

ANEXO TÉCNICO

CONSULTORÍA DE DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN INTEGRAL PARA LA REFORMULACIÓN DE LA PUERTA EN MARCHA DEL ACUEDUCTO REGIONAL LA MESA – ANAPOIMA, FASE 5

TABLA DE CONTENIDO

1. Antecedentes y alcance de las diferentes fases del proyecto	4
2. Análisis hidráulico del acueducto regional.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1. Modelación hidráulica	9
3. Levantamiento topográfico	9
3.1. Informe.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2. Plano	¡Error! Marcador no definido.
4. Inspección y diagnóstico de la conducción	11
4.1. Verificación de profundidades de instalación y anclajes.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.1. Verificación de anclajes.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2. Verificación y análisis de las protecciones de las tuberías existentes y requeridas	¡Error! Marcador no definido.
4.3. Verificación y análisis de tipo de tubería empleado.....	¡Error! Marcador no definido.
4.4. Análisis y verificación de válvulas de protección.....	¡Error! Marcador no definido.
4.4.1. Aspectos generales	¡Error! Marcador no definido.
4.4.2. Válvulas de corte (o cierre).....	¡Error! Marcador no definido.
4.4.3. Válvulas de ventosa.....	¡Error! Marcador no definido.
4.4.4. Válvulas de desagüe o purga	¡Error! Marcador no definido.
4.4.5. Válvulas de cheque	¡Error! Marcador no definido.
4.4.6. Protección contra golpe de ariete	¡Error! Marcador no definido.
4.5. Verificación de las deflexiones máximas permisibles de la conducción.....	¡Error! Marcador no definido.
4.6. Inspección mediante sistema CCTV, escaneo y despliegue panorámico.....	¡Error! Marcador no definido.
4.6.1. Consideraciones Generales y Aspectos Preliminares	¡Error! Marcador no definido.
4.6.2. Especificaciones de los Equipos Utilizados en las inspecciones con CCTV.....	¡Error! Marcador no definido.
4.6.3. Procedimiento para inspección cctv y despliegue panorámico	¡Error! Marcador no definido.
4.6.4. Ubicación y georeferenciación de la red.....	¡Error! Marcador no definido.
4.7. Análisis hidráulico y estructural conducción sifón	¡Error! Marcador no definido.
4.8. Prueba Hidráulica para los tramos del acueducto regional.....	14
4.9. Inspección mediante hidrófono.....	15
4.9.1. Descripción del equipo a utilizar	¡Error! Marcador no definido.
4.9.2. Descripción del procedimiento de inspección.....	¡Error! Marcador no definido.
4.9.3. Generalidades	¡Error! Marcador no definido.
4.9.4. Procedimientos a emplear	¡Error! Marcador no definido.
5. Inspección y diagnóstico estaciones reductoras de presión	¡Error! Marcador no definido.
6. Inspección y diagnóstico del tanque de succión estación de bombeo y tanque Bojacá	¡Error! Marcador no definido.
6.1. Prueba de estanqueidad.....	22
7. Inspección y diagnóstico estación de bombeo Casa Blanca.....	¡Error! Marcador no definido.
8. Análisis de Vulnerabilidad y confiabilidad del sistema	¡Error! Marcador no definido.
9. Evaluación integral del acueducto regional.....	¡Error! Marcador no definido.
10. Revisión y ajuste de diseños existentes	¡Error! Marcador no definido.
10.1. Anclajes.....	¡Error! Marcador no definido.

10.2.	Conducción.....	;	Error! Marcador no definido.
10.3.	Estación de bombeo.....	;	Error! Marcador no definido.
10.4.	Sifon.....	;	Error! Marcador no definido.
11.	Pre-diseño y especificación del sistema SCADA.....	;	Error! Marcador no definido.
12.	Anexo técnico y estudios previos para posible contrato de obra.....		22
13.	Evaluación y pre-diseño micro central hidroeléctrica.....	;	Error! Marcador no definido.
13.1.	Descripción de los trabajos.....	;	Error! Marcador no definido.
13.2.	Alcance de los trabajos.....	;	Error! Marcador no definido.
13.3.	Alcance específico	;	Error! Marcador no definido.
13.4.	Factibilidad técnica	;	Error! Marcador no definido.
13.5.	Ubicación de las turbinas	;	Error! Marcador no definido.
13.6.	Potencia y Energía	;	Error! Marcador no definido.
13.7.	Selección del nivel de tensión, punto y estudio de conexión	;	Error! Marcador no definido.
13.8.	Factibilidad económica y financiera	;	Error! Marcador no definido.
14.	Productos a entregar		23
14.1.	FASE 1	;	Error! Marcador no definido.
14.2.	FASE 2.....	;	Error! Marcador no definido.

1. Antecedentes y alcance de las diferentes fases del proyecto

La Gobernación de Cundinamarca, desde el año 2006 viene ejecutando el proyecto: Acueducto Regional La Mesa – Anapoima. Este proyecto se desarrolló mediante cuatro fases de construcción, teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos de cada vigencia fiscal como se enuncia a continuación.

Fase 1: Contrato de Construcción SOP-A-194-2006

El alcance del contrato para CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA REGIONAL PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN CUNDINAMARCA-CONSTRUCCIÓN LA MESA - ANAPOIMA PRIMERA FASE comprendía la construcción de las obras correspondientes a la línea de conducción entre la salida del Municipio de Bojacá al sitio donde comienza el sifón de Florián con una longitud de 24.540 m con diámetros de tubería en hierro dúctil de 16", 14" y 10. La construcción de 5 cámaras de quiebre de presión; 396 m de cruces subfluviales; 90 m de cruces elevados; y la construcción del tanque de almacenamiento localizado en Bojacá. Posteriormente se adiciona al contrato, como consecuencia de la revisión y el ajuste del diseño realizado por el contratista, la instalación y suministro del equipo de bombeo para la estación de bombeo ubicada en el Municipio de Madrid, las instalaciones eléctricas requeridas, la construcción de la caja derivadora, el tanque de succión, la caseta de control, la caseta de fuerza, la caseta de celaduría, la caseta de bombas, el tanque de Casablanca, la tubería que pasa bajo vías, el cerramiento a la caseta de bombeo, el patio de maniobras y la construcción de la vía de acceso para tanque de Bojacá.

Este fue otorgado al Consorcio Anapoima, conformado por H&H Arquitectura S.A., Gas Kpital GR S.A., MNV S.A. y AGUAS DEL ALTO DEL MAGDALENA S.A. ESP.

Del objeto inicialmente contratado no se construyeron dos estaciones reductoras de presión, los cruces subfluviales y los pasos elevados.

Fase 2: Contrato de Construcción SOP-A-247-2007

El contrato comprende dos componentes; el primero que corresponde a las obras relacionadas con la CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA REGIONAL PARA LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN CUNDINAMARCA (CONSTRUCCIÓN ACUEDUCTO REGIONAL LA MESA - ANAPOIMA- SEGUNDA FASE) y el segundo que corresponde a las obras de CONSTRUCCIÓN INFRAESTRUCTURA REGIONAL PARA LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN CUNDINAMARCA (CONSTRUCCIÓN ACUEDUCTO REGIONAL FRUTICAS, MUNICIPIOS DE CHIPAQUE Y CAQUEZA - SEGUNDA FASE).

Este fue otorgado al Consorcio Acueducto Regional, conformado por H&H Arquitectura S.A., Gas Kpital GR S.A., MNV S. A y AGUAS DEL ALTO DEL MAGDALENA S.A. ESP.

