (IVET): Se determina en relación con las características morfométricas de la cuenca y la variabilidad de los caudales diarios. (IDEAM, 2011e).

8. Estimación del potencial de Agua subterránea como oferta hídrica alterna.

La necesidad de contar con fuentes alternas para atender la creciente demanda de agua para las zonas de expansión urbana y otras áreas rurales, nos lleva analizar de primera mano otras fuentes de agua capaces de atender la población actual y crecientes, de allí que se quiera hacer una evaluación preliminar del potencial hídrico subterráneo, de allí que se tenga que realizar actividades

El análisis a realizar deberá integrar la situación actual y tendencias del comportamiento de la oferta, demanda, calidad, amenaza y vulnerabilidad del componente hídrico subterráneo para abastecer al municipio de Pereira (Programa Nacional de Aguas Subterráneas, 2014). Para ello, se tendrá en cuenta la revisión de los diferentes elementos técnicos con que cuenta la autoridad Ambiental (CARDER), puntos de monitoreo de agua subterránea, datos de niveles, estudios relacionados a los con los acuíferos reconocidos para el municipio, censo de usuario del Recurso Hídrico Subterráneo, análisis de datos de campañas de bombeo y recuperación y demás datos que permitan tener una aproximación del área, capacidad, demanda y oferta hídrica subterránea.

9. Revisión y ajuste de Informe Final

La cartografía es la ciencia aplicada que se encarga de reunir, realizar y analizar medidas y datos de regiones de la Tierra, para representarlas gráficamente con diferentes dimensiones lineales escala reducida: 1 Por extensión, también se denomina cartografía a un conjunto de documentos territoriales referidos a un ámbito concreto de estudio. 2 La Asociación Cartográfica Internacional define la cartografía como la disciplina relacionada con la concepción, producción, diseminación y estudio de mapas. Lleve la cartografía a nuevas cotas con la captura de datos, la visualización y la generación de mapas personalizados de alta productividad. Presente y comparta los mapas de diversas maneras, tanto en equipos de sobremesa como en páginas web y entornos móviles. Implante un enfoque de creación de mapas estándar y repetible; capacidades de creación, edición y producción avanzadas que permitan generar mapas de gran calidad y riqueza semántica, adaptados a cualquier destinatario. Elabore y publique mapas temáticos y cartográficos preciso y de gran calidad. Cree múltiples páginas en libros de mapas con fronteras y campos poblados, etiquetado dinámico y asignación de texto, generación de tablas y cuadrículas, sombras paralelas, efectos de halo e impresión y publicidad de alta fidelidad. Considera todas aquellas labores necesarias para el cumplimiento en la entrega de los productos esperados por el presente proyecto con sus respectivas correcciones propuestas por la Administración Municipal.

Metodología técnica.

El desarrollo de las actividades de valoración hídrica, requiere contar con un modelo metodológico que permita conocer los procedimientos, reglas, normas y acciones sistematizadas que se aplicaran para alcanzar el objetivo planteado en el desarrollo de la presente consultoría, a continuación, se plantea la metodología técnica a desarrollar:

1. Consolidación de línea base:

- Revisión de Instrumentos de Planificación del Recurso Hídrico
- Revisión bases de datos y estudios relevantes

2. Generación de cartografía actualizada con fines de trabajo de campo y modelación espacial.

- Recolección de información base y construcción de mapas temáticos para reconocimiento en campo y entradas al modelo hidrológico.

3. Modelación Hidrológica y Análisis de datos:

- Preprocesamiento de bases de datos
- Modelación matemática de caudales disponibles y calidad del agua
- Cálculo de cargas contaminantes y análisis de la demanda de agua

4. Simulación Histórica y de Escenarios:

- Condición de Oferta hídrica en el año hidrológico de condiciones medias; año Niño y; año Niña
- Condición de Oferta hídrica en escenarios de Cambio Climático
- Análisis de tendencias históricas de caudales y calidad del agua

5. Estimación y proyección de demandas.

6. Determinación de índices de sequias y crecidas

7. Determinación de Indicadores del Recurso Hídrico:

- Implementación del Sistema de Indicadores del Recurso Hídrico
- Análisis Integrado de índices e indicadores y relación con la producción de agua.

8. Estimación del potencial de Agua subterránea como oferta hídrica alterna.

9. Revisión y ajuste de Informe Final

Producto	Entregable
Revisión y valoración de información disponible	Documento técnico
Generación de cartografía con fines de trabajo de campo y modelación espacial	Geodatabases, salidas cartográficas
Implementación de modelos hidrológico - Determinación de Oferta Hídrica	Documento técnico y sus anexos nativos y base del modelo hidrológico
Determinación de índices de sequias y crecidas	Documento técnico y anexos con sus archivos bases

Definición y simulación de escenarios de Oferta Hídrica en Año Húmedo, Medio, Seco y Escenarios de Cambio Climático	Documento y anexos
Estimación y proyección de demandas	Documento, bases de datos, geodatabase, con sus salidas gráficas y anexos
Implementación del sistema de indicadores del Recurso Hídrico	Documento técnico, Geodatabase y salidas gráficas
Estimación del potencial de Agua subterránea como oferta hídrica alterna.	Documento y anexos
Informe Final	Documento técnico y anexos en medio físico y magnético.