Finalmente las obras consistieron en la construcción de la línea de conducción entre la PTAR en el municipio de Madrid, hasta llegar a la línea de conducción que sale del municipio de Bojacá hacia el tanque de Bojacá, en una longitud pagada de 8.088 metros de tubería de 16" HD. No se llevó a cabo ninguna actividad en la línea Tanque Casablanca a Municipio de Madrid y tampoco se llevó a cabo ninguna labor de instalación de la tubería de impulsión de la Estación de Bombeo al Tanque Casablanca.

Fase 3 Contrato de construcción SOP-A-269-2007

Contrato cuyo objeto es CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA REGIONAL PARA LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN CUNDINAMARCA (CONSTRUCCIÓN ACUEDUCTO REGIONAL LA MESA – ANAPOIMA - FASE III), adjudicado al Consorcio Aguas de Cundinamarca.

Correspondió a la construcción de la red de conducción entre el Municipio de La Mesa y el Municipio de Anapoima en tubería de HD 8" en una longitud de 14.092 m, entre los que se contaba con la construcción de tres cámaras reductoras de presión.

Fase 4: Contrato de Construcción: EPC-O-042-2010

Corresponde a la construcción de la caja derivadora en Madrid, la instalación de la línea de aducción en HD de 20" con una longitud de 450 m, el cerramiento y el patio de operaciones en la estación de bombeo, la instalación de la línea de impulsión en tubería de HD de 20" de 1.786 m, la construcción del tanque de almacenamiento ubicado en el cerro Casablanca, la instalación de la línea de conducción entre dicho tanque y la PTAR de Madrid en tubería de HD 16" equivalente a 2.957 m, así como la conducción dentro del casco urbano de Bojacá. Contemplaba de igual manera la instalación de 5.268m de tubería entre Florián y la PTAP de La Mesa en diámetros de 10" y 14" en HD y de 2.994 m de tubería de HD 8" entre el casco urbano de La Mesa y el Municipio de Anapoima.

El contrato se adjudicó al Consorcio Redes 2010

Ante el incumplimiento de los contratos que fueron suscritos para adelantar las obras del proyecto regional, EPC contrató en 2013 la "Consultoría de diagnósticos y evaluación integral para la puesta en operación del acueducto regional La Mesa – Anapoima del departamento de Cundinamarca en sus diferentes Fases" con la firma INGENIERÍA E HIDROSISTEMAS GRUPO DE CONSULTORÍA S.A. – I.E.H. GRUCON S.A., haciendo un análisis técnico, contractual, económico y funcional de las cuatro fases, y cuyos resultados permitieron el planteamiento de las obras de rehabilitación de la conducción entre la línea de conducción en el K5+067 en Madrid, hasta el tanque de La Mesa, ya que la conducción entre el tanque de La Mesa y Anapoima se encuentra actualmente en operación. Dichas obras se enmarcaron dentro del proyecto denominado "Construcción y puesta en marcha del acueducto regional La Mesa – Anapoima Fase 5".

Las obras descritas en la fase 5 contemplaron como fuente alterna de suministro, agua subterránea del Municipio de Bojacá. Teniendo en cuenta que la metodología establecida para la ejecución de proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico que requieran apoyo financiero de la Nación consiste en la presentación, viabilización y aprobación de los mismos ante el Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, EPC realizó la presentación y radicación del proyecto ante el Mecanismo de Viabilización de proyectos del MVCT el día 16 de enero del año 2015. El Comité Técnico del Viceministerio de Agua y Saneamiento básico en su sesión No. 33 del 22 de junio de 2015 otorgó el concepto de viabilidad para el proyecto por un valor de \$21.341.683.961.

El pasado 06 de mayo, ante las manifestaciones de la comunidad de Bojacá presentadas al señor Gobernador de Cundinamarca, Dr. Jorge Emilio Rey, se concluyó que el proyecto debería utilizar otra fuente de abastecimiento. En este contexto, fue necesario el reenfoque del proyecto, el cual se entregó al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio el pasado 31 de Agosto.

La reformulación del proyecto pretende llevar agua del Acueducto de Bogotá a los municipios de La Mesa y Anapoima, a través de la conducción desde la interconexión con la red matriz de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá, en Madrid hasta el tanque de La Mesa y de allí hasta el municipio de Anapoima.

De acuerdo a los alcances de la consultoría realizada por I.E.H. Grucón S.A. para el diagnóstico y evaluación integral del Acueducto Regional, los estudios no incluyeron la línea de conducción existente entre el K0+000 y el K5+067, dado que el contrato de obra suscrito para la ejecución de las obras de este tramo se encontraba aún vigente, el cual, correspondió a la Fase IV descrita anteriormente.

De acuerdo a las actas de recibo final de obra de la Fase IV, en el sector de Madrid – Hacienda Casablanca, se tenía pendiente la instalación de la tubería en dos viaductos, lo cual se evidenció mediante inspección ocular realizada el pasado 09 de septiembre por parte del personal de EPC.

Por otra parte, dadas las características técnicas, económicas y operativas que se presentarán con el nuevo sistema de abastecimiento de agua en grandes volúmenes de la EAB, se hace necesario cumplir con lo dispuesto en la Resolución CRA 759 de 2016, referida a los requisitos generales aplicables a los contratos que suscriban los prestadores de servicios públicos domiciliarios de acueducto y/o alcantarillado, para el uso e interconexión de redes y para los contratos de suministro de agua en grandes volúmenes e interconexión.

En el artículo 4 de la mencionada resolución, se especifica la necesidad de consolidar un informe técnico que contenga un estudio de alternativas de abastecimiento, que considere factibilidad técnica, económica, financiera y ambiental, realizando un análisis comparativo del impacto que tiene la adopción de cada alternativa evaluada, el cual fue realizado en el año 2005 en las etapas previas a la construcción del Acueducto Regional La Mesa – Anapoima, por lo que hoy requiere ser actualizado.

2. Alcances de la consultoría

Para el desarrollo de la consultoría, a continuación se expone el alcance de los servicios y actividades que debe realizar la consultoría, así como los productos que deben cumplir con las normas aplicables al sector necesarios para la elaboración de la “CONSULTORÍA DE DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN INTEGRAL PARA LA REFORMULACIÓN DE LA PUESTA EN MARCHA DEL ACUEDUCTO REGIONAL LA MESA – ANAPOIMA-FASE 5”

Actividades a ejecutar:

1. Elaborar el diagnóstico y análisis hidráulico de las redes y demás componentes del sistema, así como las pruebas hidráulicas y de estanqueidad necesarias para establecer la funcionalidad de las obras ejecutadas mediante el contrato de obra EPC-O-042-2010.
2. Realizar un estudio de modelación hidráulica del acueducto regional La Mesa – Anapoima considerando los escenarios de operación actuales y futuros que tendrá el sistema (variaciones de caudal, presión y demanda), y el comportamiento de las redes de distribución en los municipios de La Mesa y Anapoima.
3. Realizar un análisis hidráulico de las redes y demás componentes del sistema del acueducto regional La Mesa – Anapoima, considerando los horizontes de diseño recomendados por la reglamentación vigente, para la actualización y los ajustes respectivos a los diseños.
4. Elaboración de los diseños técnicos definitivos para los ajustes que el consultor haya identificado necesarios y que sean la mejor alternativa considerada por el consultor, y aprobada por Empresas Públicas de Cundinamarca S.A E.S.P
5. Elaboración de análisis de precios unitarios, presupuestos de detalle y especificaciones técnicas, cronograma de ejecución de las obras, flujo de fondos e inversiones.
6. Preparar el volumen de especificaciones técnicas de construcción, requerido para el control de calidad de la obra, medida y pago de la misma, esquemas generales de construcción y presupuesto detallado del proyecto que serán soporte para los pliegos de la contratación, y memorias de cálculo de las cantidades.
7. Formulación del proyecto en la Metodología General Ajustada - MGA para su inscripción en el banco de proyectos de la nación.
8. Atender las observaciones que el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio realicen a los diseños elaborados por el consultor, con el propósito de obtener la viabilización, conforme se establece en la Guía de Acceso, presentación y viabilización de proyectos del sector de agua potable y saneamiento,

establecido con la Resolución 0379 de junio de 2012 y la resolución 0413 de 24 de julio de 2013 del precitado ministerio, y las demás que las modifiquen y/o adicionen.

9. Cumplimiento de los requisitos ambientales requeridos para obtener la viabilización por parte del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, de conformidad con las Resoluciones 0379 de Junio de 2012 y 504 de 2013 del precitado Ministerio, o las que la modifiquen o adicionen.
10. Realizar la actualización de los estudios de alternativas de abastecimiento del acueducto regional La Mesa – Anapoima, a partir del estudio presentado por la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá E.S.P, en el año 2005 denominado “Proyecto Acueducto Regional Zona del Tequendama, Municipios La Mesa y Anapoima, Departamento de Cundinamarca”.

De acuerdo a las actividades descritas, se establecen siete (7) productos relacionados, y cuyos alcances se describen como sigue:

2.1 Recopilación, revisión y análisis de la información existentes

2.2 Actualización de la modelación hidráulica

Las actividades que debe adelantar el consultor para completar este producto, serán al menos las siguientes sin limitarse a ello:

- Estimación de la proyección de demanda de la población a abastecer por el Acueducto Regional La Mesa – Anapoima, para el horizonte de proyección de la demanda y los niveles de pérdidas, considerando las especificaciones del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Ras – 2000.
- Emitir concepto a nivel hidráulico de las infraestructuras que componen el acueducto regional La Mesa - Anapoima, para obtener recomendaciones sobre el comportamiento de la red construida y el planteamiento para su optimización, realizando diferentes simulaciones para diferentes caudales hasta llegar al periodo de diseño y de acuerdo con las demandas actuales y futuras para el municipio de La Mesa y de Anapoima.
- Revisar el cálculo de transcientes para verificación de anclajes y dispositivos utilizados para disipación de dicho trasciente mediante dimensionamiento de estructuras, accesorios y/o válvulas de control y/o estructuras de control; para todos los tramos desde Madrid hasta Anapoima.
- Definir las presiones de diseño para la totalidad del sistema, incluyendo presiones de trabajo, presiones estáticas y presiones de prueba.
- Definir condiciones y reglas para la operación del sistema bajo diferentes escenarios de consumo.
- Definir protocolos para la atención de situaciones de emergencia.
- Elaborar el manual o protocolo de llenado de tuberías.

Debe desarrollarse un análisis hidráulico de la línea (Madrid a PTAP La Mesa) simulando todas las condiciones operacionales normales y de emergencia, definiendo el régimen de presiones y caudales a lo largo de la línea.

Debe hacerse un análisis de golpe de ariete; se deberá evaluar el sistema bajo condiciones de golpe de ariete. El análisis del golpe de ariete en las tuberías de aducción o conducción debe hacerse para las condiciones normales de operación, deben tomarse medidas preventivas para las condiciones excepcionales de posibles emergencias o por la falta de dispositivos de protección.

Dichas condiciones para los diferentes tipos de aducción o conducción son las siguientes:

1. Condiciones normales de operación por bombeo

En las aducciones o conducciones por bombeo se consideran como condiciones normales de operación:

- El funcionamiento adecuado de los dispositivos de protección y control de golpe de ariete previsto desde la etapa de diseño.
 - La interrupción súbita del bombeo.
 - El inicio del bombeo.
 - Las maniobras de cierre o apertura de válvulas de control o de cierre existentes en la línea.
 - La ocurrencia de las condiciones establecidas en el segundo ítem en todas las estaciones de bombeo de un sistema complejo
 - Condiciones excepcionales en aducciones o conducciones por bombeo
 - En los sistemas por bombeo se consideran como condiciones excepcionales las siguientes :
 - La falla en cualquiera de los dispositivos de protección y control del golpe de ariete.
 - Las maniobras inadecuadas en las válvulas, en desacuerdo con las reglas de operación especificadas para el proyecto.
 - La ruptura de la tubería en la sección de máxima presión bajo régimen de flujo permanente.
 - El cierre retardado de una de las válvulas de retención de la descarga de las bombas antes o simultáneamente con la máxima velocidad de reversa, ocurrida posteriormente a la interrupción del bombeo.
- ## 2. Condiciones normales de operación en aducciones o conducciones por gravedad

Se consideran como condiciones normales de operación en flujo a presión por gravedad:

- El funcionamiento adecuado de los dispositivos de protección y control contra el golpe de ariete previstos desde la etapa de diseño.
 - Las maniobras de cierre y apertura de las válvulas de control y de cierre existentes en las tuberías de aducción.
- ## 3. Condiciones excepcionales en aducciones o conducciones por gravedad.

Las condiciones excepcionales en flujo a presión por gravedad son:

- La falla en cualquiera de los dispositivos de protección y control contra el golpe de ariete.
- Las maniobras inadecuadas de las válvulas, en desacuerdo con las reglas de operación especificadas en el diseño del proyecto.
- La ruptura de la tubería de aducción o conducción en la sección de máxima presión bajo un flujo permanente.

El consultor deberá tomar como referencia los registros de las pruebas hidrostáticas presentados por el Consorcio Redes 2010, elaborados dentro del contrato de obra EPC-O-042-2010, y las elaboradas por I.E.H. Grucón S.A. bajo el contrato de consultoría EPC-C-200-2013, y deberá emitir concepto sobre el mismo en términos de completitud, cumplimiento normativo, validez.

- ## 4. Para el tramo inicial comprendido entre la línea de interconexión de 20" Funza - Madrid, con la línea de 20" que va hacia el tanque de succión, se deben realizar los análisis hidráulicos y diseños que se requieran que tengan por objeto proteger el sistema de abastecimiento de los municipios de Funza, Madrid y Mosquera y la infraestructura de la EAAB, de manera que no haya despresurización del sistema.

2.2.1 Modelación hidráulica

El consultor deberá realizar la modelación hidráulica del sistema (conducción desde Madrid hasta tanque de almacenamiento de Anapoima) que incluya al menos lo siguiente:

1. Modelo de comportamiento estático; se elaborará un modelo que permita analizar el comportamiento hidráulico de la tubería en funcionamiento estático, es decir, transportando de manera permanente distintos caudales (siendo el máximo el de diseño).
2. Modelo de flujo no permanente: se hará un modelo para analizar el comportamiento transitorio de la tubería analizando las posibles válvulas de control que se requieran o las válvulas que ya se tienen. Este modelo deberá permitir determinar las sobrepresiones máximas y presiones mínimas que se presenten en la tubería durante la operación de la misma.
3. Corridas de modelos y análisis de resultados.
Se harán las corridas y ajustes de los modelos con el fin de obtener los resultados deseados, en particular los siguientes:
 - a. Definición del comportamiento hidráulico.
 - b. Necesidad de válvulas adicionales.
 - c. Análisis de válvulas ya instaladas.
 - d. Análisis de presiones máximas y mínimas en todos los tramos, concepto sobre viabilidad de las tuberías ya instaladas.
 - e. Análisis particular del sifón.
 - f. Recomendación sobre las presiones de prueba para la tubería ya instalada.
 - g. Definición de reglas de operación del sistema
 - h. Recomendaciones particulares y recomendaciones generales.
4. Informe.
Se hará un informe que contendrá una explicación del trabajo adelantado; se entregará un original y dos copias impresas y tres copias digitales que incluirán el informe y las hojas de cálculo del estudio.

2.3 Actualización de estudio de alternativas de abastecimiento

El consultor deberá realizar la actualización del estudio de alternativas de abastecimiento para el Acueducto Regional La Mesa – Anapoima, a partir de los estudios presentados por la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá S.A. E.S.P. en el año 2005, denominado “Proyecto Acueducto Regional Zona del Tequendama, Municipios La Mesa y Anapoima, Departamento de Cundinamarca”, incluyendo el estudio que adelantó I.E.H. Grucon S.A. en el año 2014 bajo el marco del contrato EPC-C-200-2013.

La actualización debe incluir como mínimo la estimación y evaluación de las alternativas de abastecimiento, considerando la factibilidad técnica, económica, financiera y ambiental que garanticen la provisión del servicio en condiciones adecuadas de cantidad (caudal), continuidad, cobertura, calidad, presión y vulnerabilidad.

Igualmente el estudio debe incluir un análisis comparativo del impacto que tendría la adopción de cada alternativa analizada, sobre los costos de referencia del servicio que se aplicarían en el sistema. El análisis debe efectuarse suponiendo un mismo nivel de prestación (metas de los estándares de servicio de continuidad, calidad y coberturas) en cada alternativa de abastecimiento considerada, para lo cual deberá presentarse, para cada escenario, el cálculo de los costos por actividad, que determinarán el costo de referencia.

2.4 Diagnóstico de la conducción

El consultor debe realizar un diagnóstico de las obras que componen el tramo entre el K0+000 (interconexión con red matriz del acueducto de la EAB) y el K5+067 (frente a la PTAR de Madrid) y el tramo entre el K36+420 (fin del sifón de Florian) y el K38+638 (tanque de La Mesa) correspondientes a las obras construidas por el contrato de obra EPC-O-042-2013.

El diagnóstico debe incluir como mínimo lo siguiente:

2.4.1 Localización de la tubería

El consultor deberá realizar la validación del levantamiento topográfico materializado en planos de obra construida entregados por el Consorcio Redes 2010 y en caso de considerarse necesario realizará las actividades que sean requeridas para complementar y/o ajustar dicho levantamiento topográfico (planimetría y altimetría) de modo que sea apropiado para fines de modelación hidráulica y cálculo de presiones, a lo largo del alineamiento del acueducto regional La Mesa - Anapoima.

En caso de ser necesario, el consultor indicará a EPC, los costos para levantamientos detallados en los tramos señaladas, y finalmente, el consultor entregará un levantamiento topográfico validado, que incluya cota de terreno.

Entrega de Resultados

Un informe escrito y en medio magnético por cada pareja de puntos así:

1. Coordenadas Magna – sirgas (X, Y, Z) de cada punto.
2. Informe:
El informe corresponde a un documento debe incluir la documentación e información que a continuación se describe:
 - Estudios y análisis preliminares que permitieron al profesional responsable de los trabajos determinar con exactitud los alineamientos, zona en donde se realiza el trabajo, indicando en caso de encontrar inconsistencias, como se aclaró y determinó el alineamiento a levantar.
 - Se deben adjuntar los croquis o gráficos de ubicación en campo realizados en el desarrollo del trabajo.
 - Anexar la plancha catastral, que contenga el predio objeto de estudio y que incluya la respectiva actualización de cabida, linderos y área.
3. Plano:
Para la información cartográfica se debe entregar:
 - Planos impresos, en escalas comerciales.
 - Plano planta perfil (escala planta 1:500, escala vertical 1:100)
 - Información en medio magnético, archivo AutoCAD
 - Contenido Área gráfica del Plano
 - ✓ Símbolo de la Norte Geográfica
 - ✓ Grilla, a 10 centímetros, (por norma cartográfica); se debe indicar las coordenadas Nortes en el costado izquierdo del plano y Estes en la parte inferior del área gráfica.
 - ✓ Cuadro de Coordenadas, en cada plano con deflexiones horizontales y verticales.
 - ✓ Se deben registrar los detalles naturales importantes como nombre de las cuchillas, drenajes, quebradas y sus nombres, etc., para la representación de convenciones, de requerir plasmar en la cartografía información adicional se deben utilizar las convenciones del IGAC.

- Archivo Digital
 - ✓ La digitalización se debe entregar en un archivo en AutoCAD.
 - ✓ El Informe debe ser entregado en archivo .PDF y .DOC

2.4.2 Inspección y diagnóstico de la conducción

El alcance de esta actividad comprende la evaluación integral de la conducción para determinar la operatividad y confiabilidad del sistema y si se cumplieron con los criterios de diseño, las especificaciones técnicas y las normas nacionales e internacionales aplicables.

Los tramos que deben ser inspeccionados y diagnosticados son:

- Línea de conducción entre el K0+000 (interconexión con red matriz del acueducto de la EAB) y el K5+067 (frente a la PTAR de Madrid)
- Línea de conducción entre el K36+420 (fin del sifón de Florian) y el K38+638 (tanque de La Mesa).

Con base en la información de campo y el modelo hidráulico (realizado por el consultor), el consultor deberá adelantar el diagnóstico y revisión hidráulica y estructural de la conducción con el propósito de obtener las presiones de trabajo, evaluar el tipo de tubería existente y plantear alternativas de optimización si a ello hubiere lugar.

Además deberá realizar la evaluación hidráulica y estructural del sistema, incluyendo la evaluación de los materiales de las tuberías conducción al menos en los siguientes aspectos:

1. La resistencia contra la corrosión y la agresividad del suelo.
2. Tipo de uniones y necesidad de anclaje.
3. La resistencia a los esfuerzos mecánicos producidos por las cargas, tanto internas como externas.
4. Las características de comportamiento hidráulico del proyecto, incluyendo las presiones de trabajo máximas y mínimas, las sobrepresiones y subpresiones, causadas por golpe de ariete, etc.
5. Las condiciones económicas del proyecto.
6. Las condiciones de transporte e instalación adecuadas para el tipo de terreno que cruce.
7. La resistencia contra la tuberculización e incrustación en las tuberías.
8. La vida útil tenida en cuenta para el desarrollo del proyecto.
9. Clase y tipo de tubería instalada.

Verificación de profundidades de instalación y anclajes

El consultor deberá recorrer el alineamiento de la conducción tomando como base los "planos de obra construida" entregados por la el consorcio Redes 2010 y planificará y realizará apiques (u otro método de prospección aprobado por la EPC) con el fin de verificar profundidades de cimentación y características de la misma, con el procedimiento utilizado deberá poder verificar al menos los siguientes aspectos:

- Se deberá verificar que el tipo de tuberías, de juntas, de materiales y de apoyos utilizados sea el especificado y cuente con una adecuada instalación, garantizando la completa estanqueidad del conducto. Así mismo, se debe verificar que la tubería este protegida contra impactos.
- Profundidad mínima medida desde la superficie del terreno hasta el lomo de la tubería.
- Alineamiento del eje de la tubería, en especial las distancias con relación a edificaciones con cimentaciones superficiales.
- Profundidad mínima en áreas de cultivo y cruces con carreteras, líneas de ferrocarril, avenidas, aeropuertos.

- Evaluación de las protecciones (tales como revestimientos de concreto simple, anclajes de concreto reforzado, etc.) en caso de que la tubería cruce suelos rocosos e inestables, deben tomarse las medidas de protección necesarias.

Para la verificación de la profundidad de instalación de la tubería podrá utilizarse alternativamente un georradar u otro método de prospección aprobado por la EPC.

Verificación de anclajes

El consultor debe mediante inspección directa (apiques) verificar la existencia de los anclajes mostrados en los planos de obra construida de la conducción al menos para las siguientes condiciones:

1. En tuberías expuestas a la intemperie, que requieran estar apoyadas en soportes, o unidas a formaciones naturales de rocas (mediante anclajes metálicos).
2. En los cambios de dirección tanto horizontales como verticales, de tramos enterrados o expuestos, siempre que el cálculo estructural lo justifique.
3. En puntos de disminución de diámetro o dispositivos para el cierre o reducción del flujo de conductos discontinuos.
4. En todos aquellos puntos definidos en el diseño
5. Se debe verificar si los anclajes existentes soportan las fuerzas y empujes de acuerdo con los factores de seguridad establecidos en las normas de la EAAB, definidas para el contrato de obra.

Verificación y análisis de las protecciones de las tuberías existentes y requeridas

Deben ser inspeccionadas y analizadas todas las condiciones de instalación de la tubería existente en el terreno, especificando su protección cuando sea necesario, en especial deben ser analizados los siguientes aspectos:

- a) Instalación de la tubería en tramos con pendientes acentuadas, iguales o mayores a 20 grados.
- b) Instalación de la tubería en pasos de cañada sujetos a inundaciones o caudales que causen erosión en el recubrimiento de la tubería.
- c) Instalación de la tubería con altura de relleno menor que la necesaria para su protección en zonas verdes y pasos vehiculares.
- d) En la instalación de la tubería en áreas sujetas a inundaciones, se debe analizar la posibilidad que la tubería flote, principalmente cuando no esté llena de agua, recomendando anclaje para su protección donde sea necesario.

Verificación y análisis de tipo de tubería empleado

El consultor deberá realizar los análisis, pruebas y estudios requeridos para verificar que la tubería cumple con lo especificado en los pliegos de condiciones del contrato de obra, las normas nacionales e internacionales y los reglamentos que regulan la calidad de dichos elementos.

Dentro de dicha evaluación deberá incluir el análisis de juntas, empaques, resistencias, dimensiones, atoxicidad y otros que se considere pertinente.

Análisis y verificación de válvulas de protección

El consultor deberá verificar la existencia de válvulas de protección tanto en los diseños como las realmente instaladas en terreno y con dicha información deberá emitir concepto sobre la ubicación y verificación técnica de los diámetros adecuados y tipo de válvulas ventosas y válvulas para purga requeridas para proteger el correcto funcionamiento tanto de la aducción, la línea de impulsión como de la conducción. En caso de requerirse, el consultor deberá proponer y entregar diseños de detalle de aquellas válvulas no contempladas y/o no instaladas que sean requeridas para el correcto funcionamiento del sistema.

Aspectos generales

En todos los casos en que se utilizan aducciones o conducciones a presión debe analizarse la necesidad de utilización de dispositivos de protección para la línea. Estos dispositivos tendrán el objeto de controlar la sobrepresión y subpresión en los diferentes puntos de la tubería.

Válvulas de corte o cierre

En todos los casos debe hacerse un estudio de transientes hidráulicos para determinar las necesidades de válvulas de cierre y sus condiciones de operación.

En caso de que la tubería, registre grandes desniveles, es necesario verificar que para la condición de cierre de la válvula de corte, la presión en el punto más bajo no supere la presión de diseño. El consultor, en caso de requerirse, deberá proyectar las válvulas requeridas, y verificar si las válvulas de corte cumplen con las presiones de funcionamiento y verificar si tienen sistema de bypass instalado para llenado y equilibrio de presiones para apertura y cierre.

Válvulas de ventosa

El consultor verificará en los diseños existentes la ubicación de este tipo de válvulas y en caso de requerirse proyectara la instalación de estos dispositivos al menos en los puntos altos de la línea de aducción o conducción o en aquellos puntos para garantizar condiciones seguras cuando se proceda a su llenado. Dichos dispositivos deberán ser proyectados para permitir igualmente la entrada automática de aire durante las operaciones de descarga de la tubería o cuando el caudal de agua se disminuya por causa de una rotura, de maniobras o de paradas de flujo en la tubería.

Válvulas de desagüe o purga

El consultor deberá verificar los diseños y las condiciones en campo y acorde con ello deberá conceptuar sobre la necesidad de este tipo de válvulas, en caso de requerirse deberá proyectar válvulas adicionales en los puntos bajos de la tubería con fines de desagüe o de limpieza. En estos casos debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

1. La descarga debe permitir la eliminación de toda el agua contenida en la tubería de aducción.
2. Se recomienda que el diámetro de la tubería de desagüe esté entre 1/3 y 1/4 del diámetro de la tubería principal, con un mínimo de 75 mm (3 pulgadas) para tuberías mayores a 100 mm (4 pulgadas). Para diámetros menores debe adoptarse el mismo diámetro de la tubería principal.
3. Cada válvula debe estar protegida con una cámara de inspección accesible con su respectivo drenaje.
4. Si la velocidad de salida en la válvula de purga es muy alta, debe colocarse una estructura de disipación de energía.

Válvulas de cheque

En las tuberías de aducción por bombeo (líneas de impulsión) deben colocarse válvulas de cheque o de retención con el fin de evitar el retroceso del agua, con el consiguiente vaciado del conducto y posibles daños en las bombas o posibles aplastamientos de la tubería. El consultor deberá verificar la existencia de las mismas o en su defecto proyectar la instalación de las mismas.

Protección contra golpe de ariete

Con base en los resultados del análisis hidráulico del acueducto regional, el consultor deberá evaluar la posible generación de golpes de ariete, caso en el cual deberá proyectar su mitigación del mismo mediante mecanismos apropiados.

Verificación de las deflexiones máximas permisibles de la conducción

Las tuberías instaladas están conformadas por segmentos rectos que pueden colocarse en curva, si es necesario, mediante la deflexión de las tuberías en sus juntas, si estas son del tipo flexible. Sin embargo, la deflexión máxima posible en cada junta, con excepción de los de juntas con características especiales, será la indicada por el fabricante de la tubería, el RAS 2000, las normas técnicas nacionales o las normas técnicas internacionales del material de la conducción, prevaleciendo el criterio más estricto de entre los cuatro criterios posibles, no obstante este criterio se deberá evaluar integralmente para definir la funcionalidad o no del sistema.

El consultor, utilizando métodos apropiados, medirá la deflexión entre cada sección de tubería y propondrá las medidas o ajustes requeridos cuando así se requiera de modo que siempre se garantice la hermeticidad y confiabilidad del sistema.

2.4.3 Prueba Hidráulica para los tramos del acueducto regional

Previo a la realización de las pruebas, el consultor deberá elaborar un protocolo óptimo para la realización de las pruebas hidráulicas que contemple entre otros aspectos los siguientes:

- Método de prueba
- Cronograma
- Fuente y Características del agua para las pruebas
- Pre-pruebas (condiciones, características, validez)
- Reparaciones o correcciones admisibles
- Equipos a emplear, tapones y anclajes
- Medidas de seguridad

Una vez realizados los diagnósticos y evaluaciones mencionados en los numerales anteriores el consultor deberá "seccionar" la conducción y establecer si cada uno de los tramos o secciones cumple simultáneamente con las condiciones mínimas de diseño, anclajes y condición de tubería que permitan realizar con confianza pruebas hidráulicas. Sobre los tramos que cumplan las condiciones anteriormente descritas realizará pruebas hidráulicas acorde con la norma técnica de la EAAB NE-002 y el protocolo establecido para ello.

El consultor deberá certificar dichas pruebas y emitir concepto técnico sobre su cumplimiento, de acuerdo con el siguiente detalle:

Tramo	Criterios de diseño hidraulico	Anclajes	Estado de los tubos o condiciones de instalación	Realización prueba hidraulica
#	Cumple	Cumple	Cumple	Si
#	No cumple	No cumple	No Cumple	No
#	Cumple	No cumple	No Cumple	No
#	Cumple	Cumple	No Cumple	No
#	No Cumple	Cumple	Cumple	No
#	No Cumple	No cumple	Cumple	No

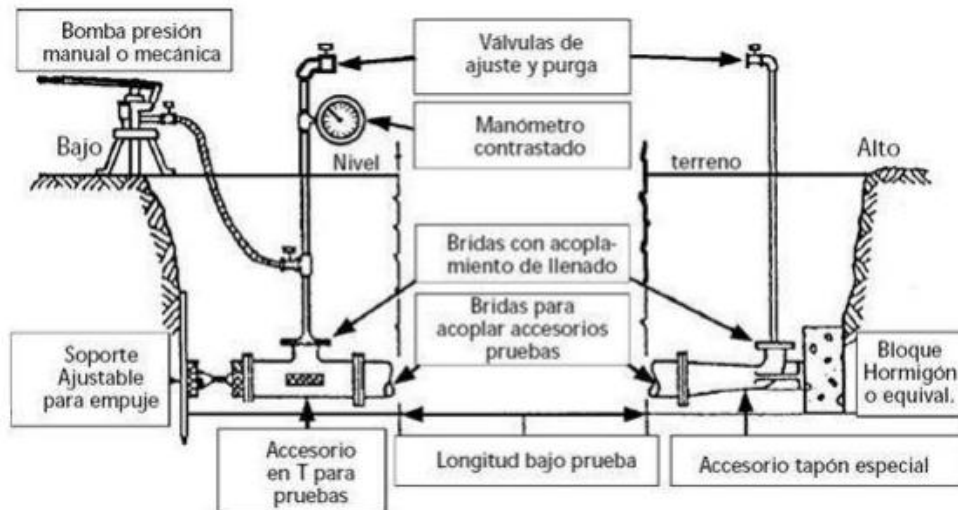


Figura 1. Esquema general para la realización de las pruebas (Fuente Normas EPM)

2.4.4 Inspección mediante hidrófono

El consultor deberá proponer para aprobación de la EPC los tramos a probar y posteriormente adelantar pruebas con hidrófono de acuerdo con lo especificado en el siguiente capítulo.

Sobre aquellos tramos que no hayan pasado las pruebas de presión o que no hayan cumplido con los criterios de anclajes o condición de tuberías e instalación se evaluará la conveniencia de emplear el método del hidrófono para determinar su confiabilidad hidráulica y/o los puntos donde presenta fugas, para un posible ajuste o reparación.

Previo a la realización de esta evaluación, el consultor deberá realizar un plan de inspección debidamente justificado que permita a la EPC evaluar la conveniencia de realizar dicha prueba. Una vez aprobado el plan, el consultor deberá realizar la inspección directa de la conducción mediante un sistema de hidrófono móvil en la longitud aprobada de acuerdo con las condiciones y especificaciones que se enuncian a continuación.

Las pruebas con hidrófono se realizarán a bajas presiones, con el fin de evitar inconvenientes y fallas sobre el sistema.

Descripción del equipo a utilizar

Los equipos de detección de fugas en redes matrices están conformados por los siguientes componentes:

- **Desempeño mínimo del equipo**

Con el propósito de garantizar que el desempeño del equipo sea el apropiado a continuación se establecen los parámetros técnicos mínimos que debe satisfacer el equipo:

- Umbral mínimo y máximo de detección: (50-1500) litros / hora
- Error en la localización de la fuga: 1 metro
- Velocidad de inspección incluyendo el tiempo necesario para realizar el montaje: 1 km / día.
- Nivel de afectación del servicio: Sin suspensión del servicio ni variaciones en las condiciones de velocidad y presión de la línea superiores al 10%. Si se requiere hacer suspensión en las derivaciones esta debe ser como máximo de 1 hora.
- Condiciones de flujo típicas del acueducto en redes matrices y bajo las cuales el equipo debe operar: velocidad 0,1 m/s - 1.2 m/s Presión: 40 m.c.a - 80 m.c.a.
- Diámetro de los accesos disponibles en las líneas: menor o igual a 4". Si se requieren accesos de mayor diámetro la inserción de los equipos no puede hacerse o se deben construir nuevos puntos de acceso de diámetro superior.
- Tiempo máximo necesario para el procesamiento de los datos y obtención de resultados: 1 semana a partir del día de la inspección.

- **Sensores**

Son los dispositivos usualmente hidrófonos, mediante los cuales se miden uno o varios efectos acústicos producidos por las fugas.

Los hidrófonos captan el sonido que hay dentro de la tubería, para posteriormente hacer un análisis de la señal acústica y hacer el diagnóstico de la presencia de fugas, el cual se realiza diferenciando el sonido de una fuga del sonido interno de la tubería.

- **Sistema de adquisición de datos**

Es el proceso mediante el cual se captura, almacena y analiza la información obtenida con los sensores. El análisis de los datos recopilados durante una inspección puede hacerse en tiempo real o requerir de pos procesamiento.

Cuando es necesario el pos procesamiento, la información registrada es almacenada en medio magnético y es procesada mediante software especializado.

- **Sistema de procesamiento de los datos**

Cuando el análisis de los datos se hace en tiempo real, el procesamiento se lleva a cabo mediante software y personal especializado. Cuando se requiere de pos procesamiento se utiliza el software principalmente. El software permite descomponer la señal acústica en frecuencia y en intensidad. La descomposición en frecuencia permite establecer la presencia de una fuga mientras que con la intensidad se puede estimar su tamaño.

- **Sistema de posicionamiento**

Este sistema permite establecer la posición tanto del sensor como de la fuga detectada. La posición puede hacerse en términos de coordenadas GPS, sobre el abscisado de la línea, etc.

Es muy importante establecer con claridad cuales son sus alcances y limitaciones, dado que la incertidumbre en la localización permite planificar el tamaño de la obra civil requerida para llevar a cabo la intervención sobre la línea afectada.

- **Sistema de Inserción y de extracción**

Es el sistema que permite ingresar y extraer los equipos del interior de la tubería. Generalmente están compuestos por mecanismos hidráulicos manuales o de motor.

Hay clases de ellos, los de tipo sonda, que permiten el control del movimiento del sensor dentro de la tubería mediante una sonda y los de flujo libre, en los cuales el sensor recorre la línea aprovechando las condiciones de flujo existentes, para ser recuperado al final del tramo inspeccionado.

Descripción del procedimiento de inspección

La realización de la inspección de una línea requiere varias fases que se deben cumplir:

1. Planeación de las inspecciones: Consiste en la definición del esquema de la inspección basados en las condiciones observadas en los planos de la línea que se va a inspeccionar, en visitas hechas a las líneas a los puntos de acceso y de extracción, junto con la asesoría del personal de la EPC.
2. Análisis de las condiciones de flujo: Comparativo entre de las condiciones requeridas por los equipos de detección de fugas y el flujo característico de la línea.
3. Determinación de accesorios adicionales requeridos: En algunos casos se requieren de accesorios adicionales para los puntos de acceso. Estos deben ser elaborados con anterioridad al día de la inspección.

Con base en esta información se debe escribir un plan de pruebas que debe contener como mínimo lo siguiente:

1. Descripción de la línea que se va inspeccionar.
2. Cronograma de actividades para el día de la inspección.
3. Tiempo estimado de la inspección.
4. Reporte de los inconvenientes hallados junto con las alternativas de solución.
5. Reporte de la afectación del servicio por variaciones requeridas en las condiciones de flujo de operación de la línea, cierres totales o parciales en las derivaciones, etc.
6. Reporte de los tramos de la línea por los cuales no es posible hacer la inspección.
7. Especificación de las adaptaciones y accesorios requeridos.
8. Auto declaración en la cual se certifique el error en la posición y los umbrales de detección de una fuga.

Generalidades

El ejecutor de la inspección para la detección de fugas se hace responsable por los daños que se puedan causar al sistema de red matriz originados por la negligencia o deficiencias durante el procedimiento de inspección.

Las inspecciones se llevarán a cabo en tramos requeridos por el Acueducto de Bogotá y se realizará la planeación de la inspección previamente, con el fin de coordinar la logística necesaria para la prueba y establecer los requerimientos técnicos para que esta se pueda llevar a cabo.

El objetivo de la inspección consiste en identificar fugas de todos los tamaños en las redes matrices, con un error en la localización inferior a 1 metro.

Procedimientos a emplear

Dependiendo del tipo de inspección que se lleve a cabo el procedimiento para realizar la inspección es diferente. Sin embargo si se trata de una inspección invasiva es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Planificación de la prueba**

Se deben establecer claramente las condiciones requeridas por el sistema para llevar a cabo la inspección de un tramo en concreto.

La planificación se hace con base en los planos de la línea que se va inspeccionar, visitas al sitio de la prueba para verificar la información contenida en los planos e identificar posibles inconvenientes. También se debe tener en cuenta la información y asesoría suministrada por parte de la EPC.

Se debe hacer un estimativo del desempeño mínimo esperado bajo las condiciones de una línea dada.

Las estrategias, alternativas y medidas requeridas para hacer los pasos por válvulas, derivaciones, codos, accesorios y demás componentes de un tramo dado deben quedar completamente clarificados antes de las pruebas.

Una vez que el proveedor ha analizado la información suministrada debe presentar a la EPC un reporte por escrito del plan de inspección.

El informe debe contener como mínimo:

- Descripción de la línea que se va inspeccionar.
- Cronograma de actividades para el día de la inspección.
- Tiempo estimado de la inspección.
- Reporte de los inconvenientes hallados junto con las alternativas de solución.
- Reporte de la afectación del servicio por variaciones requeridas en las condiciones de flujo de operación de la línea, cierres totales o parciales en las derivaciones, etc.
- Reporte de los tramos de la línea por los cuales no es posible hacer la inspección.
- Especificación de las adaptaciones y accesorios requeridos.
- Auto declaración en la cual se certifique el error en la posición y los umbrales de detección de una fuga.

En caso de requerir la elaboración de accesorios adicionales sus costos deberán estar incluidos dentro de la propuesta.

- **Requisitos mínimos del informe de inspección**

Independientemente de la tecnología utilizada para llevar a cabo la inspección el proveedor debe presentar un reporte escrito junto con una asesoría técnica para aclarar asuntos relevantes a la inspección.

El informe dentro de su contenido debe tener:

- Fecha, hora de inicio y finalización de la inspección.
- Descripción del tramo inspeccionado, incluyendo: material, diámetro, accesorios presentes, condiciones de flujo durante la prueba y otros datos relacionados.
- Descripción de la inspección, teniendo en cuenta puntos de acceso y de extracción, puntos de control, etc.
- Equipo utilizado, adaptaciones empleadas y personal encargado.
- Velocidad media de inspección.
- Registro fotográfico.
- Descripción de las fugas encontradas, precisando su localización mediante abscisado y posición

relativa a los accesorios presentes en la línea. Cuando la instrumentación lo permita se debe hacer con un estimativo del caudal de fuga.

- Reportar las incertidumbres en la posición de la fuga y de su tamaño.
- Descripción e interpretación del análisis de los datos registrados con los equipos de inspección.
- Establecer las limitaciones de los resultados y de los equipos para una inspección en concreto.
- Conclusiones y recomendaciones.

2.5 Evaluación y ajuste a los diseños

El consultor deberá evaluar y establecer el nivel de vulnerabilidad de la aducción y la conducción. En caso de que por razones geológicas, topográficas u otro tipo de razones se considere que la aducción o la conducción es altamente vulnerable, se deberán presentar a la EPC alternativas para la mitigación de dicha vulnerabilidad.

2.5.1 Evaluación integral

Con base en la información recopilada en campo y los análisis realizados, el consultor deberá realizar una evaluación integral del sistema; dicho análisis deberá incorporar, valorar y ponderar al menos las siguientes variables:

- Aspectos técnicos constructivos
- Confiabilidad del sistema
- Recursos monetarios estimados a partir de los diagnósticos realizados, para la puesta en marcha del sistema
- Tiempo requerido para la culminación del proyecto
- Disponibilidad del suministro de agua
- Vulnerabilidad del sistema
- Recursos requeridos para la terminación y puesta en marcha
- Otros proyectos alternativos de suministro ya planteados en estudios previos
- Otras fuentes de agua disponibles
- Optimización del suministro en los municipios y agua no contabilizada
- Aspectos económicos
- Variaciones en la oferta y demanda de agua con información existente (no se prevee un estudio específico de población y demanda)
- Cronograma de los trabajos
- Permisos y servidumbres

2.5.2 Ajustes a los diseños

A partir de la evaluación el consultor deberá adelantar la complementación y ajuste a los diseños en los componentes descritos en el presente capítulo.

El objeto del presente proyecto no contempla el rediseño total del sistema sino ajustes y complementaciones puntuales para la puesta en marcha, con el alcance descrito en el presente capítulo. Como premisa se adoptará la de utilizar al máximo la infraestructura existente y las alternativas que se planteen deberán en primera instancia considerar la optimización del sistema existente.

Anclajes

Una vez realizada la verificación en campo de los anclajes y cotejada la información con los resultados del análisis hidráulico previsto en el numeral **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, el consultor deberá conceptuar sobre la confiabilidad de tales anclajes y en caso de ser necesario realizará el diseño de anclajes en concreto faltantes, teniendo en cuenta al menos los siguientes criterios:

- Los macizos de concreto se deben calcular para soportar esfuerzos debidos al empuje hidráulico, el cual se debe a la presión hidrostática e hidrodinámica.
- Configuración de la tubería
- Resistencia y naturaleza del suelo (efectos de fricción y la resistencia del terreno de apoyo)
- Presencia del nivel freático

Como premisa se adoptara la de utilizar al maximo la infraestructura existente y las alternativas que se planteen deberán en primera instancia considerar la optimización del sistema existente.

Conducción

Con base en la información de campo y el modelo hidráulico, el consultor deberá adelantar el diagnostico y revisión hidráulica y estructural para evaluar el tipo de tubería existente y plantear alternativas de optimización si a ello hubiere lugar, especialmente en lo referente a:

- presiones de trabajo
- profundidades de instalación
- hermeticidad del sistema

Como conclusión del diagnostico y en caso de requerirse, el consultor realizará el ajuste al diseño de los tramos que lo requieran, para lo cual se ceñirá a los criterios establecidos en las normas técnicas de la EAAB, al RAS 2000 y en lo especificado en los presentes términos de referencia.

Como premisa se adoptara la de utilizar al maximo la infraestructura existente y las alternativas que se planteen deberán en primera instancia considerar la optimización del sistema existente.

El consultor deberá dentro de esta actividad ubicar y verificar los correctos diámetros y tipos de las válvulas ventosas, para proteger el correcto funcionamiento de la línea de impulsión y conducción.

El consultor deberá preparar el manual de llenado de tubería.

Esta actividad no contempla el rediseño completo del sistema, sino el ajuste y aprovechamiento de lo existente. Cuando como resultado de la evaluación se encuentren secciones o tramos que no cumplan con los criterios de seguridad requeridos, el consultor deberá evaluar, diseñar y proponer los cambios necesarios para garantizar la estabilidad y confiabilidad del sistema.

Una vez realizada la inspección y cuando la tubería se encuentre muy próxima a la superficie, el consultor deberá rediseñar los tramos correspondientes que no cumplan con las especificaciones del proyecto o los criterios establecidos en el RAS 2000 y en caso de ser necesario, prever los elementos de protección que aseguren que la misma no estará sometida a esfuerzos o deformaciones que puedan causar roturas o afectar el funcionamiento hidráulico normal de la tubería.

Estación de bombeo

En este actividad, el consultor deberá realizar lo siguiente:

- Presentación alternativas de solución para la operatividad y funcionamiento de los equipos.
 - Preliminares
 - Con los equipos y accesorios actualmente instalados
 - Con los equipos y accesorios faltantes y/o complementarios
 - Con equipos nuevos

- Concepto técnico sobre los procedimientos y protocolos de pruebas para los equipos electromecánicos instalados y de las alternativas propuestas de implementación de los nuevos y/o faltantes.
- Presupuestos de las diferentes alternativas propuestas
- Cronogramas de implementación de las alternativas
- Conclusiones y recomendaciones, concepto técnico y económico de la alternativa escogida.
- Esta actividad no contempla el rediseño completo del sistema, sino el ajuste y aprovechamiento de lo existente.
- Se debe presentar de manera completa, los pliegos de licitación para los nuevos suministros de equipos y accesorios faltantes tanto eléctricos como mecánicos, las especificaciones técnicas de los mismos y todos los diagramas, esquemas y planos para concluir con la construcción y puesta en marcha de la estación.

Como premisa se adoptara la de utilizar al maximo la infraestructura existente y las alternativas que se planteen deberán en primera instancia considerar la optimización del sistema existente.

Sifón

Para el sifón de alta presión comprendido entre la cámara 5 y el tanque del municipio de La Mesa, en una longitud aproximada de 10.477 metros construido en tuberías de HD de 14" y 10" y como conclusión del diagnostico y en caso de requerirse, el consultor realizará la optimización, refuerzo y/o rediseño de este tramo, para lo cual se ceñirá a los criterios establecidos en las normas técnicas de la EAAB, en el RAS 2000 y en lo especificado en los presentes términos de referencia. Al menos deberá presentar 2 alternativas evaluadas (una de las cuales debe prever métodos de construcción sin zanja) que deberán ser puestas a consideración de la EPC para aprobación, con la alternativa seleccionada el consultor deberá llevarla a nivel de diseño para construcción.

Como premisa se adoptara la de utilizar al máximo la infraestructura existente y las alternativas que se planteen deberán en primera instancia considerar la optimización del sistema existente.

Cámaras de quiebre

El consultor deberá revisar y en caso de requerirse rediseñar las estructuras de quiebre de presión o reguladoras de presión de tal manera que se garantice que no se transmitan sobre presiones en la red o tramo que se localice aguas abajo de cada una de las estructuras reductoras de presión.

El consultor deberá realizar un análisis de riesgos de estas estructuras donde se tenga en cuenta las posibles sobre presiones de tal manera que se garantice la seguridad de la infraestructura.

Como premisa se adoptara la de utilizar al máximo la infraestructura existente y las alternativas que se planteen deberán en primera instancia considerar la optimización del sistema existente

2.6 Inspección y diagnóstico del tanque de Casablanca

El consultor deberá realizar una inspección y diagnóstico al tanque ubicado en el predio Casablanca que tiene una capacidad de 1000m³, a partir de los cuales emitirá un concepto que incluya la revisión de documentos, memorias, planos, especificaciones con los cuales se diagnosticará y de determinará las alternativas técnicas a seguir para garantizar el buen funcionamiento y estanqueidad de las estructuras. El trabajo deberá incluir los presupuestos de inversión y mantenimiento correspondientes.

En caso de que se encuentre que el tanque no cumple con los requisitos mínimos de estanqueidad y estructurales, el consultor deberá presentar de manera completa, las especificaciones técnicas para la reparación e impermeabilización de los tanques.

El contenido del concepto técnico debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Inspección
- Estado Actual
- Diagnóstico
 - Estado de la estructura
 - Causas potenciales de filtración
 - Nivel actual de protección
- Resultados de las pruebas de estanqueidad
- Presentación alternativas
 - Preliminares
 - Protección exterior
 - Protección interior: Sistema Adherido
 - Protección Interior: Sistema “suelto”
- Procedimientos técnicos de implementación de alternativas para la protección e impermeabilización de los tanques
 - Sistema adherido
 - Sistema “suelto”
- Precauciones
- Mantenimiento y control
- Presupuesto por alternativa
- Evaluación de los sistemas instalados. Comparativos
- Documentación: Memorias – fichas técnicas – Hojas de seguridad – Guía mantenimiento y cuidados – esquemas – planos – etc.

2.6.1 Prueba de estanqueidad

Con el fin de determinar el grado de estanqueidad de los tanques Bojaca y succión de la estación de bombeo, el consultor deberá realizar las pruebas correspondientes siguiendo los lineamientos de la norma técnica de la EAAB NE-010 "Prueba de estanqueidad en los tanques de almacenamiento de agua", para lo cual deberá suministrar toda el agua, equipos y personal requerido. El resultado de la prueba debe ser conforme o no conforme, considerando que la estructura debe valorarse como "nueva".

2.7 Anexo técnico y estudios previos para posible futuro contrato de obra

El consultor deberá elaborar el anexo técnico de los estudios previos requeridos para la posible contratación de las obras requeridas para culminar el proyecto y su puesta en marcha. Dicho anexo deberá contener al menos lo siguiente:

- Diseños para construcción de los componentes faltantes, de acuerdo los alcances previstos en los presentes términos
- Presupuesto detallado
- Métodos de prueba requeridos para la aceptación de todos los componentes
- Cronograma para ejecución de las obras

- Condiciones y especificaciones Técnicas
- Perfiles de personal requeridos
- Equipos y herramientas
- Plazo
- Forma de pago
- Cláusulas Excepcionales

3. Productos a entregar

Los productos a entregar por el consultor son seis como se describe a continuación:

1. Informe de recopilación, revisión y análisis de la información existentes relacionada con los alcances de la consultoría.
2. Informe de actualización de la modelación hidráulica (incluye determinación de la demanda de agua de La Mesa y de Anapoima al horizonte de diseño, y revisión de diseños y especificaciones técnicas de la rehabilitación de la línea de conducción que existe entre el K05+067 al K39+320, incluyendo las estructuras especiales que incluyan la conducción) de acuerdo a las especificaciones referidas en el artículo No. 4 de la Resolución 759 de 2016 de la CRA.
3. Informe de actualización del estudio de alternativas de abastecimiento, que considere factibilidad técnica, económica, financiera y ambiental, realizando un análisis comparativo del impacto que tiene la adopción de cada alternativa evaluada de acuerdo a las especificaciones referidas en el artículo No. 4 de la Resolución 759 de 2016 de la CRA.
4. Diagnóstico de la conducción existente entre el K00+000 al K05+067 y K36+420 al K38+638, incluyendo las tuberías, viaductos, caja de derivación y diseños de la acometida eléctrica de la estación de bombeo de Casablanca (incluye: 1. Localización de la tubería con equipo de detección de metales; 2. La ejecución de pruebas hidráulicas, incluyendo los materiales necesarios, excepto el suministro de agua para las pruebas de estanqueidad; y 3. Pruebas de detección de fugas con correlador)
5. Informe de ajuste a los diseños existentes entre el K00+000 al K05+067 y K36+420 al K38+638 incluyendo las tuberías, viaductos, caja de derivación y diseños de la acometida eléctrica de la estación de bombeo de Casablanca (incluye diseños, especificaciones técnicas, presupuesto y cronograma de obra, en caso que se requieran)
6. Informe de inspección y diagnóstico del tanque de Casablanca (incluye la ejecución de prueba de estanqueidad, diseños, especificaciones técnicas, presupuesto y cronograma de obra, en caso que se requieran)